

FAZIES, GEOCHEMIE UND STRATIGRAPHIE AUSGEWÄHLTER VORKOMMEN ÖSTERREICHISCHER ORGANISCH REICHER GESTEINE - EIN ZWISCHENBERICHT*

H. Lobitzer, L. A. Kodina, G. Solti, B. Schwaighofer & R. Surenian

Unter Mitarbeit von I. A. Dobruskina, L. Dosztaly, I. Draxler,
P. Herrmann, F. Stojaspal & H. Stradner

Mit 1 Abbildung, 9 Tabellen und 2 Tafeln

Zusammenfassung: In Ergänzung zur Arbeit von KODINA et al. (1988) werden in Form eines zusammenfassenden Zwischenberichtes weitere Ergebnisse, die im Rahmen des Projektes ÜLG 19 "Aufsuchung von Alginit in Österreich" gewonnen wurden, dokumentiert und ansatzweise diskutiert. Im Sinne des Projekttitels erscheint die Auffindung und agrargeologische Bearbeitung des "Alginit"-Vorkommens in den neogenen Hochriegelschichten von Weingraben im Burgenland wesentlich. Es handelt sich um organisch reiche Papierschiefer mit relativ hohem Anteil an *Botryococcus braunii* KÜTZING, die sich - sollte die Quantität ausreichen - hervorragend für die landwirtschaftliche Bodenmelioration eignen dürften. Kohlenstoffisotopen-Daten scheinen einen erheblichen terrestrischen Anteil in den bituminösen Häringer Schichten zu bestätigen, wofür schwere $\delta^{13}\text{C}$ -Isotope sprechen. Hingegen herrschen in den Bächental- und in einem Großteil der Seefelder Schichten die leichten Kohlenstoffisotope vor, was für eine Herkunft der organischen Substanz von planktonischen (Blau)Grünalgen spricht. Die alpinen Lias-"Ölschiefer" der Lokaltäten Bächental im Karwendelgebirge und Grünbachgraben in St. Leonhard/Salzburg scheinen stratigraphisch dem Pliensbach zuzugehören und sind wohl diachron zu den epikontinentalen toarcischen bituminösen Posidonienschichten.

Abstract: The first occurrence of "alginite" (sensu JAMBOR & SOLTI, 1975) in Austria has been detected at Weingraben village, Burgenland. Agrogeological investigations prove the raw material as immature oil shale originating from the green alga *Botryococcus braunii* KÜTZING. Quality-wise the alginite shows excellent properties for soil melioration in agriculture, the quantity, however, is unknown and should be proved by a shallow core drilling programme. Carbon isotope data ($\delta^{13}\text{C}$, ‰, PDB) prove the origin of organic matter of Austrian organic-rich sediments as variable. The Oligocene Häringer Schichten show a dominance of the heavy carbon isotopes, which most probably point to terrestrial input. In the Liassic Bächental Schichten and Norian Seefelder Schichten, however, the light carbon isotopes predominate, which indicates an origin of organic matter from planktonic (blue)green algae. The stratigraphic age of the Alpine Liassic bituminous marls ("Bächental-Schichten") seems to be diachronous to the epicontinental Toarcian Posidonienschichten. Pliensbachian age is likely as proved by ammonites and radiolarians.

1. Einleitung

Im Rahmen des vom Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten und der Geologischen Bundesanstalt finanzierten Projektes ÜLG 19 "Aufsuchung von Alginit in Österreich" wurde eine Bestandsaufnahme der Vorkommen von "Ölschiefen" s.l. in Österreich in Angriff genommen, wobei die bisherigen Ergebnisse in mehreren Arbeiten dokumentiert wurden (SOLTI, LOBITZER et al., 1987; LOBITZER, KODINA & SOLTI, 1988; KODINA, BOGACHEVA & LOBITZER, 1988). Das Projekt verfolgte das Ziel, "Alginit" sensu JAMBOR & SOLTI (1975) in Österreich durch gezielte fazielle Prospektionsarbeiten - insbesondere beruhend auf dem diesbezüglichen Know-how ungarischer Geologen - aufzusuchen. Die

komplexe Thematik ließ es bald erforderlich erscheinen, die Arbeiten auch auf die altbekannten Vorkommen österreichischer bituminöser Gesteine - z. B. die Seefelder Schichten und die "Ölschiefer" des Lias - auszudehnen und deren agrargeologisches Potential zu erkunden.

