

geologischen Aufbau und Deformationsstil. Strukturelle Grenzen sind im Norden die Periadriatische Naht, im Westen die Gailitz-Furche und im Süden die Save-Störung.

Die Nordkarawanken bilden die Fortsetzung der ostalpinen Gailtaler Alpen. Die dextrale Seitenverschiebungszone der Periadriatischen Naht bildet die tektonische Grenze zwischen Nord- und Südkarawanken. Es treten nicht oder nur schwach metamorphe Serien des Paläozoikums und der Permotrias auf. Die Klastika der Hochwipfel-Formation sind durch die variszische und alpidische Konvergenz mehrphasig, überwiegend bruchhaft deformiert worden. Die Anlage der karbonen Sedimentbecken der Süd- und Ostalpen (Hochwipfelkarbon der Karnischen Alpen und Karawanken, Karbon von Nötsch, Karbon der Veitscher Decke, Grazer Paläozoikum und Stolzalpendecke) ist eine unmittelbare Folge der geodynamischen Prozesse während der variszischen Orogenese. Die synorogene Hochwipfel-Formation des Karbons (Visé bis Westfal) besteht aus einer ungefähr 950 bis 2000 m mächtigen, sehr homogenen Abfolge von Siliziklastika.

Für die Provenanz-Analyse wurden die Litharenite der Hochwipfel-Formation petrographisch und geochemisch untersucht. Folgende Methoden wurden hierzu verwendet:

- (1) lithostratigraphische Profilaufnahme,
- (2) Dünnschliffpetrographie
- (3) Schwermineralanalyse
- (4) Gamma Ray-Spektrometrie
- (5) Pulverdiffraktometrie (XRD)
- (6) Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)
- (7) Kohlenstoffanalytik
- (8) Einzelmineralchemie (SEM mit EDX / WDX)
- (9) Ultra-Spurenelementanalyse (LA-ICP-MS)

Diese Methoden liefern einen multivarianten Untersuchungsansatz zur Verifizierung der Sedimentationsdynamik und Beckengeometrie.

Die Untersuchungen zeigen einen abweichenden Sedimentationsstil der Ost- und Westkarawanken. Während im Osten eine kontinuierliche Petrofaziesentwicklung vom Liegenden zum Hangenden zu erkennen ist, überwiegt im Westen eine Ereignis-dominierte Sedimentation. Aus der Petrographie und Geochemie ergibt sich für die Hochwipfel-Sandsteine die Provenanz eines aufgearbeiteten Orogens mit deutlich erkennbarem, diachron von West nach Ost fortschreitendem Einfluß eines magmatischen Bogens. REE-Analysen bestätigen einen zunehmenden Einfluß vulkanogenen Eintrages. Eine entsprechende Entwicklung kann aus der Schwermineralassoziation und -chemie abgeleitet werden. Die Ergebnisse implizieren für die Hochwipfelsedimentation ein Modell strike slip-beeinflußter Ablagerungsräume entlang des nördlichen aktiven Kontinentalrandes der Paläotethys.

Das geologische Kartenblatt Voitsberg (ÖK 163) und Bemerkungen zur Geologie in der Umgebung von St. Pankrazen

Fritz EBNER

Institut für Geowissenschaften, Montanuniversität Leoben, Peter Tunnerstr. 5, A-8047 Leoben

1. Das Kartenblatt 163 Voitsberg

Die Neuaufnahme 1 : 50.000 des Kartenblattes Voitsberg (163) ist mit den Geländearbeiten abgeschlossen. An eine Übergabe der Manuskriptkarte an die Geologische Bundesanstalt zur

Drucklegung ist im nächsten Jahr zu denken. Abb. 1 zeigt die geologischen Haupteinheiten des Kartenblattes:

Känozoische Einheiten (NW Randbereich des Steirischen Neogenbeckens; Quartär inkl. der pleistozänen Terrassenlandschaften des Mur und Kainachtales),
Kainacher Gosau,
Grazer Paläozoikum,
Mittelostalpinen Kristallin (Neuaufnahme durch L. BECKER).

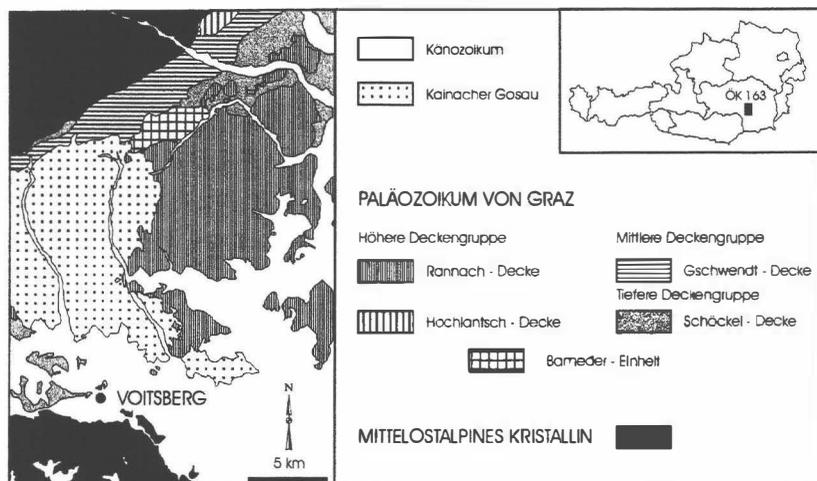


Abb. 1:

Die auf Blatt 163 Voitsberg ausgeschiedenen geologischen Großeinheiten samt einer tektonischen Gliederung des Grazer Paläozoikums (EBNER, 1998).

1.1. Mittelostalpinen Kristallin

Die Deckengrenze des oberostalpinen Grazer Paläozoikums zu den kristallinen Einheiten des Gleinalmzuges (Mittelostalpin sensu TOLLMANN,

1977; Muriden-Einheit) wurde nach der vorgosauischen Deckenstapelung als sinistraler Scherkorridor, der mit dem Aufstieg des metamorphen Gleinalm-Domes kinematisch im Zusammenhang steht, aktiviert. Außerhalb des Kartenblattes sind bei Gams/Rothleiten noch Oberkreide-Sedimente in diese Grenzzone tektonisch eingebaut (NEUBAUER et al. 1995).

Die im Nordwesten des Kartenblattes auftretenden Gesteine sind entsprechend der Seriengliederung von NEUBAUER & FRISCH (1993) im wesentlichen dem Glimmerschiefer Marmor Komplex der Muriden-Einheit zuzuordnen. Im SW sind hingegen Gesteine aus dem Koriden Gneis Komplex anzutreffen. Der Kontakt zum Grazer Paläozoikum ist im SW des Kartenblattes durch känozoische Sedimente verhüllt.

