©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

LAMBERT, R. ST. J., 1964: Isotopic Age Determinations on the Gneisses from the Tauernfenster, Austria, Verh. Geol. B.-A., 16—27.
OXBURGH, E. R., 1964: A brief report on the geology of the hydroelectric tunnels in the neighbourhood of the Reisseck, Mölltal, Verh. Geol. B.-A., A 73—A 74.
RAMSAY, J., 1962: Geometry and Mechanics of Formation of Similar type folds, J. Geol., 70, 309—327.

Die Metamorphose des NE-Randes des Kernes der Böhmischen Masse

DUŠAN NEMEC *)

Mit 4 Abbildungen

Abstract

Along the NE border of the core of the Bohemian Massif, three distinct zones differing from each other by their grade of metamorphism may be distinquished, viz., the Svratka anticline corresponding by its mineral assemblages to the sillimanite-almandine-muscovite subfacies (it contains moreover some relic assemblages of the lower-grade metamorphism), 2. the deeply metamorphosed Moldanubicum showing mineral assemblages of the sillimanite-almandine-orthoclase subfacies of the Barrovian-type facies series and subordinately those of the sillimanite-cordierite-orthoclase-almandine subfacies of the Abukuma-type facies series, 3. the transitional zone inserted as a well defined broad stretch between both zones mentioned above. It contains assemblages of the sillimanite-almandine-muscovite subfacies which are in the process of conversion to the assemblages of the sillimanite-almandine-muscovite subfacies (according to the equation: Sillimanite + K-feldspar + Water → Muscovite + Quartz). The transition zone mentioned may be considered for the most part as belonging to the Moldanubicum which is in stage of accomodation to the lower-grade metamorphism of the nearby anticline of Svratka.

Zusammenfassung

Durch petrographische Untersuchungen am NE-Rande des Kernes der Böhmischen Masse konnten drei Zonen von verschiedenem Metamorphosegrade unterschieden werden. Es sind: 1. Die Antikline von Svratka, deren Metamorphose meist der Sillimanit-Almandin-Muskowit-Subfazies entspricht. Sie enthält noch reliktische Assoziationen niedrigerer Subfazien. 2. Das stärker metamorphosierte Moldanubikum mit Assoziationen der Sillimanit-Almandin-Orthoklas-Subfazies der Fazienserie vom Barrov-Typus und untergeordnet denjenigen der Sillimanit-Cordierit-Orthoklas-Almandin-Subfazies der Fazienserie vom Abukuma-Typus. 3. Die Übergangszone, die sich als ein gut definierbarer Streifen zwischen die beiden vorangehenden Zonen einschaltet. Zwar zeigt sie die Assoziationen der Sillimanit-Almandin-Orthoklas-Subfazies, diese sind aber offensichtlich unbeständig und wandeln sich in diejenigen der Sillimanit-Almandin-Muskowit-Subfazies um (in den pelitischen Assoziationen ist die Sillimanit-Umwandlung gemäß der Gleichung Sillimanit + Kalifeldspat + H_2O → Muskowit + Quarz im Gange). Diese Zone kann für einen Teil des Moldanubikums gehalten werden, der sich dem niedrigeren Metamorphosegrade der angrenzenden Antiklinale von Svratka rückläufig anpaßt.

Einleitung

Der ganze NE-Rand des Kernes der Böhmischen Masse wurde zuerst für eine einzige geologische Einheit (das Moldanubikum) gehalten, wenn auch schon früh

*) Adresse des Verfassers: Geologický průzkum, Jihlava, Jiráskova 2.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

(von A. Rosival, 1892) niedrigere Metamorphose seines E-Randes (der Antiklinale von Svratka) erkannt wurde. In jüngster Zeit hat O. Kodym (1953) den minder metamorphosierten Teil als eine ganz selbständige Einheit dem stärker metamorphosierten Moldanubikum gegenübergestellt. Die Gesteine des Moldanubikums werden allgemein für eine alte vorkambrische Serie, die mehrphasig (vorassyntisch, assyntisch und varistisch) metamorphosiert wurde, gehalten (vgl. hierzu J. Svoboda u. a., 1964). Bezüglich seines Metamorphosegrades ist das Moldanubikum nicht einheitlich (vgl. A. Dudek & M. Suk, 1965). Es überwiegen Assoziationen der Sillimanit-Almandin-Orthoklas-Subfazies, welche aber von reliktischen Assoziationen sowohl des niedrigeren Metamorphosegrades (der Disthen-Muskowit-Quarz- und Staurolith-Quarz-Subfazies) als auch des höheren Metamorphosegrades (Granulite) begleitet sind. Die varistische Metamorphose machte sich, besonders im Einflußbereich der ausgedehnten varistischen Plutone, durch Überprägung der älteren Assoziationen durch jüngere bemerkbar. Die Gesteine der Antiklinale von Svratka werden allgemein für jünger als das Moldanubikum gehalten (algonkische, assyntisch metamorphosierte Serie).

An den NE-Rand der Antiklinale von Svratka schmiegt sich ein weiteres Gebiet, das als „das Kristallin von Polička" bezeichnet wird. Auch dieses wurde ursprünglich dem Moldanubikum zugezählt, später wurde es aber in das westsudetische System eingegliedert. Es wird für das jüngste präkambrisch metamorphosierte Algonkium gehalten. Seinem Metamorphosegrad entsprechend kann es nach dem Klassifikationsschema von Jung-Roques in die obere Gneis- bis untere Glimmerschieferzone gelegt werden.

Um die Beziehungen des Moldanubikums zu der Antiklinale von Svratka beurteilen zu können hat man dem Studium des Charakters der Kontakte dieser beiden geologischen Einheiten eine große Aufmerksamkeit gewidmet. Bei den Kartierungsarbeiten hat sich herausgestellt, daß hier eine verhältnismäßig breite Zone entwickelt ist, deren Gneise stärker (es überwiegt in ihnen das Metatekt) als diejenigen des angrenzenden Moldanubikums migmatisiert wurden (J. Kalášek & J. Weiss, 1956). In dieser Zone klingen zugleich auch einige für das Moldanubikum typische strukturgeologische Elemente aus (K. Beneš, 1964). Daher sonderten J. Kalášek & J. Weiss (1956) und nach ihnen weitere Autoren diese Zone auch kartographisch als eine selbständige geologische Einheit im Rahmen des Moldanubikums ab. Z. Mísar (1963) bezeichnete sie als „die Zone von Nové Město—Bystřice" (vgl. die Karte in Abb. 2 und 3).

Während der gefügeanalytischen Untersuchungen im westmährischen Kristallin hat der Verfasser ein reiches Studienmaterial angesammelt, das sich für die Untersuchung der Metamorphose gut eignet. Die Metamorphose in dem weiter behandelten Gebiete wurde vom Standpunkt der Mineralfazies-Lehre aus noch nicht untersucht.

