

Die Rannach-Fazies des Grazer Paläozoikums

Fritz EBNER, Alois FENNINGER & Hans-Ludwig HOLZER, Graz

Mit 4 Abbildungen und 1 Tabelle

Das Grazer Paläozoikum umfaßt ein Gebiet von ca. 1250 km², lagert im W, N und E dem mittelostalpinen Kristallin (Steirischer Kristallinbogen, Radegunder Kristallin) auf, wird im W teilweise von der Kainacher Gosau und gegen S und SE durch neogene Sedimente überlagert. Es setzt sich im S im Sausal und Remschnigg fort und läßt aufgrund weniger Obertagsaufschlüsse und Bohrungen (EBNER 1978 a) seine Fortsetzung gegen E über die südburgenländische Schwelle in das Paläozoikum des südlichen Burgenlandes erkennen.

In den letzten Jahren erschienen mehrere summarische Darstellungen des Grazer Paläozoikums (FLÜGEL 1975, TOLLMANN 1977, SCHÖNLAUB 1979), die den Kenntnisstand dieses Raumes dokumentieren.

In diesem Rahmen wird von einer schwerpunktmäßigen Darstellung des Kenntnisstandes der laufenden Arbeiten über Fazies und Biostratigraphie der Schichtfolge der Rannach-Fazies ausgehend auch auf die Problematik der Gesamtentwicklung des Grazer Paläozoikums hingewiesen.

Zur Stellung des Grazer Paläozoikums

Zur Klärung der allgemein anerkannten Allochtonie des Paläozoikums von Graz kommt der Raasbergfolge und deren Äquivalenten (N Weiz, St. Radegund, Voitsberg-Köflach, Breitenau) im Liegenden des Paläozoikums eine Schlüsselstellung zu. Aufgrund von lithostratigraphischen Vergleichen werden diese Schichtfolgen ohne jeglichen chronostratigraphischen Anhaltspunkt seit FLÜGEL & MAURIN 1957 mehr oder minder fraglich dem mittelostalpinen bzw. zentralalpinen Mesozoikum (? Trias) zugeordnet. Die Problematik um die Raasberg-Folge wurde zuletzt durch Überlegungen von FLÜGEL 1980a und BECKER 1977, 1980 erweitert. FLÜGEL 1980a beschreibt aus dem Raum Breitenau im Hangenden von Grünschiefern mit Einschaltungen von Marmorbändern, gut gebankte mehr als 20 m mächtige Serizitquarzite, in denen eine Dolomitlinse eingeschaltet ist. Er betrachtet diese Gesteine, die sich bis in den Raum des Ederkogel (CLAR et al. 1929) fortsetzen, als ein für das Grazer Paläozoikum fremdes Element. Nicht geklärt ist, ob es sich dabei um ein aufgeschupptes mittelostalpines Mesozoikum handelt.

Die bisherigen Altersbestimmungen (Glimmeralter, 100 Mill. J.) sind noch nicht interpretierbar (FLÜGEL 1980a).

BECKER 1977, 1980 deutet die Möglichkeit an, daß der Marmorzug im Hangenden des Koralmkristallin (Basismarmor sensu PLESSMANN 1954) „als Reibungsteppich anzusehen ist und im Zusammenhang mit der von H. W. FLÜGEL und MAURIN in mehreren Arbeiten beschriebenen triasverdächtigen „Raasberg-Folge“ des Köflach-Voitsberger Raumes steht.“

Die paläogeographische Einbindung des Grazer Paläozoikums stößt insofern auf Schwierigkeiten, als zur Zeit noch keine Abgrenzung von alpidischen und variszischen Ereignissen möglich erscheint.

Die von FLÜGEL 1977 und SCHÖNLAUB 1979 vorgelegten Modellvorstellungen unterscheiden sich wesentlich.

Während NEUBAUER 1979 zeigt, daß das Altpaläozoikum südlich und westlich von Murau sowohl Bezüge zu dem bis in den Remschnigg und Sausal reichenden Mittelkärntner Paläozoikum (vgl. FLÜGEL & SCHÖNLAUB 1972) als auch zur Rannachfazies des Grazer Paläozoikums aufweist, weist FLÜGEL 1980 auf die ähnliche lithologische Entwicklung im Szendrő-Gebirge hin.

Unklar ist derzeit sowohl die Mannigfaltigkeit der Fazies als auch deren primäre Anordnung im Grazer Paläozoikum. Während FLÜGEL 1975 (cum lit.) in der Rannach-, Hochlantsch- und Tonschiefer-Fazies die Hauptelemente und in der Hochschlag-Folge eine Entwicklung der Tonschiefer-Fazies im Liegenden der Schöckelkalke sieht, trennt TOLLMANN 1977 die Schöckelkalke und die dazu liegenden Striatoporenkalke als Schöckelkalk-Fazies von der Tonschiefer-Fazies ab und bezeichnet letztere als Hochschlag-Fazies.

Die Ursache für diese unterschiedlichen Auffassungen liegt einerseits in den ungeklärten tektonischen Verhältnissen und andererseits in den problematischen Zuordnungen verschiedener Schichtgruppen, wie den basalen Schiefereinheiten (Passailer Phyllite, Untere- und Obere Schiefer, Taschenschiefer, Heilbrunner Phyllite etc.) und den Kalk/Schiefer-Abfolgen zu einzelnen Fazies und deren chronostratigraphische Stellung.

EBNER et al. 1979 bestätigen am NW-Rand des Grazer Paläozoikums die Verzahnung von Gesteinen der Rannach-Fazies mit Kalkschieferentwicklungen, die der Hochlantsch-Fazies zugerechnet werden. Dies steht im Gegensatz zu der von BOIGK 1951 vertretenen Meinung, daß die dominant Karbonatgesteine führende Entwicklung am Hochlantsch (Hochlantsch-Kalk, *Quadrigenium*-Kalk, *Calceola*-Schichten) noch der Rannach-Fazies (Hochlantsch-Deckscholle = Rannach-Decke) angehören und lediglich die durch ihren schieferigen Habitus gekennzeichneten Folgen („Kalkschiefer“) der Hochlantsch-Decke zuzuordnen sind. Demgegenüber vertritt FLÜGEL 1975 (cum lit.) die Meinung, daß „die geschlossene stratigraphische Aufeinanderfolge der Schichten von den basalen Kalkschiefern bis zum Hochlantschkalk stark gegen die Durchlegung eines größeren tektonischen Schnittes“ sprächen. Gleichzeitig verweist er im Raum des Hochlantsch auf das Auftreten von lithologischen Elementen, die der Rannach-Fazies entsprechen und sich mit der Kalkschiefer-Entwicklung verzahnen (Osser-Entwicklung). Im Gegensatz zu BOIGK 1951 deutet daher FLÜGEL 1972 die Möglichkeit eines faziellen Zusammenhanges von Rannach- und Hochlantsch-Fazies (inclusive *Calceola*-Schichten, *Quadrigenium*-Kalke und Hochlantsch-Kalke) an. Eine Lösung dieses Problemkreises ist erst zu erwarten, wenn der stratigraphische Umfang der Kalkschieferentwicklung erfaßbar wird. Die derzeit laufenden Untersuchungen zeigen, daß die als „Kalkschiefer im Allgemeinen“ (vgl. FLÜGEL 1960) erfaßten Schichtglieder verschiedenen tektonischen und faziellen Einheiten angehören.

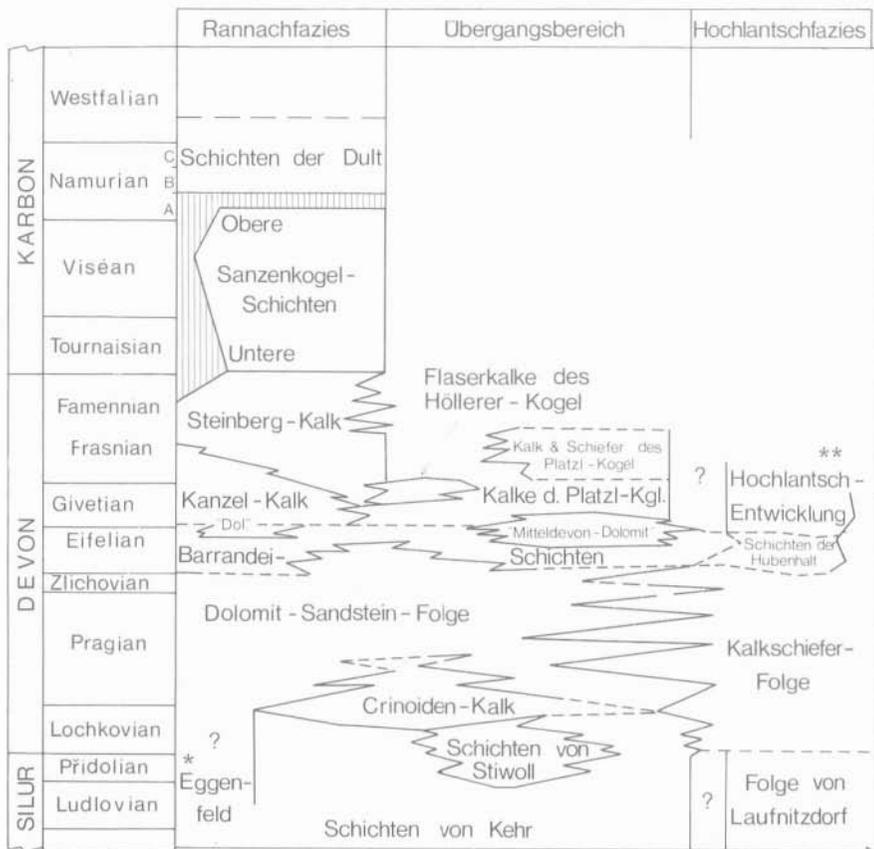


Abb. 1: Stratigraphie der Schichten in der Rannach-Fazies und im Übergangsbereich Rannach-Fazies — Hochlantsch-Fazies.
 (x): Die Stellung der von EBNER 1976 beschriebenen Entwicklung im Raume Eggenfeld ist nicht gesichert.
 (xx): Im Gang befindliche Untersuchungen lassen neue Daten zur Entwicklung der Hochlantsch-Fazies erwarten.

Die Schichtfolge der Rannach-Fazies

Diese am besten durchgearbeitete Fazies im Grazer Paläozoikum, deren Abfolge in der näheren Umgebung von Graz bekannt gemacht wurde, ist biochronostratigraphisch vom höheren Silur bis ins Namur/? Westfal (FLÜGEL 1975, TOLLMANN 1977, SCHONLAUB 1979) nachgewiesen.

