



## Stratigraphie des Altpalaeozoikums der Alpen.

Vortrag, gehalten in der čechoslov. Gesellschaft für Mineralogie und Geologie  
von *Dr. Franz Heritsch*, Professor der Geologie an der Universität in Graz.

Vorgelegt am 5. Mai 1927.

Am 8. April dieses Jahres hatte ich die Ehre, in der čechoslovakischen Gesellschaft für Mineralogie und Geologie einen Vortrag über das Altpalaeozoikum der Alpen halten zu dürfen. Dem Vortrag ging eine Reihe von Exkursionen in jenem Gebiete voraus, das durch die Tätigkeit *Barrandes* zu einem klassischen geworden ist. Bei diesen Wanderungen und bei den Belehrungen in der großartigen Sammlung des böhmischen Nationalmuseums hatten meine Begleiter, *Dr. E. Clar* und *Dr. R. Purkert* und ich uns der größten Förderung durch die Herren Professor *Dr. Radim Kettner*, *Dr. J. Koliha* und *Dr. O. Kodym* zu erfreuen und mit großer Bewunderung konnten wir Österreicher sehen, wie große Fortschritte im Barrandien durch diese Herren und ihre Mitarbeiter erreicht worden sind, wie großartig dieses so wunderbare Gebiet stratigraphisch und tektonisch in der letzten Zeit erforscht worden ist.

Dankbar gedenke ich der vielen Anregungen, die ich im Gebiete zwischen Beroun und Příbram und im böhmischen Nationalmuseum empfangen habe.

In dem engen Rahmen eines Vortrages kann von dem Altpalaeozoikum meiner heimatlichen Alpen nur wenig gebracht werden.

Altpalaeozoikum gibt es, wenn wir von dem ganz vereinzelt Vorkommen eines nicht näher bestimmbar Favosites vom Nordrande der Hohen Tauern (Salzachtal bei Hollersbach) absehen (1), in der sogenannten *Grauwackenzone*, die als ein sehr langer Streifen von sehr großer tektonischer Komplikation den Südrand der Nördlichen Kalkalpen von Tirol bis über den Semmering hinaus begleitet, dann im langen Zug der *Karnischen Alpen* und in seiner Fortsetzung, in dem sogenannten *Seeberger Aufbruch* der Karawanken, und ferner dort, wo die Alpen weit auseinandertreten, in der Umgebung von *Graz*.

I. Stratigraphisch bietet das Altpalaeozoikum der *Grauwackenzone* kaum etwas Bemerkenswertes — das ist ja auch klar, denn die Grauwackenzone ist ein tektonisch verwüsteter Schichtstoß von Gleitbretterbau mit einem sehr raschen Wechsel der stratigraphisch gänzlich auseinander ge-

ratenen Gesteinskomplexe. Dazu kommt noch ein recht hoher Grad der Gesteinsumwandlung, der die Fossilführung ungünstig beeinflusst hat, so daß Versteinerungen zu den größten Seltenheiten gehören.

Fossilführend nachgewiesen ist in der Umgebung von Eisenerz das *Caradoc* (2) in sandigen Gesteinen, die von Kalken überlagert werden. Dieselben Gesteine — allerdings vorläufig noch ohne Versteinerungen — treten in derselben Verbindung im Profil des Kitzbühler Hornes auf.

In das *Obersilur* werden rote, rötliche, seltener schwarze Kalke gestellt, die spärliche und unbestimmbare Orthozeren führen und mit den Obersilurkalken der Karnischen Alpen direkt verglichen werden müssen, wenn sie auch wesentlich stärker durchbewegt und mehr metamorph sind. Die starke Durchbewegung (im Sinne von S a n d e r), die sich bis zu einem Linsengefüge (Flaserkalke) steigert, ist auch die Ursache der Fossilarmut.

Eine bemerkenswerte Schichtgruppe sind schwarze, graphitische, oft kieselige Schiefer. Sie haben bei Eisenerz einen unbestimmbaren Orthoceras, bei Dienten in Salzburg aber eine nicht unbedeutliche, derzeit in Bearbeitung stehende Fauna geliefert, deren Hauptcharakteristik in den Cardiolen (darunter auch *C. interrupta*), einigen anderen Muscheln und kleinen Orthoceren liegt. Die Fauna ist, soweit der derzeitige Stand der Bearbeitung es erkennen läßt, in das obere  $E^{\alpha}$  oder in das untere  $E^{\beta}$  Böhmens zu stellen. Der Gesamtcharakter der Fauna weist auf die direktesten Beziehungen zu dem böhmischen Silur hin.

Bemerkenswert ist der Erhaltungszustand der Versteinerungen: Sie liegen in linsenförmige Pyritknollen eingebettet und es ist unzweifelhaft, daß es dieser Umstand war, der in den hochgradig durchbewegten Schiefen die einzige Erhaltungsmöglichkeit der Versteinerungen war.

*Devon* ist in der Grauwackenzone an wenigen Stellen fossilführend nachgewiesen (3). So kennt man aus dem Eisenerzer Gebiete Kalke mit *Heliotites porosus*, dann am Erzberg selbst den sogenannten Sauberger Kalk mit *Bronteus palifer* und *Br. Cognatus*. Ferner sind in das Devon der Magnesit — führende Kalk des Triebenstein im Palental und die hellen, oft dolomitischen Kalke des Kitzbühler Gebietes zu stellen, welche Brachiopoden von der Art der  $Ff_2$  Kalke der Karnischen Alpen führen.