1.2. Grazer Paläozoikum

Der Deckenstapel des Grazer Paläozoikums besteht aus paläozoischen Sedimenten (biostratigraphisch belegt: Silur – Namur C/Westfal) unterschiedlicher metamorpher Überprägung (Zusammenfassung der Metamorphosedaten: HOINKES et al. 1999; NEUBAUER et al. 1999). Tektonisch werden drei große Deckengruppen (FRITZ & NEUBAUER 1990; FRITZ et al. 1991, 1992) unterschieden, die auf Kartenblatt 163 folgend angetroffen werden (Abb. 1):

Höhere Deckengruppe (Rannach- und Hochlantsch-Decke)

Mittlere Deckengruppe (Gschwendt-Decke der Kalkschieferdecken)

Tiefere Deckengruppe (Schöckel-Decke).

Problematisch ist die tektonische Auflösung NW des Stübingbachtals. Entlang steilstehender Störungen (vermutlich mit zusätzlichem sinistralen Seitenversatz) ist hier zwischen der Gschwendt- und Schöckel-Decke im N und der Rannach-Decke im S die in ihrer faziellen Zuordnung problematische Bameder-Einheit eingeschaltet. Unklar ist der Kontakt der Schöckel-Decke zu „Kalkschiefern“, die bei Explorationsbohrungen im Raum Guggenbach unter den Pb/Zn- und Baryt-führenden Einheiten (= Teil des Blei-Zink-Barytbezirks Grazer Paläozoikum) der Schöckel-Decke angetroffen wurden (WEBER 1990; WEBER 1997a,b; EBNER et al. 2000).

Die Deckenstapelung erfolgte – belegt durch die diskordante Auflagerung der Kainacher Gosau und Detailuntersuchungen von FRITZ & KRÁLIK (1986) und FRITZ (1988) - vorgosauisch. Varizische Deformation und Metamorphose sind aufgrund der alpidischen Überformung nur punktuell fassbar. Das Alter einer variszischen Gefügeprägung ist, abgeleitet aus dem Altersumfang der Dult-Gruppe, jünger als Westfal A.

Tabelle 1		RANNACH-DECKE	BAMEDER-EINHEIT	HOCHLANTSCH-DECKE	GSCHWENDT-DECKE	SCHÖCKEL-DECKE
KARBON	Westfal	DULT-GRUPPE Hahngraben-Fm. Höchkogel-Fm. Schrausbauer-SbFm. Hartbauer-SbFm.				
	Namur					
DEVON	Visé	FORSTKOGEL-GRUPPE Sanzenkogel-Fm. Hart - Bank Troip - Bank				
	Tournai					
E	Famenne	Platzl-SbFm. Höllereckgl. SbFm. Kollerkogel-Fm. Platzkogel-SbFm. Kanzl-SbFm. Gaisbergsattel-SbFm. Barrandeikalk-Fm. Pleschkogel-SbFm. Pfaffenkogel-SbFm. Treffenberg-SbFm. Admonterkogel-SbFm. Göstinggraben-SbFm. Parmasegg-Fm.		Fahrneck-Fm. Rotmüller-Fm.	Spatl-SbFm. Kogler-Fm. Sattelbauer-SbFm. Gschwendt-SbFm.	Schöckel-Fm.
	Fasne					
V	Givet	RANNACH-GRUPPE Heigger-Fm. Flöserkogel-Fm.				
	Eifel					
O	Ems	Stiwoll-SbFm. Oberbichl-SbFm. Greitner-SbFm.				Raasberg-Fm. Lammkogel-SbFm.
	Prag					
N	Lochkov	REINERSPITZ-GRUPPE Genoveva-kreuz-SbFm. Kötschberg-Fm. Kehr-Fm. Eggenfeld-SbFm.	Bameder-Fm. Spandl-SbFm Krauß-SbFm.			Schönberg-Fm. Rauchenberg-SbFm Poys-SbFm
SILUR	Pridoli					Taschen-Fm.
	Ludlov					

Tab. 1: Lithostratigraphische Einheiten des Paläozoikums auf Blatt 163 Voitsberg (nach EBNER, 1998).

Die stratigraphische Zuordnung und Benennung der auf Blatt 163 angetroffenen paläozoischen lithostratigraphischen Einheiten zeigt Tab.1 (EBNER 1998). Sie entspricht in den Grundzügen sowohl der von FLÜGEL (2000) für das Grazer Paläozoikum vorgenommenen stratigraphischen Neugliederung als auch den von STEININGER & PILLER (1999) für den deutschen Sprachraum empfohlenen Richtlinien zur Handhabung der stratigraphischen Nomenklatur. Alle auf Blatt 163 auftretenden Einheiten sind bei EBNER (1998) und FLÜGEL (2000) definiert. Eine detaillierte Beschreibung der stratigraphisch faziellen Gegebenheiten in der Rannach- und Schöckel-Decke des Grazer Paläozoikums und somit weiten Teilen des Blattes 163 erfolgte zuletzt durch EBNER et al. (2000).

In der Rannach-Decke werden auf Blatt 163 im Raum Kehr-Stiwoll die durch basischen Vulkanismus stark beeinflusste pelagische Reinerspitz-Gruppe (? Ludlowium – Lochkovium), darauf die peritidale bis flachmarine Rannach-Gruppe (Pragium – Givetium/ lokal Frasnium), die pelagische Cephalopodenkalkentwicklung der Forstkogel-Gruppe (hohes Givetium – Namurium A) und zum Abschluß, die mit Erosionskontakt auflagernden Sedimente der Dult-Gruppe (Namurium B - ? Westfalium) angetroffen (EBNER 1998, FLÜGEL 2000, EBNER et al. 2000). Ein Kleinvorkommen der Hochlantsch-Decke (mit mittel- bis tief oberdevonen Gesteinen) tritt N Übelbach in einer tektonischen Schuppe zwischen dem Kristallin und der Gschwendt-Decke auf. Diese Schuppe setzt sich nach NE auf das Blatt 133 (Leoben) fort, wo die Schichtfolge durch silurische Gesteine der Laufnitzdorf-Gruppe komplettiert wird. Der Schichtbestand der Gschwendt-Decke (Mittlere Deckengruppe) enthält unter- bis mitteldevone Gesteinsabfolgen, die

früher als „Kalkschiefer“ zusammengefaßt wurden und nun der Kogler-Fm. (FLÜGEL 1984) zugeordnet werden. Die Schöckel-Decke, die von NE in das Kartenblatt hereinstreicht, endet aus im Detail ungeklärten tektonischen Gründen abrupt N Großstübing. In einer Überfaltungsstruktur der Peggau-Gruppe (FLÜGEL, 2000) mit aufrecht und invers gelagertem Schenkel treten obersilurische – mitteldevonische Gesteine der Schönberg-Fm. mit syngenetischen Pb/Zn-Barytvererzungen, Quarzite (Lammkogel-SbFm.) der Raasberg-Fm. und Bänderkalke der Schöckel-Fm. auf. (WEBER 1990, WEBER et al. 1997 a,b, EBNER 1998, FLÜGEL 2000, EBNER et al. 2000).

1.3. Kainacher Gosau

Die mittlere westliche Blatthälfte wird von der Kainacher Gosau eingenommen (Abb. 1). Diese lagert im E der Rannach-Decke, im NE der Bameder-Einheit und im N der Gschwendt-Decke auf. Im Süden wird die Kainacher Gosau vom Miozän des Weststeirischen Beckens (meist unterbadensische limnisch/fluviatile Sedimente der Stallhofen-Fm.) überlagert.

