

- SCHMIDT, K.: Zum Schlingenbau tiefer Gebirgsetagen. — *Krystalinikum*, 3, Prag, 1965.
- THURNER, A.: Geologie der Berge um Innerkrems bei Gmünd in Kärnten. — *Mitt. Naturw. Ver. Steiermark*, 63, 1927.
- THURNER, A.: Versuch einer Gliederung der kristallinen Paraschiefer an der Hand der kristallinen Gesteine von Innerkrems bei Gmünd in Kärnten. — *Centralblatt f. Mineralogie etc.*, Abt. A, 1929.
- TROMMSDORFF, V.: Untersuchungen an Interngefügen III. Beispiele aus der unteren Schieferhülle des Tauern-Westendes. — *Sitzungsber. Öster. Akad. Wiss. Wien, Abt. I, m.-n. Kl.*, 173, 1964 a.
- TROMMSDORFF, V.: Über ein Staurolithgefüge mit Internregelung. — *N. Jb. Miner. Mh.*, 1964 b.

Ein Beitrag zum Vergleich von Tonaliten und Granodioriten im mittelböhmischem Pluton und in den periadriatischen Intrusivmassen

Aus dem Mineralogischen Institut der Universität Kiel

mit 4 Photos

Von F. KARL

Summary

Through comparative studies of tonalites and granodiorites from the Hercynian Central Bohemian Pluton and from the Alpine Periadriatic intrusions the following distinctions were established: The rocks of the southeastern part of the Central Bohemian Pluton bordering against the Moldanubian must be regarded as in-situ-anatexites, which develop partial intrusions in the northwest against the Barrandian. On the other hand, the Periadriatic rocks consistently form high-level plutons without any anaectic-paligenetic roots exposed. Microscopically there are distinctions concerning the final stages of crystallization. In the Bohemian rocks microclines showing normal perthitic unmixing are dominant. Final endometasomatic crystallization resulting in muscovite — chlorite — zeolite — carbonate parageneses is rare. In the Periadriatic igneous rocks *k*/feldspars exhibiting optical properties close to orthoclase and little perthite unmixing predominate. The final stages of pneumatolytic crystallization are commonly developed and consist of hornblende-epidote — biotite — *k* feldspar — oligoclase assemblages. The comparative studies undertaken so far are not in favor of a geological-petrographical correspondence of the Central Bohemian Pluton and the Periadriatic massifs.

Die Untersuchungen der tonalitischen Gesteine im Ostalpenhauptkamm (Hohe Tauern) und deren detaillierter petrographisch-geologischer Vergleich mit den periadriatischen Tonaliten und Graniten des Adamello- und Rieserferner Komplexes führten zu dem Ergebnis, daß neben gewichtigen tektonisch-geologischen Argumenten auch die petrographische Übereinstimmung (nach Abzug der Tauernkristallisation) für ein alpidisches Alter der Tonalit-Granite in den Hohen Tauern spricht (F. KARL 1959, F. KARL & G. MORTEANI 1960, G. MORTEANI 1962, F. KARL 1962, 1963 und 1964).

Die neueren petrographischen Untersuchungen des variskischen, mittelböhmischem Plutons zwischen stark metamorphem Moldanubikum im SE und schwach metamorphem Barrandium im NW zeigen einen granitischen Gesteinskomplex, an dem gleichfalls, und nicht unwesentlich, tonalitische bis granodioritische Gesteine ähnlicher Ausbildung wie in den periadriatischen Massen be-

eteiligt sind. Diese Gesteine wurden auf ihre petrographisch-geologische Vergleichbarkeit mit den alpidischen Tonaliten, Granodioriten und Graniten untersucht.

Nach einer jüngsten zusammenfassenden Darstellung der Gesteine und der Genese des komplexen mittelböhmisches Massengesteinsbereiches von M. PALIVCOVÁ (1964, 1965) werden vier Gesteinsgruppen unterschieden, die ungefähr parallel zur SW-NE-Erstreckung des Komplexes streichen:

1. Lamprosyenitische und syenodioritische Gesteinstypen im Kontaktbereich zum Moldanubikum (K-Vormacht).
2. Tonalite und Granodiorite mit kleinen Gabbro- und Gabbrodioritkörpern (Na-Vormacht).
3. Granitisch-adamellitische und quarzdioritisch-trondhjemitische Gesteine, besonders im Kontaktbereich mit Barrandium-Sedimenten.
4. Biotit-Cordierit-Granitoide in enger Beziehung zur Granitisation und Migmatisation algonkischer und moldanubischer Paragneise.

Das absolute Alter dieser Gesteine wurde nach K/Ar-Methode von SMEJKAL (1960) zwischen 317 und 371 MJ. bestimmt und entspricht den kontaktmetamorphen Veränderungen des angrenzenden Altpaläozoikums. Es handelt sich demnach um variskische bis altvariskische Gesteine. Sie werden von den meisten Autoren als Einströmungsmagmatite nach vorausgegangener magmatischer Differentiation genetisch gekennzeichnet. Ihre Platznahme wird zeitlich und nach dem Intrusionsniveau unterschieden. Im SE sollten die jüngsten, im NW und NE die älteren Intrusiva liegen. Die Intrusionstiefen sind im NE höher (etwa 2 km) als im SW.

M. PALIVCOVÁ (1965) deutet die Entstehung dieses Gesteinskomplexes als anatektische in situ-Bildung an der Grenze gegen das Moldanubikum und als intrudierende mobilisierte Massen im NW gegen das Barrandium. Die oben genannten vier Gesteinsgruppen werden entsprechend dieser Genese eingeordnet. Die lamprosyenitischen und syenodioritischen Gesteinstypen der Gruppe 1 sowie die Biotit-Cordierit-Granitoide der Gruppe 4 sind zur Hauptsache als in situ-Bildungen zu betrachten, während Tonalite und Granodiorite der Gruppe 2 und besonders die granitisch-adamellitischen, wie quarzdioritisch-trondhjemitischen Gesteine der Gruppe 3 als intrusionsfähige Anatexite anzusehen wären. Zunehmende stoffliche Homogenisierung geht mit zunehmender Anatexis parallel. Nach M. PALIVCOVÁ sind die Granitoide nicht Ursache für die Veränderung benachbarter Gneise, sondern ein fortgeschrittenes Stadium desselben Prozesses, dessen erstes Stadium moldanubische Gneise und Migmatite sind.

