

Der gegenwärtige Stand der petrologischen Forschung im niederösterreichischen Waldviertel

Heinz G. Scharbert

Institut für Petrologie, Universität Wien

1. Einleitung

Das niederösterreichische Waldviertel ist seit langem ein begehrtes Exkursions- und Forschungsgebiet der Wiener Petrologen- und Geologenschule. Der Beginn der geologischen Erforschung des Waldviertels geht bis in die Mitte des 19. Jhs. zurück, als CZJZEK (1853) und LIPOLD (1852) die ersten Resultate der geologischen Forschungen vorlegten. Vor genau 100 Jahren publizierte BECKE (1882) die Bestandsaufnahmen des petrologischen Materials, zum großen Teil auf das südlichste und mittlere Waldviertel bezogen. Dieser weit ausladende Aufsatz ist heute noch eine wichtige Bezugsquelle von petrographischen Informationen.

Die tektonische Großgliederung des östlichen Teiles der Böhmisches Masse wurde von F. E.

SUESS (1903, 1912) unternommen: er erkannte die prinzipielle Existenz von zwei Großserien. Auffallenderweise konnte er feststellen, daß entlang einer genau definierten und verfolgbaren Linie Gesteine von geringerer Metamorphose mit vornehmlich West- und Südvergenz unter Gesteinsserien mit höherem Metamorphosegrad abtauchen. Man hat hier sozusagen eine „inverse“ Lagerung vor sich. Die niedriger metamorphen Serien im E wurden von F. E. SUESS als „Moravikum“, oder moravische Zone bezeichnet, die höher metamorphen Serien im Westen als „Moldanubikum“, oder moldanubische Zone.

Diese Einteilung ist bis heute gültig und hat sich immer wieder bestätigt. Auf F. E. SUESS geht auch die Vorstellung der diaphthoritischen (rückschreitenden) Überprägung der moldanubischen Gesteine in Nähe dieser „moravischen Überschiebung“ zurück. Das Moldanubikum wurde mit Ostvergenz auf das Moravikum aufgeschoben.

Die neueren und die laufenden Arbeiten konzentrieren sich vor allem auf das moldanubische Kristallin der Böhmisches Masse in Niederösterreich.

Diese „Böhmische Masse“ ist ein Teil des erodierten mitteleuropäischen „alten Gebirges“, das als variszische Horste repräsentiert ist und somit größenordnungsmäßig im Karbon seine letzte Prägung erfuhr und seitdem als „starrer Block“ im jüngeren erdgeschichtlichen Geschehen fungierte.

2. Die Gliederung des Moldanubikums

Die variszische Orogenese hat im Moldanubikum bereits ein von älteren Orogenesen geprägtes Kristallin vorgefunden. Wir wissen heute, daß das variszische Ereignis sich im wesentlichen auf die plutonische Aktivität, die sich durch die magmatische Entwicklung mancher Gabbros, ferner der Diorite und Granite dokumentiert, beschränkt ist. Diese Gesteine haben zwar in der jüngsten Zeit-epoche durch die Wiener Petrologen einige Bearbeitung erfahren, werden aber hier ausgeklammert, um der Besprechung des metamorphen Kristallins des niederösterreichischen Moldanubikums Platz einzuräumen.

Wie aus Abb. 1 leicht ersichtlich wird, können nach FUCHS (1971, 1976) und SCHARBERT & FUCHS (1981) die metamorphen Serien des Moldanubikums in **drei Einheiten** gegliedert werden. Trotz des verwitterungsbedingten tiefen Erosionsanschnittes ist es möglich, einen **Deckenbau** festzustellen. Darauf kommen wir sofort zurück.

Die erwähnten drei metamorphen Einheiten lassen sich folgendermaßen angeben:

1. Die **Ostrong-Einheit**, manchmal auch „Monotone Serie“ genannt, ist die tektonisch tiefste Einheit und begrenzt gegen die Granite im Westen das metamorphe Kristallin des Moldanubikums.

2. Die **Drosendorfer Einheit**, oder „Bunte Serie“, überlagert die Ostrong-Einheit. Diese relativ schmale Zone reicht von Persenbeug an der Donau