Schichten von Kehr (? Ordoviciun — Unterdevon)

Als stratigraphisch tiefstes Bauglied findet sich diese überwiegend klastische, einige 100 m mächtige Einheit, die einen tieferen, vorwiegend vulkanogenen („Untere Schichten von Kehr“) und einen überwiegend sandig-kalkigen höheren Anteil

(„Obere Schichten von Kehr“) unterscheiden läßt. Während die tiefere Einheit, bestehend aus einer unterschiedlich tektonisch beanspruchten und z. T. metamorphosierten Wechsellagerung von gelblich-grünen, mergelig-tonigen Schiefern, Tuffiten, Tuffen und Diabasen, bisher keine chronostratigraphischen Anhaltspunkte lieferte, zeigen die hangenden Anteile der Oberen Schichten von Kehr ein Alter zwischen Ludlowium und Lockovium an (FLÜGEL & SCHÖNLAUB 1971, EBNER & WEBER 1978, EBNER et al. 1979). Diese chronostratigraphischen Anhaltspunkte lieferten v. a. einige 10 m mächtige Flaserkalke (früher als „Ashgill-Kalke bezeichnet), die Schiefern und Siltsteinen eingeschaltet sind.

Eine Sonderentwicklung innerhalb der oberen Schichten von Kehr stellen die Schichten von Stiwill dar, in deren dolomitisch-sandigen Sedimenten eine Brachiopoden-, Korallen- und Trilobiten-Fauna höheres Lockovium andeuten.

Von bisher nicht abzuschätzender paläogeographischer Bedeutung dürfte ein von EBNER 1976 neu bearbeitetes und mithilfe von Conodonten in den Zeitraum oberstes Silur bis tiefstes Devon eingestuftes Profil im Raume Eggenfeld nördlich von Graz sein. Zu den oben erwähnten faziellen Gegebenheiten tritt hier eine vulkanogen beeinflusste (Diabase, Tuffite), kalkig-dolomitische Abfolge mit einer reichen Makrofauna [Brachiopoden (PŁODOWSKI 1976), Korallen, Orthoceren, Crinoiden]. Die Stellung dieses Profiles im Gesamtrahmen ist zur Zeit noch ungeklärt.

Zusammenfassend sei erwähnt, daß lediglich die als Schichten von Kehr bezeichneten Schieferfolgen der Rannach-Fazies zugewiesen werden. Alle übrigen, vornehmlich klastischen, z. T. vulkanogen beeinflussten basalen Schichtfolgen unterschiedlichen Metamorphosegrades werden unterschiedlichen Faziesbereichen bzw. tektonischen Einheiten zugeordnet (v. a. Folge von Laufnitzdorf, Passailer Phyllite, Passailer Gruppe, Semriacher Schiefer, Taschenschiefer, Untere- und Obere Schiefer etc.). Ihre Begriffsinhalte sind teilweise dieselben bzw. unscharf abgegrenzt und in ihrer Bedeutung wechselnd.

Aus diesen Schieferarealen sind lagerstättenkundlich vor allem die ehemals abgebauten und nach WEBER 1974 — 1978 als vulkano-sedimentär gedeuteten Blei-Zink-Vorkommen interessant.

Neben biochronostratigraphischen Anhaltspunkten aus den hangenden Anteilen der Kehler Schichten sind solche noch aus der Folge von Laufnitzdorf bekannt geworden.

Wie FLÜGEL 1961 zeigt, kommt diesen basalen Schichtfolgen bei der tektonischen Auflösung des Internbaues des Grazer Paläozoikums eine eminente Bedeutung zu.

Crinoiden-Schichten (unt. Pragium)

1874 trennte STACHE „Crinoiden-Kalke und *Bythotrephid*-Schiefer“ als eigenes Element des Grazer Paläozoikums ab, während CLAR 1874 nur darauf hinweist, daß innerhalb der Kalkschiefer Horizonte, die „ziemlich reich an Crinoidengliedern“ sind, auftreten. FLÜGEL 1958, 1960 greift diesen Terminus (Crinoiden-Bank) wieder auf und stuft diese Gesteine ins Unterdevon ein. Diese Einstufung beruht vor allem auf die Revision der bekannten Korallenfauna mit dem Nachweis von *Syringaxon zimmermanni* WEISSERMEL.

Conodontenstratigraphische Untersuchungen von SCHÖNLAUB (in FLÜGEL 1975 : 39) im Raume von Stiwill lassen eine Einstufung in das tiefere Pragium vermuten.

In den letzten Jahren durchgeführte Untersuchungen ließen keine weitere Abgrenzung zu und lieferten lediglich Faunenelemente des oberen Silur-Unterdevon. Es zeigte sich aber, daß die Crinoiden-Schichten keine faziell einheitliche Entwicklung darstellen, sondern daß plattige, teilweise Crinoiden-führende, sandige

Kalke und Dolomite, die im Allgemeinen im Liegenden der Dolomitsandstein-Folge liegen, unter dem Sammelbegriff Crinoiden-Schichten zusammengefaßt werden. Einerseits liegen sie direkt den tuffogen stark beeinflussten Unteren Schichten von Kehr auf, andererseits können vergleichbare Gesteine in der Dolomit-Sandstein-Folge eingeschaltet sein.

Die Mächtigkeit der Crinoiden-Schichten ist stark schwankend und kann bis zu 150 m betragen. Eingeschaltet in diese Plattenkalke sind bisweilen geringmächtige Lagen kalkiger Schiefer, die reich an *Scalarituba* (*Bythotrephis*) sind.

Dolomit-Sandstein-Folge (? Gedinne — Emsium bzw.? Givet)

Um Graz \pm 500 m und im NW über 1000 m mächtige Gesteinsabfolgen, die zwischen den unterlagernden Crinoiden-Schichten bzw. diese ersetzend und überlagernden Barrandei-Kalken vorliegen und durch einen lateral wie vertikal wechselnden lithologischen Aufbau von Sandsteinen, Dolomitsandsteinen, Dolomitschiefern, Dolomiten, Kalken und vulkanogenen Sedimenten charakterisiert werden können, sind in ihrem chronostratigraphischen Umfang nicht gesichert. Sollte es sich bei dem Profil Eggenfeld (vgl. S. 48) N von Graz bei den überlagernden Dolomiten bereits um Anteile der Dolomit-Sandstein-Folge handeln, und keine tektonische Grenze dazwischen liegen, so würde der tiefste chronostratigraphische Anhaltspunkt der Dolomit-Sandstein-Folge im untersten Devon liegen. Aus den hangendsten Anteilen konnte durch Conodonten ein Ems-Alter nachgewiesen werden (BUCHROITHNER 1978); andererseits reicht nach FLÜGEL 1956 diese Folge bis in das Givet.

Während in der näheren Umgebung von Graz (Plabutsch-Buchkogel, Göstingberg) eine Gliederung dieser lithostratigraphischen Einheit durch Einschaltung von vulkanogenen Horizonten in eine darunter liegende Dolomitsandstein-Bank und eine überlagernde Dolomitbank mit hellen und dunklen Dolomiten in der Literatur Eingang gefunden hat (FLÜGEL 1975 cum lit.), ist bei Fehlen dieser Vulkanite und faziellerm Ausgleich eine solche stratigraphische Gliederung kaum vorzunehmen.

Mit FENNINGER & HOLZER 1978 ist neben dem Übereinander auch ein Nebeneinander der einzelnen Fazieszonen zu erwarten.

Die Dolomitsandstein-Bank

Der Übergang vom unterliegenden Crinoidenkalk ist fließend; die Grenze manchmal durch Auftreten von Tonschiefern, Tonmergeln und Sandsteinen charakterisiert. Auf ihren Schichtflächen finden sich die auch aus anderen Niveaus bekannt gemachten Spurenfossilien [*Scalarituba* (WELLER, 1899), in der älteren Literatur als *Bythotrephis*-Schiefer bezeichnet], deren Morphologie durch Neufunde im Bereich des Stübinggrabens (FENNINGER & HOLZER 1978) eingehender behandelt wurde.

Die Dolomitsandstein-Bank (siehe auch EBNER et. al. 1980b) baut sich aus vertikal wie lateral wechselnden Dolomit(quarz)sandsteinen, tonigen Dolomitsandsteinen bis Dolomitschiefern (mit Lagen von *Scalarituba*) und Biogenschuttdolomiten auf. Sedimentstrukturen, wie Parallel-, Rippel- und Flaserschichtung, die zyklische Abfolge von Biogenschuttlagen, siltig-feinsandigen Dolomiten oder Dolomitschiefern und Dolomitsandsteinen, ebenso wie andere fazielle Aspekte stellen diese Gesteine im Faziesmodell nach FENNINGER & HOLZER 1978 in den Bereich der Barriere-Sande.

Die seit ANGEL 1929 bekannt gemachte Schwermineralführung der Dolomitsandsteine schien darauf hinzudeuten, daß es sich aufgrund des Fehlens von Hornblende und Granat um ein plutonisches Liefergebiet handeln könnte.

Die auf zahlreiches Probenmaterial gestützten Angaben in FENNINGER & HOLZER 1978 zeigen, daß sich zu einer Rutil begleiteten Zirkon-Turmalin-Gruppe, eine Granat-Hornblende-Klinozoisit-Epidot-Gruppe, begleitet von Titanit, gesellt, wobei letztere Gruppe auf ein metamorphes Liefergebiet hinweist.

Neben Angaben von Korallenfunden in dieser Schichteinheit ist auch der einzige Arthrodiren-Rest aus dem Grazer Devon, *Grazosteus hoernesii* GROSS, erwähnenswert.

„Diabastuff“ — Horizont

Die meist in mehreren Lagen zwischen Dolomiten bzw. Sandsteinen als Aschentuffe bzw. -tuffite oder Lapillituffe vorliegenden Gesteine schwanken in Zahl der Lagen und Mächtigkeit beträchtlich. Sie sind bunt gefärbt (violett-rötlich bzw. grünlich). Eine Neuuntersuchung ist im Gange (vgl. jüngere Angaben in EBNER & WEBER 1978).

Dolomitbank

Eine in der Umgebung von Graz mögliche Trennung in liegende helle und hangende dunkle Dolomite ist nicht überall durchzuführen.

Bei den hellen Dolomiten handelt es sich in großen Arealen um massige Gesteine mit hackigem Bruch und typischen grusigen Verwitterungseinschlüssen.

Im Bereich des Pfaffenkogels bei Stübing (vgl. EBNER et al. 1980b) lassen sich neben gebankten Typen, die durch Lamination, Stromatolithenführung, Fenstergefüge, Trockenrisse und Pisoidlagen charakterisierbar sind, Einschaltungen von grobgebankten bis massigen, grobkristallinen Dolomiten unterscheiden. Diese faziellen Eigenheiten fügen sich zu einem Ablagerungsbild in einem supra- bis subtidalen Environment.

Die dunklen Dolomite sind eine Wechselfolge von plattigen, massigen und laminierten, bituminösen Dolomiten und Dolomitschiefern, in denen Amphiporenrasen ein auffallendes Element darstellen. Mikrofaziell handelt es sich einerseits um laminierte, biogen- oder/und pelletführende, Amphiporen-führende oder strukturlose Mudstones mit Fenstergefügen, andererseits um Resedimente und um Dolomitschiefer. Diese Merkmale sprechen zusammen mit lokalem Auftreten von Ca-Sulfaten, konglomeratischen Lagen, detritischem Quarz und Erosionsdiskordanzen für eine vom offenen Meer durch eine Barriere (vgl. S. 49) geschützte Lagunenfazies.

