

<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. 465–483	Wien, November 1994	2. rész	pp. 465–483	Bécs, 1994. november
ISBN 3-900312-92-3					

## Fazies und Geochemie ausgewählter Vorkommen bituminöser und kerogenreicher Gesteine Österreichs

Von HARALD LOBITZER, GÁBOR SOLTÍ & CSABA RAVASZ

Mit Beiträgen von

MAX BICHLER, ALICE BRUKNER-WEIN, GÉZA CSÁSZÁR, LAJOS DOSZTÁLY, HANS EGGER, MAGDOLNA HETÉNYI,  
PETER KLEIN, LUDMILLA A. KODINA, REINHARD F. SACHSENHOFER & HERBERT STRADNER\*)

Mit 1 Abbildung, 5 Tabellen und 3 Tafeln

*Österreich  
Nördliche Kalkalpen  
Molassezone  
Helvetikum  
Flyschzone  
Gosau-Gruppe  
Kerogenreiche Gesteine  
Bituminöse Gesteine  
Ölschiefer  
Geochemie  
Kohlenwasserstoffe*

Österreichische Karte 1 : 50.000  
Blätter 88, 90, 93, 102, 104, 117, 163, 192, 197, 200

### Inhalt

Zusammenfassung .....	466
Összefoglalás .....	466
Abstract .....	467
1. Einleitung .....	467
2. Bituminöse Gesteine des Paläozoikums .....	467
2.1. Rauchkofelkalk, Devon der Karnischen Alpen .....	467
2.2. Bituminöse Gesteine im Permoskyth der Nördlichen Kalkalpen .....	468
3. Bituminöse Gesteine der Trias .....	468
3.1. Gutensteiner Schichten .....	468
3.1.1. Gutensteiner Kalk .....	468
3.1.2. Gutensteiner Dolomit .....	468
3.2. Wettersteinkalk .....	469
3.3. Bituminöse Gesteine des Karn .....	469
3.3.1. Göstlinger Schichten .....	469
3.3.2. Jägerhauskalk .....	469
3.3.3. Leckkogel-Schichten .....	469
3.3.4. Opponitzer Schichten .....	469
3.3.5. Südalpine Raibler Schichten .....	469
3.3.6. Affenzer Karn .....	470
3.4. Seefeldler Schichten (Hauptdolomit Formation) .....	470
3.4.1. Die Seefeldler Schichten des klassischen Gebietes .....	470
3.4.2. Die Seefeldler Schichten von Wiestal .....	470
3.4.3. Die Seefeldler Schichten des Hahntennjochs .....	471
3.5. Kössener Schichten .....	471
3.5.1. Die Kössener Schichten des Gailbergsattel-Profiles .....	471

\*) Anschriften der Verfasser: Dr. HARALD LOBITZER, Dr. PETER KLEIN, Dr. HANS EGGER, Univ.-Prof. Dr. HERBERT STRADNER, Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, A-1031 Wien, Österreich; Dr. GÁBOR SOLTÍ, Dr. CSABA RAVASZ, Dr. GEZA CSÁSZÁR, Dr. ALICE BRUKNER-WEIN, Dr. LAJOS DOSZTÁLY, Ungarische Geologische Landesanstalt, Stefánia út 14, H-1442 Budapest, Ungarn; Dr. LUDMILLA A. KODINA, Russian Academy of Sciences, Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry, Kosygin Str. 10, 117975 Moscow, Rußland; Prof. Dr. MAGDOLNA HETÉNYI, József Attila Universität, Egyetem u. 2-6, H-6701 Szeged, Ungarn; Dr. REINHARD F. SACHSENHOFER, Montanuniversität Leoben, Institut für Geowissenschaften, A-8700 Leoben, Österreich; Dr. MAX BICHLER, Atominstytut der österreichischen Universitäten, Schüttelstraße 115, A-1020 Wien.

4. Bituminöse Gesteine des Jura .....	471
4.1. Scheibelbergkalk .....	471
4.2. Bächental Schichten .....	471
4.2.1. Bächental-Schichten des locus classicus .....	471
4.2.2. Bächental-Schichten des Grünbachgrabens .....	472
4.3. Lias-Epsilon-„Ölschiefer“ .....	472
4.4. Allgäuschichten .....	472
4.5. Klentnitzer Schichten .....	472
5. Bituminöse Gesteine der Kreide .....	472
5.1. Roßfeld Schichten .....	472
5.2. Kainacher Gosau .....	472
5.3. Gosau der Nördlichen Kalkalpen .....	473
5.3.1. Gosau von Brandenburg .....	473
5.3.2. Gosau von Unterlaussa .....	473
5.4. Helvetikum .....	473
5.5. Rhenodanubische Flyschzone .....	473
5.5.1. Ofterschwanger Schichten .....	474
6. Tertiäre bituminöse Gesteine .....	474
6.1. Häringer Schichten .....	474
6.2. Deutenhausener Schichten .....	475
6.3. „Lattorf-Fischschiefer“ .....	475
6.4. Egerien-Schlier (Obere Puchkirchner Serie) .....	475
6.5. Alginit der Hochriegelschichten .....	475
6.6. Alginit-Indikation von Mataschen .....	475
7. Schlußfolgerungen und Vorschläge für weiterführende Untersuchungen .....	475
Dank .....	475
Tafeln 1–3 .....	475
Literatur .....	482

### Zusammenfassung

In Ergänzung zu Datenmaterial, das von unserer Arbeitsgruppe in früheren Berichten bzw. Veröffentlichungen dokumentiert und z.T. interpretiert wurde (SOLTI et al., 1987, 1989; KODINA et al., 1988; LOBITZER et al., 1988; EBLI et al., 1991), werden hier weitere Ergebnisse sedimentologischer, paläontologischer und geochemischer Untersuchungen österreichischer bituminöser und/oder kerogenreicher Gesteine des Paläozoikums, Mesozoikums und Tertiärs mitgeteilt. Unser bisheriges Untersuchungspaket umfaßt i. a. folgende Analytikschritte: Mineralphasenanalyse, chemische Analyse inklusive Spurenelemente, z.T. Mikrofäziesanalyse, Soxhlet-Bitumenextrakte sowie gelegentlich Analytik der Bitumenfraktionen. Weiters wurden zum Teil Bestimmungen des  $C_{org}$ - und S-Gehaltes durchgeführt sowie vereinzelt auch Rock-Eval-Pyrolyse zwecks Maturitätsbestimmung, letztere unterstützt durch Inkohlungsuntersuchungen. Vereinzelt Isotopenuntersuchungen wurden im Hinblick auf  $\delta^{13}C_{org}$ ,  $\delta^{13}C_{bit}$  und  $\delta^{13}C_{carb}$  durchgeführt.

Insbesondere werden Analytikdaten in tabellarischer Form von folgenden Formationen präsentiert: Unterdevonischer Rauchkofelkalk des Cellon-Profiles (Karnische Alpen); anisischer Gutensteiner Kalk; Karn: Göstlinger Schichten, Opponitzer Schichten, südalpine Raibler Schichten; Nor: nord- und südalpine Seefelder Schichten des Hauptdolomits; nord- und südalpine Kössener Schichten; Alpine Lias-Epsilon-Schiefer: „Bächental Schichten“; Kainacher Gosau; Rhenodanubische Flyschzone des Salzburger Alpenvorlands; alttertiäre Häringer Schichten; Eger-Schlier der oberösterreichischen Molassezone.

Die Seefelder Schichten des Profils Nördlinger Hütte zeigen Kerogen des Typs I-II, wobei die meisten Proben immatur sind. Die Spurenelemente B, Ba, Co, Mo, Ni, Sr, V sind im bituminösen Hauptdolomit häufig angereichert.

Die Bächental Schichten des Lias Epsilon sind am locus classicus im Sinne der Kohlenwasserstoff-Maturität unreif; dies belegt sowohl die Rock Eval Pyrolyse, die Kerogen-Typ I ausweist, als auch Inkohlungsuntersuchungen, welche zeigen, daß die Kohlenreste das Glanzbraunkohlenstadium noch nicht erreicht haben. Zahlreiche Spurenelemente zeigen erhöhten Background, insbesondere B, Ba, Co, Cr, Cu, Ga, Mo, Ni, Pb, Sr, V, Y und Zr. Auch die Bächental Schichten des Grünbachgrabens zeigen Kerogen-Typ I sowie erhöhte Spurenelement-Gehalte.

Die bisherigen Untersuchungsergebnisse erweisen kein Vorkommen österreichischer bituminöser bzw. kerogenreicher Gesteine bergwirtschaftlich – etwa als Erz für seltene Metalle – als interessant. Besonders hingewiesen werden muß jedoch auf die traditionelle Nutzung in der pharmazeutischen und kosmetischen Industrie sowie auf die nichttraditionellen Nutzungsoptionen des „Alginit“ sensu JAMBOR & SOLTI, 1975 (siehe z.B. SOLTI et al., 1994).

### Néhány ausztriai bitumenes és kerogéndús képződmény fácies és geokémiai vizsgálata

#### Összefoglalás

Kiegészítésként korábbi jelentésekhez és publikációkhoz (SOLTI et al., 1987, 1989; KODINA et al., 1988; LOBITZER et al., 1988; EBLI et al., 1991) jelen munkában a paleozoikum, a mezozoikum, és a terciár bitumenes és/vagy kerogéndús ausztriai kőzetek szedimentológiai, őslénytani és geokémiai vizsgálati adatai kerülnek közreadásra. A kutatás az alábbi vizsgálati fajtákat ölelte fel: ásványfáziselemzés, vegyelemzések, beleértve a nyomelemeket is, részben mikrofäzieselemzés, Soxhletbitumenkivonatokat, valamint alkalmanként a bitumenfrakciók elemzése. Végeztünk továbbá  $C_{org}$ - és S-tartalom meghatározásokat is, valamint az érettség megállapítására szórványosan Rock-Eval pirolízist és szénülési vizsgálatokat is. A  $\delta^{13}C_{org}$ ,  $\delta^{13}C_{bit}$  és  $\delta^{13}C_{carb}$  meghatározására szórványos izotópvizsgálatok történtek.

Táblázatosan az alábbi formációk elemzési adatai kerülnek bemutatásra: az alsó-devon Rauchkofeli Mésző a Cellon-hegy szelvényéből (Karni Alpok); az anisusi Gutensteini Mésző, a karni göstlingi és opponitzi rétegek, a délalpi raibli rétegek, az észak- és délalpi nóri Földolomit Formációba tartozó seefeldi rétegek, az észak- és délalpi Kösseni Formáció, a „bächentali rétegek“ az alpi liász epszilon-pala, a kainachi gosau rétegei, a kora-tercier häringi rétegek, valamint a felsőausztriai molassz-zóna egri slirje.

A „Nördlinger Hütte“ szelvényének seefeldi rétegei I-II típusú kerogént tartalmaznak, miközben a legtöbb minta éretlen. A nyomelemek közül bitumenes Földolomitban rendszerint a B, a Ba, a Co, a Mo, a Ni, a Sr, és a V dúsul.

A locus classicusként ismert bächentali-rétegek anyaga a szénhidrogén-érettség tekintetében éretlen. Ezt tanúsítja mind a Rock-Eval pirolízis, amely I. típusú kerogént mutatott ki, mind pedig a szénülési-fok vizsgálat, amelyek szerint a szenesedett növénymaradványok a fényes (zsíros) barnaköszén-stádiumot még nem érték el. Számos nyomelem – különösképpen a B, a Ba, a Co, a Cr, a Cu, a Ga, a Mo, a Ni, az Pb a Sr, a V, az Y és a Zr megemelkedett koncentrációt mutat. A bächentali rétegek grünbachgrabeni előfordulása is I. típusú kerogént tartalmaz és nyomelemekben is számottevően dúsult.

Az eddigi vizsgálati eredmények azt igazolják, hogy az ausztriai bitumenes, illetve kerogéndús előfordulások bányászati szempontból elhanyagolhatók. Ritkafémrcként történő felhasználhatóságuk külön értékelést igényel. A gyógyszer-kozmetikai ipar hasznosítja, de JAMBOR & SOLTI (1975) értelmezése szerinti „alginit” nem hagyományos felhasználási lehetőségei (SOLTI et al., 1994) felárthatlanok.

## Facies and Geochemical Analysis of some Bituminous and Kerogene-rich Formations in Austria

### Abstract

As an addition to the former reports and studies published by SOLTI et al. (1987, 1989), KODINA et al. (1988), LOBITZER et al. (1988), EBLI et al. (1991) in the present paper the sedimentological, paleontological and geochemical data of the Paleozoic, Mesozoic and Tertiary bituminous and/or kerogene-rich rocks of Austria are discussed. The investigations include the following types of analyses: mineral phase analysis, chemical analysis including trace elements, partly microfacies analysis, Soxhlet bitumen extractions, and occasionally the analysis of bitumen fractions. Moreover, we performed determinations for the  $C_{org}$  and S contents, and for defining the maturation also Rock-Eval-pyrolysis was carried out sporadically. These latter are justified by the coalification studies. Also sporadic isotope analyses were carried out for  $^{13}C_{org}$ ,  $^{13}C_{bit}$  and  $^{13}C_{carb}$  determination.

On the tables the analytical data of the following formations are shown: the Lower Devonian Rauchkofel Limestone from the Cellon section (Karnian Alps), the Anisian Gutenstein Limestone, the Carnian Göstling and Opponitz beds, the South-Alpine Raibl beds, the North- and South-Alpine Seefeld beds from the Norian Hauptdolomit Formation, the North- and South-Alpine Kössen beds, the "Bächtental beds" (Alpine Lias Epsilon shale), the Kainach Gosau beds, the Rhenodanubian Flysch Zone of Salzburg, the Early Tertiary Häring beds and the Egerian schlier of the Upper Austrian Molasse zone.

