

BOHUSLAV CABEL*

**PROBLEME DER METAMORPHOSE UND DER STRATIGRAPHIE
DES KRISTALLINS DER WESTKARPATEN
MIT HIN SICHT AUF DIE FORSCHUNGEN
IN DEM BEREICH DER KLEINEN KARPATEN**

Kurzfassung: Der Verfasser bewertet die bisherigen Ansichten über die stratigraphische Gliederung des Kristallins der Westkarpaten. Er betont, dass die Zeit zu Ende ist, in der die in den Kleinen Karpaten tätigen Geologen gezwungen waren, Hypothesen über das Alter von stummen Schichtenfolgen, wie es Kristallinschiefer und magmatische (vor allem granitoidische) Gesteine der Westkarpaten sind, aufzustellen zu müssen und ein neuer Zeitabschnitt der intensiven geochronologischen Datierung beginnen muss. Der Verfasser konstatiert, dass bisher sehr wenige geochronologische Messungen verschiedener Gesteine durchgeführt wurden, vor allem Bestimmungen mit Hilfe der Isotope von radioaktivem Blei, bzw. Strontium. Er weist darauf hin, dass die bisher mit Hilfe der Palynologie und radiometrischer Methoden durchgeführte Datierung die Ansichten über das starke Überwiegen des Präkambris in dem Bereich der Westkarpaten nicht beweist, sogar entgegengesetzt, bezeugen die bisherigen wenn auch relativ wenigen Angaben, die palynologischen Resultate inbegriffen, eine grösse Ausdehnung des Paläozoikums in diesem Teil der Karpaten. Wahrscheinlich erschwert auch die lithologische Ähnlichkeit und der allmähliche Übergang der Schiefer des unteren Paläozoikums in das Präkambrium die Unterscheidung und Bestimmung der bereits in das Präkambrium gehörenden Schichtenfolgen. Der Autor betont die Notwendigkeit einer Überprüfung der Richtigkeit der derzeitigen Vorstellungen über die Stratigraphie des Kristallins und die Notwendigkeit der Aufstellung einer neuen stratigraphischen Gliederung der kristallinen Gesteine der Westkarpaten, welche sich an konkrete Werte der geochronologischen Datierung lehnen würde. Er weist auch auf die Notwendigkeit der radiometrischen Überprüfung der Diafhorite, des Alters der progressiven Metamorphose, der Datierung des granitoiden Plutonismus, sowie des Alters der hydrothermalen Mineralisation hin.

Резюме: Автор рассматривает настоящие мнения о стратиграфическом делении Западных Карпат. Он подчеркивает необходимость окончить такой период исследований, во время которого геологи решавшие проблемы Западных Карпат должны были строить гипотезы о возрасте немых слоев без нужных фактов (какими являются кристаллические сланцы и магматические породы-гранитиды). Желательно было бы, если бы начался период интенсивного геохронологического изучения пород. Автор считает, что до сих пор было сделано очень мало геохронологических измерений разных типов пород, а главным образом чувствуется недостаток дат об изотопах и радиогенном свинце или стронции. Автор статьи отмечает то, что даты полученные палинологическим анализом и радиогенными методами не подтверждают мнений о том, что докембрий Западных Карпат состоит преимущественно из сланцев, но как раз наоборот. Даже небольшое количество палинологических данных говорит о большом распространении палеозоя в этой части Карпат. Кажется, что литологическое сходство и постепенный переход сланцев нижнего палеозоя в докембрий затрудняет их определение. В статье отмечается, что необходимо снова рассмотреть настоящие и употребляемые теории и необходимо составить новое стратиграфическое деление кристаллических пород Западных Карпат составленное на геохронологических данных. Далее отмечена тоже необходимость контрольного изучения диафторитов, возраста прогрессивного метаморфизма, данных о гранитоидном плутонизме и возрасте гидротермальной минерализации.

* Akad. B. Čabel, Institut der Slowakischen Akademie der Wissenschaften, Obrancov mieru 49, 886 25, Bratislava.

Die älteste stratigraphisch zuverlässig belegte Schichtenfolge des tatravaporiden Kristallins ist die Harmónia-Serie der Kleinen Karpaten, die an Hand von Crinoiden-Resten in Kalken als paläozoisch angesehen werden kann (B. Campbell 1954). I. Chlupáč (in M. Máška — V. Zoubek 1960, 1961) betrachtet sie — auf Grund weiterer organischer Reste, als wahrscheinlich devonisch. Es muss bemerkt werden, dass I. Chlupáč über diese Bestimmung nichts näheres veröffentlicht hat, und auch Prof. B. Bouček, dem ich alle meine, Schnitte von Fossilien enthaltenden Dünnschliffe zur Verfügung gestellt habe, führte die erwartete nähtere Bestimmung des Alters der Kalke der Harmónia-Serie nicht durch. Richtig erkannt wurde die Bedeutung des Fundes von organischen Resten in der Harmónia-Serie von D. Andrusov.

Der Kontakt der Harmónia-Serie mit der liegenden pelitisch-psammitischen Schichtenfolge ist in dem Sinne allmählich übergehend, dass die Anzahl der pelitischen schieferigen Zwischenlagen allmählich hangendwärts zunimmt, so dass sie dann bereits als charakteristisch für die Schichtenfolge vom Harmónia-Typ angesehen werden können. Deshalb kann auch keine scharfe Grenze zwischen der Harmónia-Serie und ihrem Liegenden gezogen werden. Die scheinbar scharfe Grenze an einigen Stellen an Absenkungen und Brüchen im Tal Cajlanská Hrubá dolina (Stollen bei dem Erholungsheim) hat einen tektonischen Charakter. Auf Grund dessen sehen wir das Kristallin der Kleinen Karpaten als einheitliche Sedimentations-Schichtenfolge an, und gliedern es als Ganzes in das Paläozoikum, wobei das Alter der höchsten Glieder der Harmónia-Serie bis zu vormittelkarbonisch sein kann. Hierauf weisen vor allem palynologische Forschungen (O. Čorná 1968, 1969; B. Campbell — O. Čorná 1975) hin.

Das Alter des übrigen Teiles des Kristallins der Westkarpaten (ausser der Kleinen Karpaten) bildet bei dem Mangel an konkreten Daten, oder einem gewissen Ausserachtlassen der existierenden Fakten, das Objekt einer anhaltenden Diskussion. Bisher ist es nämlich hier nicht gelungen, zuverlässige geologische, lithologische und geochemische (geochronologische) Kriterien zu finden, an Hand derer es möglich wäre, die präkambrischen Schichtenfolgen von den paläozoischen zu unterscheiden. Aus diesen Gründen ist zur Zeit die Auffindung derartiger Kriterien die vorrangigste Aufgabe. Neben der radiometrischen Datierung, die bei uns nur von J. Kantor (1957—1964) betrieben wurde, ermöglicht auch die Palynologie und die systematische Untersuchung von Mikrophytoplankton eine Dechiffrierung der Altersbeziehungen von „stummen“ Schichtenfolgen des Kristallins. In dem Bereich der Westkarpaten sind systematische palynologische Forschungen von O. Čorná, P. Snopková und E. Planárová durchgeführt worden und ihre palynologischen Bestimmungen ermöglichen die Feststellung wichtiger stratigraphischer Gegebenheiten sowohl in dem Bereich der Gemeriden als auch der Tatravaporiden.