Die unterschiedliche Dolomitkörnung der einzelnen Faziestypen — ausgenommen die grobkristallinen, Amphiporen führenden Mudstones sind die übrigen kryptokristallin — zeigen eine verschiedenzeitige Dolomitisierung der Schichtfolge an.

Während früher die Amphiporenlagen als Hinweis für den hangendsten Anteil der Dolomit-Sandstein-Folge gewertet wurden, kann dies aufgrund von Bohrkernuntersuchungen des Plabutsch-Zuges nicht mehr aufrecht erhalten bleiben.

Schichtfolge bei Rein

Zu den oben erwähnten Abfolgen tritt im Raum von Rein/Graz (Lokalität Treffenberg) eine Folge von Dolomitmergeln, und -schiefern mit Flaserschichtung, welliger Wechselschichtung und Linsenschichtung mit gelegentlich erkenntlicher Bioturbation. In diesen Gesteinen finden sich linsenförmige Einschaltungen von

Echinodermaten führenden Dolomiten. Bemerkenswert ist der Fund einer geflaserten Sandstein-Feinkieslinse, deren Komponenten ein magmatisches Gestein darstellen, das fast zur Gänze aus Mikrolin und untergeordnet aus Orthoklas besteht (am ehesten vergleichbar mit einem Syenitaplit).

Die faziellen Merkmale lassen an Ablagerungen in einer Gezeitebene denken.

Ausgehend von der seit langem bekannten Flachwassernatur dieser Einheit (FLUGEL 1975 cum lit.) wurde durch detaillierte fazielle Analysen von Profilabschnitten, die den Gesteinsbestand der Dolomit-Sandstein-Folge zu erfassen suchten, versucht, diese peritidale Entwicklung zu einem lateral/vertikalen Faziesmodell zu vereinen (FENNINGER & HOLZER 1978), wobei sich die mangelnde chronostratigraphische Detailkenntnis und ungenaue Kenntnis der lateralen Verbreitung der einzelnen Faziestypen als erschwerende Faktoren für eine Modellerstellung erweisen (vgl. Abb. 2).

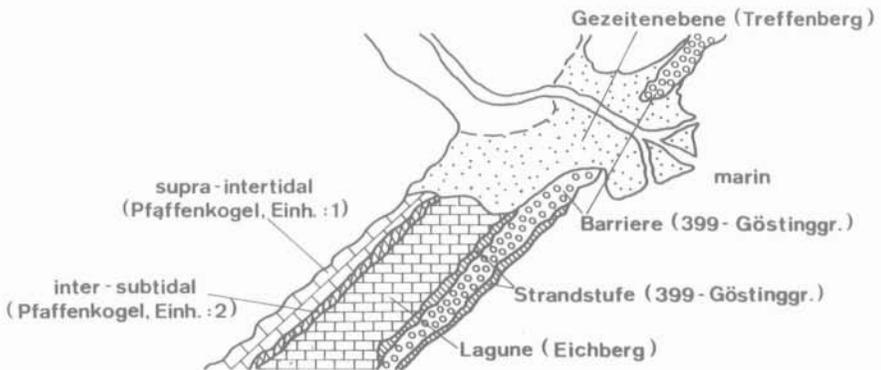


Abb. 2: Schematisches Modell der Faziesentwicklung der Dolomit-Sandstein-Folge des Grazer Paläozoikums (aus FENNINGER & HOLZER 1978).

EBNER et al. 1979 weisen im NW der Rannach-Fazies in Form eines Übergangsbereiches die Verzahnung der Dolomitsandstein-Folge mit den Kalkschiefern der Hochlantschfazies nach, ebenso wie sie in diesem Bereich einen chronostratigraphischen Fixpunkt durch Conodonten (Oberems) erstellen.

Abschließend sei noch auf den allgemeinen transgressiven Charakter hingewiesen, der sich im Großablauf der Sedimentation widerspiegelt und sich bis an die Wende Unterkarbon/Oberkarbon fortsetzt.

Im Zusammenhang mit der faziellen Entwicklung der Dolomit-Sandstein-Folge sieht WEBER 1979 auch die Genese der Blei/Zink-Mineralisation des Raudnerkogels von Stiwohl. Die Sonderstellung dieser Lagerstätte unter den Pb/Zn-Lagerstätten des Grazer Paläozoikums zeigt sich schon darin, daß die Vererzung nicht in den vulkanogenen Schichten von Kehr, sondern im darübergeschobenen Dolomit zu liegen kommt. Die primäre Schwermetallanreicherung in den Dolomiten sieht WEBER 1979 im Zusammenhang mit Strandseifenbildung. Nach Aufschiebung der Dolomite auf stark pigmentierte, örtlich Pyrit führende Kehler Schichten erfolgte dann durch vadose Wässer eine Reduzierung des in den Dolomiten in (chloridischer?) Komplexform eingebauten Pb bzw. Zn zu PbS und ZnS.

Barrandei-Schichten (Eifelium)

Im Hangenden der Dolomit-Sandstein-Folge, teilweise aus ihr hervorgehend, aber auch mit ihr verzahnend, tritt eine im allgemeinen unter 100 m mächtige Folge vorwiegend blaugrauer biomikritischer Kalke und Biogenschuttkalke auf, die relativ häufig Korallen, Stromatoporen, Brachiopoden und Crinoidenreste führt. Vor allem Korallen und Stromatoporen treten bank- und rasenbildend in Erscheinung. Die Korallenfauna ist durch Arten der Gattungen *Tryplasma*, *Thamnophyllum*, *Grypophyllum*, *Disphyllum*, *Sociophyllum*, *Acanthophyllum*, *Favosites*, *Thamnopora*, *Striatopora*, *Alveolites*, *Aulopora*, *Syringopora*, *Chaetetes* und *Heliolites* gekennzeichnet. An Stromatoporen treten unter anderem Vertreter der Gattungen *Actinostroma*, *Anostylostoma*, *Stromatoporella*, *Stromatopora* und *Amphipora* auf. Unter den Algen findet sich die Dasycladaceae *Zeapora gracilis* PENECKE.

Die Barrandekalke, die lokal spät-diagenetisch dolomitisiert sind, lassen sich in einzelnen Profilen gliedern, und zwar in \pm fossilarme mudstones, in fossilreiche Biostromhorizonte, in denen die Autochthonie der Fossilien erkennbar ist und in Biogenschuttkalke, die vorwiegend aus umgelagerten Stromatoporen- und Crinoidenresten aufgebaut sind und teilweise einen massigen Habitus besitzen. In mehreren Horizonten treten Schillagen der Brachiopodengattung *Zdimir* auf. Diese Lagen veranlaßten HERITSCH 1935, der an deren Niveaubeständigkeit glaubte, die Barrandei-Schichten in einen liegenden Korallenkalk und einen hangenden *Pentamerus*-Kalk zu gliedern. Wengleich diese Gliederung für einige Profile zutrifft, scheint sie keine generelle Bedeutung zu haben.

Eingeschaltet in den Barrandei-Kalken treten lokal, meist nur wenige Meter mächtig, graue bzw. rosarote, gelbliche Tonschiefer und Kalkschiefer auf, die seit PENECKE 1894 als Chonetenschiefer bezeichnet werden, und die neben Brachiopoden auch Trilobiten führen. Aufgrund des schlechten Erhaltungszustandes besitzt diese Fauna keine stratigraphische Bedeutung.

Daneben sind auch fossilere weiße, rötliche Tone eingeschaltet, die wegen ihres Hauptminerals Illit, als Illit-Schiefertone bezeichnet werden (HANSELMAYER 1957). Untergeordnet führen sie Quarz.

In den hangenden Bereichen der Barrandei-Schichten ändert sich häufig der für sie charakteristische Habitus sowie die Gesteinsfarbe. Die Barrandei-Schichten werden zunehmend hellgrau, wodurch die Abgrenzung zu den Kanzel-Kalken, dort wo deren basale Dolomitentwicklung fehlt, unklar wird.

Die Einstufung der Barrandei-Schichten in das Eifelium stützt sich vor allem auf die Korallenfauna. Spärliche Conodontenfunde erbrachten lediglich den Nachweis von Mitteldevon.

Eine örtlich mögliche Einstufung der basalen Barrandei-Schichten in das Oberems (BUCHROITHNER 1978) ist nicht erwiesen, da die für diese Aussage maßgebliche Lokalität innerhalb der Kalk-Schiefer-Folge zu liegen kommt. Die Barrandei-Schichten scheinen aus der lagunären Fazies der Dolomitsandstein-Folge hervorzugehen und stellen eine Ablagerung des Sublitorals dar.

„Mitteldevon-Dolomit“

Im Hangenden der Barrandei-Schichten und teilweise sich mit diesen verzahnend, was sich in der relativen Mächtigkeitzunahme bzw. -abnahme ausdrückt, tritt im Grazer Paläozoikum eine maximal 20 m mächtige Entwicklung dunkelgrauer, spät-diagenetisch gebildeter Dolomite auf, die bisweilen Amphiporen führen. Ihre

Grenze zu den Barrandei-Schichten ist stets scharf, auch zu den hangenden Kanzel-Kalken ist sie deutlich. Bisweilen sind an der Grenze oder im Grenzbereich zu den Kanzelkalken dunkelgraue Siltschiefer eingeschaltet.

Während die Mikrofazies der basalen dolomitischen Folgen der Kanzelkalke für einen Inter-supratidalen Ablagerungsraum spricht, zeigen die Mitteldevon-Dolomite subtidale Bedingungen an. Zur Zeit ist noch unklar, ob letztere das marine Äquivalent der basalen Kanzelkalke darstellen.

Kanzel-Kalk (Givetium — mittl. Oberdevon I)

Die Barrandei-Schichten bzw. die örtlich auftretenden Mitteldevon-Dolomite werden von den massigen bis dickgebankten, hellgrauen Kanzel-Kalken überlagert. Ihre Fossilführung ist abgesehen von einigen biohermalen Bänken mit *Rugosa*, *Tabulata* und *Stromatoporoidea* gering. Mikrofaziell handelt es sich meist um stark verwühlte Mikrite bis Biomikrite mit nestartiger Anreicherung von Echinodermen oder um Pelletkalke.

Als Typusprofil der Kanzelkalke wurde bisher immer die Entwicklung im Steinbruch Dennig nördlich von Graz betrachtet. Die Abbauarbeiten der letzten Jahre zeigten in diesem Profil jedoch tektonische Komplikationen (EBNER 1978 d). Über einer tektonischen Liegendeinheit aus Barrandei-Schichten und Kanzelkalken folgt über einer quer den Steinbruch durchschneidenden tektonischen Fläche eine weitere aufrecht gelagerte Einheit von geringmächtigen Barrandei-Schichten und Kanzel-Kalken. Die Mächtigkeit der Kanzel-Kalke beträgt in der tektonisch amputierten Liegendeinheit um 100 m, in der Hangendeinheit, deren Schichtfolge sich nördlich des Pailgrabens bis in die oberkarbone Dultfolge fortsetzt, jedoch nur um 70 m.