Das Gosaubecken von Kainach ist ein oberkretazisches (Obersanton bis Maastricht) Extensionsbecken, das sich über dem in einem sinistralen Scherkorridor aufsteigenden Gleinalm-Dom absenkte (NEUBAUER et al. 1995). Ihre Unterlage bildet der prä-oberkretazisch verkarstete Deckenstapel des Grazer Paläozoikums. Transgressionskontakte sind an zahlreichen Stellen, besonders am N- und E-Rand aufgeschlossen. Lokal, vor allem am W-Rand, sind diese ± stark tektonisch überprägt. Ein Kontakt zu den mittelostalpinen Einheiten ist nirgends zu beobachten. Auch im Bereich N Graden (auf Blatt Köflach ÖK 162; BECKER 1980) ist zwischen dem Kristallin und der Gosau immer noch ein Streifen von einigen Zehnermetern Breite mit paläozoischen Kalkschiefern anzutreffen (GRÄF 1975).

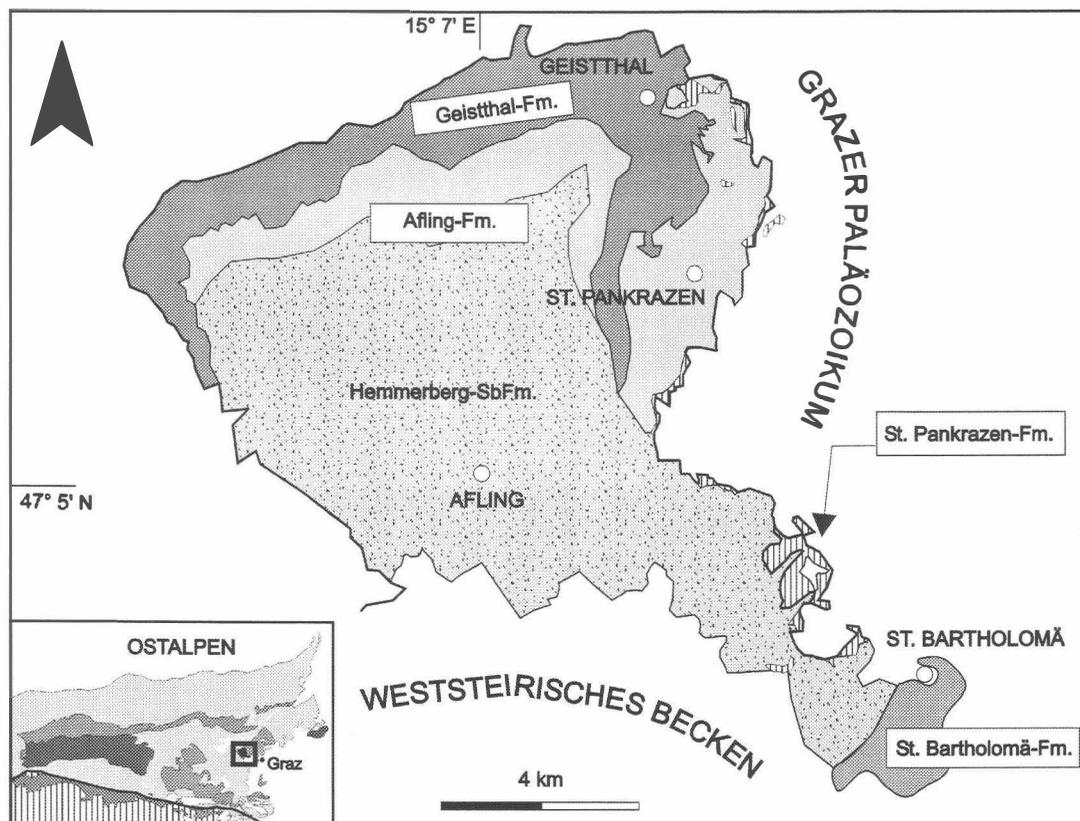


Abb. 2: Vereinfachte geologische Übersichtskarte der Kainacher Gosau (aus EBNER & RANTITSCH 2000).

Das fazielle Inventar dieses Beckens besteht aus proximalen Alluvialsedimenten am Nordrand des Beckens, die kontinuierlich bis in submarine distale Fächersedimente eines zentralen Beckenbereiches übergehen. Bituminöse Mergel am Ostrand des Beckens werden einem limnischen, zeitweise marin beeinflussten Ablagerungsraum zugeordnet (SCHIRNIK 1984, NEUBAUER et al. 1995, RUSSEGGER et al. 1998, EBNER & RANTITSCH 2000).

Traditionell (GRÄF 1975) wird in der Kainacher Gosau ein s.g. "Hauptbecken" (Bereich um Afling-Kainach-Geistthal) von einem im Südosten gelegenen "Nebenbecken" (im Raum St. Bartholomä) abgetrennt (Abb. 1, 2). Die bisher im Sinn von lithostratigraphischen Einheiten verwendeten Begriffe Basiskonglomerat-Folge, Bitumenmergel-Folge (oder Fazies von St. Pankrazen), Hauptbecken-Folge, Zementmergel-Folge (vgl. GRÄF 1975) entsprechen in keiner Weise den Richtlinien der Stratigraphischen Kommission in Österreich (STEININGER & PILLER 1999). Bei der Bearbeitung des Kartenblattes 163 erfolgte daher auf Basis älterer Arbeiten (zusammengefaßt bei GRÄF 1975, GRÄF et al. 1980) und jüngerer Arbeiten (SCHIRNIK 1994, HUBMANN & FENNINGER 1997, NEUBAUER et al. 1995, RUSSEGGER et al. 1998) eine Neudefinition und Diskussion der stratigraphischen Zuordnung der lithostratigraphischen Einheiten der nun als Kainach Gruppe definierten Kainacher Gosau (EBNER & RANTITSCH 2000). Sie enthält folgende Formationen (Abb. 2):

- Geistthal-Fm. (= Basiskonglomerat-Folge; Obersanton – Untercampan)
- St. Pankrazen-Fm. (= Bitumenmergel-Folge, Fazies von St. Pankrazen; Obersanton – Untercampan) mit den Subformationen: Konglomerat-SbFm., Karbonat-SbFm., Bitumenmergel-SbFm.
- Afling-Fm. (= Hauptbecken-Folge; Untercampan); eine Untergliederung in weitere SbFm. erscheint möglich. Bisher wurde lediglich die durch Turbiditsequenzen geprägte distale submarine Delta Fan Fazies als Hemmerberg-SbFm. (Typuslokalität auf Blatt ÖK 163) näher definiert.
- St. Bartholomä-Fm. [(= Zementmergel-Folge; (? spätes Santon – Maastricht)]; die Hippuritenschuttkalke darin werden als Kalchberg-SbFm. bezeichnet.