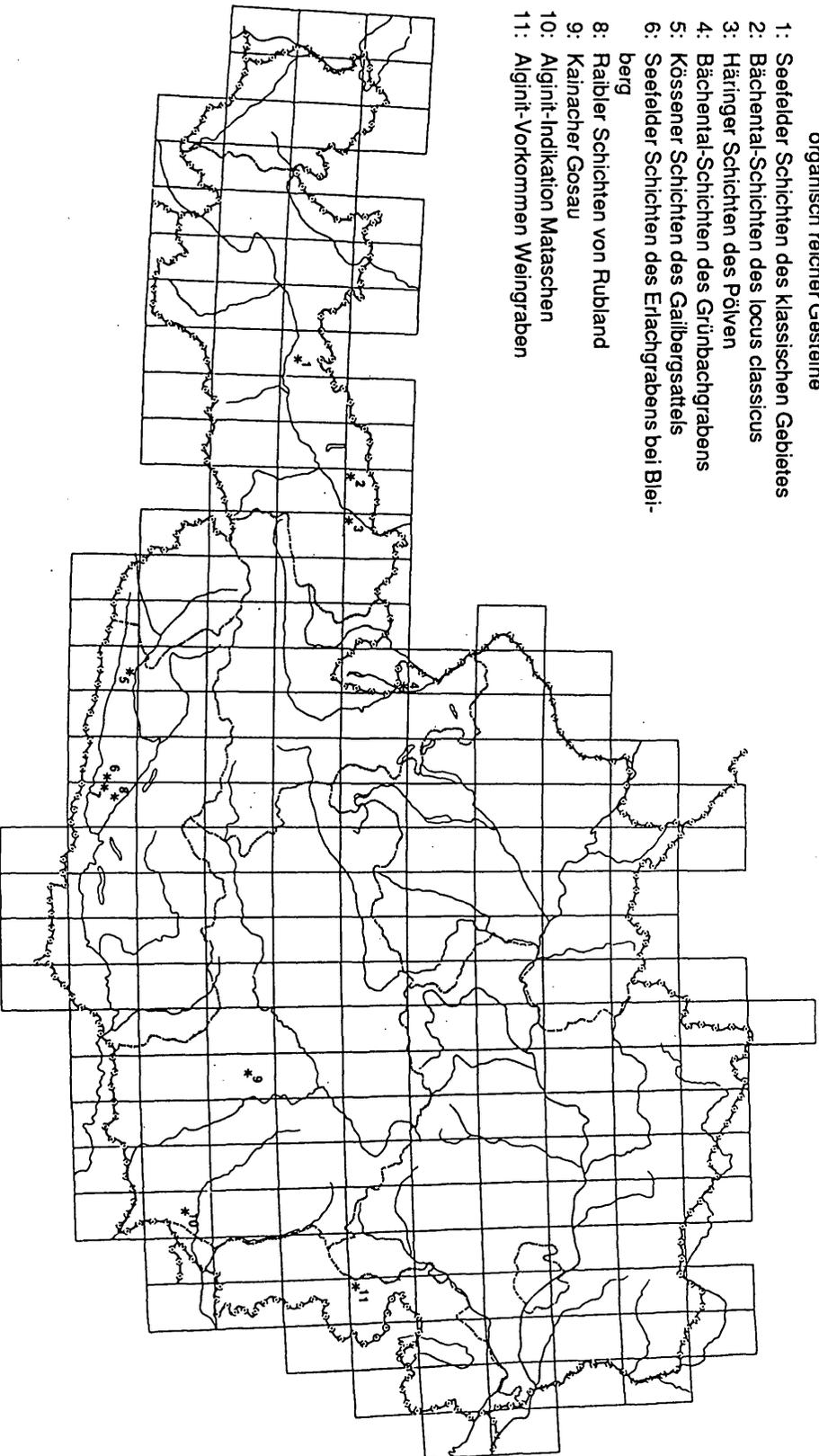
Vorliegende Arbeit stellt eine textlich erweiterte Fassung eines Vortrages dar, den der Erstautor anlässlich des "Informationstreffens österreichischer Sedimentologen" am 30. April 1988 am Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Innsbruck hielt (LOBITZER, KODINA & SOLTI, 1988). Insbesondere sollen hier - in Form eines Zwischenberichtes - neue Daten zur organischen Geochemie dokumentiert werden, die jedoch künftig noch durch Kohlenstoff-Isotopendaten hinsichtlich di-

