

<b>Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich – Ungarn</b>			<b>A 20 éves magyar-osztrák földtani együttműködés jubileumi kötete</b>		
Redaktion: Harald Lobitzer, Géza Császár & Albert Daurer			Szerkesztette: Lobitzer Harald, Császár Géza & Daurer Albert		
Teil 2	S. 127–144	Wien, November 1994	2. rész	pp. 127–144	Bécs, 1994. november
ISBN 3-900312-92-3					

## Die Bitumenmergel der Kainacher Gosau (Steiermark, Österreich)

Von ILONA BODROGI, FRITZ EBNER, HARALD LOBITZER, JAN PAŠAVA & REINHARD F. SACHSENHOFER  
Mit Beiträgen von HANS EGGER, PETER KLEIN, LUDMILLA A. KODINA, WALTER POSTL  
& ANDREAS SCHWENDT\*)

Mit 3 Abbildungen, 1 Tabelle und 4 Tafeln



"Tethyan Cretaceous Correlation"

Österreichische Karte 1 : 50.000  
Blatt 163

Österreich  
Ungarn  
Steiermark  
Grazer Bergland  
Oberkreide  
Kainacher Gosau  
Bituminöse Gesteine  
Süßwasserkalk  
Beckenanalyse  
Erdölmuttergestein  
Geochemie  
Maturität  
Characea  
Sclerospongien

### Inhalt

Zusammenfassung .....	128
Összefoglalás .....	128
Abstract .....	128
1. Einleitung .....	129
2. Geologische Situation .....	129
3. Lithologie .....	129
3.1. Basisbildungen der Bitumenmergel .....	130
3.2. Bituminöse Kalkmergel .....	130
3.3. Bituminöse Gastropoden-führende Kalke .....	130
3.4. Graugrüne Silte und Tone .....	130
4. Geochemie .....	130
4.1. Anorganische Geochemie .....	130
4.1.1. Schwefelgehalt .....	130
4.2. Organische Geochemie .....	130
4.2.1. Methodik .....	130
4.2.2. Maturität .....	131
4.2.3. Menge des organischen Materials .....	131
4.2.4. Art des organischen Materials .....	133
5. Paläontologie .....	133
5.1. Nannoplankton .....	133
5.2. Palynomorphen .....	134
5.3. Characeen .....	134
5.4. Foraminiferen .....	134
5.5. Sclerospongien .....	134
5.6. Diverse Biogene .....	134

\*) Anschriften der Verfasser: Dr. ILONA BODROGI, Ungarische Geologische Anstalt, Stefánia út 14, H-1442 Budapest; Univ.-Prof. Dr. FRITZ EBNER, Dr. REINHARD F. SACHSENHOFER, Montanuniversität, Inst. für Geowissenschaften, A-8700 Leoben; Dr. HARALD LOBITZER, Dr. HANS EGGER, Dr. PETER KLEIN, Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, A-1031 Wien; Dr. JAN PAŠAVA, Czech Geological Survey, Klárov 3/131, CZ-11821 Praha, Czech Republic; Dr. WALTER POSTL, Abteilung für Mineralogie, Landesmuseum Joanneum, Raubergasse 10, A-8010 Graz; Mag. ANDREAS SCHWENDT, Joanneum Research, Inst. f. Umweltgeologie und Angewandte Geographie, Elisabethstraße 5, A-8010 Graz; LUDMILLA A. KODINA, Vernadsky Institute of Geochemistry, Russian Academy of Sciences, Kosygin Street 19, Moscow, Rußland.

6. Stratigraphie .....	134
7. Faziesinterpretation .....	135
8. Paläogeographische Beziehungen .....	135
Dank .....	135
Tafeln 1–4 .....	136
Literatur .....	144

### Zusammenfassung

Die „Bitumenmergel“ der Kainacher Gosau erweisen sich als vergleichsweise arm an  $C_{org}$  (0,45–5,77 %, bei einem Maximum zwischen 1–2 %) und sind daher nicht als Ölschiefer s.str. anzusprechen. Die organische Substanz wird von wasserstoffreichem (z.B. Alginit) und wasserstoffarmem (Vitrinit, umgelagerter Vitrinit) Material gebildet. Die Reife des Bitumenmergels entspricht dem Beginn bis mittleren Bereich des Ölfensters. Das gelegentlich gesteinsbildende Vorkommen der Characee *Munieria grambasti sarda* CHERCHI et al. – oftmals gemeinsam mit *Chara-Gyroniten* – erweist einen erheblichen Anteil der Bitumenmergel, inklusive der Kohle von Geistthal, als limnische Süßwasserablagerungen. Andererseits ließen sich jedoch auch zweifelsfrei marine Bereiche innerhalb der Bitumenmergel-Abfolge nachweisen, die insbesondere durch das Vorkommen der Scierospongie *Didemnooides moreti* (DURAND DELGA) sowie durch sehr vereinzelt Foraminiferen-Funde charakterisiert sind.

Weiters wurden in mehreren Bänken marine und limnische Biota gemeinsam angetroffen, was die Annahme von rasch fluktuierenden marin/limnischen Ablagerungsbedingungen in periodisch abgeschnürten Teilbecken nahelegt. Die wenigen bestimmaren Foraminiferen erlauben bislang keine genauere biostratigraphische Einstufung der Bitumenmergel. Die federführende Autorin erachtet diese für altersäquivalent zur Ajka-Kohlen-Formation des Transdanubischen Mittelgebirges in Ungarn. In den hangenden Abschnitten der überwiegend limnischen Ajka-Kohlen-Formation finden sich marine Zwischenlagen mit Foraminiferen, die für Santon sprechen.

Alle bis dato untersuchten Bitumenmergel-Proben erwiesen sich als Nannofossil-steril. Hingegen konnten mit Hilfe von Nannofossilien die Hauptbeckenfolge westlich St. Bartholomä und auch der Zementmergel-Aufschluß der Lokalität Reitereg in das frühe Campan eingestuft werden.

### A kainachi gosau „bitumenes márgája“ (felső-kréta, Stájerország, Ausztria)

#### Összefoglalás

A kainachi gosau „bitumenes márgája“ (Bitumenmergel) bizonyíthatóan szegény szervesanyagban (0,45–5,77 %), ezért nem nevezhető s.str. olajpalának. A helyenként kőzetalkotó mennyiségben, gyrogonitokkal együtt előforduló Characea és *Munieria grambasti sarda* CHERCHI et al. bizonyítja, hogy a „bitumenes márga“ a geistthali kőszénnel együtt limnikus képződmény. Másrészt a bitumenes márga összesen belüli kétséget kizáróan *Didemnooides moreti* (DURAND DELGA) tartalmú sclerospongiás betelepülések vannak és ritkán plankton foraminifera is felismerhetők. Több padban édesvízi és tengeri bioták együtt is előfordulnak, ami részben az édesvízi/tengeri üledékképződés gyors fluktuációjára enged következtetni a lefűzött részmedencében, másrészt erősebb viharok eredményeként is létrejöhetnek ezek a „kevertfáciesű“ tempestit-padok. A jelenlegi szórványos foraminifera- és palynomorpha adatok nem teszik lehetővé a „bitumenes márga“ szenonon belüli pontosabb rétegtani besorolását, és azt a dunántúli-középhegységi Ajkai Kőszén Formációval tekintik azonos korúnak. Az uralkodóan limnikus Ajkai Kőszén Formáció felső szakaszán lévő tengeri betelepülésekből santoni korú foraminifera fauna került elő.

A kainachi gosau minden eddigi bitumenes márga mintája steril volt nannoplanktonra. Ezzel szemben a St. Bartholomä-től NY-ra levő központi medence (Hauptbeckenfolge) és a Reitereg környéki cement-márga rétegsora a nannoplankton alapján az alsó-campani alsó részébe sorolható.

### The Bitumen Marl Formation of the Kainach Gosau Group (Upper Cretaceous, Styria, Austria)

#### Abstract

The Bitumen Marl Formation of Kainach Gosau is comparatively poor in  $C_{org}$  (0,45–5,77 %; with a maximum of 1–2 %) and for this reason it may not be called s.str. oil shale. The organic matter is represented by hydrogen-rich (e.g. alginite) and hydrogen-poor (vitrinite, reworked vitrinite) substances. The maturity of the Bitumen Marls reflects the initial–medium phase of the oil-window. The characean alga *Munieria grambasti sarda* CHERCHI et al. in some places occurs in rock-forming quantity which proves, that part of the Bitumen Marl Formation, including the Geistthal coal, represents a limnic freshwater sediment. On the other hand, a conspicuous number of beds contain the sclerosponge *Didemnooides moreti* (DURAND DELGA) and also scarcely planktonic foraminifera which indicates marine depositional environment. In several beds freshwater and marine biota occur together, which permits the conclusion, that the depositional environment changed periodically in restricted small basins.

At present, biota – including palynomorphs – do not provide exact stratigraphic data of the Senonian Bitumen Marl Formation. We tentatively correlate the Bitumen Marl with the Ajka Coal Formation of the Transdanubian Central Range in Hungary, which – based on findings of foraminifera – is considered to be of Santonian age.

All Bitumen Marl samples of Kainach Gosau have proved sterile for nannoplankton. However, the „Hauptbeckenfolge“ west of St. Bartholomä and the „Zementmergel“ (cement marls) of Reitereg, based on nannoplankton can be assigned to the Early Campanian.

## 1. Einleitung

Die Bitumenmergel der Kainacher Gosau gerieten in den letzten Jahren von verschiedenen Standpunkten her in den Brennpunkt des Interesses:

- Potentielles Kohlenwasserstoff-Muttergestein (vgl. ÖMV-Bohrung Afling U 1, KRÖLL & HELLER, 1978)
- Naturraumpotentialkartierungen des Mittleren Murtales (EBNER et al., 1983) und des Bezirkes Voitsberg (EBNER & UNTERSWEIG, 1984)
- Kartierungen für das Kartenblatt 163 Voitsberg (EBNER, 1992)
- Vergleich der Oberkreideentwicklungen der Ostalpen mit jenen des Pannonischen Raumes (z.B. SIEGL-FARKAS, EBNER & LOBITZER, 1994)
- IGCP-Projekt Nr. 254 „Metalliferous Black Shales“
- Alginit-Ölschiefer-Prospektion und Untersuchung organisch reicher Gesteine in Österreich (LOBITZER & SOLTI, SACHSENHOFER)
- Nutzungspotential der Bitumenmergel (Projekt der Bergbauförderung, Leitung W. GRÄF; EBNER et al., 1991).

Dadurch war es möglich, eine größere Anzahl von Proben mit aufwendigen analytischen Methoden z.T. auch im Ausland zu untersuchen und über das IGCP-Projekt 254 bzw. bestehende Austauschprogramme der Geologischen Bundesanstalt mit Tschechien und Ungarn sowie auch in gezielter Kooperation mit Rußland ausländische Spezialisten in das Untersuchungsprogramm mit einzu beziehen.