In der stratigraphischen Einstufung der Kanzel-Kalke ergeben sich besonders mit der Fixierung der Liegendgrenze Schwierigkeiten. Diese resultieren einerseits aus den nur unbefriedigend zu datierenden unterlagernden Schichten (Barrandei-Schichten oder Mitteldevon-Dolomite) und andererseits aus der Conodontenarmut der Kanzel-Kalke. Nach dem bisherigen Kenntnisstand dürfte die Liegendgrenze der Kanzel-Kalke im unteren Givet zu suchen sein. Auf die Probleme der heterochronen Hangendgrenze im Nahbereich der Mitteldevon/Oberdevon-Grenze wird noch näher eingegangen.

FLÜGEL (1972, 1975, 1977) sieht in den Kanzel-Kalken stark durchwühlte und weitgehend homogenisierte lagunäre Bildungen eines Flachwasserkomplexes, der im Givet in der Rannach- und Hochlantsch-Fazies \pm zeitgleich eine weite Verbreitung hatte. *Calceola*-Schichten, *Quadrigeminum*-Bänke in der Hochlantsch-Fazies und Kanzel-Kalke in der Rannach-Fazies dürften innerhalb dieser Karbonatplattform nur faziell verschiedene, mehr oder minder gleichzeitige Bildungen darstellen.

Ein weiteres Zeitäquivalent zu den Kanzel-Kalken stellen im Verzahnungsbereich Rannach-Fazies — Hochlantsch-Fazies die bis zu 75 m mächtigen und nur einige wenige Korallen führenden Kalke des Platzl-Kogel (EBNER et al. 1979) dar. Aufgrund ihrer Mikrofazies können diese Kalke als Bildungen eines offenen Plattformbereiches angesehen werden. Unterschiedlich und möglicherweise faziesweisend sind auch die Conodontenfaunen der Kanzel-Kalke und der Kalke des Platzl-Kogels. Die spärlichen Conodontenfaunen der Kanzel-Kalke mit einigen wenigen *Polygnathen* stehen einer reicheren *Polygnathus/Lecriodus*-Vergesellschaftung in den Kalken des Platzl-Kogel gegenüber. Nach einem auf die Grazer Verhältnisse anwendbaren Conodonten-Biofazies-Modell (CHATTERTON 1976) könnten die fehlenden bzw. nur spärlichen Faunen auf einen leicht eingeschnürten, nur mäßig bewegten Flachwasserraum

deuten, während die *Polygnathus/Icriodus*-Vergesellschaftung aus den Kalken des Platzl-Kogel auf einen bewegteren, offen marinen Flachwasserraum deuten (vgl. dazu auch EBNER 1980a).

Ein weiteres verbindendes Element in den höher mitteldevonen Flachwassersedimenten der Rannach- und Hochlantsch-Fazies könnten Vulkanite darstellen. In der Rannach-Fazies wurden Tuffe aus dem Niveau der Kanzel-Kalke von einer Lokalität an der Kanzel (CLAR 1932) bekanntgemacht, während östlich von St. Pankrazen durch EBNER et al. 1979 ein bisher nicht näher untersuchter Tuff-Fund aus den Kalken des Platzl-Kogel gemeldet wurde. In der Hochlantsch-Fazies treten mit Diabasen innerhalb der *Calceola*-Schichten weitverbreitet basische Vulkanite auf.

Eine abweichende nicht näher untersuchte Entwicklung aus dem Niveau der Kanzel-Kalke und teilweise mit ihnen verzahnend wurde von MEGGENDORFER 1944 als „Sandsteinfazies“ aus dem Raum Gratwein/Au beschrieben. Sie ist dadurch charakterisiert, daß mit den Kanzel-Kalken gelblichweiße und braune, grobspätige, sich teilweise sandig anfühlende Dolomite und/oder? Ankerite wechsellagern, in denen auch häufig Verquarzungen auftreten. Das unregelmäßige Auftreten dieser Gesteine in teilweise fossilführenden Kanzel-Kalken könnte eventuell auch auf eine metasomatische Umwandlung des Kanzel-Kalkes deuten.

Jüngste geochemische Untersuchungen von EBNER & WEBER 1980 zeigen, daß in bestimmten Bereichen der Kanzel-Kalke bzw. ihren metasomatischen Umwandlungsprodukten wie auch in Bereichen der Kalke des Platzl-Kogel erhöhte Hg-Werte festzustellen sind. Die Anomalien liegen um die bekannten Zinnerfundpunkte (Tallak-Kogel, Schneiderlucke, Gratkorn Hausberg). Die Zinnervererzung kann somit als schichtgebunden an die Kanzel-Kalke betrachtet werden.

Steinbergkalk (Oberdevon)

Im dm/do-Grenzbereich stellt sich das Environment von einem flachen Sublitoral mit Crinoidenrasen, Algen-, Korallen- und Stromatoporen-Biostromen zu einer an Cephalopoden und Conodonten reichen Fazies um, die, durch örtliche Schichtlücken unterbrochen, bis in das tiefe Namur A andauerte. Die oberdevonen Anteile dieser pelagischen Abfolge werden als Steinbergkalke, die karbonen Anteile seit NÖSSING 1974 b als Sanzenkogel-Schichten bezeichnet.

HERITSCH 1927 wies erstmals darauf hin, daß dieser Fazieswechsel bereits örtlich im höchsten Givet erfolgte. Dies war für ihn die Veranlassung, die höchst mitteldevonischen, teilweise Cephalopoden führenden Flaserkalke als „Goniatitenbank“ von den übrigen Steinbergkalken abzutrennen. Conodontenuntersuchungen unterstrichen den heterochronen Charakter dieser Faziesgrenze. FLAJS 1966 wies die Zugehörigkeit der Goniatitenbank in die *varcus*-Zone nach, während EBNER 1977a, 1980a und BUCHROITHNER 1979 zeigen konnten, daß Kanzel-Kalke auch noch im tiefen do I auftreten können.

Auch im Übergangsbereich Rannach-Fazies/Hochlantsch-Fazies treten im Givet Styliolinen führende Flaserkalke (Flaserkalke des Höllerer-Kogel) auf (EBNER et al. 1979).

In der Rannach-Fazies fällt somit die dm/do-Grenze mit keiner eindeutig erkennbaren lithologischen Grenze zusammen und ist nur mit biostratigraphischen Methoden zu fixieren. Aufgrund der nur spärlich auftretenden Cephalopoden würden sich besonders Conodonten dazu eignen, die allerdings in ausreichender Häufigkeit nur in den pelagischen Entwicklungen auftreten.

Kompliziert wird die dm/do-Grenzziehung aber auch dadurch, daß auch international noch keine Einigung darüber besteht (ZIEGLER 1979). Nach HOUSE & ZIEGLER 1977 kommen dafür folgende Niveaus und folgende Tiergruppen in Frage:

1. Basis der *lunulicosta*-Zone (Cephalopoden)
2. Basis der *hermanni-cristatus*-Zone (Conodonten)
3. Basis der unteren *asymmetricus*-Zone (Conodonten)

Für die Gegebenheiten innerhalb der Rannach-Fazies bedeutet dies:

1. In dem von FLAJS 1966 an der Kanzel bei Graz untersuchten Grenzprofil fällt die *lunulicosta* Grenze entsprechend der Korrelation Cephalopoden-Orthochronologie/Conodonten-Parachronologie von HOUSE & ZIEGLER 1977: Tab. 4 unter oder in tiefe Anteile der Goniatitenbank. Diese wäre dann zum Teil oder ganz ins Oberdevon zu stellen. Im letzten Fall könnte dann der Ausdruck Goniatitenbank zugunsten der Priorität (ROLLE 1856) besitzenden Bezeichnung Steinbergkalk eingezogen werden.
2. Die *hermanni-cristatus*-Zone konnte bisher in der Rannach-Fazies in kontinuierlichen Profilen noch nicht nachgewiesen werden (einziger Nachweis bei BUCHROITHNER 1979 von einer isolierten Lokalität). Auch die Durchsicht des Materials von FLAJS 1966 zeigte, daß diese damals noch unbekannte Fauna nicht vorhanden ist. Das bedeutet, daß die Position dieser Grenze ebenfalls wie (1) innerhalb oder gar unter der Goniatitenbank zu suchen ist.
3. Die *asymmetricus*-Grenze entspricht der Grenzziehung, wie sie von FLAJS 1966 gehandhabt wurde und auf der die heute noch übliche Abgrenzung Goniatitenbank/Steinbergkalk erfolgt.

Die stark variierende Färbung der Steinbergkalke wurde nach BUCHROITHNER et al. 1979 als eine Funktion des Fe_2O_3 - bzw. Fe-Gesamtgehaltes dargestellt. Der Farbumschlag von „kalten“ (grauen) Farbtönen zu „warmen“ (rötlich, braun, gelb) erfolgt dabei im Bereich von 0,7 Prozent Fe gesamt.

Ein Vergleich biostratigraphisch durchgearbeiteter Profile am Forstkogel (SURENIAN 1977, BUCHROITHNER et al. 1979), im Bereich westlich von Gratwein (EBNER 1980 a) und am Eichkogel bei Rein (NÖSSING et al. 1977) zeigte jedoch, daß eine auf der Färbung der Steinbergkalke basierende Gliederung keine regionale Beständigkeit besitzt. Eine Gliederungsmöglichkeit mit dem unlöslichen Rückstand wurde bisher noch nicht regional getestet. An der Typuslokalität konnte in stratigraphisch tiefen Anteilen (*asymmetricus*- bis *rhomboidea*-Zone) ein rückstandsreicherer (bis 14 %) von einem rückstandsärmeren Anteil (bis 8 %) abgetrennt werden, wobei das Minimum in der *velifer*-Zone zu suchen ist. Die Durchschnittswerte von Mn liegen bei Extremwerten von 75 und 1240 ppm um 500 ppm.

Die Mikrofazies (örtlich verwühlte Mikrite bis Mikrosparite mit maximal 5 Prozent pelagischen Faunenelementen, Energieindex I/2 nach PLUMLEY et al. 1962), der Faunencharakter (Cephalopoden, bis ins do I Tentakuliten, Conodonten), sowie die sedimentchemischen Untersuchungen gestatten eine Interpretation des Bildungsraumes als einen sauerstoffreichen Stillwasserraum mit Bodenleben unterhalb der durchlichteten Zone und der Wellenbasis (BUCHROITHNER et al. 1979). Korallen wurden bisher nur in einem einzigen Exemplar (*Neaxon* sp.) in den Steinbergkalcken innerhalb der *styriacus*-Zone gefunden (FLÜGEL 1980b).

