

Plabutsch-Formation: nomen novum pro Barrandeikalk (Mitteldevon, Grazer Paläozoikum)

Bernhard HUBMANN

HUBMANN, B., 2003: Plabutsch-Formation: nomen novum pro Barrandeikalk (Mitteldevon, Grazer Paläozoikum). – In: PILLER, W.E. (Ed.): *Stratigraphia Austriaca*. – Österr. Akad. Wiss., Schriftenr. Erdwiss. Komm. 16: 269–292, 4 Fig., Wien.

Zusammenfassung: Für die „Barrandeikalke“ bzw. „Barrandei-Schichten“ und „Barrandeikalk-Formation“ des Grazer Paläozoikums (Devon, Eifelium) wird der Name „Plabutsch-Formation“ vorgeschlagen. Damit soll den internationalen Nomenklaturvorschlägen lithostratigraphischer Namen gefolgt werden. Die Problematik, den Namen einer Gesteinseinheit von einem Fossilnamen herzuleiten, wird am Beispiel der „Barrandeikalke“ beleuchtet. Der über 110 Jahre in Verwendung gewesene Name leitete sich vom Artnamen einer heliolitiden Koralle ab, die in dieser Gesteinseinheit vorkommt. Für den neuen Formationsnamen ist ein Berg am westlichen Stadtrand von Graz, wo diese Gesteinseinheit erstmals erkannt wurde, namensgebend. Aus der historischen Aufarbeitung des Begriffsumfanges der „Barrandeikalke“ heraus wird der Begriffsinhalt der Plabutsch-Formation definiert. Die Plabutsch-Formation tritt in der Rannachdecke und in der Hochlantschdecke auf, wo sie mit ihren dunkelblauen bis schwärzlichen, meist reichhaltig fossilführenden Kalken ein markantes Schichtglied darstellt. Sie wird in beiden Decken durch Dolomite der Flösserkogel-Formation unterlagert und im „Normalfall“ durch dolomitische Abfolgen der Kollerkogel-Formation (Rannachdecke) bzw. der Tyrnaueralm-Formation (Hochlantschdecke) überlagert.

Abstract: „Plabutsch Formation“, a new name is proposed for a lithostratigraphic unit of the Graz Palaeozoic called so far „Barrandei-Limestone“ resp. „Barrandeikalk-Formation“ (Devonian, Eifelian). The re-naming of the formation is required due to national and international instructions for lithostratigraphic nomenclature. Some problems that may affect units called after a fossil's name are demonstrated on the example of the Barrandei-Limestone. The name of the succession derived from a heliolitid coral's species name was used for more than 110 years. The new name of the formation is called after a hill at the western border of Graz city where the succession was discovered in the first half of the last century. An evaluation of the conceptional content of the „Barrandei-Limestones“ through the investigational history and a re-definition together with a re-naming into Plabutsch Formation is presented. This formation, characterized by dark bluish to blackish limestones rich in shallow marine fossils is developed in both, the Rannach Nappe and Hochlantsch Nappe of the Graz Palaeozoic. In both nappes the Plabutsch Formation is underlain by dolomites of the Flösserkogel Formation and, normally, overlain by dolostones of the Kollerkogel Formation (Rannach Nappe) or Tyrnaueralm Formation (Hochlantsch Nappe) respectively.

Keywords: re-designation, historic overview, lithostratigraphy, Middle Devonian, Graz Palaeozoic

Inhalt

1. Präambel	270
2. Derivatio nominis	271
3. Die Geschichte von <i>Heliolites barrandei</i>	271
3.1. Rudolf Hoernes	271
3.2. Alphons Penecke	272
3.3. Josef Wentzel	273
3.4. <i>Pachycanalicula</i>	273
3.5. Typusmaterial und Probleme	274
3.6. Systematische Taxonomie von <i>H. barrandei</i>	276
4. Die „Grazer Schichten“	276
5. Der „Grazer Corallenkalk“	277
6. Die „Barrandei-Schichten“	280
7. Liegend-Hangend-Grenze	282
8. Die „Chonetenschiefer“	283
9. „Neue Stratigraphie“	283
10. Die Plabutsch-Formation	285
Literatur	287

1. PRÄAMBEL

Der Begriff „Barrandeikalk“ ist, wenn auch durch sprachliche Mutationen mehrfach leicht abgeändert, seit 110 Jahren für eine flachmarine Ablagerung des Mitteldevons (Eifelium) des Grazer Paläozoikums im Gebrauch.

Auf Grund des reichen Fossilgehaltes ist diese Abfolge im Laufe der Erforschungsgeschichte geradezu zum Synonym der organismischen Vielfalt des Grazer Devons avanciert. Zahlreiche Publikationen setzten sich mit der Taxonomie der Fossilien (PENECKE, 1894; HERITSCH, 1915a,b, 1917a,b, 1918; FLÜGEL, 1961, 1975; BOUCOT & SIEHL, 1962; HUBMANN, 1990a, 1991) und mit den Ablagerungsbedingungen (EBNER et al., 1979, 1980a; GOLLNER & ZIER, 1985; HUBMANN, 1993, 1995) der Formation auseinander, die das „Aushängeschild“ für paläontologisch-sedimentologische („historisch-geologische“) Exkursionen darstellt (FLÜGEL, 1963, 1972; EBNER et al., 1980b, 2000, 2001; NEUBAUER et al., 1992; HUBMANN & HASENHÜTTL, 1995; HUBMANN & STINGL, 1997).

Eine Diskussion über eine Änderung des Formationsnamens wurde bislang nicht geführt. Entgegen den internationalen Empfehlungen („Hedberg-Code“; HEDBERG, 1976) von Fossilnamen abgeleitete lithostratigraphische Begriffe zu vermeiden, bzw. diese zu verwerfen, wurde für eine Konservierung des „klassischen“ Namens argumentiert (HUBMANN, 1993:395).

Den von SALVADOR (1994) herausgegebenen internationalen Richtlinien („Salvador-Code“), sowie den für den deutschsprachigen Raum adaptierten „Empfehlungen“ von STEININGER & PILLER (1999) Rechnung tragend, wird dem „Etymon“ der Barrandeikalke nachgegangen und die „Sinnfrage“ der weiteren Konservierung des Namens neuerlich gestellt.

Auffallend in der Handhabung des Begriffs „Barrandeikalk“ ist die hybride Verwendung im lithostratigraphischen wie chronostratigraphischen Wortsinn (von PENECKE, 1890: „*der Horizont der Heliolites Barrandei* R. Hörn. mit dunklen bituminösen Kalk-

bänken" bis MAURIN & FLÜGEL, 1958: „Die Teilung der „Barrandei-Schichten“ [...] ist damit undurchführbar geworden, gehören doch beide dem Mitteldevon an“).

2. DERIVATIO NOMINIS

Der Name Barrandei-Kalk leitet sich nur mittelbar vom großen Paläozoikumsforscher Joachim BARRANDE (1799–1883) ab. Ihm zu Ehren ist das Barrandium (zentrales und westliches Böhmen) benannt, das aber keinerlei Beziehung zu den „Grazer“ Barrandei-kalken hat. Joachim Barrande war niemals in Graz; der Bestand an Sonderabdrucken Barrande'scher Artikel in der Bibliothek des Grazer Institutes für Geologie und Paläontologie läßt lediglich darauf schließen, dass die beiden im Grazer Paläozoikum forschenden Professoren Carl Ferdinand PETERS (1825–1881) und Rudolf HOERNES (1850–1912) mit diesem im Schriftentausch standen.

Die Namensableitung basiert auf *Heliolites barrandei*, einer heliolitiden Koralle mit erstaunlich verwirrender Geschichte.

3. DIE GESCHICHTE VON *HELIOLITES BARRANDEI*

3.1. Rudolf HOERNES

In den Akquisitionsverzeichnissen des Grazer Geologisch-Paläontologischen Institutes findet sich bereits ab dem Jahr 1879 der Name *Heliolites barrandei*. Diese Verzeichnisse wurden von Rudolf HOERNES (1850–1912), der mit 1. Oktober 1876 zum außerordentlichen Professor für Geologie und Paläontologie nach Graz berufen wurde, erstellt. Unter der Rubrik „II Aufsammlungen in palaeozoischen und älteren Gebirge der Umgebung von Graz in den Jahren 1876, 77 und 78 durch R. Hoernes“ wird mit der Lokalitätsangabe „Plawutsch Fürstenwarte“ unter der Nummer 276 und 277 „*Heliolites Barrandei* nov. form.“ erstmals erwähnt. Es folgen weitere Exemplare:

Nr. 312 – 317 <i>Heliolites Barrandei</i> RHoern	Steinbruch zwischen Kollerberg u. Gaisberg
Nr. 328 – 330 <i>Heliolites Barrandei</i> RH.	Gaisberg, Südende, gegen Thal
Nr. 366 – 367 <i>Heliolites Barrandei</i> RH.	Steinbruch am Oelberg nächst der Schiessstätte
Nr. 371 <i>Heliolites Barrandei</i> RH.	Frauenkogel
Nr. 449 – 456 <i>Heliolites Barrandei</i> RH	St. Gotthard
Nr. 529 <i>Heliolites Barrandei</i> RH.	Teichalpe (Breitenauerkreuz)
Nr. 582 <i>Heliolites Barrandei</i>	Scheiderücken zwischen dem Schrems u. Türnau-Graben

Wie man zusätzlich auch dem „*Schliff- und Praeparaten-Katalog*“ des Grazer Institutes entnehmen kann, waren unter der Bezeichnung „*Heliolites Barrandei* R. Hoern.“ bereits sieben Dünnschliffe in diesem Jahr vorhanden. Alle entstammen Fundorten des Grazer Nahbereiches, wobei die noch existierenden Schliffe (1879.II.452, 1879.II.453 und 1879.II.454, jetzt: UGP. 577) als Vermerk die Lokalität St. Gotthard (heute: nördliches Grazer Stadtgebiet) angeben.

Von Rudolf HOERNES stammen weitere artliche Determinationen von Fossilien aus den Fundschichten von *Heliolites barrandei*, deren Namensgebungen (*Stromatopora doelteri*, *Cyathophyllum stachei*, *Cladopora suessi*, *Favosites styriaca*, *Favosites ungeri*, *Syringopora schulzei*, *Pentamerus clari*, *P. deformis*, *P. petersi*, *P. styriacus*) – wenigstens teilweise – erst durch die von PENECKE (1894) vorgenommene taxonomische Bearbeitung der Grazer Devon-Faunen in die Publikation eingingen.

3.2. Alphons PENECKE

Spekulativ bleibt die Beantwortung der Frage warum HOERNES nicht an die Publikation seiner Bestimmungen dachte und dies seinem Schüler Alphons PENECKE (1858–1944) überließ. Nach HOERNES' Schriftenverzeichnis zu urteilen, dürften ihn andere Interessen (miozäne Ablagerungen, Erdbebenforschung, Vulkanismus) daran gehindert haben.

Unter den von HOERNES mit Manuskriptnamen versehenen Fossilien (siehe oben) stellt *Heliolites barrandei* insoferne eine Ausnahme dar, als diese Koralle nicht in PENECKES bereits genannter monographischer Arbeit von 1894 sondern bereits 1887 in die Publikation einging. In seinen Notizen „*Ueber die Fauna und das Alter einiger paläozoischer Korallriffe der Ostalpen*“, beschrieb PENECKE erstmals diese Koralle als *Heliolites Barrandei* mit dem Zusatz „*R. HÖRN. in mscr.*“. Damit wurde gemäß den Regeln der Zoologischen Nomenklatur PENECKE zum Autor der Art, wenngleich HOERNES dem Objekt den Namen gab.

Mit PENECKES Erwähnung von „Hoernes in mscr.“ erklärt sich auch die oftmals vorkommende Verwechslung bezüglich der Autorenschaft von *Heliolites barrandei* in der Literatur (z.B.: HOERNES vs. PENECKE, oder HOERNES *in* PENECKE).