Für den Bereich der Westkarpaten dominierte nach dem I. und auch noch nach dem II. Weltkrieg die von V. Zoubek (1936) geäußerte Ansicht über das paläozoische Alter des Kristallins der Westkarpaten, die bis zum J. 1960 allgemein anerkannt wurde. Im Jahre 1960 legte V. Zoubek, später gemeinsam mit M. Máška, eine neue Ansicht über die Stratigraphie des Kristallins der Westkarpaten vor, nach welcher fast das gesamte schieferige Kristallin der Tatravaporiden präkambrischen Alters ist (M. Máška — V. Zoubek in T. Buday et al. 1961).

Die ältere Ansicht von V. Zoubek (1936) fußte auf der Vorstellung der lithofaziellen Einheit der Sedimente des Kristallins der Tatriden, Vaporiden und Gemeriden, und V. Zoubek reihte die Sedimente als Ganzes altersmäßig in das ältere Paläozoikum. Die unterschiedliche Stufe der Regionalmetamorphose des mezo- bis kataazonalen tatravaporiden Kristallins im Vergleich zu der Epimetamorphose der Gemeriden wurde

durch die unterschiedliche Stellung dieser Einheiten während des variszischen Metamorphismus (bretonische und vor allem sudetische Phase) erklärt.

Nach der zweiten Auffassung (V. Zoubek 1960; M. Máška — V. Zoubek in T. Buday et al. 1961) gehören zu dem älteren Paläozoikum nur die Gelnica-Serie und die Phyllit-Diabas- (Rakovec-) Serie der Gemeriden und die Harmónia-Serie der Kleinen Karpaten. Das katametamorphisierte Kristallin von dem Nordrand der Hohen Tatra südwärts bis zu der Muráň-Divín-Linie, sehen diese Autoren als ältestes Glied des Karpaten-Kristallins an, und gliedern es in das ältere Proterozoikum (Gneis-Serie der Tatra). Den mesozonal metamorphyisierten Komplex der Kohút-Zone und das Liegende der Harmónia-Serie der Kleinen Karpaten sehen sie als Jungproterozoikum an.

Hauptkriterien für die neue stratigraphische Gliederung des Karpaten-Kristallins waren neben den makrotektonischen Hypothesen auch die zum Teil unterschiedliche fazielle Entwicklung der Sedimente der Gemeriden, der Kohút-Zone und der Kleinen Karpaten (mehr dunkle Kohlenschiefer (mit Anthrazit-Gehalt) sowie Kalke und magmatische Glieder) im Vergleich zu den übrigen Einheiten der Tatravaporiden, und weiter die unterschiedliche Stufe des regionalen Metamorphismus, kombiniert mit anderen Typen der jüngeren nachfolgenden Metamorphose.

Es muss bemerkt werden, dass die Stufe der Metamorphose bei der Stratigraphie des Kristallins als Kriterium der Altersbestimmung der Gesteine nicht zuverlässig angewandt werden kann. Es muss auch zugelassen werden, dass bei der Entlegenheit der oben angeführten Gebiete auch die faziellen Unterschiede stratigraphisch nahestehender Schichtenfolgen ziemlich gross sein können, daher ist die fazielle Verschiedenheit der Sedimente in breiteren regionalen Ausmassen ebenfalls nicht entscheidend für die stratigraphische Gliederung. So brachten z. B. die letzten Untersuchungen von P. Greclu (1970) die Ansicht, dass auch die Porphyroid-Serie und die Phyllit-Diabas-Serie, die früher stratigraphisch scharf voneinander getrennt wurden, im Grunde altersmäßig äquivalent sind und sich hauptsächlich dadurch unterscheiden, dass in den südlichen Teilen der Gemeriden ein Porphyroid-Vulkanismus und in den nördlichen Teilen ein Diabas-Vulkanismus stärker zur Geltung kam.

Anderseits muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass in dem ganzen Kristallin der Westkarpaten mehrere gemeinsame Merkmale beobachtet werden können. Zum Beispiel sind tonig-kieselige psammitische Ablagerungen mit mehr oder minder kenntlichen klastogenen Mineralkomponenten in dem Sedimentationsmaterial zugegen, bituminöse schieferige Glieder kommen in allen Teilen des Kristallins vor, stellenweise sind Vorkommen von Karbonaten und Vorkommen von Derivaten eines basischen bzw. sauren Vulkanismus (Metadiabase bis Metatuffite, Amphibolite und metagabbroide Gesteine, Porphyroide, Leptinit-Gneise u. s. w.). B. Cambel weist in seinen Arbeiten darauf hin, dass das Kristallin von Pezinok-Pernek als stark metamorphisiertes Derivat einer, lithologisch und stratigraphisch der Phyllit-Diabas-Serie entsprechenden Schichtenfolge angesehen werden kann. Eine Analogie kann wohl auch in den ausgedehnteren Vorkommen von basischen Metamorphiten in der Kraklová-Zone der Veporiden gesehen werden, wo diese Gesteine von einer Diaphthorese betroffen sind. Eine detaillierte Parallelisierung des Kristallins ist bereits von D. Andrusov (1958) durchgeführt worden.

In letzter Zeit fällt auch der Einwand, den jene Geologen oft zitierten, die das paläozoische Alter der Schiefer der Westkarpaten nur auf die Gemeriden und die Harmónia-Serie beziehen, dass nämlich das tatravporide Kristallin keine solchen Glieder enthielte, die als Derivate eines sauren (Porphyro-) Vulkanismus angesehen werden könnten. L. Kamencíký (1973) zum Beispiel betrachtet die Granitgneise

von Muráň als solche Derivate und nennt sie Leptit-Gneise. Ähnliche Gesteine setzt er auch in dem Kristallin anderer Gebirge voraus. In letzter Zeit bestimmte E. Plaňárová (in A. Klíneč et al. 1975) das paläozoische Alter des Hron-Komplexes, und A. Klíneč bestimmte in ihm zusammenhängende Lagen von Metamorphiten eines sauren Vulkanismus. E. Krist (1976, Geologický zborník, in Druck) stellt in dem Bereich der Ortschaft Čierny Balog ebenfalls ausgedehnte Zonen von Gesteinen fest, die Produkte eines Porphyr-Vulkanismus mit einer Leptit-Zusammensetzung sind, und von hier in den Bereich des Tales Kamenistá dolina (Hrončok) reichen. Diesen Komplex des Kráľova hofa-Kristallins der Veporiden benannte E. Krist Čierny Balog-Serie (E. Krist Acta geologica, in Druck). Die Serie bildet eine gesonderte Schichtenfolge in dem Komplex von Jarabá.

Das oberkambrische bis silurische Alter der Gelnica-Serie, obwohl ursprünglich nur auf Grund ihrer lithologischen Analogie mit der „Grauwackenzone“ der österreichischen Ostalpen als solches bestimmt, wird von den Geologen unangezweifelt angenommen und ist in der Gegenwart auch palynologisch belegt worden (P. Snopková in M. Mahef et al. 1967; O. Čorná 1962). Ebenso kann die Eingliederung der Phyllit-Diabas-Serie in das paläozoikum (Devon bis unteres Karbon), mit Hinsicht auf ihr Auftreten im Hangenden der Gelnica-Serie und mit Hinsicht auf das Vorkommen ihrer Gesteine in dem Geröllmaterial der Konglomerate des gemeriden Moskoviens, als begründet und heute bereits auch polynologisch bewiesen angesehen werden. Es bestehen jedoch Ansichten (P. Grećula 1970–1971), dass die Gelnica-Serie und die Phyllit-Diabas-Serie nicht den Charakter von superponierten Schichtenfolgen besitzen, sondern, dass es sich um einen lateralen Übergang zweier stratigraphisch gleichwertiger, zu dem Paläozoikum gehörender faciellen Schichtenfolgen handelt. Es bestehen deshalb so oder so keine Einwände gegen die stratigraphische Eingliederung des gemeriden Kristallins in das Paläozoikum.