Die eigenen Eindrücke von den Begehungen und Diskussionen sprechen mehr für diese anatektisch-palingene Deutungsmöglichkeit als für eine generell magmatische Einströmung. Die Entscheidung zwischen beiden Annahmen wird jedoch durch die mangelhaften Aufschlußverhältnisse immer schwierig bleiben.

Versucht man die geologischen und feldpetrographischen Befunde im mittelböhmisches Gesteinskomplex mit alpidischen Tonalit-Granitkomplexen zu vergleichen, so muß zuerst die ungleiche Aufschlußsituation als Vorbehalt festgestellt sein. Geht man von der genetischen Vorstellung bei M. PALIVCOVÁ aus, dann ist der mittelböhmisches „Pluton“ ein anatektisch palingener Wurzelbereich mit Teilintrusionen tonalitischer bis granitischer Massen. Ein unmittelbarer Vergleich mit den Verhältnissen in den periadriatischen Plutonen ist daher nicht möglich, da letztere als typische Hochplutone mit thermischen Kontakten und Einströmungsgefügen keine anatektische Wurzel aufgeschlossen zeigen. Der Vergleich

mit den Tonalit-Granit-Massiven der Hohen Tauern wäre dagegen schon eher möglich, weil dort Metatexite und Anatexite die Tonalit- und Granodioritmassen umgeben. Aber auch in den Hohen Tauern sind diese Granitoide und Migmatite keine anatektisch palingenen Wurzeln, sondern Produkte eines Anatexiskontaktes, um die in Biotit-Plagioklas-Paragneise intrudierenden Tonalite bis Granite. Die Intrusionstiefe wird nach geologischen Befunden etwa 6—7 km betragen. Den von PALIVCOVÁ dargestellten Entstehungsbedingungen dürften hingegen die Genese der Tessiner Kerngneisen am nächsten kommen. (E. WENK 1943, 1948, 1953, 1962; P. HASLER 1949; A. GÜNTHER 1954, 1956), wo katazonale Metamorphite und in situ-Granitisationen sowie intrudierende Anatexite beschrieben werden. Dieser Bereich ist von den vorher genannten alpinen Regionen einer palingenen Wurzel am nächsten.

Betrachtet man den mittelböhmischen Pluton ausschließlich als magmatische Einströmungsmassen in Form eines Komplexes unterschiedlich differenzierter Intrusionen, so sind die Vergleichsmöglichkeiten mit alpidischen Massiven gleichfalls beschränkt. Ein Vergleich mit dem Tessiner Kristallisationshof ist unmöglich, weil dort in situ-Granitisationen vorherrschen. In den Hohen Tauern und den Periadriatica fehlen die Biotit-Cordierit-Granite und meist auch die lamprosyenitisch und syenodioritischen Gesteinstypen, wie sie im Grenzbereich zum Moldanubikum beschrieben sind. Hingegen existieren in den Periadriatica und im Hohen Tauernmassiv die Einströmungsmigmatite eines Tonalit-Granitstammes, die mit den tonalitisch-granodioritischen und den granitisch-adamellitischen Gesteinstypen in mittelböhmischen Pluton verglichen werden können. Aber auch hierbei zeigen sich in den mikroskopischen Befunden zum Teil Unterschiede, wie nachfolgend beschrieben wird.

Schon diese erste Gegenüberstellung der geologisch-feldpetrographischen Befunde läßt erkennen, daß eine weitgehende Vergleichbarkeit zwischen den Massengesteinen des mittelböhmischen Pluton und den alpidischen granitisch-tonalitischen Magmatiten nicht gegeben ist.

Die mikroskopischen Vergleichsuntersuchungen erstrecken sich der Fragestellung entsprechend in erster Linie auf die Vergleichbarkeit mit den alpidischen Tonaliten bis Graniten der periadriatischen Massive. Dafür kamen aus dem aufgesammelten Material nur die Proben der Gruppe 2 (Tonalite, Granodiorite mit kleinen Gabbro- und Grabbrodioritkörpern) und der Gruppe 3 (granitisch-adamellitische und quarzdioritisch-trondhjemitische Gesteine) in Betracht. Gesteine der Gruppe 1 und 4 sind, wie vorher schon erwähnt, in den periadriatischen Intrusivmassen und ebenso in den Tonalit-Granitmassen der Hohen Tauern nicht oder nur untergeordnet vorhanden. Da ausführliche mikroskopische Beschreibungen von M. PALIVCOVA (1965) veröffentlicht sind, soll hier nur auf jene Merkmale eingegangen werden, die für den speziellen Vergleich wichtig erscheinen.

Aus verschiedenen Untersuchungen periadriatischer Tonalite und Granodiorite (F. BECKE 1892; A. BIANCHI und Mitarbeiter *); F. KARL 1959, 1964; F. KARL & G. MORTEANI 1960; G. MORTEANI 1962, 1966) erwiesen sich neben dem Pauschalchemismus und dem Modalbestand die Ungleichgewichte in der Mineralausbildung als prägnanteste Kennzeichen dieser Gesteine. Es besteht die Annahme, daß diese durch relativ schnelle Abkühlung und Druckentlastung während der magmatischen Kristallisation entstanden. Sie treten besonders auffällig und

*) Vgl. hierzu Besprechung und Literaturzusammenstellung bei F. KARL 1964.

gut meßbar bei den Plagioklasen in Erscheinung, finden sich aber auch bei Kalifeldspäten und Hornblenden. Den Erhaltungs-Grad dieser Mineralungleichgewichte bestimmt eine \pm ausgeprägte, endometasomatische Sekundärkristallisation etwa tief-epizonaler Paragenese. In unserem Vergleich muß daher in erster Linie auf diese qualitativen Merkmale Bezug genommen werden.

Die Plagioklasmessungen wurden von Frau Dipl.-Min. L. WILKE-BUSCHENDORF ausgeführt.