PENECKE gibt eine umfangreiche Beschreibung von *H. barrandei* (PENECKE, 1887:271–272): „*Die Koralle bildet massige Stöcke, die bis zu bedeutender Grösse anwachsen. Die ca. 1,3 mm im Durchmesser messenden Kelche sind dicht über die Oberfläche vertheilt; ihr Abstand von einander beträgt weniger als ihr Durchmesser und schwankt zwischen 1 – 0,5 mm. Die Coenenchymröhren sind von rundlichem Querschnitt, besitzen einen Durchmesser von 0,3 mm im Mittel und sind so vertheilt, dass im kürzesten Abstand zweier Kelchröhren deren höchstens 3, gewöhnlich nur 1 bis 2 sich einschieben. Die Wandstärke ist eine sehr beträchtliche. Die 12 Septen bestehen aus kurzen Längs-Leisten, auf deren freiem, innerem Rande kräftige, schräg nach aufwärts gerichtete Dornen stehen, deren distales, schwach kolbig verdicktes Ende nicht ganz die Mitte des Kelches erreicht, indem sein Abstand von der Kelchwand beiläufig 2/3 bis 3/4 des Kelchradius beträgt. Die horizontalen Böden sind im Verhältnis zur Wandstärke dünn, ihr Abstand beträgt in den Kelchröhren circa 1/2 bis 1/4 des Durchmessers derselben, in den Coenenchymröhren 1 bis 1/2*“

Nach dem Text der Publikation kommt als Typusgebiet ein kleines mitteldevonisches „Riff“ am Pasterk in den Karawanken (Südkärnten) in Betracht. Folgt man dagegen den Abbildungen, müssten die Fundpunkte, bzw. einer der Fundpunkte, die HOERNES beprobt hatte, den „locus typicus“ darstellen. PENECKE kannte natürlich das Grazer Material bestens von zahlreichen Exkursionen, sowie von HOERNES' Schriffen. Daher verwundert es

auch nicht, dass er die lithographierten Abbildungen „wegen der besseren Erhaltung nach Grazer Stücken gezeichnet“ hatte (PENECKE, 1887:272). Demnach ist das Material aus dem „Grazer Devon“ als Richtmaß zu werten. Dies umso mehr, weil PENECKE auch in seiner Beschreibung (qualitativ und quantitativ) mit Sicherheit auf das Grazer Material Bezug nimmt und die Stücke aus den Karawanken mit diesen lediglich verglich.

Zieht man die beiden Vorkommen Grazer Paläozoikum und Karawanken in Betracht, ist zu bedenken, dass beide Gebiete durch die bedeutendste Längsstörung („Periadriatische Naht“) des alpinen Raumes getrennt werden: ist das erstere Vorkommen dem „Südalpin“ zuzurechnen, so gehört das zweitere dem „Ostalpin“ an. Das impliziert, dass wir mit gänzlich unterschiedlichen Ablagerungsräumen zu rechnen haben, deren ursprüngliche (bio)geographische Beziehungen unbekannt sind.

3.3. Josef WENTZEL

Im Jahre 1895 publizierte Josef WENTZEL (1858 – nach 1937) eine umfangreiche Studie über „*Zoantharia Tabulata*“. Dieses Werk gliedert sich in drei Abschnitte, in eine allgemeine Betrachtung über den Bau des Heliolitidenstockes, über verwandtschaftliche Beziehungen innerhalb der Tabulata und Beziehungen zu rezenten Vertretern, sowie in eine systematisch-taxonomische Bearbeitung „einiger silurischer Formen vom Felsen Kozel bei Beraun“. Im letztgenannten Abschnitt (WENTZEL, 1895:503) findet sich erstmals der Name des Genus *Pachycanalicula* publiziert.

WENTZEL hat diese Arbeit am 14. Februar 1895 der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der österreichischen Akademie der Wissenschaften in Wien vorgelegt. Das Manuskript dürfte er im Jahr zuvor fertiggestellt haben. Dafür spricht, dass sich in der Publikation „*Pachycanalicula* WENTZEL 1894“ findet.

Der Gattung *Pachycanalicula* WENTZEL, 1895 liegt als Typusart *Heliolites barrandei* PENECKE, 1887 zu Grunde. WENTZELS Bemerkungen zur neu aufgestellten Gattung sind einfach und erinnern an PENECKES Artdiagnose:

„Die Coenenchymröhren, von abgerundet-polyëdrischem Querschnitt, besitzen eine sehr beträchtliche Wandstärke. Sie sind durch zahlreiche horizontale Böden getheilt. Die zwölf Septen sind kurze Längsleisten, an ihren freien Rändern mit nach oben gerichteten, am distalen Ende schwach kolbig verdickten Dornen versehen. Die Böden der Kelchröhren horizontal oder blasenartig. Typische Spezies: *Heliolithes Barrandei* R. Hoernes.“

WENTZELS Angabe von R[udolf] HOERNES als erstbeschreibenden Autor der Art ist bemerkenswert und erklärt sich wie bereits erwähnt.

3.4. *Pachycanalicula*

Ein Aufenthalt von WENTZEL am Grazer Geologisch-Paläontologischen Institut ist nicht beweisbar. Vielmehr ist anzunehmen, dass WENTZEL für die Aufstellung der Gattung *Pachycanalicula* nicht das (Typus)Material von *Heliolites barrandei* eingesehen und sich ausschließlich an PENECKES Publikation von 1887 orientiert hat. Im Text der Abhandlung bezieht sich WENTZEL auf „eine Anzahl Korallen vom Felsen Kozel bei Beraun“ (heute: Beroun, Tschechische Republik). Damit ist wohl gemeint, dass WENTZEL bei der Bearbei-

tung der „böhmischen Tabulata“ Individuen vorfand, die an PENECKES *Heliolites barrandei* erinnerten. WENTZEL erkannte richtig, dass sich PENECKES *Heliolites barrandei* von den „anderen“ Helioliten unterscheidet und zog diesen als Typusart der Gattung *Pachycanalicula* heran. Tatsächlich führen nach freundlicher Mitteilung von Dr. Jindrich Hladil, Prag, die Horizonte aus denen WENTZELS Material stammt Korallen mit verdickten Skelettelementen (siehe Diagnose!). Die Skelettverdickungen der Korallen dieser Lokalität sind aber als sekundäre Ergebnisse diagenetischer Veränderungen zu deuten (nahe liegender Vulkanismus).

Als bedeutende diagnostische Merkmale geben beide, PENECKE wie auch WENTZEL, neben auffallend kräftig entwickelten Skelettelementen die charakteristische Ausbildung der Septaldornen (septal spines) an. Sie haben auf ihrem freien inneren Rande kräftige, schräg nach aufwärts gerichtete Dornen entwickelt. Letztgenanntes Merkmal hebt PENECKE in seiner Abhandlung von 1894 (S. 591) nochmals hervor.

3.5. Typusmaterial und Probleme

Über die Validität der Gattung *Pachycanalicula* (z.B.: LANG et al., 1940; SOKOLOV, 1955; LIN BAORYU et al., 1988; BONDARENKO, 1992) oder ihre Synonymierung mit *Heliolites* DANA, 1846 (z.B.: LINDSTRÖM, 1899; LECOMTE, 1952; FLÜGEL, 1956; BIRENHEIDE, 1985) waren/sind verschiedene Bearbeiter unterschiedlicher Meinung. Gründe für diese Unstimmigkeiten liegen neben allgemeinen Auffassungsunterschieden über die systematische Wertung taxonomischer Charakteristika der Heliolitiden allgemein in der bescheidenen Kenntnis der Typusart selbst.

Leider ist zu PENECKES Arbeit von 1887 weder das „Textoriginal“ noch das „Abbildungsoriginal“ erhalten. Auch finden sich in der Typussammlung von Graz weder eines der von HOERNES akquirierten Coralla, noch ein Stück von PENECKES Aufsammlungen. 1909 erhielt PENECKE einen Ruf an die Universität Czernowitz (heute: Chernovtsy, Ukraine) und nahm Handstücke und Dünnschliffe mit (MEIXNER, 1958:72). Wie MEIXNER (1958:76) ausführt, hat PENECKE seine Sammlung an Handstücken und Dünnschliffen dem Institut der Universität Czernowitz übergeben. Diese wurde aber durch Kriegshandlungen „in weitgehendem Maße zerstört“, [...] „ein unersetzlicher Verlust für die paläontologische Forschung in Steiermark und Kärnten, da hiedurch die Belegstücke zu PENECKES Arbeiten und die Typen seiner Neubeschreibungen verlorengegangen sind.“ (MEIXNER, 1958:76). Auch KETTNEROVA (1932: 274, 278) versuchte das Helioliten-Material der PENECKESchen Sammlung zu eruieren, war aber ebenso erfolglos wie jüngst unternommene Nachforschungen.

In HOERNES' Verzeichnis der Institutssammlung findet sich neben der Erstnennung von „*Heliolites Barrandei* nov. form“ (Akquisitionsnummer 276) mit roter Tinte der Vermerk „Prag 1 1928“. Dieser Vermerk stammt von HERITSCH, der Dünnschliffe dieses Stückes (es wäre der „Holotypus“ von HOERNES!), auf Anfrage an KETTNEROVA, die eine Revision heliolitider Korallen des Barrandiums in Angriff nehmen wollte, nach Prag übersandt hatte (vgl. KETTNEROVA, 1932: 273, 278). Von diesen Dünnschliffen ist uns aus KETTNEROVAS Hand eine genaue Zeichnung der Skelett-Elemente bekannt (KETTNEROVA, 1932: Abb. 1, 2; BIRENHEIDE 1985: Abb. 45). Nach dieser Abbildung zu schließen muss ihr ein Dünnschliff oder Anschliff vorgelegen haben, der zumindest 20 Koralliten im Querschnitt zeigte. Nach freundlicher Auskunft von Dr. Arnost Galle, Prag, ist weder das Schliffmaterial,

noch das Handstück in Prag auffindbar. Mit hoher Wahrscheinlichkeit sind die von Graz entlehnten Stücke nach dem tragischen Tod von KETTNEROVA den Kriegereignissen des 2. Weltkrieges zum Opfer gefallen.

Einzig erhalten gebliebenes Material, welches HOERNES im Jahre 1879 akquiriert und PENECKE vorgelegen hat, sind drei Dünnschliffe der Grazer Institutssammlung. Sie wurden von FLÜGEL (1956: 76) zu Lectotypen gewählt. Nach den Etikettenangaben, welche mit HOERNES' Handschrift die artliche Bestimmung und die Lokalitätsangabe aufweisen, stammen sie aus dem Grazer Nahbereich (St. Gotthard). Der genaue Fundpunkt ist nicht feststellbar; möglicherweise handelt es sich um den ehemaligen Graphitabbau. Die aufgelassenen Steinbrüche bei St. Gotthard führen nach neuerlichen Beprobungen keine Korallen.

Der Erhaltungszustand der in den drei (von einem einzigen Corallum stammenden?) Schliffen überlieferten Koralle(n) ist schlecht. Da es sich ausschließlich um Längsschliffe handelt, ist der diagnostische Aussagegehalt gering. Zudem kommt, dass die Schliff-Formate (max. 1,5 x 1,0 cm) sehr klein sind, dementsprechend nur wenige Koralliten auf kurze Längserstreckung angetroffen werden. Die Skelettanteile der Koralliten, wie auch die des coenenchymalen Gewebes zeigen keine Verdickungen! – im Gegenteil: sie sind eher schlank und zierlich. Septalbildungen sind ebenfalls nicht erkennbar!

Das bringt auch konsequenterweise mit sich, dass die von PENECKE in der Art diagnose erwähnten taxonomischen Charakteristika nicht – und damit auch nicht die Genusmerkmale von *Pachycanalicula* im Sinne von WENTZEL – aus dem Lectotypusmaterial nachvollziehbar sind!

Auch KETTNEROVA (1932) hält fest: „When identifying *Heliolites barrandei*, mistakes were frequently made following PENECKE's illustration, showing the coenenchyma with considerably thickened walls“ (KETTNEROVA, 1932:279) und „the walls of the coenenchyma and the autopores are normally developed not exhibiting any remarkable thickening“ (KETTNEROVA, 1932: 280). Entsprechendes ist auch ihrer Abbildung zu entnehmen (vgl. Fig. 1).