Der Metamorphosegrad der Antiklinale von Svratka

Das Gebiet, über dessen Metamorphose in diesem Kapitel berichtet wird, ist auf der Karte Abb. 2 und 3 ersichtlich. Da aber nur der Metamorphosegrad dabei als Unterscheidungsmerkmal diente, deckt sich die Begrenzung des hier als die

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

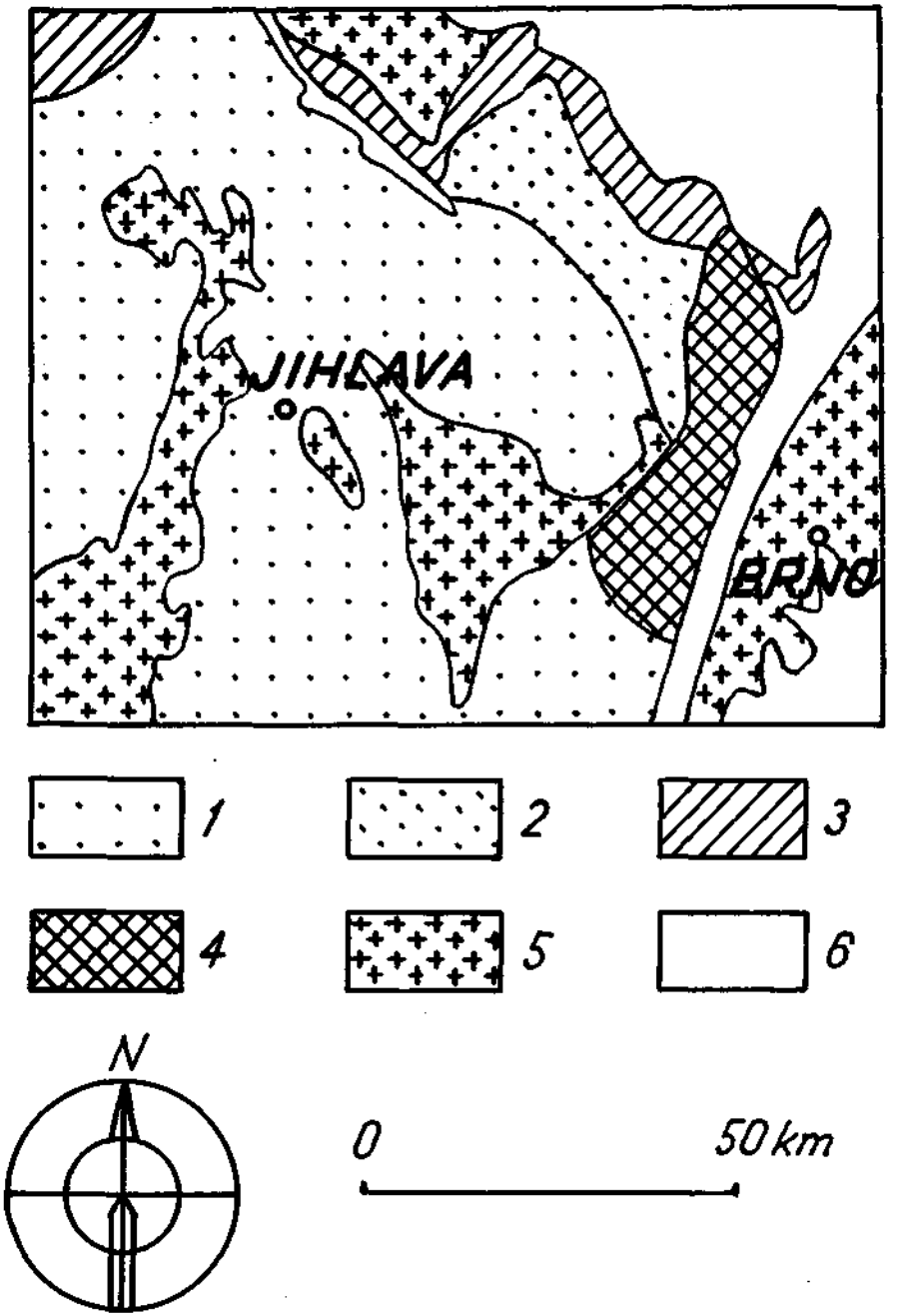

Abb. 1. Schematische geologische Übersichtskarte des westmährischen Kristallins. 1 = kristalline Schiefer des Moldanubikums, 2 = kristalline Schiefer der Antiklinale von Svratka, 3 = kristalline Schiefer der übrigen Gebiete des Kernes der Böhmischen Masse sowie des Sudetischen Blocks, 4 = kristalline Schiefer des Moravikums, 5 = Intrusionsgesteine, 6 = Sedimentgesteine.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Antiklinale von Svratka genannten Gebietes nicht überall genau mit dem in der geologischen Literatur als solchen bezeichneten Gelände überein. Das Gebiet nehmen vorwiegend zweiglimmerige Migmatite mit Paläosomvormacht ein, die mit Zweiglimmerschiefern und Glimmerschiefergneisen wechsellagern. In der Kernzone der Antiklinale von Svratka sind zweiglimmerige Augengneise verbreitet, die für das extreme Migmatisierungsstadium gehalten werden (vgl. J. Svoboda u. a., 1964). Das Streichen der Schichten ist meistens NW-SE, der Einfallswinkel der Schieferungsflächen ist meist mittelgroß (30 bis 60°).

Die Zweiglimmergneise sind quarz- und kalifeldspatreich. Der Kalifeldspat ist meist durch Orthoklas vertreten. Von den Glimmern überwiegt gewöhnlich Muskowit über Biotit. Die übliche Mineralassoziation dieser Gesteine ist Quarz + Kalifeldspat + Plagioklas + Biotit + Muskowit. Die kalifeldspatfreien Gneise sind selten. In den letzteren ist manchmal noch Granat und auch Sillimanit, seltener Disthen zugegen. Die Glimmerschiefer sind auch zweiglimmerig, ihre regelmäßige Mineralassoziation ist Quarz + Muskowit + Biotit ± Almandin ± Sillimanit ± Disthen. Granat erscheint in Form von siebartigen Kristalloblasten, die reich an Quarzeinschlüssen sind. Die Einschlußquarze sind stets merklich feinkörniger als der übrige im Gestein vorkommende Quarz (der Granat konserviert die ursprünglichen Gesteinsstrukturen, indem er die Sammelkristallisation der in ihm eingeschlossenen Quarzkörner verhinderte?). In bezug auf Quarz ist Granat offensichtlich jünger, im Quarzmosaik ist er an die Intergranulare gebunden.

Die Al_2SiO_5-Modifikationen sind reichlich in den Glimmerschiefern des SE-Teiles der Antiklinale von Svratka (besonders in der Umgebung des Dorfes Kovářová) anzutreffen, was durch die günstige chemische Zusammensetzung der dortigen Gesteine (bis 32% Al_2O_3 bei niedrigem K_2O — vgl. Tabelle 1) bedingt wird. Mehr extensiv als Disthen ist Sillimanit verbreitet, wenn auch stellenweise (Kovářová) auch der erstere überwiegen kann. Disthen ist in isolierten Kriställchen (die aber im Gegensatz zu Granat einschlußfrei sind) ohne Beziehung zu anderen Bestandteilen im Gesteine verstreut, während Sillimanit, der ausschließlich in Form des Fibrolithes erscheint, eng mit Biotit, dessen Schüppchen sein Gewebe durchspickt, vergesellschaftet ist. Die beiden Al_2SiO_5-Modifikationen erscheinen öfters beisammen, doch ohne irgendeine räumliche Beziehung. Niemals wurde z. B. die Ersetzung einer Modifikation durch die andere festgestellt. Sillimanit scheint stets ganz beständig zu sein, Disthen wird dagegen öfters in Muskowit umgewandelt. Alle Stadien der Umwandlung bis zu völliger Pseudomorphosierung trifft man an, wobei dieser Ersatz sowohl durch Muskowitaggregate als auch durch größere Muskowitmonokristalle stattfindet. Sillimanit ist offensichtlich nicht auf Kosten des Disthens entstanden, nicht einmal etwa in der Weise, daß sich das bei der Disthenumwandlung freigewordene Aluminium an anderen Stellen als Sillimanit fixieren würde (der Fall, den G. A. Chinner, 1961, bei der Sillimanit-Genese in den Gneisen des Glen Clova, Agnus, in Erwägung zieht).