Abb. 1: Divergenz zwischen Zwillingslamellen im basischen Bytownitkern (hell, Grenze nachgezogen) und im umhüllenden Andesin. Hornblendegabbrodiorit, Pecerađy.

Tonalite, Granodiorite mit kleinen Gabbro- und Gabbrodioritkörpern (Gruppe 2. nach M. PALIVCOVÁ 1965)

Gabbrotonalit; Mrač, nördlich Benešov: Leistenförmige, geregelte Plagioklase mit schlecht erkennbarem Zonarbau umschließen zum Teil Hornblende und Biotit. Die An-Gehalte schwanken zwischen An 24 bis An 48. Wo Zonarbau erkennbar ist, sind die Zentralbereiche Andesin und die Ränder Oligoklas. Mitunter erkennt man zersetzte ehemals basischere Kernpartien, die aber nicht einmeßbar sind. Reichlich Hornblende und Biotit bilden fleckenartige Aggregate. Hornblenden zeigen braungrüne Kerne und parallel z blaßbläulichgrüne Ränder. Titanitmischung aus Hornblenden und Biotiten sind verbreitet. Es ist sehr wenig Kalifeldspat und Quarz vorhanden. Akzessorien: Titanit, Apatit, Erz, Zirkon, Rutil, Chlorit und Karbonat.

Das Gestein ist besser als Diorit zu bezeichnen. Es fehlen die charakteristischen Tonalit-Plagioklase. Eine schwache, diaphthoritische Sekundärkristallisation ist vorhanden.

Biotit-Granodiorit; Mrač, nördlich Benešov: Hypidomorphe bis xenomorphe Plagioklase mit Zonarbau und Korrosionen der Zentren durch den Randplagioklas, zum Teil noch mit zersetzten ehemals basischeren Kernbereichen, vermitteln das Bild typischer Plagioklase von Granodioriten der Tonalit-Granit-Serie. Rand An 20 bis 26, Mitte An 30 bis 44. Viel Kalifeldspat breitet sich intergranular aus und umschließt Plagioklas, Biotit und Quarz. Gegen Plagioklas bilden sich häufig Myrmekite. Schmutzig braune Biotite zeigen mannigfache Korrosionen durch Quarz und Plagioklas, seltener Chloritisierung. Quarz ist grobkörnig und bildet öfter Überindividuen. Akzessorien: Oxydisches Fe-Erz, Apatit, Zirkon, wenig Rutil.

Zusammenfassend liegt ein typischer Granodiorit eines Tonalit-Granit-Gesteinsstammes vor. Dieser Granodiorit unterscheidet sich von gleichen Typen in den Periadriatica nur durch das Fehlen einer deutlichen Sekundärkristallisation.

Hornblende-Gabbrodiorit; Peceraďy bei Benešov: Kleine idiomorphe und große xenomorphe Plagioklaskörner mit meist gutem Zonarbau und zum Teil zerbrochenen basischen Kernen, Kerngerüsten oder Kernringen sind die kennzeichnenden hellen Gemengteile. In den größeren Körnern findet man öfter fleckenartige oder feinverteilte Serizitbildung mit wenig Klinozoisit sowie Einschlüsse von korrodierten Hornblenden und idiomorphen Pyroxenen. Die An-Gehalte streuen im Rand der Plagioklase zwischen 22 bis 30, im Mantel (oft auch zentral) zwischen 36 bis 50. Basische Kerne oder korrodierte Reste haben An 76 bis An 85. Öfter existiert eine deutliche Divergenz der Zwillingslamellenrichtungen in basischen Kernen und intermediären bis saueren Hüllen (vgl. Abb. 1). Wenig Kalifeldspat mit feiner Mikroklingitterung umwächst von der Intergranulare aus die übrigen Komponenten. Grobkörnige, blaß bräunliche idiomorphe Hornblende ist mengenmäßig häufiger als kurzstengelige Klinopyroxene und ist charakteristischer Hauptgemengteil. Pyroxen und Hornblende-Kristallisation überlagern sich zeitlich. Ehemalige Biotite sind nur mehr als Chloritpseudomorphosen erkennbar. Quarz ist selten. Akzessorien: Titanit, oxydisches Fe-Erz, Apatit, Karbonat, Klinozoisit.

Das Gestein könnte auch Gabbrotonalit genannt werden. Es kann dem Gesteinsstamm der Tonalit-Granite verwandt sein, wenn es als diatektisches ehemaliges Pyroxen-Amphibolitpaläosom im Tonalitmagma zu deuten ist. Vergleichsmöglichkeiten bestehen zu den Gabbrodioriten des Mt. Matoni im Adamello (vgl. A. BIANCHI 1937 a und b). Unterschiede bestehen jedoch im Kalifeldspatgehalt und dessen Mikroklinvergitterung.

Tonalit (Normaltyp); Khranice bei Benešov: Hypidomorphe, meist leistenförmige Plagioklase mit deutlichem Rand, oszillierend zonarem Mantel und stark korrodierten basischen Kernbereichen bilden ein richtungsloses Gefüge. Kernzerbrechungen sind durch Randplagioklas oder Quarz zum Teil auch durch sekundäres Karbonat wieder verheilt. Rand An 20 bis 25, Mantel An 30 bis 50, basische Kernbereiche An 70 bis 80. Schwach mikroklin-gitterte Kalifeldspate treten mengenmäßig zurück. Sie umschließen häufig Plagioklas und Biotite. Grobkörnige Quarze wirken stark verdrängend gegen Plagioklas und femische Mineralien, gegen Kalifeldspat bilden sie idiomorphe Korngrenzen aus. Tiefbraune Biotite zeigen schwache Anzeichen von sekundären Veränderungen durch Ausbleichung oder beginnende Chloritisierung. Sie umschließen mitunter Plagioklase, sind selbst aber oft von $\frac{1}{2}$ braungrüner Hornblende umschlossen oder korrodiert. Biotite und Hornblenden zeigen Erz- und

Titanitentmischungen. Akzessorien: Titanit, Apatit, Zirkon, oxydisches Fe-Erz, Muskowit, Karbonat.