The Seefeld beds of the "Nördlinger Hütte" section contain kerogene of types I-II, while most of the samples are immature. In the bituminous Hauptdolomit generally the following trace elements are enriched: B, Ba, Co, Mo, Ni, Sr, and V.

The material of the Bächtental beds from the locus classicus, is immature as for the hydrocarbon maturity. This is proved by both the Rock-Eval pyrolysis that indicated kerogene type I, and the analyses of coalification degree according to which the coalified plant remains had not reached the subbituminous (bright) brown coal stage. Several trace elements, especially the B, Ba, Co, Cr, Cu, Ga, Mo, Ni, Pb, Sr, V, and Zr, indicate elevated concentration. Also the Grünbachgraben occurrence of the Bächtental beds contain kerogene type I, and is enriched significantly in trace elements.

The results of investigations so far indicate that the bituminous and kerogene-rich occurrences are negligible from the points of view of mining. Their utilization as source of rare metals requires a separate study. It is utilized by the pharmaceutical and cosmetic industry but for alginite sensu JAMBOR & SOLTI (1975) there are non-traditional possibilities of utilization (SOLTI et al., 1994).

## 1. Einleitung

Diese Veröffentlichung beruht auf den Ergebnissen von Geländearbeiten, die überwiegend im Rahmen der protokollarischen österreichisch-ungarischen geowissenschaftlichen Zusammenarbeit durchgeführt wurden; den logistischen und finanziellen Hintergrund bildete vor allem das Rohstoffprojekt ÜLG 19 „Aufsuchung von Alginit in Österreich“. Weiters konnten zahlreiche Feldbefunde in einer Kooperation der Geologischen Bundesanstalt Wien mit dem Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry, Moskau, erarbeitet werden, bzw. basieren nicht zuletzt auf gemeinsamen Exkursionen mit den im „Dank“ begrüßten Kollegen. Ergänzende Geländebegehungen und ein Teil der geochemischen Analytik wurde im Rahmen des IGCP-Projekts 254 „Metalliferous Black Shales“ durchgeführt.

Die vielfältigen Proben-Auswertungen im Labor bzw. am „Grünen Tisch“ wurden von verschiedenen Instituten durchgeführt, wobei die Quelle der Information in den Tabellen jeweils klar aufgezeigt wird. Ein Teil der geplanten Untersuchungen steht noch aus und sie sollen bei späterer Gelegenheit dargestellt werden. Ergänzende Ergebnisse organisch-geochemischer Untersuchungen sowie der Rock Eval Pyrolyse sind ebenso einer gesonderten Studie vorbehalten. Für die zusammenfassende Interpretation der Ergebnisse zeichnet der österreichische Projekt-Koordinator (H. LOBITZER) verantwortlich, ebenso für die geologischen, insbesondere faziellen Beschreibungen und Diskussionen.

## 2. Bituminöse Gesteine des Paläozoikums

### 2.1. Rauchkofelkalk, Devon der Karnischen Alpen

Eine Probe aus dunkelgrauem, beim Anschlagen leicht bituminös riechenden Rauchkofelkalk der Cellonetta-Rinne im Plöckenpaßgebiet erweist sich als do-

Tabelle 1.  
Chemische Analysen der wichtigsten Oxide [Gew.-%].  
Wegen des z. T. erhöhten Anteils an organischen Substanzen wurden Fe- und +H<sub>2</sub>O nicht analysiert.

Lokalitäten	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	+H <sub>2</sub> O	-H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S <sup>1</sup>	SO <sub>3</sub>	GV**)	Org.
Rauchkofelkalk, Cellonetta	25,7	0,06	1,23	0,43	0,033	0,033	36,0	2,96	<0,01	0,25		<0,02		0,49	0,70	0,27	32,2	
Opponitzer Schichten, Stiegegraben	10,63	0,22	3,43	1,51	0,019	0,019	44,4	1,34	0,16	1,28		0,36	34,78	0,04	0,70	0,27	35,92	0,78
Göstlinger Schichten, laminiert, Göstling	16,28	0,53	5,92	2,37	0,021	0,021	26,2	10,03	0,32	1,75		0,50	29,39	0,11	0,22	<0,01	36,74	6,85
Schwarze Göstlinger Mergel, Göstling	12,2	0,04	0,59	0,48	0,014	0,014	45,7	1,87	0,05	0,13		0,02	37,52	0,03	0,15	<0,01	38,89	1,35
Göstlinger Schichten, kieselig, laminiert, Scheiblinggraben	54,0	0,08	1,90	1,54	0,094	0,094	18,7	2,12	0,15	0,39		0,26	16,88	0,07	0,33	<0,01	20,76	3,62
Schwarze Göstlinger Mergel, Scheiblinggraben	14,3	0,08	0,39	0,44	0,03	0,03	45,70	0,72	0,04	0,06		0,10	36,30	0,04	0,15	<0,01	37,83	1,43
Gutensteiner Kalk, Scheiblinggraben	3,62	0,11	0,51	0,22	0,007	0,007	52,2	0,84	0,03	0,11		0,14	41,73	0,04	0,09	<0,01	42,37	0,50
Leckkogelschichten, locus classicus	2,21	0,03	0,54	0,90	1,37	1,43	50,5	1,75	0,12	0,10	<0,02	0,06	41,8	0,217	0,40	<0,02		
Aflenzler Karn., locus classicus	53,3	0,57	21,2	3,28	2,81	0,057	2,08	2,52	0,44	5,03	6,09	0,91	1,17	0,074				
Südalpine Raibler Schichten, Rubland	6,30	0,03	2,19	0,64	0,011	0,011	29,4	17,0	0,01	0,61		0,02		0,03			42,8	

Tabelle 2.  
Spektralanalytische Untersuchungsergebnisse der Spurenelementgehalte [ppm].

Lokalitäten	Ag	As	B	Ba	Be	Bi	Co	Cr	Cu	Ga	La	Mo	Mn	Ni	Pb	Sb	Sn	Sr	Ti	V	W	Y	Zn	Zr	Cd
Rauchkofelkalk, Cellonetta	<0,4	<600	25	100	<6	<16	<4	40	40	4	4	<6	16	16	16	<60	<6	1000	25	<60	<60	<60	<100	<100	<100
Opponitzer Schichten, Stiegengraben	<0,4	<600	16	250	<6	<16	6	25	40	16	16	<6	40	40	<6	<60	<6	600	25	<60	<60	<60	<100	<100	<100
Göstlinger Schichten, laminiert, Göstling	<0,4	<600	40	250	<6	<16	6	60	100	25	25	<6	60	60	<6	<60	<6	400	100	<60	<60	<60	<100	<100	<100
Schwarze Göstlinger Mergel, Göstling	<0,4	<600	<16	100	<6	<16	4	25	16	4	4	<6	40	40	<6	<60	<6	1600	16	<60	<60	<60	<100	<100	<100
Göstlinger Schichten, kieselig, laminiert*)	<0,4	<600	25	400	<6	<16	4	60	40	6	60	<6	40	40	10	<60	<6	600	100	<60	<60	<60	<100	<100	<100
Schwarze Göstlinger Mergel*)	<0,4	<600	<16	100	<6	<16	<4	25	40	<4	<4	<6	16	16	<6	<60	<6	1000	16	<60	<60	<60	<100	<100	<100
Gutensteiner Kalk*)	<0,4	<600	<16	250	<6	<16	<4	4	16	<4	<4	<4	<4	9	<6	<60	<6	4000	10	<60	<60	<60	<100	<100	<100
Leckkogelschichten, locus classicus									14					4	13								15	<1	<1
Aflenzler Karn, locus classicus									39					50	10								95		
Südalpine Raibler Schichten, Rubland	<0,4	<600	<16	1000	<6	<16	4	4	16	<4	6	6	16	16	<6	<60	<6	250	10	<60	<60	<60	100	<100	<100

\*) Scheiblinggraben

lomitischer Kalkstein mit erheblicher kieseliger Komponente (27 % Quarz), 4 % Illit sowie 1 % Pyrit.

Der erwartungsgemäß geringe Bitumengehalt von 0,166 % setzt sich aus 7,1 % gesättigten und 13,7 % aromatischen Kohlenwasserstoffen sowie 37,4 % Harz und 38,0 % Asphalt zusammen.

Die chemische Analyse der wichtigsten Oxide sowie die Spurenelement-Verteilung ist Tab. 1 und 2 zu entnehmen.

## 2.2 Bituminöse Gesteine im Permoskyth der Nördlichen Kalkalpen

Während bituminöse Horizonte in den Bellerophon-schichten der Südalpen – insbesondere im italienischen Anteil – sehr häufig sind, kennen wir diesbezüglich aus den Nördlichen Kalkalpen nur einige wenige Mitteilungen, die immer mit der Evaporitfazies des Alpen Haselgebirges in Verbindung stehen (PETRASCHECK, 1947; SCHAUBERGER, 1986). Stinkdolomite sind – ähnlich wie in den norddeutschen Zechstein-Evaporitgesteinsfolgen – auch in den kalkalpinen Salzlagerstätten typische Glieder eines infolge spezieller Faziesbedingungen modifizierten Staßfurt-Zyklus. Nach SCHAUBERGER (1986) kann das Stinkdolomitische Grausalzgebirge (Anhydritdolomit) in Hallstatt einen bis zu 2,5 % ansteigenden Bitumengehalt aufweisen. Eine von uns untersuchte Probe (Taf. 3, Fig. 1) aus dem Maria Theresia-Stollen weist nur sehr geringen Gehalt an  $C_{org}$  (0,13 %) auf, jedoch 1,27 %  $S_{tot}$ . Nach KLAUS (in SCHAUBERGER, 1986) zeigt das stinkdolomitische Grausalz von Hallstatt allerdings eine Mikroflora, die eine Einstufung in Oberskyth bis Anisbasis nahelegt. SCHAUBERGER (1986) erwähnt auch einen Gehalt von 1,78 % organischer Substanz (Bitumen) im Schwarzen Salzton, der nach PETRASCHECK (1947) durch seinen Gehalt an Melnikowit und Ammoniak als ehemaliges Sapropel gekennzeichnet ist.

## 3. Bituminöse Gesteine der Trias

Sieht man von der reichen Literatur über die Seefelder Schichten im hangenden Anteil des Hauptdolomits ab, finden sich nur relativ wenige veröffentlichte analytische Daten über bituminöse Gesteinshorizonte verschiedener stratigraphischer Horizonte der ostalpinen Trias Österreichs (weiterführende Literatur in BITTERLI, 1962; KÖSTER et al., 1988; KÖSTER, 1989; LOBITZER et al., 1988; POLESCHINSKI, 1989; SOLTI et al., 1989).

### 3.1. Gutensteiner Schichten

Bituminöse Lagen sind in den verschiedenen Varietäten der Gutensteiner Schichten keine Seltenheit und nehmen in mehreren Profilabschnitten, so z.B. im Pelson des Goldaugrabens bei Göstling erhebliche Ausdehnung an. Eine eventuelle Faziesgebundenheit kerogenreicher Horizonte im Profil ist allerdings noch weitgehend unbekannt. Ebenso wurde von uns dem gelegentlich bituminös entwickelten Annaberger Kalk (charakterisiert bei TOLLMANN [1976]) – einer lithologisch vom Gutensteiner Kalk abtrennbaren dickbankigeren und etwas helleren Sonderausbildung – bislang kein Augenmerk geschenkt.

#### 3.1.1. Gutensteiner Kalk

TATZREITER & VÖRÖS (1991) weisen auf die abschnittsweise erhebliche Bitumenführung in den klassischen pelsonischen (Anis) Profilen von Großreifling hin; nähere Untersuchungen dieses Materials stehen aus. Auch der Gutensteiner Kalk des locus classicus weist nicht selten bemerkenswerten bituminösen Geruch auf und erweist sich im Schliff überwiegend als relativ crinoidenreicher Biomikrit. Eingehendere Untersuchungen in organisch-geochemischer Hinsicht stehen von beiden Lokalitäten noch aus. Eine Probe aus dem bituminös riechenden Gutensteiner Kalk des Scheiblinggrabens bei Großreifling wurde chemisch analysiert (Tab. 1, 2).

#### 3.1.2. Gutensteiner Dolomit

Es ist allgemein bekannt, daß der Gutensteiner Kalk bzw. Dolomit an nicht wenigen Lokalitäten beim Anschlagen einen mehr oder weniger leichten und sich meist rasch verflüchtigenden bituminösen Geruch aufweist. Die von uns untersuchte Probe einer „mergeligen“ Zwischenlage aus dem Gutensteiner

Dolomit des Goldaugrabens bei Göstling weist einen  $C_{org}$ -Gehalt von 0,84 % auf, das sind 8,7 % des Gesamtkohlenstoffgehaltes von 9,61 %. Der Schwefelgehalt ist mit 0,062 % gering; 0,045 % sind in 2 molarer HCl unlöslich. Der Soxhlet-Extrakt beträgt 0,027 %.

### 3.2. Wettersteinkalk

Bituminös riechende Partien sind mancherorts dem lagunären Wettersteinkalk und auch Wettersteindolomit eigen. So sind etwa am Raxplateau, z.B. in der weiteren Umgebung des Habsburg-Hauses, den lagunären Algen-Bankkalken, die von *Teutloporella herculea* sowie Solenoporaeeen dominiert werden, beim Anschlagen mit dem Hammer recht selten leicht bituminös riechende schwarze Birdseye-Kalke zwischengeschaltet. Der Gehalt an organischen Substanzen (64 ppm Bitumen) und der unlösliche Rückstand (0,1 %) ist darin sehr gering; ihre  $^{13}C_{org}$ -Isotope (-26,4 %) bzw.  $^{13}C_{bit}$  (-27,6 %) wurden von Frau KODINA untersucht.