Aufgrund der seit WAAGEN (1927) vom SE-Beckenrand bekannten Ölsuren und der bei GRÄF (1975) erstmals detaillierter dargestellten Bitumenanreicherungen in einem von Bitumenmergeln ummantelten Grundgebirgsaufbruch E Geistthal wurde durch die OMV bei Afling/N Kainach die erfolglose Explorationsbohrung (Afling U 1) auf Kohlenwasserstoffe abgeteuft (KRÖLL & HELLER 1978). Die Fazies, das Kohlenwasserstoffpotential und die Maturiät der Bitumenmergel wurden in letzter Zeit intensiv untersucht (BODROGI et al. 1994, SACHSENHOFER et al. 1995, RUSSEGGER et al. 1998). Die „Bitumenmergel“ am westlichen Beckenrand um Graden sind bei geringen Karbonatgehalten feinstkörnige, dunkelgefärbte Tonschiefer, die gleich den 202 m mächtigen „Bitumenmergeln“ der Bohrung Afling U 1 zur Afling-Fm. gestellt werden (BODROGI et al. 1994, EBNER & RANTITSCH, 2000).

1.4. Miozän des Weststeirischen Beckens

Die miozänen Schichtfolgen (Ottangium – Sarmatium) setzen über dem Grundgebirge (Kristallin; Paläozoikum; Kainacher Gosau) mit tiefgründigen, z.T. von Verwitterungsschutt durchsetzten Roterdbildungen und Kalkkonglomeraten ein. Für die limnische Kohlen führende Köflach/Voitsberg-Fm. (mit einem Tuffhorizont im liegenden des Oberdorfer Kohlenflözes) konnte im Rahmen des FWF-Forschungsbündels (P 10332-10339 GEO; Koordinator F. STEININGER) für die Liegendschichten, das Kohlenflöz und weite Teile der Hangendschichten durch Mikrosäuger und magnetostratigraphische Untersuchungen ein Ottangium-Alter fixiert werden. Zusätzlich erfolgte im Rahmen dieses interdisziplinären Forschungsbündels auch eine detaillierte sedimentologische, kohlenpetrographische, paläontologische und geophysikalische

Untersuchung der Oberdorfer Kohlenmulde (Zusammenfassung der Teilergebnisse bei SACHSENHOFER et al. 2000).

Nach örtlicher Erosionsdiskordanz folgt über der Köflach/Voitsberg-Fm. die dem Unterbadenum zugeordnete Stallhofen-Fm. [EBNER & STINGL 1998; mit folgenden SbFm.: Tuffe der Lobmingberg-SbFm. (Zirkon Spaltspurenalter: $16,0 \pm 0,7$ Ma; EBNER et al. 2000 a,b; SACHSENHOFER et al. 2000); fluviatile Kiese der Eckwirt-SbFm.]. In Grundgebirgsbuchten wird die Stallhofen-Fm. durch die limnische Entwicklung der Rein-Fm. (Kohlen führende Tone, Süßwasserkalke und Tuffe) stratigraphisch vertreten bzw. zum Teil auch überlagert (EBNER & GRÄF 1979). Im Raum Stiwill wird die Rein-Fm. unter Zwischenschaltung von Roterden von den Kalkkonglomeraten der Stiwill-Fm. unterlagert (EBNER et al. 2000 b). Die Verbreitung von badenischen Tuffen (in mehreren Horizonten) im Bereich des gesamten Kartenblattes wurde bei EBNER (1981) und EBNER & GRÄF (1982) festgehalten. Am östlichen Kartenblattrand folgen noch marine untersarmatische Sedimente (Waldhof-Fm.; RIEPLER 1988).

2. Zur Geologie der Umgebung von St. Pankrazen

In der Umgebung von St. Pankrazen (Bereich S St. Pankrazen – Pleschkogel W-Abfall - oberstes Stübingbachtal –Geistthal) werden Einheiten der Kainacher Gosau und des Grazer Paläozoikums angetroffen.

2.1. Grazer Paläozoikum

Die Grenze des Grazer Paläozoikums zur Kainacher Gosau liegt bis knapp S von St. Pankrazen W der Landesstraße, um dann am südlichen Ortsrand von St. Pankrazen auf die Ostseite zu wechseln. Im N quert sie E des Gasthofes Abraham den Stübinggaben. Ab hier schwenkt die Auflagerungsfläche der Kainacher Gosau in E-W Richtung ein. Knapp E von Geistthal liegt innerhalb der Oberkreide ein paläozoischer Grundgebirgsaufbruch, der durch Bitumen Imprägnationen in Klüften der Barrandeikalke bekannt geworden ist (GRÄF 1975, EBNER & RANTITSCH 2000).

Im Paläozoikum treten von S St. Pankrazen bis N des Platzkogel Gesteine der Rannach-Decke mit einem Altersumfang vom höheren Unterdevon bis zum tiefen Oberdevon auf (Rannach- und tiefere Forstkogel-Gruppe; EBNER et al. 1979, EBNER 1998). Aus der im Raum Graz einige 100 m mächtigen peritidalen Flösserkogel-Fm. (gut gliederbar in die sandige Göstinggraben-SbFm., die tuffitische Admonterkogel-SbFm. und die hangende durch Dolomite dominierte Pfaffenkogel-SbFm.) entwickelt sich nach Westen zunächst eine als Gezeiten-Ebene interpretierte Dolomit-Mergel-Dolomitschiefer Abfolge (Treffenberg-SbFm.). Die chronostratigraphische Zuordnung der Flösserkogel-Fm. ist nur punktuell fassbar. Die Hangendgrenze ist vermutlich heterochron, im Raum des Pleschkogels dürfte sie noch Teile des Emsiums umfassen (EBNER et al. 2000).

Diese gute lithologische Gliederungsmöglichkeit verwischt sich in westlicher Richtung. Ab Kehr/W Rein nehmen gebankte Dolomite überhand, in die nun zunehmend Silt- und Sandsteine und vor allem in höheren Anteilen Lagen dunkelgrauer, teilweise knolliger Kalke eingeschaltet sind. Fossilfunde sind selten. Entlang der Straße Pleschkogel-Enzianwirt finden sich in Kalkeinschaltungen lediglich einspitzige Conodonten (*Panderodus* sp.), im Liebochgraben Conodonten des Emsiums (SCHARFE [1978] in FENNINGER & HOLZER 1978, EBNER 1988) und lokal in knolligen Flaserkalken neben Conodonten des Emsiums eine reiche Mikrofauna mit Fischzähnen (*Oneotodus beckmanni*), Holothurienskleriten, verkieselten Spicula, Goniodonten, Echinodermenstacheln und Crinoidenstielgliedern (EBNER et al. 1979). In stratigraphisch wie auch topographisch hohen Positionen treten vor allem N des Pleschkogels schwärzliche Kalke vom Typus der Barrandeikalke mit Favositen, Striatoporen, Helioliten, Stromatoporen und rugosen Korallen auf. Zusammengefasst wird diese Entwicklung der Flösserkogel-Fm., die über der Göstinggraben-SbFm. der einsetzt, als Pleschkogel-SbFm. Zeitlich dürfte sie hauptsächlich

das Emsium umfassen und lokal bis in Zeitäquivalente der Barrandeikalke aufsteigen (EBNER 1988, EBNER et al. 2000).