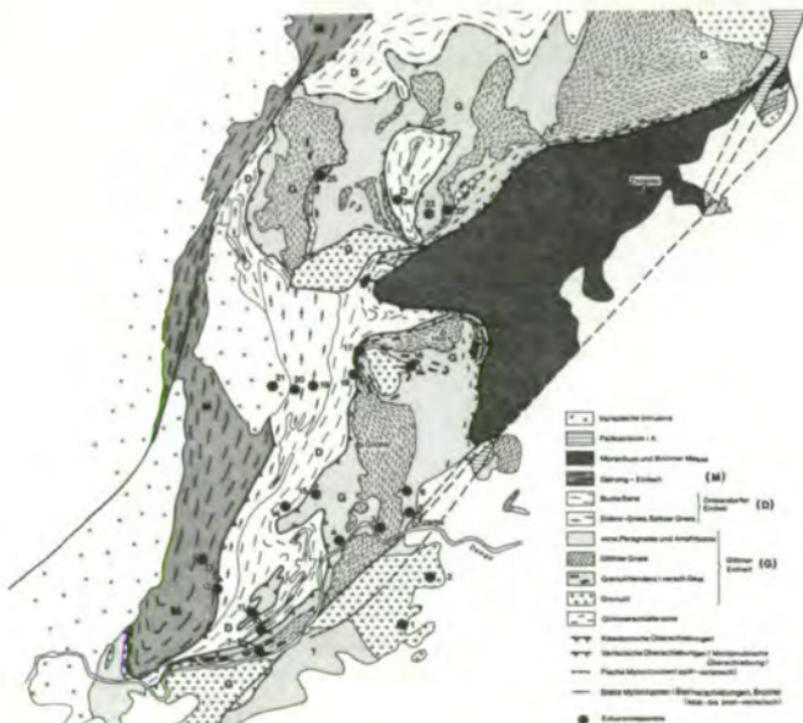


Abb. 1

bis gegen Waidhofen an der Thaya. An beiden diesen Stellen spitzt sie aus. Allerdings setzt sich die „Bunte Serie“ gegen NNE voll entwickelt fort und erscheint unter der „Gföhler Einheit“ im Drosendorfer Fenster. Gegen die liegende Ostrong-Einheit ist sie durch einen Bewegungshorizont (FUCHS & SCHARBERT, 1979) abgegrenzt.

3. Eindeutig über der Drosendorfer Einheit liegt die Gföhler Einheit, die eine besondere Prägung zeigt und z. T. die Drosendorfer Einheit als Deck-scholle überlagert, wie das erwähnte Drosendorfer Fenster beweist.

Der deutlich erkennbare intramoldanubische Deckenbau kann als **kaledonisch** betrachtet werden (FUCHS, 1971, 1976) und ist im Anschluß an die Bildung des Gföhler Gneises und der Granulite (ARNOLD & SCHARBERT, 1973), beides wichtige Glieder der Gföhler Einheit, entstanden. Die Wurzelzone dieses Deckenbaus wird im östlichen Waldviertel angenommen. Daraus resultiert die eindeutig erkennbare Westvergenz der Bewegungen.

Im **Variszikum**, jener Zeit der magmatischen Tätigkeiten im westlichen Waldviertel und im Mühlviertel, wird das Moldanubikum en bloc mit Ostvergenz auf das Moravikum aufgeschoben. Entlang der erkennbaren und verfolgbaren moravischen Überschiebung (F. F. SUESS, 1903, 1912) wird der regional Ost abtauchende Innenbau des Moldanubikums diskordant abgeschnitten, deformiert und retrograd überprägt: es entsteht die **moldanubische Glimmerschieferzone**. Bedingt durch die variszische und ältere Tektonik im östlichen Waldviertel ist der tektonische Bau dort äußerst kompliziert, aber doch durch die Kartierungsarbeiten von G. FUCHS weitgehend geklärt.

3. Der Gesteinsbestand der drei Einheiten

1. Die Ostrong-Einheit ist durch eine weitreichende Entwicklung von Cordieritgneisen charakterisiert. Diese bilden das Hauptgestein dieser Serie. Untergeordnet finden sich Kalksilikate und

einige wenige Amphibolite, z. T. mit Granat und Klinopyroxen (ZAYDAN, 1982). Ihr auch verwendeter Name „Monotone Serie“ ist durchaus gerechtfertigt.

2. Die Drosendorfer Einheit oder Bunte Serie ist, wie der Name sagt, durch das Auftreten einer Vielfalt von Gesteinen gekennzeichnet. In den tiefsten Teilen dieser Einheit trifft man auf einen ausgedehnten Orthogneiskörper, wie den Dobra-Gneis. Auch der Spitzer-Gneis gehört hierher. Darüber folgt eine sehr abwechslungsreiche Gesteinssequenz von verschiedenen Paragneisen, Amphiboliten, Quarziten, Kalksilikatfelsen, Marmoren und Graphitgesteinen. Untergeordnet trifft man auf Ultramafitite.

3. Die Gföhler Einheit setzt sich auch aus für sie typischen Gesteinen zusammen. Darunter zählen: der Gföhler Gneis, die Granulite, granatführende Ultramafitite mit eingeschalteten Granatpyroxeniten. Anorthositamphibolite treten auf. Die charakteristischsten Glieder sind der Rehberger Amphibolit und graphitquarzitführende Paragneise.