### 3.3. Bituminöse Gesteine des Karn

Bituminöse Schwarzschiefer des Cordevol, Jul und Tuval der Nördlichen und Südlichen Kalkalpen, die in der Literatur mit verschiedenen Namen bedacht werden, sind in mehreren tektonischen Einheiten anzutreffen. Im Gelände sind gute Aufschlüsse der häufig feinklastisch entwickelten Gesteine jedoch aufgrund der weichen und daher meist von Grasland geprägten Morphologie nur selten gut aufgeschlossen und brauchbare Aufschlüsse beschränken sich meist auf frische Böschungsanrisse. Die nicht selten kerogenreichen Reingrabener und Lunzer Schichten harren noch der Bearbeitung.

#### 3.3.1. Göstlinger Schichten

Bituminös riechende, rhythmisch im mm-Bereich schwarz/beige gebänderte kieselige, ±dolomitische, wohl allodapische Kalk-Lagen, meist von geringen Mächtigkeiten im dm-, selten im m-Bereich, sind gebietsweise in der Lunzer Fazies den hangenden Reiflinger Schichten eingeschaltet; sie werden von LIPOLD (1864) als Göstlinger Schichten bzw. von TOLLMANN (1976) als Göstlinger Kalk bezeichnet und von letzterem näher faziell charakterisiert. Wir betrachten die Göstlinger Schichten als Sedimente einer distalen Turbiditfazies und stehen somit im Gegensatz zur Deutung als Sturmflutsedimente („Konturite“). MOSTLER & SCHEURING (1974) setzen sich ergänzend dazu mit deren Palynormorphen und Mikrofauna auseinander. Wir haben die sehr wahrscheinlich cordevolischen Göstlinger Schichten an zwei Lokalitäten studiert, einerseits an den Straßenaufschlüssen beim Gasthof Kögerwirt in Richtung Göstling am Ausgang des Steinbachgrabens (Aufschlußfoto in TOLLMANN [1976, p. 125]) sowie im Scheiblinggraben bei Großreifling. Die Ergebnisse chemischer Untersuchungen sind in Tab. 1 und 2 dokumentiert. Die  $C_{org}$ -Gehalte bewegen sich in einer Größenordnung von 1,13–1,34 %, während der  $S_{tot}$ -Gehalt zwischen 0,262 und 4,8 % offensichtlich stark schwankt. Auch die Soxhlet-Extrakte sind zwischen 0,034–1,152 % stark schwankend. Die Rock-Eval-Pyrolyse zeigt für die Göstlinger Schichten am locus classicus Kerogen-Typ II-III bzw. Typ II im Scheiblinggraben.

Mikrofaziell erklärt sich der hohe  $SiO_2$ -Gehalt zwangslos aus dem Reichtum an kieselschaligen Fossilien, insbesondere an Radiolarien und auch Kieselschwamm-Elementen.

#### 3.3.2. Jägerhauskalk

Bituminösen Geruch weist auch der schwarzgraue Jägerhauskalk auf, der in isolierten Blöcken im Wald unweit des aufgelassenen Ausfluggasthauses Jägerhaus bei Baden bemustert werden kann. Aufgrund der ungenügenden Aufschlußverhältnisse ist eine fazielle Einbindung dieses wohl cordevolischen Colospongienkalks nur bedingt möglich. Es erscheint jedoch sehr wahrscheinlich, daß der spongienführende Anteil der Leckkogel-Schichten ein altersgleiches (und fazielles?) Äquivalent des Jägerhauskalks darstellt, wobei DULLO & LEIN (1982) letzteren für ein Sediment einer Intra-Plattform-Beckenentwicklung halten.

Eine Untersuchung des zweifellos sehr geringen organischen Anteils steht noch aus und könnte u.U. zusätzliche Hinweise auf das Palaeoenvironment liefern.

#### 3.3.3. Leckkogelschichten

Auch die Leckkogelschichten des locus classicus im Dachsteingebiet weisen beim Anschlagen z.T. erheblichen bituminösen Geruch auf. Spongien-führende Partien sind allerdings keineswegs häufig.

Eine Faziesinterpretation der Leckkogelschichten durch DULLO & LEIN (1982) zielt auf eine Tieferwasser-Entwicklung (etwa im Bereich des oberen Slope); mit dieser Deutung kann sich der federführende österreichische Autor durchaus anfreunden. Die chemischen Analysen sind Tab. 1 und 2 zu entnehmen.

#### 3.3.4. Opponitzer Schichten

Die lithologisch sehr vielfältig entwickelten Opponitzer Schichten, die von TOLLMANN (1976) sowie von HINTEREGGER (Unveröff. Dissertation Univ. Wien, 1979) charakterisiert werden, zeigen im Stiegengraben bei Lunz auch drei leicht bituminöse kalkmergelige Zwischenlagen von hellbrauner Farbe. Diese dürften den schlämbaren Lagen entsprechen, aus denen KRISTAN-TOLLMANN (in TOLLMANN, 1976) eine Ostracoden-Faunula vorstellte.

Der Chemismus ist Tab. 1, 2 zu entnehmen. Die Gehalte an  $C_{org}$  (0,57 %) und  $S_{tot}$  (0,9 %) sind recht gering. Die Rock-Eval-Pyrolyse weist für die kerogenführenden Lagen Kerogen-Typ II aus. Das Soxhlet-extrahierte Bitumen beträgt 0,113 %. Illit stellt die Tonmineralfraktion dar.

Im Schlift zeigen die bituminösen Opponitzer Kalke des Stiegengrabens einen geflaserten Peloiden-Ostracodenkalk bzw. einen sehr feinkörnigen Peloidenkalk; organische Partikel von gelber Farbe sind selten.

KOLLMANN (1964) erwähnt stark bituminös riechenden, 10–30 m mächtigen schwarzen Dolomit der Opponitzer Schichten (Tuval) im Rauchkogelgraben.

#### 3.3.5. Südalpine Raibler Schichten

KRAUS (1969) erwähnt bituminöse Lagen in den Raibler Schichten des Drauzugs unweit von Rubland. Der hangende stromatolithische Dolomit ist dickbankig entwickelt, zeigt graue bis braungraue Farbe und riecht beim Anschlagen bituminös. Das Soxhlet-Extrakt weist 0,21 % Bitumen auf, wobei 6,7 % aus gesättigten, 12,6 % aus aromatischen Kohlenstoffen besteht sowie 35,5 % Harze und 42,4 % Asphaltene.

Die röntgendiffraktometrische Analyse zeigt folgende mineralogische Zusammensetzung: 86 % Dolomit, 8 % Kalzit, 3 % Illit sowie je 1 % Montmorillonit, Quarz und Amphibol (?). In der chemischen Analyse (Tab. 1 und 2) sind vor allem die erhöhten Gehalte an Ba und K auffällig.

Tabelle 3.  
Chemische Analysen der wichtigsten Oxide [Gew.-%] von ausgewählten Proben der Seefelder, Bächental- und Häringer Schichten.

Lokalitäten	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	GV <sub>tot.</sub>	H <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	S <sub>tot</sub>
Unnastollen	9,71	0,25	2,66	0,81	0,28	0,015	31,1	1,87	0,05	0,80	47,6	0,12	0,16	4,00	
Mittereggstollen	26,2 18,9	0,56 0,25	6,99 6,17	1,74 2,02	1,00 0,43	0,026 0,029	19,7 22,4	6,29 8,13	0,17 0,10	2,13 1,98	33,9 34,6	0,20 0,32	0,10 0,10	3,87	
Nördlinger Hütte	2,90 12,8	0,13 0,30	1,47 3,73	0,35 0,76	0,28 0,28	0,008 0,019	44,2 25,3	4,69 4,34	0,01 0,04	0,27 1,01	41,9 46,2	0,06 0,22	0,05 0,07	5,40 4,71	
Wiestal	4,29	0,09	1,79	0,76		0,014	42,12	7,29	0,15	0,44	42,94	0,30	0,09	0,10	0,33
Bächental	38,5 44,2	0,43 0,38	7,82 7,31			0,682 0,890	13,6 19,6	1,44 1,60	0,39 0,38	1,20 1,09	31,6 14,4	1,08 1,30	0,13 0,07	4,26	
Grünbachgraben	49,79 43,90	0,40 0,35	6,19 4,59	4,08 3,71		0,409 0,596	11,90 16,36	1,36 1,15	0,36 0,32	0,82 0,63	23,31 26,87	2,70 1,60	0,22 0,19	0,31 0,15	2,52 2,44
Häringer Schichten, locus classicus	7,34	0,08	1,28	0,21	0,31	0,027	42,2	3,03	0,03	0,08	42,8	0,22	0,02	0,83	

\*) Glühverlust total

Erwähnt werden soll auch EBERHARD (1984), der über ein Vorkommen von sterilen, stinkenden Kalken in den Raibler Schichten im Fenster von Nüziders in Vorarlberg berichtet.

### 3.3.6. Aflenzer Karn

Im Karn des Aflenzer Profils befindet sich eine markante Schwarzschiefer-Lage, die an der Mautstraße zur Aflenzer Bürgeralm auf ca. 1450 m SH aufgeschlossen ist. Die geochemische Zusammensetzung ist den Tabellen 1 und 2 zu entnehmen, während <sup>13</sup>C<sub>org</sub> -23,2 % PDB aufweist. Schlecht erhaltene Reste von Lamellibranchiaten konnte F. STOJASPAL der Familie Nuculanidae zuordnen.

## 3.4. Seefelder Schichten (Hauptdolomit-Formation)

Moderne Studien über die Seefelder Schichten im hangenden Anteil des Hauptdolomits wurden in jüngster Zeit unter Einbeziehung organisch-petrologischer und -geochemischer Methoden von FRIES et al. (1987), KÖSTER et al. (1988), KÖSTER (1989), KODINA et al. (1988), LOBITZER et al. (1988) und POLESCHINSKI (1989) bekanntgemacht. Hinsichtlich der faziellen und stratigraphischen Position dieser oftmals extrem organisch-reichen Gesteine sind vor allem die auf regionaler Kartierung beruhenden Ergebnisse von BRANDNER & POLESCHINSKI (1986) sowie POLESCHINSKI (1989) von Bedeutung.

JANDA & SCHROLL (1959) berichten über Bor-Gehalte von zwei schwarzen Ölschieferproben aus den Seefelder Schichten, wobei eine Probe aus Seefeld, Revier Ankerschlag, stammt, die andere aus dem Woschackgraben bei Bleiberg-Kreuth.

### 3.4.1. Die Seefelder Schichten des klassischen Gebietes

Wesentliche neue Daten verdanken wir der Arbeit von POLESCHINSKI (1989). Zum einen gelang ihm eine biostratigraphische Einstufung der Seefelder Schichten im klassischen Gebiet mit Hilfe von Conodonten und Heterastridien. Die Seefelder Schichten sind demnach in das „Mitteinor“, nämlich die obere *postera*-Subzone d.h. Mittel-Alaun zu stellen. Damit muß die in LOBITZER et al. (1988) vorgenommene stratigraphische Zuordnung der Seefelder Schichten in den Bereich Ober-Alaun/Unter-Sevat vermutlich revidiert werden! Außerdem lieferte die flächendeckende Kartierung des Seefelder Gebietes neue Aspekte zur Stellung der Seefelder Schichten innerhalb der Hauptdolomit Formation und der faziellen/paläogeographischen Beziehungen zu den Kössener Schichten und zum Plattenkalk. Ein weiterer wesentlicher Beitrag ist die Unterscheidung einer Beckenrand- und einer proximalen Beckenfazies innerhalb der Seefelder Schichten, die im Detail mikrofaziell gegliedert werden (POLESCHINSKI, 1989).

Weiters ist es nun möglich, die bisher aufgrund mangelnder Kenntnis der regionalgeologischen Verhältnisse paläogeographisch nicht einordenbaren isoliert entnommen Proben durch unsere Arbeitsgruppe (KODINA et al., 1988; LOBITZER et al., 1988; SOLTI et al., 1989) in einen vernünftigen geologischen Rahmen einzubauen. Ausgewählte chemische Analysen sind in den Tabellen 3 und 4 dokumentiert.

### 3.4.2. Die Seefelder Schichten von Wiestal

Die bituminösen Partien im Hauptdolomit an der Lokalität Wiestal unweit von Hallein, sind seit der Arbeit von GORJANOVIC-KRAMBERGER (1905) als Fossilagerstätte von fossilen Fischen bekannt; zuletzt widmete VOGELTANZ (1969) diesem Aufschluß eine moderne paläökologische Studie.

Die Ergebnisse unserer chemischen Untersuchungen sind den Tabellen 3 und 4 zu entnehmen. Der C<sub>org</sub>-Gehalt der kerogenreicheren Partien ist mit 2,76 % durchaus ansehnlich, wie auch der S<sub>tot</sub>-Gehalt mit 0,882 % sowie der Soxhlet-Extrakt von 0,191 %.

### 3.4.3. Die Seefelder Schichten des Hahntennjochs

KÖSTER (1989) und KÖSTER et al. (1988, 1989) sind eingehende Studien der z.T. tonig-mylonitischen Seefelder Schichten des Hahntennjochs in Tirol zu verdanken. Auch unsere Analysen erbrachten z.T. spektakulär hohe  $C_{org}$ -Werte, insbesondere aus tonig-mylonitischen Partien (10,7 %  $C_{org}$ ; 2,58 %  $S_{tot}$ ), während in den üblichen Seefelder Schiefer 2,19 %  $C_{org}$  und 1,14 %  $S_{tot}$  gemessen wurden.