* Vortrag, gehalten beim Informationstreffen österreichischer Sedimentologen in Innsbruck, am 30.4.1988

Abb. 1:

Lage der im Text erwähnten Vorkommen
organisch reicher Gesteine

- 1: Seefelder Schichten des locus classicus
- 2: Bächtental-Schichten des Pöyven
- 3: Häringer-Schichten des Grünbachgrabens
- 4: Kössener-Schichten des Gallbergsattels
- 5: Seefelder Schichten des Erlachgrabens bei Blai-
berg
- 6: Raibler Schichten von Rubland
- 7: Kainacher Gosau
- 8: Alginit-Indikation Mataschen
- 9: Alginit-Vorkommen Weingraben
- 10: Alginit-Vorkommen Weingraben
- 11: Alginit-Vorkommen Weingraben



verser Bitumenfraktionen und Molekularstruktur ergänzt werden sollen (Analytik L. A. KODINA); erst dann erscheint es sinnvoll, genetische Aspekte der diversen österreichischen organisch-reichen Gesteine im Detail zu diskutieren. B. SCHWAIGHOFER führte an repräsentativen Proben eine Serie von Untersuchungen hinsichtlich Gesamtmineralbestand und Tonmineralverteilung in der Fraktion unter 2 Mikron durch. Auch diese Daten werfen ein bezeichnendes Licht auf die Mannigfaltigkeit österreichischer bituminöser Gesteine. Wertvolle Beiträge zum Verständnis der Ablagerungsbedingungen und Stratigraphie stellen die palynologischen Studien (I. DRAXLER) sowie die Untersuchung der Ostrakoden-Assoziationen (P. HERRMANN) und Bivalven (F. STOJASPAL) der Alginit-Indikation Mataschen dar. Nicht zuletzt liefern die Rasterelektronenmikroskop-Studien - ergänzt durch EDX-Untersuchungen - durch R. SURENIAN wichtige Hinweise auf Ultrafazies und Gefüge.

Ein Überblick über die stratigraphische Verteilung der sehr zahlreichen organisch reichen Sedimentgesteine Österreichs vom Paläozoikum - aus dem uns nur sehr spärliche Daten bekannt sind - bis ins Neogen erscheint erst zu einem späteren Zeitpunkt und erst nach einer Auswertung von zahlreichen Einzeldaten in genetischer Hinsicht sinnvoll.

2. Organisch reiche Gesteine in Österreich - Potentielle Energierohstoffe oder Industriemineralien ?

Den bislang nach wie vor besten Überblick über bituminöse Gesteine in Österreich vermittelt die Arbeit von BITTERLI (1962). HEINRICH (1980) kompilierte eine auf die wichtigsten Vorkommen beschränkte prägnante Zusammenschau über österreichische "Ölschiefer" und auch bei KODINA et al. (1988) wird ein gestraffter Überblick gegeben.

Historisch gesehen werden österreichische bitumenreiche Gesteine - insbesondere die norischen Seefelder Schichten Tirols - schon seit dem Mittelalter für verschiedene Zwecke genutzt (DALLATORRE, 1926). Die pharmazeutische und kosmetische Nutzung von Schieferöl beschränkt sich in Österreich zur Zeit auf die Gewinnung im Bächental, während die Ichthyol-Erzeugung in Seefeld auf aus Frankreich importiertem Schwelöl beruht. Im Zementwerk der Fa. Perlmooser in Bad Häring wird bituminöser Mergel (Kalk) als Zementrohstoff beigebrochen, wobei sich zweifellos der ansehnliche organische Anteil günstig auf die Energiebilanz beim Klinkerbrand auswirkt. Relativ organisch-reiche siltige Tone werden im

LECA-Werk Fehring (siehe Kapitel 2.1.1.) gebläht; auch hier bewirkt die organische Substanz eine erhebliche Energieersparnis beim Blähen. ZIRKL (1981) erwähnt die Nutzung bituminöser Kalk(schiefer) der Kainacher Gosau als Dekorstein bzw. für Steinfußböden in Monumentalbauten.