Etwa NW der Linie Pleschkogel-Heiggerkogel-Mühlbacherkogel sind SW von Großstübing allmähliche Übergänge der Pleschkogel-SbFm. zu kalkig-schiefrig-siltig/sandigen Gesteinsabfolgen erkennbar (KAHR 1949). Diese wurden vielfach (z.B. FLÜGEL 1975) als fazielle Verzahnung der Rannach-Fazies ("Dolomitsandsteinfolge") mit der "Kalkschiefer-Folge" der Hochlantsch-Fazies angesehen. FENNINGER & HOLZER (1978) sehen darin den faziellen Übergang der peritidalen "Dolomitsandstein-Folge" (= Flösserkogel-Fm.) zu einer Beckenentwicklung innerhalb der "Rannach-Fazies". FLÜGEL in FLÜGEL & NEUBAUER (1984) fasst diese, bei der Kartierung nicht weiter gliederbare und um 100 m mächtige Wechselfolge als Heigger-Fm. zusammen. Durch Conodontenfaunen wird für sie der Zeitraum Lochkovium bis Emsium angenommen (BUCHROITHNER 1978).

Im Hangenden folgt im Raum St. Pankrazen – Platzlkogel die Entwicklung einer Karbonatplattform, die weitestgehend mit der Schichtabfolge in der unmittelbaren Grazer Umgebung vergleichbar ist. Zuerst finden sich in einer Mächtigkeit von 20 – 30 m durch Artenvielfalt und Individuenreichtum (*Zdimir* cf. *hercynicus*, tabulate und rugose Korallen; Stromatoporen; HUBMANN 1992) gekennzeichnete dunkle Bankkalke der Barrandeikalk-Fm. (Eifelium). Die verschiedenen Mikofaziestypen dieser Kalke entstammen unterschiedlich energetischen Bereichen einer Karbonatplattform. Im Profil an der Straße S von St. Pankrazen werden entsprechend den Standardmikrofaziestypen von WILSON Ausbildungen des „Foreslopes“, der offenen Lagune (Schelf-Lagune) und evaporitischen Plattform erkannt (HUBMANN 1992).

Darüber folgen einige 10er m mächtige, meist dunkelgraue Dolomite (Gaisbergsattel-SbFm.), die bereits der dem Givetium zugeordneten Kollerkogel-Fm. angehören (FLÜGEL 2000). Im Raum St. Pankrazen – Platzlkogel liegt über den o.g. Dolomiten innerhalb der Kollerkogel-Fm. die um 75 m mächtige Platzlkogel-SbFm. mit dickbankigen bis massigen grauen Kalken. Diese werden mikrofaziell und aufgrund der Conodontencharakteristik einem höher energetischen, offen marinen Ablagerungsraum zugeordnet. Lokal, z.B. am Höllerkogel-Westabhang, sind darin auch kleinräumige Patch-Reef-Körper (vor allem mit *Favosites*, *Alveolites*, *Stachyodes*, lagigen Stromatoporen, rugosen Einzelkorallen und vereinzelt Heliolitiden) entwickelt; S St. Pankrazen treten auch geringmächtige basische Tuffe auf (EBNER et al. 1979, HUBMANN 1992, EBNER et al. 2000). Auffallend sind in Bodenbildungen über den Kalken der Kollerkogel-Fm. signifikante geochemische Hg-Anomalien (EBNER & WEBER 1983).

Markant sind im Straßenprofil S St. Pankrazen und am Platzlkogel im Niveau der Platzlkogel- und Gaisbergsattel-SbFm. irreguläre Spaltenfüllungen von rötlich-violetten und teilweise spätig ausgebildeten Kalken. Ihr Alter ist unklar. Aufgrund der im gesamten ost- und südalpinen Paläozoikum im Devon/Karbon-Grenzbereich auftretenden, oft auf Verkarstung rückgeführten und bis ins mittlere Devon infiltrierten Spaltenfüllungen (EBNER 1978, EBNER et al. 1981, EBNER 1991 a,b) ist auch für diese Spaltenfüllungen eine derartige Genese möglich. Allerdings fehlen die sonst so charakteristischen Conodonten-Mischfaunen! Paläomagnetische Untersuchungen der Spaltenfüllungen und ihres Umgebungsgesteins weisen ohne Differenzierung und eine primäre Position von 10° südlicher Breite (SOMERS 1992). (Eine reizvolle Interpretationsvariante ist die, dass es sich bei den Spaltenfüllungen um Infiltrationen mesozoischer Kalke einer nicht mehr erhaltenen primären Überlagerung des Grazer Paläozoikums handelt).

Ab dem höchsten Givetium wird die peritidale Rannach-Gruppe von der pelagischen, an Cephalopoden und Conodonten reichen Forstkogel-Gruppe abgelöst. Im Bereich des Murtales und am Steinberg W von Graz dauert diese Fazies, in der im Oberdevon die Steinberg-Fm. und im Karbon die Sanzenkogel-Fm. unterschieden werden, bis ins tiefste Namurium A an. Am Höllerkogel (NE St. Pankrazen) setzt die pelagische Entwicklung in der *varcus*-Zone des obersten Givetiums mit um 30 m mächtig werdenden, dünnplattigen, gelblichbraunen, flaserigen Kalken (Höllerkogel-SbFm.) ein. Sie endet am Platzkogel mit einer um 50 m mächtig werdenden Wechsellagerung von grauen bis rötlichgrauen, Conodonten-führenden Kalken und Schiefen (Platzl-SbFm.; EBNER et al. 1979, EBNER 1998, FLÜGEL 2000; EBNER et al. 2000).

N des Platzkogel folgt mit steilstehendem Störungskontakt die Bameder-Einheit. Die monotone, vermutlich dem Unterdevon zuordenbare Bameder-Fm. ist lithologisch aus einer mehrere 100 m mächtigen Abfolge von grauen, teilweise geflaserten, gelblich anwitternden Silt-/Sandsteinen und Ton-/Siltschiefern mit geringmächtigen Einschaltungen dunkelgrauer Kalke aufgebaut.

Schließlich folgt, abermals nach NE-SW streichendem Störungskontakt die Gschwendt-Decke der Mittleren Deckengruppe. Diese setzt sich im N (Liegenden) aus Wechselfolgen meist dunkelgrauer, plattiger bis dickbankiger grauer Kalke zusammen, in denen unregelmäßig Silt-/Sandsteine, Tonschiefer und Dolomite eingeschaltet sind (= Gschwendt-SbFm. der Kogler-Fm.; EBNER 1998, FLÜGEL 2000). Eine lithologische Differenzierung dieser monotonen Entwicklung ist bei den gegebenen Aufschlussverhältnissen nicht möglich. Meist sind die Dolomite an klastisch beeinflusste Bereiche gebunden. Fossilfunde sind kaum bekannt. Lediglich SW Übelbach fand SCHÖNLAUB (1979) Conodonten des Emsiums.