## 2. Geologische Situation

Die Kainacher Gosau westlich von Graz bildet eine Oberkreideentwicklung, die mit sedimentärem Transgressionskontakt dem Grazer Paläozoikum auflagert und dessen Deckenbau plombiert (KRÖLL & HELLER, 1978; Abb.). Traditionell wird die Kainacher Gosau in folgende lithofazielle Einheiten gegliedert (GRÄF, 1975), wobei die Fossilbestimmungen z.T. revisionsbedürftig und daher die altersmäßigen Zuordnungen aus heutiger Sicht nicht mehr oder nur mehr zum Teil aufrechtzuerhalten sind:

- Basiskonglomerat-Folge (Obersanton–Untercampan)
- Bitumenmergel-Folge (= Fazies von St. Pankrazen; Obersanton–Untercampan)
- Hauptbecken-Folge (Untercampan)
- Zementmergel-Folge (Obercampan–Maastricht)

Die klassischen Fossilfunde (GRÄF, 1975) sind durch die in unserer Arbeit angeführten Taxa sowie jüngste Palynomorphenfunde (SIEGL-FARKAS et al., 1994) zu ergänzen. Eine altersmäßige Interpretation der Palynomorphen stößt zur Zeit noch auf Schwierigkeiten, da die von SIEGL-FARKAS verwendete Palynomorphen-Stratigraphie eine Ökostratigraphie für ungarische Oberkreidevorkommen darstellt, deren chronostratigraphische Einbindung offensichtlich auf große Schwierigkeiten stößt (vgl. auch BODROGI, 1994).

Die Verbreitung der Zementmergel-Folge ist auf das sogenannte Nebenbecken im Raum St. Bartholomä beschränkt, während die erstgenannten Abfolgen den lithologischen Bestand des Hauptbeckens ausmachen. Dabei tritt die rotgefärbte und durch exotische Gerölle (GRÄF, 1975 cum.lit., GOLLNER et al., 1983.) gekennzeichnete Basiskonglomeratabfolge am nördlichen Beckenrand auf und unterlagert auch im zentralen Becken, wie die Boh-

rung Afling U 1 zeigte, in einer Mächtigkeit von 202 m die Hauptbeckenfolge (KRÖLL & HELLER, 1978). Die Bitumenmergelfolge findet sich am NE- und E-Rand (Raum Geistthal, Södingberg, Münchenberg) ebenfalls direkt an der Basis des Kainacher Gosau-Beckens. Sie überlagert mit Erosionskontakt das Grazer Paläozoikum und geht im Hangenden direkt in die gröber klastisch entwickelte Hauptbecken-Folge über. Ihre Maximalmächtigkeit dürfte 50 m nicht überschreiten. Weitere Bitumenmergelvorkommen wurden in Graden und Piber (GRÄF, 1975) bzw. in der Bohrung Afling U1 in einer Mächtigkeit von ca. 200 m und einer Position zwischen Basiskonglomeraten und Hauptbeckenfolge vermerkt (KRÖLL & HELLER, 1978). Kartierungen und Probenuntersuchungen im Raum Graden (EBNER et al., 1991) wiesen die pelitischen Gesteine des Gradener Raumes, die als geringmächtige Einschaltungen in gröberklastischen Gesteinen auftreten als geringkarbonatische Ton-(Silt-)Schiefer aus. Gleiches gilt auch für die Bitumenmergel im Teufenbereich um 480 m der Bohrung Afling U1. Zusätzlich sind in letzterer in bis zu 75 % der Kernstrecke gradierte Sandsteine mit Basiserosionsflächen eingeschaltet, die als distale Turbidite interpretierbar sind. Die geringkarbonatischen Pelite stellen somit das autochthone „Tiefseesediment“ der Hauptbecken-Folge dar. Mehrfach wurden die Bitumenmergel auch als fazielles Äquivalent der roten Basiskonglomerate angesehen bzw. als mit diesen verzahnende Basisbildungen bezeichnet. Dies trifft nicht zu, da der einzige Kontaktbereich beider Einheiten östlich Geistthal eine Störungzone darstellt (EBNER, 1992).

Dadurch ist aber auch die Altersgleichheit der Bitumenmergel mit den roten Basiskonglomeraten (GRÄF, 1979, 1989) fraglich. Das Alter der roten Basiskonglomerate, die nach D. SCHIRNIK (unveröff. Diss. Univ. Graz) als Alluvial-Bildungen interpretiert werden, wird von *Trochactaeon*-Funden aus beckenwärts und im Hangenden folgenden grauen Konglomeraten (= mariner Fächer sensu SCHIRNIK) abgeleitet, die nach GRÄF ein Santon–Untercampan-Alter anzeigen. Diese Molluskenfaunen sind jedoch ebenso revisionsbedürftig (mdl. Mitt. H. SUMMESBERGER).

Die Kartierungsergebnisse im Raum St. Pankrazen – Höllerkogel deuten eher auf ein teilweises zeitliches Überlappen von Teilen der Hauptbeckenfolge mit den Bitumenmergeln, wie aus der Überlagerung der Bitumenmergel durch graugefärbte Klastika der Hauptbeckenfolge abzuleiten ist. Rote Basiskonglomerate und Bitumenmergel stellen somit zwei primär räumlich, faziell und auch zeitlich getrennte Basisentwicklungen der Kainacher Gosau dar.

## 3. Lithologie

GRÄF (1975) charakterisiert zusammenfassend die Lithologie der Bitumenmergel als Folge dunkler, bituminöser Mergelkalke, Mergel und kalkiger Sandsteine, die im Aufschluß und Schlibfbereich alle Übergänge ineinander zeigen. Neben ihrer Feinkörnigkeit (häufigster Korngrößenbereich 0,01 bis 0,1 mm) sind sie durch eine rhythmische Feinschichtung im Millimeterbereich („Streifensandsteine“), kleindimensionierte Schräg-, Linsen- und Flaserschichtungen gekennzeichnet. Einschaltungen von Lumachellenlagen, hellen Gastropodenkalken und onkolithischen Kalken treten vor allem in basisnahen Anteilen auf. GRÄF erwähnt weiters Rippelmarkenhorizonte, die teilweise von hexagonal strukturierten Trockenrissen überprägt werden.

Mit Ausnahme ihrer Basisbildungen können im Verbreitungsbereich der Bitumenmergel folgende Lithotypen unterschieden werden:

### 3.1. Basisbildungen der Bitumenmergel

In zahlreichen Profilen im Bereich des Grundgebirgsaufbruches E von Geistthal, des Höllerer- und Zentner-Kogels, konnten unmittelbare sedimentäre Auflagerungen der Bitumenmergel auf paläozoischen Karbonaten festgestellt werden. In diesen Profilen liegt über dem Paläozoikum mitunter gering verfestigter monomikter Verwitterungsschutt, der in unterschiedlich verfestigte Karbonatkonglomerate (dm- bis m-mächtig; ausschließlich karbonatische lokale Paläozoikumskomponenten; keine Rotfärbung der Matrix) übergeht. Typisch sind im Basisbereich auch beige Gastropodenspatkalke (15 bis 20cm mächtig). Der eigentliche Bitumenmergel setzt erst darüber, oft mit gering mächtigen Lumachellen oder eckigen Dolomitkomponenten in einer Bitumenmergelmatrix, ein (EBNER, 1992, EBNER et al., 1991)

An der Basis der Bitumenmergel und über den oben genannten Konglomeraten liegen örtlich auch äußerst geringmächtige, beige bis gelbe Kalke mit Crustaceen-Koprolithen (*Helicirina kainachensis*; FENNINGER & HUBMANN, 1994).

### 3.2. Bituminöse Kalkmergel

Dunkelgrau-braune Bitumenmergel mitunter mit Pflanzenhechsel und Gastropoden. Daneben finden sich Typen, die im Handstück und Schlibfbereich Laminationen, Farb- und Flaserschichtung zeigen. Die laminierten Partien bestehen teilweise aus gröberkörnigen Silt- bzw. Fossildetritus-Lagen. Zerrklüfte in cm-Länge zeichnen sich durch ihre Bitumenfüllung aus. Bakteriopyrit ist teilweise in Nestern angereichert. Die Klassifizierung der Mergel erfolgte nach dem Ton/Sand/Karbonat-Benennungsdreieck nach FÜCHTBAUER & MÜLLER, 1970, wobei für die Bitumenmergel lediglich die Dreiecksseite Karbonat/Ton maßgeblich ist. Der dafür wichtige Karbonatgehalt wurde mit dem Anteil der löslichen Substanz bei der Bestimmung des HCl-unlöslichen Rückstandes gleichgesetzt. Bis auf je eine Probe, die mit 49 % Karbonat noch in den Bereich Tonmergel und mit 76 % in den Bereich toniger Kalk fallen, liegen alle Proben mit einem Karbonatgehalt zwischen 50 und 75 % im Bereich Kalkmergel. Der Begriff „Ton“ ist im Sinn einer Korngrößenkategorie zu verstehen, wobei mangels detaillierter Untersuchungen der Tonfraktion auch Anteile der Siltfraktion zuzurechnen sind. Der unlösliche Rückstand der Bitumenmergel setzt sich laut Röntgenbefund aus detritärem Quarz und Schichtsilikaten (Glimmer = Illit + Muskovit, Chlorit) bei schwankenden Mengenverhältnissen zusammen. Verbreitung: Hauptgesteinstyp im Bereich der Bitumenmergel-Folge.

### 3.3. Bituminöse gastropodenführende Kalke

Hellgrau anwitternde bituminöse mikritische Kalke mit reichlich Gastropoden, die bisweilen eine honiggelbe karbonatische Internfüllung besitzen; mitunter Bitumengefüllte Klüfte.

Verbreitung: ausschließlich im Bereich N des Paläozoikum-Aufbruches E von Geistthal. In enger räumlich-fa-

zieller Verknüpfung mit siltig/tonigen Sedimenten (vgl. Kapitel 3.4.).

## 3.4. Graugrüne Silte und Tone

N und NE des Grundgebirgsaufbruches E von Geistthal verzahnen die Bitumenmergel mit graugrünen Silten und Tonen, in denen vereinzelt Lagen von Gastropoden-führenden Bitumenkalken auftreten. Diese an organischer Substanz ärmere Fazies ist im Detail noch nicht untersucht.

## 4. Geochemie

### 4.1. Anorganische Geochemie

Tab. 1 gibt statistisch nicht weiter behandelte Kennwerte von 24 Proben an, die aus den oben genannten Bitumenkalken, Bitumenmergeln und Gesteinen der Hauptbecken-Folge stammen. Die Hauptelemente wurden mit Hilfe der RFA ermittelt.