Einen neuen - und bislang noch nicht in die Praxis umgesetzten - Nutzungsaspekt österreichischer Ölschiefer bietet Alginit (Kap. 2.1.), der in Ungarn extensiv vor allem zur Bodenmelioration in der Landwirtschaft genutzt wird; vermutlich liegt in dieser Ölschiefernutzung in Österreich das größte Innovationspotential.

Wie aus vorstehenden Ausführungen abgeleitet werden kann, besitzen einige wenige organisch reiche Gesteine Österreichs aus derzeitiger Sicht ausschließlich Nutzungsoptionen als Industriemineral bzw. -gestein und keineswegs als Energierohstoff!

2.1. "Alginit" sensu JAMBOR & SOLTI (1975)

Die gezielte Aufsuchung von "Alginit" sensu JAMBOR & SOLTI (1975) in Österreich - nicht zu verwechseln mit dem Kohlen-Maceral gleichen Namens! - war das ursprüngliche Hauptziel einer österreichisch-ungarischen lagerstättenkundlichen Zusammenarbeit im Rahmen von Projekt ÜLG 19 (SOLTI, LOBITZER et al., 1987). Unter "Alginit" wird von ungarischer Seite (siehe diverse Veröffentlichungen SOLTI's) eine unreife Ölschiefer-Varietät verstanden, deren organische Substanz insbesondere auf die Grünalge *Botryococcus braunii* KÜTZING 1848 zurückgeht. Zum überwiegenden Teil handelt es sich um siltig-tonige Papierschiefer (z. B. Lagerstätte Gércé), aber auch um siltige Tonschiefer, die im lufttrockenen Zustand auffallend geringes spezifisches Gewicht aufweisen und eine rhythmische Sedimentationszyklik im mehrere mm/cm-Bereich erkennen lassen, bzw. überhaupt ein massiges Aussehen zeigen (z. B. ein Teil des Alginits der Lagerstätte Pula). In Ungarn ist ein Großteil der Vorkommen an die pyroklastischen Sedimentfolgen der Maare des oberpannonen (pontischen) finalen Basaltvulkanismus Transdanubiens gebunden. Aber auch Vorkommen "lagunärer" Alginite sind in Verbindung mit neogenen Kohlenlagerstätten - z. B. die Braunkohlen-/Bentonit-/Alginit-Lagerstätte Pula - bekannt (JAMBOR & SOLTI, 1975; RAVASZ & SOLTI, 1987; SOLTI, 1985 a, b). In Ungarn sind zur Zeit zwei Tagebaue auf Alginit in Abbau begriffen, nämlich die Lagerstätte Gércé unweit Sárvár, die dem Maar-Typ des finalen Basaltvulkanismus entlang der markanten Raaber Störungslinie zuzurechnen ist, sowie die Lagerstätte Pula im Bakony-Gebirge, die dem "lagunären" Typ angehört.

Der Prospektionsansatz auf Alginit in Österreich war daher aus paläogeographischen und faziellen Überlegungen klar vorgegeben, nämlich einerseits eine Weiterverfolgung der in Transdanubien erkannten Bindung der Alginit-Vorkommen an Maar-Schichtfolgen entlang der Raab-Linie im Gebiet der Südost-Steiermark bzw. des südlichen Burgenlands. Andererseits mußte bei den Prospektionsarbeiten besonderes Augenmerk auf papierschieferige sowie spezifisch leichtgewichtige Tonschiefer, die als Zwischenmittel von Kohlelagerstätten vorkommen können, gelegt werden. Dieser ebenso häufig grobklastisch beeinflusste "lagunäre" Sedimentationstyp des Alginit kann sowohl \pm marine Randbereiche, überwiegend jedoch reine Süßwasserbildungen seichtlakustriner Entstehung sowie küstennahe Brackwasser-Environments repräsentieren. Für den österreichischen Raum waren insbesondere die Arbeiten von WINKLER (z. B. 1927) von entscheidender Bedeutung für eine gezielte Prospektion auf Alginit vom Maar-Typ; für den südburgenländischen Raum erwiesen sich die Studien von KÜMEL (z. B. 1936) als besonders nützlich.