Die Glimmerschiefer der Umgebung von Kovářová enthalten manchmal bis mehrere Zentimeter große Pegmatoidknollen (vgl. J. Sekanina, 1946). Sie bestehen vorwiegend aus Quarz — manchmal in der Rauchquarzabart — und einem

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

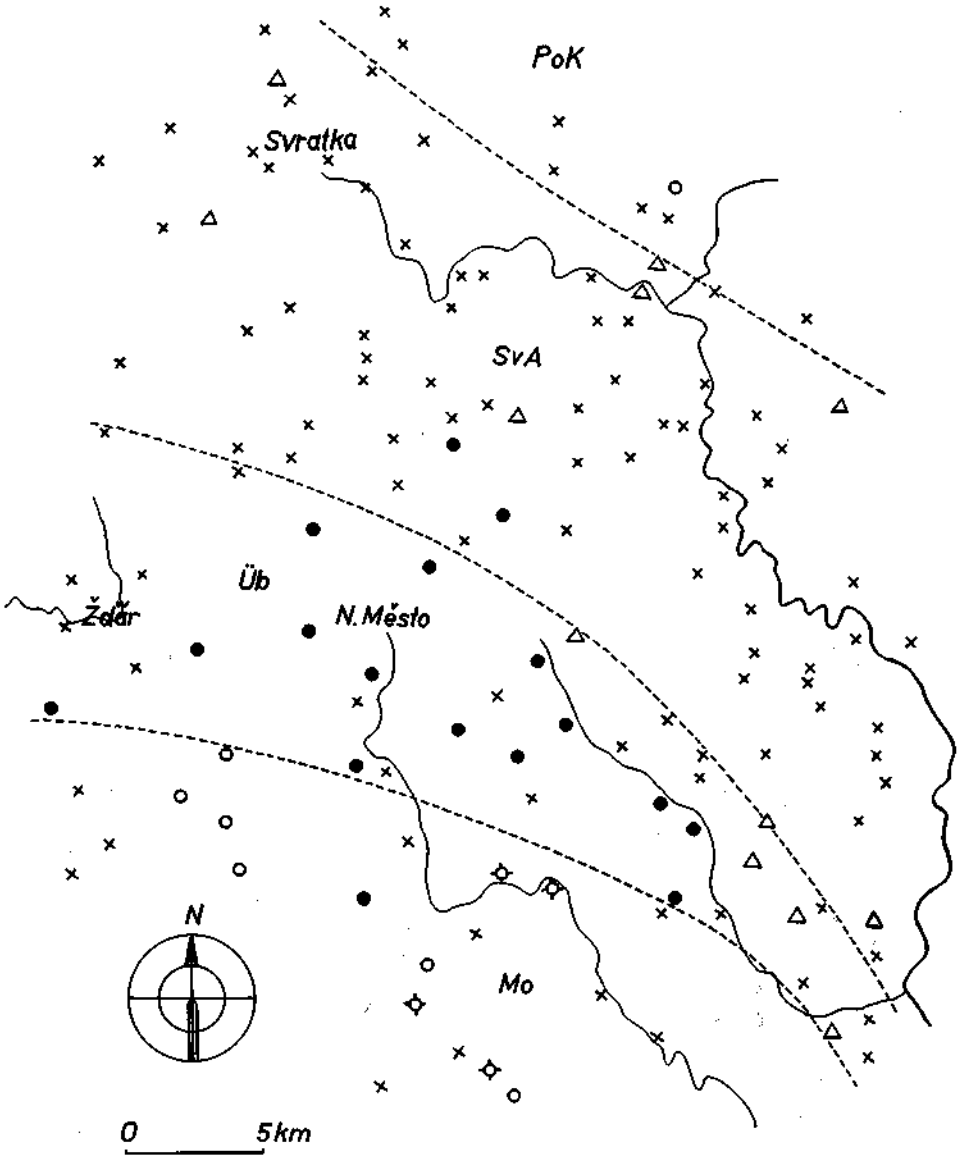

Abb. 2. Die Verbreitung des Sillimanites in metamorphen Gesteinen des Untersuchungsgebietes. Zeichenerklärung: O = Sillimanit mit Kalifeldspat beständig, ◇ = dasselbe in cordieritführenden Gesteinen, ● = beginnende Sillimanitumwandlung in Anwesenheit des Kalifeldspates, △ = Sillimanit in kalifeldspatfreien Gneisen und Glimmerschiefern, X = sillimanitfreie Gneise und Glimmerschiefer, gestrichelt = die Zonengrenzen, PoK = das Kristallin von Polička, SvA = die Antiklinale von Svratka, Üb = die Übergangszone, Mo = stark metamorphosiertes Moldanubikum.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