Rote Radiolarite in Verbindung mit schwarzen Kieselschiefern — wahrscheinlich Devon — wurden am äußersten Ende der Grauwackenzone bei Ternitz nachgewiesen.

II. Sehr reich ist der Bestand des Altpalaeozoikums in den *Karnischen Alpen* und auch in dem sogenannten Seeberger Aufbruch der *Karawanken*.

Es sei nur kurz bemerkt, daß der größte Teil der Schiefer dieser Gebiete nicht, wie man bis vor kurzem glaubte, in das Silur, sondern in das Karbon gehören, wie *Vinassa de Regny* und *Gortani* nachgewiesen haben.

A. Nachdem vor langen Jahren durch *Stache* und *Frech* das Vorhandensein von *oberem Untersilur* bekannt gemacht worden war, haben die beiden oben genannten Italiener die Fauna einer Reihe von Fundpunkten beschrieben. Derzeit bearbeitet der Schreiber dieser Zeilen eine solche Fauna und kann im Wesentlichen die Ergebnisse der Italiener bestätigen. Die Fauna besteht zum größten Teil aus Brachiopoden und

Bryozoen; Cystoideen sind seltener und nur ein Gastropode ist bekannt geworden. Der Fauna fehlen Trilobiten und Graptoliten.

Unter den Brachiopoden seien genannt: *Orthis calligramma*, *O. porcata*, *O. Actoniae*, *O. vespertilio*, *O. noctilio*, *Strophomena grandis*, *Str. expansa*; sehr bemerkenswert ist das recht häufige Auftreten von *Porambonites intercedens* var. *filosa* — bekanntlich fehlt *Porambonites* in Böhmen und das Böhmisches  $d\zeta$  hat eine andere Fazies. Nur ganz leichte Anklänge finden sich an das böhmische Ordovician — z. B. im Auftreten von *Orthis ellipsoides*, *O. redux*, *Monotrypa certa*; aus dem Seeberger Aufbruch der Karawanken ist mir *Aristocystites bohemicus* bekannt geworden.

Wenn auch ganz vorherrschend Formen des englischen *Caradoc* auftreten, so zeigen doch die eben genannten böhmischen Arten, daß kein absoluter Abschluß gegen das böhmische Untersilur-Meer vorhanden war. Der englische Charakter der Fauna ist umso merkwürdiger, als im Obersilur geradezu eine Invasion der böhmischen Fauna stattfand. Allerdings ist es eine Frage, ob man, wenn die böhmischen und englischen Brachiopoden in einer Hand vereinigt waren, nicht zur Vereinigung vieler bisher unter getrennten Namen laufenden Arten käme.

Eine genaue Einstellung der Fauna in einen Horizont des *Caradoc* ist wegen des Fehlens von Graptoliten und Trilobiten unmöglich. Es ist auch nicht unmöglich, daß im alpinen Untersilur noch die Äquivalente der *Calymene Tristani* Stufe vorhanden sind.

Es scheint mir ferner sehr wohl möglich zu sein, daß das Ashgillian nicht mehr vertreten ist, so daß hier eine Lücke (21) wäre, die allerdings auch noch in das Obersilur reicht. Das bedeutet eine vollkommene Analogie zu den Verhältnissen in Böhmen. Auf die scheinbaren Übergänge zwischen dem *Caradoc* und dem Obersilur kann ich nicht allzu viel geben, denn derartige Erscheinungen können in einem so hart gestörten Gebiete auch auf tektonischem Wege entstehen.

Der Gesteinsentwicklung nach ist das *Caradoc* der Karnischen Alpen durch Kalkschiefer, gelbe, ockerige Schiefer und Sandsteine gebildet.

B. Eine schöne Entwicklung zeigt das karnische *Obersilur*. Die derzeitigen Ansichten über seine Gliederung sind wesentlich verschieden von jenen, die *Frech* vertreten hat (6). *Frech* meinte, vom Studium des Profiles des Valentintörls ausgehend, daß eine Ablagerungsfolge mit in den Kalken liegenden Zonen des *Orthoceras potens*, *O. alticola*, *O. Richteri*, *Tornoceras inexpectatum* und *Rhynchonella Megaera* vorliege. Die sandigen und schieferigen Zwischenlagen haben sich nun zum Teil als *Caradoc*, zum anderen Teil als Oberkarbon erwiesen, so daß es sich um eine Schuppenzone handelt, in der die Kalke mit *Tornoceras inexpectatum* dem Devon angehören.

Man kennt im Obersilur der Karnischen Alpen — jenes der Karawanken ist spärlich entwickelt — eine Reihe von Fazies, die kurz besprochen werden mögen.

a) In den *Graptolitenschiefen* (7), die zum größten Teile jenen der *Vyskočilka* sehr ähnlich, aber etwas mehr metamorph sind, ist eine Reihe von Horizonten nachgewiesen, worüber die Tabelle Auskunft gibt.

Im Nölblinggraben ist der Graptolitenfundpunkt I als schmale Zone zwischen Netzkalken entwickelt. Darüber folgt höher oben wieder eine Schieferzone zwischen Netzkalken, in der drei Niveaux nachgewiesen sind (Nölbling II a—c). Der Graptolitenfauna von Nölbling I stehen jene des Uggwatales, von Cas. Meledis und Ramaz gleich. G o r t a n i bestimmte ihr Alter als mittleres Llandovery. Eine Aufstellung zeigt im Vergleich mit den englischen Verhältnissen, daß 32% der Arten auf die Zone 19, 21% auf die Zone 20, 16% auf die Zone 21 und 13% auf die Zone 18 fallen; es kann daher diese Fauna mit der Zone 19 bei *Elles* und *Wood* verglichen werden.