An der Straße zum Krautwasch stellen sich S (im Hangenden) der Gschwendt-SbFm. hellgraue, massige, als Sattelbauer-SbFm. (EBNER 1998) bezeichnete Kalke ein. Sie streichen dem N-Rand der Kainacher Gosau folgend bis zum W-Rand des Kartenblattes durch. Lokal führen sie an Barrandeikalke erinnernde Korallen/Brachiopoden (*Zdimir*)-Faunen. Daraus leitet sich auch ihre Einstufung in das tiefere Mitteldevon ab. An der Straße zum Krautwasch treten S der Sattelbauer-SbFm. nach einer Störung noch Dolomite und dann rötlich violette, z.T. knollig/flaserige Kalke auf. Diese als Spatl-SbFm. (EBNER 1998) bezeichnende Abfolge wird aufgrund ihrer Position in das Hangende der Kogler-Fm. gestellt.

2.2. Kainacher Gosau

Am Ostrand der Kainacher Gosau tritt über Erosionskontakten zum Paläozoikum in einem schmalen Saum die maximal um 50 m mächtig werdende St. Pankrazen-Fm. auf. Über geringmächtigen Kalkkonglomeraten (Komponenten ausschließlich aus dem direkten paläozoischen Untergrund; keine Rotfärbung; Konglomerat-SbFm. RUSSEGGER et al. 1998) folgen wenige m mächtige, beige, teilweise Ooid-führende Gastropodenkalke (FENNINGER & HUBMANN 1994; Karbonat-SbFm. RUSSEGGER et al. 1998) und maximal 50 m mächtige, dunkle, bituminöse Mergelkalke und Mergel (Bitumenmergel-SbFm. RUSSEGGER et al. 1998). Lokal sind in die Bitumenmergel Lumachellen und dunkle Gastropoden-führende Kalke eingeschaltet. NE des Grundgebirgsaufbruches von Geistthal Verzahnung (Überlagerung) der Bitumenmergel mit (durch) graugrüne(n) Siltsteine(n) mit vereinzelt Lagen dunkler Gastropoden-führender Kalke. Bereichsweise treten geringmächtige Einschaltungen von Kohlen des Gasflammkohlenstadiums auf, die zeitweise auch abgebaut wurden. Interpretiert werden die feinkörnigen bituminösen Sedimente als Bildungen eines temporär marin beeinflussten Mergelsees (RUSSEGGER et al. 1998).

Lokal reichlich auftretende Faunen werden durch zarte, nach GRÄF (1975) kaum stratigraphisch verwertbare kleinwüchsige Mollusken dominiert. Stellenweise angereichert sich auch Pflanzenreste. Faziell weisen die Faunen/Floren zumindest zeitweise auf eine deutliche Süßwasserbeeinflussung. Demgegenüber stehen eindeutig marine Faunenelemente wie Foraminiferen und Sclerospongien (*Didimenooides moreti*), die gemeinsam mit dem S/C_{org}-Verhältnis der Sedimentproben auf ein zumindest zeitweise marines Milieu weisen (BODROGI et al. 1994, FENNINGER & HUBMANN 1998, RUSSEGGER et al. 1998).

Die Fossilien sind stratigraphisch schlecht verwertbar. Gemeinsam mit einigen Palynomorphen-Funden (SIEGL-FARKAS et al. 1994) erscheint jedoch ein Zeitraum vom ? Obersantonium bis ins Untercompanionium möglich. Dies entspricht auch der traditionellen Einstufung (GRÄF 1975), die von einer Altesgleichheit der Bitumenmergel mit der Basiskonglomerat-Folge (= Geistthal-Fm.) ausgeht, die von einer im Gelände jedoch nicht verifizierbaren (EBNER 1991) Verzahnung beider Gesteinseinheiten abgeleitet wird.

HUBMANN & FENNINGER (1997) beschreiben von der Basis der St. Pankrazen-Fm. die Verzahnung von Karbonatbrekzien mit marinen Kalken, die von einer Sandsteinlage, die ein intragosaisches Relief ausgleicht, überlagert wird. Von der Sandsteinlage geht eine bis in den paläozoischen Untergrund reichende Spaltenfüllung aus. Die Spalte wird auf intragosaische Dehnungstektonik rückgeführt, die mit der Subsidenz des Beckens ursächlich im Zusammenhang steht. Die Schwermineralassoziation ist durch Granat und Minerale der Klinozoisit-Epidot Gruppe gekennzeichnet.

Die Bitumenmergel stellen das Muttergestein für die Bitumenimprägnationen und -klüfte innerhalb der Gosau-Sedimente und im paläozoischen Aufbruch NE Geistthal dar (GRÄF 1975, SACHSENHOFER et al. 1995). SACHSENHOFER et al. (1995) erkennen allochthone, terrigen gebildete Vitrinite und autochthone (lakustrin gebildete) Alginite und Liptodetrinite als Hauptbestandteile der organischen Fraktion. Organisch-chemische Parameter weisen auf sub- bis dysoxische Sauerstoffverhältnisse in der Wassersäule hin (SACHSENHOFER et al. 1995, RUSSEGGER et al. 1998). Die thermische Maturität der organischen Substanz liegt im Bereich des Ölfensters (Vitrinitreflexion zwischen 0,55 und 0,85 % R_r; SACHSENHOFER et al. 1995). Die Bitumenmergel sind durch hoch variable Karbonatgehalte (zwischen 14 und 93 Gew.%) gekennzeichnet. Die Gehalte an organischem Kohlenstoff variieren zwischen 0,7 Gew.% und 2,7 Gew.%, die Gehalte des (pyritisch gebundenen) Schwefels zwischen 0,1 und 0,8 Gew.% (RUSSEGGER et al. 1998). Die Variation dieser und anderer geochemischer Parameter wird von RUSSEGGER et al. (1998) durch das Wechselspiel zwischen interner Bioproduktion und externem detritären Eintrag in einem "Mergelsee" (DEAN 1981) im Nahbereich des marinen "Hauptbeckens" erklärt.

Überlagert wird die St. Pankrazen-Fm. beckenwärts durch gut gebankte, graue Silt- und Sandsteine mit Einschaltung konglomeratischer Lagen. Diese siliziklastische Entwicklung, lokal mit einem reichen Spektrum an subaquatischen Rutschphänomenen und Turbiditen, ist nach SCHIRNIK (1994) eine limnische Entwicklung, die nach W mit der distalen Alluvialentwicklung der Geistthal-Fm. verzahnt. Aufgrund mariner Fossilfunde (SW Gehöft Prettentaler *Globotruncana arca*; BODROGI et al. 1994) erachten EBNER & RANTITSCH (2000) so wie schon GRÄF (1975), die graubraunen Siliziklastika im Hangenden der St. Pankrazen-Fm. als Teil der Afling-Fm.

In einem breiten Streifen treten an der nördlichen Beckenbasis einige 100 m mächtige Konglomerate mit einer tiefrot gefärbten Matrix auf (Geistthal-Fm.). Die Konglomerate

entwickeln sich aus dem lokal aufgearbeitetem Grazer Paläozoikum unter Hinzutreten von Fremdgeröllen nord- bis südalpiner Provenienz (Auflistungen der Geröllspektren u.a. bei: GRÄF 1975, FLÜGEL 1983, GOLLNER et al. 1987, SCHIRNIK 1994).