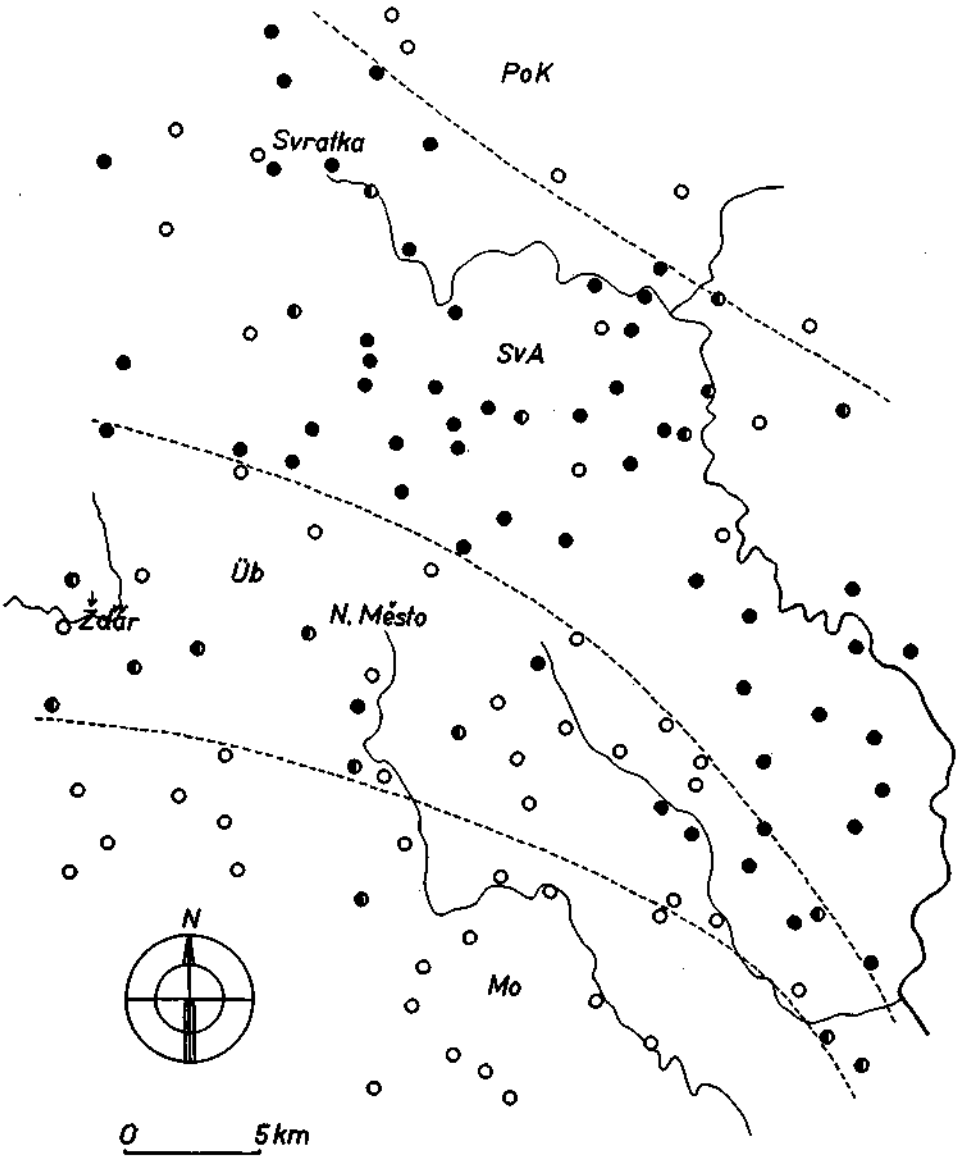

Abb. 3. Die Verbreitung des Muskowites in den Gesteinen des Untersuchungsgebietes. Zeichenerklärung: O = 0—15% Muskowit vom Gesamt-Glimmergehalt des Gesteines, = dasselbe mit 20—30% Muskowit, ● = dasselbe mit 40—100% Muskowit. Übriges wie in Abb. 2.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

sauren Plagioklas und enthalten nicht nur Disthen und Sillimanit, sondern manchmal auch Andalusit. In anderen Gesteinstypen wurde aber kein Andalusit verzeichnet.

Staurolith ist in der Antiklinale von Svratka nur aus den Glimmerschiefern der Umgebung von Kovářská als ein seltenes Mineral bekannt. In meinen Dünnschliffen habe ich ihn nur als kleine allotriomorph begrenzte und in Granat-Kristalloblasten eingeschlossene Körner beobachtet. J. SEKANINA (1946) erwähnt aber auch in Glimmern eingewachsene Staurolithkörner.

In durchlöcherten, nach außen hin idiomorph begrenzten Kristalloblasten erscheint Schörl öfters in den Glimmerschiefern. Er nahm wahrscheinlich durch eine junge pneumatolytische Zufuhr seinen Ursprung.

Vom Standpunkt der Mineralfazieslehre ist für die Gesteine der Antiklinale von Svratka das Vorkommen des Sillimanits nur in kalifeldspatfreien Gesteinen (Glimmerschiefern, Plagioklas-Gneisen) und das massenhafte Erscheinen des synmetamorphen Muskowits in allen Assoziationen, wo es der Gesteinschemismus erlaubt, recht typisch. Die Gesteine zählen offensichtlich zu den niedrigeren Stufen (Subfazien) der Almandin-Amphibolit-Fazies. In Gegensatz zu dem stark verbreiteten Sillimanit ist das Staurolitherscheinen etwas Außerordentliches. Die in den Glimmerschiefern bei Kavářová festgestellte Assoziation Quarz + Biotit + Muskowit + Staurolith ist instabil. Ihr Zustandekommen wurde vermutlich nur dadurch möglich, daß der im Granat eingeschlossene Staurolith durch seine Hülle vom Quarz abgetrennt wurde (ein stabilisiertes Relikt — ähnliche Beispiele führt auch z. B. G. H. FRANCIS, 1956, an). Die Staurolith-Almandin-Subfazies muß man also als einen allgemeinen Metamorphosetypus ausschließen. Einige von den beobachteten stabilen Assoziationen (z. B. Quarz + Muskowit + Biotit + Almandin + Plagioklas + Sillimanit) entsprechen der Sillimanit-Almandin-Muskowit-Subfazies, andere (z. B. Quarz + Muskowit + Biotit + Almandin + Plagioklas + Disthen in den Gneisen und Diopsid + Epidot + Calcit in den Kalksilikatfelsen) wieder der Disthen-Almandin-Muskowit-Subfazies. Vielleicht handelt es sich um einen Übergangstypus oder um die Überprägung der Mineralassoziationen der einen Subfazies durch Assoziationen der anderen. Die kyanitführenden Assoziationen entstanden bekanntlich unter größeren Drucken als die sillimanitführenden. Die erwähnten andalusithaltigen Injektionsknollen entstanden offensichtlich unter pT-Bedingungen, die von denjenigen, unter denen sich die Regionalmetamorphose unseres Gebietes vollzog, unterschiedlich waren (vgl. in diesem Zusammenhang auch die Andalusitführung einiger Pegmatite und Tiefengesteine des westmährischen Moldanubikums).

Der Metamorphosegrad des stark metamorphosierten Moldanubikums

Das stark metamorphosierte Moldanubikum nimmt den SW-Teil des von uns betrachteten Geländes ein (vgl. Abb. 2 und 3). Es ist der Verbreitungsbereich eintöniger, stellenweise arteritisch migmatisierter Biotit-Sillimanit-Paragneise. Durch schmale Ausläufer greifen in das uns interessierende Gebiet Granulithornfelse von Dolní Bory und Granulite von Drahonín hinein (beide sind in unsere Betrach-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

tungen nicht einbezogen und daher nicht in Abb. 2 und 3 eingezeichnet). Die Schieferungsflächen der kristallinen Schiefer streichen zwar meistens NW-SE, doch sind die Streichrichtungen ziemlich veränderlich, was auch für die Einfallsrichtungen sowie Einfallswinkel gilt.

Die Gneise sind durch folgende Mineralassoziation gekennzeichnet: Quarz + Plagioklas + Kalifeldspat + Biotit ± Sillimanit. Der Kalifeldspat ist durch Orthoklas, die Glimmer durch Biotit vertreten. Der häufig erscheinende Sillimanit durchwebt in filzartigen Aggregaten die Biotitschüppchen. Disthen wurde nur in einer aus dem Westteil des Geländes stammenden Gneisstufe in spärlichen Kriställchen verzeichnet. Almandin wurde nur selten beobachtet.