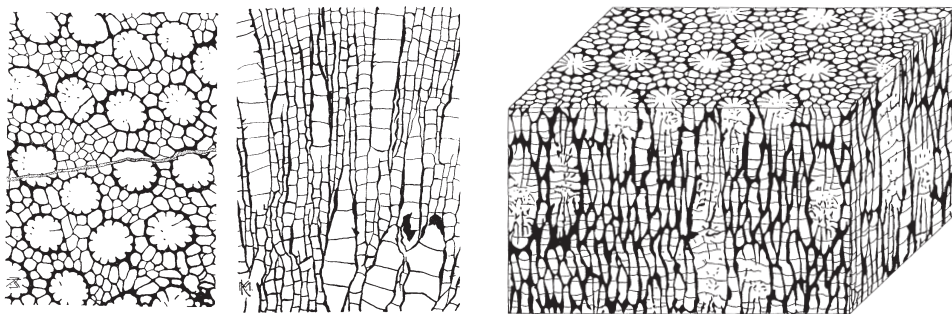


Fig. 1: Links: Querschnitt und Längsschnitt von *Heliolites barrandei* nach KETTNEROVA (1932). Beachte relativ dünne Thecen und wenig markante Septalspinuale. Rechts: Blockbild von *Pachycanalicula barrandei* nach HUBMANN (1997). Beachte massive Wandbildungen und Septaldornen (Columellardornen).

In der Revisionsarbeit ostalpiner Heliolitina fasst FLÜGEL (1956) *H. barrandei* als Unterart von *Heliolites (Heliolites) porosus* auf. Als Lectotypus wählte er einen der drei Schliffe von HOERNES (neue Inventarnummer: UGP 577) und bildet diesen ab (FLÜGEL, 1956: Taf. II, Fig. 2). Bezugnehmend auf diese Arbeit von FLÜGEL gibt auch HILL (1981) im Tabulata-Band des „*Treatise on Invertebrate Paleontology*“ eine Abbildung. Allerdings ist die als „*P[achycanalicula] barrandei* (HOERNES in PENECKE)“ in Fig. 410, 5 abgebildete Form zufolge einer Verwechslung **nicht** ident mit dem Lectotypus. Vielmehr handelt es sich um die bei FLÜGEL (1956: Taf. I, Fig. 2) als *Heliolites (Heliolites) porosus porosus* ausgewiesene Form, welche von CERRI (1931) aus den Karnischen Alpen bekannt wurde! BONDARENKO (1992) wiederum übernimmt die bei HILL (1981) als Lectotypusdarstellung ausgewiesene Abbildung (recte: *Heliolites (Heliolites) porosus porosus*) als Abbildung für *Pachycanalicula* (BONDARENKO, 1992: Taf. 44, Fig. 1b). Naturgemäß sind diesen Abbildungen weder die „auffallend dicken Wandbildungen“, noch die charakteristisch ausgebildeten Septaldornen zu entnehmen.

3.6. Systematische Taxonomie von *H. barrandei*

PENECKE (1894) weist nochmals ausdrücklich auf die variativen Erscheinungsbilder von *Heliolites barrandei* hin, welche sich durch die unterschiedlich stark entwickelten Wandverdickungen ergeben. PENECKE deutete die Variationen der Wandstärken, die er an rund 100 Exemplaren beobachten konnte, als taphonomischen Effekt. Diesem zufolge, so führt PENECKE (1887:272) aus, vergrößert sich das Lumen der Röhren und die im „Normalfall“ runden Coenenchymröhren werden polyedrisch.

HUBMANN (1997) evaluierte die taxonomischen Merkmale von *H. barrandei* anhand eines „Topotyps“ (UGP 3005) aus jenem Profil des Steinbruchs am Gaisberg bei Graz, von wo auch PENECKES Abbildungstypus von 1887 stammt. Dabei konnte die Validität der Gattung *Pachycanalicula* bestätigt werden. Unterschiedlich starke Skelettverdickungen innerhalb der Coralla von *Pachycanalicula barrandei* sind häufig zu beobachtende Phänomene. Es handelt sich dabei aber nicht um diagenetisch bedingte Strukturen, sondern um zyklomorphe Variationen (im Sinne von BONDARENKO, 1985) der Skelettstrukturen („density-banding“).

Der Wechsel von „dense zones“ („dark bands“), die verdickte Skelettelemente und gut ausgebildete Septalstrukturen aufweisen mit „less dense zones“ („light bands“) mit dünnen vertikalen Theken und schwach ausgebildeten bis fehlenden Septalspinulae muss aber nicht generell in jeder Kolonie entwickelt sein. Im ersteren Fall sind alle *per definitionem* taxonomisch diagnostischen Merkmale entwickelt, im letzteren Fall fehlen sie (vergleichbar den Lectotypen!).

4. DIE „GRAZER SCHICHTEN“

Die Gesteinsabfolgen des „Grazer Berglandes“ wurden bis in die Mitte des 19. Jhs. großteils als „*Trappformation*“, als „*Übergangsgebirge*“, oder als „*Grauwackengebirge*“ klassifiziert (BUCH, 1819, 1821; ANKER, 1828, 1835).

Im Jahr 1843 publizierte Franz UNGER (1800–1870) eine im wesentlichen aus Korallentaxa bestehende Fossilliste aus Gesteinen, die am Plabutschgipfel (bei der Aussichts-

warte „Fürstenstand“) anstehen. Wie der Literatur zu entnehmen ist, wurde von Paul Maria PARTSCH (1791–1856), damaliger Kustos am Hof-Mineralienkabinett in Wien eine „Korallenbank“ am Plabutsch entdeckt (UNGER, 1843), die dann UNGER systematisch „ausbeutete“ und den Fossilinhalt taxonomisch bearbeitete. Als besondere Leistung muss hervorgehoben werden, dass mit der Bestimmung der „in der Regel minder gut erhaltenen *Petrefacte*“ es UNGER gelang, diese Ablagerungen „nach den neueren Ansichten englischer Geognosten einem Gliede der devonischen Formation gleichzuhalten“ (UNGER, 1843). Damit konnte UNGER das Alter dieser Abfolge nur 4 Jahre nach Aufstellung des Systems Devon durch SEDGWICK & MURCHISON (1839) festlegen. Es mutet in Anbetracht dieser Erkenntnis wie ein Anachronismus an, wenn UNGER noch von Gesteinen des „Übergangsgebirges“, der „Grauwackengebirge“ bzw. vom „Übergangskalk“ spricht.

Einzelne „Schichtglieder“ wurden nicht differenziert, wenngleich MORLOT (1847:242) erwähnt, dass „nördlich von Gratz [...] bedeutende Massen von Kalkstein und Dolomit“ vorkommen, „die einem ziemlich ausgedehnten Thonschiefergebilde regelmässig aufgelagert erscheinen“. Vielmehr wurde bis zur Mitte des 19. Jhs. die Gesamtabfolge, in der nach damaliger Meinung „das Auftreten der Korallen am Plawutsch eine ganz vereinzelt erscheinende Erscheinung“ (MORLOT, 1849:211) darstellen sollte, ungegliedert als „Grazer Schichten“ (PETERS, 1875:15) bezeichnet.

1856 weist ROLLE auf weitere Vorkommen korallenführender Schichten im „Uebergangsgebirge“ (ROLLE, 1856:239) hin und erwägt auf Grund des Vorkommens von Clymenien, dass die „Steinberger Kalke“ „[...] wie sie eine andere Facies als die korallenreichen Schichten des Plawutsch darstellen, so auch ein und zwar geringeres Alter haben.“ (ROLLE, 1856:241). Die „Plawutsch-Schichten“ (ROLLE, 1856:241) stellt er ins Mitteldevon.

5. DER „GRAZER CORALLENKALK“

Am 20. Jänner 1867 schreibt Carl Ferdinand PETERS in einem Brief an Franz von HAUER (1822–1899), dem damaligen Direktor der Geologischen Reichsanstalt: „Mein ältester Schüler, phil Dr. Klar [...] hat uns neulich in meinem Collegium 2 Vorträge über das Devonische der Hochlantsch- u. Schöckel-Gruppe mit sehr genauen, durchwegs mit Handstücken belegten Profilen gehalten [...]. Um ihn aufzumuntern [...], möchte ich Dir eine kurze briefliche Notiz über den Inhalt der bisherigen Untersuchung mittheilen. [...] Eine ordentliche Darstellung mit Holzschnitten für das Jahrbuch kann erst nach wiederholter Untersuchung einiger Zwischenpartien u. neuerlichen Anstrengungen, in den unteren (unter-devonischen) Schichten etwas zu finden, gemacht werden.“ In der Sitzung vom 5. Februar 1867 wurde die erwähnte Notiz „Devonformation in der Umgebung von Graz (Aus einem Briefe an Herrn Director Franz R. v. Hauer)“ vorgelegt (PETERS, 1867). Sie berichtet von Ergebnissen einer „detaillierte[n] Untersuchung der Schichtenfolge in der Hochlantsch- und Schöckelgruppe zwischen dem Breitenauer Thale, Stainz und Radegund“, welche von C. CLAR im Sommer 1866 unternommen wurde. PETERS (1867:26) berichtet hierin von „bivalvenreichen [recte: brachiopodenreichen] Schichten des Gaisberges“, die die „Korallenbank des Plabutsch“ unterlagern. Gemeint sind die in der späteren Literatur als Chonetenschiefer und Barrandeikalke bezeichneten „Schichten“.

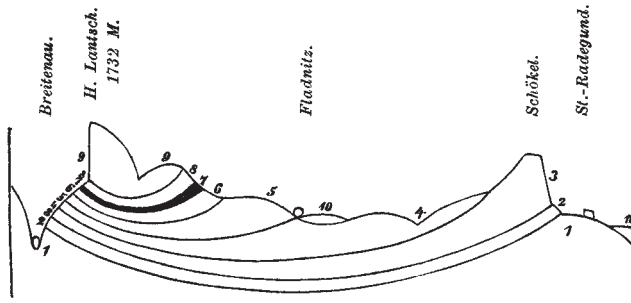


Fig. 19. Verkürztes Profil der steirischen Devonformation.
 1. Krystallinischer Schiefer. 2. Grenzphyllit. 3. Schökelkalk. 4. Semi-
 radiarischer Schiefer. 5. Kalkschiefer. 6. Dolomitstufe. 7. Diabasstufe.
 8. Korallenkalk. 9. Hochlandskalk. 10. Tertiäres.

Fig. 2:
 Erstes Nord-Süd-Profil des
 Grazer Paläozoikums aus
 PETERS (1876:110). Das
 Schichtglied Nummer 8
 entspricht etwa der Pla-
 butsch-Formation.

Die angekündigte „ordentliche Darstellung mit Holzschnitten für das Jahrbuch“ [= Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt] erfolgte allerdings nicht, weder von PETERS noch von CLAR. Wohl aber widmete PETERS in seinem Buch „Die Donau und ihr Gebiet“ dem „Grazer Paläozoikum“ eine ausführlichere Behandlung (PETERS, 1876:105–111). Diesem Abschnitt sind auch Holzschnittdarstellungen, darunter ein geologisches Nord-Süd-Profil (Fig. 2) und die ersten Abbildungen devonischer Korallen des Grazer Raumes beigegeben. (Erst 1874 veröffentlichte CLAR (1844–1904) in den Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt eine – abbildungslose – Beschreibung einer „Ablagerungsreihe“ des Grazer Paläozoikums.)

SUESS (1868:776) berichtet von einer im Herbst des Jahres 1866 gemeinsam mit Konrad CLAR [KLAR] unternommenen Begehung in der Grazer Umgebung. Wie der Abhandlung von Eduard SUESS (1831–1914) zu entnehmen ist, hatte CLAR ganz offensichtlich seine Gliederung vorgelegt, erinnert doch die Abfolge des „unteren Kohlenkalles“ westlich und nordwestlich von Graz, die SUESS (1868:776–777) publizierte, sehr stark an die 1874 vorgelegte CLAR'sche „Ablagerungsreihe“. SUESS (1868:777) erwähnt unter der Bezeichnung „Kalk des Gaisberges“ (vgl. PETERS, 1867:26) eine eigenständige Entwicklung, die über einer variativen dolomitischen Abfolge einsetzt. Dieses „neue Glied“ charakterisiert er folgendermaßen: „blauschwarz mit vielen weißen Adern und einigen pfirsichrothen, thonigen Einschaltungen zwischen den Kalkbänken. Zahlreiche Durchschnitte einer dickschaligen Bivalve sind hier zu treffen, ferner Heliolites, Cyathophyllum, Stiele von Cupressocrinus und Spuren von Strophomena“. Diese Entwicklung, „wohl das Äquivalent des rheinischen Mitteldevon“, wird durch eine „viel mächtigere Masse von ungeschichteten, cavernosem, oft pfeilerförmig zerklüftetem lichtgrauen Kalkstein“ überlagert.