Die Spurenelemente (Angaben in ppm) und Edelmetallgehalte (Au, Pd, Pt in ppb) wurden mittels AAS am Institut für Geowissenschaften der Montanuniversität analysiert. Die Bestimmung von U, Mo, Sn, As erfolgte wiederum an einigen Einzelproben in Tschechien.

Aus den Haupt- und Spurenelementgehalten sind keine räumlichen oder faziellen Trends ableitbar. Der bei den Spurenelementen in Tab. 1 angegebene Vergleichswert bezieht sich auf Durchschnittswerte in Tonschiefern (THALMANN et al., 1989). Dabei zeigt sich, daß mit Ausnahme einiger einzelner Ausreißer bei Ba und Sc alle Spurenelemente in durchschnittlichen Konzentrationen auftreten. Die größten Au-Gehalte (6 ppb) wurden in einer Pyritknolle festgestellt. Diese Probe stellt auch die einzige mit Nachweis von Pd (9 ppb) dar.

Als Hilfsmittel für eine „geochemische Faziesdiagnose“ (ERNST, 1970) kann zur Unterscheidung von Sapropelen und Gytjen vor allem das V/Cr-Verhältnis herangezogen werden. BORCHERT & KREJCI-GRAF, 1959 geben für Gytjen Werte <1 und für Sapropel zwischen 2 und 10 an. Da alle Bitumenmergelproben ein V/Cr-Verhältnis zwischen 1 und 2 besitzen, kann davon nicht abgeleitet werden, ob reduzierende Bedingungen lediglich im Sediment herrschten oder die Reduktions/Oxidationsgrenze in der Wassersäule zu liegen kam.

#### 4.1.1. Schwefelgehalt

Der Schwefelgehalt der Proben wurde nach DIN 51 724 am Institut für Wärmetechnik, Industrieofenbau und Energiewirtschaft der Montanuniversität Leoben (Prof. GOD) bestimmt. Das Probenmaterial ist ident mit jenem der Pyrolyse-Untersuchungen.

Der Schwefelgehalt der Proben schwankt zwischen 0,07 und 1,34 %. Der Schwefelgehalt korreliert nicht mit dem Gehalt an organischem Kohlenstoff. Ein Großteil des Schwefels ist an Framboid-Pyrite gebunden.

### 4.2. Organische Geochemie und Petrologie

#### 4.2.1. Methodik

Kohlenstoff-Analysen und Rock-Eval-Pyrolyse-Untersuchungen wurden von der Fa. ÖMV-AG an insgesamt 25 Proben durchgeführt. Wichtige Parameter zur Charakterisierung der organischen Substanz sind:

$C_{org}$ : Gesamter organischer Kohlenstoff.

$S_1$ : Menge an Kohlenwasserstoffen (mg KW/g Gestein), die im Sediment enthalten ist.

$S_2$ : Menge an Kohlenwasserstoffen (mg KW/g Gestein), die während der Pyrolyse aus dem Kerogen neu gebildet wird.

$T_{max}$ : Temperatur (°C), bei der ein Maximum an  $S_2$  Kohlenwasserstoffen generiert wird.

Aus diesen gemessenen Daten können folgende Parameter abgeleitet werden:

HI: Wasserstoff-Index ( $S_2/C_{org}$ )  $\times$  100.

PI: Produktions-Index [ $S_1/(S_2 + S_1)$ ].

Zu beachten ist, daß bei Oberflächenproben  $S_1$  und  $S_2$  reduziert sein können (PETERS, 1986).

Die petrographische Untersuchung der organischen Substanz wurde mit einem Auflichtmikroskop MPV-2 der Fa. Leitz durchgeführt. Beim Studium bituminöser Stoffe bewährte sich der Einsatz einer Fluoreszenzeinrichtung. Die Bestimmung der Vitrinitreflexion erfolgte mit dem oben genannten Gerät. Gemessen wurde das mittlere Reflexionsvermögen (Rr) unter Ölimmersion bei einer Wellenlänge von 546 nm.

Gaschromatographische Untersuchungen der gesättigten Bitumenfraktion wurden mit einem HP 5890 A-Instrumenten an drei Bitumenmergelproben durchgeführt.

#### 4.2.2. Maturität

Die Maturität der organischen Substanz kann mit Hilfe der Vitrinitreflexion und der  $T_{max}$  Werte erfaßt werden.

##### Bitumenmergel

##### der östlichen und nordöstlichen Kainacher Gosau

Die  $T_{max}$ -Werte von 22 untersuchten Proben schwanken zwischen 427 und 451°C mit einem deutlichen Maximum zwischen 435 und 445°C (Abb. 1). Dies stimmt überein mit den Daten der Vitrinitreflexion, die zwischen 0,52 und 0,83 % Rr streuen. Bei der Interpretation der Reflexionsdaten ist zu berücksichtigen, daß das Reflexionsvermögen von Vitrinit durch die Anwesenheit bituminöser Substanzen reduziert sein kann (z.B. PRICE & BARKER, 1985).

Die Fluoreszenzeigenschaft mancher Vitrinite der Bitumenmergel zeigt, daß mit diesem Effekt auch bei den untersuchten Proben gerechnet werden muß.

Die Kombination der Pyrolyse-Daten und der Reflexionswerte indiziert, daß die Reife der Bitumenmergel der östlichen und nordöstlichen Kainacher Gosau dem Beginn bis mittleren Bereich des Ölfensters, bzw. der Katagenese entspricht (siehe Abb. 1) Dies ist konsistent mit einer geringen Bevorzugung der ungeradzahigen *n*-Alkane ( $CPI_{25-34}$ : ca. 1,1) und dem Auftreten von migriertem Bitumen.

##### Pelite der Hauptbecken-Folge (Bohrung Afling U 1)

Die  $T_{max}$ -Werte der untersuchten Proben (470, 472°C) und die Reflexionswerte (1,33 %, 1,30 % Rr) belegen relativ hohe Inkohlung. Das organische Material befindet sich im Grenzbereich Katagenese-Metagenese (Abb. 1).

##### Pelite der Hauptbecken-Folge bei Graden

An der untersuchten Probe dieses Bereiches (Lb 22) konnte trotz relativ hohem  $C_{org}$ -Gehalt (0,64 %) kein  $S_2$  Signal gemessen werden.  $T_{max}$  kann daher nicht angegeben werden. Vitrinitreflexionswerte dieses Bereiches erreichen 2,45 % Rr. Diese Werte wurden an eingeschwemmten Treibhölzern bestimmt. Die hohen Reflexionswerte stimmen mit dem fehlenden  $S_2$ -Peak überein. Bis jetzt ist

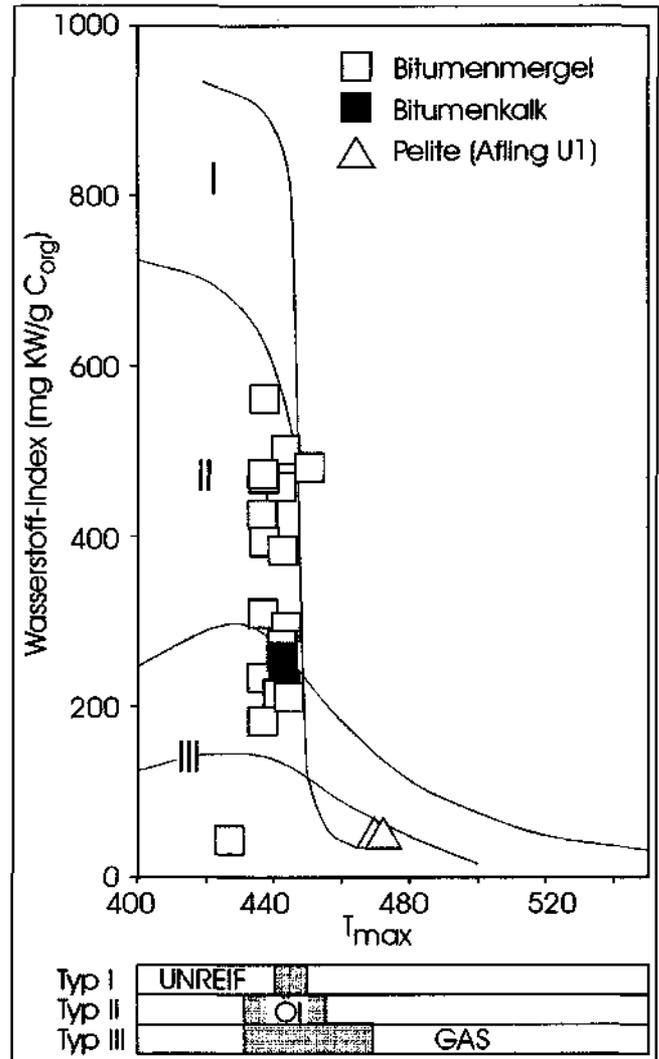


Abb. 1. Beziehung zwischen Wasserstoff-Index und  $T_{max}$ -Wert für Bitumenmergel, Bitumenkalk und Pelite der Bohrung Afling U 1. Die Pelite dieser Bohrung sind deutlich reifer als die Bitumenmergel und -kalk. Unterschiedliche Wasserstoffindizes der Bitumenmergelproben zeigen die große Variabilität des organischen Materials.

allerdings unklar, ob die hohen Reflexionswerte auf ein lokales Inkohlungsmaximum, auf detritäres organisches Material oder auf Oxydationseffekte rückführbar sind.

#### 4.2.3. Menge des organischen Materials

Der  $C_{org}$ -Gehalt der untersuchten Proben schwankt zwischen 0,45 und 5,77 % (Tab. 1). Ein Maximum liegt zwischen 1 und 2 %. Nur kohlige Partien weisen Gehalte über 3 % auf. Die Pelite der Bohrung Afling U1 und aus dem Bereich Graden weisen Gehalte auf, die sich im unteren Teil des Spektrums der Bitumenmergel bewegen (0,62–1,14 %).

Der Gehalt an freiem Bitumen ( $S_1$ ) ist in den meisten Proben sehr gering. Daraus resultiert auch ein sehr kleiner Produktions-Index. Da bei der Bemusterung Proben mit megaskopisch erkennbarem migriertem Bitumen nicht berücksichtigt wurden, könnte dies ein Effekt des Abwanderns des Bitumens in die Klüfte sein.

Inwieweit zusätzlich Verwitterungsprozesse bei der Reduktion des  $S_1$ -Peaks eine Rolle gespielt haben (PETERS, 1986), läßt sich zur Zeit nicht beantworten.

Tabelle 1.  
Kennwerte von 24 Proben aus der Kainacher Gosau.