Alginit wird in Ungarn insbesondere zur Bodenmelioration in der Landwirtschaft verwendet (SOLTI, 1985 a, b), wobei bereits ein Export z. B. in die sozialistischen Nachbarländer, aber auch in sehr geringem Ausmaß nach Österreich stattfindet.

In Österreich kommt aus derzeitiger Sicht lediglich dem Alginit-Vorkommen von Weingraben - vorbehaltlich der in Kapitel 2.1.2. vorgebrachten Einschränkungen - potentielle wirtschaftliche Bedeutung zu. Das Studium der Kohlezwischenmittel sowie von Lignit- bzw. Kohlepartikel-führenden feinklastischen neogenen Sedimentserien der Molassezone, des Wiener Beckens mit seinen Randbuchten und der Inneralpinen Tertiärbecken läßt jedoch durchaus noch weitere Alginit-Indikationen und - bei optimistischer Betrachtungsweise - auch ökonomisch relevante Vorkommen erhoffen. Alginit könnte als Beiprodukt beim Braunkohle/Lignit-Abbau anfallen und somit sowohl das Abraumproblem vermindern als auch eine erhebliche zusätzliche Wertschöpfung darstellen.

2.1.1. Die Alginit-Indikation von Mataschen bei Fehring

Etwa 4,5 km südwestlich von Fehring liegt die Tongrube Mataschen der LECA-Werke der Fa. Wienerberger. Die klastische Sedimentfolge besteht zum überwiegenden Anteil aus einer makroskopisch recht eintönig erscheinenden Folge von siltigen Tonen mit gegen das Liegende zu verstärkt auftretenden sandigen Zwischenlagen. Zahlreiche

fossile Baumstämme weisen auf Küstennähe des Sedimentationsraumes hin; diese Deutung wird durch eine etwa 1 dm mächtige Lage von Pflanzenresten, die von Schilf dominiert werden, untermauert. Diese Pflanzenlage ist mit laminierten Tonschiefern verbunden, die lediglich einige cm bis etwa 2 dm Mächtigkeit erreichen und im trockenen Zustand ein papierschieferiges Aussehen aufweisen. Diese Lage stellt eine Alginit-Indikation dar. Die profilmäßige Untersuchung der restlichen sandig/siltigen Tongesteinsfolge erbrachte jedoch keinen weiteren Hinweis auf ein Auftreten von Alginit.

Die palynologischen Untersuchungen durch I. DRAXLER und die Bearbeitung der Ostrakoden durch P. HERRMANN sowie auch Bivalvenbestimmungen durch F. STOJASPAL erbrachten wesentliche neue Erkenntnisse zum Verständnis der Ablagerungsbedingungen und auch zur Stratigraphie der feinklastischen Sedimentabfolge von Mataschen, die in diesem Rahmen nur ansatzweise diskutiert werden sollen; eine eingehende Darstellung ist in Druckvorbereitung.

Die Tongrube Mataschen - wie sie im Mai 1988 abgeschlossen war - zeigt vom Liegenden zum Hangenden lt. Berichten von I. DRAXLER eine allmähliche Aussüßung, die sich eindrucksvoll im prozentuellen Anteil an Dinoflagellatenzysten im Verhältnis zu den Pollen und Sporen äußert. Eine Probe aus dem basalen Aufschlußbereich zeigt ca. 90 % Hystrichosphaerideen, überwiegend einige wenige Arten der Gattung *Spiniferites*; die restlichen ca. 10 % des organischen Rückstandes bestehen aus Pollen und Sporen (*Pinus*, *Picea*, *Sciadopitys*, *Juniperus*, *Liquidambar*, *Platanoidites gertrudae*, *Fagus*, *Betula*, *Myrica*, *Ostrya*, *Alnus*, *Carya*, *Juglans*, *Ulmus*, *Zelkova*, *Tilia*, *Ilex*, *Ericaceae: Rhododendron arboreum*-Habitus, usw.). Im Bereich des Muschelhorizontes (siehe unten stehende Berichte von F. STOJASPAL und P. HERRMANN) ist marines Plankton (Hystrichosphaerideen) noch mit 34 % vertreten. In hangenderen Bereichen beträgt das Verhältnis der Dinoflagellatenzysten: Pollen und Sporen = 10:90, wobei die Zusammensetzung des Pollenspektrums ähnlich der Probe aus dem Liegendbereich ist, jedoch deutlich mehr Farnsporen vorhanden sind. Proben aus dem Hangendbereich der grauen siltigen Tonfolge enthalten ausschließlich Pollen und Sporen und keine marinen Elemente mehr. Frau DRAXLER konnte in keiner der von ihr untersuchten Proben *Botryococcus* nachweisen.