Der schwankende Mn-Gehalt kann, rezenten (HARTMANN 1964, MARCHING 1974) und fossilen Untersuchungen (BUGGISH 1972, TUCKER 1973, LÜTKE 1976) folgend, auf bathymetrische Unterschiede bzw. Schwankungen innerhalb des Ablagerungsraumes

zurückgeführt werden. Mn-Gehalte zwischen 500 und 1200 ppm entsprechen danach durchaus Werten, wie sie für Cephalopodenkalke, die auf Schwellen gebildet wurden, charakteristisch sind. Werte unter 500 ppm sprechen nach LUTKE 1976 für einen flacheren Ablagerungsraum, der im Fall der Steinbergkalke aufgrund des Faunencharakters jedoch unter der durchlichteten Zone liegen muß. Dies entspricht durchaus bathymetrischen Angaben (60—300 m) von NÖSSING 1974 b, 1975 für die Sanzenkogel-Schichten, die örtlich ohne Hiatus über den Steinberg-Kalken folgen und mit diesen in fazieller Hinsicht vergleichbar sind.

Eine bathymetrische Interpretation der Mn-Gehalte innerhalb der Steinbergkalke zeigt von der dm/do-Grenze bis in die *crepida*-Zone (do II α) eine Eintiefung des Ablagerungsraumes, auf die bis in die *styriacus*-Zone (do IV/V) eine Verflachung folgt, die abermals von einer bis in den cu/co-Grenzbereich fortschreitenden Vertiefung abgelöst wird.

Aufgrund palökologischer Modellstudien mit Conodonten (SANDBERG 1976) entspricht die innerhalb der *styriacus*-Zone auftretende Conodontenfauna der Steinbergkalke einer durch die Gattungen *Palmatolepis* und *Polygnathus* charakterisierten Biofazies, für die eine Ablagerung im „flachen bis mäßig tiefen Wasser am Kontinentalschelf“ angenommen wird.

Tab. 1 zeigt die Mächtigkeitsschwankungen, die an der Typuslokalität innerhalb der einzelnen Conodontenzonen auf engstem Raum auftreten und bis zum Ausfall ganzer Zonen führen können. Verantwortlich könnten dafür submarine Strömungen sein. Ein weiterer Faktor für die unterschiedlichen Mächtigkeiten der Steinbergkalke (20—70 m) sind Schichtlücken, die in den östlichen Bereichen der Rannach-Fazies zwischen dem Oberdevon und Unterkarbon auftreten. Aus der räumlichen Verbreitung wie auch dem stratigraphischen Umfang dieser Lücken mit generell nach E zunehmenden stratigraphischen Umfang läßt sich im Oberdevon eine W-E gerichtete Regression und anschließend entgegengerichtete Transgression rekonstruieren (EBNER 1978 e, 1980 a: Abb. 3). In Bereichen der lückenhaften Entwicklungen, wo in einem schmalen Kanal (Gratwein/Kalvarienberg, Frauenkogel, Dultausgang), Steinbergkalke ebenfalls sehr hoch hinaufreichen (mittleres do VI bis do III/IV), treten, verglichen mit der Typuslokalität, jedoch relativ geringmächtige Zonenmächtigkeiten auf (Tab. 1):

	Forstkogel/ Steinberg	Profil Weihermühle
<i>Protognathodus</i> -Biofazies	15	
<i>costatus</i> -Zone	bis > 900	220 (+ 70)
<i>styriacus</i> -Zone	* — 2000	300 (+ 200)
<i>velifer</i> -Zone	* — 1500	140 (+ 140)
<i>marginifera</i> -Zone	300—1400	520 (+ 340)
<i>rhomboidea</i> -Zone	* — 2400	620 (+ 290)
<i>crepida</i> -Zone	* — 1100	350 (+ 90)
<i>P. triangularis</i> -Zone	160—> 350	100
<i>gigas</i> -Zone	180—> 700	240 (+ 70)
<i>A. triangularis</i> -Zone	220—> 500	320 (+ 70)
<i>asymmetricus</i> -Zone	90	Kanzel-Kalkentwicklung

Tab 1: Vergleich der Mächtigkeiten (in cm) der Conodontenzonen in Steinbergkalken des Steinbergs und im Profil Weihermühle. Die Klammerwerte geben den möglichen Maximalumfang einer Zone an. *Zone nicht nachgewiesen.

Neben der pelagischen Entwicklung der Steinbergkalke in der Rannach-Fazies existiert im Verzahnungsbereich zur Hochlantsch-Fazies in Form der Kalk/Schiefer-Wechselagerung des Platzl-Kogel im do I auch noch eine Flachwasserentwicklung (EBNER et al. 1979).

Sanzenkogel — Schichten (Tournai — Namur A)

Unterkarbonkalke wurden im Paläozoikum von Graz erstmals durch FLOGEL & ZIEGLER 1957 biostratigraphisch nachgewiesen und aufgrund der in ihnen dominierenden Conodontengattung als „*Gnathodus*-Kalke“ bezeichnet und dem Visé zugeordnet. Als es dann NÖSSING 1974 a, b gelang, in den westlichen Bereichen der Rannach-Fazies in einer den Steinbergkalken und *Gnathodus*-Kalken entsprechenden Lithologie das gesamte Tournai nachzuweisen, wurde, da die Gattung *Gnathodus* erst ab dem obersten Tournai auftritt, der Ausdruck *Gnathodus*-Kalk verworfen und die Gesamtheit der bis ins Namur A andauernden pelagischen Karbon-Karbonatentwicklung als Sanzenkogel-Schichten bezeichnet (NÖSSING 1975, EBNER 1978 e).

Zu gliedern sind die Sanzenkogel-Schichten ausgezeichnet mit Conodonten (NÖSSING 1975, EBNER 1977 c). Die Grenze zu den Steinbergkalken ist nur mikropaläontologisch faßbar und am besten in einer invers gelagerten Abfolge im Steinbruch Trolp am Sanzenkogel aufgeschlossen (NÖSSING 1975, EBNER 1980 b). Erschwert wird die Fixierung der Devon/Karbon-Grenze dadurch, daß in diesem Profilabschnitt anscheinend eine *Protognathodus*-Biofazies vorliegt, in der der weltweit für die Grenzziehung maßgebliche Conodont *Siphonodella sulcata* nur spärlich auftritt (EBNER 1980 b). Cephalopodenaufsammlungen in diesem Profilabschnitt, die einen wertvollen Beitrag zur Klärung teilweise noch bestehender Unklarheiten in der Korrelation Cephalopoden-Orthochronologie/Conodonten-Parachronologie und der Definition der Devon/Karbon-Grenze leisten könnten, sind geplant.

NÖSSING 1975 gliedert die Sanzenkogel-Schichten in die unteren und oberen Sanzenkogel-Schichten. Im Steinbruch Trolp wird dabei die Basis der oberen Sanzenkogel-Schichten im obersten Tournai durch einen für bathymetrische Aussagen wichtigen, ca. 20 cm mächtigen Schiefer-Lydit-Phosphorit-Horizont (Bildungstiefe nach NÖSSING 1975 60—300 m) markiert. Weitere aus der Rannach-Fazies bekannte und ursprünglich dem Oberdevon zugeordnete Phosphorithorizonte (MEGGENDORFER 1944, HÖLLER 1957) haben sich mittlerweile ebenfalls als in den Sanzenkogel-Schichten liegend erwiesen (EBNER 1978 e).

Die bis 1975 dauernde Unkenntnis dieser tiefstkarbonen Kalke und die Annahme einer generellen Schichtlücke zwischen den Steinbergkalken und den *Gnathodus*-Kalken seit den erstmals in der Rannach-Fazies Conodonten-Mischfaunen nachweisenden Untersuchungen von KODSI 1966 ist darauf zurückzuführen, daß die unteren Sanzenkogel-Schichten nur auf einige wenige Lokalitäten (Eichkogel bei Rein, NÖSSING 1974b, NÖSSING et al. 1977; Sanzenkogel/Forstkogel, NÖSSING 1974 a, b, 1975, SURENIAN 1978, BUCHROITHNER et al. 1979; Tobelbad BUCHROITHNER 1979) beschränkt sind und nur äußerst geringe Mächtigkeiten (ca. 320 cm) aufweisen.

Die Mächtigkeit der oberen Sanzenkogel-Schichten in den östlichen Bereichen der Rannach-Fazies beträgt zwischen 0 und 32 m. Sie wird einerseits durch den stratigraphischen Umfang der hier zwischen Steinbergkalken und Sanzenkogel-Schichten auftretenden Schichtlücken und andererseits dem über ihnen liegenden Relief, das im höchsten Namur A angelegt wurde, bestimmt.

Die Bedeutung solcher Mischfaunen oder „Geisterfaunen“ zur Klärung fazieller Probleme stellt erstmals KREBS 1964 anschaulich dar. Er unterscheidet dabei zwei

Großtypen von Mischfaunen, die er rückgreifend auf BRANSON & MEHL 1933, 1934 als stratigraphic admixtures (ältere Conodonten in jüngeren Schichten) und als stratigraphic leaks (jüngere Conodonten in älteren Schichten) bezeichnet.

Abb. 3 zeigt schematisch die innerhalb der Rannach-Fazies im Karbon auftretenden Conodontenmischfaunen.

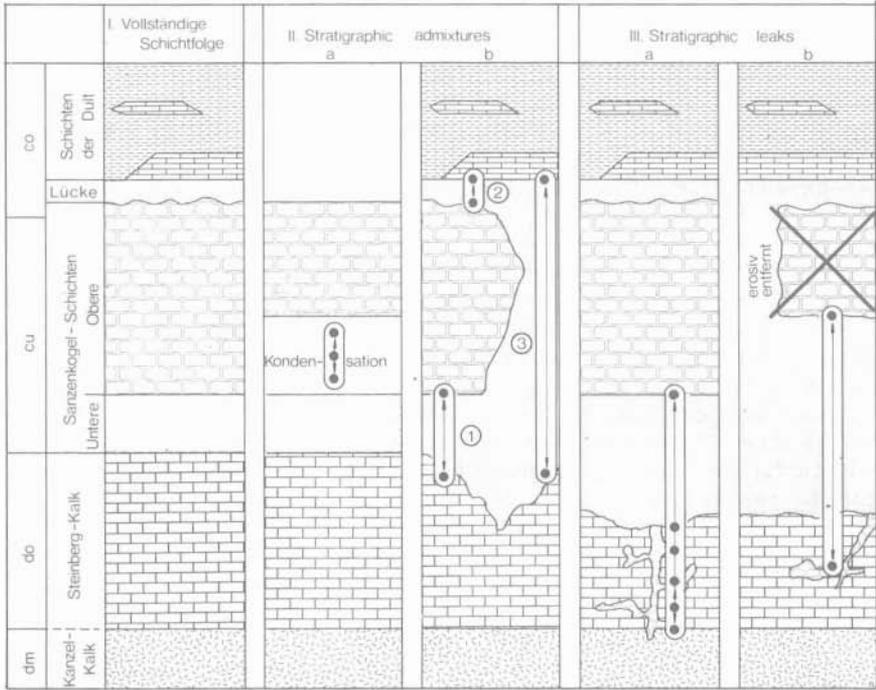


Abb. 3: Schematische Darstellung der Mischfaunenmöglichkeiten im hohen Devon und Karbon der Rannach-Fazies. Dargestellte Beispiele:
 I: Sanzenkogel, Forstkogel, Eichkogel/Rein
 II a: Tobelbad (Morré-Schlössl)
 II b 1: Profil Hartbauer
 II b 2: Profil Hahngraben
 II b 3: Profil Hahngraben und NNE Kloster Dult
 III a: Profil Hartbauer
 III b: NNE Kloster Dult

I: stellt dabei die ideale Schichtfolge mit der Abfolge Kanzel-Kalk, Steinbergkalk, Sanzenkogel-Schichten, Folge der Dult dar. In den östlichen Bereichen treten zwischen den Steinbergkalken und den Sanzenkogel-Schichten unterschiedlich lange Schichtlücken auf, ebenso ist zwischen den oberen Sanzenkogel-Schichten und der Folge der Dult im obersten Namur A eine Schichtlücke anzunehmen.