	Bitumenkalke	Bitumenmergel	Feinklastika der Hauptbeckenfolge	Durchschnittswert für Tonschiefer <sup>4)</sup>	Pyrit aus Bitumenmergel
Anzahl der Proben	2	17	4		
Glühverlust [%]	42,74–42,98	24,96–35,27	13,80–33,23		
Karbonatgehalt <sup>1)</sup> [%]	91,35–91,89	49,01–76,29	16,03–24,80		
Unlöslicher Rückstand <sup>2)</sup> [%]	8,11–8,65	25,71–51,29	75,20–84,88		

**Hauptelemente [%]**

SiO <sub>2</sub>	n.b.	11,95–35,35	52,54–56,61		
TiO <sub>2</sub>	~	~–0,59	0,96–1,21		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,68–2,00	6,05–13,95	17,71–19,59		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,67–2,09	2,23–5,89	6,09–9,96		
MgO	5,02–5,21	1,33–3,58	1,48–4,99		
MnO	0,25–0,33	0,07–0,26	0,05–0,29		
K <sub>2</sub> O	~	0,82–2,34	3,51–4,19		
Na <sub>2</sub> O	~	~–0,26	0,05–0,59		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	n.b.	0,04–1,38	0,17–0,39		
S	0,18–0,19	0,17–1,34	0,07–0,53		

**Spurenelemente [ppm]**

Rb	9–11	9–153	131–175	140	
Sr	814–905	151–2356	95–387	300	
Ba	212–393	212–1057 [5367]	670–1021	550	
Zr	71–74	~–304	160–236	160	
Nb	9–9	9–20	13–22	20	
Y	12,7–13,5	12,7–25,9	25,9–31,9	18	
Sc		25,4 [766,6; 628]	25,4–53,6	15	
V	25–31	25–136	179–272	130	
Cr	13–20	13–106	144–163	90	
Ni	~–7	8–57	43–114	68	
Cu	17–20	20–127	41–91	45	
Pb	12–14	9–18	21–30	20	
Zn	4–98	86–157	100		
Ga	15	15–19	21–22	19	
Th	~	~–16	26–32	12	
Sn <sup>3)</sup>		~		6	
U <sup>3)</sup>		~		3,7	
Mo <sup>3)</sup>		~		2,6	
As <sup>3)</sup>		~–10		10	
Au	~	~–3	~–2		6
Pt	~	~	~		~
Pd	~	~	~		9

**Organische Geochemie**

C <sub>org</sub>	0,84–1,25	0,45–5,77	0,62–1,14		
HI = mg KW/g C <sub>org</sub>	217–224	10–563	51		
Tmax [°C]	442–443	434–450	470–472		

<sup>1)</sup> Karbonatgehalt = HCl-löslicher Anteil.

<sup>2)</sup> HCl-unlöslicher Rückstand.

<sup>3)</sup> Angaben aus einigen Einzelproben, det. J. PAŠAVA.

<sup>4)</sup> Vergleichswerte aus THALMANN et al. (1989; Geochemischer Atlas der Republik Österreich).

n.b. = nicht bestimmt.

~ = unter der Nachweisgrenze.



Abb. 3.  
Fossilinhalt der Kainacher Gosau nach Aufsammlungen  
von H. LOBITZER.

*cayeuxii*, *Lucianorhabdus maleformis*, *Quadrum gartneri*, *Micula decussata*, *Calculites ovalis*, *Aspidolithus parvus* cf. *constrictus* und *Reinhardtites anthophorus*.

### 5.2. Palynomorphen

SIEGL-FARKAS et al., 1994 berichten über die zwar recht artendiversen, aber stets schlecht erhaltenen Pollen- und Sporen-Spektren aus verschiedenen Schichtgliedern der Kainacher Gosau.

### 5.3. Characeen

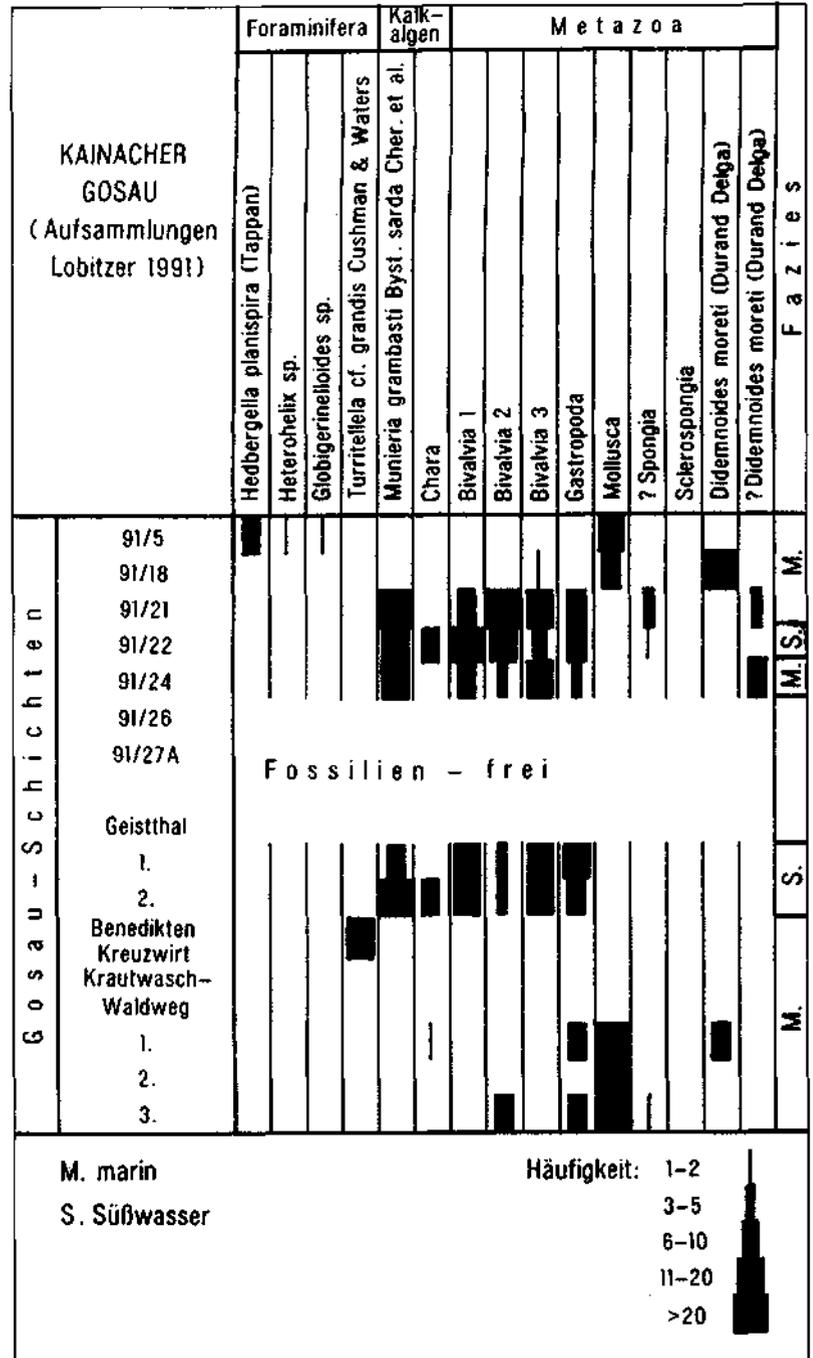
Das teilweise gesteinsbildende Auftreten von Süßwasseralgeln – insbesondere von *Munieria grambasti* BYSTRICKY ssp. *sarda* CHERCHI et al. (Taf. 1, Fig. 3; Taf. 2, Fig. 2,5,6; Taf. 3, Fig. 1,4,6,7) war bislang in der Kainacher Gosau nicht bekannt. Die Auswertung des Schliffmaterials hat nun erstmals den Nachweis dieses wichtigen Faziesindikators – oftmals gemeinsam mit *Chara*-Gyrogoniten vorkommend – erbracht und die Annahme von FLÜGEL, 1961 hinsichtlich abgeschnürter Süßwasserbecken – zumindestens für periodische Zeitabschnitte – untermauert.

### 5.4. Foraminiferen

Bislang konnten Foraminiferen in den Bitumenmergeln lediglich in Einzelexemplaren nachgewiesen werden und zwar in Schlammrückständen von der neuen Forststraße zum Platzkogel (*Hedbergella* sp., *Gavelinella* sp., *Ammobaculites agglutinans* D'ORBIGNY und röhrenförmige agglutinierende Foraminiferen indet.). An der Straße ca. 100m SW des Gehöfts Prettentaler wurde aus weichen grauen Mergeln, die der Hauptbeckenfolge zugeordnet werden, *Globotruncana arca* (CUSHMAN), *Hedbergella* sp. sowie eine benthonische kalkschalige Foraminifere indet. geschlämmt.

Eine weitere Schlammprobe von einem Straßenaufschluß zwischen Benedikt und Kreuzwirt führt aus dem Jungpaläozoikum umgelagerte Foraminiferen. Mit Vorbehalt kann die relativ häufige, abgerollte, flachgedrückte und teilweise zerbrochene Foraminifere *Turritella* cf. *grandis* CUSHMAN & WATERS zugeordnet werden (Taf. 3, Fig. 2,3). Die Herkunft dieses Taxons bleibt vorerst rätselhaft; vermutlich wurden jungpaläozoische feinklastische marine Sedimente des Grazer(?) Paläozoikums in der Kreide umgelagert. Dies wirft erneut die Frage einer Überlagerung des Grazer Paläozoikums durch prägosauische Schichten auf (FLÜGEL, 1983).

Die Untersuchung der Foraminiferen-Assoziationen der Hauptbeckenfolge sowie der Zementmergel des Nebenbeckens in der Folge von St. Bartholomä ist nicht Thema dieser Arbeit. Diesbezügliche Daten können in VAN HINTE



(1965), OBERHAUSER (1959, 1963, 1968) sowie KAUMANN (1962) nachgelesen werden.

### 5.5. Sclerospongien

Der Erstnachweis der Sclerospongie *Didemnooides moreti* (DURAND DELGA) in mehreren Proben aus den Bitumenmergeln der Kainacher Gosau kann als starkes Indiz für marine Sedimentationsabschnitte innerhalb einer überwiegend limnischen Ablagerungsfolge gewertet werden (Taf. 1, Fig. 1; Taf. 2, Fig. 1,3; Taf. 4, Fig. 1-4).

### 5.6. Diverse Biogene

Außer den erwähnten Fossilgruppen wurden in den Bitumenmergeln auch diverse Molluskenreste (u.a. Schalen von dickschaligen Lamellibranchiaten: ?*Inoceramen*, „Fi-

lamente“, Kleingastropoden), pyrytisierte Ostracoden, Radiolarien sowie *Coprolithes hexagonalis* (VANGENOV) KNOBLOCH beobachtet.