### 3.5. Kössener Schichten

Die Kössener Schichten weisen sowohl an zahlreichen Lokalitäten der Nördlichen als auch der Südlichen Kalkalpen beim Anschlag erheblichen bituminösen Geruch auf. In Ungarn laufen zur Zeit sogar Untersuchungen hinsichtlich technologischer Nutzungsoptionen von stark an organischen Substanzen angereicherten Partien. Eine Studie der nicht selten bituminösen Geruch aufweisenden Kössener Schichten des Kammerköhralm/Steinplatte-Gebietes wurde von KRISTAN-TOLLMANN et al. (1991) veröffentlicht. Ergänzende organisch-geochemische Untersuchungen werden in BRUKNER-WEIN et al. (1994) mitgeteilt.

#### 3.5.1. Die Kössener Schichten des Gailbergsattel-Profiles

Beruhend auf den Angaben von SCHÖNLAUB (1985) führten LOBITZER et al. (1988) und SOLTI et al. (1989) eine erste Analyse der bituminösen Kössener Schichten nördlich des Gailbergsattels in Kärnten durch. Ergänzend dazu wurden die Spurenelement-Gehalte von 10 Proben untersucht, wobei insbesondere die sehr hohen Gehalte von bis zu 600 ppm Ba sowie bis zu >4000 ppm Sr auffällig sind. Die Ergebnisse werden an anderer Stelle dargestellt werden.

## 4. Bituminöse Gesteine des Jura

Kerogenreiche Gesteine des Jura sind in Österreich vergleichsweise von erheblicher Bedeutung. Zum einen stellen die Lias-Ölschiefer von Bächtental den zur Zeit einzigen aktiven Ölschiefer-Abbau in Österreich dar; andererseits scheint den oberjurassischen Klentnitzer Schichten die Hauptrolle als Erdölmuttergestein des Wiener Beckens zuzukommen.

### 4.1. Scheibelbergkalk

Im klassischen Gebiet am Scheibelberg nördlich der Kammerköhralm/Steinplatte (Tirol/Salzburg) gehen die beim Anschlag bituminös riechenden Kössener Schichten wohl ohne Hiatus in mikritische schwarze Bankkalk mit Hornstein des Hettang über, die KLEBELSBERG (1935) sowie spätere Autoren für eine leicht bituminöse hornsteinführende Sonderfazies der Kössener Schichten erachteten. BRUKNER-WEIN et al. (1994) widmete dem organischen Anteil eine Studie; der  $C_{org}$ -Gehalt (0,15 %) sowie des  $S_{tot}$  (0,059) ist extrem gering.

An anderen Lokalitäten, so z.B. im Profil von Gaissau (WENDT, 1971), folgt Scheibelbergkalk ebenso über karbonatischen und bituminös riechenden Kössener Schichten, hangend gefolgt von der Lias-Rotkalkentwicklung der Adneter Schichten.

### 4.2. Bächtental Schichten

Die Bächtental Schichten des Lias Epsilon wurden von uns an zwei Lokalitäten eingehend untersucht und zwar am locus classicus im Achenseegebiet und im Grünbachgraben am Untersbergfuß in Salzburg.

#### 4.2.1. Bächtental Schichten des locus classicus

In den Bächtental Schichten des locus classicus im Karwendelgebirge befindet sich zur Zeit der einzige Ölschieferabbau Österreichs. Da sich einige Arbeiten ausführlich mit diesen Lias-Ölschiefern aus verschiedener Perspektive befassen und nur einige wenige neue Daten von unserer Seite vorliegen, darf auf folgende Literatur verwiesen werden: BITTERLI (1962), KODINA et al. (1988), LOBITZER et al. (1988), SOLTI et al. (1989).

Tabelle 4  
Spektralanalytische Untersuchungsergebnisse der Spurenelementgehalte [ppm] von ausgewählten Proben der Seefelder, Bächtental- und Härringer Schichten.

Lokalitäten	Ag	As	B	Ba	Be	Bi	Co	Cr	Cu	Ga	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	Sr	V	W	Y	Zn	Zr
Unnastollen	-	-	25	250	<6	-	<4	16	25	4	25	25	10	-	-	1600	60	-	<60	-	-
Mittereggstollen	-	-	40	250	<6	-	<4	10	25	4	16	<1,6	16	-	-	600	40	-	<60	-	-
Nördlinger Hütte	-	-	60	400	<6	-	10	40	60	16	<6	100	6	-	-	2500	60	-	<60	-	<100
Wiestal	<0,4	<600	16	250	<6	<16	6	6	40	6	<6	60	<6	<60	<6	600	16	<60	<60	<100	<100
Bächtental	-	-	100	600	<6	-	16	60	160	25	60	100	60	-	-	1000	250	-	160	-	250
Grünbachgraben	<0,4	<600	60	1000	<6	<16	25	25	100	10	6	40	25	<60	<6	1600	160	<60	<60	<100	250
Härringer Schichten (loc. class.)	-	-	<16	160	<6	-	<4	10	160	<4	<6	<1,6	60	-	-	1600	<4	-	<60	-	<100

Ein Handstück aus dem Sprenggut des Bächtental-Ölschieferabbaus zeigt eine ca. 1 mm dicke kohlige Lage. Nach den Untersuchungen durch SACHSENHOFER handelt es sich dabei um einen Xylit, wobei die Innenreflexe auf geringe Inkohlung hinweisen. Diese Annahme wird durch die folgenden an Phlobaphaniten bestimmten Reflexionsdaten unterstützt:

Mittlere Vitrinitreflexion Rr: 0,27 %

Standardabweichung: 0,02

Meßpunkte: 50

Eine geringe Beeinflussung des Reflexionsvermögens durch Bitumen ist nicht auszuschließen. Die Kohlenprobe hat aber sicherlich das Glanzbraunkohlenstadium noch nicht erreicht. Im Sinne der Kohlenwasserstoff-Maturität ist die Probe als unreif zu bezeichnen. Erstaunlich ist jedoch der sehr geringe Reflexionswert, der noch einer Interpretation bedarf.

Auch die Rock-Eval-Pyrolyse erweist die Bächtental Schichten des locus classicus als unreif im Sinne der KW-Maturität; es konnte Kerogen-Typ I nachgewiesen werden. Die  $^{13}\text{C}_{\text{org}}$ -Werte liegen zwischen -29,8 und -31,6 ‰ PDB, während die  $^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ -Werte von -1,7 bis -3,2 ‰ PDB reichen. Zahlreiche Spurenelemente (Tab. 3 und 4) zeigen z.T. auffällig erhöhten Background.

#### 4.2.2. Bächtental Schichten des Grünbachgrabens

Aus den Bächtental Schichten des Grünbachgrabens, die zuletzt von KODINA et al. (1988) sowie SOLTI et al. (1989) eine Bearbeitung erfuhren, wird hier auf Taf. 2 eine Radiolarien-Fauna des Lias Epsilon dokumentiert (det. DOSZTÁLY). Auch die Bächtental Schichten des Grünbachgrabens zeigen Kerogen-Typ I. Auffällig sind vor allem die Gehalte einiger Spurenelemente: Ba: 1000 ppm, V: 160 ppm, Zr: 250 ppm. Erheblich ist auch der Gehalt an  $\text{C}_{\text{org}}$  (4,57 %) und  $\text{S}_{\text{tot}}$  (2,95 %) in dieser Probe; weitere chemische Analysen in Tabelle 3 und 4. Und die Soxhlet-Extrakte gehören mit 0,277 bzw. 0,365 % zu den höchsten bislang gewonnenen.

### 4.3. Lias-Epsilon-Ölschiefer („Unkener Schiefer“ sensu EBLI, in EBLI et al. [1991])

Aus der Unkener Mulde wurden von EBLI (1989) zwei Profile von stratigraphisch gut einstuftbaren Ölschiefern bekanntgemacht und deren Foraminiferenfauna und Nanoflora beschrieben. In der Zwischenzeit wurden unter Leitung von O. EBLI unter Mitarbeit unserer Arbeitsgruppe weitere Daten erarbeitet (Mineralogie,  $^{13}\text{C}$ -Isotope,  $\text{C}_{\text{org}}$ -Gehalte, Palynologie), die in der Arbeit von EBLI et al. (1991) dargestellt werden.

#### 4.4. Allgäuschichten

In den Kalkalpen haben die Allgäuschichten im Steiniger Bach-Profil ein relativ hohes KW-Bildungspotential; doch sind sie aufgrund geringer Reife und terrestrisch beeinflussten Ausgangsmaterials dort nicht als Erdölmuttergestein zu bezeichnen (JACOBSHAGEN, 1965).

#### 4.5. Klentnitzer Schichten

Überwiegend mergelige Sedimente in Beckenfazies von Oberjura (Oxford-Tithon)-Alter repräsentieren nach LADWEIN (1988) das mit Abstand wichtigste Erdölmuttergestein des Wiener Beckens. In erwähnter Arbeit werden die faziellen Beziehungen und organische Geochemie der als Klentnitzer Schichten bezeichneten Gesteine eindrucks-

voll dargelegt. Ergänzend dazu darf auf TOLLMANN (1985) verwiesen werden, wo in bewährter Weise die wichtigsten diesbezüglichen Literaturdaten zusammengestellt und kommentiert sind. Wir haben zwar Probenmaterial von Straßenaufschlüssen unweit Ernstbrunn aufgesammelt, diese aber aufgrund der umfassenden kürzlich erfolgten Darstellung (o.c.) nicht bearbeitet.

KIESL et al. (1990) bearbeiteten eine Mergelprobe „karbonatischer Schwarzschiefer“ des Oxford aus der tiefsten Aufschlußbohrung der ÖMV AG Zistersdorf PT 2A, die in 8552,1 m Tiefe gekernt wurde, in geochemischer Hinsicht, wobei der Schwerpunkt auf der Verteilung der Spurenelemente, insbesondere der Seltenen Erden, lag.

Eine moderne biofazielle Analyse der unteren Klentnitzer Schichten der mährischen Waschbergzone wurde von STRANIK et al. (1991) durchgeführt.

## 5. Bituminöse Gesteine der Kreide

Über bituminöse Gesteine der ostalpinen Kreide sind nur recht wenige Untersuchungen bekannt gemacht worden, obwohl ihnen eine relativ große Verbreitung zukommen dürfte. Mächtige Mergelschiefer-Folgen in der Kainacher Gosau waren der ÖMV AG sogar eine Kernbohrung wert (KRÖLL & HELLER, 1978). Weiters sind bituminöse bzw. kerogenreiche Gesteine in verschiedenen stratigraphischen Horizonten der Gosau der Nördlichen Kalkalpen keine Seltenheit und es dürfte ihnen sehr wahrscheinlich auch eine entscheidende Funktion bei der „Reifung“ der Karstbauxit-Lagerstätte Unterlaussa mit bituminösen Hangendschichten zukommen (HABERFELNER, 1951; RUTNER & WOLETZ, 1957); eine ähnliche Situation dürfte mancherorts auch in Brandenburg (SCHULZ, 1952) auftreten. Wir sind jedoch diesen interessanten möglichen genetischen Verknüpfungen bislang nicht nachgegangen. Weiters sind wir nun auch in der Lage, erste Daten zu Schwarzschiefer-Einschaltungen in der Rhenodanubischen Flyschzone Salzburgs zu berichten, die auf den Profilaufnahmen von EGER (1989, 1990) aufbauen.

### 5.1. Roßfeld Schichten

R. SACHSENHOFER verdanken wir erste Ergebnisse von Inkohlungsstudien an Kohlepartikeln der Roßfeld Schichten des Lackbachprofils. Eine Darstellung ist an anderer Stelle vorgesehen.

### 5.2. Kainacher Gosau

Bituminöse Gesteine in der Kainacher Gosau fanden einerseits als Baustein Verwendung (ZIRKL, 1981), andererseits erregten sie auch das Interesse der Erdölindustrie im Hinblick auf eventuelle kohlenwasserstoffreiche „Ölschiefer“, was zur Abteufung der Kernbohrung Afling 1 führte (KRÖLL & HELLER, 1978). Aufbauend auf den grundlegenden Untersuchungen von GRÄF (1975) und EBNER et al. (1983), befaßte sich auch unsere Arbeitsgruppe mit bituminös riechenden Karbonatgesteinslagen (KODINA et al., 1988; LOBITZER et al., 1988; SOLTI & LOBITZER, 1989). Die Ergebnisse unserer Untersuchungen sind in BODROGI, EBNER et al. (1994) niedergelegt, während SIEGL-FARKAS et al. (1994) die Pollen- und Sporen-Spektren der Bitumenmergel der Kainacher Gosau ebenfalls stratigraphisch auswerten. Es scheint unbedingt vonnöten zu sein, die in Ungarn gepflegte Pollen-Stratigraphie der Oberkreide einer Revision zu unterziehen, da die stratigraphische Auswertung nicht im Einklang zur Ammoniten-, Foraminiferen- und



Nannofossil-Stratigraphie steht und die Palynomorphen vermutlich stets eine zu junge stratigraphische Einstufung ergeben.