Charakteristisch sind rote und in den hangenden Teilen rot-grün-graue Sedimentfarben, die Dominanz polymikter Konglomerate und eine Abnahme der Komponentengrößen und Bankungsmächtigkeiten zum Hangenden. Gegen das Hangende nehmen sandig-siltige Zwischenmittel zu, wobei in feinklastischen Lagen auch Pflanzenreste, Glanzkohlschmitzen (Vitrinitreflexion 0,8 – 0,9 % R_m), Onkoidlagen und Calilche-Bodenbildungen auftreten (z.B. GRÄF et al. 1980).

Biostratigraphische Fixpunkte stammen lediglich aus den hangenden Anteilen der Basiskonglomerat-Folge aufgrund lokal reicher *Trochactaeon*-Faunen mit Obersanton – Untercampan (GRÄF 1975). Interpretiert wird die Geistthal-Fm. als konglomeratisch dominierte proximale Alluvialfazies mit Übergängen zu einer distalen Alluvialentwicklung mit Rinnenfüllungen und Caliche-Bodenbildungen, die an Überflutungsebenen gebunden sind (SCHIRNIK 1984, NEUBAUER et al. 1995).

In den um Geistthal tiefrot gefärbten Geländeabschnitten treten die stratigraphisch tiefen Anteile der Geistthal-Fm. auf, die meist als ungeschichtete bis dickgebantete, korngestützte Grobkonglomerate (mitunter Blockgrößen bis zu 100 cm) ausgebildet sind. E von Geistthal grenzt die Geisttal-Fm. mit Störungskontakt an die St. Pankrazen-Fm. (EBNER 1991, EBNER & RANTITSCH 2000).

Literatur

- BECKER, L.P. (1980): Geologische Karte der Republik Österreich 1: 50.000 Blatt 162 Köflach, samt Erläuterungen, 57 S., (Geol. B.-A.) Wien.
- BODROGI, I., EBNER, F., LOBITZER, H., PASAVA, J. & SACHSENHOFER, R.F. (1994): Die Bitumenmergel der Kainacher Gosau (Steiermark, Österreich). – In: H. LOBITZER, G. CSASZAR & A. DAURER, (Hrsg.): Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich – Ungarn, 2. Teil: 127-144, (Geol. B.-A.) Wien.
- BUCHROITHNER, M. (1978): Biostratigraphische Untersuchungen im Paläozoikum der Steiermark. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 108: 77-93, 2 Abb., 1 Taf., Graz.
- DEAN, W.E. (1981): Carbonate minerals and organic matter in sediments of modern north temperate hard-water lakes. – In: ETHRIDGE, F.G. (Hrsg.): Recent and ancient nonmarine depositional environments: Models for exploration. – Soc. Econom. Paleont. Mineral. Spec. Publ., 31: 213-231, Tulsa.
- EBNER, F. (1978): Stratigraphie des Karbon der Rannachfazies im Paläozoikum von Graz. – Mitt. Österr. Geol. Ges., 69: 163-196, 7 Abb., 4 Tab., Wien.
- EBNER, F. (1981): Vulkanische Tuffe im Miozän der Steiermark. – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, 111: 39-45, Graz.
- EBNER, F. (1988): Bericht 1987 über geologische Aufnahmen auf Blatt 163 Voitsberg. – Jb. Geol. B.-A., 133: 476-477, Wien.
- EBNER, F. (1991a): Circummediterranean Carboniferous Preflysch Sedimentation. – Giorn. Geol., ser 3^a, 53/1: 197-208, Bologna.
- EBNER, F. (1991b): Carboniferous Preflysch Sediments in the Alpine-Mediterranean Belts. – Mineralia slovacica, 23, 385-394, Bratislava.
- EBNER, F. (1992): Bericht 1991 über geologische Aufnahmen auf Blatt 163, Voitsberg. – Jb. Geol. B.-A., 135: 753, Wien.
- EBNER, F. (1998): Das Paläozoikum auf ÖK-Blatt 163 Voitsberg. – Mitt. Ref. Geol. Paläont. Landesmus. Joanneum, Sh 2: 111-136, 1 Abb., 1 Tab., Graz.
- EBNER, F., DUNKL, I., MALI, H., SACHSENHOFER, R.F. (2000 a): Auf dem Weg zu einer Tephrochronologie im Miozän des Alpenostrandes. – Mitt. Geol. Bergbaustud., 43: 38-39, Wien.
- EBNER, F., DUNKL, I., MALI, H., SACHSENHOFER, R.F. (2000 b): Korrelation von Tuffen im Miozän des Weststeirischen Beckens und der Norischen Senke. – Ber. Inst. Geol. Paläont., K.-F.-Univ., 2: 5-6, 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. & GRÄF, W. (1978): Bentonite und Glastuffe der Steiermark.- Arch. Lagerst. Forsch. Geol. B.-A., 2, 31-45, Wien.
- EBNER, F. & GRÄF, W. (1979): Bemerkungen zur Faziesverzahnung im Badenien des Reiner Beckens.- Mitt. Abt. Mineralogie, Landesmus. Joanneum, 47: 11-17, Graz.
- EBNER, F., HUBMANN, B. & WEBER, L. (2000): Die Rannach- und Schöckel-Decke des Grazer Paläozoikums.- Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 44: 1-144, Wien.
- EBNER, F. & RANTITSCH, G. (2000): Das Gosaubecken von Kainach – ein Überblick.- Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 44: 157-172, Wien.
- EBNER, F. & STINGL, K. (1998): Geological frame and position of the Early Miocene lignite opencast mine Oberdorf (N Voitsberg, Styria, Austria).- In: STEININGER, F.F. (Ed.): The Early Miocene Lignite Deposit of Oberdorf N Voitsberg (Styria, Austria).- Jb. Geol. B.-A., 140: 403-406, Wien.
- EBNER, F. & WEBER, L. (1982): Geochemische Prospektion auf Quecksilbervererzungen im Mitteldevon der Rannach-Fazies des Grazer Paläozoikums.- Arch. Lagerstättenforsch., Geol. B. A., 2: 47-62, Wien.
- FENNINGER, A. & HOLZER, H.-L. (1978): Die Genese der Dolomitsandstein-Folge des Grazer Paläozoikums. - Mitt. Österr. Geol. Ges., 69/1976: 109-162, 11 Abb., 8 Tab., 10 Taf., Wien.
- FENNINGER, A. & HUBMANN, B. (1994): *Helicerina kainachensis* n.sp.- Crustaceen - Koproolithen aus Kalken der Kainacher Gosau (Obersanton bis Untercampan, Österreich, Steiermark). - N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1994: 23-33, Stuttgart.
- FENNINGER, A. & HUBMANN, B. (1998): Spaltenfüllungen in der Basiskalkentwicklung der Kainacher Gosau (St. Pankrazen-Formation, ?Campanium).- Mitt. Ref. Geol. Paläont. Landesmus. Joanneum, Sh 2: 137-153, 3 Abb., 3 Taf., 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. (1983): Problematik und Bedeutung der Herkunft der Gerölle der Mittelsteirischen Gosau. Hochschulschwerpunkt S 15, Jber. 1982: 109-119, 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. & NEUBAUER, F. (1984): Steiermark - Geologie der österreichischen Bundesländer in kurzgefaßten Einzeldarstellungen (Erläuterungen zur geologischen Karte der Steiermark 1:200.000).- 127 S., (Geologische Bundesanstalt) Wien.
- FRITZ, H. (1988): Kinematics and geochronology of Early Cretaceous thrusting in the Paleozoic of Graz (Eastern Alps).- Geodin. Acta, 2: 53-62, Paris.
- FRITZ, H. & KRÁLIK, M. (1986): Finite and Incremental Strain-Untersuchungen im Paläozoikum von Graz und Möglichkeit einer Deformationsdatierung.- 1. Symp. Tektonik-Strukturgeologie-Kristallineologie, Abstr., 23-27, Tübingen.
- FRITZ, H., EBNER, F. & NEUBAUER, F. (1992): The Graz Thrust-Complex (Paleozoic of Graz).- ALCAPA-Field Guide, 83-92, IGP/KFU, Graz.
- FRITZ, H. & NEUBAUER, F. (1990): "Grazer Paläozoikum".- Exk.-Führer, TSK III, 3. Symp. Tektonik, Strukturgeol. Kristallineologie, 24 S., Graz.
- FRITZ, H., NEUBAUER, F. & RATSCHBACHER, L. (1991): Compression versus extension in the Paleozoic of Graz (Eastern Alps, Austria).- Zentralbl. Geol. Paläont., Teil I, 1991: 55-68, Stuttgart.
- GOLLNER, H., SCHIRNIK, D. & TSCHELAUT, W. (1987): The problem of the Southalpine clasts in the "Mittelsteirische Gosau".- In: H.W. FLÜGEL & P. FAUPL (Hrsg.): Geodynamics of the Eastern Alps: 156-163, (Deuticke) Wien.
- GRÄF, W. (1975): Ablagerungen der Gosau von Kainach.- In: H.W. FLÜGEL (Hrsg.): Erläuterungen zur Geologischen Wanderkarte des Grazer Berglandes 1:100.000. 2. Auflage.- Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, SH 1, 83-102, Graz.