## 6. Stratigraphie

Beruhend auf der Annahme einer faziellen Verzahnung der Bitumenmergel mit dem biostratigraphisch als Oberanton–Untercampan datierten roten Basiskonglomerat erachtet GRÄF, 1975 die Bitumenmergel diesem als altersäquivalent. Da jedoch – wie neue Geländeaufnahmen zeigen – der einzige gut aufgeschlossene Kontaktbereich dieser beiden Einheiten östlich Geistthal eine Störungszone darstellt, muß die Altersfrage als ungeklärt betrachtet werden. Zu einer Präzisierung des Alters führen leider auch die neuen Fossilfunde nicht, da nach MISIK & BORZA, 1978 *Didemnoïdes moreti* (DURAND DELGA) in den Westkarpaten vom Karn bis Alb auftritt bzw. nach unseren Neufunden bis in die Oberkreide reicht. Nach CHERCHI et al., 1981 reicht auch *Munieria grambasti* BYSTRICKY sarda CHERCHI et al. von Oberjura bis Oberkreide und eignet sich daher keineswegs für detailstratigraphische Aussagen.

Die bislang sehr bescheidene Foraminiferenfauna aus den Schlämrrückständen erlaubt ebenfalls noch keine exaktere Einstufung.

Einen Anhaltspunkt stellt vielleicht die Foraminifere *Globotruncana arca* CUSHMAN dar, die nach PREMOLI-SILVA & SLITER (in Druck) in Gubbio im unteren Drittel der *Dicarinella asymetrica*-Zone (CC 17) im Oberanton einsetzt. Die Datierung der Palynomorphen-Funde aus den Bitumenmergeln wird bei SIEGL-FARKAS et al. (1994) diskutiert; demnach erscheint ein Campan-Alter (mit Vorbehalt) möglich zu sein.

Zwei Proben aus der Basis der Zementmergel-Folge westlich St. Bartholomä erweisen sich als nannofossilführend und lassen sich dem Bereich ab spätem Santon bzw. dem frühen Campan (Nannozonen CC 17–20) zuordnen. Letztere Probe führt auch Foraminiferen, die jedoch keine nähere stratigraphische Aussage zulassen.

Die Nannoflora des Zementmergel-Aufschlusses der Lokalität Reitereggläßt sich dem Campan bzw. dem Bereich Oberconiac–Untercampan zuordnen. Diese Einstufung steht mit der bei GRÄF (1975, 1994) diskutierten Datierung des Zementmergels in Obercampan–Maastricht nicht in Einklang.

## 7. Faziesinterpretation

Kartierungsergebnisse, Mikrofazies, Geochemie wie auch Palynomorphen weisen nun die Bitumenmergel als eine Basisentwicklung am NE-Rand der Kainacher Gosau aus, die jedoch sowohl zeitlich wie auch faziell nicht mit den älteren roten Basiskonglomeraten zu verknüpfen ist. Die Einschaltung sandiger Lagen bzw. ihre Überlagerung durch Gesteine der Hauptbecken-Folge zeigt eher eine Nahbeziehung bzw. ein Verzahnung mit den hangenden Teilen der Hauptbecken-Folge an.

Der aus Fossilinhalt und S/C<sub>org</sub>-Verhältnis ableitbare wechselnde lakustrine bzw. marine Charakter wird folgend erklärt: Zur Zeit der Sedimentation der hangenden Hauptbecken-Folge waren am NE Rand des Gosaubeckens über aufgearbeitetem Paläozoikum in flachen Küstenbereichen abgeschnürte Becken mit Sedimentation der Bitumenmergel vorhanden. Bei der Auffüllung des Gosaubeckens wurden die Barrieren beider Faziesräume zeitweilig durch das Meer durchbrochen, bis schließlich die Bitumenmergel durch sandig dominierte Gesteine der stets vollmarin entwickelten Hauptbecken-Folge überlagert wurden.

## 8. Paläogeographische Beziehungen

Wie bereits von verschiedener Seite betont wurde (WOLETZ, 1967, OBERHAUSER, 1968, KAUMANN, 1962, GRÄF, 1972, u.a.), zeigen die inneralpinen Gosauvorkommen (Kainach, Lavanttal, Krappfeld) faziell-paläogeographisch engere Beziehungen zu den Oberkreide-Ausbildungen des ungarischen bzw. dinarischen Raumes als zur Gosau der Nördlichen Kalkalpen. Diese Meinung wird durch unsere Untersuchungsergebnisse unterstützt. Es kann jedoch keineswegs ausgeschlossen werden, daß die z.T. recht spärliche fazielle Bearbeitung – insbesondere der Süßwasser-Entwicklungen wie etwa mancher Kohlen- und Bauxit-Begleitgesteine nordalpiner Gosauvorkommen – dieses Bild verzerrt.

Die zu den Charophyten zählende *Munieria grambasti sarda* CHERCHI et al. ist nach CSÁSZÁR & BODROGI, 1983 insbesondere im SSW Europas verbreitet sowie in Ungarn im Alb (Tés-Tonmergel-Formation, Zirc-Kalk-Formation) und im Senon (Ajka-Kohlen-Formation).

Die Sclerospongie *Didemnoïdes moreti* (DURAND DELGA) wird hier wohl erstmals von einer österreichischen Lokalität erwähnt. Aus nordalpiner Gosauvorkommen wurde dieses Taxon bislang nicht bekannt gemacht.

Die Palynomorphen-Assoziationen weisen nach SIEGL-FARKAS et al. (1994) auf eine mediterrane Florenprovinz (*Normapolles*-Provinz) hin.

## Dank

Ein Teil der Arbeiten wurde im Rahmen der bilateralen Zusammenarbeit zwischen Österreich und Tschechien bzw. der GBA in Wien und dem MÁFI in Budapest durchgeführt, wofür die Autoren den Direktoren der Geologischen Dienste in Budapest, Prag und Wien ergebenst danken.

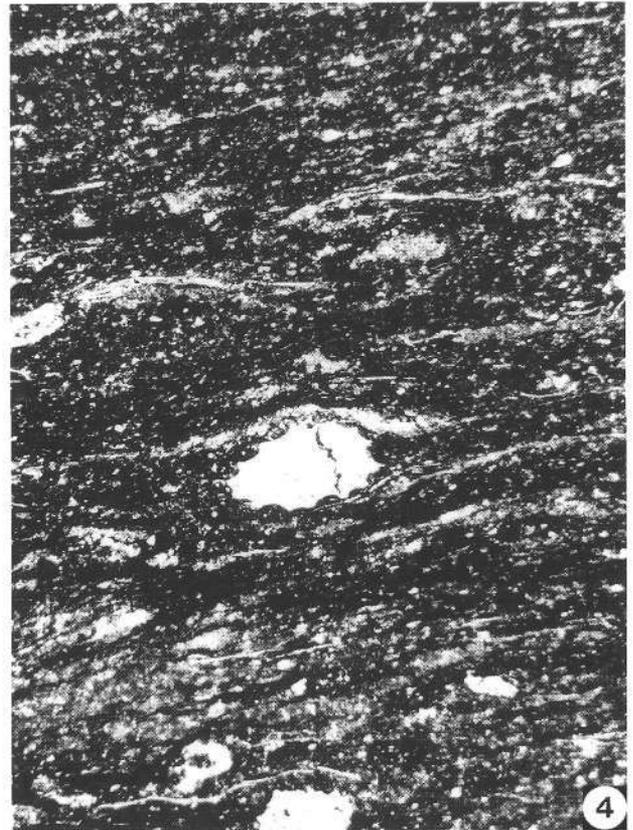
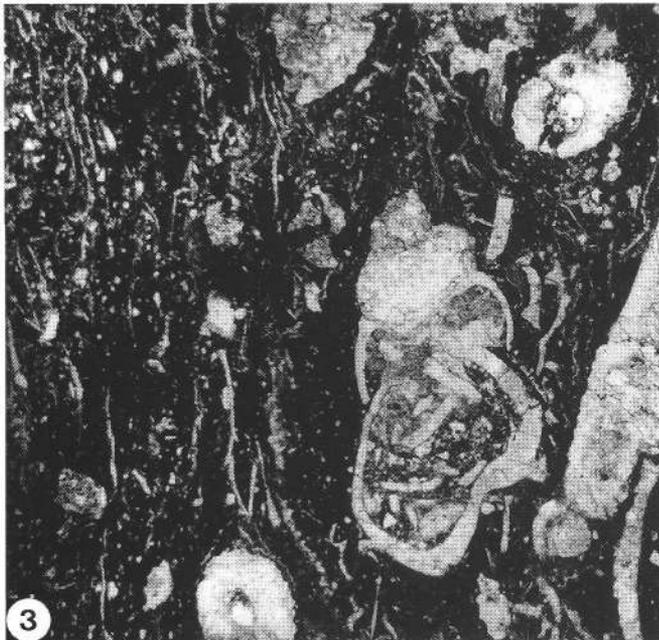
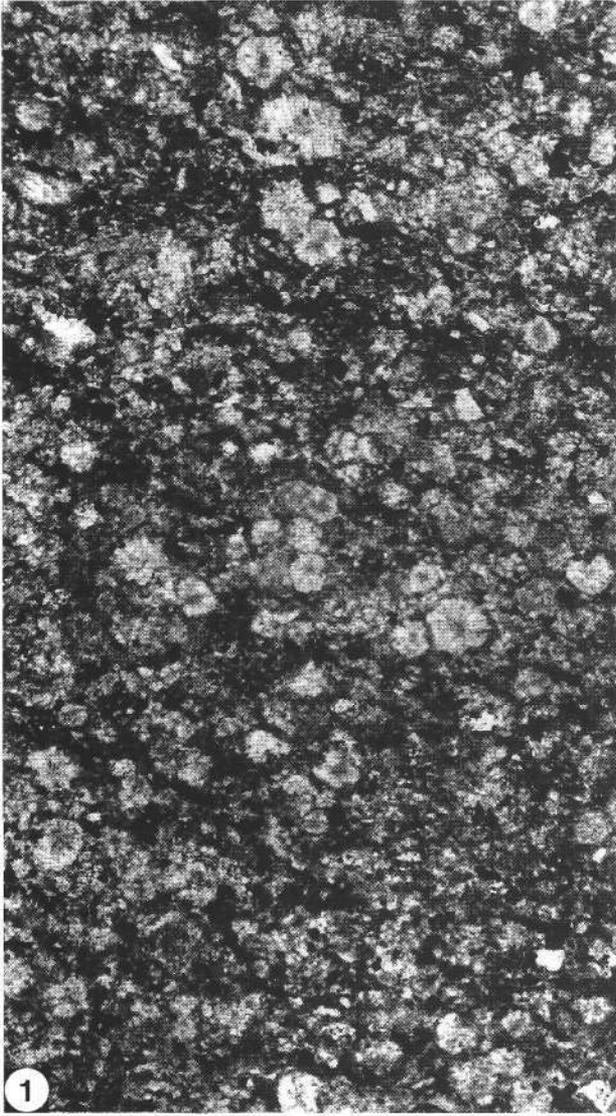
Dr. Á. SIEGL-FARKAS, Dr. GÁBOR SOLTÍ und Dr. GÉZA CSÁSZÁR (alle MÁFI Budapest) wird für ihre Mitarbeit bei den Geländeaufnahmen gedankt. I. BODROGI dankt Prof. H.M. BOLLI und Prof. I. PREMOLI-SILVA (Mailand) für zahlreiche wertvolle Diskussionen.