### 5.3. Gosau der Nördlichen Kalkalpen

Bituminöse Einschaltungen sind aus zahlreichen Gosau-Vorkommen Österreichs bekanntgemacht worden. So werden etwa von PLÖCHINGER et al. (1964) bituminöse Mergelzwischenlagen in der Gosau der Lokalität Plomberg, Station Billroth, bei St. Gilgen am Wolfgangsee, erwähnt. Auch aus der Gosau der Gießhübler Mulde werden geringmächtige Bitumenkalk-Lagen des O-Santon/U-Campan NE von Sittendorf beschrieben. KOLLMANN et al. (1964) berichten über bituminöse Partien im Gosaubecken von Gams, wie z.B. braungraue, stark bituminöse Kalke mit Pflanzenresten des Obersanton am Akogel sowie über mit bituminösen Stoffen durchtränkten Gagat.

#### 5.3.1. Gosau von Brandenburg

Bereits in der älteren Literatur finden bituminöse Gesteine in der Gosau von Brandenburg in Tirol wiederholte Erwähnung (z.B. KATSCHTHALER, 1935). SCHULZ (1952) macht eingehend auf diverse bituminöse Karbonatgesteinslagen aufmerksam. So berichtet er z.B. über oberantone bituminöse Mergel mit Kohleschmitzen auf der Zöttachalm, während in der Weißbach-Ausbildung bituminöse Mergel des UnterCampan angetroffen werden. HERM (1977) setzte sich mit der Fazies und Stratigraphie bituminöser, kohlig-flaseriger „Stinkkalke“ der Brandenberger Gosau auseinander und kam zum Schluß, daß diese in einem brackischen Milieu bei deutlicher mariner Beeinflussung entstanden. Die jüngste Bearbeitung der Brandenberger Gosau verdanken wir LEISS (1990).

#### 5.3.2. Gosau von Unterlaussa

HABERFELNER (1951) und RUTTNER & WOLETZ (1957) berichten über bituminöse Karbonate im Hangenden der Bauxite von Unterlaussa. Der  $C_{org}$ -Gehalt ist mit 2,25 % ganz erheblich, während  $S_{tot}$  mit 0,111 % gering ist.

Die Liegendserie der Weißwasser Gosau in den Weyerer Bögen stellt eine Wechselfolge von Mergeln, mergeligen Sandsteinen mit Kohleflözchen sowie gelegentlichen bi-

tuminösen Kalklagen dar; es soll sich um limnisch-brackische Sedimente handeln.

### 5.4. Helvetikum

Nach KUCKELKORN et al. (1990) stellen die Wangschichten (Campan/Maastricht) des Helvetikums durchaus ein potentielles Erdölmuttergestein dar; in den Allgäuer Alpen sind sie der einzige Schichtkomplex mit wesentlichem KW-Bildungspotential.

Die wohl ebenso organisch-reichen Gerhardsreiter Schichten des Maastricht des Salzburger Alpenvorlands – etwa von Mattsee – wurden noch nicht näher untersucht.

### 5.5. Rhenodanubische Flyschzone

In der Rhenodanubischen Flyschzone wurden für die vorliegende Arbeit zwei Profile neu beprobt:

Der erste Aufschluß befindet sich an der Nordflanke des Buchberges bei Mattsee, am äußersten Nordrand der Rhenodanubischen Flyschzone. Hier treten in einem Grabeneinschnitt dunkelgraue bis schwarze Tonsteine und einzelne dünne Lagen von grünen bioturbaten Tonsteinen auf. Eingeschaltet in diese Pelitabfolge sind Bänke und Linsen von allothigenen Konglomeraten. EGGER (1989, 376) interpretiert diese Abfolge als marginalen Flysch, der in einem nach Süden abfallenden Hangbereich abgelagert wurde. Die beiden untersuchten Tonsteinproben wiesen  $C_{org}$ -Gehalte von 0,86 Gew.-% bzw. 1,14 Gew.-% auf. Die Schwefelgehalte lagen bei 0,360 Gew.-% bzw. 0,115 Gew.-%. Aufgrund von reichen Pollenfloren konnten diese Gesteine ins Alb eingestuft werden (det. I. DRAXLER).

Der zweite im Rhenodanubischen Flysch (Penninikum) beprobte Aufschluß befindet sich ca. 10 km nördlich der Stadt Salzburg und wurde erstmals von EGGER (1990, 148ff; Aufschluß B in Abb. 1) beschrieben. Dominierend sind dort Schlammturbidite (hellgraue siltige Mergel), die nur selten an ihrer Basis noch Feinsandstein erkennen lassen. Die Mächtigkeit der einzelnen Resedimentlagen liegt zwischen 0,2 m und 1,6 m. Die vorherrschenden Boumasequenzen sind  $T_{de}$  und  $T_e$ , nur selten treten  $T_{cde}$  und  $T_{bcde}$  auf. Aufgrund von reichen Foraminiferen-

faunen (det. Dr. M. BUBIK, Brno) und Nannoplanktonfloren erfolgte eine stratigraphische Einstufung in den Grenzbereich Paleozän/Eozän (Foraminiferenzone: frühe P6; Nannoplanktonzone: späte NP9).

Mit scharfen Kontakten von diesen karbonatreichen Schlammturbiditen abgetrennt kommen im untersuchten Profil dunkelgraue bis schwarze Tonsteine vor, die als das nichtturbiditische hemipelagische Sediment interpretiert werden. Ihre Mächtigkeiten liegen zwischen 0,05 m und 0,4 m. Aufgrund eines hohen Pyritgehaltes

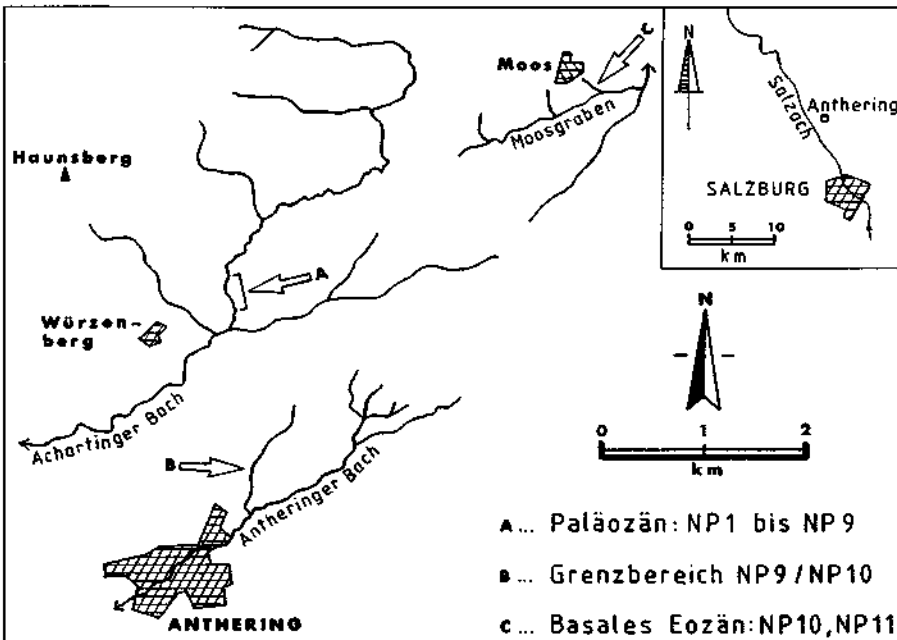


Abb. 1. Lageskizze von Aufschlüssen im alltertiären Flysch des Salzburger Flachgauer.

Tabelle 5.  
Schwarze Tonsteinproben aus dem Paläozän von Anthering (ppb).  
Die mit einem Sternchen (\*) versehenen Elemente können Meßfehler im Bereich von 5 % REI. aufweisen, alle anderen 10 %, wenn nicht anders angegeben.  
Analytik: Spurenelemente M. BICHLER; C<sub>org</sub>/S<sub>tot</sub>: P. KLEIN.

Probe	Mächtigkeit	C <sub>org</sub>	S <sub>tot</sub>	Ce*	Yb	Se	Th*	Cr*	Hf	Ba	Nd	Zr	Cs*	Ni	Tb	Rb	Fe*	Zn	Sc*	Co*	Ta	Eu	Sb
S1b/91	30 cm	0,95	2,35	61	1,9	3,8	10	151	4,2	367	17	155	8,1	39±20%	0,64	128	4,85	111	19	12	0,93	0,92	0,98
S2 /91	42 cm	-	-	73	2,5	1,9	9,5	135	4,3	295	23	187	7,8	75	0,65	121	5,34	161	21	28	0,96	1,4	1,0
S3 /91	37 cm	0,86	1,08	75	2,6	2,2	8,8	137	4,5	328	28	155	7,1	117	0,92	115	5,45	167	22	50	1,0	1,6	0,9
S4 /91	35 cm	0,95	2,35	76	2,3	2,7	8,9	142	4,5	341	28	187	6,8	83	0,8	114	6,23	156	22	36	1,0	1,6	0,9
S5 /91	32 cm	-	-	62	2,0	3,4	8,4	127	4,1	294	19	174	7,1	59	0,62	114	5,34	129	20	27	0,98	1,24	0,87
S6b/91	27 cm	0,93	1,35	72	2,5	2,2	10,8	134	6,4	535	25	192	7,4	69	1,2	128	5,90	146	23	27	1,3	1,3	1,1

wittern diese Gesteine meist rostig an und manchmal blühen infolge der Sulfidverwitterung auch Gipskristalle auf der Gesteinsoberfläche aus. Der durchschnittliche Gehalt (5 Proben) an organischem Kohlenstoff beträgt 0,94 Gew.-%, der Schwefelgehalt derselben Proben liegt bei 2,12 Gew.-%. Der fehlende Karbonatgehalt belegt eine Ablagerung dieser Tonsteine unterhalb der lokalen Kalzitkompensationstiefe, es tritt daher auch kein kalkiges Plankton in diesen Gesteinen auf. Nach den Untersuchungen von M. BUBIK treten aber auch keine benthonischen Organismen auf, lediglich pyritisierte Steinkerne von Kieselalgenresten (*Triceratium* sp., *Coscinodiscus?* sp.) wurden beobachtet. Die Ablagerung dieser Sedimentgesteine erfolgte vermutlich im anaerobischen Bereich. Bemerkenswert ist diese Fazies vor allem deswegen, weil im Rhenodanubischen Flysch die Hemipelagite in der Oberkreide und im Paläozän üblicherweise grüne oder manchmal auch rote Farben aufweisen; auch belegen dort Bioturbationsflecken und oft reiche Benthosfaunen aerobische Ablagerungsbedingungen.

Ein dritter Typ von Pelitgesteinen im Antheringer Profil wird von dünnen (max. 0,02 cm) weißen, krümelig zerreibbaren Bentonitlagen gebildet. Die Röntgendiffraktometeraufnahmen, welche dankenswerter Weise von E. KIRCHNER (Salzburg) gemacht wurden, belegen aus diesen 13 Lagen sogar reinen Montmorillonit (s. EGGER, 1989, 383), sodaß eine Herleitung aus Aschentuffen wahrscheinlich ist. Altersgleiche Lagen sind aus dem Gurnigel-Flysch in der Schweiz beschrieben (s. WINKLER et al., 1985); bisher unbekanntes Vorkommen konnten von EGGER in den Gosauablagerungen des Untersbergvorlandes westlich von Salzburg nachgewiesen werden (BICHLER & EGGER, in Vorbereitung).

Dieser kurzfristige intensive Vulkanismus im ausgehenden Paleozän liefert auch eine mögliche Erklärung für das Auftreten von Schwarzschiefern im Paleozän, die, soweit bisher bekannt ist, nur gemeinsam mit den Aschenlagen auftreten: vermutlich führte die vulkanische Aktivität zu einer stark erhöhten Planktonproduktivität im oberen Teil der Wassersäule. Die Oxidation des dadurch verstärkt anfallenden organischen Materials führte andererseits am Meeresboden schließlich zur Ausbildung anoxischer Bedingungen (z.B. WETZEL, 1991, 509).

An einigen Proben aus der Rhenodanubischen Flyschzone von Anthering wurden am Atominstitut der österreichischen Universitäten Spurenelement-Aktivierungsanalysen (Tab. 5) nach folgender Methodik durchgeführt: Die Proben wurden bei 105°C getrocknet, in einer Achtscheibenschwingmühle gemahlen und zu je etwa 100 mg in SUPRA-SIL-Quarzröhrchen (6 mm Durchmesser) eingewogen. Diese Ampullen wurden durch Abschmelzen verschlossen. Die Aktivierung erfolgte im Reaktor des Forschungszentrums Seibersdorf bei einem Neutronenfluß von  $7 \times 10^{13} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  für eine Bestrahlungsdauer von ca 100 Stunden. Gemeinsam mit den Proben wurden Standard Referenzmaterialien aktiviert. In diesem Fall:

NBS SRM 1633A Coal Fly Ash	SARM 1 Granit
CANMET Reference Soil SO-1	SARM 5 Pyroxenit
BCR No 142 Light Sandy Soil	ATI Standard Cerbara

Die Messung erfolgte nach einer Abklingzeit von 20 Tagen. Für die Gammaskopie kam ein 100 cm<sup>3</sup> Reinstgermaniumdetektor mit 30 % Ausbeute in Verbindung mit einem Vielkanalanalysator auf PC-Basis zum Einsatz.

### 5.5.1. Ofterschwanger Schichten

KW-Maturitäts-Untersuchungen sind nach unserem Wissen aus der österreichischen Flyschzone noch nicht veröffentlicht worden. Vermutlich sind die zu erwartenden Ergebnisse nicht allzu vielversprechend und auch KUCKELKORN et al. (1990) erachten die Erdöl-Muttergesteinseigenschaften der Ofterschwanger Schichten des Cenomans im bayerischen Rhenodanubischen Flysch als von geringer Qualität.