4. Zur Petrologie der Moldanubischen Serien

Als nächsten Schritt werfen wir einen Blick auf das petrologische Inventar des Moldanubikums und versuchen eine dem gegenwärtigen Stande entsprechende Entwicklungsgeschichte zu rekonstruieren. Dabei gilt es, zu schauen, welche Ausgangsgesteine es waren, die heute als Metamorphite vorliegen

und um welche Bedingungen es sich handelte, um hochmetamorphe Gesteine hervorzubringen.

a) **Ostrong-Einheit:** Über diese Einheit sind sehr wenige Arbeiten bekannt. Und diese hatten hauptsächlich das Verhältnis im Bereich des Ostrongrückens und südlich davon zum Ziele (RIEDEL, 1930; SCHARBERT, 1963; ZAYDAN, 1982). Auf weite Strecken findet man Cordieritgneise, Gesteine aus Quarz, Oligoklas, Biotit, Sillimanit, Cordierit und sehr untergeordnet Granat. Gelegentliche Zwischenlagerungen von Granofelsen (KÖHLER, 1941) aus Quarz, Labrador, Pyroxenen, Amphibol, Granat und Titanit weisen in Richtung auf Paraamphibolite. Neuerdings sind auch Quarzite angetroffen worden, wie die Aufschlüsse im Hölltal bei Pöggstall erkennen lassen. Es kommt auch zur Ausbildung von Anatexiten: das Gestein „weicht“ durch hohe Temperatur und Druckbedingungen auf und bekommt migmatitische Erscheinungen.

Einen wichtigen Beitrag zur Frage der Cordieritgneise der Monotonen Serie konnte kürzlich ZAYDAN (1982) erbringen. Er fand Gesteine, die neben dem erwähnten Mineralbestand zusätzlich noch Muskovit und Orthoklas (monokliner Alkalifeldspat) erkennen lassen. Die Biotite weisen ein $Mg/Mg + Fe$ von einheitlich 0,40—0,43 auf, die Cordierite als Mg-reichere Glieder einen Quotienten von 0,541 bis 0,573.

Mikroskopisch konnte die Reaktion

Biotit + Sillimanit + Quarz = Cordierit + Alkalifeldspat + H₂O erkannt werden, aufgrund der Kenntnis der Mineralchemismen und somit auch der Molekularfaktoren leiten sich für ein Vorkommen an der Südgrenze der Monotonen Serie zur Bunten Serie im Bereich des Oberen Lojagrabens Reaktionstemperaturen zwischen 630 und 673° C bei 3—4 kb Druck ab. Muskovit ist stabiler Bestandteil. Es sind die relativ hohen Temperaturen und Drucke, die für Bedingungen der **Amphibolitfazies** sprechen. Dies war bekannt, es konnte jedoch eine Aufstellung der Bedingungen vorgenommen werden und so die Amphibolitfazies in diesem Raume näher präzisiert werden. Der Cordierit ist, wie früher allgemein angenommen, kein Kontaktmineral, das auf die Granitintrusionen im Liegenden zurückzuführen wäre. Er ist quasi der Granatvertreter in den Gesteinen mit wenig CaO, das vom Plagioklas aufgebraucht wird.

b) **Drosendorfer Einheit:** Die Gesteinsassoziationen in der Drosendorfer Einheit sind im wesentlichen durch das Vorhandensein von Karbonatgesteinen, also Marmoren, von den anderen Serien unterschieden. Außerdem beinhaltet sie Orthogneise, vornehmlich in ihren Liegendpartien. Der Gesteinsinhalt ist auch strukturell einer großen Variabilität unterworfen.

Von der liegenden Ostrong-Einheit wird die Drosendorfer Einheit durch einen relativ schmalen Bewegungshorizont abgetrennt, der bisher über

etwa 20 km verfolgbar ist. An diesem haben sich durch extreme Scherungsprozesse bei den Deckenbewegungen Granulite gebildet (FUCHS & SCHARBERT, 1979), die sehr hohe Bildungsbedingungen verlangen. Wie im einschlägigen Kapitel näher erläutert werden wird.

Unter den erwähnten **Orthogneisen** der Liegendpartien spielt der sog. Dobra-Gneis eine außerordentliche Rolle. Es ist ein mittel- bis grobkörnig entwickelter Gneis mit granitischer Zusammensetzung. KHAFFAGY (1970) gliedert ihn in vier Varietäten: 1. granitischer Biotitgneis, 2. biotitfreier Aplitgneis, 3. Bändergneis, 4. Augengneis. Der Gneis ist reich an konkordanten Amphiboliten mit viel Biotit und einem schwach alkalibasaltischen Chemismus. Eine alternierende magmatische Tätigkeit von saurem und basaltischem Material als Ausgangspunkte für diese interessante Gesteinssequenz drängt sich auf.