In einigen aus dem östlichen Abschnitt des untersuchten Gebietes stammenden Stufen wurde auch Cordierit angetroffen (Abb. 2). Die Mineralassoziation dieser Gesteine ist Quarz + Plagioklas + Orthoklas + Biotit + Cordierit + Sillimanit ± Granat. Nach den Literaturangaben (vgl. z. B. S. Vrána, 1963) scheint diese Assoziation in den moldanubischen Cordieritgneisen allgemein zu sein. Sie entspricht derjenigen in den moldanubischen Biotit-Sillimanit-Gneisen üblichen, nur vom Cordierit abgesehen. Dieser erscheint im Gesteine in häufigen allotriomorph begrenzten Körnern, die in einigen Proben frisch sind, in anderen sich aber in verschiedenen Umwandlungsstadien bis zu vollständiger Pinitisierung befinden. Sillimanit ist häufig und ist hier nicht an Biotit, sondern an Cordierit gebunden. Auch seine Erscheinungsart ist unterschiedlich (prismatische, einige hundertstel Millimeter dicke Kriställchen, die die Mittelpartien der Cordieritkörner einnehmen). Seine Entstehung hängt hier offensichtlich mit Cordierit zusammen.

Das allgemeine Nebeneinanderbestehen des Sillimanites und des Kalifeldspates, ohne Zeichen ihrer Instabilität, deuten auf die Zugehörigkeit der Biotit-Sillimanit-Gneise zu der Sillimanit-Almandin-Orthoklas-Subfazies der Fazienserie vom Barrov-Typus hin, während die Cordieritgneise zwar zu derselben Metamorphosestufe (der Sillimanit-Cordierit-Orthoklas-Almandin-Subfazies), aber zu der höher temperierten Fazienserie vom Abukuma-Typus angehören. Das unregelmäßige Erscheinen vom spärlichen Muskowit (höchstens etwa 15% des Glimmer-Gesamtgehaltes) kann als Andeutung der lokalen Übergänge in die niedrigere Metamorphosestufe (in die Sillimanit-Cordierit-Muskowit-Almandin-Subfazies) der gleichen Fazienserie gelten. Muskowit erscheint nämlich da nicht nur als Zersetzungsprodukt des Cordierites, sondern er ist auch grobschuppig und ohne räumliche Beziehung zu Cordierit verteilt.

Die Fazienserie vom Abukuma-Typus, verglichen mit derjenigen vom Barrov-Typus, stellt einen Fall von Metamorphose mit größerem geothermalen Gradienten dar und schaltet sich deswegen mit ihren Metamorphosebedingungen zwischen die Kontaktmetamorphose und die Regionalmetamorphose vom Barrov-Typus ein (vgl. hierzu z. B. H. Winkler, 1965). Die Entstehung der Cordieritgneise im Moldanubikum Westmährens läßt sich daher annähernd als ein Fall der tief liegenden Kontaktmetamorphose von sehr weiter Ausbreitung deuten. Die Cordieritgneise umsäumen nämlich als breite Aureolen, wenn auch nicht zusammenhängend, ausgedehnte varistische Granitoidmassen des Moldanubikums

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

und ihr genetischer Zusammenhang mit ihnen wird allgemein anerkannt. Die Platznahme dieser Magmen rief offensichtlich eine beträchtliche Durchwärmung ausgedehnter Gebiete und daher eine Metamorphose hervor, die zwar ungefähr im gleichen Temperaturrange wie die vorangehende regionale Metamorphose vom Barrov-Typus war, aber unter niedrigeren Drucken (in kleineren Tiefen) verlief.

Der Metamorphosegrad in der Übergangszone

Der Grenzverlauf der Übergangszone zum übrigen Moldanubikum und zur Antiklinale von Svratka ist in Abb. 2 und 3 ersichtlich. Die Übergangszone, wie sie an Hand des faziellen Charakters der Gesteine eingezeichnet wurde, ist im W etwa 10 km breit, nach E verringert sich ihre Breite bis auf ungefähr 3 km. Es sind hier vorwiegend Migmatitgneise in Wechsellagerung mit zahlreichen Amphibolitzügen vertreten. Die Schieferungsflächen der kristallinen Schiefer streichen überwiegend NW-SE und fallen im Westabschnitt meist unter mittleren Einfallswinkeln nach NE, im Ostabschnitt unter steilen Winkeln nach SW ein. Einen beträchtlichen Teil der Übergangszone überquert die breite, wahrscheinlich jungvaristische Störung von Žďár-Bystřice (D. Nemec, 1963). Die in ihr stattgefundenen Bewegungen bewirkten eine starke Mylonitisierung der Gesteine. Petrographisch entsprechen die Gesteine des Westabschnittes der Übergangszone dem tief metamorphen Moldanubikum, enthalten aber auch Muskowit, und zwar 10—30%, ausnahmsweise bis 40% der Gesamt-Glimmermenge (Abb. 3). Im Ostabschnitt der Übergangszone kann Muskowit dagegen auch in Vormacht gegenüber Biotit sein, die Gesteine nehmen hier den Charakter typischer Gesteine der Antiklinale von Svratka an. In der Übergangszone ist Muskowit öfters durch große vollkommen kristallisierte Schuppen vertreten, wenn auch oft seine in bezug auf andere Bestandteile jüngere Entstehung klar ist. Der Kalifeldspat erscheint häufig, und zwar sowohl als Orthoklas als auch als Mikroklin. Sillimanit kommt öfters vor (Abb. 2), Granat fehlt dagegen. In den Gneisen trifft man folgende Mineralassoziation an: Quarz + Kalifeldspat + Plagioklas + Biotit ± Muskowit ± Sillimanit. Ein charakteristisches Merkmal der Übergangszone ist eine allgemeine Verdrängung des Sillimanites durch Muskowit, bei Anwesenheit und seltener auch bei Abwesenheit des Kalifeldspates. Sillimanitbündel (Sillimanit liegt meist in der Fibrolithausbildung vor) werden von verschieden breiten Muskowitsäumen umgeben, bis zuletzt reine Muskowitpseudomorphosen entstehen. Dieser Muskowit ist feinkörnig, kann aber auch grobschuppig sein. Auch hier entstand Sillimanit, mindestens zum Teil, ursprünglich in Verbindung mit Biotit, einige in Muskowitsäumen eingeschlossenen Kerne bestehen aus einem Biotit-Sillimanit-Gemenge. Die Sillimanitumwandlung steht in keiner Beziehung zu den tektonischen Beanspruchungen in der Mylonitzone, sondern sie ist Ausdruck der Sillimanitunbeständigkeit während der in den Spätphasen der Metamorphose herrschenden Bedingungen. Die Mylonitisierung fand offensichtlich in größeren Tiefen statt. Sie bewirkte eben nur die Verkleinerung der Korngröße, nicht aber Veränderungen in der Mineralzusammensetzung der beanspruchten Gesteine.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Sieht man von der Muskowitanwesenheit ab, entspricht die Mineralassoziation der Gneise in der Übergangszone der Sillimanit-Almandin-Orthoklas-Subfazies der Regionalmetamorphose. Aber die Sillimanitumwandlung in Muskowit bei Anwesenheit des Kalifeldspats bezeugt, daß die Reaktion

$$\text{Sillimanit} + \text{Kalifeldspat} + H_2O \rightarrow \text{Muskowit} + \text{Quarz}$$

in Wirkung trat. Sillimanit ist also ein instabiles Relikt der genannten Subfazies, deren Mineralassoziationen sich rückläufig den Bedingungen der Sillimanit-Almandin-Muskowit-Fazies anpassen. Nur in den kalifeldspatfreien Assoziationen (Glimmerschiefer und Plagioklas-Gneise) bleibt Sillimanit weiterhin beständig.