II: stratigraphic admixtures

Eine von BUCHROITHNER 1979 beschriebene Faunenmischung in den Sanzenkogel-Schichten bei Tobelbad mit Faunenelementen des cu II/α — cu III β/γ kann als stratigraphische Kondensation infolge fehlender oder äußerst geringer Karbonatsedimentation interpretiert werden (II/a).

Stratigraphic admixtures, die auf Aufarbeitung des Untergrundes rückgeführt

werden können, treten in zahlreichen Profilen an die do/cu-Schichtlücken gebunden auf (II/b). Die Mischfaunen setzen sich stets nur aus Elementen der direkten Oberdevonunterlage und der unmittelbaren Unterkarbonüberlagerung zusammen. Elemente aus dem Intervall der Lücke fehlen. Lithologisch sind die Mischfaunenbereiche nicht kenntlich. Nur in einigen wenigen Fällen sind sie an feinkristalline Kalklagen gebunden.

III: stratigraphic leaks

Besondere Aussagekraft haben do/cu-Mischfaunenbereiche, die sich in unregelmäßigen Nestern in älteren Gesteinen eingelagert finden und im Extremfall bis in den dm/do Grenzbereich hinabreichen (III/a). Sie treten nur in Profilen auf, in denen zwischen Steinbergkalken und Sanzenkogel-Schichten eine Schichtlücke vorliegt. An Faunenelementen enthalten sie wieder nur Elemente, die dem Top der Steinbergkalke und der Basis der Sanzenkogel-Schichten des jeweiligen Profils entsprechen. Zusätzlich kommen dazu noch Elemente, die den Zeitumfang der über dem Mischfaunenbereich bis zur Schichtlücke auftretenden Steinbergkalke repräsentiert.

Ein Sonderfall einer Spaltenfüllung (III/b) liegt in einem Profil NNE des Klosters Dult vor, wo Steinbergkalke erosionsbedingt von Kalken der Dult (Namur B) überlagert werden. Reste der hier intranamurisch erosiv entfernten Sanzenkogel-Schichten sind nur mehr anhand von Mischfaunen ca. 4 m unter der Erosionsfläche, lithologisch nicht zu erkennen, in den Steinbergkalken des do III/IV zu finden.

Große Bedeutung für die Interpretation der Schichtlücken besitzen vor allem die Spaltenfüllungen (stratigraphic leaks), die aufgrund ihrer Mischfaunenzusammensetzung deutliche genetische Beziehungen zu den im Profil über ihnen liegenden und direkt an die Schichtlücke gebundenen stratigraphic admixtures zeigen. Aus dem Fehlen von Faunenelementen des Lückenintervalls kann auf Nichtsedimentation geschlossen werden. Die unregelmäßige Form der tiefliegenden Spaltenfüllungen und Schlotten und ihre Mischfaunen deuten in Richtung eines wiederum marin verfüllten Karstreliefs (EBNER 1979).

Derart interpretiert fielen im Oberdevon und Unterkarbon die östlichen Teile der Rannach-Fazies infolge von Meeresspiegelschwankungen oder synsedimentärer Tektonik trocken und wurden vor einer abermaligen marinen Überflutung intensiv verkarstet. Aufgrund der gefundenen Spaltenfüllungen ist in diesen Karstgebieten mit Niveauunterschieden von mindestens 16—20 m zur Vorflut hin zu rechnen.

Störend bei dieser Interpretation wirken lediglich das Fehlen von Flachwassersedimenten, die aus entsprechenden Zeiträumen der Rannach-Fazies unbekannt sind, und daß in den westlichen Bereichen mit kontinuierlicher Sedimentation bisher keine Mischfaunen als Ausdruck des Abtrags im Osten gefunden wurden.

In ihrer Lithologie weisen die oberen Sanzenkogel-Schichten regional und oft in kurzer streichender Entfernung wechselnde Ausbildung auf. In Bereichen lückenloser Abfolgen oder Bereichen kleiner Schichtlücken im westlichen Teil der Rannach-Fazies sind im Zeitraum cu II β/γ — cu III mehrere oft Meter mächtige Einschaltungen von rötlichbraunen Lyditen und dünnblättrigen, violett-roten kieseligen Schiefen vorhanden. Der Nachweis von Radiolarien in Kalkschliffen aus der unmittelbaren Nachbarschaft dieser Kieselgesteine deutet dabei auf ehemalige Radiolariensedimente. Die Hauptverbreitung dieser kieseligen Schiefer und Lydite liegt am Sanzenkogel, um Gratwein/Au und am Ausgang des Hofgrabens N Gratkorn. In den östlichen Bereichen der Rannach-Fazies tritt nur ein einziger bis zu 2 m mächtiger Lydithorizont \pm niveaubeständig im cu II δ auf.

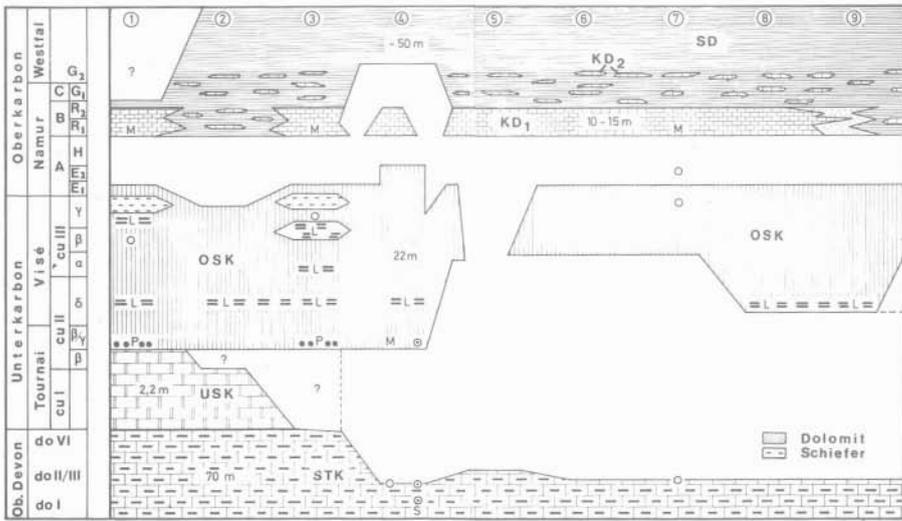


Abb. 4: Das Karbon in der Rannach-Fazies des Grazer Paläozoikums.
(Aus EBNER 1978 e). Profile:

- 1 Steinberg
 - 2 Eichkogel
 - 3 Gratwein/Au
 - 4 Hartbauer
 - 5 NNE Kloster Dult
 - 6 Schraußberg
 - 7 Hahngraben
 - 8 Hahngraben Pkt. 519
 - 9 Höchkogel
- SD Schiefer der Dult
 KD₂ Kalke der Dult (Hangendkalke)
 KD₁ Kalke der Dult (Basiskalke)
 OSK Obere Sanzenkogel-Schichten
 L Lydite
 USK Untere Sanzenkogel-Schichten
 STK Steinbergkalk
 M Conodontenmischfauna (Zeitpunkt der Bildung)
 ○ Komponenten der Mischfauna
 P Phosphoritknollen
 S Spaltenfüllung
 ⊙ Komponenten der Spaltenfüllung

Dult-Schichten (Namur B — ? Westfal)

Über den Sanzenkogel-Schichten folgt nach einer Erosionsdiskordanz die marine Flachwasserentwicklung der Dult-Schichten. In den bis zu 15 m mächtigen und örtlich brekziös ausgebildeten karbonatischen Basisbildungen (Kalke der Dult) treten Conodontenmischfaunen (stratigraphic admixtures) auf. Ihre Faunenzusammensetzung mit autochthonen Elementen des Namur B und allochthonen Elementen des Namur A, Visé und Oberdevon (EBNER 1977 a, 1978 e) entspricht dabei exakt dem in den Geländeaufschlüssen erkannten Tiefgang dieser Erosionsfläche.

Über den Basiskalken der Dultfolge und teilweise mit ihnen verzahnend folgen die Schiefer der Dult, die in ihren liegenden Anteilen geringmächtige Einschaltungen von Kalkschiefern und Birdseyekalke zeigen, deren weiße Calcit-erfüllte Schrumpfung-

poren ursprünglich als die Korallengattung *Cladochonus* beschrieben wurden (HERITSCH 1930 a). Die hangendsten Anteile der Dult-Schichten sind in einer Mächtigkeit von mindestens 50 m in Form ebenflächig brechender, dunkler Tonschiefer ausgebildet.

Spärliche Conodontenfaunen aus den hangenden Kalkeinschaltungen der Dult-Schichten (Hangendkalke sensu EBNER 1978 e) deuten auf ein mögliches Alter Namur C —? Westfal A; für die hangendsten Schiefer kann somit ein ? Westfal-Alter angenommen werden. (Ein schlecht erhaltener Pflanzenrest, der aus den Schiefen der Dult stammt, wurde ursprünglich von HERITSCH 1930 a als eine das Westfal anzeigende Calamitenart bestimmt, stellt nach TENCHOV jedoch nur einen nicht näher trocknenbaren Pflanzenrest dar).

Trockenrißbildungen in den Kalkschiefern, Kalkbrekzien, Birdseye-Strukturen, aufgearbeitete Schiefer in Schiefer/Karbonat-Wechselfolgen, Hämatitkrusten und faziell bedingte spärliche Conodontenfaunen weisen auf einen äußerst flachen, örtlich sogar immer wieder trockenfallenden marinen Ablagerungsraum.

Wesentlich und abweichend zu früheren Ansichten ist für die Rannach-Fazies der Nachweis einer lediglich durch Erosionslücken unterbrochenen Schichtfolge bis in den Zeitraum Namur/Westfal.

Die noch mit SCHOUPE 1946 angenommenen gefügeprägenden Phasen (bretonisch und sudetisch) wurden mit Zunahme biostratigraphischer Detailuntersuchungen mit Conodonten immer unwahrscheinlicher, bis sie letztlich nach dem Nachweis der unteren Sanzenkogel-Schichten (NÖSSING 1974 a, b, 1975) und der nur erosionsdiskordanten Auflagerung der Dult-Schichten (EBNER 1977 e) ganz fallengelassen werden mußten.