## 6. Tertiäre bituminöse Gesteine

### 6.1. Häringer Schichten

Bituminöse Lagen bzw. Brennschiefer sind im Oligozän des Mergelbruchs der Perlmöoser Zementwerke am Pölven bei Bad Häring seit alters wohl bekannt und animierten SANDER (1921, 1922) zu grundlegenden Studien österreichischer bituminöser Gesteine. Eine moderne Bearbeitung in sedimentologischer, palynologischer und nannopaläontologischer Hinsicht verdanken wir SCHNABEL & DRAXLER (1976), unter Mitarbeit von STRADNER. Unsere vorläufigen Ergebnisse sind bei KODINA et al. (1988), LOBITZER et al. (1988) sowie SOLTI & LOBITZER (1989) festgehalten. Die von uns eruierten C<sub>org</sub>-Gehalte von 2,13 bzw. 6,4 % sind beachtlich, während S<sub>tot</sub> eher geringere Werte (0,41 bzw. 1,0 %) zeigt.

## 6.2. Deutenhausener Schichten

Wir verdanken Univ.-Doz. W. RESCH, Innsbruck, den Hinweis auf organisch-reiche Mergelschiefer, die zu den Deutenhausener Schichten der Vorarlberger Molassezone zu rechnen sind. Laut mündlicher Aussage von RESCH zeigen Foraminiferen Hinweise auf allerunterstes Oligozän. Wir beprobten einen damals sehr schlechten Aufschluß, der bergwärts bei der Brücke gelegen ist, an der Straße von Dornbirn zum Bödele. Unsere bisherigen Untersuchungen beschränken sich auf  $C_{org}$ -Gehalt und einen Test auf Nannofossilien. Es zeigt sich, daß sowohl der  $C_{org}$ -Gehalt (0,45 %), als auch  $S_{tot}$  (0,227 %) sehr gering ist. STRADNER teilt dazu folgendes mit: Die Probe zeigt ein schlecht erhaltenes Spektrum von umgelagerten Kreide-Taxa mit *Braarudosphaera* sp., *Watznaueria barnesae*, *Cyclagelosphaera reinhardtii*, *Micula staurophora*, *Micula murus*, *Arkhangelskiella cymbiformis* und *Eiffellithus* sp.

## 6.3. „Lattorf-Fischschiefer“

Durch das freundliche Entgegenkommen der Fa. Rohöl A.G., Wien, konnten wir unter der Anleitung von Dr. L. WAGNER im Kerndepot Pettenbach mehrere Proben aus verschiedenen Faziesbereichen organisch-reicher „Lattorf-Fischschiefer“ aus Bohrungen in der oberösterreichischen Molassezone, entnehmen. Die Ergebnisse unserer Untersuchungen stehen jedoch derzeit noch aus.

## 6.4. Egerien-Schlier (Obere Puchkirchner Serie)

Traditionellerweise fand in Oberösterreich Schlier für die Bodenverbesserung bzw. „Düngung“ in der Landwirtschaft Verwendung. Dabei wurde in erster Linie der Kalziumgehalt im Boden erhöht, aber es werden auch magere Böden durch die Tonkomponente bindiger und damit besser wasserhaltend. Zusätzlich wird jedoch durch den Schlier auch eine bemerkenswerte organische Komponente eingebracht. Unsere Daten stammen vom Eger-Schlier des östlichen Mühlviertels. Auffallend sind die  $C_{org}$ -Gehalte, die von 0,96 %–2,38 % reichen, während die  $S_{tot}$ -Gehalte vergleichsweise gering sind (0,11 bis 1,54 %) und – wie die Schlammproben zeigen – an Pyrit gebunden sind. Eine Darstellung des Schliers des östlichen Mühlviertels ist an anderer Stelle vorgesehen.

## 6.5. Alginit der Hochriegelschichten

Da dem bislang einzigen in Österreich bekannten Vorkommen von Alginit sensu JÁMBOR & SOLTI (1975) in Weingraben bei Oberpullendorf im Burgenland eine eigene Arbeit in dieser Jubiläumsschrift gewidmet wird (SOLTI et al., 1994) und erst kürzlich die Palynoflora dieses mittelmiozänen Vorkommens von DRAXLER & ZETTER (1991) monographisch beschrieben sowie auch das Vorkommen selbst von BACHMAYER et al. (1991) umfassend dargestellt wurde, darf hier von einer Wiederholung dieser Daten abgesehen werden.

## 6.6. Alginit-Indikation von Mataschen

DRAXLER et al. (1994) geben eine monographische Darstellung dieser bereits am ersten Tag der Alginit-Prospektion in Österreich durch SOLTI gefundenen Indikation von Alginit sensu JÁMBOR & SOLTI (1975). Eine erste Dokumentation dieser *Botryococcus*-führenden Papierschiefer des

Pannon D/E in Mataschen bei Fehring wurde bereits bei SOLTI et al. (1987), LOBITZER et al. (1988) und SOLTI & LOBITZER (1989) niedergelegt.

## 7. Schlußfolgerungen und Vorschläge für weiterführende Untersuchungen

Moderne geologische und geochemische Untersuchungen von nicht kommerziell genutzten bzw. als Erdölmutergestein verdächtigten kerogenreichen bzw. bituminösen Gesteinen stehen in Österreich noch in der Anfangsphase und sind im wesentlichen bislang auf die Seefeld-, Bächental- und die Klentnitzer Schichten beschränkt. Aus derzeitiger Sicht ist nicht anzunehmen, daß auch nur einem der bisher bekannten und nicht ohnehin genutzten Vorkommen in nächster Zukunft technologische Bedeutung zukäme.

Dennoch erscheinen weitere Untersuchungen in verschiedener Hinsicht interessant und empfehlenswert, insbesondere im Hinblick auf genetische Fragestellungen dieser „Sonderfazies“ (KUKAL, 1990), aber auch vom Gesichtspunkt der Event-Stratigraphie und Paläogeographie bzw. Paläoklimatologie. Besonderes Interesse kommt dabei geochemischen Untersuchungen zu, wobei sowohl der Art und Menge der organischen Substanzen, als auch den Spurenelementen – insbesondere den „organophilen“ Schwermetallen – besonderes Augenmerk geschenkt werden sollte. Diese Fragen können nur in einer interdisziplinären Zusammenarbeit von (traditioneller) Feldgeologie, Fazieskunde, Nanno/Mikro- und Makropaläontologie, Palynologie, Mineralogie und organischer Petrologie sowie organischer bzw. anorganischer Geochemie einer Lösung näher gebracht werden.

Konkret ist an eine systematische österreichweite Probenahme und Profilaufnahme in allen Formationen zu denken, die bituminöse s.l. Sedimentglieder einschließen sowie an ein der jeweiligen Fragestellung adäquat abgestuftes Analytik-Paket an diesen Proben.

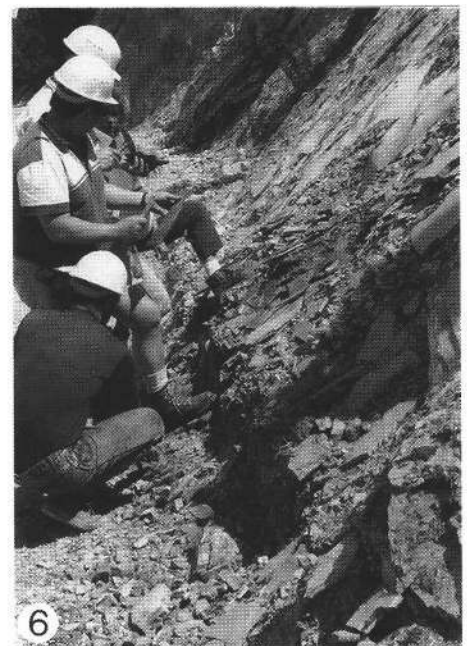
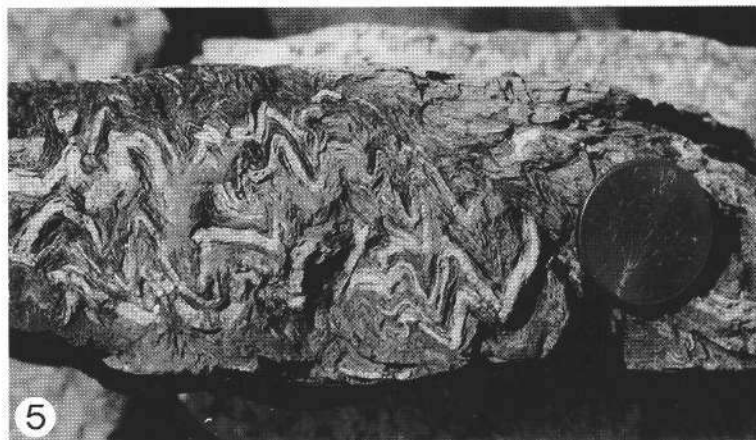
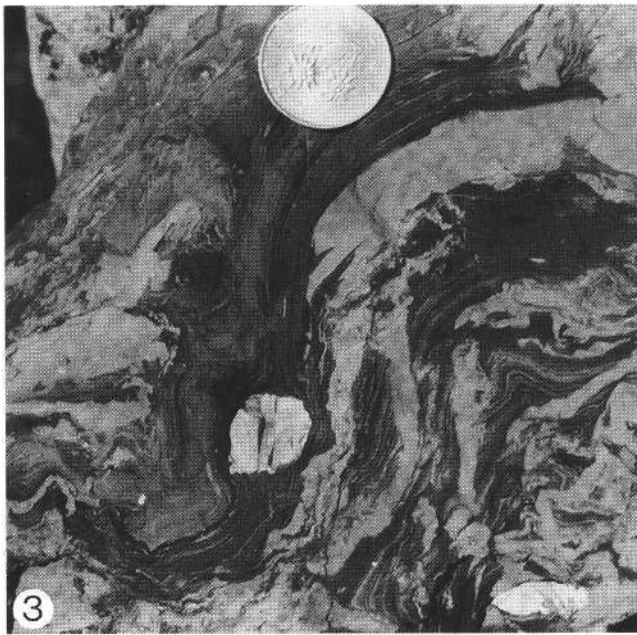
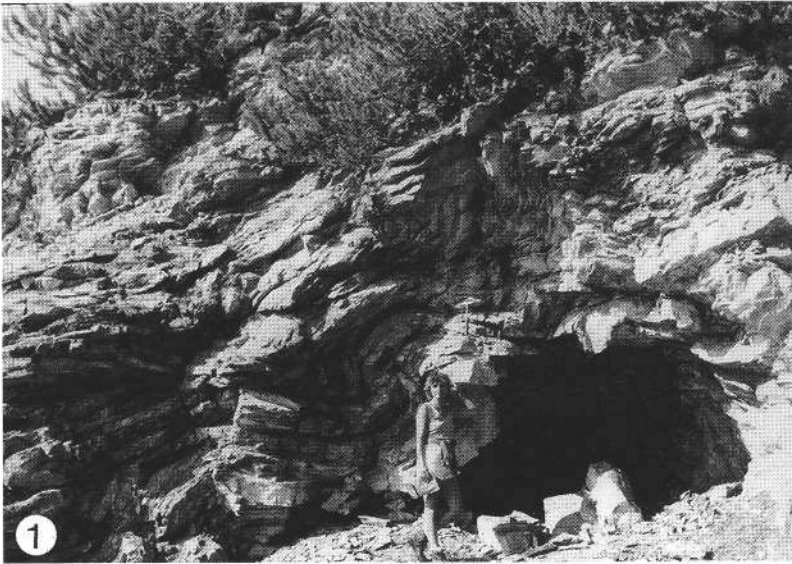
Von großem Interesse wäre ferner eine Untersuchung von Bodenprofilen über ausgewählten Vorkommen von Ölschiefern s.l., die sich vergleichsweise reich an toxischen Spurenelementen zeigen. Diese Untersuchungen sind als Entscheidungsbasis unerlässlich, ob punktuell geomedizinische Untersuchungen empfohlen werden sollen, wie z.B. die Untersuchung von Wässern und Pflanzen(aschen) im Hinblick auf deren Gehalte an toxischen Schwermetallen sowie u.U. eventuell auch auf karzinogene organische Verbindungen.

## Dank

Die Geländearbeiten zu diesem Zwischenbericht wurden zu einem erheblichen Teil im Rahmen des Rohstoffprojekts ÜLG 19 „Aufsuchung von Alginit in Österreich“ sowie im Kontext der Begleitenden Grundlagenforschung der Geologischen Bundesanstalt durchgeführt. Die Möglichkeit zu dieser Zusammenarbeit auf breiter Basis verdanken wir in erster Linie dem fördernden Interesse der Leitung folgender Institutionen: Geologische Bundesanstalt Wien; Ungarisches Geologisches Institut Budapest; Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry, Russian Academy of Sciences, Moscow.

Dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (Projekt P 8310-GE0 „Verbindung Flyschzone Alpen-Karpaten“, Projektleitung Dr. Wolfgang SCHNABEL, GBA Wien) wird für einen finanziellen Zuschuß gedankt, der Geländearbeiten von L.A. KODINA in der österreichischen Flyschzone ermöglichte.