Die wichtigsten Gesteine der Bunten Serie sind die **Paragneise**, also Gneise, die durch Metamorphose aus tonig, sandigen, arkosigen Sedimenten hervorgegangen sind. Dementsprechend ist auch ihr strukturelles und mineralogisches Aussehen sehr mannigfaltig. Auch der Grad der Metamorphose kann in verschiedenen Plätzen schwanken.

Abgesehen von qualitativen Betrachtungen und einzelnen Beschreibungen fehlen bisher einschlägige, detaillierte Bearbeitungen in großen Zügen. Man weiß, daß es Abarten gibt, die man als Biotit-

Plagioklasgneise bezeichnen kann, die eine ganz einfache, mineralogische Zusammensetzung von Biotit, Andesin und Quarz haben. Sie sind aus sandigen Tonen oder tonigen Sanden, je nach dem Biotit : Quarz-Verhältnis hervorgegangen.

Manchmal macht sich eine mergelige Abstammung bemerkbar, wenn in den einfachen Gesteinsverband Al-führender Diopsid eintritt: sog. Augitgneise sind im Waldviertel recht weit verbreitet. Sie leiten durch Abnahme von Biotit und Zunahme von Diopsid und Kalzit zu den Kalksilikaten und Silikatemarmoren über, mit denen sie oft zwischenlagern.

Andere Abarten dieser Paragneise führen Sillimanit und Granat. Beide Minerale können gemeinsam vorkommen, jedoch auch alleine. Oft ist zu beobachten, daß bei etwas höherem Metamorphosegrad die Korngrößen enorm zunehmen. Auch treten Anzeichen von Anatexis auf; auch nebulitische Gneise kommen in manchen höheren Bereichen der Bunten Serie vor. Sillimanitflecken-gneise sind ebenfalls anzutreffen.

Aus den grobkörnigen Paragneisen der Bunten Serie des südwestlichen Waldviertels (Lojagraben) liegen neuere Untersuchungen vor (ZAYDAN, 1982). Die Granate sind nur schwach zonar gebaut mit 66 Alm, 27 Pyr, um 4 Gross und im 1 Mol.-% Spess. Die Plagioklase sind Andesin, Biotit sind reich an TiO_2 und führen Mg/Mg + Fe um 0,54, also etwas höher als jene der Cordieritgneise der Monotonen Serie nächstbei. Abgeleiteten Bildungs-

temperaturen liegen bei 670° C, die Drücke bei 5 kb. Der Alkalifeldspat ist vorhanden, Muskovit kommt nicht mehr vor. Anatexis tritt bereits auf.

Eine andere wichtige Gesteinsgruppe, die ebenfalls durch eine Mannigfaltigkeit der Strukturen und der mineralogischen Zusammensetzung gekennzeichnet ist, bilden die **Amphibolite**. In den überwiegendsten Fällen können sie als Abkömmlinge von Basalten gedeutet werden, die auf einen Geosynklinalboden ausgeflossen sind und mit den abgelagerten Sedimenten wechsellagern. Sie sind olivintholeitischer bis schwach alkalibasaltischer Zusammensetzung.

Mineralogisch wie strukturell sind die Amphibolite, genau wie die Sedimentgneise, durch eine relativ große Variabilität gekennzeichnet. Sie wurden zwar im Raume Spitz — Krems — Schiltern seinerzeit von MARCHET (1925) sehr genau bearbeitet, die Seriengliederung fehlte hingegen. Daher war auch eine Zuordnung zu den heutigen Serien nicht möglich.

Vielfach trifft man im zentralen und nördlichen Waldviertel auf eine Vergesellschaftung von Marmoren mit Amphibolit, die in dem sehr stark durchbewegten Grundgebirge auf Relativbewegungen schließen lassen. Bei der Durchbewegung erweisen sich die Marmore als plastische „Fließler“, während die zwischengelagerten Amphibolite zerreißen: sodaß schollen- und linsenförmige Einlagerungen in den Marmoren resultieren.

Generell sind diese Amphibolite sehr einfach zusammengesetzt. Sie bestehen meist nur aus einem Gemenge von Andesin und braungrünem Amphibol. Andere Amphibolittypen sind durch einen Gehalt an Granat gekennzeichnet. Oft sind auch netzwerkartige Durchtrümerung von pegmatoiden Material sehr häufig zu sehen.

Amphibolite sind andererseits in der Drosendorfer Einheit auch sehr stark vertreten, bilden aber, soweit bekannt, nur wenig mächtige und auch wenig anhaltende Züge.