Hingegen enthält die Probe aus dem dünnen Alginithorizont lt. dem Bericht von Frau E. BODOR-NAGY (Budapest) in dominanter Menge die stark biodegradierte Grünalge *Botryococcus braunii* sowie eine sehr schlecht erhaltene Pollen- und Sporenassoziation; diese Probe

repräsentiert also zweifellos eine "Sonderfazies" innerhalb dieser Schichtfolge.

Als besonders charakteristisch in fazieller Hinsicht erweist sich der oben erwähnte "Muschelhorizont", in dem durch F. STOJASPAL *Congeria neumayri* ANDRUSOV sowie eine *Limnocardium* sp., die *Limnocardium decorum* (Th. FUCHS) nahesteht, identifiziert werden konnte. *C. neumayri* kommt - vor allem im Pont - gerne in Lignithorizonten vor, was die Vermutung nahelegt, sie habe, mit Byssus angeheftet, an treibenden Baumstämmen gelebt. Ob es sich bei der vorliegenden *Limnocardium*-Art um eine Replidacna-Form, die auf extrem stilles Wasser hinweisen würde, handelt, kann leider aufgrund der mangelhaften Erhaltung des Schloßes nicht beurteilt werden. Insbesondere *L. decorum* engt die stratigraphische Einstufung weitestgehend auf den Bereich Pannon D/E ein, da dieses Taxon in Ungarn insbesondere aus dem Horizont der *Congeria balatonica* bekannt ist.

P. HERRMANN verdanken wir die Durchsicht einer Serie von Mikrofaunen-Rückständen aus jenen Proben, die von I. DRAXLER oben kurz charakterisiert wurden. Überraschenderweise erwiesen sich mit Ausnahme einer einzigen Probe aus dem Muschelhorizont alle Proben als sehr arm an Ostrakoden, sodaß größere Probenmengen notwendig wären, um eine fazielle Charakterisierung aufgrund von Mikrofaunenassoziationen treffen zu können.

Hinsichtlich der ausnahmsweise vergleichsweise Ostrakoden-reichen Probe aus dem "Muschelhorizont" bemerkt P. HERRMANN: "Die sehr dünnchalige Ostrakodenfauna ist sehr gut erhalten. Da neben adulten Formen verschiedene Larvenstadien derselben Arten vorkommen, ist die Fauna als autochthon zu betrachten. Ökologisch gesehen handelt es sich um eine kaspibrackische Fauna, wie sie im Pannon D/E des östlichen Österreich weit verbreitet ist; Süßwasserformen fehlen. Die Dünnchaligkeit der Taxa spricht für ruhige Ablagerungsbedingungen, eventuell in einer weitgehend abgeschlossenen geschützten Bucht oder in einem Atoll, wobei aber der Mangel an endemischen Formen einen Austausch mit dem "Pannonsee" bekräftigt."

Folgende Taxa konnten bestimmt werden: *Pontoniella unguiculus* (REUSS), *Cyprideis heterostigma obesa* (REUSS), *Cyprideis heterostigma major* KOLLMANN, *Cytheromorpha lacunosa* (REUSS), *Loxococoncha granifera* (REUSS), *Hemicytheria folliculosa* (REUSS), *Leptocythere cf. oblonga* ZALANYI.

Zusammenfassend darf aus fazieller Sicht wohl der Schluß gezogen werden, daß die feinklastische Schichtfolge der Tongrube von Mataschen einen Bereich ruhiger kü-

stennächster Sedimentation darstellt, die von einem stark brackischen Ablagerungsraum im Liegenden gegen das Hangende zu allmählich aussüßt. Aufgrund der Ergebnisse der (ton)mineralogischen Untersuchungen kann weiters auf eine pyroklastische Beeinflussung geschlossen werden.