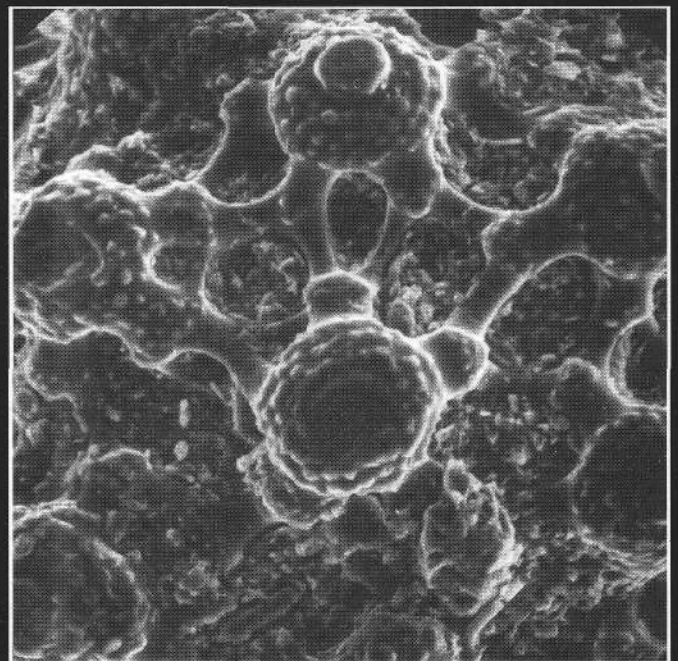
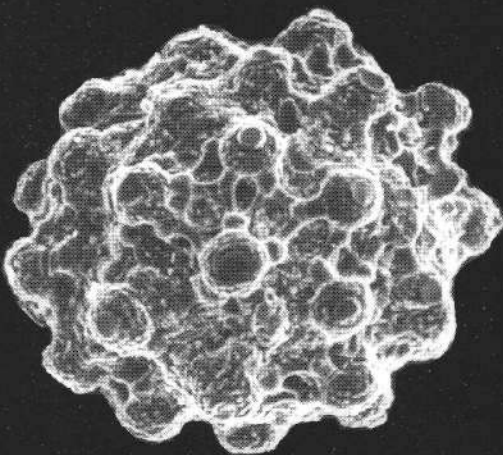
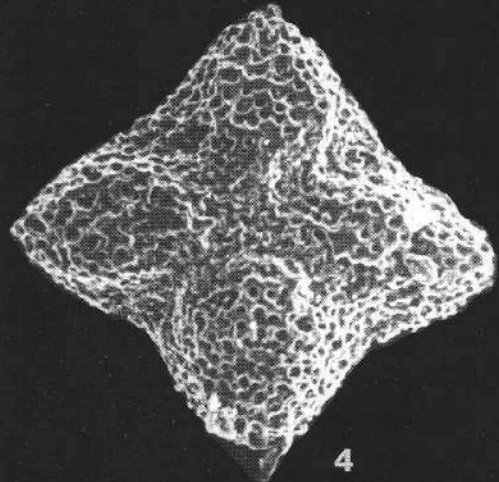
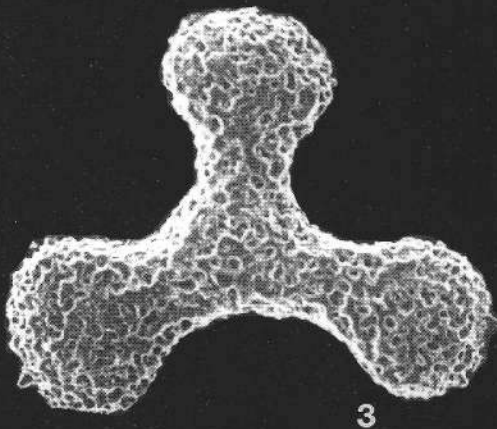
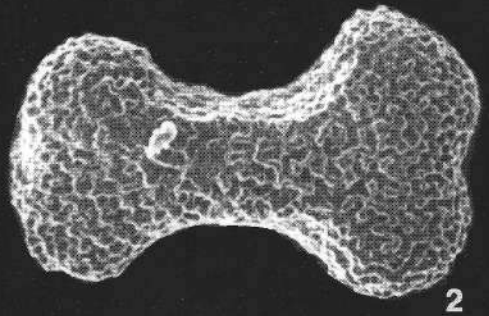
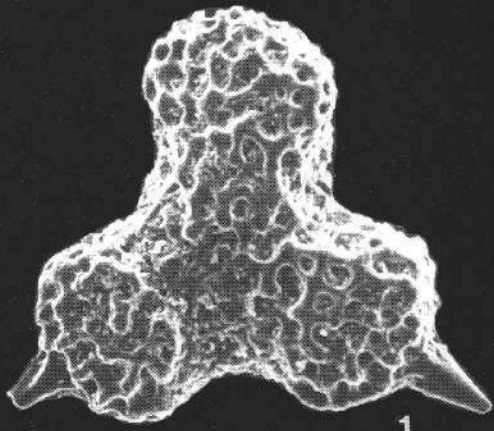


## Tafel 2

### Radiolarien des Lias Epsilon (Bächental-Schichten) des Grünbachgrabens

- Fig. 1: *Paronaella* aff. *grahamensis* CARTER  
260× vergr.
- Fig. 2: *Amphibrachium phantomensis* CARTER  
200× vergr.
- Fig. 3: *Paronaella* sp.  
200× vergr.
- Fig. 4: *Spongostaurus* sp.  
260× vergr.
- Fig. 5: *Praeconocaryomma immodica* PESSAGNO & POISSON  
a: 320× vergr.  
b: 860× vergr.

Photos: Frau TAKACS, MAFI Budapest.

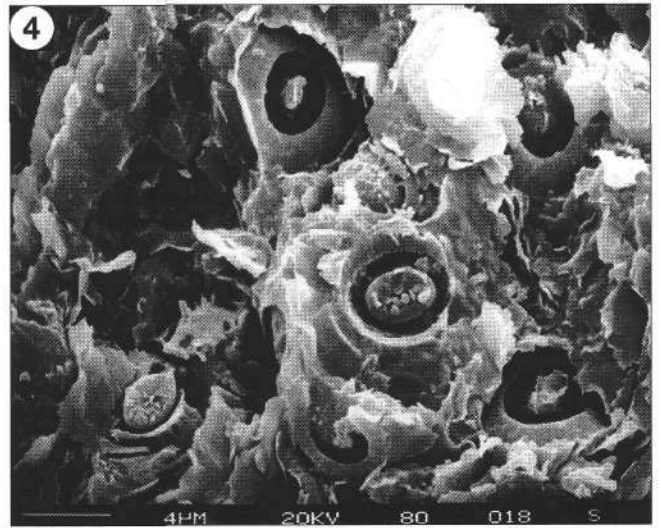
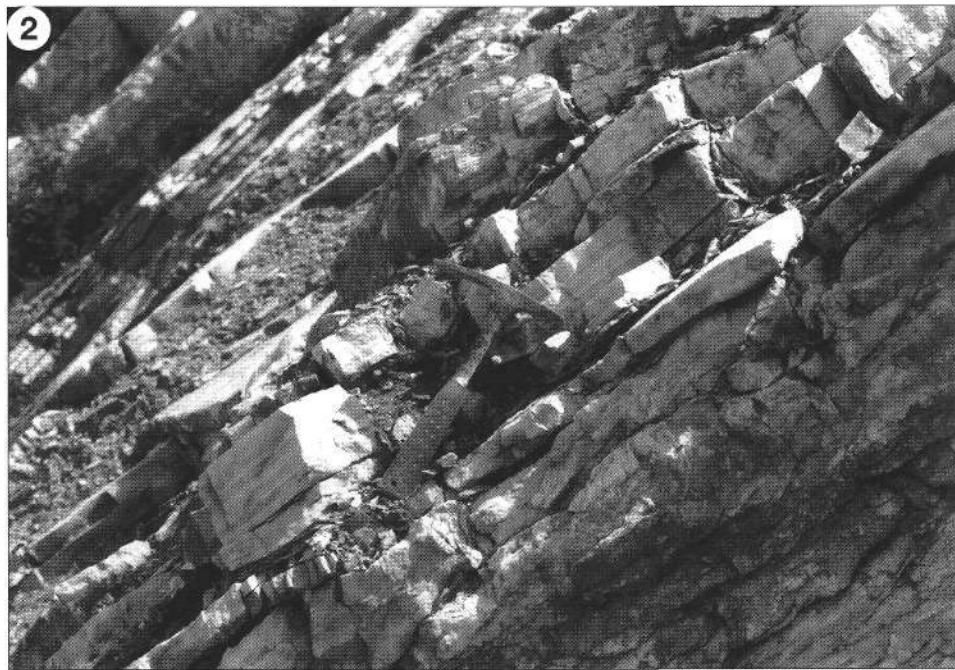
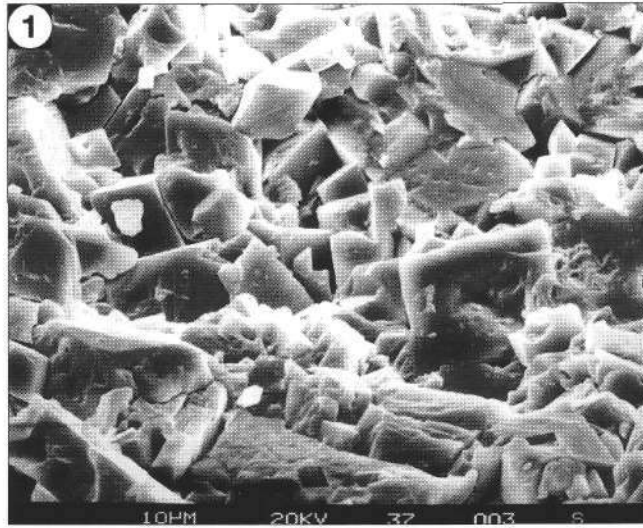


## Tafel 3

- Fig. 1: **Dolomit des Stinkdolomitischen Grausalzgebirges**  
im Maria Theresia Stollen in Hallstatt.
- Fig. 2: **Gut gebankter laminiertes bituminöser Mergelkalk.**  
Bad Häring, Mergelbruch.
- Fig. 3: **Pyritanreicherung im dunklen Tonstein**  
des Flyschprofils von Anthering.  
Probe S 6a/91, leg. EGGER.
- Fig. 4: **Abdrücke von Coccollthen**  
im dunklen Tonstein am Kontakt Turbidit-Hemipelagit.  
Probe S 1b/91, leg. EGGER.

REM-Photos: R. SURENIAN, GBA Wien.