Dieses Gestein ist ein Tonalit bis „Adamellit“, der nach Gefüge und Mineralausbildung u. a. mit den Tonaliten und Granodioriten des Rieserfernermassives vergleichbar ist. Er unterscheidet sich von diesen aber wiederum deutlich durch die fehlende Sekundärkristallisation und die mikroklingegitterten Kalifeldspate.

Ein trondhjemitischer Granodiorit von der gleichen Lokalität unterscheidet sich von der oben beschriebenen Tonalitprobe durch Fehlen von Hornblende,



Abb. 2: Zu einem „Kernring“ korrodierter basischer Kern (Bytownit) im Mantelplagioklas (Andesin). Tonalit von Teletín.

mehr und deutlicher gegitterten Kalifeldspat sowie durch stärkere Sekundärkristallisation. Es treten Klinozoisitfüllungen in basischen Plagioklaskernen sowie Pistazitbildungen intergranular und bei Biotiten auf. Diese Probe ist mit Ausnahme der Kalifeldspatvergitterung sehr gut mit den Granodioriten der Periadriatica vergleichbar.

Tonalit mit vielen basischen Schollen; Teletín bei Talsperre Slapy: 4 untersuchte Proben sind kalifeldspatfreie Tonalite mit charakteristischen basischen Putzen. Die Plagioklase sind hypidiomorph und zeigen schmale Randsäume um einen fleckigen, wenig zonar gebauten Mantelbereich. Sie besitzen großflächige basische Kerne. Diese Kerne sind meist idiomorph begrenzt und werden oft vom Zentrum aus durch den Mantelplagioklas zu Ringen korrodiert (vgl. Abb. 2). Häufige Kernzerbrechungen werden durch Mantelplagioklas verheilt (vgl. Abb. 3 und 4). Die Kerne sind fast durchwegs unzersetzt. Rand An 25 bis 35, Mantel An 40 bis 55, basische Kerne An 70

bis 80. Quarz tritt stark zurück und zeigt vielfach Kataklasen. Biotite sind meist tiefbraun und in Aggregaten mit Hornblenden gesammelt. Sie enthalten viel Zirkon und Apatiteinschlüsse, zeigen Chloritisierung sowie starke Korrosion durch Plagioklas. Die Hornblenden haben braune Kerne und grün bis blaßgrüne Außenbereiche. Ihre Kristallisation setzt nach Beginn der Biotitkristallisation ein. Akzessorisch: Apatit, Zirkon, Titanit, Erz, Orthit, Klinozoisit, Karbonat.

Diese Tonalitproben, einschließlich ihrer basischen Schollen, sind unbedingt vergleichbar mit schwach sekundär kristallinen alpidischen Tonaliten der Periadriatica und ebenso mit den kalifeldspatfreien Typen aus den Hohen Tauern, wenn man deren nachträgliche alpidische Metamorphose abzieht.

Biotit-Hornblende-Granodiorit; Deštno bei Sedlčany (Steinbruch): Hypidiomorphe Plagioklase mit unterschiedlich ausgeprägtem Zonarbau und ohne basische Kernbereiche zeigen An-Gehalte zwischen An 15 randlich und An 45 im Zentrum. Viel Kalifeldspat mit deutlicher Mikroklingitterung und schwacher Perthitbildung umschließt alle anderen Begleitmineralien. Gegen Plagioklas bilden sich häufig Myrmekite. Biotite sind schmutzig braun. Sie zeigen Zirkon-Titanit- und Apatit-Einschlüsse und geringe Chloritisierung. Blaßgrüne bis bräunlichgrüne Hornblenden mit Titanitausscheidung und gleichfalls Apatit- und Zirkoneinschlüssen sind zum Teil stark korrodiert. Biotite und Hornblenden umschließen häufig Quarz und Plagioklas. Quarz tritt in Zwickeln und als Überindividuen auf. Akzessorien: Apatit, Zirkon, Titanit, Serizit, Erz, Karbonat, Rutil.

Das Gestein ist ein Granodiorit mit tonalitähnlichen Plagioklasen. Das Fehlen der basischen Kernbereiche oder deren Zersetzungsprodukte in Plagioklasen sowie der Perthitentmischungen parallel der Murchisonit-spaltbarkeit und die deutliche Mikroklingitterung bei Kalifeldspat, ebenso auch die geringe Sekundärkristallisation unterscheidet ihn von den alpidischen Granodioriten des Tonalit-Granitstammes.

Porphyrischer Biotit-Hornblende-Granodiorit (Typ Sedlčany); Vysoký Chlumek (Steinbruch): Bis 4 mm große xenomorphe und idiomorphe Plagioklase zeigen meist engständigen Zonarbau im Zentralbereich und breit zonare, mitunter auch körnig zerlegte Außenränder, die zum Teil korrodierend in die Zentralbereiche vordringen. Protoklasen sind zu beobachten. Stark korrodierte basische Kernreste sind total serizitisiert und aus ihrer typischen Konfiguration als solche erschließbar. Rand An 13 bis 25, Mitte An 25 bis 38. Perthitische, schwach mikroklingegitterte Kalifeldspate sind durchwegs xenomorph und bewirken Myrmekitbildung. Sie umschließen Biotit und Plagioklas. Quarz tritt in verzahnten Aggregaten auf und zeigt idiomorphe Kornbegrenzungen gegen Kalifeldspat. Biotite sind schmutzig braun und häufig stark korrodiert. Sie besitzen reichlich Zirkoneinschlüsse und zeigen geringe Titanitentmischungen. Sehr blaß gefärbte Hornblenden kristallisieren gleichzeitig mit Biotit. Akzessorien: Zirkon, Titanit, Apatit, Erz.

Das Gestein ist den Granodioriten der Periadriatica ähnlich. Von diesen unterscheidet es aber wieder das Fehlen von Perthiten parallel der Murchisonit-spaltbarkeit und von sekundären Klinozoisit-Pistazitbildungen.