Frau PELLÉRDY (MÁFI Budapest) wird für die Anfertigung der Fotos für Taf. 1–3 und Dr. R. SURENIAN (GBA) für die Fotos auf Taf. 4. gedankt.

Ein Teil der geochemischen Analytik sowie auch der Probennahme im Gelände wurde durch die finanzielle Unterstützung des IGCP-Projektes 254 „Metaliferous Black Shales“ ermöglicht.

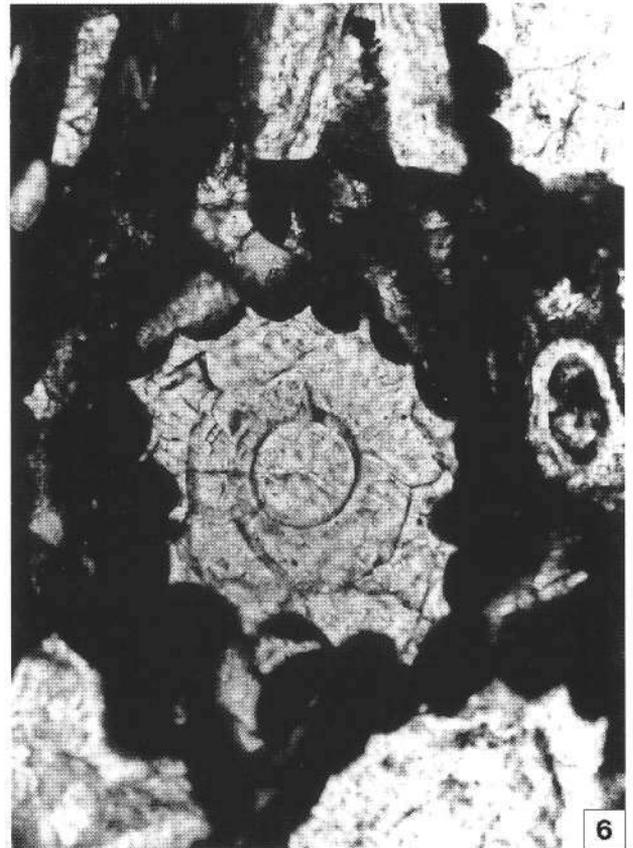
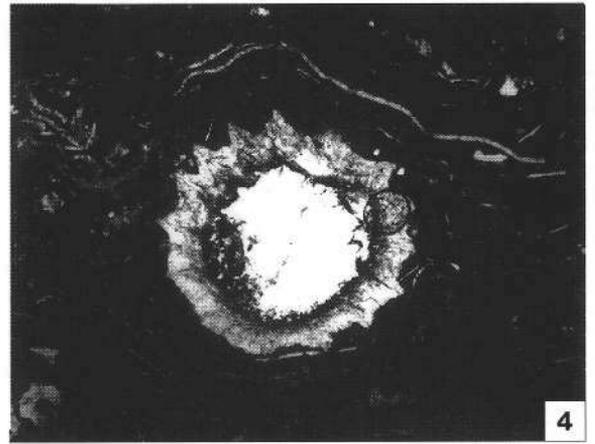
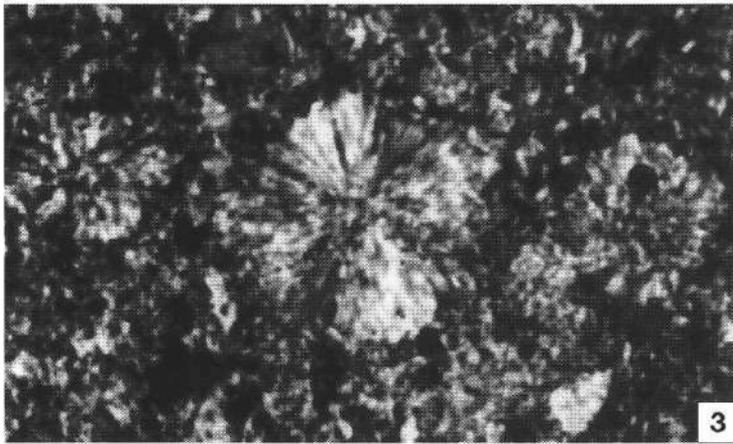
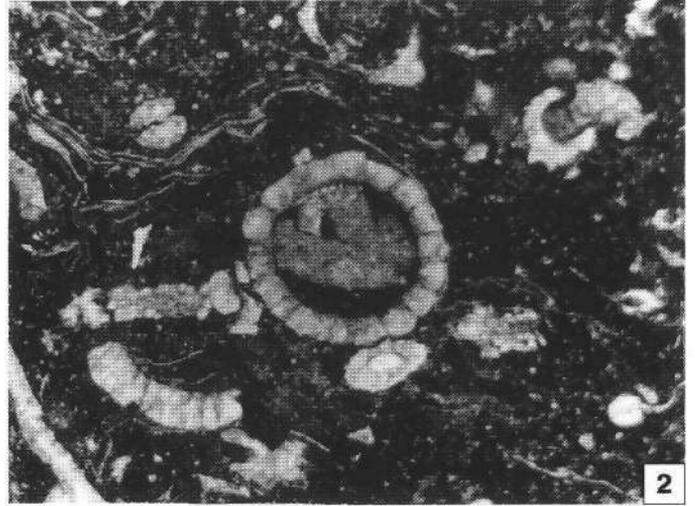
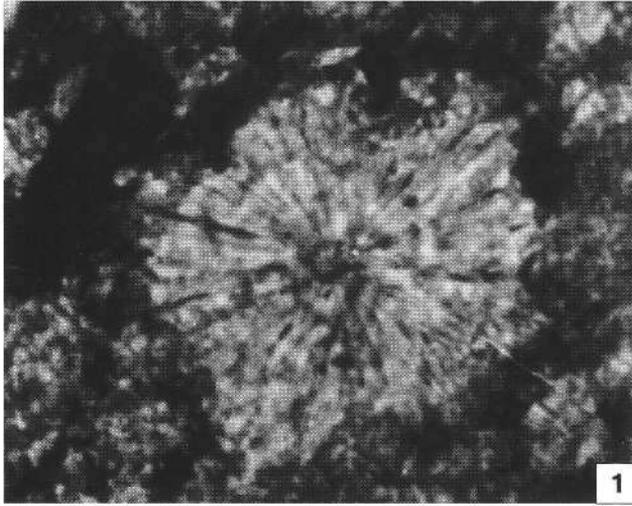
## Tafel 1

- Fig. 1: **Bitumenmergel-Fazies**  
mit *Didemnoides moreti* (DURAND DELGA).  
Dünnschliff EBNER 101; 46× vergr.
- Fig. 2: **Bitumenmergel**  
mit Gastropoden und Bivalven, Filamente; Plastoklaste.  
Dünnschliff EBNER 25; 31× vergr.
- Fig. 3: **Bituminöser Kalkstein**  
mit Gastropoden, Molluskenbruchstücken, Filamenten sowie *Munieria grambasti sarda* CHERCHI et al.  
Dünnschliff Geistthal 1, leg. LOBITZER; 31× vergr.
- Fig. 4: **Wie Fig. 3.**  
Auch Bivalven-Schalen.



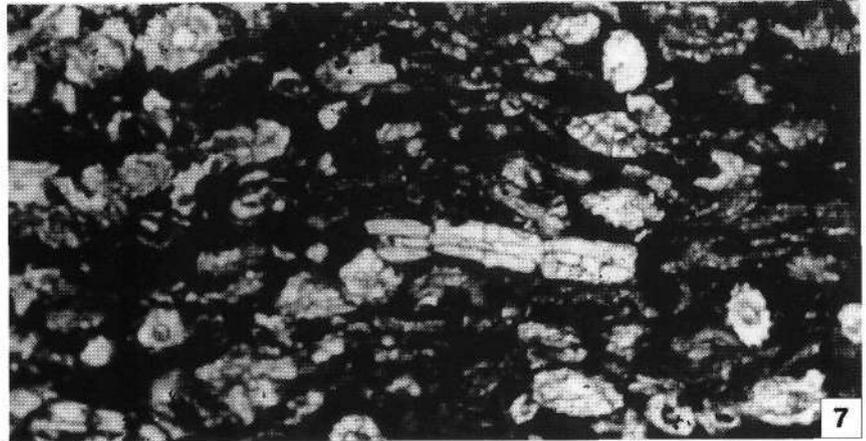
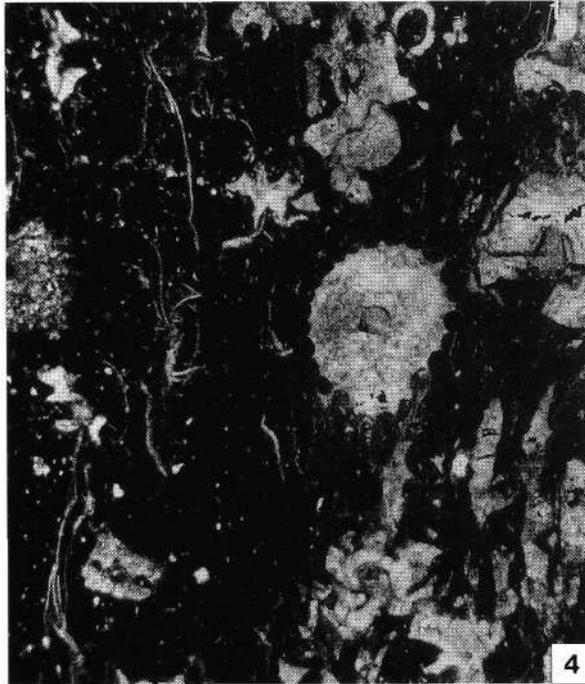
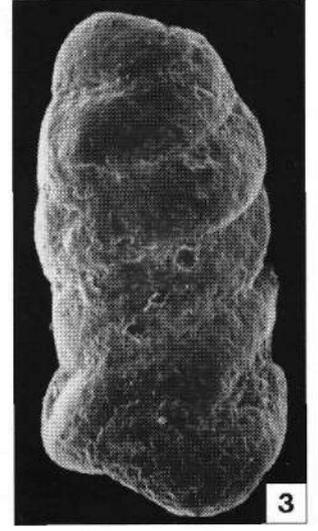
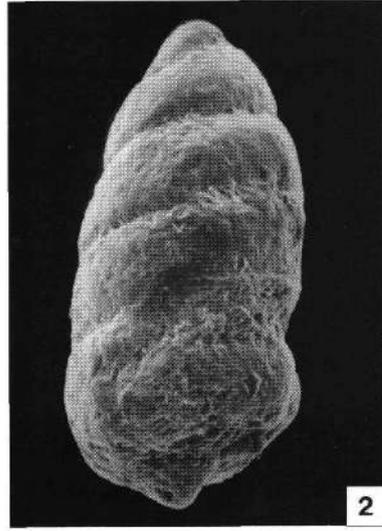
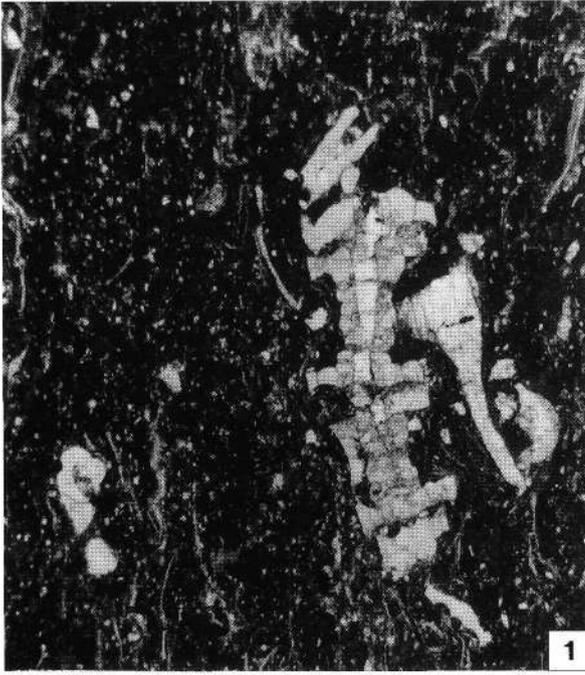
## Tafel 2