Die Fauna aus dem Fundpunkt II a zielt auf das obere Llandovery, etwa auf die Zonen 21 und 22 bei *Elles* und *Wood*. Der Fundpunkt Nölbling II b entspricht mit *Mon. Halli* und *M. Holmi* beiläufig der Zone 23 bei *Elles* und *Wood* der Fundpunkt Nölbling II c gehört mit *Mon. Colonus* und *M. Dubius* in die untere Ludlow-Zone 33, 34 bei *Elles* und *Wood*.

Andere Fundpunkte sind in der Tabelle verzeichnet. Erwähnt sei nur noch der *Mon. priodon* aus den Kalken des Kok, der beiläufig der Abteilung  $Ee_{1\beta}$  Böhmens entspricht, und der Fundpunkt Gundersheimer Alpe, dessen *Mon. uncinatus* der Zone 33 und 34 entspricht, während *Mon. spinulosus* von der Basis des schwedischen Wenlock angegeben wird, so daß die genaue Alterseinstellung wegen der sehr verschiedenen, auf einer Platte vereinigten Graptoliten nicht durchzuführen ist.

Erwähnt sei noch, daß am Kok Schiefer von Aussehen der Graptolitenschiefer den *Orthoceras dulce* führen.

Es ist sicher, daß im untersten Unterlandovery eine Lücke vorhanden ist und daß darüber die Graptolitenfazies bis in das untere Ludlow durchgeht.

Die Graptolitenfauna der Karnischen Alpen hat, wie G o r t a n i auseinander gesetzt hat, sehr nahe Beziehungen zu der britannisch-skandinavischen Provinz — trotz der sonst sehr nahen Beziehungen zu Böhmen.

b) Die zweite, sehr verbreitete und stellenweise mächtig entwickelte Fazies des Obersilurs sind die *Orthocerenkalke*, aus denen eine dem böhmischen E gleich zu stellende Fauna schon seit langer Zeit bekannt ist (S t a c h e, G e y e r, F r e c h, S p i t z, V i n a s s a d e R e g n y, G o r t a n i).

Bei den Versuchen der Altersgliederung dieser Gesteine wurde bisher immer mit den Begriffen B a r r a n d e s  $Ee_1$  und  $Ee_2$  gearbeitet. Von diesem Standpunkte aus ist es sehr leicht festzustellen, daß in der bisher bekannten Fauna die Stufe  $Ee_1$  palaeontologisch nicht vertreten sei, daß der weitaus größte Teil der Versteinerungen auf  $Ee_2$  deutet.

Man hat eben bisher angenommen, daß die Stufe  $Ee_1$  in den Karnischen Alpen durch Schiefer mit *Rastrites* oder durch Netzkalke mit unbestimmbaren *Orthoceren*, die Stufe  $Ee_2$  durch die reichlich versteinерungsführenden schwarzen, roten und pfirsichtblütenroten Netzkalke, durch braune und schwarze Kalke und durch die sogenannten Eisenkalke vertreten werde.

In der Fauna herrschen die engsten Beziehungen zum böhmischen E. Das zeigt auch die große, derzeit in Bearbeitung stehende Fauna des Kokberges (8); von ihren Arten kommen 4% nur in  $Ee_1$ , 60% nur in  $Ee_2$ , 23% in  $Ee_1$  und  $Ee_2$ , 13% in anderen Stufen des böhmischen Silurs oder im Obersilur von Deutschland vor oder es sind neue Arten.

Unter Anwendungen der *Barrande'schen* Aufstellungen ist die Feststellung, es liege  $Ee_2$  in diesen Faunen vor, eine Selbstverständlichkeit. Sonderbar aber muß es anmuten, wenn man bei *Stache* liebt, daß der *Mon. priodon* in diesen Kalken vorkomme. Da kann es sich nur um eine Vertretung der Zone  $ea_2$ , der *Priodon beds* (9) des böhmischen Silurs handeln, umso mehr als am *Kok* die in diesen beds verbreiteten *Arethusina Konincki*, *Slava bohemica* usw. vorkommen.

Die ausgezeichneten Arbeiten der tschechischen Geologen haben es nun klar gemacht, daß die Begriffe  $Ee_1$  und  $Ee_2$  wenigstens zum Teil Fazies sind. Es wird, wie ich aus Gesprächen mit Herrn Dr. *Kolihá* entnehmen konnte, in Böhmen einer Aufsammlung von Bank zu Bank — nicht in der Art, wie *Barrande* seine Versteinerungen zusammen brachte (10) — bedürfen, um die wirkliche Verteilung der Fossilien festzulegen.

So viel kann aber schon heute aus dem Studium der Fauna des *Kok* gesagt werden, daß ein Teil der Kalke unter und in den *Priodon beds* liegt, während der andere (meist rote Kalke) das Hangende bildet.

c) Früher wurde *Frechs Zone* der *Rhynchonells Megaera* erwähnt. Diese *Brachiopoden-Krinoidenfazies*, die stellenweise auch noch durch kleine *Orthoceren* ausgezeichnet ist, führt *Rhynchonella Megaera*, *Rh. Zelia*, *Rh. Sappho*, *Spirigera subcompressa*, *Encrinurus Beaumonti* var. *Nováki* usw.