Den Ansichten von M. Máška und V. Zoubek (1960, 1961) sehr nahe stehende Ansichten äussert auch J. Kamenický (in M. Mahef et al. 1967). Es handelt sich eher um geringere Präzisierungen und Ergänzungen der stratigraphischen Gliederung der Gesteine des Kristallins, gestützt auf die Konzeption von V. Zoubek und M. Máška. Auch er nimmt in dem Kristallin der Kleinen Karpaten einen Hiatus zwischen der Harmónia-Serie und der liegenden Serie, die er als Pezinok-Pernek-Serie benennt und im Sinne von M. Máška und V. Zoubek (1961) als oberproterozoisch ansieht, an. Er stellt die Pezinok-Pernek-Serie in Äquivalenz (als lithologisch, metamorph und stratigraphisch sehr nahestehende Serie) mit der südlichen Zone des veporiden Kristallins des Kohút-Massivs. So nimmt er analog zu dem Kristallin von Pezinok-Pernek auch für das Kohút-Kristallin ein jungproterozoisches Alter an. Die Metamorphe der übrigen Kerngebirge fasst er als älter als das obere Proterozoikum auf, und reiht sie ohne konkrete und stratigraphisch glaubwürdige Fakten in das untere, bzw. mittlere Proterozikum (Jarabá-Serie älter — unterproterozoisch, Kokava-Serie jünger).

Es muss ein kritischer Standpunkt zu der Ansicht über einen Hiatus zwischen der Harmónia-Serie und dem schieferigen Liegenden (dem sog. Pezinok-Pernek-Kristallin) eingenommen werden. Ein derartiger Hiatus ist nämlich auf Grund von geologischen Feldstudien nicht nachgewiesen worden (B. Cambel 1954, T. Buday — B. Cambel — M. Mahef 1962). Es gibt hier keine Konglomerate, noch andere Merkmale einer Unterbrechung und Wiedereinsetzung der Sedimentation. Gerade entgegengesetzt, sind hier Beweise eines allmählich zunehmenden Erscheinens von Lagen dunkler peli-

tischer (für die Harmónia-Serie charakteristischer) Sedimente in der Form von Zwischenlagen variabler Mächtigkeit.

Besonders soll betont werden, dass die Erforschung der Kleinen Karpaten vom Gesichtspunkt der Lösung der Stratigraphie des gesamten Kristallins der Westkarpaten in der Nachkriegszeit eine besondere Bedeutung gewann. Der grundlegende Anlehnpunkt zur Altersbestimmung der granitoiden Gesteine der Kleinen Karpaten war die Feststellung einer Kontakt-Einwirkung der Granitoide auf die Harmónia-Serie und direkt auf die in dieser Serie befindlichen Kalk-Linsen, deren Alter, wie schon erwähnt worden ist, paläontologisch als paläozoisch bestimmt wurde. Dadurch ist die untere Altersgrenze der Granitoide der Kleinen Karpaten festgelegt worden. Die obere Grenze wurde durch den Fund von Bruchstücken und Geröllen granitoider Gesteine in liassischen Konglomeraten bestimmt, sowie an Hand von Detritus von Granit-Mineralen in wahrscheinlich permischen, arkosenartigen Lagen in dem Liegenden von Quarziten der Hüllenserien der Kleinen Karpaten. Dadurch ist die Ansicht von P. Riehárz (1908) widerlegt worden, der ein neoides Alter der Granite der Kleinen Karpaten zuliesse, wobei er sich auf Funde von kontakt-metamorphyisierten Kalken in den Hainburger Bergen in Österreich, die er als mesozoisch ansah, stützte. Es handelt sich hier um ein Analogon der Harmónia-Kalke oder der geringen Karbonat-Gehalte in dem Kristallin mit Lagen von Amphiboliten in Bratislava, welche von dem granitoiden Magma metamorphisiert wurden, wobei Kalk-Silikat-Hornsteine entstanden sind (M. Čajková — E. Šamajová 1961, B. Cambel — J. Macek 1972).

Die Arbeiten von J. Kantor in den Jahren 1957—1964 bewiesen mittels der Kalium/Argon-Methode, dass nicht nur die Granitoide der Kleinen Karpaten, sondern auch die granitoiden Gesteine und deren periplutonische kontaktnahen Metamorphe der übrigen Gebirge der Westkarpaten variszischen Alters sind, da ihr Verhältnis des K/Ar — Gehaltes ähnlich ist wie bei diesen, stratigraphisch bestimmten Granitoiden der Kleinen Karpaten. Die geologische Bestimmung des Alters der Granitoide der Kleinen Karpaten konnten so als Etalon für die richtige Bestimmung des radiometrischen Alters der Granite und einiger Kristallinschiefer der übrigen Kerngebirge angesehen werden.

Eine weitere Etappe der das Alter des Kristallins der Kleinen Karpaten und der übrigen Gebirge der Westkarpaten betreffenden Untersuchungen bilden palynologische Forschungsarbeiten, die von O. Čorná (1968, 1969, 1970, 1972), O. Čorná — A. Ilavská (1962), A. Ilavská (1963, 1964), P. Snopková (1962) — in M. Maheř et al. 1968, S. 136), P. Snopková (in A. Klinec 1966) und E. Planderová (1974), E. Planderová (in A. Klinec et al. 1975) erfolgreich betrieben wurden. In der Gegenwart entfalten sich dank der obengenannten Wissenschaftler in dem Kristallin anderer Gebirge der Westkarpaten ausgedehnte palynologische Forschungen. Die bisherigen palynologischen Untersuchungen haben bewiesen, dass nicht nur die Harmónia-Serie und das liegende Kristallin von Pezinok-Pernek in den Kleinen Karpaten, sowie das gemeride Kristallin paläozoisch sind, sondern auch weitere Schichtenfolgen in den Tatravaporiden als Paläozoikum angesehen werden können (O. Čorná — L. Kamenecký 1972, O. Čorná 1974, O. Čorná — L. Kamenecký, Geologický zborník, in Druck). E. Planderová (in A. Klinec et al. 1975) bestimmte das altpaläozoische Alter des sog. Hron-Komplexes. Gleichzeitige palynologische Forschungen in dem Bereich der Kleinen Karpaten (B. Cambel — O. Čorná 1974) beweisen, dass das Alter des Kristallins von Pezinok-Pernek Silur-Devon mit Anzeichen von Unterkarbon (Krematorium Bratislava), und das Alter der Harmónia-Serie Devon bis Unterkarbon ist. Die Gesteine des Kristallins von Pezinok-Pernek

könnten nicht nur stratigraphisch, sondern auch lithologisch als ein intensiv metamorphisiertes Analogon der Phyllit-Diabas-Serie der Gemeriden, oder auch als Analogon einiger Glieder der Gelnica-Serie angesehen werden. Ähnlicherweise besitzen Gesteine in den Gemeriden bei Dobšiná und an anderen Stellen an dem Kontakt der Tatravaporiden mit den Gemeriden ebenfalls solche Charakteristika. Auffällig ist auch die Analogie von palynologischen Resten in Pyrit-Erzen der Kleinen Karpaten mit Resten, die sich in Erzen der Lagerstätte von Heřpa befinden.

Es muss jedoch besonders betont werden, dass bisher, bei der geringen Anzahl von Analysen, die Begrenzung der Ausdehnung der Vorkommen paläozoischer Komplexe in den Tatravaporiden ungewiss bleibt, auch wenn nach den palynologischen Studien Paläozoikum an mehreren Stellen in zahlreichen Kerngebirgen auftritt.