Daraus ergeben sich für die Auflösung der Interntektonik der Rannach-Fazies neue Aspekte, deren Tragweite erst nach noch durchzuführenden Detailkartierungen abzusehen ist. Die Deckscholle des Höchkogels (CLAR 1932) erwies sich z. B. als eine aufrechte Deckeneinheit, deren Schichtbestand vom Grenzbereich Kanzel-Kalk/Steinbergkalk bis in die Schichten der Dult reicht, die Deckeneinheit des Marxenkogels scheint hingegen zumindest zum Teil invers gelagert zu sein (EBNER 1977 d). Weiters zeigten die biostratigraphischen Untersuchungen in der Rannach-Fazies, daß inverse Abfolgen, teilweise infolge isoklinaler Verfallung, weit verbreitet sind (NÖSSING et al. 1978, SURENIAN 1977, BUCHROITHNER et al. 1979).

Literatur

Neben den in der Arbeit zitierten Literaturstellen wird versucht, die seit FLUGEL 1975 die Rannach-Fazies betreffende Literatur anzuführen:

- ANGEL, F.: Dolomitsandsteine des Grazer Paläozoikums. — Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 64/65, 136—149, Graz 1929.
- BECKER, L. P.: Zum geologischen und tektonischen Aufbau des Stubalpenzuges (Steiermark) mit einem Vergleich seiner Position zur nordöstlichen Saualpe (Kärnten). — Carinthia II, 167/87, 113—125, 3 Abb., Klagenfurt 1977.
- BECKER, L. P.: Erläuterungen zur Geologischen Karte, Blatt 162, Köflach. — Geol. Bundes-Anst., Wien 1980 (im Druck).
- BOIGK, H.: Zum Bau der Grazer Decken. — Z. dt. geol. Ges., 102, 247—271, Hannover 1951.
- BRANSON, E. B. & MEHL, M. G.: Conodont studies No. 1. Introduction. — Univ. Missouri Stud., 8, 5—17, Columbia/Mo. 1933.
- BRANSON, E. B. & MEHL, M. G.: Conodont studies No. 4. Conodonts from the Bushberg sandstone and equivalent formations of Missouri. — Univ. Missouri Stud., 8, 265—299, Columbia/Mo. 1934.

- BUCHROITHNER, M. F.: Biostratigraphische Untersuchungen im Paläozoikum der Steiermark. — Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 108, 77—93, 2 Abb., 1 Taf., Graz 1978.
- BUCHROITHNER, M. F.: Das Paläozoikum von Tobelbad bei Graz. — Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 109, 63—70, 1 Abb., Graz 1979.
- BUCHROITHNER, M. F., EBNER, F. & SURENIAN, R.: Die Entwicklung der Steinbergkalke (Oberdevon, Grazer Paläozoikum) an ihrer Typuslokalität. — Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 109, 71—84, 3 Abb., 6 Tab., Graz 1979.
- BUGGISCH, W.: Zur Geologie und Geochemie der Kellerwasserkalke und ihrer begleitenden Sedimente (unteres Oberdevon). — Abh. hess. Landesamt. Bodenforsch., 62, 68 S., 19 Abb., 6. Tab., 13 Taf., Wiesbaden 1972.
- CHATTERTON, B. D. E.: Distribution and paleoecology of Eifelian and Early Givetian Conodonts from western and northwestern Canada. — Geol. Assoc. Canada, Spec. Pap., 15, 143—157, 5 Abb., Waterloo 1976.
- CLAR, E.: Der Bau des Gebietes der Hohen Rannach bei Graz. — Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 70, 1—23, 1 Geol. Karte, Graz 1933.
- CLAR, E., CLOSS, A., HERITSCH, F., HOHL, O., KUNTSCHNIG, A., PETRASCHECK, W., SCHWINNER, R. & THURNER, A.: Die geologische Karte der Hochlantschgruppe in Steiermark. — Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 64/65, 3—28, Karte 1:25.000, Graz 1929.
- EBNER, F.: Der Nachweis von Namur im Paläozoikum von Graz. — Anz. österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., 112, 119—125, Wien 1975.
- EBNER, F.: Das Silur/Devon-Vorkommen von Eggenfeld — ein Beitrag zur Biostratigraphie des Grazer Paläozoikums. — Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, 37, 3—23, 2 Abb., 5 Tab., 5 Taf., Graz 1976.
- EBNER, F.: Die Schichtfolge an der Wende Unterkarbon/Oberkarbon in der Rannach-Fazies des Grazer Paläozoikums. — Verh. geol. Bundes-Anst., 1976, 65—93, 3 Abb., 4 Tab., 3 Taf., Wien 1977 a.
- EBNER, F.: Bericht über stratigraphische Untersuchungen im Paläozoikum von Graz auf Blättern 163, Voitsberg und 164, Graz. — Verh. geol. Bundes-Anst., A 154—156, Wien 1977 b.
- EBNER, F.: Die Gliederung des Karbons von Graz mit Conodonten. — Jb. geol. Bundes-Anst., 120, 449—493, 1 Abb., 3 Tab., 6 Taf., Wien 1977 c.
- EBNER, F.: Die Transgression der Folge der Dult (Oberkarbon, Paläozoikum von Graz). — Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 107, 35—53, 4 Abb., Graz 1977 d.
- EBNER, F.: Bericht 1976 über stratigraphische Untersuchungen im Paläozoikum von Graz auf Blatt 163, Voitsberg. — Verh. geol. Bundes-Anst., 1977, A 137—A 138, Wien 1977 e.
- EBNER, F.: Bericht 1976 über stratigraphische Untersuchungen im Paläozoikum von Graz auf Blatt 164, Graz. — Verh. geol. Bundes-Anst., 1977, A 139—A 141, Wien 1977 f.
- EBNER, F.: Biostratigraphische Untersuchungen im Grazer Paläozoikum (Rannachfazies). — Verh. geol. Bundes-Anst., 1977, A 173—A 174, Wien 1977 g.
- EBNER, F.: Der paläozoische Untergrund in der Bohrung Waltersdorf 1 (S Hartberg, Oststeiermark). — Mitt. Österr. geol. Ges., 68, 5—11, 1 Abb., 2 Tab., Wien 1978 a.
- EBNER, F.: Die sedimentäre Entwicklung des Unterkarbons in Österreich. — Österr. Akad. Wiss., Schriftenreihe Erdwiss. Komm., 3, 179—190, Wien 1978 b.
- EBNER, F.: Bericht 1977 über geologische Aufnahmen im Grazer Paläozoikum auf Blatt 163, Voitsberg. — Verh. geol. Bundes-Anst., 1978, A 128—129, Wien 1978 c.
- EBNER, F.: Bericht 1977 über geologische Aufnahmen im Paläozoikum auf Blatt 164, Graz. — Verh. geol. Bundes-Anst., 1978, A 129—164, Wien 1978 d.
- EBNER, F.: Stratigraphie des Karbon der Rannachfazies im Paläozoikum von Graz. — Mitt. österr. geol. Ges., 69, 163—196, 7 Abb., 4 Tab., Wien 1978 e.
- EBNER, F.: The Devonian Carboniferous Boundary in Austria. — Abstr., IX. Int. Congr. Carbonif., 1 S., Washington 1979.
- EBNER, F.: Steinbergkalke und Sanzenkogel-Schichten im Kalvarienbergzug W von Gratwein. — Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 111, 3 Abb., Graz 1980 a.
- EBNER, F.: Conodont Localities in the Surroundings of Graz/Styria. — Abh. Geol. B.A., 35, 100—127, 11 Abb., 8 Tab., 2 Taf., Wien 1980 b.
- EBNER, F. & GRÄF, W.: Die erdgeschichtliche Entwicklung des Grazer Raumes. In „850 Jahre Graz“, 19—48, 3 Abb., 2 Tab., Graz (Styria) 1978.
- EBNER, F., FENNINGER, A. & HOLZER, H. L.: Die Schichtfolge im Übergangsbereich Rannach-Fazies — Hochlantsch-Fazies (Grazer Paläozoikum) im Raume St. Pankrazen — Großstübing. — Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 109, 85—95, 2 Abb., 5 Tab., Graz 1979.
- EBNER, F., FENNINGER, A. & HOLZER, H. L.: Geotraverse B in Austria — Location and Models of Documentation. — IGCP No. 5 Newsletter, 2, 109—120, 7 Abb., 2 Tab., Padua 1980 a.