*Vinasa de Regny* kommt hinsichtlich der *Megaera*-Schichten des *Wolaiier Törls* zum Schluß (11), daß reines Obersilur vorliege, aus der Fauna mit *Rhynch. Megaera* kommen unter Wegrechnung der neuen und der nur in den *Karnischen Alpen* vorkommenden Formen, ferner der bis in das  $Ff_2$  gehenden und der nichtböhmischen Arten 42% auf der *Dlouhá Hora* vor; den *Monograptus ultimus* konnte ich in dem mir vorliegenden Material bisher noch nicht entdecken.

Am *Valentintörl* führen die *Megaera*-Schichten auch die *Cardiola interrupta* (12). Diese Art wird von *Perner* (13) aus  $Ee_1$  und  $Ee_2$  angegeben. *Perner* — *Kodym* (14) stellen fest, daß sie in Böhmen meist in  $ea_2$  erscheint, daß sie aber bis zu den höchsten  $e\beta(Ee_2)$ -Schichten lebt, während sie in anderen Ländern meist in höheren Schichten als  $ea_2$  auftritt.

Es hat mich bei der Begehung des Kammes der *Dlouhá Hora* auf das Höchste überrascht, daß ich da über den Steinbrüchen mit ihren *Cephalopodenzonen* auf den Äckern (längs der Seilbahn von *Koněprusy* her) eine *Brachiopoden- und Krinoidenzone* mit *Encrinurus Beaumonti*, *Atrypa* (?) *linguata*, *Cardiola interrupta*, *Cardiola fortis* und *Orthoceren* fand, die in ihrer Gesamtheit die größte Ähnlichkeit mit den alpinen Schichten mit *Rhynchonella Megaera* hat. Ich zweifle nicht, daß diese Schichten auf der *Dlouhá Hora*, welche der *Brachiopoden- und Krinoidenzone* mit *Mon. ultimus* entsprechen, das Äquivalent der alpinen *Rhynchonella Megaera*-Schichten sind.

d) Eine weitere Fazies des alpinen Obersilurs sind die *Kalke mit vereinselten Korallen* (Mt. Lodin = Findenigkofel), deren Fauna eine sehr merkwürdige Mischung von Obersilur- und Devonarten ist. So treten (26) neben obersilurischen Arten *Cyathophyllum vermiculare*, *Heliolites porosus*, *Favosites Goldfussi* auf und dazu gestellt sich einerseits *Pentamerus linguifer* (E und Devon von Böhmen, Unterdevon des Ural), andererseits *Orthoceras alticola*. Es ist allerdings unbekannt, ob in diesen Kalken zonenweise gesammelt wurde. Vermutlich nehmen diese Kalke nur einen sehr hohen Teil des Obersilurprofiles ein. Sollte es ein Äquivalent von  $e_\gamma$  (=  $Ff_1$ ) sein?

e) Eine sehr geringe Verbreitung haben in den Karnischen Alpen *schwarze Tonschiefer mit Trilobiten* (*Encrinurus Beaumonti?* *Phacops* sp.), ferner *Kalkschiefer mit Tentakuliten*, die z. B. am Kok auftreten.

Wo die Möglichkeit einer Vertretung von  $e_\gamma$  ( $Ff_1$ ) liegt, wird beim Devon besprochen werden.

C. Die *Devonformation* ist in den Karnischen Alpen in einer hervorragend mächtigen und fossilreichen Entwicklung vorhanden (15). Die Gesamtfaua umfaßt über 900 Arten. Weniger gut, weil tektonisch sehr stark hergenommen, ist die Devonentwicklung im Seeberger Aufbruch in den Karawanken.

a) Über den Megaera-Schichten des Valentintörls liegen dunkle, dann helle Kalke. Die dunklen Kalke sind wohl eine Fazies der an anderen Stellen entwickelten blauschwarzen Plattenkalke mit Hornsteinen, welche eine große Ähnlichkeit mit den  $Ff_1$ -Kalken des Berounkatales zwischen Karlstein und dem Kozelfelsen haben.

Der helle Riffkalk enthält eine typische  $f$  ( $Ff_2$ ) Fauna; diese stimmt so ausgezeichnet mit dem Koněpruser Kalk überein, daß an der Identität des Horizontes, der Fazies und der Meeresprovinz gar nicht zu zweifeln ist, wie schon vor langer Zeit *F r e c h* festgestellt hat (16). Die Invasion der böhmischen Fauna dauert also noch in dem sehr mächtigen Riffkalk an. Wie sehr der böhmische Charakter der Fauna ausgeprägt ist, zeigt die Tiergesellschaft des sogenannten Seekopfssockels beim Wolaiensee (17); darin sind unter den Unterdevonformen 50% rein böhmische Arten, 45% sind Böhmen und dem Rheinland-Westeuropa gemeinsam und 5% sind Rheinländisch-westeuropäische Arten.

Ein bemerkenswertes Element der Fauna sind die Karpynskien, die einen ausgezeichneten Ausblick auf die Beziehungen des karnischen  $f$  ( $Ff_2$ ) Kalkes zu der Herzynfauna des Ural ergeben.

Leider sind die alpinen Korallen des  $Ff_2$  Kalkes schlecht studiert. Ich zweifle nicht, daß bei einer Revision dieser Korallen und der böhmischen Koněpruser Korallen im Vereine mit den Grazer Unterdevonkorallen sich überraschende Ergebnisse werden erzielen lassen.