Porphyrischer Hornblende-Biotit-Granodiorit (Typ Techniče); Kamyk a. d. Moldau (Steinbruch): Idiomorphe und xenomorphe Plagioklase mit Kornquerschnitten von 0,4 bis 3 mm zeigen meist nur einfachen Zonarbau durch Unterscheidung eines basischeren Zentralbereiches

und saueren Randes. Rand An 23 bis 34, Mitte An 35 bis 40. Basische Kernrelikte sind nicht sicher nachweisbar. Mitunter treten Serizitisierungen auf. Große Kalifeldspate (4 mm bis mehrere cm) besitzen starke Perthitentmischung und umschließen Plagioklase, Biotite und Hornblenden mitunter auch idiomorph begrenzte Quarze. Quarz tritt frei im Gefüge in eckig bis amöboiden Aggregaten auf und umschließt zum Teil gleichfalls Plagioklas, Biotit und Hornblenden. Die Biotite sind schmutzig grünbraun gefärbt und schwach verändert. Bläßbräunlichgrüne Hornblenden mit stärker braunen Kernen sind meist stengelig

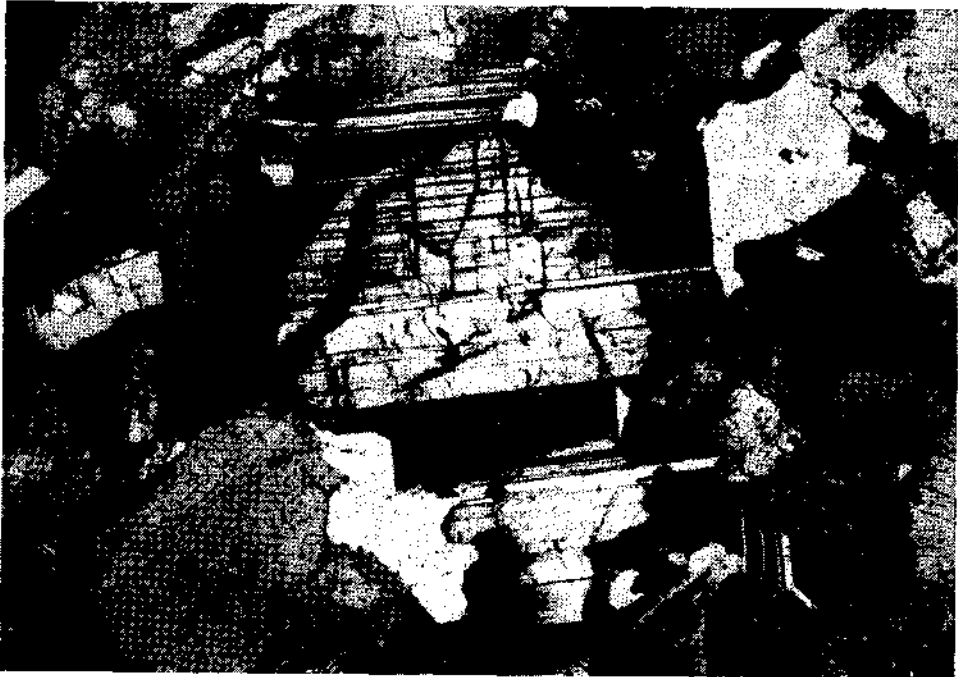


Abb. 3: Zerbrochener Bytownitkern (zum Großteil in Hellstellung) von umhüllendem Andesin verheilt. Tonalit von Teletín.

und verzwilligt. Akzessorien: Serizit, wenig Chlorit, Titanit, Apatit, Zirkon und Erz.

Dieser Granodiorit zeigt geringe Vergleichsmerkmale mit Granodioriten der alpinen Tonalit-Granitreihe. Es fehlen die kennzeichnenden Plagioklasausbildungen, die Murchisonitperthite bei Kalifeldspaten und die für solche Typen immer sehr charakteristische Sekundärkristallisation von Klinozoisit/Pistazit sowie barroisitischer und aktinolithischer Hornblende.

Granitisch-adamellitische und quarzdioritisch-trondhjemitische Gesteine (Gruppe 3. nach M. PALIVCOVÁ 1965)

Trondhjemitischer Granodiorit; Požáry in Prosečnice bei Benešov: Hypidomorph bis idiomorphe Plagioklase mit Protoklasen, guten Zonarbau in Zentralbereichen und schmalen nicht zonaren Rändern. Verdrängungen im zonierten Bereich durch den Randplagioklas. Öfter Serizitisie-

nung in Plagioklaszentren, die zersetzte basische Kernreste vermuten lassen. Auf Rupturen seltener Klinozoisitbildung, häufiger Zeolith. Rand An 20 bis 25, Mitte An 25 bis 35. Kalifeldspat tritt meist intergranular unter Myrmekiterzeugung auf und ist deutlich mikroklingegittert. Oft füllen auch Kalifeldspat-Quarzpfaster Kornzwickel aus. Quarz findet sich in groben Körnern oder verzahnten Aggregaten und zeigt keine Deformationsspuren. Biotite sind schmutziggelblich bis braun und stark chloritisiert. Zusammen mit Muskowitbildung ist Epidotisierung zu beobachten. Reichliche Einschlüsse von Zirkon und Apatit sind auffällig.

Dieser Granodiorit zeigt Ähnlichkeit mit granitischen Proben aus dem Brixner Granitmassiv bei Lana. Sie unterscheiden sich, abgesehen vom Kalifeldspat-Plagioklasverhältnis, lediglich dadurch, daß die Kalifeldspate des Brixner Granites von Lana keine Mikroklingitterung zeigen und außerdem oft Perthite in Richtung der Murchisonitpaltbarkeit besitzen. Der Grad der Sekundärkristallisation ist entsprechend.

Grobkörniger Biotit-Granodiorit; Drhovy bei Dobruška: Hypidomorphe tafelige Plagioklase, selten mit Zonarbau zeigen gelegentlich Serizitpseudomorphosen nach ehemals basischeren Bereichen im Kern. Gegen Kalifeldspat bilden sich breite saure Reaktionsränder aus. Rand An 13 bis 20, übriger Bereich schwankend zwischen An 25 bis 35. Große Kalifeldspate (bis cm-Querschnitte) mit fleckiger Bestäubung und schwacher Perthitbildung schließen Schwärme von leistenförmigem Plagioklas ein. Quarze sind ebenfalls grobkörnig und bilden verschränkte Anreicherungen bei schwacher Undulation. Sie umschließen gelegentlich Plagioklase und Kalifeldspate. Gegen letztere grenzen sie mit idiomorphen Kornumrissen. Im Vergleich zu Plagioklas, Kalifeldspat und Quarz tritt der Biotit mengenmäßig sehr zurück. Er ist schmutzig braun gefärbt und zeigt starke Zersetzungs- und Entmischungserscheinungen. Noch seltener sind stengelige blaugüne Hornblenden, ebenfalls mit Entmischungserscheinungen. Akzessorien: Häufig Titanit, Apatit und Serizit. Seltener Klinozoisit und Zirkon.