Die Gesamtcharakteristik der Metamorphose im ganzen betrachteten Gebiete

Aus den vorangehenden Kapiteln ist ersichtlich, daß die Gesteine in den betrachteten Zonen einen polymetamorphen Charakter tragen, indem sie Relikt- und Mischassoziationen enthalten. Die Übergangszone ist ein Gebiet mit ungleichgewichtigen Assoziationen. Die Eigentümlichkeit dieser Zonen ist ihre verhältnismäßig große Breite und scharfe Begrenzung. Kritisch für die Unterscheidung der einzelnen metamorphen Zonen sind Gesteine, deren Projektionspunkte im AKF-Diagramm (Abb. 4) in das schraffierte Feld fallen (glücklicherweise stellen solche Assoziationen bereits den verbreitetsten Gesteinstypus des ganzen Gebietes dar). Für solche pelitische kalireiche Gesteine ist das Moldanubikum die sillimanitführende Zone, die Antiklinale von Svratka die sillimanitfreie Zone, während die Übergangszone das Gebiet der Sillimanit-Instabilität darstellt. In Übereinstimmung damit sind die Gesteine der Proben Nr. 4, 5, 6, 8, 10, 11 [1]) (der Antiklinale von Svratka) sillimanitfrei, während in der Probe Nr. 12 aus der Übergangszone Sillimanit durch Muskowit verdrängt wird [2]). Im Gebiete mit niedrigerem Metamorphosegrade (in der Antiklinale von Svratka) ist Sillimanit nur in den kalifeldspatfreien Assoziationen stabil, der Muskowitisierung fällt hier Disthen als die in den Spätphasen der Metamorphose minder stabile Al_2SiO_5-Modifikation zum Opfer.

Die Unbeständigkeit des Sillimanites in der Übergangszone kann auf zweierlei Art verursacht werden: 1. Durch isochemische retrograde Metamorphose (d. h. infolge veränderter pT-Bedingungen). 2. Durch veränderte chemische Zusammensetzung der Gesteine bei gleichbleibenden pT-Bedingungen der Sillimanit-Almandin-Muskowit-Subfazies (infolge einer Kalifeldspat-Zufuhr in ursprünglich kalifeldspatfreie Mineralassoziationen). Die Gesteine des größten Teiles der Übergangszone tragen sowohl makroskopisch als auch mikroskopisch den Charakter des Moldanubikums und werden auch dazu gezählt. Bei unbeträchtlicher Muskowitisierung des Sillimanites sind solche Proben von den moldanubi-

[1]) Vergleiche Tabelle 1 (chemische Analysen).

[2]) Aus dem stark metamorphosierten Moldanubikum stehen leider bisher keine chemischen Analysen der Gneise zur Verfügung.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

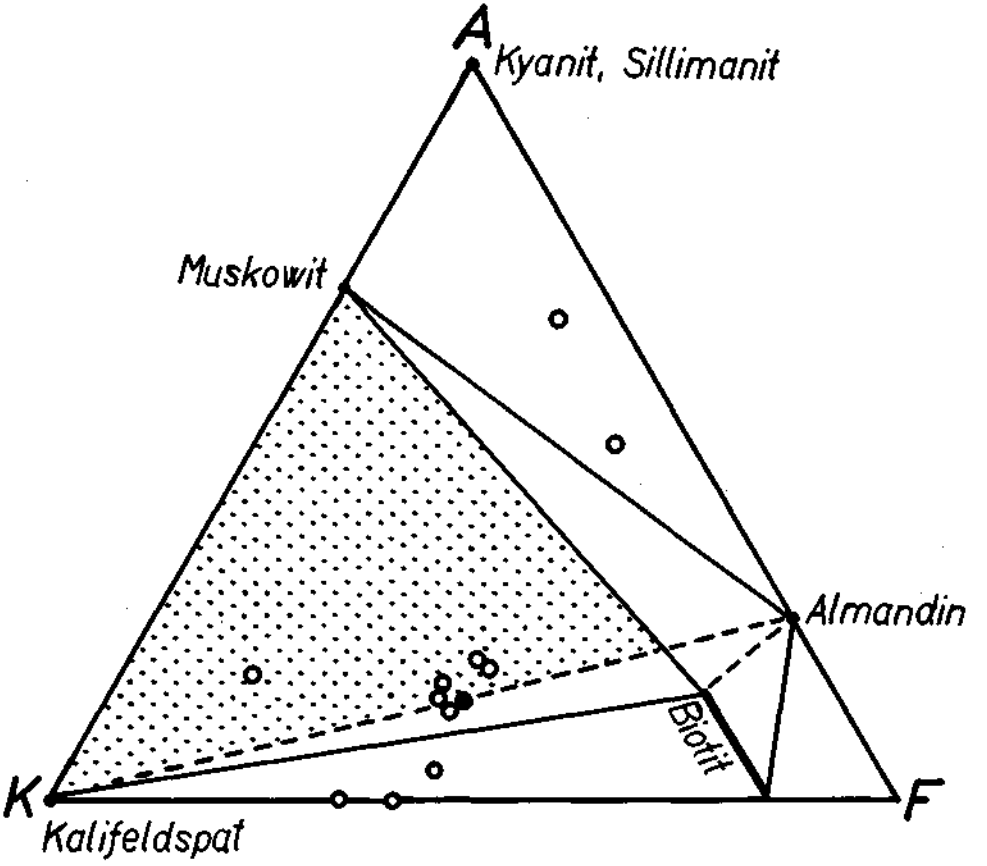

Abb. 4. AKF-Diagramm SiO_2-gesättigter Gesteine der Sillimanit-(Disthen-)Almandin-Muskowit-Subfazies (voll ausgezogene Linien) und der Sillimanit-Almandin-Orthoklas-Subfazies (statt des Triangels Biotit-Almandin-Muskowit der Triangel Almandin-Biotit-Kalifeldspat gültig). Punktiert = das für die Unterscheidung der Subfazien kritische Feld. O = analysierte Gesteine der Antiklinale von Svratka (siehe Tabelle 1), ● = analysierte Gesteine der Übergangszone.

schen Gneisen petrographisch kaum unterscheidbar. Bei diesen Gesteinen handelt es sich offensichtlich um retrograde Metamorphose (Fall 1). Im Ostabschnitt der Übergangszonen trifft man in einem Streifen, der die Zone der Sillimanit-Almandin-Muskowit-Subfazies umsäumt, Gesteine an, die durch ihre petrographische Beschaffenheit denjenigen aus der Antiklinale von Svratka völlig entsprechen und bisher auch der Antiklinale von Svratka zugezählt wurden. Es handelt sich um typische Zweiglimmergneise, mit synmetamorphen Muskowitschüppchen (also nicht mit jungen Muskowitporphyroblasten). Nur bei diesem Gesteinstypus würde die zweite Eventualität in Betracht kommen, besonders wenn man erwägt, daß die Glimmerschiefer der Antiklinale von Svratka öfters unter Entstehung von Glimmerschiefer-Gneisen migmatitisch mit Feldspäten bereichert wurden. Doch liefert das mikroskopische Bild der erwähnten Gesteine

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Tabelle 1

Analysierte Gneise und Glimmerschiefer des NE-Randes der Böhmischen Masse.