Nach den bisherigen Beobachtungen sind keine geologischen Beweise der Existenz eines Hiatus zwischen den älteren Gliedern des Proterozoikums und dem Paläozoikum gefunden worden, deshalb kann ein allmählicher und lithologisch wenig unterschiedener Übergang des Paläozoikums in das obere Proterozoikum angenommen werden. Dies kann auch eine der Ursachen sein, die es erschweren eine Grenze zwischen dem Paläozoikum und dem obersten Proterozoikum zu ziehen.

Begründet ist deshalb auch die derzeitige Vielfalt der Ansichten über die Vertretung der paläozoischen Glieder der schieferigen Komplexe des Kristallins der Tatravaporiden und die Vertretung von älteren präkambrischen Formationen in den einzelnen Gebieten. Es scheint, dass die neuen Angaben die Voraussetzung untermauern, dass in dem gegenwärtigen Relief der Westkarpaten das paläozoische Kristallin im Übergewicht über den präkambrischen Gliedern steht, deren Existenz in tieferen Partien angenommen werden muss und deren Auftritt an der Oberfläche wohl nur sporadisch — und bisher nicht identifiziert, ist.

Wie schon angedeutet wurde, tritt heute die bereits früher einmal von V. Zoubek (1936) geäusserte Ansicht über die ziemlich grosse lithologische und stratigraphische Einheitlichkeit der schieferigen Komplexe in dem Bereich des Kristallins der Westkarpaten, das als Paläozoikum angesehen wurde, in den Vordergrund. Es ist nämlich schwierig, die Ansicht zu widerlegen, nach der sich die schieferigen Schichtenfolgen der Gemeriden unter Bedingungen einer progressiven Metamorphose (vor allem einer durch den Granit-Plutonismus hervorgerufenen periplutonischen Metamorphose) in Gesteine verändern könnten, die den in den Tatravaporiden heute gemeinen Kristallinschiefern ähnlich sind. Es ist schon angeführt worden, dass zum Beispiel das Kristallin von Pezinok-Pernek als ein lithologisches — jedoch nicht metamorphes — Äquivalent der Gemeriden, vor allem der Phyllit-Diabas-Serie angesehen werden kann. Wir wissen, dass die Gesteine des Kristallins der Kleinen Karpaten petrographisch Metamorphiten anderer Kerngebirge ähnlich sind. Einen Beweis hierfür bilden Metamorphite aus dem Gebiet von Dobšiná (L. Rozložník 1965) und aus weiteren Randgebieten, in denen variszische Plutonite *in situ* in die Nähe des Gemerikums gelangen, inbegriffen auch Tiefenzonen unterer Abteilungen des gemeniden Kristallins — durch eine Bohrung entblösst (P. Greecula 1975), sowie Metamorphite, die unter dem Einfluss des Plutonismus der gemeniden Granite entstehen.

Die Analogie der Kies-Vererzung in dem Bereich der Kleinen Karpaten, Heřpa und bei Polhora, oder auch in dem Bereich des Tales Žiarska dolina und mit gewissen Unterschieden auch in dem Gebiet von Smolník, bietet die Möglichkeit, die Vererzung als Ausserung der lithologisch-stratigraphischen Analogie der Entstehung von schieferigen Schichtenfolgen in dem Paläozoikum in der Zeitspanne vor dem Beginn des variszischen magmatisch-orogenen Zyklus anzusehen.

Ähnlich fasst H. Maucher (in H. Maucher — R. Höll 1968) die Assoziation der Sb, W ± Hg Vererzung als Äusserung des paläozoischen submarinen, metallogenen Geosynkinal-Zyklus auf. Dieser Autor stellt, bei einem Vorkommen der genannten Assoziation von Erzmineralen in den Lagerstätten und auf Grund der Analogie, auch das Kristallin von Köseg, sowie die Lagerstätten von Sb-Erzen bei Schleining in Österreich, zu dem Paläozoikum. Das Kristallin der Kleinen Karpaten und das Kristallin des Gebirges Spišsko-gemerské rudohorie (Zips-Gömörer Erzgebirge) sieht er vom Standpunkt des Vorkommens dieser Sb-W. ± Hg Mineralisation womöglich ebenfalls als paläozoisch an.

Ein Meinungsaustausch über die Stratigraphie des Kristallins der Tatravaporiden ohne weiterer Fakten, vor allem geochronologischer und palynologischer, scheint bereits unfruchtbare und nicht förderlich zu sein. Es muss deshalb alles getan werden, um neue paläontologische, aber hauptsächlich palynologische und geochronologische Angaben zu ermitteln, um so die grundlegenden stratigraphischen Fragen des Kristallins der Westkarpaten zu klären und die Ausdehnung der Vorkommen von paläozoischen und präkambrischen Komplexen in dem Relief der Westkarpaten zu bestimmen.

Es muss deshalb die gegenwärtige Phase der stratigraphischen Studien des Kristallins der Westkarpaten als Phase eines intensiven Aufsuchens von konkreten Angaben zur Ermöglichung der stratigraphischen Gliederung des Kristallins angesehen werden. Neue Angaben können die bisherigen Ansichten bestätigen oder widerlegen. Wenn wir die bisherigen, von J. Kantor mit Hilfe der K/Ar Methode erzielten Resultate nicht mitrechnen, so ist die Anzahl der Ergebnisse die mit anderen Methoden (Rb/Sr, Pb-Isotope) erzielt wurden, sehr gering.

Erst in den letzten Monaten sind zum Beispiel die ersten Resultate der Altersbestimmung von Gesteinen der Westkarpaten mit Hilfe der Blei-Methode erzielt worden. Im Rahmen der Zusammenarbeit des Geologischen Institutes der Slowakischen Akademie der Wissenschaften mit Geologen vom „Institut für Geochemie und Physik der Minerale“ an der Ukrainischen Akademie der Wissenschaften in Kiew, haben wir mit der Probenahme der Haupttypen von Gesteinen des Kristallins in dem Bereich der Westkarpaten begonnen. Die ersten Resultate wurden von einem Autorenkollektiv (A. Bojko — L. Kamenníký — N. P. Semenenko — B. Cambel — N. Šeerbák 1974) erarbeitet. Diese Ergebnisse haben bewiesen, dass das Alter von Migmatiten bei Trangoška in dem Bereich der Niederen Tatra, das von M. Máška und V. Zoubek (1961) und J. Kamenníký (1967) als älteres Proterozoikum angesehen wurde, an Hand von Analysen des Zirkons und Monazits variszisch ist. Ähnlich verhält es sich auch bei dem Granit in Aufschlüssen an Einschnitten der Strasse Čertovica — Boca in der Niederen Tatra, der dem Granit vom Typ Kralička nahesteht. Das selbe wurde durch die Altersbestimmung einiger weiterer granitoider Gesteine der Westkarpaten bestätigt. Auch J. Burchart (1968, 1970) stellte mit Hilfe der Rb/Sr Methode fest, dass Granite und Gneise aus dem Gebiet der Hohen Tatra ein variszisches Alter besitzen. Nur in den Schiefern aus dem Bereich von Čuba Goryczkowa ist auf Grund von vier Bestimmungen des eigentlichen Gesteins ein Alter von 345 bis maximal 413 Millionen Jahren festgestellt worden, wobei die Berechnung an Hand von Isochronen 315 Mill. Jahre nicht überschreitet. Der Ansicht von J. Burchart nach, kann die metamorphe Formung dieser Schiefer in dem hypothetischen kaledonischen magmatisch-orogenen Zyklus angenommen werden. J. Burchart äussert auf Grund des Verhältnisses der Strontium-Isotope die Ansicht, dass ein präkambrisches Alter der angeführten Schiefer sehr unwahrscheinlich sei. Die von J. Burchart mit der Rb/Sr Methode bestimmten granitoiden Gesteine, sowie die Be-

stimmungen des Institutes für Geochemie und Physik der Minerale an der Ukrainschen Akademie der Wissenschaften in Kiew auf Grund von radiogenem Blei bestätigen in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der, bei uns von J. Kantor entfalteten K/Ar Methode das variszische Alter weiterer granitoider Massive und Migmatite, oder auch anderer, sich in der Nähe der Granite befindenden Metamorphite. Eine detailliertere Information über die Datierung des Kristallins der benachbarten Gebiete geben L. Kamennický (1973) und M. Mahel (1975). Bei dem Mangel an Angaben aus dem Bereich der tschechoslowakischen Karpaten sind diese Angaben bedeutungsvoll und müssen berücksichtigt werden.