Die schwarzen Kalke sind durch ihren Reichtum an Hercynellen ausgezeichnet, der neben dem silurischen Gepräge der Gastropodenfauna (allerdings ist das eine normale Eigenschaft des Herzyn) zu einem Vergleich mit der böhmischen Etage  $e_\gamma$  ( $Ff_1$ ) herausfordert.

Auch in der sonst ganz mit dem Koněpruser Kalk übereinstimmenden Fauna findet sich Einiges, was auf die Vertretung tieferer Horizonte hindeutet — so z. B. *Pentamerus Janus*, *P. pelagicus*, *Cyrtoceras pugio*.

Diese dunklen Kalke mit ihrer auf  $e_\gamma$  ( $Ff_1$ ) hindeutenden Fauna und der untere Teil der hellen  $f$  ( $Ff_2$ ) Riffkalke gehen seitlich in einander über, so daß also hier die  $Ff_1$  Stufe auch durch helle Kalke vertreten werden kann.

In Böhmen liegt in den  $e_\gamma$  ( $Ff_1$ ) Schichten noch der *Monograptus Kayseri*. Ich möchte aber nach der Begehung des Profiles Karlstein—Srbsko—Beroun doch nicht die Vermutung unterdrücken, daß die dort sehr schön aufgeschlossene Schichtreihe von  $e_\beta$  über  $e_\gamma$  nach  $f$  nur in ihrem unteren, den genannten Graptoliten führenden Teilen noch zum Silur gehört und daß die oberen Teile schon in das Devon zu stellen sind.

In das höchste Unterdevon stellt *Gortani* (18) die Fauna des Mt. Coglians und der Cianeivate. Diese enthält etwa 35% Mitteldevonformen zum größten Teile von westeuropäisch-rheinländischem Charakter und 65% Unterdevonformen, unter welchen etwa ein Fünftel rein böhmische  $Ff_2$  Formen, etwas über ein Fünftel Böhmen, den Rheinlanden und Westeuropa gemeinsame Formen sind, während der Rest in den Rheinlanden vorkommt.

Das kann als der Abbau der böhmischen Invasion aufgefaßt werden.

b) In der Kellerwandkette (dann aber auch in dem Seeberger Aufbruch der Karawanken) und an anderen Stellen der Karnischen Alpen ist *Mitteldevon* entwickelt.

Die als Kalke entwickelten Äquivalente der *Calceolaschichten* sind in der Kellerwandkette nicht allzu reich an Versteinerungen. Wenn wir diese Fauna betrachten (19), so sehen wir, daß die böhmische Invasion zu Ende ist und daß nur die rheinische Devonfauna herrscht. Das geht am klarsten aus den Korallen hervor: *Alveolites suborbicularis*, *Cyathophyllum helianthoides* var. *philocrinum*, *Pachypora reticulata*, *Striatopora subaequalis* var. *angustior*, *Cyathophyllum ceratites*, *C. Lindströmi* usw. Dazu kommen *Spirifer digitatus* Barr. und große *Pentamerus*arten (*Pentamerus Petersi*, *P. pseudobaschkirikus* = russische Beziehungen!).

Es erscheint mir allerdings erwägenswert zu sein, ob nicht die Korallenschichten, die mir Professor *Kettner* im Hlubočeper Tal und zwischen Chuchle und Zlíchov im  $g\alpha_3$  gezeigt hat, der rheinischen Fauna entsprechen.

Hier sei noch allgemein erwähnt, daß die Korallenfauna des karnischen Mitteldevons die allerengsten Beziehungen zum rheinischen Becken hat (20).

Die ebenfalls als Kalk entwickelten und eine große Fauna (besonders Fundpunkt Monumenz) führenden *Stringocephalenschichten* haben eine typisch rheinländisch-westeuropäische Fauna. Sie enthält unter den Mitteldevonformen 1% böhmische Arten, 2% Arten, die Böhmen und Westeuropa gemeinsam sind, 60% rein westeuropäisch-rheinländische Arten, unter den Unterdevonformen 13% böhmische Arten, 13% Arten, die Böhmen und Rheinland-Westeuropa gemeinsam sind, und 11% rein westeuropäisch-rheinländische Arten.

Man sieht also, daß der böhmische Einfluß fast völlig verschwunden ist, daß geradezu eine Absperrung gegen das böhmische Becken vorhanden war.

c) Das *untere Oberdevon* ist in der Fazies der *Ibergerkalke* entwickelt und enthält eine Fauna, die vollständig dieser Fazies in Deutschland und Polen entspricht; zum großen Teile sind es Brachiopoden.

Das *obere Oberdevon* ist als Clymenienkalk entwickelt. Von der Stufengliederung der deutschen Geologen ist bisher nachgewiesen: die Cheilocerasstufe, die Prolobitesstufe, die Postprolobites-Platyclymenienstufe, die Laevigites-Gonioclymenienstufe und die Gattendorfiastufe (21). Der Nachweis der höchsten Stufe, der Wocklumeriastufe steht noch aus.

d) Neben der bis auf die Clymenienkalke als Riffkalk mit Brachiopoden, Korallen, Krinoiden usw. entwickelten, immer sehr mächtigen Reihe des Devons geht eine zweite Fazies von geringer Mächtigkeit einher. Es sind *rote und graue Netzkalke mit Goniatiten*, welche die Stufen vom Unterdevon über das Mitteldevon bis in die Manticocerasstufe vertreten (21). Sie bilden im Verein mit Silur und Karbon eine wilde Schuppenzone unter der Riffkalkentwicklung. Dazu gehört z. B. die Schuppenzone des Valentintörls (S. ).