Für die „Erläuterungen“ der Geologischen Übersichtskarte der Monarchie fasste HAUER im gleichen Jahr (1868:37–38) auch den Kenntnisstand der „älteren Sedimentgesteine der Gratzter Bucht“ zusammen. Er unterscheidet in einer Grobgliederung „untere Schiefer“ und „obere Kalke“. HAUER (1868:37) erwähnt den „Kalkstein des Plawutsch“ (vgl. ROLLE, 1856:241), der die „Schiefer“ [recte: Dolomite, Sandsteine und Tonschiefer] mit *Bythotrephes* („Bythotrephes-Schiefer“: vgl. dazu HUBMANN & HASENHÜTTL, 1995:10–11) „unterteufen“: „Die Kalksteine sind vorwaltend dicht, hell oder dunkel gefärbt, oft

schiefrig, nicht selten auch dolomitisch." Von diesen trennt er die „*Kalke der Steinberge*“ („*Clymenienkalke*“) im Hangenden.

TIETZE (1870:136) berichtet ebenfalls von „*Kalken des Gaisberges*“ und solchen des Plawutsch, aber auch vom „*hellgrauen Kalk des Kollerberges*“ (TIETZE, 1870:136). Die letztgenannten sind die später als „*Kanzelkalke*“ (VACEK, 1907:185) bezeichnete Gesteinsabfolgen (partim Kollerkogel-Formation nach FLÜGEL, 2000:25f.) im Hangenden der „*Barrandeikalke*“.

STUR (1871:122–133) unterscheidet in seiner „*Geologie von Steiermark*“ innerhalb der paläozoischen Gesamtabfolge eine „*untere, überall die tieferen Punkte der Ablagerung einnehmende Schichtenreihe*“ mit „*verschiedenartigen Thonschiefern und Quarzit, auf welcher die obere, bis über 1000 Fuss mächtige Kalkmasse, für sich allein ganze Gebirge bildend, aufrucht.*“ Diese Kalkmasse aus „*dichten oder feinkörnigen, dunkelgrauen, lichtgrau verwitternden Kalkstein*“ gliedert STUR in drei Niveaus. Im Liegenden sind „*gewöhnlich gut geschichtete*“ Kalke entwickelt, „*höhere Lagen des Kalkes sind voll von Korallen*“ und die „*muthmasslich höchsten Schichten des Devonkalkes bei Graz, zu Steinbergen, sind dünner geschichtet*“ (STUR, 1871:123). Das mittlere Niveau, die „*Korallenbänke des Plawutsch*“ (STUR, 1871:127) treten auch „*auf der Spitze des Hoch-Lantsch*“ (vgl. ANDRAE, 1854:550) auf.

Im gleichen Jahr wie STUR legte auch CLAR (1871) seine Vorstellungen des Grazer Paläozoikums dar.

Am 3. Februar 1874 hielt Conrad CLAR anlässlich einer Sitzung der Geologischen Reichsanstalt einen Vortrag über die „*geotektonischen Verhältnisse der Grazer Devonformation*“, in der er seine „*Reihenfolge der Gebirgsstufen*“ (CLAR, 1874) des Grazer Berglandes darstellte. Diese neunteilige Gliederung hielt sich über die nächsten Dezennien. Als Punkt 7 dieser Ablagerungsfolge listet CLAR (1874:63) den „*Corallenkalk*“ auf, der von der Dolomitstufe (Nummer 5 der Gliederung) und Diabasstufe (Nummer 6) unterlagert, bzw. vom Hochlautschkalk [sic!] (Nummer 8) überlagert wird. Letzterer, stellt CLAR richtig, enthält „*Polyparienauswitterungen des H. Dr. Andrae auf der Spitze des Hochlautsch [sic!]*“. STUR (1871:127) hatte diese unrichtigerweise mit den korallenführenden Schichten am Plawutsch (siehe oben) in Zusammenhang gebracht. In einer Beschreibung des „*Corallenkalks*“ gibt CLAR an: „*wohlgeschichtete dunkle Kalke, wie sie schon in der Dolomitstufe erscheinen, enthalten hier allein auftretend Corallendetritus, Bivalven, Gasteropoden und Clymenien. Einer jener rothen Mergel, die hier als Zwischenschichten fungieren, enthält am Gaisberg bei Graz reichliche Orthis- und spärliche Trilobitenreste.*“

1877 berichtet HOERNES von Exkursionen in das „*Devongebiet der Umgebung von Graz*“ gemeinsam mit CLAR, FELLNER und PAULIN (HOERNES, 1877:198). Das aufgesammelte Fossilmaterial „*des Corallenkalkes vom Plawutsch und der Teichalpe*“ (HOERNES, 1877:199) ging in die Sammlung des Grazer Geologisch-Paläontologischen Institutes ein, wie dies den bereits erwähnten Akquisitionsverzeichnissen zu entnehmen ist. Die Brachiopoden „*mit grosser Schale*“ (nach BOUCOT & SIEHL, 1962: *Zdimir cf. hercynicus*) legte HOERNES STACHE zur (Alters)Bestimmung vor. Dieser machte „*auf den silurischen Habitus derselben*“ aufmerksam, was HOERNES (1877:199) wiederum dazu veranlasste, „*den Pentamerus- und Corallenkalk vom Plawutsch als eine neue Facies der untersten Devon-Ablagerung zu betrachten*“.

STACHE (1879) gibt den „*korallenführende[n] Horizont des Plawutsch und die Schichten von Wetzelsdorf*“ (STACHE, 1879:218) als Lokalitäten des Obersilurs an. Mit letzteren

sind die basal zum „Barrandeikalk“, später als „*Chonetenschiefer*“ (STACHE, 1884:305) bezeichneten Tonschiefer (= Gaisberg-Schiefer-Bank sensu FLÜGEL, 2000:24f) gemeint.

STACHE (1884) sah die „*obere Gaisberger Schichtfolge mit dem Dalmania- und Choneteshorizont*“ (STACHE, 1884:305), „*als Aequivalent des normalen Unterdevon*“ an. Die unterlagernde „*Schichtenfolge bei Baierdorf*“ (am Südosthang des Plabutsch) wies er dem „normalen Obersilur“ (Wenlockium) zu, ebenso den „*Korallenkalk bei St. Gotthard*“ (STACHE, 1884:306), womit die eine (!) der „Typuslokalitäten“ von *Pachycanalicula barrandei* (vgl. oben) gemeint ist.

Im Sommer 1886 unternahm Fritz FRECH (1861–1917) unter Führung von Rudolf HOERNES Exkursionen in die Umgebung von Graz. Wohl angeregt durch HOERNES' Zweigliederung des „Grazer Korallenkalkes“ (vgl. HOERNES, 1877:199; siehe oben) sieht auch FRECH (1887:665, 1888:54) die Möglichkeit „*vorläufig einen unteren und einen oberen Korallenkalk von Graz*“ zu trennen, „*ohne damit andeuten zu wollen, dass eine scharfe Gliederung vorhanden sei*“.

6. DIE „BARRANDEI-SCHICHTEN“

PENECKE (1890:19) verwendete erstmals den Begriff „Horizont des *Heliolites Barrandei*“ für eine Abfolge von „Korallenkalcken“ mit einer „*ihr eigenthümlichen Fauna*“ in der Umgebung von Graz und des Hochlantschgebietes. Wie er selbst ausführt, handelt es sich dabei um ein Synonym zu CLARS Korallenkalk.

Mit dieser Publikation wurde ein „lithostratigraphischer Name“ eingeführt, der mit einer zeitlichen Unterbrechung von kaum 20 Jahren (HERITSCH, 1935 bis FLÜGEL, 1953) bis heute Verwendung gefunden hat. PENECKE gibt 1894 (S. 576–577) eine Beschreibung dieser Einheit: „*Ueber den letzten Quarzit- oder Dolomitbänken, die meist noch in grösserer oder geringerer Mächtigkeit über dem obersten Tufflager folgen, beginnt der Horizont der Heliolites Barrandei R. Hörn. mit dunklen bituminösen Kalkbänken, mit reichlicher Einlagerung von milden graphitischen Kalkthonschiefern, die stellenweise sogar an Mächtigkeit über die Kalkbänke und -linsen überwiegen. Die Kalklager sind grossentheils nicht sedimentären Ursprungs, sondern gewachsene Bänke der Favosites Styriaca R. Hörn. [...]. In den oberen Theilen der Stufe treten die Schiefereinlagerungen zurück und neben den gewachsenen Favositesbänken treten reichlich sedimentäre Kalke mit Korallen- und Crinoidendetritus, häufig erfüllt von Pentamerusschalen (Pentameruskalk), auf. Nicht ärmer an Fossilien sind diese oberen Theile, doch die Erhaltung dieser meist eine mangelhaftere, auch wittern sie gewöhnlich nicht in entsprechender Weise aus, lassen sich auch nicht aus dem frischen Kalksteine lostrennen, so dass eine geringe Anzahl von Arten zum Nachweis kommt. [...]. Nur die Favositesbänke sind begleitet von gering mächtigen Kalk-Thonschieferleinlagerungen, die sich meist in Folge ihres Mangangehaltes durch fleischrothe Farbe auszeichnen [...]. Local sind sowohl die graphitischen Schiefereinlagerungen im unteren, als auch die rothen der oberen Theile als dünnblättrige, ebenflächige, schwarze oder gelbrothe Schiefer entwickelt, die auf ihren Schichtflächen lagenweise oft vollständig mit von einem gelben Ockerpulver überzogenen Chonetes-Abdrücken bedeckt sind.*“

Die weitere Erforschungsgeschichte der Barrandeikalke ist bis zur Mitte der Dreißigerjahre des 20. Jahrhunderts durch stratigraphische und taxonomische Bearbeitungen

durch HERITSCH (1882–1945) gekennzeichnet (HERITSCH, 1915a,b, 1917a,b, 1918, 1927, 1935). Besonders die Arbeiten von 1915 und 1917 sind, wie HERITSCH (1927: 223) selbst ausdrückte, im Kontext, zu sehen, „die alte Stratigraphie gegen die Angriffe, die besonders von der Seite der Deckentheorie kamen, zu halten“.

VACEK (1906: 229–230) wies auf die von PENECKE (1894) angedeutete lithologische Zweigliederung der „Barrandei-Schichten“ hin und bedauert, dass nicht eine sorgfältige Trennung in eine „obere Abteilung“ (Pentamerus-Kalk) und eine „untere Abteilung“ (graphitische Schiefer, fleischrote Kalkschiefer enthaltend) vorgenommen wurde.

HERITSCH (1915a:106) sah – im Gegenteil – auf Grund der Fossil-Verteilung innerhalb der „Barrandei-Schichten“, „dass der Pentameruskalk und der Korallenkalk mit *Heliolites Barrandei* [...] eine stratigraphische Einheit darstellen und dass hiemit die auf eine Trennung abzielenden Hinweise gegenstandslos sind.“ Allerdings sah sich später HERITSCH (1935) veranlasst, seine Meinung revidieren zu müssen, als SOLLE (1934) den häufig vorkommenden „grobberippten Pentamerus“ (als *Pentamerus Petersi* in der Literatur zitiert; diese Bestimmung stammt von Rudolf Hoernes für das Akquisitionsverzeichnis des Grazer Institutes und wurde nie publiziert!) als *Conchidium hercynicus* revidierte. Damit vollzog HERITSCH (1935) die schon von HOERNES und PENECKE, bzw. von VACEK angedeutete interne Gliederung der „Schichten mit *Heliolites barrandei*“: Er unterschied einen oberstes Unterdevon repräsentierenden „Korallenkalk“ (HERITSCH, 1935: 191) und die, „mit der Wechsellagerung der blauen Kalke und der roten Schiefer“ einsetzenden „Pentamerus-Bänke“ mit unterem Mitteldevon-Alter (HERITSCH, 1935: 191).

Dieser Gliederung schlossen sich nachfolgende Autoren (MEYER, 1937) nicht nur im „chronostratigraphischen“ Gebrauch an, sondern ließen diese Untergliederung auch in Kartierungen einfließen (KUNTSCHNIG, 1937; SCHÄFER, 1937).