Präzise nach der Seriengliederung eingestuft und dementsprechend bearbeitet sind nur die Amphibolite im südwestlichen Waldviertel (ZAYDAN, 1982). Diese haben hastingsitische bis pargasitische Amphibole mit einem relativ hohen TiO_2 -Gehalt. Die auftretenden Klinopyroxene sind Al_2O_3 -arme Ferrodiopside. Granate, die in fast allen Amphiboliten dieses Bereiches vorkommen, sind leicht zonär gebaut und sind besonders durch FeO- und CaO-Reichtum gekennzeichnet. Die Plagioklase sind wunderschön invers zonar und sehr schwankender Zusammensetzung von Probe zu Probe. Andesin bis Bytownit kommt vor. Die angewandte Geothermometrie und Geobarometrie weist Werte zwischen 680 und 740° C bei 5 kb Drücken aus.

Die **Marmore** sind als lang anhaltende Züge von schwankender Mächtigkeit praktisch durch das gesamte Moldanubikum zu verfolgen. Gegen SW hin werden sie durch die registrierbaren intensiven

Durchbewegungen in Linsen von verschiedener Größe zerlegt. In den überwiegendsten Fällen handelt es sich um Kalzitmarmor. Wenige Vorkommen sind Dolomitmarmor (z. B. Töpenitzgraben bei Wegscheid/Kamp). Die mineralogische Zusammensetzung ist sehr einfach: neben dem entsprechenden Karbonat sind es untergeordnet Phlogopit, Pyrit, Kupferkies, Tremolit. Die Bänderung der typischen Waldviertler Marmore kommt durch graphitisches Pigment zustande. Die schwarzen Tremolite sind seit langer Zeit bekannt.

Zunahme von Silikaten wie Quarz, Diopsid, Andesin, Skapolith, Biotit führt zur Entwicklung von Kalksilikatmarmoren, die durch das Verschwinden von Karbonat letztlich zu Kalisilikatfelsen und Augitgneisen werden.

Das bekannte Beispiel der Kalksilikate des Lojagrabens bei Persenbeug wurde kürzlich auch näher bearbeitet und einer Klärung zugeführt. Die dortigen Kalksilikate beinhalten neben Grossular und Diopsid auch **Wollastonit**, der immer als ein Produkt der Kontaktmetamorphose der lamprophyrischen und dioritisch-syenitischen Gänge an den Marmoren gedeutet wurde.

Die Entdeckung von Zoisit, Forsterit, Titanit und Epidot ist bemerkenswert. Die Entstehung der Kalksilikate wird durch ZAYDAN (1982) im Rahmen der normalen Regionalmetamorphose in diesem Raume unter Amphibolitfaziesbedingungen

(650° C/4 kb) gedeutet. Nirgends konnte Wollastonit als Kontaktmineral beobachtet werden.

c) **Gföhler Einheit:** Diese Einheit gilt nach der Erkenntnis des intramoldanubischen Deckenbaus als die tektonisch höchste. Freilich ist die Abtrennung gegenüber der Drosendorfer Einheit nicht immer klar zu vollziehen. Eines jedoch ist völlig klar: sie hat einen höheren Metamorphosegrad als die beiden anderen besprochenen Serien. Als tektonisch höchstes Element dokumentiert sie sich im nördlichen Waldviertel als Deckscholle auf der Drosendorfer Einheit.

Innerhalb der Gföhler Einheit ist folgende Abfolge vom Liegenden ins Hangende zu beobachten:

1. Amphibolite (z. T. vom Rehberger Typ) und Paragneise verschiedener Prägung;

2. Gföhler Gneis;

3. Amphibolite und Paragneise, die eine ausgesprochene Tendenz zur Granulitfazies aufweisen. Wir bezeichnen diese Gesteine als „Granulitbegleiter“. Darinnen liegen konkordante saure Magmatoide, die spät intrudiert sind und noch weitgehend magmatische Relikte aufweisen. Zu dieser Gesteinsserie wird der Granosyenitgneis von Wolfshof (Nähe St. Leonhard am Horner Wald) gerechnet;

4. Granulite.

Mit der untersten Einheit im Moldanubikum, der Ostrong-Einheit, scheint die Gföhler Einheit nur im südwestlichsten Waldviertel im Bereich des unteren Yspertales in Kontakt zu kommen.

Im folgenden wenden wir uns der Besprechung der **Granulite** zu. Diese bilden große selbständige Körper, die nach geographischer Lage von Süden nach Norden gegliedert werden: Pöchlarn-Wieselburg, Dunkelsteiner Wald, St. Leonhard am Horner Wald, Göpfritz und Groß-Siegharts. Die detaillierten Arbeiten finden sich in SCHARBERT (1963, 1964, 1971) und SCHARBERT & KURAT (1974).