- Fig. 1: **Bitumenmergel-Fazies**  
mit *Didemnoides moreli* (DURAND DELGA).  
Dünnschliff EBNER 101; 550×vergr.
- Fig. 2: **Filament-führende Bitumenmergel**  
mit *Chara*-Gyrogoniten und *Munieria grambasti sarda* CHERCHI et al.  
Dünnschliff EBNER 22; 53×vergr.
- Fig. 3: **Verschiedene Schnitte durch *Didemnoides moreli* (DURAND DELGA).**  
Dünnschliff EBNER 101; 450×vergr.
- Fig. 4: **Bituminöser Filament-Mergelkalk**  
mit *Chara*-Gyrogonit.  
Dünnschliff Geistthal 2, leg. LOBITZER; 53×vergr.
- Fig. 5: **Bituminöser Mergelkalk**  
mit *Munieria grambasti sarda* CHERCHI et al.  
Dünnschliff Geistthal 2, leg. LOBITZER; 53×vergr.
- Fig. 6: **Wie Fig. 5.**  
265×vergr.



## Tafel 3

- Fig. 1: **Bitumenmergel**  
mit *Munieria grambasti sarda* CHERCHI et al. und Molluskenbruchstücken.  
Dünnschliff EBNER 25; 53×vergr.
- Fig. 2,3: ***Turritella cf. grandis* (CUSHMAN & WATERS).**  
Umgelagerte korrodierte Foraminiferen des Karbon (Visé)-Perm in basalen Bitumenmergeln an der Straße von Benedikt zum Kreuzwirt.  
Schlammprobe leg. LOBITZER. REM 120×vergr.
- Fig. 4: **Bitumenmergel**  
mit diversen Schnittlagen von *Munieria grambasti sarda* CHERCHI et al., Bivalven und Filamente.  
Dünnschliff EBNER 25; 53×vergr.
- Fig. 5: **Bituminöser Mergelkalk**  
mit Bruchstücken von Mollusken, Bivalven, Filamenten sowie *Munieria grambasti sarda* CHERCHI et al.  
Dünnschliff Geistthal 2, leg. LOBITZER; 53×vergr.
- Fig. 6: **Bitumenmergel**  
der Bohrung Süt 22 (140,0–140,5m) in der Umgebung von Sümeg, S-Bakony, Ungarn.  
Axialschnitt von *Munieria grambasti sarda* CHERCHI et al.; 53×vergr.
- Fig. 7: **Wie Fig. 6.**  
*Munieria grambasti sarda* CHERCHI et al.; in der Mitte Axialschnitt sowie mehrere Querschnitte.  
31×vergr.



**Tafel 4**

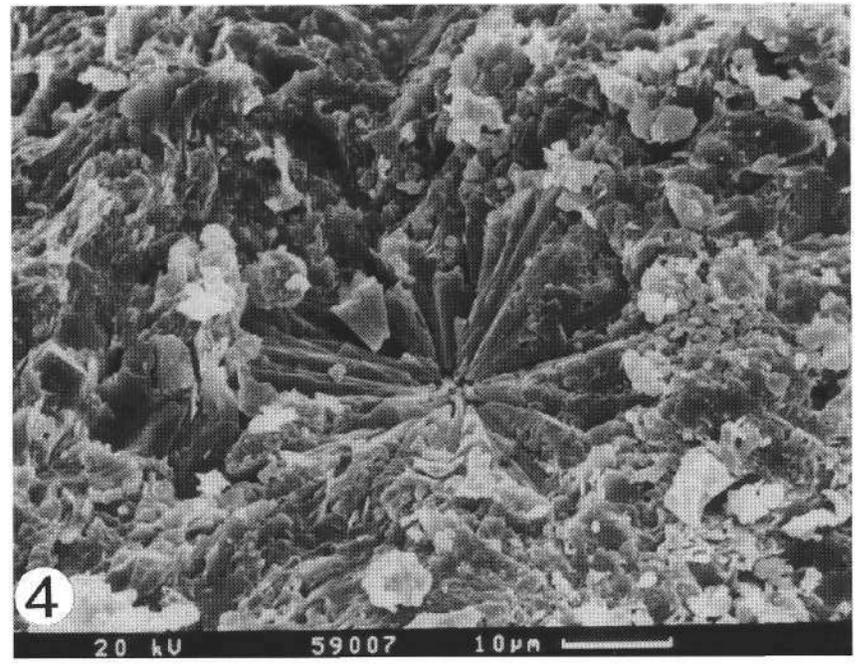
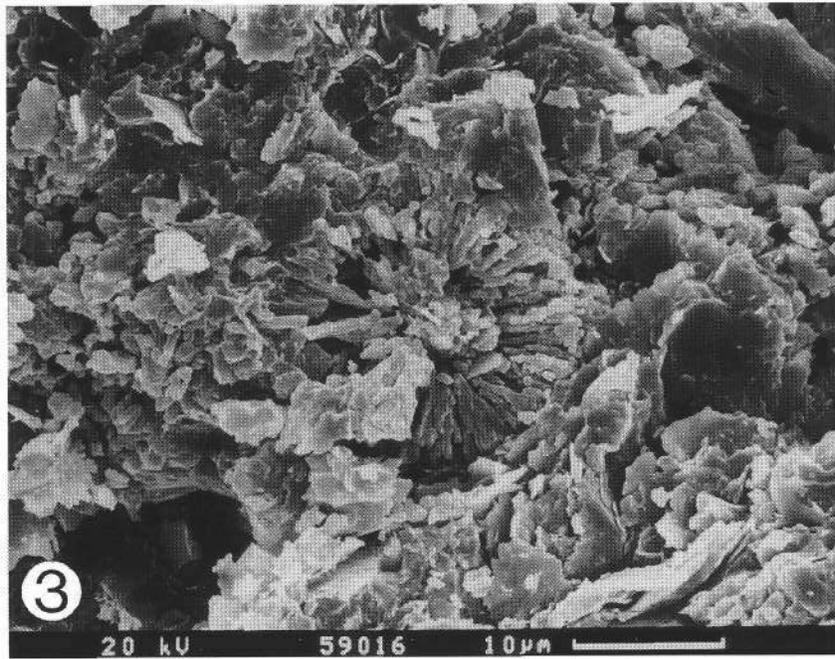
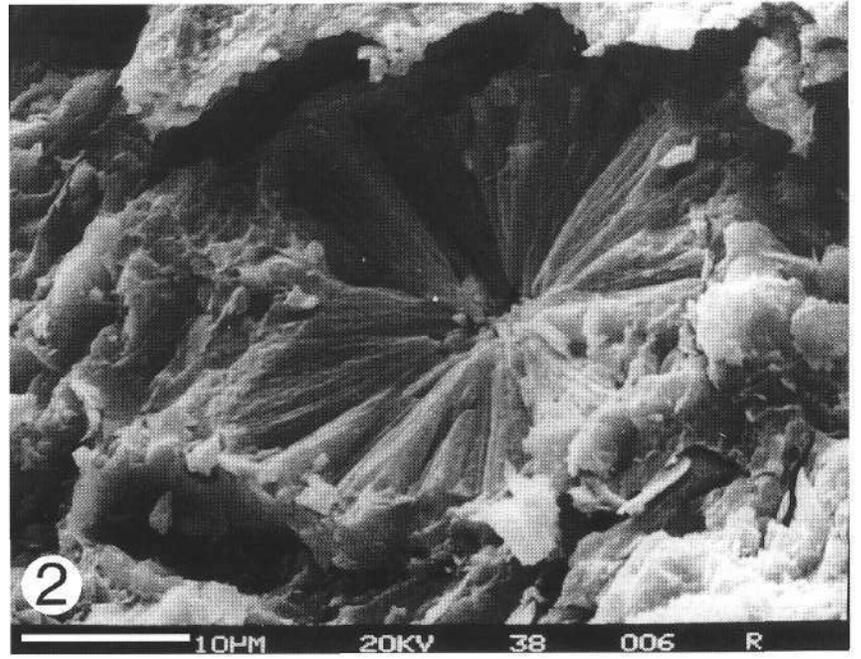
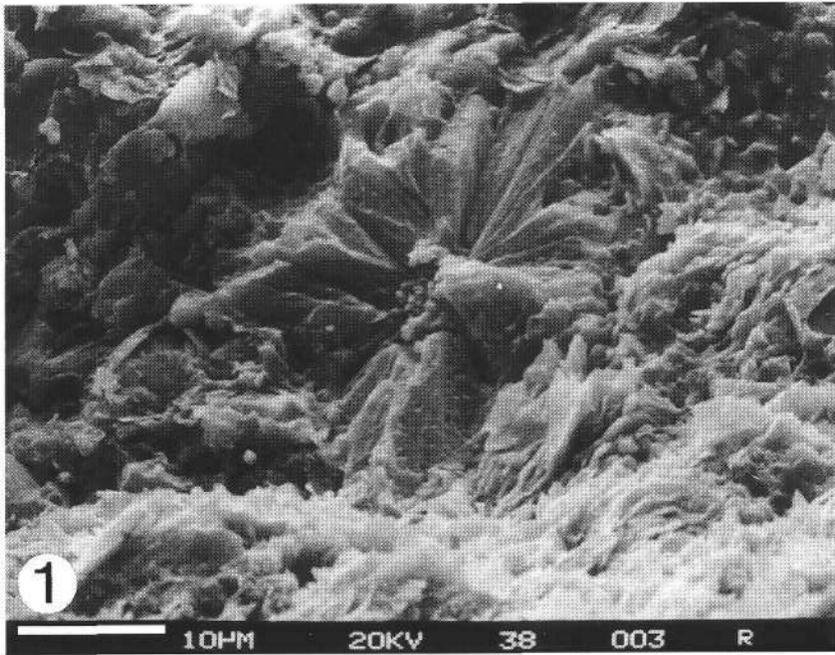
REM-Aufnahmen von *Didemnoides moreti* (DURAND DELGA)

Fig. 1,2: **Gelegentlich Mollusken führende Bitumenmergel**

an der westlichen Straßenböschung zwischen Gasthof Abraham und Gasthof Krautwasch, etwa am halben Weg zwischen den Gehöften Knoblacher und Marxbauer.