In der Folge sollen noch in aller Kürze auszugsweise mineralogische sowie andere technologisch relevante Analysendaten über die Alginat-Indikation von Mataschen, die in Ungarn unter Koordination von G. SOLTI erarbeitet wurden, referiert werden: Nach der Ölschieferklassifikation von HUTTON (1987) ist der Ölschiefer von Mataschen als Lamalginat mit Telalginat von Botryococccen-Herkunft anzusprechen. Röntgendiffraktometrische Untersuchungen erweisen das Sediment, das aus einer lamellaren Wechsellagerung von dünnen Alginat-Plättchen und dickeren tonschieferigen/karbonatischen Lagen besteht, als reich an Schichtsilikaten (Montmorillonit ca. 37 %, Kaolinit ca. 1 %, Chlorit ca. 1 %) und Karbonatphasen (Aragonit ca. 13 %, Kalzit ca. 16 %, Dolomit ca. 1 %). Weiters sind Quarz (ca. 6 %), Kalifeldspat (ca. 7 %), Plagioklas (ca. 4 %) sowie röntgenamorphe Mineralphasen mit rund 14 % nachzuweisen. Derivatographische Untersuchungen weisen einen organischen Anteil von etwa 12 % nach. Mit der FISCHER-Methode kann aus dem luftgetrockneten Papierschiefer ein Schieferölgehalt von 5,8 % und 30,5 m³/t Schiefergas destilliert werden. Die Verbrennungswärme beträgt 3,77 MJ/kg (902 kcal/kg), der Heizwert 3,18 MJ/kg (761 kcal/kg). Letztere Daten erweisen diesen organisch reichen siltigen Tonschiefer als idealen energiesparenden Rohstoff für die Blähton (LECA)-Herstellung. Das Destillationsgas besteht aus 11,7 % CO₂, 10,6 % CH₄ (Methan) und 8,2 % H₂O. Die Rock-Eval-Analyse erweist die Papierschiefer-Lage von Mataschen als unreif; d. h. die Hauptphase der Katagenese - der Kohlenwasserstoff-Bildung - ist noch nicht erreicht. Nach der TISSOTschen Klassifikation (Van-Krevelen-Diagramm; TISSOT & WELTE, 1978) handelt es sich um ein Kerogen im Übergangsbereich der Typen I-II. Die organische Substanz im Alginat von Mataschen könnte als Erdölmuttergestein von guter Qualität mit einer theoretischen Quantität von 55 kg CH₄/t Erdöl liefern und zusätzlich auch Erdgas bilden. Der Gehalt an C_{org} von 8,30 % ist erheblich. Der Gehalt an Chloroform-extrahiertem Soxhlet-Bitumoid zeigt Werte um 1,176 %. Das Bitumen enthält überwiegend lange aliphatische Ketten; die CO-Gruppen kommen hauptsächlich in Form von Säuren und Ketonen vor. In agrargeologischer und bodenkundlicher Hinsicht erweist sich der Alginat von Mataschen qualitativ für die landwirtschaftliche Bodenmelioration als theoretisch brauchbarer Rohstoff, wobei sowohl die anorganische Komponente

(Makro- und Mikronährstoffe, schädliche Spurenelemente und Schwermetalle), als auch die organische Zusammensetzung günstige Werte aufweist.

Abschließend muß festgehalten werden, daß der Alginat-Indikation von Mataschen aufgrund mangelnder Mächtigkeit und Ausdehnung absolut keine wirtschaftliche Relevanz zukommt. Nichtsdestoweniger bleibt jedoch das südoststeirische Jungtertiärbecken (Gnas, Perlstein, etc.) ein Hoffungsgebiet der Alginatprospektion. Seichte Kernbohrprogramme in Verbindung mit großmaßstäblicher geologischer Kartierung sind jedoch als nächster Prospektionsschritt unerläßlich.

2.1.2. Das Alginat-Vorkommen in den Hochriegelschichten von Weingraben im Burgenland

Etwa 11 km westlich von Oberpullendorf liegt die bekannte Fundstelle fossiler Pflanzen (BERGER, 1952) und Insekten (BACHMAYER, 1952) in Papierschiefern - feingeschichteten siltigen Tonen - miozänen Alters, den sogenannten Hochriegelschichten sensu TAUBER (1952). Die geologische Situation und Stratigraphie wird außer in den vorerwähnten Publikationen insbesondere auch bei KÜMEL (1936), JANOSCHEK (1932), KÜPPER (1957) und peripher auch bei FUCHS (1980) abgehandelt. Eine eingehende erste Darstellung dieses bislang einzigen Alginat-Vorkommens in Österreich mit umfassenden Analyseergebnissen ist in Vorbereitung (SOLTI et al., in prep.); hier sollen lediglich einige Ergebnisse in kurzer Zusammenfassung vorweggenommen werden.