MAURIN & FLÜGEL (1958: 224) berichten von einer „Bank mit *Conchidium hercynicum* Halfar“ in den „bisher in das höchste Unterdevon (Emsium) gestellten Korallenkalke“. Sie meinen, dass damit „die Teilung der „Barrandei-Schichten“ in einen hangenden Komplex von Pentameruskalken (Mitteldevon) und die liegenden Korallenkalke (Unterdevon) [...] undurchführbar geworden“ sei, „gehören doch beide dem Mitteldevon an“ (MAURIN & FLÜGEL, 1958: 224). FLÜGEL (1960) verwendet (in einer Abbildung allerdings nur!) wiederum den alten Begriff „Barrandei-Schichten“.

1961 führt FLÜGEL den Begriff „Barrandei-Kalk“ wieder ein, „der zwar gegenüber den älteren Begriff (Pentamerus-Kalkstein) nicht die Priorität hat, jedoch von Anfang an schärfer definiert war und im Gegensatz zu den anderen Bezeichnungen keinen Bedeutungswandel erfahren hat“ (FLÜGEL, 1961: 45).

Bis in die jüngste Vergangenheit werden die Begriffe „Barrandekalk“ und „Barrandeschichten“ verwendet. Dabei verfolgte man unterschiedliche Philosophien: erstgenannter Begriff sollte auf die dominante Lithologie der Abfolge Bezug nehmen, der zweitgenannte Begriff auf den örtlich nicht unbeträchtlichen Anteil an Feinsiliziklastika in den Profilen hinweisen. Zu dem wurde der erstgenannte Begriff für die Abfolge in der „Rannach-Fazies“ (i.e. Rannach-Decke), der zweite für die der „Hochlantsch-Fazies“ (Hochlantsch-Decke) verwendet (vgl. KUEHN et al., 1962:44f.).

7. LIEGEND-HANGEND-GRENZE

Die Abgrenzung der „Barrandeikalke“ zu unter- und überlagernden Gesteinseinheiten änderte sich im Laufe der Erforschungsgeschichte des Grazer Paläozoikums mehrmals.

HERITSCH (1917a: 54) fasste gegenüber den Auffassungen von PENECKE und HOERNES die „Schichten mit *Heliolites Barrandei*“ (litho)stratigraphisch enger, indem er „über den Diabastuffen ein mächtiges Dolomitniveau“ ausschied, „und erst mit dem Eintritt der kalkigen Bildungen, welche allein in besserer Weise fossilführend sind, das Barrandei-Niveau“ einsetzen ließ (vgl. Fig. 3). Diese Grenzziehung blieb bis heute bestimmend.

Weitaus größere Schwierigkeiten ergaben sich mit der Definition der Hangendgrenze. HERITSCH (1927: 224) gelang der Nachweis von „*Goniatitenkalken* über den Barrand-

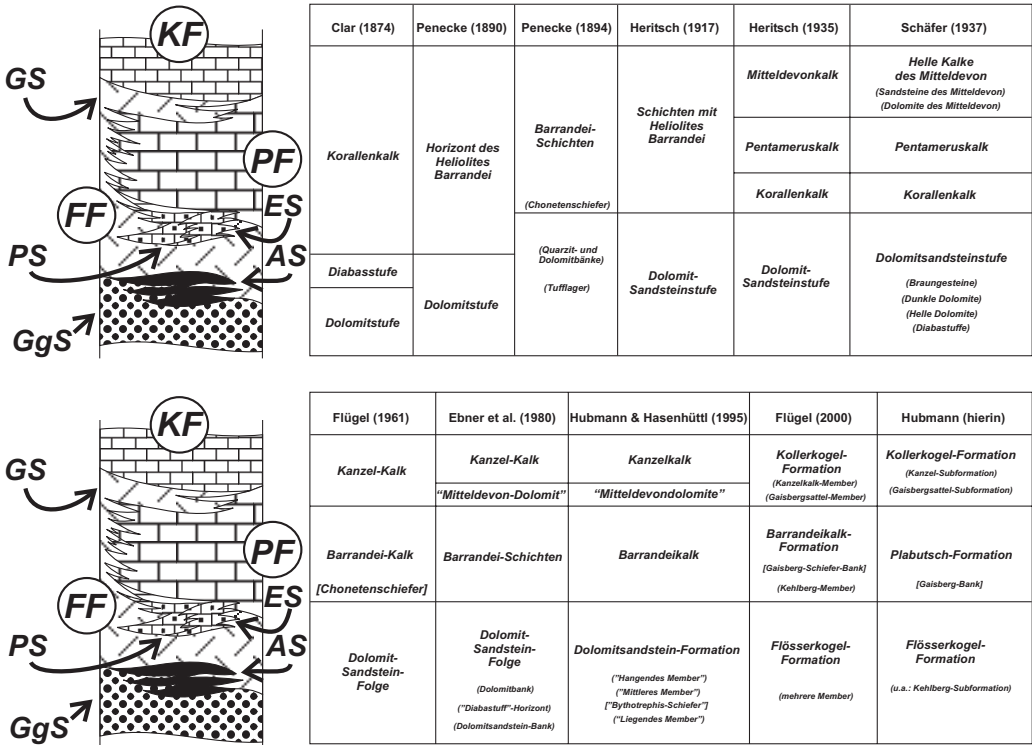


Fig. 3: Vereinfachtes Säulenprofil für Ablagerungen des Unterdevons bis oberen Mitteldevons im Nahbereich von Graz. Punktuell dargestellt sind unterschiedliche Auffassungen zur Lithostratigraphie im Laufe der Erforschungsgeschichte.

(KF: Kollerkogel-Formation, PF: Plabutsch-Formation, FF: Flösserkogel-Formation; GS: Gaisbergsattel-Subformation, ES: Eichberg-Subformation, PS: Pfaffenkogel-Subformation, AS: Admonterkogel-Subformation, GgS: Göstinggraben-Subformation.)

eischichten" nördlich von Graz. Für die geologische Kartierung der Hohen Rannach trennte E. CLAR (1933: 29–31) „hellgraue, mehr oder weniger flaserig gefügte Kalke, die schon durch die Helligkeit angewitterter Flächen gegen die dunkleren Kalke der Barrandeischichten abstechen“ ab, die er als „Mitteldevon“ zusammenfasste. Erst FLÜGEL (1953) erkannte den Umfang der als „Kanzelkalk“ (zurückgehend auf eine Bezeichnung von VACEK, 1907) bezeichneten Abfolge, die er intern in einen liegenden Massenkalk und eine hangende Grypophyllumbank zu gliedern versuchte. Aktuell wird diese Gesteinseinheit zur Kollerkogel-Formation (FLÜGEL, 2000: 25f.) gestellt.

8. DIE „CHONETENSCHIEFER“

Generell ist die Abfolge der „Barrandeikalke“ durch Einschaltungen zahlreicher, meist geringmächtiger (i.a. 10 bis 20 cm mächtiger) Lagen rötlich oder braun gefärbter Kalkmergel- bis -schiefer und Tonschiefer gekennzeichnet. Diese waren bereits vor der erdwissenschaftlichen Erforschung des Grazer Raumes von bergmännischem Interesse. Örtlich wurden die schwarzen „graphitischen Schieferlagen“ abgebaut (St. Gotthart nördlich von Graz; WEISS, 1973). Im Liegendbereich der Abfolge sind Wechsellagerungen von (fast) karbonatfreien Feinsiliziklastika mit geringmächtigen (individuelle Bankmächtigkeiten um 10 cm) bräunlich-rötlichen Kalken typisch. Die Kalke (Encrinite, Brachiopoden-Ostracoden-Schillkalke; HUBMANN, 1992:205; HUBMANN & HASENHÜTTL, 1995:34; EBNER et al., 2000:23) sind offensichtlich lateral wenig anhaltend; in einigen Profilen fehlen sie. Die Feinsiliziklastika („Illitschiefertone“) wurden am Kollerkogel ebenfalls bergmännisch gewonnen, die Abbauprodukte zur Fayence-Erzeugung (ANDRAE, 1854:35) bzw. Leimherstellung verwendet. 1952 wurde der Abbau endgültig heimgesagt (HUBMANN, 1990b).

Die liegenden Tonschiefer können an einigen Lokalitäten überaus stark fossilführend sein. Die Anreicherung von Chonetiden-Schalen an den Schichtflächen des maximal 3 m mächtig werdenden Gesteinsverbandes wurden von HOERNES (1880:328) als Brachiopodenschiefer mit dem „Korallenkalk, Pentamerus- und Goniatitenkalk“ zusammengefasst. STACHE (1884:305) bezeichnet in der „oberen Gaisberger Schichtenfolge“ diese Brachiopodenschiefer als „*Dalmania- und Choneteshorizont*“. In der weiteren Literatur findet diese Bezeichnung als „*Chonetenschiefer*“ Eingang (HUBMANN, 1993:411f) und wurde allgemein in der lithostratigraphischen Hierarchie als Bank gewertet.

9. „NEUE STRATIGRAPHIE“

Mit den Neukartierungen des Grazer Berglandes seit den 80er Jahren des 20. Jhs. ergaben sich neue lithostratigraphische Begriffe (z. B. GOLLNER, 1981; GOLLNER et al., 1982; GOLLNER & ZIER, 1985; FRITZ, 1991), die teilweise im Kartenblatt Passail (ÖK 134; nördlicher Teil des Grazer Paläozoikums; FLÜGEL et al., 1990) Niederschlag gefunden haben. Im Vorfeld des Druckes des Kartenblattes Voitsberg (ÖK 163; westlicher Teil des Grazer Paläozoikums) wurden von EBNER (1998) neue lithostratigraphische Namen eingeführt. In dieser Aufstellung, in der in Abstimmung mit den auf Kartenblatt Graz (ÖK 164, Bearbeiter H. W. Flügel) zur Ausscheidung zu kommenden lithostratigraphi-

schen Einheiten akkordiert wurden, listet EBNER (1998: 123) eine „*Barrandeikalk-Formation*“ auf. Sie umfasst den bereits bei EBNER et al. (1979) zitierten Begriffsinhalt.

Eine einschneidende Veränderung der Begriffsfassung der „Barrandeikalke“ liegt durch die neue lithostratigraphische Gliederung des gesamten Grazer Paläozoikums durch FLÜGEL (2000) vor. In die „*Barrandeikalk-Formation*“ vereint FLÜGEL (2000: 24) die von SCHÄFER (1937: 135) als „*Braungesteine*“ des Buchkogel-Florianibergzuges zusammengefassten Gesteine als „*Kehlberg-Member*“. In das „*Kehlberg-Member*“, nach FLÜGEL (2000: 24) „*örtlich basale Teile der Barrandeikalke vertretend*“, vereint er auch die von POLTNIG (1983, 1984) im Zuge von emsischen Fisch- und Eridostracenfunden erwähnten „*Gesteine des Grenzgebietes Dolomitsandsteinfolge - Barrandeikalk*“. Letztere sind wohl identisch (enthalten die selbe verkieselte Eridostracen-Fauna!) mit den bräunlich-rötlichen Choneten-Ostracoden-Schillkalken, die den Tonschiefern der „*Gaisberg-Schiefer-Bank*“ (= nomen novum pro Chonetenschiefer; FLÜGEL, 2000: 24f.) zwischengeschaltet sind.

Die Barrandeikalke im Hochlantschgebiet sind seit PENECKE (1890) als solche definitiv bekannt. Besonders im Stockerwald (Gebiet südlich der Steilabhänge der Roten Wand; heute in den topographischen Karten nicht mehr ausgewiesen) sind „*Korallenbänke des Barrandeihorizontes wohl entwickelt*“ (PENECKE, 1890: 20).

CLAR et al. (1929) unterschieden im Hochlantschgebiet „*Schichten mit Heliolites Barrandei*“ (zusammengefasst im „obersten tektonischen Stockwerk des Paläozoikums“) von „*Kalken des Mooskogels (Barrandeischichten)*“, die den „Schichtreihen der tieferen tektonischen Stockwerke des Paläozoikums“ zugewiesen werden. Letztgenannte Gesteinseinheit („*Es handelt sich um Barrandeischichten*“, CLAR et al., 1929: 15) ist identisch mit dem „*auffallenden Kalkband*“ von HERITSCH (1917b) und wird mit GOLLNER & ZIER (1985) der Zachenspitz-Formation eingegliedert.