Offen bleibt die Frage der Ursache des Entfliehens von Argon aus Gesteinen des vaporiden Kristallins, vor allem in den Randzonen des Kontaktes von Gemenikum und Veporikum, aber auch in Gebieten einer starken alpidischen Diaphthorese in den Veporiden. Hier kam es zu einer Verjüngung des Alters hauptsächlich durch den Eingriff einer Tektonometamorphose, die bis in Prozesse der progressiven Rekristallisierung auslief (J. Kantor 1960, S. Vrána 1964).

Die Gründe der Verjüngung (des Argon-Verlustes) können verschieden sein:

1. Alpidische Tektonometamorphose, verbunden mit einer Diaphthorese — bis einer sich progressiv entwickelnden Rekristallisierung in thermodynamische Verhältnisse der Mesozone (nach der Auffassung von Grubenmann — Niggli).
2. Neoider Granit-Plutonismus, dessen Ausbreitung und metamorphe Wirkung in der Tiefe nicht hinreichend geklärt ist.

Probleme der Bestimmung des Alters der Metamorphose in dem Bereich der Westkarpaten

Wenn wir die Schwierigkeiten der stratigraphischen Eingliederung der Gesteine des Kristallins erwägen, so überträgt sich diese Unsicherheit gleichzeitig auch auf die altersmässige Einreihung der Entstehung der magmatischen Gesteine und Migmatite und der Altersbestimmung der, von den magmatischen Prozessen bewirkten progressiven Metamorphose. Ähnlich verhält es sich auch mit der diaphthoritischen retrograden Metamorphose, die potentiell von jeder Orogenese verursacht worden sein konnte, sowie mit der Altersbestimmung von Mylonitzonen, Vererzungsprozessen u. s. w.

In unserer Literatur wurden bereits zahlreiche Ansichten über das Alter der Aussagen des Plutonismus in der geologischen Entwicklung der Westkarpaten vorgelegt. Leider geschah dies oft ohne geochronologische Beweise. Ähnlich ist auch die Existenz von Diaphthoriten verschiedenen Alters ohne einer solchen Datierung angenommen worden. So wird z. B. in dem Gebiet des Gebirges Považský Inovec in karbonischen Konglomeraten mit Geröllen diaphthoritisierter Gesteine, eine variszische oder noch ältere Diaphthorese des Geröllmaterials angenommen (J. Kamennický in B. Cambel — J. Kamennický — E. Krist 1961), doch niemand hat es bisher versucht, dieses Problem mit Hilfe von Methoden der radiometrischen Geochronologie zu lösen. Ebenso besitzen wir keine systematischen Studien des Alters von Geröllen der Konglomerate aus Flysch- oder anderen Gebieten, die eine ausschlaggebende Bedeutung bei der Altersbestimmung von Gesteinen besäßen, die aus den ziemlich weit südlich von dem Rand der Karpaten, unter dem Flysch gelegenen Kämmen stammen und zum Teil zu Gesteinen vorhergehender geologischer Zyklen gehören.

Bei zahlreichen Diaphthoriten aus den Tatravaporiden oder den Gemeniden wird ebenfalls ein alpidisches Alter vorausgesetzt, welches ohne Schwierigkeiten auch mit Hilfe der K/Ar Methode registriert werden könnte, besonders wenn wir annehmen,

dass sie durch die progressive mesozonale alpidische Diaphthorese entstanden sind. Und so sind leider auch solche Gesteine mit ausseparierbaren Muskoviten nicht geochronologisch untersucht worden und unsere Voraussetzungen beruhen auch heute noch auf Annahmen.

Das Alter von Mylonitzonen oder von Mineralen hydrothermaler Gänge, die uns auch mittels der uns zugänglichen K/Ar Methode glaubwürdige Werte liefern könnte, ist ebenfalls nicht durch eine ausreichende Anzahl von Analysen geprüft worden. Natürlich ist bei einer Altersbestimmung von Mylonitzonen, gegebenenfalls auch bei der Bestimmung des Alters von Metamorphiten mit kombinierten und aufeinanderfolgenden metamorphen Prozessen, die Kalium/Argon-Methode nicht ganz richtungsweisend, da sie das Alter der zuletzt wirksamen Metamorphose bestimmt. Die K/Ar Methode ergibt ein Alter, welches oft zufällig von dem Schwierigkeitsgrad des Freiwerdens von Argon aus dem Gitter der Minerale, bei sich allmählich entfaltenden und ändernden nachträglichen metamorphen Einwirkungen, abhängt (so verursacht z. B. über Mylonitzonen, besonders die an die Oberfläche treten, zirkulierendes Wasser eine Zersetzung der Minerale auch in der Gegenwart). Bekannt ist auch, dass sich alte Störungen und Mylonitzonen während jüngerer Orogenesen erneuern. Diese Tatsache muss bei der Aufstellung von Schlüssen über das Alter von Mylonitzonen besonders berücksichtigt werden.

Ahnlich wird über das Alter der, durch Plutonismus verursachten, progressiven metamorphen Prozesse diskutiert. Es kann eine mehrphasige präkambrische Ursache der progressiven Metamorphose angenommen werden. Es kann neben der alpidischen und der variszischen progressiven Metamorphose auch eine kaledonische, mit dem eigentlichen Plutonismus verbundene progressive Metamorphose zugelassen werden. Auf einer derartigen Voraussetzung kann die Existenz von granitoidem Plutonismus in verschiedenen Zeitaltern, also die Existenz von Granitoiden unterschiedlichen Alters in dem Gebiet der Westkarpaten angenommen werden. Es muss bemerkt werden, dass die Altersbestimmung von granitoiden Gesteinen leichter und zuverlässiger ist als von Sedimenten. Daher sollte die Geochronologie Beweise der Existenz präkambrischer oder eines kaledonischen Granit-Plutons zuverlässig bestätigen.

Es muss jedoch betont werden, dass Behauptungen über die Existenz eines Plutonismus in älteren Zeitaltern als dem variszischen und kretazischen, in dem Bereich der uns zugänglichen Komplexe in den Westkarpaten bisher weder durch geochronologische Messungen überprüft, noch durch geologische Beobachtungen bestätigt worden sind. Die letzten, mit der Rb/Sr Methode durchgeführten Studien von J. Burchart lassen die Möglichkeit zu, eine hypothetische kaledonische Metamorphose anzunehmen, die jedoch auch einen nur epizonalen Charakter besitzen konnte, und eher aussagt, dass die Schiefer bereits zwischen Silur und Devon metamorph geformt waren; über einen Plutonismus sagt diese Tatsache jedoch nichts aus. Eine solche Metamorphose stellte J. Burchart lediglich bei Gneis von Goryczkowa auf der polnischen Seite der Hohen Tatra fest, die übrigen Schiefer (Gneise) aus dem Bereich der Hohen Tatra wiesen nur Anzeichen der variszischen Metamorphose auf, von welcher die Merkmale einer vorhergehenden älteren Rekrystallisierung völlig verwischt wurden (J. Burchart 1968, 1970).