Die untersuchte Probe ist als Granit zu bezeichnen. Sie zeigt in Mineralausbildung und Gefüge geringere Vergleichbarkeit mit den alpidischen Granodioriten als der trondhjemitische Granodiorit von Požáry.

Aus dem gleichen Raum und Gestein wurden weitere Proben mit zunehmender Albitisation untersucht. Sie zeigen diese Albitisation verbunden mit Serizitierung bei Plagioklasen und durch typische Ausbildung von Schachbrettalbiten bei Kalifeldspäten. Gleichzeitig damit sind Biotite total chloritisiert. Hornblenden fehlen ganz. Diese metasomatische Veränderungen sind dem Verfasser aus den vorkretazischen Augen- und Flasergranitgneisen der Hohen Tauern in großer Verbreitung bekannt. Deren Albitisation wird der alpidischen Metamorphose zugeschrieben.

Ergebnisse

Fassen wir die feldgeologische und petrographische Situation mit den Dünnschliffbefunden zusammen, so ergeben sich bereits nach diesem noch recht informativen Vergleich folgende Feststellungen:

Im mittelböhmischem Massengesteinskomplex existieren Tonalite bis Granodiorite einer genetisch zusammenfassbaren Gesteinsreihe. Sie waren magmatisch teilbewegliche Massen und intrudierten während eines orogenetischen Geschehens in räumlicher Beziehung zu tiefer reichenden Störungssystemen. Im SE sind sie wahrscheinlich der metasomatisch-migmatischen Ausbildung des Kristallin des

Moldanubikums als *in-situ*-Bildung zuzuordnen, im NW stehen sie im thermischen Kontakt mit schwach metamorphen Sedimenten des Barrandiums. Eine Vergleichbarkeit mit den periadriatischen Tonaliten und Granodioriten ist entsprechend der unterschiedlichen geologischen Situation und der Bildungsbedingungen nur beschränkt möglich. In Bereichen mit Kontaktmetamorphose existieren vergleichbare Bedingungen wie in den Periadriatica. Für den migmatischen Kontakt mit dem Moldanubikum gibt es keinen Vergleich. Die hier zu beobachtenden Verhältnisse entsprechen eher den katazonal anatektischen Gesteinsumbildungen und Mobilisationen im Tessiner Kristallin.



Abb. 4: Zerbrochener und korrodierter Bytownitkern (Grenzen nachgezogen) in undefor miertem Andesin-Mantelplagioklas. Tonalit von Teletín.

Aus den mikroskopischen Befunden einiger charakteristischer Tonalite und Granodiorite sind neben vielfachen Ähnlichkeiten doch Verschiedenheiten zu erkennen, die auf modifizierte Bildungsbedingungen hinweisen mögen. Davon fällt zuerst auf, daß eine pneumatolytische Sekundärkristallisation wie sie in den alpidischen Tonaliten bis Graniten auftritt fast fehlt. In den Periadriatica ist diese durch Pistazit/Klinozoisitbildung und Anwachsändern von barroisitischer Hornblende gleichzeitig mit der Kristallisation von jungem Biotit, orthoklasnahem Kalifeldspat und Andesin/Oligoklas sehr oft kennzeichnend. Im mittelböhmischen Pluton sind vergleichbare Bildungen von M. PALIVCOVÁ (1964 b) lediglich aus einem Gesteins-Ausläufer bei Slapy beschrieben. Wo in dem von mir untersuchten Material eine deutlichere Sekundärkristallisation zu beobachten ist, zeigt sie meist nur Muskowit-, Chlorit-, Zeolith- und Karbonatbildung, gelegentlich Aktinolithisierung und Albitisierung, was

einer kühleren Paragenese entspricht. Ebenso fehlen akzessorische Granatgehalte. Andererseits tritt aber Zirkon und Apatit in deutlich größerer Menge auf, als es in den periadriatischen Tonaliten und Granodioriten geläufig ist. Ein wesentlicher Unterschied liegt bei den Kalifeldspäten. Sie zeigen fast immer feine Mikroklinvergitterung und häufig perthitische Entmischungen. In den periadriatischen Tonaliten bis Granodioriten ist eine vergleichbare Mikroklingitterung die Ausnahme, selbst in den Granodioriten des Rieserferners, wo Mikrokline existieren. In der Mehrzahl der periadriatischen Typen dominieren Kalifeldspäte mit orthoklasnaher Optik. Diese sind in basischeren Gesteinen perthitfrei, in saueren Typen sehr oft durch Perthitentmischung entlang der Murchisonitspaltbarkeit charakterisiert. Solche Perthitbildungen sind in vergleichbaren Proben aus dem mittelböhmischem Massivbereich nirgends zu beobachten gewesen. Diese Unterschiede könnten ein Hinweis für kühler temperierte Kalifeldspatkristallisation sein. Zur Untersuchung der Frage wären zahlreiche Kalifeldspatmessungen und die Bestimmung der jeweils sauersten Außenzonen in den von Kalifeldspat umschlossenen Plagioklasen notwendig. Da solche Proben aber im Fragenkreis der Untersuchungen von Frau Dr. M. PALIVCOVÁ liegen, blieben sie hier unbehandelt.

Insgesamt erbrachte auch der mikroskopische Vergleich deutliche Anhaltspunkte dafür, daß bei großer makroskopischer Gleichheit der Tonalite und Granodiorite doch nicht unwesentliche Verschiedenheiten in der Mineralausbildung und Paragenese gegenüber den periadriatischen Typen bestehen. Nehmen wir die geologische Gesamtsituation im mittelböhmischem Pluton dem hinzu, so erscheint trotz des noch lückenhaften Vergleiches die Feststellung berechtigt, daß eine geologisch-petrographische Übereinstimmung dieses Massivkomplexes mit den Massiven entlang der periadriatischen Naht nicht besteht.