Nach der geologischen Kartierung durch ZIER (1982) schließt im Süden der Roten Wand (im Bereich des ehem. Stockerwaldes) eine Antiklinalstruktur an, in deren Kern Dolomite und Sandsteine der Sattler-Subformation (FLÜGEL, 2000: 22; Subformation der Flösserkogel-Formation) zu Tage treten. Im westlichen Bereich des Nordschenkels dieser Antiklinale sind nach ZIER (1982: 151) Barrandeikalke vom „*Typus Steindl*“, im östlichen Bereich und am Südschenkel Kalke vom „*Barrandeikalk Typus Tyrnaueralm*“ entwickelt. In der Publikation von GOLLNER & ZIER (1985) über die Geologie des Hochlantsch wird diese Untergliederung nicht weiter verfolgt. Beide Barrandeikalk-Typen werden von HUBMANN (1993) in der „*Barrandeikalk-Formation*“ zusammengefasst. Der durch basale Wechsellagerungen von Ton- und Siltsteinen charakterisierte „Barrandeikalk Typus Tyrnaueralm“ wird in einem Fazieschema einem proximalen Bereich des Ablagerungsraumes zugeordnet.

FLÜGEL (2000: 25) greift die von ZIER (1982) unpubliziert gebliebene Aufgliederung der Barrandeikalktypen „Steindl“ und „Tyrnaueralmstraße“ erneut auf, obwohl er selbst im Kartenblatt ÖK 134 Passail nur „*Barrandei-Schichten*“ (FLÜGEL et al., 1990) zur Ausscheidung bringt. Die „*Barrandeikalke vom Typus Steindl*“ in der ZIER'schen Auffassung gliedert FLÜGEL (2000) der „*Barrandeikalk-Formation*“ an, die „*Barrandeikalke Typus Tyrnaueralmstraße*“ dagegen vereint FLÜGEL (2000: 25) mit der „*Unteren Abteilung der Schweinegg-Kalke*“ von ZIER (1982) zur neu aufgestellten „*Draxler-Formation*“.

10. DIE PLABUTSCH-FORMATION

Der „Barrandeikalk“ war bezüglich seiner begrifflichen Fassung mehrfachen Änderungen unterlegen (Fig. 3). Auch die Festlegung einer Typuslokalität zur schärferen Fassung österreichischer lithostratigraphischer Begriffe im „Lexique Stratigraphique International“ (KUEHN et al., 1962) konnte nicht zur Klarheit beitragen, wird doch zwischen „Barrandeikalk“ mit dem locus typicus „Alter Steinbruch am Gaisberg-Sattel“ (FLÜGEL in KUEHN et al., 1962: 44–45) und „Barrandeikalk-Schichten“ mit der Typuslokalität „Hochlantsch bei Graz“ (KAHLER in KUEHN et al., 1962: 45–46) unterschieden.

Um den oben dargestellten, vielfachen Unsicherheiten, die mit dem Begriff „Barrandeikalk“ verbunden sind zu entgehen und gleichzeitig den internationalen nomenklatorischen Richtlinien der Lithostratigraphie zu genügen, wird hier der Name „Plabutsch-Formation“ pro Barrandeikalk vorgeschlagen.

Die Plabutsch-Formation erhält ihren Namen vom Plabutsch, einem Berg, der an der westlichen Grazer Stadtgrenze liegt. Die Wahl des Formationsnamens nach dieser Lokalität lässt sich mit mehreren Argumenten rechtfertigen, wenngleich derzeit hier kein Typusprofil für die Abfolge am Plabutsch selbst aufgestellt werden kann. Im Gipfelbereich, der von Gesteinen der Plabutsch-Formation aufgebaut wird, sind früh in der geologischen Erforschungsgeschichte des Grazer Berglandes die korallen- und brachiopodenführenden Kalke erkannt worden. Von hier stammen auch jene Fossilien, welche UNGER (1843) bereits als devonisch erkannte. Mehrfach, bis in die jüngste Literatur (EBNER et al., 2000, 2001), wurden von hier auch die in die „Fürstenwarte“ (Aussichtswarte im nördlichen Gipfelbereich des Plabutsch) eingebauten, aus der unmittelbaren Umgebung stammenden „Riffkalke“ erwähnt.

Der Name „Plabutsch-Formation“ konserviert zudem auch die frühen Namensgebungen dieser Abfolge, wie Plawutsch-Schichten von ROLLE (1856: 241), Korallenbank des Plabutsch (PETERS, 1867: 26), Kalkstein des Plawutsch (HAUER, 1868: 37), Korallenbänke des Plawutsch (STUR, 1871: 127).

Als Typusprofil der Plabutsch-Formation wird das von HUBMANN (1993: 395) „zum Stratotypus (*Hypostratotyp*) der Formation“ gewählte Profil „Attems“ am Frauenkogel-Südhang bei Thalwinkel, nordwestlich von Graz (Fig. 4) beibehalten. Ausführliche Darstellungen dieses Profiles finden sich bei FLÜGEL (1972), HUBMANN (1992, 1993), HUBMANN & HASENHÜTTL (1995), HUBMANN & STINGL (1997) und EBNER et al. (2000).

Die Liegendgrenze der Plabutsch-Formation wird durch einen in seiner Mächtigkeit schwankenden feinsiliklastischen Horizont (Tonschiefer, Tonmergel) über den letzten Dolomitmänteln der Flösserkogel-Formation markiert. Diese Gesteine können (sekundär?) vollkommen fossilfrei sein (z.B. „Illitschiefertone des Kollerkogels“, HANSELMAYER, 1957a; Tonsteine bei Thaler Mühle; HANSELMAYER, 1953) oder auch reichhaltig Fossilabdrücke an den Schichtflächen aufweisen („Chonetenschiefer“; vgl. HANSELMAYER, 1956, 1957b). Das „klassische“ Chonetenschiefer-Vorkommen liegt am „Jägersteig“ des Gaisbergsattels, wo derzeit keine Aufschlüsse vorhanden sind. FLÜGEL (2000: 24f.) führte den Namen „Gaisberg-Schiefer-Bank“ pro Chonetenschiefer ein und formalisierte damit deren lithostratigraphische Hierarchie. Dieser Begriff, abgewandelt in *Gaisberg-Bank*, wird hier übernommen. Begriffsinhaltlich wird aber hiermit ausnahmslos die feinklastische Liegendentwicklung der Plabutsch-Formation verstanden und nicht die in hangen-

den Abschnitten in unterschiedlichen Frequenzen und Mächtigkeiten auftretenden meist rötlichen Tonschiefer, Tonmergel und Mergeltonen bis Kalkmergel.

Im Liegenden der Gaisberg-Bank können rückstandsreiche Dolomite, dolomitische Siltsteine, Dolomitmergel und „Dolomitschiefer“ entwickelt sein, die sich inkompetent in Bezug auf tektonische Beanspruchung verhalten. Sie sind auf Grund guter Verwitterbarkeit kaum aufgeschlossen. Da sie aber südlich des Plabutsch nicht unbeträchtliche Flächen des Osthanges des Buchkogel-Florianibergzuges einnehmen, wurden sie, bezugnehmend auf ihre Verwitterungsfarbe, von SCHÄFER (1937: 135) als „Braungesteine“ ausgedient. Dieser Gesteinsverband wird von FLÜGEL (2000: 24) als „Kehlberg-Member“ in die „Barrandeikalk-Formation“ gestellt, wobei diese Subformation „örtlich basale Teile der Barrandeikalke“ vertreten soll. Dieser Vorstellung wird hier nicht gefolgt. Aufschlüsse der Kehlberg-Subformation während des zweiten Röhrenbaues des A9

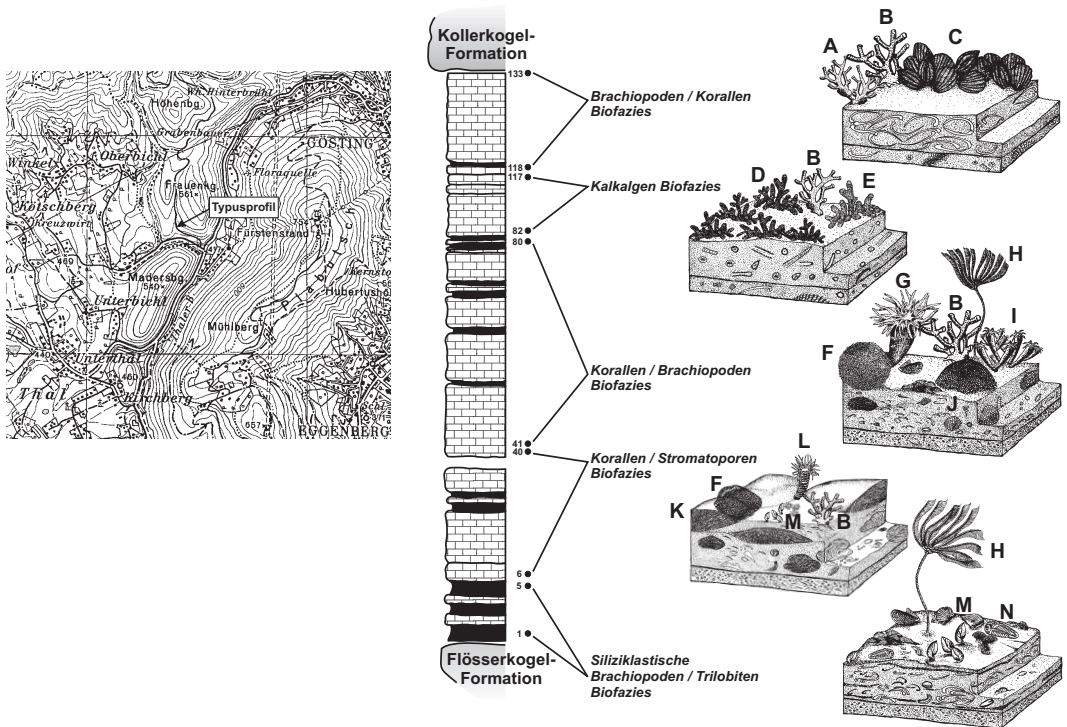


Fig. 4: Lage und Säulendarstellung mit idealisierter biofazialer Gliederung des Typusprofils der Plabutsch-Formation (Profil Attems). Schwarz: Mergel/Tonschiefer, Kachelsignatur: Kalke bis Mergelkalke (vgl. EBNER et al., 2000).

- (A) „*Striatopora*“ *suessi*, (B) *Thamnopora reticulata*, (C) *Zdimir* cf. *hercynicus*, (D) *Pseudopalaeoporella lummatonensis*, (E) *Pseudolitanaiia graecensis*, (F) *Favosites styriacus*, (G) *Zelophyllia cornuvaccinum*, (H) „*Cupressocrinites*“, (I) *Thamnophyllum stachei*, (J) *Pachycanalicula barrandei*, (K) *Actinostroma* sp., (L) *Cyathophyllum?* *graecense*, (M) *Chonetes* sp., (N) *Maladaia* sp.

Pyrnautobahntunnels Plabutsch zeigten einen engen lithologischen Verband zu den dunkelgrauen Dolomiten der Flösserkogel-Formation (HUBMANN & OTTO, 2000). Die Kehlberg-Subformation wird, entsprechend der bereits von SCHÄFER (1937) artikulierten Vorstellung über die Position der Braungesteine, der Flösserkogel-Formation angeschlossen.

Die Hangendgrenze der Plabutsch-Formation ist in vielen Profilen durch das abrupte Auftreten von frühdiagenetischen Dolomiten der *Gaisbergsattel-Subformation* (FLÜGEL, 2000: „*Gaisbergsattel-Member*“) der Kollerkogel-Formation gekennzeichnet. Wenn diese Dolomite fehlen, folgen im Hangenden der Plabutsch-Formation die meist hellgrauen, dichten, im allgemeinen wenig fossilführenden Kalke der *Kanzel-Subformation* (FLÜGEL, 2000: „*Kanzelkalk-Member*“).

Im Hochlantschgebiet folgt über der Plabutsch-Formation ebenfalls eine peritidale Entwicklung mit Dolomiten und Biolaminiten der *Rote-Wand-Subformation* (FLÜGEL, 2000: „*Rote-Wand-Member*“).