Falls wir den metamorphen Einfluss von geringmächtigen hypoabyssischen Gangkörpern verschiedenen Alters nicht beachten, oder den metamorphen Einfluss von Extrusivgesteinen — die eine Kontakt-, vor allem thermische Umbildung (Rekrystallisierung) in geringem Ausmass in der Nähe der Kontakte zur Folge hatten — so sind in dem Bereich der Westkarpaten folgende metamorphe Prozesse bewiesen:

- a) Regionale, schwach intensive (epizonale) Metamorphose aus dem Zeitalter des prävariszischen Plutonismus.
- b) Regionale, progressive variszische präintrusive Metamorphose (biotitische Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise, Migmatite, hybride Granite und Granit-Gneise), die in autochthonen Gebieten des sich entfaltenden Plutonismus, der Granitisation, Hybridisation und Sediment-Aufschmelzung (Palingenese) entsteht.
- c) Periplutonische Metamorphose, die in eine regionale progressive Metamorphose einerseits (Entstehung von kontaktnahen Migmatiten, Gneisen, Glimmerschiefern, biotitischen Phylliten) und anderseits in eine typische Kontaktmetamorphose mit der Entstehung von Hornsteinen, Hornstein-Phylliten, Fleckschiefern u. s. w., übergeht.
- d) Typische Kontaktmetamorphose, nur in kleine Entfernungen von dem Kontakt mit den Intrusivgesteinen (Ausläufern granitoider Apophysen) wirkend, mit einer Entstehung von Hornsteinen, Fleck- und Knollenschiefern u. s. w.
- e) Alpidische Tektonometamorphose von regionalem Ausmass, die manchmal in eine progressive regionale metamorphe Rekristallisierung der vorher diaphthoritisch destruierten älteren Gesteine übergeht.

Die Gebiete in denen sich die Prozesse des sich entfaltenden Plutonismus und des Aufschmelzens von Sedimenten abspielen, sind nicht nur durch breite Migmatitzonen und weiter entfernt Gneiszonen gesäumt, aber aus diesen autochthonen Stellen des entstehenden Magmas wird das bewegliche palingene Magma in der Regel in den Abschlussphasen der Verfaltung in höhere Lagen der schieferigen Hülle emporgepresst, wo es die Quelle einer Tiefen-Kontakt-Metamorphose sein kann, besonders wenn es in höhere Glieder der schieferigen Hülle, die gewöhnlich relativ schwach metamorphisiert zu sein pflegen, gelangt. Das intrudierende Magma bildete thermodynamische und metamorphe Verhältnisse, die mit den Verhältnissen jener metamorphen Fazies identisch sind, welche für die progressive Regionalmetamorphose charakteristisch sind. Ein Unterschied besteht garnicht so in der stofflichen und mineralischen Zusammensetzung der Gesteine, sondern einzig darin, dass die isometamorphen Zonen bei einer Tiefen-Kontakt-Metamorphose schmal sind und hier deutlich eine rasche Zunahme der Metamorphose in Richtung zu dem intrudierenden Granitoid-Körper zu sehen ist. Die Mächtigkeit von der Gneis-Zone bis zu der isomorphen Zone biotitischer Phyllite beträgt 500 bis 1000 m. Der metamorphe Effekt hängt auch von der Petrographie der Gesteine der Hülle, und nicht nur von der metamorphen Intensität des Magmas ab.

In dem Bereich der Kleinen Karpaten existiert eine einzige, durch periplutonische Kontaktwirkung von Granit-Körpern verursachte progressive Metamorphose. Diese Metamorphose zeigt einerseits typische Ausserungen einer Kontaktmetamorphose mit der Entstehung von Hornsteinen, doch zumeist können wir allmäßliche Übergänge von der Kontaktmetamorphose zu einer regionalen Umbildung beobachten, bei welcher kontaktnahe Migmatite, zweiglimmerige Granit- Sillimanit- und Staurolith-Gneise, biotitische Glimmerschiefer und biotitische Phyllite entstehen. Zum Unterschied von dem Gebiet der Kleinen Karpaten sind in den übrigen Kerngebirgen und in den Veporiden auch die Metamorphite typisch für die Zone einer autochthonen Migmatisierung *in situ*, mit mächtigen Zonen von Gneisen und Glimmerschiefern. Hier sind synkinematische Migmatite und andere hybride Gesteine typisch für den Bereich eines sich entfaltenden Plutonismus, wobei sich in der Migmatitzone zahlreiche relativ kleine, subautochthone Intrusionen granitoider Apophysen befinden. In dem Bereich der Veporiden wirkt auch diese Migmatisationszone auf die umgebende Hülle wie ein Intrusivkörper, und in Richtung zu dem Zentrum des Migmatisationsprozesses nimmt die Stufe der Metamorphose in den umgebenden Gesteinen der Hülle zu.

Alle bisher durchgeföhrten Altersbestimmungen der Migmatite mit Hilfe radiometrischer Methoden bestätigen die Existenz eines nicht älteren als variszischen granitoiden Plutonismus und einen an ihn gebundenen metamorphen Prozess. Dies bezieht sich auf Gesteine aus dem Bereich der Migmatite mit den verschiedensten Ausserungen einer progressiven Granitisierung und Anatexis. Es ist selbstverständlich, dass metamorphe Ausserungen des alpidischen Granit-Plutonismus in den Gemeriden bewiesen sind, doch wurden diese Gesteine bisher nicht speziell mittels der radiometrischen Geochronologie studiert.

Auf Grund des oben Erwähnten können wir also behaupten, dass in den Westkarpaten keine, von Plutonismus präkambrischer Zyklen metamorphisierte Gesteine zu Tage treten. Oder es kann vorausgesetzt werden, womit ich selbst nicht übereinstimme, dass diese progressive Metamorphose in seiner Weise verborgen ist, dass die bisherigen Methoden der Altersbestimmung erfolglos bleiben. Die Ursache dieser Schwierigkeiten ist vor allem die geringe Anzahl geochronologischer Analysen und die sich daraus ergebende Unmöglichkeit grundsätzlicher Extrapolationen und Schlussfolgerungen.

Verschiedene, aufeinanderfolgende metamorphe Prozesse könnten gesondert auf Grund der Geochronologie einzelner, aus demselben Gestein separierter Mineralfraktionen z. B. Serizit, Amphibol, Zirkone u. s. w. untersucht werden. Ähnliche interessante Informationen können Analysen von Zirkonen bieten, die aus Sedimentärgesteinen, welche nach den einzelnen genetischen Typen gesondert sind, separiert werden. Die Zirkone können hier klastogen, authigen, bzw. anders spezifisch unterscheidbar sein (Farbe, Morphologie u. s. w.). Klastogene und durch Transport abgeriebene Zirkone können das Alter von alten, destruierten Massiven des vorhergehenden sedimentär-magmatischen Zyklus indizieren, während authogene Zirkone, bzw. andere Minerale das Alter der metamorphen Entstehung der Gesteine indizieren.

Alle diese Möglichkeiten der geochronologischen Datierung sind bei uns bisher nicht ausgenützt worden, deshalb sind auch unsere Erkenntnisse über die Stratigraphie des Kristallins eher Intuitionen und wurden mit Hinsicht auf verschiedene Analogien gebildet, oder sie fussen auf Gesichtspunkten gewisser tektonischer Vorstellungen der Autoren.