Als Zusammenfassung kann angeführt werden: Petrographisch gibt es quarzführende und quarzfreie Typen. Unter den quarzführenden sind die sog. „Weißsteine“ charakteristische Glieder, die die wichtigsten Bestandteile der Granulitkörper ausmachen. Sie bestehen neben Quarz aus perthitischem Alkalifeldspat, dessen K-reiche Phase orthoklasnahe ist, also eine hohe Bildungstemperatur verlangt. Daneben gibt es Oligoklas, allerdings untergeordnet gegenüber dem Alkalifeldspat, Granat, der meist reich an Almandinkomponente ist und Disthen. Das Auftreten von Biotit führt zu der bekannten Lagentextur der Granulite. Sillimanit kommt in solchen Typen dann auch sehr häufig vor. Bekannt sind ferner die typischen Granulitgefüge, die aus einem feinkörnigen Quarz-Feldspatmosaik bestehen, in welchem die sog. Tapetenquarze eingegliedert sind, die die Parallelgefüge schaffen. Durch neuere gefügekundliche Untersuchungen im Sächsischen Granulitgebirge konnte abgeleitet werden, daß diese Gefügeart **nicht** der

Granulitfazies angehört, sondern bereits eine retrograde, rückschreitende, Überprägung verrät, die mutmaßlich während des Aufstieges aus tiefen Krustenteilen erfolgte. Das Gefüge der eigentlichen Granulitfaziesgesteine ist granoblastisch mit sog. Diskenquarzen.

Neben den „Weißsteinen“ und gebänderten Granuliten sind auch hypersthenführende **Pyroxengranulite** bekannt. Sie sind dunkel-schwarzgrün und wurden früher als „Trappgranulite“ bezeichnet, ein Name, der nicht verwendet werden sollte. Sie führen keinen Sillimanit, noch Disthen. Dafür sind sie ärmer an Alkalifeldspat und führen statt dessen antiperthitischen Plagioklas (Andesin). An diesen Pyroxengranuliten, die manchmal auch diopsidischen Klinopyroxen führen, sind Geothermometrie und Geobarometrie diskutiert worden (SCHARBERT & KURAT, 1974). Danach ergeben sich Minimaltemperaturen von 760°C und Drücke von über 11 kb. Es handelt sich also dabei um ausgesprochene Hochdruck-Hochtemperaturgesteine. Außerdem muß der Belastungsdruck den Wasserdampfdruck bei Weitem überstiegen haben, die Granulite und ihre Derivate sind ausgesprochen „trocken“.

Pyriklasite mit ausgesprochen basaltischem Chemismus, die aus Labrador, Granat, Klinopyroxen, Orthopyroxen, pargasitischem Amphibol und Ilmenit bestehen, runden das petrographische Bild des Gesteinsinventars der großen Granulitkörper ab.

Die Entstehungsbedingungen deuten auf einen Metamorphoseablauf in großer Tiefe hin, sodaß es mit dem Oberen Erdmantel zu Wechselwirkungen kam. Da nun im Waldviertel die Granulite als höchste Horizonte aufscheinen, wird ihre Platznahme den Deckenbewegungen zugeschrieben, denn entstanden müssen sie in großer Tiefe sein.

Es gibt noch andere Granulitfaziesgesteine. Beispielsweise ist die Trennfuge zwischen der Monotonen und der Bunten Serie durch eine Granulitlamelle markiert, deren Entstehung durch Tiefenscherung erklärt wird (FUCHS & SCHARBERT, 1979). Ferner sind im Gföhler Gneis immer wieder kleine Granulitpartien eingeschaltet, die sich petrographisch kaum von den Gesteinsgliedern der großen Massive unterscheiden.

In der Raabser Deckscholle sind Pyroxen-Granat-Gneise festgestellt worden, die auch der Granulitfazies zuzuordnen sind.

In den großen Granulitmassiven eingelagert und deren tektonischen Großlinien folgend, sind **granatführende Ultramafitite**. Soweit die Übersichtsbeobachtungen verraten, handelt es sich dabei meist um stark serpentinisierte Dunite und Harzburgite, seltener um Lherzolithe. Die Granate sind pyropreich und sehr unterschiedlich verteilt. In den weit- aus überwiegendsten Fällen sind sie kelyphitisiert. Der Grad dieser Umwandlung kann so weit reichen, daß nur mehr rosagraue Flecken auf dem Gestein die ehemalige Existenz von Granaten ver-

raten. Neubildungen von Cr-reichem Spinell kommen vor, die besagen, daß die aus dem Oberen Erdmantel stammenden Ultramafitite sich den Bedingungen der Granulitfazies angepaßt haben. Wir haben ja weiter oben gehört, daß die Granulite in großer Rindentiefe geprägt wurden und möglicherweise bei diesem Vorgang mit Gesteinen des Oberen Erdmantels in Wechselwirkung kamen. So wird es leicht verständlich, daß solches Material in die Untere Kruste gelangt und dort den tektonischen Plänen der Granulitkörper koordiniert wird. Erst durch die großartigen Deckenbewegungen gelangen die Granulite in ihre heutige „höchste“ Lage.