Fig. 3,4: **Harte bituminöse Kalkmergel**

an der neuen (1991 im Bau befindlichen) Forststraße am SW-Fuß des Platzkogels (923m SH). Die disintegrierten Elemente von *Didemnoides* tragen erheblich zur mikritischen Kornfraktion bei.



## Literatur

- BERNER, R.A.: Sedimentary pyrite formation – An update. – *Geochim. Cosmochim. Acta*, **48**, 605–615, Oxford 1984.
- BODROGI, I.: Stratigraphische Gliederung der Oberkreide des Bakony: Neuergebnisse. – Vortrag und Poster, 64. Jahrestag. Paläont. Ges., 1 S., Budapest 1994.
- BORCHERT, H. & KREJCI-GRAF, K.: Spurenelemente in Sedimenten und ihren Derivaten. – *Bergbauwiss.*, **6**, 205–225, Goslar 1959.
- BORZA, K. & MISIK, M.: *Gemeridella minuta* n.gen.n.sp. aus der Oberen Trias der Westkarpaten. – *Geol. Zborn. Geol. Karpathica*, **XXVL**, L, 78–81, Bratislava 1975.
- BYSTRICKÝ, J.: Prvý nález sedimentov spodnej kriedy v Stratenskej hornatine v Západných Karpatoch. – *Mineralia slovakia*, **10**, 1, 17–22, Bratislava 1978.
- CARON, M.: Cretaceous Planktonic Foraminifera. – In: BOLLI H.M. et al: *Plankton Stratigraphy*, 17–87, Cambridge (Cambridge University Press) 1985.
- CHERCHI, A., GUSIC, I., SCHMIDT, M. & SCHRÖDER, R.: Lacustrine Middle Cretaceous with *Munieria grambasti sarda* n.ssp. (Charophyta?) of Alghero (NW Sardinia). – *Revue de Micropal.*, **23**, 3/4, 138–150, 1981.
- CSÁSZAR, G. & BODROGI, I.: *Munieria* in the Cretaceous of Hungary. – *M. All. Földtani Intézet Evi Jelentése az 1983. évről*, 167–212, Budapest 1983 (Ungarisch mit englischem Abstract).
- CUIF, J.-P.: Histologie de quelques Sphinctozoaires (Porifères) Triasiques. – *Geobios*, **6**, 2, 115–125, Lyon 1973.
- EBNER, F., mit einem Beitrag von BECKER, L.P. & NEUBAUER, F.: Erläuterungen zur geologischen Basiskarte 1:50.000 der Naturraumpotentialkarte „Mittleres Murtal“. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **29**, 99–131, 2 Farbkarten, Wien 1983.
- EBNER, F. & UNTERSWEIG, Th.: Naturraumpotentialkarten der Steiermark, Bezirk Voitsberg. – *Geol. Grundkarte 1 : 50.000*. – Unveröff. Bericht, Graz (FGJ) 1984.
- EBNER, F.: Bericht 1991 über geologische Aufnahmen auf Blatt 163, Voitsberg. – *Jb. Geol. B.-A.*, **135**, S. 753, Wien 1992.
- EBNER, F., SACHSENHOFER, R. & SCHWENDT, A., mit einem Beitrag von POSTL, W.: Untersuchung der Bitumenmergel der Kainacher Gosau im Hinblick auf ihre Nutzungsoptionen. – Unveröff. Bericht, 28 S., Graz (Joanneum Research) 1991.
- FENNINGER, A. & HUBMANN, B.: *Helicirina kainachensis* n.sp. – Crustaceen-Koprolithen aus Kaiken der Kainacher Gosau (Obersanton bis Untercampan, Österreich, Steiermark). – *N. Jb. Geol. Pal. Mh.*, 23–33, Stuttgart 1994.
- FLÜGEL, H.: Geologische Wanderkarte des Grazer Berglandes 1 : 100.000. – *Geol. B.-A.*, Wien 1960.
- FLÜGEL, H.: Die Geologie des Grazer Berglandes. – *Mitt. Mus. Bergb., Geol. u. Technik Landesmus. Joanneum*, **23**, 212 S., Graz 1961.
- FLÜGEL, H.: Das Steirische Randgebirge. – *Sammlung geologischer Führer*, **42**, 153 S., Berlin 1963.
- FLÜGEL, H.: Problematik und Bedeutung der Herkunft der Gerölle der mittelsteirischen Gosau. – *Jahresber. Hochschulschwerpunkt S 15*, **4**, 109–119, Leoben 1983.
- FÜCHTBAUER, H. & MÜLLER, G.: Sedimente und Sedimentgesteine. – *Sediment-Petrologie*, II, 784 S., Stuttgart (Schweizerbart) 1977.
- GRÄF, W.: Die Gosau von Kainach und St. Bartholomä. – *Der Aufschluß*, Sh. **22**, 29–34, Heidelberg 1972.
- GRÄF, W.: Ablagerungen der Gosau von Kainach. – In: H.W. FLÜGEL: Erläuterungen zur Geologischen Wanderkarte des Grazer Berglandes 1 : 100.000, 2. neubearbeitete Auflage, Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, SH **1**, 83–102, Graz 1975.
- GRÄF, W.: Erster Bericht über geologische Untersuchungen im Gosausecken von Kainach, Steiermark. – *Anz. math.-naturw. Kl. Österr. Akad. Wiss.*, 1965, Nr. **6**, 104–111, Wien 1965.
- GRÄF, W., EBNER, F. & FLADERER, F.: Faziesindikatoren in der basalen Gosau von Kainach. – *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, **83**, 91–104, Wien 1980.
- HINTE, J.E. van: Remarks on the Kainach Gosau (Styria, Austria). – *Proc. Koninkl. Nederl. Akad. Wetensch.*, B, **68**, 2, 72–92, Amsterdam 1965.
- KAUMANN, M.: Zur Stratigraphie und Tektonik der Gosauschichten. II. Die Gosauschichten des Kainachbeckens. – *Sitzber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl.*, I, **171**, 289–314, Wien 1962.
- KOLLMANN, H. & SUMMESBERGER, H.: Gosau Basins in Austria. WGCM – 4<sup>th</sup> Meeting (1982), Excursions to Coniacian–Maastriachian in the Austrian Alps, 105 p., Wien (Naturhistor. Museum) 1982.
- KRÖLL, A. & HELLER, R.: Die Tiefbohrung Afling U1 in der Kainacher Gosau. – *Verh. Geol. B.-A.*, 23–34, Wien 1978.
- LOBITZER, H., KODINA, L.A., SOLTI, G., SCHWAIGHOFER, B. & SURENIAN, R.: Fazies, Geochemie und Stratigraphie ausgewählter Vorkommen österreichischer organisch reicher Gesteine – Ein Zwischenbericht. – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, **15**, 85–107, Innsbruck 1988.
- MISIK, M. & BORZA, K.: *Gemeridella*, *Didemnoidea*, *Didemnum* und Körperchen ähnlicher Gestalt aus dem Mesozoikum der Westkarpaten. – *Geol. Zborn. Slov. Akad. Vied*, **29**, 2, 307–326, Bratislava 1978.
- MISIK, M.: Jurassic and Cretaceous Algae (Dasycladales excepted) from the West Carpathians. – *Bull. Centr. Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine*, **3**, 2, 705–712, Pau 1979.
- OBERHAUSER, R.: Bericht über mikropaläontologische Untersuchungen aus dem Bereich der Rudisten-Riffe der Kainach Gosau. – *Verh. Geol. B.-A.*, A 121, Wien 1959.
- OBERHAUSER, R.: Die Kreide im Ostalpenraum Österreichs in mikropaläontologischer Sicht. – *Jb. Geol. B.-A.*, **106**, 1–88, Wien 1963.
- OBERHAUSER, R.: Beiträge zur Kenntnis der Tektonik und der Paläogeographie während der Oberkreide und dem Paläogen im Ostalpenraum. – *Jb. Geol. B.-A.*, **111**, 115–145, Wien 1968.
- PARTÉNYI, Z.: First found from the Senonian of Hungary (preliminary report). – *MÁFI Ann. Rep.* **1984**, 519–521, Budapest 1986 (in Ungarisch).
- PETERS, K.E.: Guidelines for evaluating petroleum source rock using programmed pyrolysis. – *AAPG Bull.*, **70**, 318–329, Tulsa 1986.
- PREMOLI-SILVA, J. & SLITER, W.V.: Cretaceous planktonic foraminiferal biostratigraphy and evolutionary trends from the Bottaccio section, Gubbio, Italy. – *Ms.* (in press).
- PRICE, L.C. & BARKER, C.G.: Suppression of vitrinite reflection in amorphous-rich kerogen – a major unrecognized problem. – *J. Petr. Geol.*, **8**, 59–84, Beaconsfield 1985.
- SIEGL-FARKAS, Á., EBNER, F. & LOBITZER, H.: Vorläufiger Bericht über palynologische Studien in der Kainacher Gosau (Steiermark, Österreich). – In: LOBITZER, H. & CSÁSZAR, G.: Jubiläumsschrift 20 Jahre geologische Zusammenarbeit Österreich-Ungarn, Teil 2, 123–126, Wien 1994.
- SOLTI, G. & LOBITZER, H. (Projektleiter): Aufsuchung von Alginit in Österreich. Endbericht über die österreichisch-ungarische Zusammenarbeit in der Ölschiefer/Alginit-Prospektion. – *Ber. Geol. B.-A.*, **17**, 47 S., Wien 1989.
- THALMANN, F., SCHERMANN, O., SCHROLL, E. & HAUSBERGER, G.: Geochemischer Atlas der Republik Österreich 1 : 1,000.000. – 140 S., Wien (Geol. B.-A.) 1989.
- WOLETZ, G.: Schwermineralvergesellschaftungen aus ostalpinen Sedimentationsbecken der Kreidezeit. – *Geol. Rundschau*, **56**, 308–320, Stuttgart 1967.