## Literatur

- ALBRECHT, GEBRÜDER: Die Steinölbrenner vom Bächtental in Pertisau am Achensee. Die Geschichte des Tiroler Steinöls und der Steinölbrenner vom Bächtental. – 28 S., Pertisau 1984.
- BITTERLI, P.: Studien an bituminösen Gesteinen aus Österreich und benachbarten Gebieten. – Erdöl-Z., **76**, 405–416, Wien 1962.
- BODROGI, J., EBNER, F., LOBITZER, H., PAŠAVA, J. & SACHSENHOFER, R.F. et al.: Die Bitumenmergel der Kainacher Gosau (Steiermark, Österreich). – Jubiläumsschrift 20 Jahre geologische Zusammenarbeit Österreich-Ungarn, Teil 2, Wien (Geol.B.-A.) 1994.
- BRUKNER-WEIN, A. Mit Beiträgen von LOBITZER, H. & SOLTI, G.: Organisch-geochemische Untersuchung des Bitumens der Kössener Schichten des Karbonatplattform-Becken-Komplexes Kammerköhralm – Steinplatte (Tirol/Salzburg). – Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich – Ungarn, Teil 2, 325–328, Wien (Geol. B.-A.) 1994.
- CZURDA, K.: Parameter und Prozesse der Bildung bituminöser Karbonate (Bituminöser Hauptdolomit). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **21**, 235–250, Innsbruck 1972.
- DRAXLER, I., SOLTI, G., LOBITZER, H. & CICHOCKI, O. Mit Beiträgen von HERRMANN, P., RAVASZ, C., SACHSENHOFER, R., STOJASPAL, F. & CSÁSZÁR, G.: Erster Nachweis von „Alginin“ (sensu JAMBOR & SOLTI, 1975) im Südoststeirischen Tertiärbecken (Österreich). – Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich – Ungarn, Teil 2, 19–54, Wien (Geol. B.-A.) 1994.
- DULLO, W.-Ch. & LEIN, R.: Facies and Environment of the Leckkogel Beds (Carnian; Alps). – Facies, **6**, 25–36, Erlangen 1982.
- EBERHARD, M.: Das Fenster von Nüziders (Vorarlberg) und sein Rahmen. – Jb. Geol. B.-A., **127**, 331–347, Wien 1984.
- EBLI, O.: Foraminiferen und Coccolithen aus den Lias-Epsilon-Schiefern der Unken Mulde (Tirolikum, Nördliche Kalkalpen). – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **29**, 61–83, München 1989.
- EBLI, O. (Unter Mitarbeit von DRAXLER, I., KLEIN, P., KODINA, L.A., LOBITZER, H. & SCHWAIGHOFER, B.): Fazies, Paläontologie und Organische Geochemie der Sachranger Schiefer (Untertoarcium) im Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen zwischen Isar und Saalach (Lechtaldecke, Tirolikum). – Jb. Geol. B.-A., **134**, Wien 1991.
- EBNER, F. et al.: Erläuterungen zur geologischen Basiskarte 1 : 50.000 der Naturraumpotentialkarte „Mittleres Murtal“. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **29**, 99–131, Wien 1983.
- EGGER, H.: Zur Geologie der Flyschzone im Bundesland Salzburg. – Jb. Geol. B.-A., **132**, 375–395, 6 Abb., Wien 1989.
- EGGER, H.: Zur paläogeographischen Stellung des Rhenodanubischen Flysches der Ostalpen. – Jb. Geol. B.-A., **133**, 147–155, 4 Abb., Wien 1990.
- FRIES, W., KÖSTER, J., BECHSTÄDT, T. & KULKE, H.: Fazies, Diagenese, anorganische und organische Geochemie eines karbonatischen potentiellen Erdölmuttergesteins: Die „Seefeldler Fazies“ des Hauptdolomites (Trias, Ostalpen). – Heidelberger Geowiss. Abh., **8**, 73–75, Heidelberg 1987.
- FRUTH, J. & SCHERREIKS, R.: Hauptdolomit – sedimentary and paleogeographic models (Norian, Northern Calcareous Alps). – Geol. Rdsch., **73**, 305–318, Stuttgart 1984.
- GAUPP, R. & BATTEN, N.J.: Maturation of organic matter in Cretaceous strata of the Northern Calcareous Alps. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 157–175, Stuttgart 1985.
- GERMANN, K.: Verbreitung und Entstehung manganreicher Gesteine im Jura der Nördlichen Kalkalpen. – Tscherma's Min. Petr. Mitt., **17**, 123–150, Wien-New York 1972.
- GERMANN, K. & WALDVOGEL, F.: Mineralparagenesen und Metallgehalte der „Manganschiefer“ (Unteres Toarcium) in den Allgäuschichten der Allgäuer und Lechtaler Alpen. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **139**, 316–345, Stuttgart 1971.
- GORJANOVIC-KRAMBERGER, K.: Die obertriadische Fischfauna von Hallein in Salzburg. – Beitr. Palaeont. Geol. Oesterr. Ungarn Orient, **18**, 193–224, Wien 1905.
- GÜNTHER, W. & TICHY, G.: Die Ölschieferschurfbaue im Bundesland Salzburg. – Mitt. Ges. Salzburger Landeskunde, **119**, 375–381, Salzburg 1979.
- HABERFELNER, E.: Zur Genesis der Bauxite in den Alpen und Dinariden. – Berg- u. Hüttenm. Mh., **96**, 62–69, Wien 1951.
- HERM, D.: Zyklische Regressions-Sedimentation und Fossil-Vergesellschaftungen in der Gosau (Santonium) von Brandenberg/Tirol. – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 257–277, München 1977.
- JACOBSSHAGEN, V.: Die Allgäu-Schichten (Jura-Fleckenmergel) zwischen Wettersteingebirge und Rhein. – Jb. Geol. B.-A., **108**, 1–114, Wien 1965.
- JAMBOR, A. & SOLTI, G.: Geological conditions of the Upper Pannonian oil shale deposits recovered in the Balaton Highland and at Kemeneshat. – Acta Miner. Petrogr., **22**, 9–28, Szeged 1975.
- JANDA, I. & SCHROLL, E.: Über Borgehalte in einigen ostalpinen Kohlen und anderen Biolithen. – Tscherma's miner. petrogr. Mitt. (3. Folge), **7**, 118–129, Wien 1959.
- JOHN, C.v.: Über die chemische Beschaffenheit der Asphalt-schiefer der Bara-Bai (Buru). – N. Jb. Miner. etc., Beilagebd. **22**, 691–692, Stuttgart 1906.
- KATSCHTHALER, H.: Die Gosau von Brandenberg in Tirol. (Vorbereitung). – Verh. Geol. B.-A., Jg. **1935**, 172–182, Wien 1935.
- KIESL, W., KOEBERL, C. & GÖTZINGER, M.A.: Geochemie und Mineralogie des Malm-Mergels (8552,1 m) der Bohrung Zistersdorf ÜT 2A. – Erdöl-Erdgas-Kohle, **106**, Jg., 193–196, Hamburg 1990.
- KODINA, L.A., BOGATCHEVA, M.P. & LOBITZER, H.: An organic geochemical study of Austrian bituminous rocks. – Jb. Geol. B.-A., **131**, 291–300, Wien 1988.
- KOLLMANN, H.A., mit Beiträgen von PAPP, A. & WOLETZ, G.: Stratigraphie und Tektonik des Gosaubeckens von Gams (Steiermark, Österreich). – Jb. Geol. B.-A., **107**, 71–159, Wien 1964.
- KÖSTER, J.: Organische Geochemie und Organo-Petrologie krogenreicher und bituminöser Einschaltungen im Hauptdolomit (Trias, Nor) der Nördlichen Kalkalpen. – Dissertation Geol. Inst. T.U., 262 S., Clausthal 1989.
- KÖSTER, J., FRIES, W., BECHSTÄDT, T. & KULKE, H.: DGMK-Bericht 361: Krogenreiche und bituminöse Einschaltungen im Hauptdolomit (Obertrias, Ostalpen): Modell eines karbonatischen Muttergesteins. – DGMK Deutsche Wiss. Ges. f. Erdöl, Erdgas u. Kohle E.V., 305 S., 19 Tab., 125 Abb., Hamburg 1989.
- KÖSTER, J., WEHNER, H. & HUFNAGEL, H.: Organic geochemistry and organic petrology of organic rich sediments within the „Hauptdolomit“ formation (Triassic, Norian) of the Northern Calcareous Alps. – In: Advances in Organic Geochemistry 1987, Org. Geochem., **13**, 377–386, Oxford 1988.
- KRAUS, O.: Die Raibler Schichten des Drauzuges (Südliche Kalkalpen). Lithofazielle, sedimentpetrographische und paläogeographische Untersuchungen. – Jb. Geol. B.-A., **112**, 81–152, Wien 1969.
- KRISTAN-TOLLMANN, E., LOBITZER, H., SOLTI, G. et al.: Mikropaläontologie und Geochemie der Kössener Schichten des Karbonatplattform Becken-Komplexes Kammerköhralm-Steinplatte (Tirol, Salzburg). – Jubiläumsschrift 20 Jahre geologische Zusammenarbeit Österreich-Ungarn, Teil 1, Wien (Geol. B.-A.) 1991.
- KRÖLL, A. & HELLER, R.: Die Tiefbohrung Afling U1 in der Kainacher Gosau. – Verh. Geol. B.-A., 23–34, Wien 1978.
- KUCKELKORN, K., HILTMANN, W. & SCHWERD, K.: Zur Maturität und Erdölbildung in den Allgäuer Alpen (1). – Erdöl-Erdgas-Kohle, **106**, 7–11, Hamburg-Wien 1990.
- KUKAL, Z.: Recent and ancient marine anoxic environment. – Casopis miner. geol., **35**, 287–300, Prague 1990.

- KUKAL, Z.: Recent and ancient marine anoxic environment. – *Casopis miner. geol.*, **35**, 287–300, Prague 1990.
- LADWEIN, H.W.: Organic Geochemistry of Vienna Basin: Model for Hydrocarbon Generation in Overthrust Belts. – *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, **72**, 586–599, Tulsa 1988.
- 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.
- MOSTLER, H. & SCHEURING, B.W.: Mikrofloren aus dem Langobard und Cordevol der Nördlichen Kalkalpen und das Problem des Beginns der Keupersedimentation im Germanischen Raum. – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, **4/4**, 1–35, Innsbruck 1974.
- PEDERSEN, T. F. & CALVERT, S. E.: Anoxia vs. productivity: What controls the formation of organic-carbon-rich sediments and sedimentary rocks? – *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, **74**, 454–466, Tulsa 1990.
- PETRASCHECK, W.: Bitumen und Erdgas im Haselgebirge des alpinen Salzbergbaues. – *Berg- u. Hüttenmänn. Mh.*, **92**, 106–109, Wien 1947.
- PLÖCHINGER, B. et al.: Die tektonischen Fenster von St. Götzen und Strobl am Wolfgangsee (Salzburg, Österreich). – *Jb. Geol. B.-A.*, **107**, 11–69, Wien 1964.
- POLESCHINSKI, W.: Stratigraphie, Fazies und Sedimentologie der Seefelder Schichten im Raum Seefeld/Tirol: Ein potentielles Erdölmuttergestein aus dem Ober-Nor der Nördlichen Kalkalpen. – Inaugural-Dissertation Univ. Innsbruck, V + 197 S., Innsbruck 1989.
- RUSSEL, P.L.: Oil shales of the world, their origin, occurrence and exploitation. – IX + 753 p., Oxford etc. (Pergamon Press) 1990.
- RUTTNER, A. & SCHNABEL, W.: Geologische Karte der Republik Österreich 1 : 50.000, Blatt 71 Ybbsitz. – Wien (Geol. B.-A.) 1988.
- RUTTNER, A. & WOLETZ, G.: Die Gosau von Weißwasser bei Unterlaussa. – *Mitt. Geol. Ges. Wien*, **48**, Jg. 1955, 221–256, Wien 1957.
- SANDER, B.: Über bituminöse Mergel. – *Jb. Geol. St.-A.*, **71**, 135–148, Wien 1921.
- SANDER, B.: Bemerkungen zur Petrographie der Häringer Bitumenmergel. – *Jb. Geol. B.-A.*, **72**, 147–150, Wien 1922.
- SANDER, B.: Über bituminöse und kohlige Gesteine. – *Mitt. Geol. Ges. Wien*, **15**, 1–50, Wien 1922.
- SCHAUBERGER, O.: Bau und Bildung der Salzlagerstätten des ostalpinen Salinars. – *Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A.*, **7**, 217–254, Wien 1986.
- SCHNABEL, W. & DRAXLER, I.: Sedimentologische, palynologische und Nannofossil-Untersuchungen in der Inneralpinen Molasse des Unterinntales unter besonderer Berücksichtigung von Umlagerungsfaktoren. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **151**, 325–357, Stuttgart 1976.
- SCHÖNLAUB, H.P. (Hrsg.): Geologische Karte der Republik Österreich 1 : 50.000, Blatt 197 Kötschach. – Wien (Geol. B.-A.) 1985.
- SCHULZ, O.: Neue Beiträge zur Geologie der Gosauschichten des Brandenberger Tales (Tirol). – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **95**, 1–98, Stuttgart 1952.
- SOLTI, G. & LOBITZER, H.: Aufsuchung von Alginin in Österreich – Endbericht über die österreichisch-ungarische Zusammenarbeit in der Ölschiefer/Alginin-Prospektion (Projekt ÜLG 19). – *Berichte Geol. B.-A.*, **17**, 47 S., Wien 1989.
- SOLTI, G., LOBITZER, H., KODINA, L.A. & RAVASZ, Cs.: Das Vorkommen von „Alginin“ (sensu JÁMBOR & SOLTI, 1975) in den Hochriegelschichten von Weingraben/Burgenland, Österreich). – *Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich – Ungarn, Teil 2*, 485–492, Wien (Geol. B.-A.) 1994.
- STEIN, R., RULLKÖTTER, J. & WELTE, D.H.: Changes in paleoenvironments in the Atlantic Ocean during Cretaceous times: results from black shales studies. – *Geol. Rundschau*, **78/3**, 883–901, Stuttgart 1989.
- STEIN, R.: Ablagerungsbedingungen C<sub>org</sub>-reicher mariner Sedimente: Ergebnisse aus Untersuchungen an DSDP/ODP-Kernmaterial. – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, **16**, 118–121, Innsbruck 1989.
- STEIN, R.: C<sub>org</sub>-Gehalt und Sedimentationsrate – ein „Paläoenvironment-Indikator“ in marinen Sedimenten. – *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, **16**, 197–198, Innsbruck 1989.
- STRANIK, Z., BUBIK, M. & HAMRSMID, B.: Locality: Souteska, Pavlovské vrchy Hills. – In: Excursion Guide 4th INA Conference, 83–85, Hodonin 1991.
- TATZREITER, F. & VÖRÖS, A.: Vergleich der pelsonischen (Anis, Mitteltrias) Ammonitenfaunen von Großreifling (Nördliche Kalkalpen) und Aszófő (Balaton-Gebiet). – In: LOBITZER, H. & CSÁSZAR, G. (Hrsg.): *Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich-Ungarn, Teil 1*, 247–259, Wien 1991.
- TOLLMANN, A.: Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. Stratigraphie, Fauna und Fazies der Nördlichen Kalkalpen. – Monographie der Nördlichen Kalkalpen. Teil II, XV + 580 S., Wien (Deuticke) 1976.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich. Band II. Außerzentralalpiner Anteil. – XV + 710 p., Wien (Deuticke) 1985.
- VOGELTANZ, R.: Fischfunde aus der Salzburger Obertrias. – *Der Aufschluß*, Jg. **1969**, H.4, 96–99, Heidelberg 1969.
- WAGNER, L., KUCKELKORN, K. & HILTMANN, W.: Neue Ergebnisse zur alpinen Gebirgsbildung Oberösterreichs aus der Bohrung Oberhofen 1 – Stratigraphie, Fazies, Maturität und Tektonik. – *Erdöl-Erdgas-Kohle*, **102**, 12–19, Hamburg-Wien 1986.
- WARREN, J.K.: Shallow-water evaporitic sediments and their source rock potential. – *J. Sediment. Petrol.*, **56**, 442–454, Tulsa 1986.
- WETZEL, A.: Stratification in black shales: depositional models and timing – an overview. – In: EINSELE, G., RICKEN, W. & SEILACHER, A. (Eds.): *Cycles and events in stratigraphy*. – 508–523, 6 Figs., Berlin (Springer) 1991.
- WINKLER, W., GALETTI, G. & MAGGETTI, M.: Bentonite im Gurnigel-, Schlieren- und Wägitäl-Flysch: Mineralogie, Chemismus, Herkunft. – *Eclogae geol. Helv.*, **78/3**, 545–564, 6 Abb., 8 Tab., Basel 1985.
- ZIRKL, E.J.: Das Projekt Bau- und Dekorationssteine der Steiermark. – *Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum*, **42**, 171–173, Graz 1981.