Besonders gute Anzeiger dieser Vorgänge sind die den Ultramafititen als Lagen oder Linsen eingeschalteten **Granatpyroxenite** und **Granatwebsterite**. Diese werden als basaltische Schmelzen im Oberen Erdmantel gedeutet (KAPPEL, 1967; SCHARBERT, 1979), die unter Druck erstarrten und eine Pyroxenphase ergaben (DEMPSEY & SCHARBERT, 1981), welche erst im Zuge der granulitfaziellen Überprägung ihre heutigen Mineralbestände aufgeprägt bekamen (SCHARBERT & CARSWELL, 1982). Dieser besteht aus relativ pyropreichen Granaten und Al_2O_3 -reichen Klinopyroxenen, die manchmal Entmischungslamellen von Orthopyroxen führen. Daneben gibt es gelegentlich wenig Plagioklas und Mg-reichen Ilmenit (SCHARBERT, 1979). Manche Gesteine führen Olivin und Cr-reichen Spinell.

Die Anwendung der Geothermometrie gibt Werte von über 800°C , die also den Granulitfaziesbedingungen zuzuordnen sind. Die Druckberechnungen sind ziemlich unzuverlässig, 10 kb sind jedoch ein durchaus akzeptabler Wert. Rekonstruktionen von „früheren“ Phasen der Gesteinsentwicklung lassen auf höhere Temperaturen und Drücke schließen, sodaß die Mantelabkunft durchaus als berechtigtes Denkmodell steht.

Die unter den Granulitmassiven liegenden **Amphibolite**, die Granulit vom Gföhler Gneis trennen, sind ebenfalls hochtemperiert, wie erste Untersuchungen beweisen. Sie führen Ca-Fe-reiche Granate mit wenig Mg, Al_2O_3 -führende Klinopyroxene und tschermakitische bis pargasitische Amphibole. Mn-reiche Ilmenite sind keine Seltenheit. Die Plagioklase sind Andesin bis Labrador.

Auch die begleitenden Paragneise sind z. T. granulitisch entwickelt (FUCHS & SCHARBERT, 1979) und deuten somit auf eine höhere Temperatur hin.

Über den Gföhler Gneis sind keine neueren Untersuchungen vorhanden, ebenso über den **Rehberger Amphibolit**, der nach FUCHS (1971, 1976) der markante Leithorizont der Gföhler Einheit ist. Er soll in naher Zukunft bearbeitet werden.

5. Zusammenfassung

Die im metamorphen Moldanubikum des niederösterreichischen Waldviertels unterschiedenen

drei Einheiten (Ostrong, Drosendorfer und Gföhler Einheit) zeigen markante Unterschiede in Tektonik und lithologischem Aufbau.

Die liegendste Ostrong-Einheit läßt sich auf eine relativ eintönige pelitisch-sandige Sedimentationsfolge zurückführen. Die Drosendorfer Einheit weist viel Karbonat und basaltischen Vulkanismus auf. Die Gföhler Einheit, deren wichtigste Gesteinsglieder die Granulite und der Gföhler Gneis mit zwischengeschalteten Granat-Pyroxenamphiboliten sind, ist die variabelste von allen.

Amphibolitfazies ist am weitesten verbreitet. Ostrong- und Drosendorfer Einheit haben ähnliche Metamorphosebedingungen, während die Gföhler Einheit einen höheren Metamorphosegrad aufweist, der sich in Granuliten, Granatpyroxeniten, Pyriklasiten etc. dokumentiert, aber auch in den anderen Gesteinen.

Westvergenter Deckenbau ist neuerdings konstatiert worden. Er wird hauptsächlich als kaledonisch eingestuft. Ostvergente Blockbewegungen im Variszikum in Zusammenhang mit der moldanubisch-moravischen Überschiebung ist gesichert.

Magmatische Tätigkeit war zu allen Zeiten feststellbar, wie Orthogneise und Amphibolite verraten. Im Variszikum kam es zu den hier nicht besprochenen Intrusionen im westlichen Waldviertel und im Mühlviertel.

Die Metamorphose ist hauptsächlich hochtemperiert (durchschnittlich über 600° C) und verlief

(mit Ausnahme der Granulite) unter mittleren Drücken. Bei 5 kb setzt nach einschlägigen Forschungen bereits die Magmatogenese ein, sodaß sich die F. E. SUESS'schen Gedanken von der Intrusionstektonik nicht ganz von der Hand weisen lassen.