Die von ZIER (1982) vorgeschlagene Untergliederung der „Barrandeikalke“ in zwei unterschiedliche Typen könnte allenfalls in eine Subformationsgliederung umgesetzt werden, nicht aber in der Abtrennung einer Formation resultieren. Dementsprechend kann der Zuweisung der „*Barrandeikalke vom Typus Tyrnaualmstraße*“ in die „*Draxler-Formation*“ (FLÜGEL, 2000: 25) nicht gefolgt werden. Die Verbreitung der Plabutsch-Formation im Hochlantschgebiet ist daher in dieser Fassung identisch mit dem als „*Barrandei-Schichten*“ im Kartenblatt ÖK 134 Passail (FLÜGEL et al., 1990) ausgeschiedenen Vorkommen.

Dank: Die in der Arbeit dargestellte Problematik wurde im Rahmen des 1. Österreichischen Stratigraphen-Workshop AUSTROSTRAT '99 (Obertrum, Oktober 1999) vorgestellt (HUBMANN, 1999) und von Mitgliedern der Arbeitsgruppe Stratigraphie der ÖGG diskutiert. Für die kritische Durchsicht und Anmerkungen bin ich den Herrn Univ.-Prof. Dr. Fritz Ebner (Montanuniversität Leoben) und Hofrat Univ.-Prof. Dr. Hans Peter Schönlaub (Geologische Bundesanstalt) dankbar.

Literatur

- ANDRAE, K., 1854: Bericht über die Ergebnisse geognostischer Forschungen im Gebiete der 9. Section der General-Quartiermeisterstabs-Karte in Steiermark und Illyrien während des Sommers 1853. – Jahrb. Geol. Reichsanst. **5**: 529–567, Wien.
- ANKER, M.J., 1828: Geognostische Andeutungen über die Umgebung von Graz. – Steiermärk. Zeitschr. **IX**: 121–127, Graz.
- ANKER, M.J., 1833: Geognosie und Mineralogie – kurze Uebersicht der steyerländischen Gebirgsverhältnisse. – Steiermärk. Zeitschr. **XI**: 57–76, Graz.
- ANKER, M.J., 1835: Kurze Darstellung der mineralogisch-geognostischen Gebirgs-Verhältnisse der Steiermark. – 86 S., Graz (Eigenverlag).
- BIRENHEIDE, R., 1985: Chaetetida und tabulate Korallen des Devon.– In: ZIEGLER, W. (Hrsg.): Leitfossilien, begründet von Georg Gürich, 249 S., Berlin-Stuttgart (Gebr. Borntraeger).
- BONDARENKO, O.B., 1985: Izmenchivost i morfogenez pozdnesi luryskikh geliolitoi dey *Paraheliolites* – *Pachyhelioplasma* iz Podolskogo Pridnestrovyia. – Paleontologicheskij Zhurnal, **1985** (2): 22–30, Moskva.
- BONDARENKO, O.B., 1992: Sistema Geliolitoidej. – Moskovskoe obscestva ispytatelej prirody, 205 S., Moskva.

- BOUCOT, A. & SIEHL, A., 1962: *Zdimir* BARRANDE (Brachiopoda) redefined. – Notizbl. hess. Landesamt. Bodenf. **80**: 117–131, Wiesbaden.
- BUCH, L.V., 1819: Über einige Berge der Trappformation in der Gegend von Grätz. – Abh. Akad. Wiss. Berlin **1818–1819**: 111–118, Berlin.
- BUCH, L.V., 1821: Über einige Berge der Trappformation bei Grätz. – Steiermärk. Zeitschr. **III**: 81–164, Graz.
- CERRI, L., 1931: Gli *Heliolites* nel nucleo centrale Carnico. – Rivista Italiana di Paleontologia **37**: 52–64, Milano.
- CLAR, C., 1871: Vorläufige Mittheilung über die Gliederung des Hochlantschzuges. – Verh. Geol. Reichsanst. **1871/7**: 113–114, Wien.
- CLAR, C., 1874: Kurze Uebersicht der geotektonischen Verhältnisse der Grazer Devonformation. – Verh. Geol. Reichsanst. **1874/3**: 62–65, Wien.
- CLAR, E., 1933: Der Bau des Gebietes der Hohen Rannach bei Graz. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark **70**: 24–47, Graz.
- CLAR, E., CLOSS, A., HERITSCH, F., HOHL, O., KUNTSCHNIG, A., PETRASCHKEK, W., SCHWINNER, R. & THURNER, A., 1929: Die geologische Karte der Hochlantschgruppe in Steiermark. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark **64/65**: 3–28, Graz.
- DANA, J.G., 1846–1849: „Zoophytes“.– In: United States exploring expedition during the years 1838–1842 under the command of Charles Wilkes, V.S.N., x + 740 S., Washington.
- EBNER, F., 1998: Das Paläozoikum auf ÖK-Blatt 163 Voitsberg. – Mitt. Ref. Geol. Paläont. Landesmus. Joanneum **Sh 2**: 111–136, Graz.
- EBNER, F., FENNINGER, A. & HOLZER, H.-L., 1979: Die Schichtfolge im Übergangsbereich Rannach-Fazies/Hochlantsch-Fazies (Grazer Paläozoikum im Raume St. Pankrazen/Großstübing. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark **109**: 85–95, Graz.
- EBNER, F., FENNINGER, A. & HOLZER, H.-L., 1980a: Die Rannach-Fazies des Grazer Paläozoikums. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum **41**: 49–65, Graz.
- EBNER, F., FENNINGER, A. & HOLZER, H.-L., 1980b: Führer zu ausgewählten Profilen in der Rannach-Fazies des Grazer Paläozoikums. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum **41**: 93–105, Graz.
- EBNER, F., FRITZ, H. & HUBMANN, B., 2001: Das Grazer Paläozoikum: Ein Überblick. – In: HUBMANN, B. (Ed.): „Paläozoikumsforschung in Österreich“, Workshop.– Abstracts und Exkursion. – Ber. Inst. Geol. Paläont., K.-F.-Univ. Graz **3**: 34–58, Graz.
- EBNER, F., HUBMANN, B. & WEBER, L., 2000: Die Rannach- und Schöckel-Decke des Grazer Paläozoikums. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr. **44**: 1–44, Wien.
- FLÜGEL, H., 1953: Die stratigraphischen Verhältnisse des Paläozoikums von Graz. – N. Jahrb. Geol. Paläont., Monatsh. **1953**: 55–92, Stuttgart.
- FLÜGEL, H., 1956: Revision der ostalpinen Heliolitina. – Mitt. Mus. Bergb. Geol. Technik, Landesmus. Joanneum **17**: 55–101, Graz.
- FLÜGEL, H., 1960: Das Problem der Unter-Devon/Mittel-Devon- und der Silur/Devon-Grenze im Grazer Paläozoikum von Graz. – In: SVOBODA, J. (Hrsg.): Prager Arbeitstag. Strat. Silur & Devon (1958): 115–121, Praha.
- FLÜGEL, H., 1961: Die Geologie des Grazer Berglandes. – Mitt. Mus. Bergb. Geol. Technik, Landesmus. Joanneum **23** (1963): 5–212, Graz.
- FLÜGEL, H., 1963: Das Steirische Randgebirge. – Sammlung Geol. Führer **42**: 153 S., Berlin (Borntraeger).
- FLÜGEL, H.W., 1972: Das Paläozoikum von Graz. – In: FLÜGEL, H.W. (Hrsg.): Führer zu den Exkursionen der 42. Jahresversammlung der Paläontologischen Gesellschaft in Graz. – 117–140, Graz.
- FLÜGEL, H., 1975: Die Geologie des Grazer Berglandes. Erläuterungen zur Geologischen Wanderkarte des Grazer Berglandes 1:100.000, herausgegeben von der Geologischen Bundesanstalt, Wien 1960. – 2. Aufl., Mitt. Abt. Geol. Joanneum **Sh. 1**: 288 S., Graz.

- FLÜGEL, H.W., 2000: Die lithostratigraphische Gliederung des Paläozoikums von Graz (Österreich). – In: FLÜGEL, H.W. & HUBMANN, B.: Das Paläozoikum von Graz: Stratigraphie und Bibliographie.– Österr. Akad. Wiss., Schriftenr. Erdwiss. Kommiss. **13**: 7–59, Wien.
- FLÜGEL, H.W., HÖTZL, H. & NEUBAUER, F., 1990: Geologische Karte der Republik Österreich 1: 50000. 134 Passail. – Hrsg.: Geologische Bundesanstalt, Wien.
- FRECH, F., 1887: Über das Devon der Ostalpen, nebst Bemerkungen über das Silur und einen palaeontologischen Anhang. – Zeitschr. deutsch. Geol. Ges. **39**: 659–738, Berlin.
- FRECH, F., 1888: Über die Altersstellung des Grazer Devon. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark **24**: 47–64, Graz.
- FRITZ, H., 1991: Stratigraphie, Fazies und Tektonik im nordwestlichen Grazer Paläozoikum (Ostalpen). – Jahrb. Geol. Bundesanst. **134/2**: 227–255, Wien.
- GOLLNER, H., 1981: „Harrberger-Formation“ – eine neue lithostratigraphische Einheit des Grazer Paläozoikums. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark **111**: 57–64, Graz.
- GOLLNER, H., THALHAMMER, O., TSCHELAUT, W. & ZIER, Ch., 1982: Die Laufnitzdorf-Gruppe – eine pelagische Fazies im Grazer Paläozoikum. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark **112**: 63–73, Graz.
- GOLLNER, H. & ZIER, C., 1985: Zur Geologie des Hochlantsch (Grazer Paläozoikum, Steiermark). – Jahrb. Geol. Bundesanst. **128/1**: 43–73, Wien.
- HANSELMAYER, J., 1953: Die Tonsandsteine von der Thaler-Mühle. – Sitzungsber. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl. **162**: 1–9, Wien.
- HANSELMAYER, J., 1956: Die Chonetenschiefer vom Frauenkogel bei Gösting. – Festschr. F. Angel, 69–73, Graz.
- HANSELMAYER, J., 1957a: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung VIII. Der devonische Illit-Schieferton vom Kollerkogel bei Graz. – Anz. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl. **95**: 127–139, Wien.
- HANSELMAYER, J., 1957b: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung IX. Die Chonetenschiefer des Grazer Paläozoikums. – Sitzungsber. Akad. Wiss., Math.-naturwiss. Kl. (I), 1956: 19–24, Wien.
- HAUER, F.v., 1868: Geologische Uebersichtskarte der österreichischen Monarchie. – Jahrb. Geol. Reichsanst. **18**: 1–44., Wien.
- HEDBERG, H.D., 1976: International Stratigraphic Guide (A Guide to Stratigraphic Classification, Terminology and Procedure). – XX + 200 S., New York (J. Wiley).
- HERITSCH, F., 1915a: Beiträge zur geologischen Kenntnis der Steiermark. VII. Die Stellung der Pentamerus-Kalke der Umgebung von Graz. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark **51**: 92–106, Graz.
- HERITSCH, F., 1915b: Untersuchungen zur Geologie des Paläozoikums von Graz 1. Teil. Die Fauna und Stratigraphie der Schichten mit *Heliolites Barrandei*. – Denkschr. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl. **92**: 551–614, Wien.
- HERITSCH, F., 1917a: Untersuchungen zur Geologie des Paläozoikums von Graz. 2. Teil. Die geologische Stellung der Schichten mit *Heliolites Barrandei* in der Umgebung von Graz (mit Ausschluß des Hochlantschgebietes). – Denkschr. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl. **94**: 53–112, Wien.
- HERITSCH, F., 1917b: Untersuchungen zur Geologie des Paläozoikums von Graz. 3. Teil. Das Devon der Hochlantschgruppe. 4. Teil. Die tieferen Stufen des Paläozoikums von Graz. Allgemeine Ergebnisse. (1.–4. Teil). – Denkschr. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl. **94**: 313–374, Wien.
- HERITSCH, F., 1918: Die Fauna des unterdevonischen Korallenkalkes der Mittelsteiermark nebst Bemerkungen über das Devon der Ostalpen. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark **54**: 7–51, Graz.
- HERITSCH, F., 1927: Eine neue Stratigraphie des Paläozoikums von Graz. – Verh. Geol. Bundesanst. **1927/11**: 223–228, Wien.
- HERITSCH, F., 1935: Oberstes Unterdevon und unteres Mitteldevon bei Graz. – Sitzungsber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl. **144**: 187–197, Wien.