Die Geochronologie könnte auch bei der Frage der Unterscheidung von Gesteinen des Gemerikums und des Veporikums behilflich sein sowie bei der Lösung der gestellten Frage, ob das gegenwärtige gemeride Kristallin nur ein Produkt anderer metamorpher Bedingungen ist, oder ob es sich wirklich um eine selbständige lithogenetische und stratigraphische Einheit im Vergleich zu den Gesteinen der Tatravaporiden handelt. Besonders in den Gebieten des Kontaktes der Tatravaporiden mit den Gemeriden könnte dieses Problem mit Hilfe der Geochronologie entfaltet und gelöst werden.

Die zweite Möglichkeit bietet das Studium von Tiefbohrungen, die zur Zeit in dem Bereich der Gemeriden betrieben werden. Auf eine dieser Bohrungen wies P. Greecula im Exkursionsführer (P. Greecula 1975) hin. Er hat diese interessante Bohrung (SG-2 Prakovce) auch beschrieben. P. Greecula stellte fest, dass die Metamorphe in dem Teufenintervall von 2005 bis 2300 m bereits den Schiefern des Veporikums ähnlich sind.

Falls es sich um die variszische progressive Metamorphose der Schiefer der Gelnica-Serie handelt, könnte dies leicht mittels der normalen K/Ar Analyse von Biotit aus diesen Schiefern bestätigt werden.

Weiter besteht hier auch die Möglichkeit zu untersuchen, ob die Gesteine der Gemeriden nicht unter dem Einfluss eines kretazischen Granit-Plutonismus metamorphosiert wurden, dies sollte auf Grund der K/Ar Analyse von Biotiten aus metamorphi-

sierten Schiefern des Gemerikums leicht festzustellen sein. Gleichzeitig könnte damit auch die Ausdehnung des gemeriden Granit-Plutons (im Liegenden der Gelnica-Serie) bestimmt werden. Unter der Voraussetzung, dass die Gesteine des unteren Teiles der Bohrung alle einen Metamorphose-Typ aufweisen werden, z. B. einen variszischen, so können wir dies als Bestätigung dessen auffassen, dass das gemeride, von einem variszischen Plutonismus metamorphisierte Kristallin Gesteine ergibt die denen analog sind, die wir in den Tatrateporiden antreffen.

Der Zweck meines Beitrages war nicht die Aufstellung einer kompletten Ansicht über die Stratigraphie des Kristallins der Westkarpaten, sondern eher darauf hinzuweisen, dass bisher noch sehr wenig dazu getan wurde, um die Stratigraphie des Kristallins verantwortungsvoll auf Grund von radiometrisch-geochronologischen und palynologischen Angaben bearbeiten zu können. Ich möchte auf die grossen Möglichkeiten der Lösung dieses Problems hinweisen; wenn wir uns in der Folgezeit auf die Durchführung geochronologischer und palynologischer Forschungen orientieren, so werden wir rascher zu einem Stadium gelangen, in welchem die Hypothesen und stratigraphischen Schemen des Kristallins durch konkrete geochronologische Werte gestützt sein werden. So wird auch die Lücke beseitigt werden, die sich von diesem Gesichtspunkt aus in den Westkarpaten im Vergleich zu den übrigen Staaten Europas gebildet hat.

Übersetzt von L. OSVALD.

SCHRIFTTUM

- ANDRUSOV, D. 1958: Geológia československých Karpát I. Slov. akadémia vied, Bratislava, 304 S.
- ANDRUSOV, A. 1968: Grundriss der Tektonik der nördlichen Karpaten, Vyd. SAV, Bratislava, 189 S.
- BOJKO, A. — KAMENICKÝ, L. — SEMENENKO, N. P. — CAMEL, B. — ŠČERBAK, N. 1974: Časť rezultátov opredelenia absolútного vekraza horných porod krystalického masíva Zapadných Karpat i so súvremenoj sestojaní znáj. Geol. zborn. Slov. akad. vied, Geologica Carpathica, 25, 1, S. 25—39.
- BUDAY, T. — CAMEL, B. — MAHEL, M. 1962: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000 M-33-XXXV, M-33-XXXVI. Bratislava. S. 28—73.
- BURCHART, J. 1968: Rubidium — strontium isochrom ages of the crystalline core of the Tatra Mountains, Poland. Amer. J. Science (New Haven), 266, S. 895—907.
- BURCHART, J. 1970: Skaly krystaliczne wyspy Gorickiej w Tatrych. Studia geologica polonica (Warszawa), 32.
- BURCHART, J. 1970: The crystalline core of the Tatra mountains; a case of polymetamorphism and polytectonism. Eclogae geol. Helv. (Basel), 63, 1, S. 53—56.
- CAMEL, B. 1954: Geologicko-petrografické problémy v severozápadnej časti kryštalínika Malých Karpát. Geol. práce, zoš. (Bratislava), 36, S. 3—65.
- CAMEL, B. — VALACH, J. 1956: Granitoïdne horniny v Malých Karpatoch a ich geológia, petrografia a petrochémia. Geol. práce, 42, S. 115—229 (Bratislava).
- CAMEL, B. — KAMENICKÝ, J. — KRIST, E., 1961: Poznámky ku geológii kryštalínika Malých Karpát, Považského Inovec, Tribča a západnej časti Vepora. Sprievodca, sekcia A, Kryštalínikum. Geol. ústav D. Stúra (Bratislava), S. 7—42.
- CAMEL, B. — ČORNÁ, O., 1974: Stratigrafia kryštalickovo osnovanija massiva Malých Karpát v svete palinologických issledovanij. Geol. sborník Geologica Carpathica XXV, 2, (Bratislava), S. 231—241.
- ČORNÁ, O. — ILAVSKÁ, A., 1962: Nález permiských sporoform v Malých Karpatoch. Geol. zborn. Slov. akad. vied (Bratislava), 13, 2, S. 187—196.
- ČORNÁ, O., 1968: Sur la trouvaille de restes d'organismes dans les roches graphitiques du cristallin des Petites Carpathians. Geol. zborn. Slov. akad. vied (Bratislava), 19, 2, S. 303—309.
- ČORNÁ, O., 1969: Bemerkungen zu Verbreitung palynologischer Mikrofossilien vom Praekambrium bis zum Unterkarbon. Geol. zborn. Slov. akad. vied (Bratislava), 20, 2, S. 399—416.