Gebiet	Probe Nr.	Gesteinsart	Fundstelle	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	S	H_2O^+	H_2O^-	Summe	Analytiker	Literatur
Antiklinale von Svratka	1	Glimmerschiefer	Kovářová	45,20	1,16	32,20	5,88	4,62	0,29	1,92	0,14	0,50	3,13	0,10	Spuren	5,09 *)	—	100,23		J. Pelíšek 1958
	2		Nedvědice	55,77	1,17	22,42	5,94	4,67	0,29	1,94	0,14	0,50	3,16	0,10	—	3,90	—	100,00		J. Stejskal, J. Pelíšek 1956
	3	Zweiglimmer-Orthogneise und -Migmatite	Nedvědice	74,92	0,11	12,89	0,44	1,65	0,06	0,12	1,24	3,30	4,84	0,03	0,01	0,70	0,21	100,52	Tenčíková	—
	4		Nedvědice	74,79	0,20	11,92	1,45	2,85	0,07	0,14	0,79	2,24	5,06	0,09	—	0,95	0,13	100,68	Tenčíková	—
	5		Domanínek	71,52	0,14	14,24	1,01	1,79	0,07	0,94	1,37	2,81	5,12	—	0,27	0,11	0,15	99,54	—	V. Černyšev 1960
	6		Vír	74,62	0,20	13,12	0,11	2,03	0,02	0,81	0,86	2,91	4,26	0,32	0,45	0,75	0,17	100,63	—	V. Černyšev 1960
	7		Jimramov	73,02	0,42	13,31	0,41	2,16	0,06	0,40	1,42	3,20	4,68	0,20	0,06	0,39	0,14	99,87	Herbergová, Hrubý, Jílková	I. Tenčík 1966
	8		Jimramov	71,96	0,42	14,40	0,61	1,98	0,06	0,48	1,58	3,00	4,58	0,19	0,04	0,45	0,24	99,99	Herbergová, Hrubý, Jílková	I. Tenčík 1966
	9		Líšná	75,42	0,24	12,52	0,44	1,54	0,08	0,32	1,00	3,76	4,22	0,35	0,08	0,32	0,04	100,33	Herbergová, Hrubý, Jílková	I. Tenčík 1966
	10		Líšná	72,92	0,42	13,52	0,33	2,23	0,10	0,58	1,03	2,92	4,28	0,27	0,07	0,40	0,12	99,19	Herbergová, Hrubý, Jílková	I. Tenčík 1966
	11		Žák's Berg	73,48	0,31	14,35	0,42	0,79	0,04	0,20	0,30	2,79	6,76	0,08	Spuren	0,52 *)	—	100,04	—	J. Pelíšek 1958
Übergangszone	12	Zweiglimmer-Orthogneis	Budeč	74,53	0,13	12,34	0,42	1,53	0,05	0,63	1,47	2,64	3,81	0,16	0,05	0,96	—	**) 99,19	Hrdlička	D. Němec 1963 b

*) Glühverlust.
**) 0,47% CO_2 in die Summe einbegriffen.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

der Übergangszone keine eindeutigen Anhaltspunkte für die Beurteilung der Genese.

Die SW-Grenze der Übergangszone entspricht der „zweiten Sillimanit-Isograde". Sillimanit allein kann man in unserem Gebiete nicht als ein Indexmineral benützen (er ist in allen metamorphen Zonen anwesend), kritisch ist nur die Assoziation Sillimanit + Kalifeldspat. Der Muskowitgehalt der quarz-feldspathaltigen Assoziationen scheint in unserem Fall für die Subfazies-Unterscheidung geeignet zu sein (vgl. Abb. 3).

Das ganze untersuchte Gebiet ist zwar hinsichtlich seines Metamorphosegrades nicht einheitlich, doch zählt zu den höchstmetamorphen Stufen der Almandin-Amphibolit-(bzw. Cordierit-Amphibolit-)Fazies und wird durch erhöhte Temperaturen bei verhältnismäßig niedrigen Drucken (Sillimanitanwesenheit) gekennzeichnet. Die Gleichgewichtstemperatur der Reaktion Sillimanit + Kalifeldspat + $H_2O \rightarrow$ Muskowit + Quarz, die bereits in der Übergangszone in Kraft war, hat A. MIYASHIRO (1960) für verschiedene Druckbereiche berechnet. Er kam zu 450—590° C. Daß Sillimanit und Disthen ohne Spuren gegenseitiger Verdrängung zusammen erscheinen, könnte als Andeutung des Umstandes gehalten werden, daß die pT-Bedingungen der Metamorphose nicht beträchtlich von der Sillimanit/Disthen-Gleichgewichtskurve entfernt gewesen wären. Würde man die von N. I. CHITAROV u. a. (1963) zusammengestellte Kurve zu Hilfe ziehen, ergäben sich daraus Drucke um 10.000 atm.

Geologische Folgerungen aus den Mineralfazies-Untersuchungen

Abgesehen von zwei vereinzelten Inseln (einer im stark metamorphosierten Moldanubikum bei Bohdalec und einer zweiten zwischen Koníkov, Kuklík und Líšná in der Antiklinale von Svratka — vgl. Abb. 2) sind die offensichtlich ungleichgewichtigen Mineralassoziationen auf eine einzige Zone (die Übergangszone) beschränkt, die mit gut definierbaren Linien sowohl an das Gebiet mit höherer als auch mit niedrigerer Metamorphose angrenzt. Die Grenzlinie gegen die Zone mit niedrigerer Metamorphose stimmt, mindestens im Westabschnitt, mit der bisher allgemein angenommenen Begrenzung der Antiklinale von Svratka überein. Die Deutlichkeit dieser Grenze steht gut mit den Vorstellungen der Geologen über den tektonischen Charakter der Berührung der Antiklinale von Svratka mit dem Moldanubikum in Einklang [3]). Den Westabschnitt der Übergangszone kann man für das Moldanubikum halten, dessen Mineralassoziationen danach strebten, sich entlang der Antiklinale von Svratka ihrem niedrigeren Metamorphosegrad anzupassen. Das Moldanubikum befindet sich hier im Liegenden der Antiklinale von Svratka (im Ostabschnitt sind die Verhältnisse etwas abgeändert, hier wurde das Moldanubikum nachträglich gegen die Antiklinale von Svratka überkippt). Die Unvollständigkeit der Sillimanitumwandlung in der

[3]) Es handelt sich hier um alte Tektonik. Während der jungvaristischen Epoche kam es hier nur stellenweise zu erneuten tektonischen Bewegungen, die von kataklastischen Beanspruchungen begleitet wurden.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Übergangszone sowie die beträchtliche Breite dieser Zone ließe sich vielleicht dadurch erklären, daß hier die retrograde Metamorphose nur durch Einwirkung des geothermischen Faktors, nicht aber durch Mitwirkung weiterer, mehr radikaler Faktoren verursacht wäre.