III. Das *Palaeozoikum von Graz* hat immer große Schwierigkeiten in stratigraphischer Hinsicht gemacht. Ich hoffe, daß mit dem hier niedergelegten neuesten Standpunkt endlich das stratigraphische Problem einer Lösung näher gebracht sein wird.

Rote geflaserte *Kalke* mit überaus schlecht erhaltenen *Orthoceren* und in spärlicher Entwicklung und Verbreitung sind dem karnischen Ober-silurkalk gleichzustellen. Die Schiefer und Sandsteine unter ihnen möchte ich mit dem karnischen *Caradoc* vergleichen, wenn auch bisher noch keinerlei Versteinerungen aus ihnen bekannt geworden sind.

Über den Orthocerenkalken liegt eine mächtige Schichtgruppe, die mit sandigen Schiefeln und Sandsteinen beginnt, wobei sich Dolomitbänke einschalten, nach oben hin entwickelt sich eine Wechsellagerung von Dolomiten und Sandsteinen, die von einem Zug von Diabastuffen abgeschlossen wird; darüber liegt ein recht mächtiges Schichtglied von Dolomiten. In diesen letzteren und in den Dolomiten unter den Diabastuffen sind spärlich Korallen der folgenden Stufe mit *Heliolites Barrandei* nachgewiesen. Das ganze heißt Dolomit-Sandstein-Stufe.

Die hangende, mächtige *Kalkablagerung* enthält eine Korallenfauna, deren charakteristische Versteinerungen *Heliolites Barrandei*, *Favosites styriacus* und *F. Ottiliae* (die beide auch im Koněpruskalk vorkommen), große Pentamerusarten (*P. Petersi*) sind. Man nennt diese Stufe auch die *Schichten mit Heliolites Barrandei*.

Im hangendsten Teil der Kalke liegen reiche Faunen mit Brachiopoden, Gastropoden und Muscheln in Begleitung der gewöhnlichen Korallen; diese Fauna hat sowohl zu dem böhmischen f (Koněprusy) und zu dessen karnischen Äquivalenten als auch zum obersten Unterdevon der Rheinlande und zum uralischen Devon Beziehungen. Diese Faunen sind in das oberste Unterdevon oder in das unterste Mitteldevon einzustellen (23).

Über diesen Unterdevongesteinen tritt eine *Teilung in zwei Fazies* ein. Die eine Fazies ist neuestens in geringer Mächtigkeit in der nächsten Umgebung von Graz nachgewiesen worden. Es ist da das Mitteldevon und die Manticocerasstufe als *Goniatitenkalk* entwickelt, der von *Clymenienkalk* (Prolobites, Postprolobites-Platyclymenien, Laevigites-Gonioclymenienstufe) überlagert wird.

Die andere Fazies ist im Hochlantschgebiete vorhanden. Über den dort sehr wenig mächtigen Barrandeischichten liegen Kalkschiefer mit einer Mischfauna aus Unter- und mitteldevonischen Korallen (*Kalkschiefer der Hubenhalt*). Darüber liegen Dolomite und mächtige Kalke (manchmal mit Einschaltungen von Diabasdecken), welche die ganz klare Korallenfauna der *Calceolaschichten* der Eifel führen. Diese *Calceolaschichten* werden von flaserigen, mächtigen Kalken überlagert, die zwar den Stringocephalus Burtini noch nicht geliefert haben, aber durch ihre Korallenfauna die Einstellung in das obere Mitteldevon anzeigen. Das sind die *Kalke mit Cyathophyllum quadrigeminum* (24).

Parallel mit dieser geschichteten Entwicklung des oberen Mitteldevons geht ein ungeschichteter, meist sehr heller Kalk, der sogenannte *Hochlantschkalk*, der zum Teile in die *Calceolaschichten* herabgreift, zum größeren Teil sich mit den *Quadrigeminumbänken* sich verzahnt und auch ihr Hangendes bildet. Man kennt aus ihm nur wenige Versteinerungen unbestimmt mitteldevonischen Alters.

Hier sei noch kurz angemerkt, daß man im Grazer Gebiet (25) — wie in den Karnischen Alpen — eine tektonisch tiefer liegende, als Bänder- und Flaserkalk ausgebildete Devonserie hat (sehr spärlich fossilführend), welche ihre höhere Metamorphose der Überschiebung durch die normale, oben besprochene Devonserie verdankt. Zu dieser metamorphen Devonserie gehören jene früher in der Stratigraphie des Grazer Palaeozoikums so unerfreulich unklaren Schichtgruppen, die ältere stratigraphische Auffassungen als *Kalkschieferstufe* und *Schöckelkalk* bezeichnet haben.

Schließlich sei noch auf die engen Beziehungen des Grazer Devons zu dem mährischen Devon hingewiesen. Darauf habe ich, die Literatur auswertend, schon einmal aufmerksam gemacht (23); jetzt habe ich in dem schönen Institut des Herrn Kollegen K e t t n e r eine Suite des mährischen Devons gesehen, die mich von den sehr engen Beziehungen zum Grazer Devon vollständig überzeugt hat.

IV. Nach diesem leider nur sehr gedrängten Überblick über das alpine Altpalaeozoikum sei noch ein Hinweis auf den *metamorphen Zustand* gegeben. Ganz allgemein ist das Altpalaeozoikum der Grauwackenzone wesentlich höher metamorph als jenes bei Graz und in den Karnischen Alpen. Aber auch das karnische und das Grazer Palaeozoikum sind wesentlich höher metamorph als das böhmische Altpalaeozoikum.