- EBNER, F., FENNINGER, A. & HOLZER H.-L.: Führer zu ausgewählten Profilen in der Rannach-Fazies des Grazer Paläozoikums. — Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, 41, 93—105, 4 Abb., 2 Tab., Graz 1980 b.
- EBNER, F. & WEBER, L.: Erweiterung geochemischer Prospektionsarbeiten von Quecksilbervererzungen in mitteldevonen Serien des Grazer Paläozoikums. — Unveröff. Ber. 16 S., 6 Geol. Karten, Graz/Wien 1980.
- EBNER, F. & WEBER, L.: Die geologisch-tektonischen Verhältnisse zwischen Tannebenstock und Röttschgraben (Grazer Paläozoikum). — Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 108, 95—113, 3 Abb., Graz 1978.
- FENNINGER, A.: Die Fazies der Dolomit-Sandstein-Folge des Grazer Paläozoikums. — Mitt.-Bl. Abt. Miner. Landesmus. Joanneum, 42, 285—286, Graz 1975.
- FENNINGER, A. & HOLZER, H. L.: Die Genese der Dolomitsandstein-Folge des Grazer Paläozoikums. — Mitt. österr. geol. Ges., 69, 109—162, 11 Abb., 8 Tab., 10 Taf., Wien 1978.
- FLAJS, G.: Die Mitteldevon/Oberdevon-Grenze im Paläozoikum von Graz. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 124, 221—240, 2 Abb., 4 Taf., Stuttgart 1966.
- FLÜGEL, H.: Die „Sandsteinfazies“ des Mitteldevons von Graz. — Anz. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., 94, 45—57, Wien 1956.
- FLÜGEL, H.: 140 Jahre geologische Forschung im Grazer Paläozoikum. — Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 88, 51—78, Graz 1958.
- FLÜGEL, H.: Das Problem der Unter-Devon/Mittel-Devon- und der Silur/Devon-Grenze im Paläozoikum von Graz. — Prager Arbeitstag. Silur u. Devon 1958, 115—121, Prag 1960.
- FLÜGEL, H. W.: Geologische Wanderkarte des Grazer Berglandes. — Maßstab 1:100.000 (Geol. Bundes-Anst.) Wien 1961.
- FLÜGEL, H. W.: Das Paläozoikum von Graz. — Ex.-Führer, 42. Jahrestagung Paläont. Ges., 117—140, 7 Abb., Graz 1972.
- FLÜGEL, H. W.: Die Geologie des Grazer Berglandes (2. Aufl.). — Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergbau Landesmus. Joanneum, Sh. I, 288 S., 47 Tab., 6 Abb., Graz 1975 (cum lit.).
- FLÜGEL, H. W.: Paläogeographie und Tektonik des alpinen Variscikums. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1977, 659—674, 4 Abb., Stuttgart 1977.
- FLÜGEL, H. W.: Alpines Paläozoikum und alpidische Tektonik. — Mitt. Österr. Geol. Ges., 71, Wien 1980 a.
- FLÜGEL, H. W.: *Neaxon* sp. aus der Goniclymenia-Stufe von Gratwein bei Graz. — Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 111, 2 Abb., Graz 1980 b.
- FLÜGEL, H. & MAURIN, V.: Aufnahmen 1956 auf den Blättern Graz (164), Weiz (165), Passail (134) und Birkfeld (135). — Verh. geol. Bundes-Anst., 1957, 18—21, Wien 1957.
- FLÜGEL, H. W. & SCHÖNLAUB, H. P.: Nachweis von tieferem Unterdevon und höherem Silur in der Rannach-Facies des Grazer Paläozoikums. — Mitt. geol. Ges. Wien, 63, 142—148, Wien 1971.
- FLÜGEL, H. W. & SCHÖNLAUB, H. P.: Geleitworte zur stratigraphischen Tabelle des Paläozoikums in Österreich. — Verh. geol. Bundes-Anst., 1972, 187—198, 1 Taf., Wien 1972.
- FLÜGEL, H. & ZIEGLER, W.: Die Gliederung des Oberdevons und Unterkarbons am Steinberg westlich von Graz mit Conodonten. — Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 87, 25—60, 4 Taf., Graz 1957.
- HANSELMAYER, J.: Der devonische Illit-Schieferton vom Kollerkogel bei Graz. — Anz. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., 95, 127—139, Wien 1957.
- HARTMANN, M. et. al.: Oxidation of organic matter in recent marine sediments. — „Meteor“ Forsch. Ergebnisse, C., 12, 74—86, 5 Abb., 4 Tab., Stuttgart 1973.
- HERITSCH, F.: Eine neue Stratigraphie des Paläozoikums von Graz. — Verh. geol. Bundes-Anst., 1927, 223—228, Wien 1927.
- HERITSCH, F.: Caradoc, Mitteldevon und Karbon bei Gratwein-Rein (Blatt Köflach-Voitsberg). — Verh. geol. Bundes-Anst., 1930, 136—137, Wien 1930 a.
- HERITSCH, F.: Karbon in der Dult bei Gratwein (Paläozoikum) von Graz. — Verh. geol. Bundes-Anst., 1930, 160—162, Wien 1930 b.
- HERITSCH, F.: Oberstes Unterdevon und unteres Mitteldevon bei Graz. — Sitz.-Ber. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., 144, 187—197, Wien 1935.
- HÖLLER, H.: Phosphoritknollen im Grazer Paläozoikum. — Mitt.-Bl. Abt. Miner. Landesmus. Joanneum, 1958/1, 35—36, Graz 1958.
- HOUSE, M. & ZIEGLER, W.: The Goniatica and Conodont sequences in the Early Upper Devonian at Adorf, Germany. — Geologica et Paleontologica, 11, 69—108, 4 Abb., 6 Tab., Marburg/Lahn 1977.
- KODSI, M. G.: Zur Kenntnis der Devon/Karbon-Grenze im Paläozoikum von Graz. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1967, 415—427, Stuttgart 1967.

- KREBS, W.: Zur faziellen Deutung von Conodonten-Mischfaunen. — Senckenberg. Leth., 45, 245—284, Abb., Frankfurt/Main 1964.
- KROLL, A. & HELLER, R.: Die Tiefbohrung Afling U 1 in der Kainacher Gosau. — Verh. geol. Bundes-Anst., 1978, 23—34, 3 Abb., Wien 1978.
- LUTKE, F.: Sedimentologische und geochemische Untersuchungen zur Genese der Flinzfazies im Harz (Givet und Oberdevon). — Z. dt. geol. Ges., 127, 499—508, 4 Abb., Hannover 1976.
- MARCHING, V.: Zur Geochemie rezenter Sedimente des Indischen Ozeans, II. Arabisches Meer, afrikanischer Kontinentalrand und Vergleich mit dem indisch-pakistanischen Kontinentalrand. — „Meteor“ — Forschungsergebnisse, C, 18, 1—35, Stuttgart 1974.
- MEGGENDORFER, I.: Das Paläozoikum der Rannachdecke bei Gratwein. — Unveröff. Diss. Univ. Graz, 32 S., 1 Geol. Karte, Graz 1944.
- NEUBAUER, F.: Die Gliederung des Altpaläozoikums südlich und westlich von Murau (Steiermark/Kärnten). — Jb. geol. Bundes-Anst., 122, 455—511, 12 Abb., 8 Tab., 8 Taf., Wien 1979.
- NÖSSING, L.: Nachweis des tieferen Unterkarbons im Paläozoikum von Graz. — Anz. österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., 111, 39—41, Wien 1974 a.
- NÖSSING, L.: Beitrag zur Kenntnis des Oberdevons und Unterkarbons des Grazer Paläozoikums. — Unveröff. Diss. Univ. Graz, 103 S., 1 Geol. Karte, Graz 1974 b.
- NÖSSING, L.: Die Sanzenkogelschichten (Unterkarbon), eine biostratigraphische Einheit des Grazer Paläozoikums. — Mitt. naturw. Ver. Stmk., 105, 79—92, Graz 1975.
- NÖSSING, L., EBNER, F. & FLÜGEL, H. W.: Zur Geologie des Eichkogels bei Rein nordwestlich von Graz. — Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 107, 81—88, 2 Tab., 2 Abb., Graz 1977.
- PENECKE, K. A.: Das Grazer Devon. — Jb. geol. Reichsanst., 43, 567—616, 6 Taf., Wien 1894.
- PLESSMANN, W.: Die geologischen Verhältnisse am Westrand der Grazer Bucht. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1954, 295—310, Stuttgart 1954.
- PLODOWSKI, G.: Die Brachiopoden des Silur/Devon-Grenzprofils von Eggenfeld (Grazer Paläozoikum). — Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, 37, 36—49, 20 Abb., 2 Tab., 1 Taf., Graz 1976.
- PLUMLEY, W. J., RISLEY, G. A., GRAVES, R. W. jr. & KALEY, M. E.: Energy index for limestone interpretation and classification. In: Classification of carbonate rocks. — Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem., 1, 84—107, 1962.
- POLEGEG, S. & CEIPEK, N.: Geochemische Untersuchung auf Quecksilber bei Stift Rein/Steiermark. — Berg- u. Hüttenmänn. Mh., 122, 64—66, Wien 1977.
- ROLLE, F.: Geologische Untersuchungen in dem Theile Steiermarks zwischen Graz, Obdach, Hohenmauthen—Marburg. — Jb. geol. Reichsanst., 7, 219—250, Wien 1853.
- SANDBERG, C. A.: Conodont Biofacies of Late Devonian *Polygnathus styriacus* Zone in Western United States. — Geol. Assoc. Canada, Spec. Pap., 15, 171—186, 2 Abb., 2 Tab., Waterloo 1976.
- SCHONLAUB, H. P.: Das Paläozoikum in Österreich. — Abh. Geol. Bundes-Anst., 33, 124 S., 79 Abb., 4 Tab., 7 Taf., Wien 1979.
- SCHOUPE, A.: Eine Visé-Transgression am Steinberg bei Graz. — Verh. geol. Bundes-Anst., 1946, 81—101, Wien 1946.
- STACHE, G.: Die paläozoischen Gebiete der Ostalpen. — Jb. geol. Reichsanst., 24, 137—273, Wien 1874.
- SURENIAN, R.: Biostratigraphie und Sedimentologie der Steinbergkalke (Oberdevon) des Steinberges westlich Graz. — Unveröff. Diss. Univ. Graz, 139 S., 4 Taf., 1 Geol. Karte, Graz 1977.
- SURENIAN, R.: Die Conodontenfauna des Steinbergkalkes (Oberdevon, Paläozoikum von Graz). — Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 108, 121—135, 4 Taf., Graz 1978.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich. — Bd. 1, 766 S., 200 Abb., 25 Tab., Wien (Deuticke) 1977.
- TUCKER, M. E.: Sedimentology and diagenesis of Devonian pelagic limestones (Cephalopodenkalk) and associated sediments of the Rhenohercynian Geosyncline, West Germany. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 142, 320—350, 24 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1973.
- WEBER, L.: Die Geologie der Umgebung der Blei-Zinklagerstätten von Haufenreith-Arzberg, Burgstall, Peggau-Taschen, Schrems, Thalgraben und Rechberg, Oststeiermark. — Unveröff. Bericht, 49 S., 2 Geol. Karten, Wien 1974.
- WEBER, L.: Die Geologie des Grazer Paläozoikums zwischen Rabenstein, Guggenbach und Deutscherfeistritz unter besonderer Berücksichtigung der lithofaziellen Stellung der Blei-Zinkvererzungen. — Unveröff. Ber., 53 S., 1 Geol. Karte, Wien 1975 a.
- WEBER, L.: Bericht über die geologischen Aufnahmen im Bergbaurevier von Haufenreith und die obertägigen Kartierungsarbeiten in der nordöstlichen Fortsetzung der Lager. — Unveröff. Ber. Wien 1975 b (1975 b).

- WEBER, L.: Zur Geologie des Grazer Paläozoikums zwischen Übelbachtal und dem Stübinggraben unter besonderer Berücksichtigung der stratiformen Blei-Zink- und Pyritvererzungen. — Unveröff. Ber., 67 S., Geol. Karte, Wien 1976.
- WEBER, L.: Die Stellung der stratiformen Blei-Zinkvererzungen im Grazer Paläozoikum, beleuchtet an Hand der Lagerstätten Schrems-Rechberg, sowie Kaltenberg-Burgstall (Oststeiermark). — Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, 38, 123—141, 3 Abb., Graz 1977.
- WEBER, L.: Die geologischen Verhältnisse des Nordostteils des Grazer Paläozoikums unter besonderer Berücksichtigung der Vererzungen. — Unveröff. Ber., 50 S., 2 geol. Karten, Wien 1978.
- WEBER, L.: Fortsetzung von Untersuchungen an Blei-Zinklagerstätten im Bereich von Stiwollkher (Steiermark) unter Einbeziehung der Zinnober-Lagerstätte von Gratwein-Eisbach. — Unveröff. Ber., 74 S., 1 Geol. Karte, Wien 1979.
- ZIEGLER, W.: Historical subdivisions of the Devonian. — In: „The Devonian System“, Spec. Pap. Palaeont., 23, 24—47, 7 Abb., London 1979.



Project: Prevarisc and variscic events of the alpine mediterranean mountain belts.

Anschriften der Verfasser: Univ.-Doz. Dr. Fritz EBNER, Landesmuseum Joanneum, Abt. f. Geologie, Paläontologie und Bergbau, Raubergasse 10, A-8010, Graz, Österreich.

Univ.-Doz. Dr. Alois FENNINGER, Univ.-Doz. Dr. Hans Ludwig HOLZER, Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Graz, Heinrichstraße 26, A-8010 Graz, Österreich.