Im NE grenzt die Antiklinale von Svratka an das Kristallin von Polička. Einige Gesteine des letzteren tragen einen Charakter der Sillimanit-Almandin-Orthoklas-Subfazies (die Assoziation Sillimanit + Kalifeldspat ist beständig) und entsprechen daher in ihrem Metamorphosegrad dem Moldanubikum. Doch wurden aus dem Kristallin von Polička auch Mineralassoziationen von niedrigeren Metamorphosestufen angegeben (z. B. staurolithführende Gesteine). Der Vergleich mit dem Moldanubikum wird aber durch die andere Gesteinsbeschaffenheit der Gesteine des Kristallins von Polička (überwiegend kalifeldspatfreie Plagioklasgneise) erschwert. Wenn auch die Metamorphose dieses Gebietes noch nicht näher untersucht wurde, machen es unsere Beobachtungen klar, daß gegen die Antiklinale von Svratka eine verhältnismäßig scharfe fazielle Grenze, also keine Übergangszone ähnlich den Verhältnissen an der Grenze gegen das Moldanubikum, besteht. Der tektonische Kontakt zwischen der Antiklinale von Svratka und dem Kristallin von Polička (die Überschiebung des letzteren auf die erstere), der hier von den Geologen vorausgesetzt wird, erklärt gut diese Verhältnisse. Das Kristallin von Polička liegt im Hangenden der Antiklinale von Svratka.

Die in ihrem Metamorphosegrad der Antiklinale von Svratka ähnlichen Gesteine sind aus mehreren Gebieten des Moldanubikums bekannt (vgl. die Karte bei A. Dudek & M. Suk, 1965). Während aber in diesen das Ersetzen der Assoziationen von niedrigerem Metamorphosegrad durch diejenigen höheren Grades festgestellt wurde (vgl. z. B. M. Suk, 1964), findet gerade das Entgegengesetzte in der die Antiklinale von Svratka umsäumenden Übergangszone statt. Dies verdeutlicht gut die recht verwickelten Metamorphoseverhältnisse des Moldanubikums.

Literatur

Beneš, K.: Structural analysis of Moldanubian-Assyntian boundary area at the margin of the Moldanubian core (tschechisch mit engl. Zsf.). Rozpravy ČSAV 74, Nr. 2 (1964).

Chinner, G. A.: The origin of sillimanite in Glen Clova, Agnus. Journ. Petrology 2, 312—323 (1961).

Chitarov, N. I., Ragin, V. A., Chao Bin, & Sluckij, A. B.: Sootnošenije meždu andaluzitom, kianitom i sillimanitom v uslovijach umerennych temperatur i davlenij. Geochimija 219—228 (1963).

Dudek, A., & Suk, M.: Zur geologischen Entwicklung des Moldanubikums. Ber. Geol. Ges. DDR. 10, 147—161 (1965).

Francis, G. H.: Facies boundaries in pelites at the middle grades of regional metamorphism. Geol. Mag. 93, 353—368 (1956).

Fyfe, W. S., Turner, F. J., & Verhoogen, J.: Metamorphic reactions and metamorphic facies. Baltimore (1959).

Kalášek, J., & Weiss, J.: Zpráva o předběžném geologickém mapování svratecké antiklinály pro generálni mapu list Česká Třebová. Zprávy o geol. výzkumech v r. 1956, 76—78 (1957).

Kodym, O.: Geologie českého masívu. Praha (1953).

Mísar, Z.: Pre-devonian geological development of the north-eastern margin of the Bohemian massif (tschechisch mit engl. Zsf.). Rozpravy ČSAV 73, Nr. 17 (1963).

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

MIYASHIRO, A.: Thermodynamics of reactions of rock-forming minerals with silica. Part IV. Decomposition reactions of muscovite. Jap. Journ. Geol. Geogr. 31, 113—120 (1960).
NEMEC, D.: Geologische Folgerungen aus den Quarzgefüge-Untersuchungen in der Böhmisch-Mährischen Anhöhe und im Erzgebirge. N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 116, 223—254 (1963 a).
NEMEC, D.: Der Skarnkörper bei Budeč bei Žďár. Sitzungsber. der Österr. Akad. der Wissenschaften, mathem.-naturwiss. Kl., Abt. I, 172, 309—349 (1963 b).
PELÍŠEK, J.: Příspěvky k chemismu západomoravských hornin. Sborník Vys. školy zeměděl. a lesnické v Brně, Reihe C, Nr. 3 (1958).
ROSIWAL, A.: Aus dem krystallinischen Gebiete zwischen Schwarzawa und Zwittau. Verh. Geol. Reichsanstalt (1892).
SEKANINA, J.: Minéraux et roches de la région entre Nedvědice et Rožná (tschechisch mit franz. Zsf.). Sborník klubu přír. v Brně 26, 99—113 (1946).
STEJSKAL, J., & PELÍŠEK, J.: Lesnická geologie. Praha (1956).
SUK, M.: Material characteristics of the metamorphism and migmatization of moldanubian paragneisses in Central Bohemia. Krystalinikum 2, 71—105 (1964).
SVOBODA, J., u. a.: Regionální geologie ČSSR, Teil I, Bd. 1. Praha (1964).
VRÁNA, S.: Anthofyllitické horniny v okolí Žárové v jižních Čechách. Sborník Ústř. úst. geol. 28, Abt. geol. 7—30 (1963).
WINKLER, H. G. F.: Petrogenesis of metamorphic rocks. Berlin-Heidelberg-New York (1965).

Ergebnisse der paläozoologischen Forschung in Ungarn seit 1945

Von L. BOGSCH *)

Während des Bestehens der einstigen Monarchie waren Gegenstand, Ziel und Methode der paläontologischen Forschung in Österreich und Ungarn ziemlich gleich. Nach dem ersten und noch mehr nach dem zweiten Weltkrieg brachten es die verschiedenen Gegebenheiten und Erfordernisse mit sich, daß in der paläontologischen Forschungsarbeit der beiden Länder eine gewisse Divergenz entstand.

Diese Tatsache ist vor allem darauf zurückzuführen, daß der geologische Aufbau der beiden Länder verschieden ist.

In Ungarn sind an der Oberfläche vorwiegend die jungen und jüngsten Bildungen anzutreffen, während das Mesozoikum eine viel kleinere und das Paläozoikum eine noch geringere Rolle spielt. Bis auf einzelne Ausnahmefälle widmete man früher wenig Interesse dem aus dem Mesozoikum und Paläozoikum stammenden Fossilmaterial. Nach dem zweiten Weltkrieg, vor allem durch die Erkundung nach mineralischen Rohstoffen bedingt, wurden auch diese einer systematischen Forschung unterworfen.

Die Untersuchungen der jungpaläozoischen Bildungen im Bükkgebirge werden von Z. SCHRÉTER schon seit Jahrzehnten durchgeführt. Bereits 1936 berichtete er über das Vorkommen von Leptodus nobilis in den dunklen Kalksteinen, die also zum marinen Oberperm zu rechnen sind. Dadurch wurde der erste Beweis erbracht, daß die TISIA-Theorie nicht in vollem Maße aufrechterhalten werden

*) Adresse des Verfassers: Prof. Dr. LÁSZLÓ BOGSCH, Budapest VIII. Muzeum Krt. 4/A, Paläont. Inst.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1968

Band/Volume: 1968

Autor(en)/Author(s): Nemec Dusan

Artikel/Article: Die Metamorphose des NE-Randes des Kernes der Böhmischen Masse 189-203