In ihrem metamorphen Zustand sind die alpinen altpalaeozokischen Ablagerungen noch am ehesten zu vergleichen mit dem Algonkium, das wir unter der ausgezeichneten Führung von Prof. K e t t n e r zwischen Příbram und Jince kennen gelernt haben. Mit der höheren Metamorphose geht Hand in Hand die ungleich stärkere Durchbewegung.

Es ist selbstverständlich, daß die tektonisch tiefer, das heißt unter der reich fossilführenden Serie von Devon und Silur liegenden altpalaeozoischen Reihen eine noch wesentlich höhere Metamorphose und Durchbewegung erlitten haben; sie gleichen etwa der phyllitischen Metamorphose.

Aber nicht nur auf diesem Gebiete liegt ein Unterschied zu dem böhmischen Altpalaeozoikum; es gibt auch stratigraphische Unterschiede, die bisher noch nicht erwähnt worden sind. In den Alpen haben wir keinen Vulkanismus im unteren Obersilur; wohl aber haben wir diabasische Laven im Unter- und Mitteldevon von Graz, während den anderen altpalaeozoischen Gebieten kein sicherer silurischer oder devonischer Vulkanismus zuzählen ist.

Ein Unterschied liegt auch auf tektonischem Gebiete. Ich weise da nur hin auf die starken nachvariszischen Gebirgsbewegungen, denen das alpine Altpalaeozoikum unterworfen war. Ich möchte aber doch nebenbei erwähnen, daß eine so schöne Ablösungsfläche, wie sie im Barrandien zwischen dem *d<sub>2</sub>* und dem *ea* liegt, in den Alpen fehlt oder durch jüngere Gebirgsbewegungen verschleiert ist.

Der größte Unterschied aber zwischen dem böhmischen Gebiet und den Alpen liegt in den sehr verschiedenen Schicksalen nach der variszischen Gebirgsbildung — in den Transgression des marinen Oberkarbons (Schwagerina princeps-Stufe mit russischer Fauna) und des Permokarbons, in der Ausbildung der ostalpinen Geosynklinale mit der Anhäufung der gewaltigen mesozoischen Gesteinsmassen.

Diese großartige Sedimentation ist die Zeit der Evolution, die der Gebirgsbildung vorausgeht. Gleichsam als Peripetie haben wir nach der austrischen Gebirgsbildung in der mittleren Kreide die Transgression von Cenoman und Gosaukreide, die etwa gleichzeitig mit der Kreidetransgression von Böhmen verläuft und die dem gewaltigen, dramatischen Vorgang vorausgeht, den wir die Alpenfaltung nennen.

#### Literaturhinweise.

1. Heritsch, Verhandlungen d. geol. Bundesanstalt 1919, S. 155.
2. Heritsch, Verhandlungen d. geol. Bundesanstalt 1927.
3. Übersicht in Heritsch, Mitteilungen d. Naturwiss. Vereines für Steiermark, 54. Bd. 1918. Dazu Heritsch, Mitteilungen d. Wiener geol. Gesellschaft, 1916.
4. Vinasa de regny, Memorie d. Accademia Gioenia d. Scienze natural. Catania, ser. 5. Vol. III. Memorie d. Istituto geol. d. R. Università d. Padova, II. 1913/14. Paleontografia italiana, 21. Bd. 1915. Bolletino d. R. Comitato geol. d'Italia, 44. Bd. 1915.
5. Gortani, Atti d. Società Toscana d. Scienze Natural. Pisa, Memorie, vol. 34, 1921, S. 5.
6. Frech, Die Karnischen Alpen, Halle 1894.
7. Gortani, Paleontografia italiana, 26. Bd. 1920. Rendiconti del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, vol. 57. 1924.

Tabelle I. Silur.

		G r o ß b r i t a n n i e n		B a r r a n d i e n		K a r n i s c h e A l p e n		Grauwackenzone	Harz Graptolitenzonen der Südharzer Mulde	Frankenwald-Fichtelgebirge	
				Bezeichnung von Barrande			Bezeichnung von Kettner-Kodym				
Downtonian				<i>Ff<sub>1</sub></i>	----- Monographus hereynicus " Kayseri -----		<i>eγ</i>	Dunkle Plattenkalke mit Hornstein	Dunkle <i>F<sup>1</sup></i> Kalke im Wechsel mit hellen Kalcken		
Ober-Ludlow				<i>Ee<sub>2</sub></i>	Krinoidenzone	Monograpthus ultimus	<i>eβ</i>	Rio Muscli u. Mt. Lodin u. Nölbling <i>IIc</i>	Schichten mit Rhynchonella Magaera	Orthocerenkalke (meist rote kalke)	Fauna von Dienten
Unter-Ludlow	Mon. leinwardinensis	36	Brachiopodenzone		<i>eα<sub>3</sub></i>						
	" tumescens	35	Cephalopodenzone			Mon. transgrediens					
	" scanicus	34									
	" Nilsoni	33									
	" vulgaris	32									
Wenlock	Cyrtogr. Lundreni	31		<i>eα<sub>2</sub></i>							
	" rigidus	30									
	" Linnarsoni	29									
	" symmetricus	28									
	Mon. riccartonensis	27									
Gala-Tarannon	Cyrtogr. Murchisoni	26		<i>eα<sub>1</sub></i>							
	Mon. crenulatus	25									
	" gristonensis	24									
Ober-Llandovery	" crispus	23		<i>eα<sub>1</sub></i>							
	" turriculatus	} 22									
	Rastr. maximus										
	Mon. Sedgwicki	21									
Unter-Llandovery	Cephalogr. cometa	} 20		<i>eα<sub>1</sub></i>							
	Mon. convolutus										
	Mon. gregarius	19									
	" cyphus	18									
	Diplogr. vesiculosus	17									
	Caphalogr. acuminatus	16									
Caradoc	Ashgillian			<i>Dd<sub>5</sub></i>	Kosover Quarzit	<i>dζ</i>	Sandsteine und Schiefer der Caradoc	Sandstein d. Caradoc		Lederschiefer	
	Caradocian				Králův Dvůr (Königshofer) Schiefer						Hauptquarzit
					Zahořaner Schichten	<i>dε</i>				Ob. Erzhorizont	
										Griffelschiefer	