Die Untersuchungen wurden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft subventioniert, wofür an dieser Stelle gedankt sei. Mein herzlicher Dank gilt Frau Dr. M. PALIVCOVÁ für die Vorbereitung und Führung der Feldbegehung sowie für die sehr interessanten Diskussionen. Ganz besonders habe ich aber für die mühevollen Hilfe zu danken, daß sie mir die wichtigsten bisherigen Ergebnisse aus der tschechischen Literatur in einem deutschen Referat zugänglich gemacht hat. Für weitere Führungen im Gelände und Diskussionen danke ich den Herren Dr. A. DUDEK und Dr. M. ŠUK. Es ist mir außerdem ein wirkliches Bedürfnis, für die Gastfreundschaft zu danken, die mir von allen tschechischen Kollegen entgegengebracht wurde. Der Akademie der Wissenschaften der ČSSR bin ich für die Einladung und die organisatorische Betreuung während meines Aufenthaltes zu Dank verpflichtet.

Literaturverzeichnis

- BECKE, F. (1892): Petrographische Studien am Tonalit der Rieserferner. *Tscherm. Min. Petr. Mitt.*, Neue Folge, Bd. 12.
- BIANCHI, A., & DAL PIAZ, GB. (1937 a): Il settore meridionale del massiccio dell'Adamello (Relazione sul rilevamento e studi preliminari della zona compresa fra la valle di Stabio e l'alta valle del Caffaro). *Boll. R. Ufficio Geol. d'Italia*, Bd. 12.
- BIANCHI, A., & DAL PIAZ, GB. (1937 b): Atlante geologico-petrografico dell'Adamello meridionale (Regione fra lo Stabio ed il Caffaro), mit 1 geol. Karte 1 : 12.500 und 15 Tafeln. *Mem. Ist. Geol. Padova*, Bd. 12.
- DUDEK, A., & FEDIUK, F. (1958): Basické pecky a fluidální zjevy v Granodioritu při okraji středočeského plutonu u Teletína. *Sborn. Ústř. úst. geol., K osmdesátinám akad. F. Slavíka, Praha*.

- DUDEK, A., & FEDIUK, F. (1960): Granodioritové lomy v okolí Blatné. *Geotechnica*, sv. 30, Praha.
- FIALA, F. (1944): Kontaktní a intrusivní horniny silničního profilu u Zbořeného Kostelce. *Věst. Čes. Spol. Nauk*, roč. 1943, Nč. 4.
- GÜNTHER, A. (1954): Beiträge zur Petrographie und Geologie des Maggia-Lappens (NW-Tessin). *Schweiz. Min. Petr. Mitt.*, Bd. 34, H. 1.
- GÜNTHER, A. (1956): Über das alpine Alter der penninischen Deckengesteine des W-Tessins und der angrenzenden Simplon-Region. *Geol. Rundsch.*, Bd. 45, H. 2.
- HASLER, P. (1949): Geologie und Petrographie der Sambuco-Massari-Gebirgsgruppe zwischen der oberen Valle Leventins und Valle Maggia im nördlichen Tessin. *Schweiz. Min. Petr. Mitt.*, Bd. 29.
- HEJTMAN, B. (1941): Nástin postupu diferenciacie a krystalisace v požárském lomu. *Rozpravy Ces. Akad. věd/MPV*, Bd. 51, Nr. 12, Praha.
- HEJTMAN, B. (1948): Žulové lomy okrsku kozárovicko-zalužanského. *Geotechnica*, Bd. 6, Praha.
- HEJTMAN, B. (1949): Zyenitické horniny z okolí Vodňan a Protivína. *Věst. SGÚ*, Bd. 24.
- KARL, F. (1959): Vergleichende petrographische Studien an den Tonalitgraniten der Hohen Tauern und den Tonalit-Graniten einiger periadriatischer Intrusivmassive. *Jb. Geol. Bundesanstalt Wien*, Bd. 102, H. 1.
- KARL, F., & MORTEANI, G. (1960): Ein Vergleich der Ergebnisse von A. BIANCHI und F. KARL über die granitischen Gesteine des Zillertales und des Großvenedigers. *Tscherm. Min. Petr. Mitt.*, 3. Folge, Bd. 7, H. 3.
- KARL, F. (1962): Zur Gliederung und Altersfrage der granitischen Gesteine in den Hohen Tauern (Ostalpen). *Referata V savetovania F. N. R. Jugoslavije*. Beograd 1962.
- KARL, F. (1963): Ergänzungen und Korrekturen über die Verwertung italienischer Literatur zum Vergleich der Tauerntonalitgranite mit den periadriatischen Tonaliten bis Graniten. *Verh. Geol. Bundesanstalt Wien*, H. 1/2.
- KARL, F. (1964): Zur Vergleichbarkeit der magmatischen Gesteine aus dem Adamello mit den Tonalitgraniten aus den Hohen Tauern. *Tscherm. Min. und Petr. Mitt.*, 3. Folge, Bd. 9, H. 1—2.
- KETTNER, R. (1930 a): Geologie středočeského žulového masivu. *Příroda*, Bd. 23, Nr. 11, Praha.
- KETTNER, R. (1930 b): O tvarech paleozoického vulkanismu ve středních Čechách. *Věda přír. Praha*, Bd. 11.
- KODYM, O. sen. (1953): Geologie Českého masivu, Teil I, Úvod a zona barrandiensko-želaznohorská. *Hochschultexte*, 2. Ausgabe, Praha.
- KODYM, O. ml. (1964): Variská eruptiva — středočeský pluton. *Regionální geologie ČSSR*, Teil I, Český masív, Krystalinikum, Bd. 1, redigiert von J. SVOBODA.
- KODYM, O., et al. (1961): Vysvětlivky ke k přehledné geologické mapě ČSSR 1 : 200.000, M-33-26 Strakonice.
- KODYM, O., et al. (1960): Vysvětlivky ke k přehledné geologické mapě ČSSR 1 : 200.000, M-33-20, redaktor L. ČEPEK und V. ZOUBEK.
- KODYM, O., & SUK, M. (1960): Přehled geologie západní části středočeského plutonu. *Věst. ústř. Úst. geol.*, Bd. 35.
- MALECHA, A., SUK, M., & VACHTL, J. (1960): Geologie a petrologie krystalinik a mezi Sušicí a Horaždovicemi. *Sborn. ústř. úst. geol.*, Bd. 26, 1959, Odd. geol. Teil I.
- MÁŠKA, M., & ZOUBEK, V. (1961): Variské strukturálně územní jednotky Českého masivu a jejich tektonický vývoj. *Tektonický vývoj Československa*, Autorenkolektiv NČSAV, Praha.
- MORTEANI, G. (1962): Die periadriatischen Intrusiva der Italienischen Ostalpen als typische Vertreter eines einheitlich alpidischen Magmatismus in diesem Bereich. *Referata V savetovania geologa F. N. R. Jugoslavije*, Beograd.
- MORTEANI, G. (1966): Petrographisch-geologische und lagerstättenkundliche Untersuchungen im Cima d'Asta-Kristallin. *Memorie del Museo Tridentino di Scienze Naturali Vol. XVI.*, Fasc. II.
- NIGGLI, E. (1960): Mineral-Zonen der alpinen Metamorphose in den Schweizer Alpen. *Rep. Int. Geol. Congr. XXI Session*, Pt. XIII.
- ORLOV, A. (1935): Zur Kenntnis der Petrochemie des mittelböhmisches Plutons. *Min. Petr. Mitt. Leipzig*, Bd. 46.
- ORLOV, A. (1938): La pétrologie du pluton de la Bohême Centrale. *Bull. Soc. Géol., Fr.*, Bd. 7.
- ORLOV, A. (1940): Granitisače a migmatitisače v oblasti středočeského plutonu/Maršovicko/. *Věst. Ústř. geol. úst. Čechy*, Bd. 16.
- PALIVCOVÁ, M. (1964 a): Les problèmes de la genèse du Pluton de la Bohême Centrale. *Guide des excurs. dans de Noyau du de la Bohémemassif*, AZOPRO 1964, NČSAV Praha.
- PALIVCOVÁ, M. (1964 b): Epidotbildung in tonalitischen und verwandten Gesteinen (Beitrag zur Kristallisation der Plutonite II). *Časopis pro mineralogii a geologii*, r. 9, č. 3/1964.