6. Literatur

- ARNOLD, A. & SCHARBERT, H. G. (1973): Rb-Sr-Altersbestimmungen an Granuliten der südlichen Böhmischen Masse in Österreich. — Schweizer. Miner. Petr. Mitt., **53**, 61—78.
- BECKE, F. (1882): Die Gneisformation im niederösterreichischen Waldviertel. — Tschermaks Miner. Petr. Mitt., **4**, 189—264, 285—406.
- CZJZEK, J. (1853): Geologische Zusammensetzung der Berge bei Mölk, Mautern und St. Pölten. — Jb. geol. Reichsanst., **4**, 264—283.
- DEMPSEY, M. & SCHARBERT, H. G. (1981): Phase Relations in Moldanubian Garnet Pyroxenites, Lower Austria, Austria: An Experimental Study. — N.E.R.C., Publ. Series D, No. 18, 70—73.
- FUCHS, G. (1971): Zur Tektonik des östlichen Waldviertels (NÖ). — Verh. Geol. B.A., 424—440.
- (1976): Zur Entwicklung der Böhmischen Masse. — Jb. Geol. B.A., **119**, 45—61.
- FUCHS, G. & SCHARBERT, H. G. (1979): Kleinere Granulitvorkommen im niederösterreichischen Moldanubikum und ihre Bedeutung für die Granulitgenese. — Verh. geol. B.A., 29—49.
- KAPPEL, F. (1967): Die Eklogite Meidling im Tal und Mitterbachgraben im niederösterreichischen Moldanubikum südlich der Donau. — N. Jb. Min. (Abh.) **107**, 266—298.
- KHAFFAGY, M. (1970): The Genesis of the Spitzer Gneisses and the Pararockseries of the Kamp Valley in the Lower Austrian Waldviertel. — Jb. Geol. B.A. Sonderbd. **15**, 67—82.
- KÖHLER, A. (1941): Die moldanubischen Gesteine des Waldviertels und seiner Randgebiete. — F Schr. Min. **25**, 253—316.
- LIPOLD, V. (1852): Die krystallinen Schiefer und Mas-

- sengesteine in Niederösterreich und Oberösterreich nördlich von der Donau. — Jb. Geol. R. A. 3, Heft 3, 35—54.
- MARCHET, A. (1925): Zur Kenntnis der Amphibolite des niederösterreichischen Waldviertels. — Tschermaks Miner. Petr. Mitt., **36**, 170—211 und 229—320.
- RIEDEL, J. (1930): Der geologische Bau des Gebietes zwischen dem Ostrong und der Granitgrenze im niederösterreichischen Waldviertel. — Tschermaks Miner. Betr. Mitt., **40**, 235—293.
- SCHARBERT, H. G. (1963): Die Granulite des südlichen niederösterreichischen Moldanubikums I. — N. Jb. Min. (Abh.) **100**, 59—86.
- (1964): dtto., II. — Ibid., **101**, 27—66.
- (1971): Cyanit und Sillimanit in Granuliten des niederösterreichischen Moldanubikums. — Tschermaks Miner. Petr. Mitt., **16**, 252—267.
- (1979): Mg-reicher Ilmenit in einem Granatwebsterit im Granulitkörper von St. Leonhard am Horner Wald, Mittleres Kamptal, Niederösterreich. — Anz. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., 161—165.
- SCHARBERT, H. G. & CARSWELL, D. A. (1982): Garnet clinopyroxene rocks in the Moldanubian Zone of the Bohemian Massif, Lower Austria. — Terra cognita 2, 329. Abstract.
- SCHARBERT, H. G. & FUCHS, G. (1981): Metamorphe Serien im Moldanubikum Niederösterreichs. — Fsch. Min. **59**, Beih. 2., 129—152.
- SCHARBERT, H. G. & KURAT, G. (1974): Distribution of Some Elements between Coexisting Ferromagnesian Minerals in Moldanubian Granulite Facies Rocks, Lower Austria, Austria. — Tschermaks Miner. Petr. Mitt., **21**, 110—134.
- SUESS, F. E. (1903): Bau und Bild der Böhmisches Masse. — In DIENER C. & al.: Bau und Bild Österreichs. — Tempsky, Freytag, Wien. 1—322.
- (1912): Die moravischen Fenster und ihre Beziehung zum Grundgebirge des Hohen Gesenkes. — Denkschr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl. **88**, 541—631.
- ZAYDAN, A. (1982): Petrologie und Geochemie der Paragneise und Amphibolite der Bunten und Monotonen Serie des SW-Waldviertels im Raume zwischen Marbach a. d. Donau und östlich von Persenbeug (Blatt Melk). — Diss. form.-natw. Fak. Univ. Wien, 137 Seiten.