8. Darüber der allerdings sehr verbesserungsbedürftige Vorbericht von *Stache*, Verhandlungen d. geol. Reichsanstalt, 1890, S. 121.
9. *Perner* — *Kodym*, American Journal, vol. IV. 1922, S. 57.
10. *Jahn*, Jahrbuch d. geol. Reichsanstalt, 1892, S. 399.
11. Bolletino d. Società geol. italiana, vol. 27. 1908, S. 590.
12. *Spitz*, Mitteilungen d. Wiener geol. Gesellschaft, II. Bd. S. 293.  
*Heritsch*, Jahrbuch d. geol. Bundesanstalt, 1925, S. 272.
13. *Perner*, K sedmdesátým narozeninám dvorního rady prof. Dra Karla Vrby, Česká Akademie pro vědy, slovesnost a umění, 1915. O fauně silurských pásem  $e_1$  a  $e_2$  a hranici mezi nimi, S. 4.
14. *Perner* — *Kodym*, American Journal, IV. 1922, S. 72.
15. *Heritsch*, Mitteilungen d. Naturwiss. Verein. f. Steiermark, 54. Bd. 1918. Diese Übersicht ist heute durch neue Funde weit überholt.
16. Den Schlüssen von *Seemann* (Beiträge zur Palaeont. u. Geol. Österreich-Ungarns u. des Orient. 20. Bd. S. 95) über das Verhältnis des  $Ff_2$  Koněprusy-Kalkes zu dem alpinen  $Ff_2$  Kalk kann ich nach der Klarstellung der Beziehungen des Koněpruser zu dem Měňaner Kalke durch die čechischen Geologen nicht beistimmen.
17. *Gortani*, Paleontographia italica, 21. Bd. 1915.
18. *Gortani*, Paleontographia italica, 13. Bd. 1907.
19. *Gortani*, Bolletino d. R. Comitato geol. d'Italia, 43. Bd. 1913.
20. *Vinassa de Regny*, Paleontographia italica, 24. Bd. 1918. S. 66.
21. *Gaertner*, Mitteilungen d. Naturwiss. Verein. f. Steiermark, 63. Bd. 1927.
22. *Mohr*, Denkschriften d. Wiener Akademie d. Wissenschaften, Math. Naturwiss. Kl. 92. Bd. 1915.
24. *Heritsch*, Denkschriften d. Wiener Akad. d. Wissenschaften, Math. Naturwiss. Kl. 94. Bd. 1917.
25. Vor kurzem für die nähere Umgebung von Graz von *R. Schwiner* (Sitzungsberichte d. Wiener Akademie d. Wissenschaften, Math. Naturwiss. Kl. Abteil. I. 134. Bd. 1925) nachgewiesen.
26. *Vinassa de Regny*, Paleontografia italica, 14. Bd. 1908. Bolletino d. R. Comitato geol. d'Italia, 44. Bd. S. 304.

Tabelle II. Devon

Barrandien		Karnische Alpen	Graz	Deutschland					
Bezeichnung Barrande	Bezeichnung von Kettner-Kodym			Clymenienkalk	Clymenienkalk	Clymenienkalk			
		Netz-Kalke mit Goniatiten	Goniatitenkalke	? Hochalpenkalk	Manticoceras-schichten	Iberger Kalk			
<i>H</i>	<i>h</i>				Kalk mit Brachiopoden und Korallen	Quadrige-minumbänke (Kalk)	Massenkalk	Stringocephalenschichten	
					Stringocephalenkalk		Odershäuser Kalk		
<i>Gg<sub>3</sub></i>	<i>g<sub>γ</sub></i>				Calceolenschichten (Kalk)	Kalk } der Calceoladolomit } Dolomit	Günteroderkalk	Calceolenschichten	
<i>Gg<sub>2</sub></i>	<i>g<sub>β</sub></i>						Kalkschiefer der Hubenhalt		Ballersbacher Kalk
<i>Gg<sub>1</sub></i>	<i>g<sub>α</sub></i>								Greifensteiner Kalk
<i>Ff<sub>2</sub></i>	<i>f</i>	Riffkalk mit der Fauna von f-Koněprusy	Kalke mit Heliolites Barrandei	Sandiges Unterdevon oder Hercynfazies					
<i>Ff<sub>1</sub></i>	<i>e<sub>γ</sub></i>	Helle und dunkle Kalke	Dolomit } Diabastuff } Dolomit-Sandstein-Stufe } Dolomit und Sandstein						