- PALIVCOVÁ, M. (1965): A Middle Bohemian Pluton — a petrographic review and an attempt at a new genetic interpretation. *Krystalinikum*, Bd. 3.
- SMEJKAL, V. (1960): Absolutní stáří některých granitoidů a metamorfitu Českého lesa masivu stanovené kalium-argonovou metodou. *Věst. ústř. Úst. geol.*, Bd. 35.
- STEINOCHEK, V. (1964): Látkové aložení, provinciální charakteristika a petrologické poměry středoečeského plutonu. *Geofond Praha*, nepubl.
- STEINOCHEK, V. (1964): Begründung der magmatischen Entstehung des Mittelböhmischen Plutons. *Guide des exc. dans le Noyau du massif de la Bohême Centrale*, AZOPRO 1964, NČSAV Praha.
- SUK, M. (1964): Material characteristics of the metamorphism and migmatitisation in Central Bohemia. *Krystalinikum*, Bd. 2, NČSAV Praha.
- VACHTL, J. (1932): Geologicko-petrografické poměry okolí Milína jv. od Přebrami. *Věst. ústř. Úst. geol.*, Bd. 8.
- WENK, E. (1943): Ergebnisse und Probleme von Gefügeuntersuchungen im Verzascal (Schweiz). *Schweiz. Min. Petr. Mitt.*, Bd. 23.
- WENK, E. (1948): Ostalpines und penninisches Kristallin. *Schweiz. Min. Petr. Mitt.*, Bd. 28.
- WENK, E. (1953): Prinzipielles zur geologisch-tektonischen Gliederung des Penninikums im zentralen Tessin. *Eclog. geol. Helv.*, Bd. 46.
- WENK, E. (1962): Plagioklas als Indexmineral in den Zentralalpen. *Schweiz. Min. Petr. Mitt.*, Bd. 42, H. 1.
- ZOUBEK, V. (1960): The variscian granitoid magmatism of the Czech. Massif. *Tectonic Development of Czechoslovakia*. Collected papers. NČSAV Praha.

Beitrag zur Kenntnis des Aufbaus der Talverschüttung des Beckens von Landeck (Tirol)

VON ALFRED FUCHS *)

Mit einer Abbildung

Zusammenfassung

In der Talverschüttung des Beckens von Landeck wurden vier Terrassen als Reste von vier verschieden hoch liegenden Talböden festgestellt. Ihr Alter ist noch ungeklärt.

Drei von vier Tiefbohrungen haben östlich von Landeck-Perjen unter einer Decke aus Grobkiesen bis Sanden in etwa 20 m Tiefe Feinsande bis Schluffe angetroffen, welche bis in eine Tiefe von mindestens 70 m nachgewiesen wurden. Kornverteilungsanalysen an neun Proben aus diesen feinkörnigen Schichten wurden gemacht.

Die Stadtgemeinde Landeck hat im Jahre 1963 im Zuge einer Suche nach Grundwasser für die Trinkwasserversorgung in den Unteren Feldern östlich des Ortsteiles Perjen drei Tiefbohrungen niederbringen lassen, eine vierte Bohrung wurde im Westteil von Landeck im Bruggfeld gemacht. Diese Bohrungen haben kein gewinnbares Wasser gebracht.

Die geologischen Ergebnisse der Untersuchungen, deren Veröffentlichung die Stadtgemeinde Landeck in freundlicher Weise genehmigt hat, sind aber ein wichtiger Beitrag zur Kenntnis des Schichtaufbaues der Talverschüttung des Landecker Beckens.

*) Anschrift des Verfassers: Univ.-Doz. Dr. ALFRED FUCHS, Roseggerstraße 12, 6112 Wattens, Tirol.