- GRÄF, W., EBNER, F. & FLADERER, F. (1980): Faziesindikatoren in der Basalen Gosau von Kainach.- Ann. Naturhist. Mus., 83: 91-104, Wien.
- HOINKES, G., KOLLER, F., RANTITSCH, G., DACHS, E., HÖCK, V., NEUBAUER, F. & SCHUSTER, R. (1999): Alpine metamorphism of the Eastern Alps.- Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt., 79: 155-181.
- 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. & FENNINGER, A. (1997): Der "Prettenthaler-Effekt" in der Kainacher Gosau.- 2. Österr. Sedimentologen-Treffen, Kurzfass., p. 9, Seewalchen.
- KAHLER, F. (1973): Beiträge zur Kenntnis der Fusuliniden der Ostalpen: Ein Kalkgeröll mit permischen Fusuliniden aus der Oberkreide der Weststeiermark.- Paleontographica Abt. A, 141: 143-153, Stuttgart.
- KAHR, V. (1949): Das Paläozoikum im Raum von Stiwoll.- Unveröff. Diss. Univ. Graz.
- KRÖLL, A. & HELLER, R. (1978): Die Tiefbohrung Afling U 1 in der Kainacher Gosau.- Verh. Geol. B.-A., 1978: 23-43, Wien.
- NEUBAUER, F., DALLMEYER, R.D., DUNKL, I. & SCHIRNIK, D. (1995): Late Cretaceous exhumation of the metamorphic Gleinalm Dome, Eastern Alps: Kinematics, Cooling History and sedimentary response in a sinistral wrench corridor.- Tectonophysics, 242: 79-98, Amsterdam.
- NEUBAUER, F. & FRISCH, W. (1993): The Austro-Alpine Metamorphic Basement East of the Tauern Window.- In: Raumer, J.F. & Neubauer, F. (eds.): Pre-Mesozoic Geology in the Alps, 515-536, Springer, Berlin etc.
- NEUBAUER, F., HOINKES, G., SASSI, F.P., HANDLER, R., HÖCK, V., KOLLER, F. & FRANK, W. (1999): Pre-Alpine metamorphism of the Eastern Alps.- Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt., 79: 41-62.
- RIEPLER, F. (1988): Das Tertiär des Thaler Beckens (Raum Thal-Mantscha-Tobelbad).- unveröff. Diss. Univ. Graz.
- RUSSEGGER B., RANTITSCH G., EBNER F. (1998): Fazies und Geochemie der Bitumenmergel der Kainacher Gosau (St. Pankrazen Formation, Oberkreide, Österreich).- Mitt. Österr. Geol. Ges., 89: 213-231, Wien.
- SACHSENHOFER, R.F., CURRY, D.J., HORSFIELD, B. & RANTITSCH, G. (1995): Characterization of organic matter in late Cretaceous black shales of the Eastern Alps (Kainach Gosau Group, Austria).- Org. Geochem., 23: 915-929.
- SCHIRNIK, D. (1994): Sedimentologie, Paläopedogenese und Geröllanalyse in der Kainacher Gosau.- Unveröff. Diss. Universität Graz, 305 S.
- SCHÖNLAUB, H.P. (1979): Das Paläozoikum in Österreich.- Abh. Geol. B.-A., 33, 124 S., Wien.
- SIEGL-FARKAS, Á., EBNER, F. & LOBITZER, H. (1994): Vorläufiger Bericht über Palynologische Studien in der Kainacher Gosau (Steiermark).- In: H. LOBITZER, G. CSÁSZÁR & A. DAURER (Hrsg.): Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich – Ungarn Teil 2: 123-126, (Geol. B.-A.) Wien.
- SOMERS, R. (1992): Zur Kenntnis der Gosau und des Paläozoikums NE St. Pankrazen (Steiermark)- Mikrofazielle und Paläomagnetische Untersuchungen.- Unveröff. Dipl. Arb. Univ. Graz, 77 S.
- STEININGER, F.F. & PILLER, W.E. (1999): Empfehlungen (Richtlinien) zur Handhabung der stratigraphischen Nomenklatur.- Courier Forsch.-Inst. Senckenberg, 209: 1-19, 11 Abb., 3 Tab., Frankfurt.
- TOLLMANN, A. (1977): Geologie von Österreich, Bd. I: Die Zentralalpen.- 765 S., Deuticke, Wien.
- WEBER, L. (1990): Die Blei-Zinklagerstätten des Grazer Paläozoikum und ihr geologischer Rahmen. - Arch. f. Lagerstättenforsch. Geol. Bundesanst., 12: 289 S., Wien.
- WEBER, L. (1997a; Hrsg.): Handbuch der Lagerstätten der Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe Österreichs.- Arch. f. Lagerstättenforsch. Geol. Bundesanst., 19: 607 S., Wien.
- WEBER, L. (1997b): Metallogenetische Karte von Österreich unter Einbeziehung der Industriemineralien und Energierohstoffe, 1: 500.000.- Wien (Geol. B.-A.).