- HILL, D., 1981: Tabulata. – In: C. TEICHERT (Hrsg.): Treatise on invertebrate paleontology, Part F, Coelenterata. Suppl. 1(1–2), Rugosa and Tabulata. – 430–762, Boulder, Colorado & Lawrence, Kansas.
- HOERNES, R., 1877: Zur Geologie der Steiermark. I. Paläozoische Bildungen der Umgebung von Graz. – Verh. Geol. Reichsanst. **1877/12**: 198–202, Wien.
- HOERNES, R., 1880: Vorlage einer geologischen (Manuscript-) Karte der Umgebung von Graz. – Verh. Geol. Reichsanst. **1880/17**: 326–330, Wien.
- HUBMANN, B., 1990a: Udoteaceen (Grünalgen) aus dem Grazer Paläozoikum/Österreich (Barrandeikalke, Eifelium). – Facies **22**: 147–158, Erlangen.
- HUBMANN, B., 1990b: Die Fazies der Barrandeikalke (Grazer Paläozoikum). – Unveröff. Dissertation K.-F.-Univ. Graz, 243 S., Graz.
- HUBMANN, B., 1991: Alveolitidae, Heliolitidae und *Helicosalpinx* aus den Barrandeikalcken (Eifelium) des Grazer Devons. – Jb. Geol. Bundesanst. **134/1**: 37–51, Wien.
- HUBMANN, B., 1992: Stop No. 1: Upper part of the Barrandei Limestone Formation, Graz Thrust Complex. – In: NEUBAUER, F., DALLMEYER, R.D., DUNKL, I., EBNER, F., FRITZ, H., HANDLER, R., HUBMANN, B., KOLLER, F., MÜLLER, W., PEINDL, P., WALLBRECHER, E., KIESL, W., TAKASU, A. & WEINKE, H.H.: Excursion to the eastern central alps: description of stops. – In: NEUBAUER, F. (Hrsg.): The Eastern Central Alps of Austria, ALCAPA-Field Guide, IGP/KFU Graz, 201–204, Graz.
- HUBMANN, B., 1993: Ablagerungsraum, Mikrofazies und Paläoökologie der Barrandeikalke-Formation (Eifelium) des Grazer Paläozoikums. – Jahrb. Geol. Bundesanst. **136/2**: 393–461, Wien.
- HUBMANN, B., 1995: Middle Devonian shallow marine deposits of the Graz Paleozoic: fact and fiction for deposition under ecological stress. – Beitr. Paläont. **20**: 107–112, Wien.
- HUBMANN, B., 1997: Remarks on the History of *Heliolites barrandei* PENECKE, 1887, type species of *Pachycanalicula* WENTZEL, 1895. – Bol. Real Soc. Españ. Hist. Nat. (Sec. Geol.) **91** (1–4): 231–243, Madrid.
- HUBMANN, B., 1999: Der Barrandeikalke, ein „klassischer“ lithostratigraphischer Name des Grazer Paläozoikums mit „belasteter“ Geschichte. – Austrostrat '99, 10–11, Obertrum.
- HUBMANN, B. & HASENHÜTTL, C., 1995: Zur Entwicklung der hohen Deckengruppe des Grazer Paläozoikums. Exkursionspunkte zu ausgewählten Profilen. – Exkursionsführer zur 2. Tagung Österr. Paläont. Ges., 1–43, Graz.
- HUBMANN, B. & OTTO, R., 2000: „Braungesteine“, „Kölbergit“, „Kehlberg-Member“: eine lithostratigraphische Einheit im Grazer Paläozoikum? – In: PILLER, W.E. (Hrsg.): Austrostrat 2000. Vortragskurzfassungen und Exkursionsführer. – Ber. Inst. Geol. Paläont., K.-F.-Univ. Graz **2**: 8–9, Graz.
- HUBMANN, B. & STINGL, K., 1997: Fossile Florenzfunde der Mittelsteiermark. Exkursionsführer. – Paläobot. Forsch. 100. Jahre n. Freih. C. v. Ettingshausen, 1–62, Graz.
- KETTNEROVA, M., 1932: Poznámka ke druhum *Heliolites barrandei* PENECKE a *vesiculosus* PENECKE. (Note on the species *Heliolites barrandei* PENECKE and *vesiculosus* PENECKE). – Věstník Státního geologického ústavu republiky Československé **8**(6): 273–281, Praha.
- KUEHN, O., BACHMAYER, F., FLÜGEL, H., KAHLER, F., KIESLINGER, A., LICHTENBERGER, E., METZ, K., PAPP, A., PLOECHINGER, B., THENIUS, E. & TOLLMANN, A., 1962: AUTRICHE. – In: PRUVOST, P. (Hrsg.): EUROPE. – Fasc. 8, 646 S., Lexique Stratigraphique International, Paris.
- KUNTSCHEG, A., 1937: Geologische Karte des Bergzuges Plabutsch-Kollerkogel. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark **74**: 114–132, Graz.
- LANG, W.D., SMITH, S. & THOMAS, H.D., 1940: Index of palaeozoic coral genera. – V + 231 S., British Museum (Natural History), London.
- LECOMTE, M., 1952: Madreporaires Paléozoiques. – In: J. PIVETEAU (Hrsg.): Traité de Paléontologie, vol. I, Généralités, Protistes, Spongiaires, Coelenterés, Bryozoaires, 419–538, Paris (Masson & Cie).
- LIN BAUYU, TCHI, YONGYI, JIN, CHUNTAI LI, YAOXI & YAN YOUYIN, 1988: Monograph of Palaeozoic Corals: Tabulatormorph Corals, vol.1, 1–467, Beijing (Chinese).

- LINDSTRÖM, G., 1899: Remarks on the Heliolitidae. – Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar **32**(2): 1–140, Stockholm.
- MAURIN, V. & FLÜGEL, H., 1958: Aufnahme 1957 auf Blatt „Grazer Bergland“ 1:100.000. – Verh. Geol. Bundesanst. **1958/3**: 223–226, Wien.
- MEIXNER, A., 1958: Professor Dr. Karl Penecke zur 100. Wiederkehr seines Geburtstages. – Carinthia II, Mitt. Naturwiss. Ver. Ktn. **68**: 63–79, Klagenfurt.
- MEYER, A., 1937: Devonische Fauna am Ausgang des Schindelgrabens bei Gösting bei Graz. – Verh. Geol. Bundesanst. **1937/12**: 264–268, Wien.
- MORLOT, A., 1847: Analyse eines sandigen Dolomits vom Hausberg bei Stübing. – Haidingers Berichte **2**: 242–245, Wien.
- MORLOT, A. 1849: Einiges über Dolomite des Grazer Schloßberges. – Haidingers Berichte **5**: 208–218, Wien
- NEUBAUER, F., DALLMEYER, R.D., DUNKL, I., EBNER, F., FRITZ, H., HANDLER, R., HUBMANN, B., KOLLER, F., MÜLLER, W., PEINDL, P., WALLBRECHER, E., KIESL, W., TAKASU, A. & WEINKE, H.H., 1992: Excursion to the eastern central alps: description of stops. – In: NEUBAUER, F. (Hrsg.): The Eastern Central Alps of Austria, ALCAPA-Field Guide, IGP/KFU Graz, 201–245, Graz.
- PENECKE, K.A., 1887: Ueber die Fauna und das Alter einiger paläozoischer Korallriffe der Ostalpen. – Zeitschr. deutsch. Geol. Ges. **39**: 267–276, Berlin.
- PENECKE, A., 1890: Vom Hochlantsch. Eine vorläufige Mitteilung über das Grazer Devon. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark **26**: 17–28, Graz.
- PENECKE, A., 1894: Das Grazer Devon. – Jahrb. Geol. Reichsanst. **43**: 567–616, Wien.
- PETERS, K., 1867: Devonformationen in der Umgebung von Graz. – Verhandlungen kk. Geol. Reichsanst. **1867/2**: 25–26, Wien.
- PETERS, K.F., 1875: Der Boden von Graz. – In: ILWOF, F. & PETERS, K.F. (Hrsg.): Graz. Geschichte und Topographie der Stadt und ihrer Umgebung. – 5–62, Graz.
- PETERS, K.F., 1876: Die Donau und ihr Gebiet. Eine geologische Skizze. – Internationale wissenschaftliche Bibliothek **29**: VIII + 1–375, Leipzig (Brockhaus).
- POLTNIG, W., 1983: Eridostraca aus dem Grazer Paläozoikum (Stmk., Österreich). – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark **113**: 25–38, Graz.
- POLTNIG, W., 1984: Fischreste aus dem Unterdevon von Graz (Steiermark). – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark **114**: 107–131, Graz.
- ROLLE, F., 1856: Geologische Untersuchungen in dem Theile Steiermarks zwischen Gratz, Obdach, Hohenmauthen und Marburg. – Jahrb. Geol. Reichsanst. **7**: 219–249, Wien.
- SALVADOR, A., 1994: International Stratigraphic Guide (A Guide to Stratigraphic Classification, Terminology and Procedure). – 2nd Edition, XIX + 214 S., Intern. Union Geol. Sciences and Geol. Soc. America.
- SCHÄFER, A., 1937: Geologische Karte des Buchkogel-Florianibergzuges im Maßstabe 1:25.000. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark **74**: 133–142, Graz.
- SEDGWICK, A. & MURCHISON, R.I., 1839: Classification of the older stratified rocks of Devonshire and Cornwall. – Philos. Mag. J. Sci., ser. 3, **14**: 241–260, London.
- SOKOLOV, B.S., 1955: Tabulyaty paleozoya evropeyskoy chasti SSSR, Vvedenie: Obshchiy voprosy sistemati ki istorii razvitiya tabulyat. Trudi vsesojuznogo neftjanogo nauchno-issledovatel'skogo Geologo-Razvedochnogo Instituta (VNIGRI), (Nov.ser.) **85**: 527 pp., Moskva.
- SOLLE, G., 1934: *Conchidium hercynicum* HALFAR und die Stellung der Pentameruskalke im Grazer Devon. – Senckenbergiana **16**: 110–126, Frankfurt a.M.
- STACHE, G., 1879: Über die Verbreitung silurischer Schichten in den Ostalpen. – Verh. Geol. Reichsanst. **1879/10**: 216–223, Wien.
- STACHE, G., 1884: Ueber die Silurbildungen der Ostalpen mit Bemerkungen über die Devon-, Carbon- und Perm-Schichten dieses Gebietes. – Zeitschr. deutsch. Geol. Ges. **36**: 277–378, Berlin.

- STEININGER, F.F. & PILLER, W.E., 1999: Empfehlungen (Richtlinien) zur Handhabung der stratigraphischen Nomenklatur. – Courier Forsch.-Inst. Senckenberg **209**: 1–19, Frankfurt.
- STUR, D., 1871: Geologie von Steiermark. – 654 S., Graz (Geogn.-montan. Ver. Steiermark).
- Suess, E., 1868: Über die Äquivalente des Rothliegenden in den Südalpen. – Sitzungsber. Akad. Wiss., Math.-naturwiss. Kl. (I) **57**: 230–276; 763–806, Wien.
- Tietze, E., 1870: Die Devon-Schichten bei Graz. – Verh. Geol. Reichsanst. **1870/8**: 134–136, Wien.
- UNGER, F., 1843: Geognostische Skizze der Umgebung von Grätz. – In: SCHREINER, G.: Grätz, ein naturhistorisch-statistisch-topographisches Gemälde dieser Stadt und ihrer Umgebungen. – 69–82, Grätz.
- VACEK, M., 1906: Bemerkungen zur Geologie des Grazer Beckens. – Verh. Geol. Reichsanst. **1906/7**: 203–238, Wien.
- VACEK, M., 1907: Weitere Bemerkungen zur Geologie des Grazer Beckens. – Verh. Geol. Reichsanst. **1907**: 159–192, Wien.
- WEISS, A., 1973: Bergbaue und Bergbauversuche im erweiterten Stadtgebiet. – Histor. Jahrb. **516**: 147–161, Graz.
- WENTZEL, J., 1895: Zur Kenntnis der Zoantharia Tabulata. – Denkschr. k.k. Akad. Wiss. mathem.-naturwiss. Kl. **62**: 479–516, Wien.
- ZIER, C., 1982: Die Geologie des Gebietes zwischen Bärenschützklamm und Tyrnauergraben (Grazer Paläozoikum, Steiermark). – Unveröff. Dissertation K.-F.-Univ. Graz, 364 S., Graz.