- ČORNÁ, O., 1970: Plant Remains in Ordovician of the Bohemian massif. Geol. zborn. Slov. akad. vied (Bratislava), 21, 1, S. 183–186.
- ČORNÁ, O., 1972: O nachodke organičeskich ostatkov v betljarských slojach (Spišsko-gemerskije molnyje gory, Slovakijs, nižnij paleozoj). Geol. zborn. Slov. akad. vied (Bratislava), 23, 2, S. 379–382.
- ČORNÁ, O., 1974: Kratkoje oboščenije palynologičeskich issledovanij nemych tolšč v Zapadnych Karpatoch. Geol. zborn. Slov. akad. vied (Bratislava), 25, 1, S. 177–182.
- ČORNÁ, O.—KAMENICKÝ, L., 1972: Contributions à la connaissance de l'infrastructure des Carpathes occidentales. Referat symposium Liblice. S. 1–7.
- ČORNÁ, O.—KAMENICKÝ, L., 1976: Príspevok ku stratigrafii kryštalínika Západných Karpát na základe palynológie. Geol. zborn. 27 (Bratislava), in Druck.
- FUSÁN, O.—MÁSKA, M.—ZOUBEK, V., 1955: Niektoré dnešné problémy stratigrafie Spišsko-gemerského paleozoika. Geol. práce, Zprávy (Bratislava), 2, S. 3–15.
- GRECULA, P., 1970: Gelnická séria ako jediný reprezentant staršieho paleozoika Spišsko-gemerského rudohoria. Mineralia slovaca, 2, č. 7, S. 181–190 (Spišská Nová Ves).
- GRECULA, P., 1970: K stratigrafii staršieho paleozoika Spišsko-gemerského rudohoria. Mineralia slov. (Spišská Nová Ves), 2, č. 7, S. 126–191.
- GRECULA, P., 1971: K problematike kaledónskeho vrásnenia v SGR. Geol. práce, Spr. 57, S. 9–37.
- GRECULA, P., 1973: The homeland of the gemic and its metallogenesis. Mineralia slovaca, 5, S. 221–245 (Spišská Nová Ves).
- GRECULA, P., in SLAVKAY, M., 1975: Struktúrny vrt SG-2 (Prakovce) — staršie paleozoikum. Mineralia slovaca, 7, č. 4, S. 11–14 (Spišská Nová Ves).
- KAMENICKÝ, J., 1967: in MAHEE et al. Regionální geologie ČSSR, díl II, Západní Karpaty, sv. I, Praha, S. 486.
- KAMENICKÝ, L., 1973: Lithologische Studien und strukturelle Rekonstruktion des Kristallinums der Zentralen Westkarpaten. Geol. zborn. Slov. akad. vied (Bratislava), 24, 2, S. 275–281.
- KANTOR, J., 1957: A⁴⁰/K⁴⁰, metóda určovania absolútneho veku hornín a jej aplikácia na betliarsky gemenidný granit. Geol. práce, Zprávy (Bratislava), 11, S. 198–200.
- KANTOR, J., 1959: Príspevok k poznaniu veku niektorých granitov a s nimi späťtých ložísk Záp. Karpát. Acta geol. geogr. Univ. Comeniane (Bratislava), 2, S. 63–68.
- KANTOR, J., 1959 a: Príspevok ku geochronológií nízkotatranských granitov. Geol. práce, GUDS (Bratislava), 55, S. 159–168.
- KANTOR, J., 1959 b: Vek niektorých vysokotatranských granitoidov kryštalických bridlic podľa rádioaktívneho rozpadu K⁴⁰. Geol. zborn. Slov. akad. vied (Bratislava), 10, 1, S. 89–92.
- KANTOR, J., 1959 c: Príspevok k poznaniu vaporidných granitov podľa A/K⁴⁰ metódy. Geol. práce, Správy (Bratislava), 16, S. 5–10.
- KANTOR, J., 1960: Kriedové orogenetické procesy v svetle geochronologickeho výskumu vaporidného kryštalínika. Kohútske pásma, Geol. práce, Správy (Bratislava), 19, S. 5–49.
- KANTOR, J., 1961: Beitrag zur Geochronologie der Magmatite und Metamorphite des westkarpatischen Kristallins. Geol. práce, Zošit (Bratislava), 60, S. 303–317.
- KANTOR, J., 1962: Izotopy obyčajného olova v niektorých západokarpatských ložiskách. Geol. práce, Zošit (Bratislava), 61, S. 475–495.
- KANTOR, J., 1964: Je studenecký granit zo záp. časti Nízkych Tatier kriedovou intrúziou? Geol. práce, Správy (Bratislava), 31, S. 213.
- KLINEC, A., 1966: K problému stavby a vzniku vaporského kryštalínika. Sborník geol. vied. Západné Karpaty (Bratislava), 6, S. 7–28.
- KLINEC, A.—PLANDEROVÁ, E.—MIKO, O., 1975: Staropaleozoický vek horného komplexu vaporid. Geologické práce, Správy, 63, GUDS (Bratislava), in Druck.
- KOUTEK, J., 1930: Geologické studie na severozápade Nízkych Tatier. Sborník St. geol. ústavu ČSSR IX, Praha, S. 412.
- KOUTEK, J.—ZOUBEK, V., 1936: List Bratislava 4758, geol. mapy čs. sep., vysvetlivky, Knih. Stát. geol. ústavu (Praha), 18, S. 7–150.
- KRIST, E., 1976: Výskyt metamorfovaných tufov a tufitov vo vaporidnom kryštalíniku centrálnych Západných Karpát. Geol. zborn. zoš. 4, zv. 27, 1 (in Druck).
- KRIST, E., 1976: Leptite rocks in the crystalline complex of the Central West Carpathians. Acta geol. et geogr. Univ. Comen. (Bratislava) in Druck.
- MAHEL, M., 1967: Regionální geologie ČSSR. Díl II. Západní Karpaty, sv. 1, Praha, S. 486.

- MAHEL, M., 1975: Predalpínske vrásnenie v Karpatoch na Balkáne a v Dinarskom pohorí. Geol. práce — Správy, 64, str. 57—80 (Bratislava).
- MÁŠKA, M. — ZOUBEK, V. in BUDAY, T. a kol., 1961: Tektonický vývoj Československa. Českoslov. akad. vied, Praha, S. 232.
- MAUCHER, A. — HÖLL, R., 1968: Die Bedeutung geochemisch-stratigraphischer Bezugs-horizonte für die Alterstellung der Antimonitlagerstätte von Schlaining im Burgenland, Österr. Mineral. Deposite (Berlin), 3, S. 272—285.
- PLANDEROVÁ, E., 1974: Poznámky k veku starohorského paleozoika na základe palyno-logickeho výskumu. Mineralia Slovaca, 6, 1, S. 63—72, Spišská Nová Ves.
- RICHARZ, P., 1908: Die südlichen Teil der Kleinen Karpaten und die Heinburger Berge. Mitt. geol. geogr. (Wien), 1.
- ROZLOŽNÍK, L., 1965: Petrografia granitizovaných hornín rakoveckej série v okolí Dobšinej. Zb. geol. vied. ZK, zv. 4 (Bratislava), S. 85—132.
- SLAVKAY, M., 1975: Ložiská nerastných surovin východného Slovenska. Sprievodec k exkurzii A. Mineralia Slovaca, 7, 4 (Spišská Nová Ves), S. 3—24.
- SNOPKO, L., 1967: Význam drobnotektonických prvkov pre riešenie geologických otázok paleozoika gemerid. Zb. geol. vied. ZK, zv. 8, S. 7—50.
- SNOPKOVÁ, P., 1962 in MAHEL, M. et al., 1967: Regionální geologie ČSSR II. Západní Karpaty, sv. 1, S. 1—486.
- SZADECZKY-KARDOSS, E. et al., 1967: Metamorfose in Ungarn. Acta geol. Acad. Sci. Hung., 11 (1—3), S. 48—58 (Budapest).
- VARGA, I., 1973: Minerafnyje asociacij regionalnogo metamorfizma i ich zonalnost v Spišsko-gemerskom rudogorji. Mineralia Slovaca, 5, 2, S. 115—134.
- VRÁNA, S., 1964: Petrogenese vaporidního kryštalinika v okolí Slavošovec. Geol. práce, Správy 33 (Bratislava), S. 5—30.
- VRÁNA, S., 1964: Chloritoide and kyanite zone of alpine metamorphism on the boundary of the Gemerides and Veporides (Slovakia). Kryštalíkum 2, Prague, Akadémia, S. 45—53.
- ZOUBEK, V., 1936: Poznatky o kryštalinku Západných Karpát. Věst. stát. geol. ústavu (Praha), 12, S. 207—239.
- ZOUBEK, V., 1957: Hranice gemerid s vaporidami. Geol. práce. Zoš. 46 (Bratislava), S. 38—50.
- ZOUBEK, V., 1960: Osnovnyje čerty geologičeskogo razvitiija centralnych Karpat v domezoickij period. Materiály KBGA 1.

Zur Veröffentlichung empfohlen von E. KRIST.