Die exakte stratigraphische Zuordnung der Hochriegelschichten ist noch unklar. FUCHS (1980) ordnet sie dem Karpat zu und deutet diesen gelegentlich sandigen, siltigen Tonkomplex mit nicht bauwürdigen Lignitflözen der zwischen den Auwaldschottern und den Brennberger Blockschottern zu liegen kommt - als Sedimente einer östlichen Randbucht des Wiener Beckens. KÜPPER (1957) gibt eine treffende Charakterisierung des "Blättertens von Weingraben":"braungraue, hauchdünne, sandhaltige und sandfreie Lagen wechseln miteinander ab; die sandfreien sind infolge eines Gehaltes an Humusstoffen in höchstem Grade bildsam wie Seidenpapier". Außerdem werden massenhaft vorkommende Schälchen des Ostrakodengenus *Candona* sowie Fischreste erwähnt; diese Assoziationen sprechen für eine Süßwassernatur der Hochriegelschichten.

Weiters soll erwähnt werden, daß Prof. F. BACHMAYER im Rahmen eines Projektes des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich die

sehr umfangreiche Insektenfauna monographisch bearbeitete. Die Darstellung befindet sich in Druckvorbereitung. Frau Dr. I. DRAXLER führte in diesem Rahmen palynologische Untersuchungen durch, die hier auszugsweise mitgeteilt werden sollen:

Der organische Rückstand der meisten Proben enthält eine große Anzahl von Pollen und Sporen in gutem Erhaltungszustand. In fast allen Proben überwiegen saccate Pollenformen der Gattungen *Pinus*, *Cathaya*, *Picea*, *Abies*, *Tsuga*, *Keteleeria*. Inaperturate Pollenformen sind in geringem Prozentsatz vertreten. Eine ganze Reihe von Gattungen gehört zu laubabwerfenden Waldelementen gemäßiger Klimabereiche wie *Fagus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Carpinus*. Ein Teil sind subtropische Holzpflanzen (Sapotaceen). Für die Aufgliederung der Flora nach Klimabereichen und Höhenstufen sind sehr detaillierte pollenmorphologische Bestimmungen mit zahlreichen Rezentvergleichen notwendig; diese Untersuchungen werden z. Z. von Dr. ZETTER, Paläont. Inst., Univ. Wien, durchgeführt. Eine genaue altersmäßige Einstufung in eine der Stufen des Miozäns ist prinzipiell schwierig; Badenien ist nicht auszuschließen. Folgende Pollen und Sporen wurden nachgewiesen (Proben von der Basis des Profils): *Polypodiaceoisporites speciosus* R. POTONIE, *Polypodiaceoisporites miocaenicus* NAGY, *Lycopodium*, *Baculatisporites*, *Echinatisporis*, *Verrucatosporites alienus* R. POTONIE, THOMSON & PFLUG 1953, *Sequoia sempervirens* - Habitus: selten, *Juniperus* - Habitus: selten, *Glyptostrobus* - Habitus, *Pseudotsuga* - Habitus, *Tsuga canadensis* - Form RUDOLPH, *Tsuga diversifolia* - Form RUDOLPH, *Abies* - Habitus (mehrere Arten), *Keteleeria* - Habitus, *Piceapollenites*, *Cedrus* - Habitus, *Cathaya* - Habitus, *Pinus* (mehrere Arten), *Acer* - Habitus, *Cyrilla* - Habitus, *Rhoipites pseudocingulum* R. POTONIE, *Pollenites dolium* R. POTONIE, *Castanea* - Habitus, *Fagus* - Habitus, *Tricolporites wackersdorfensis* THIELE-PFEIFER, *Hedera* - Habitus, *Platanoidites gertrudae* R. POTONIE, *Fraxinus floribunda* - Habitus, *Symplocos* (Einzelfund), *Tilia* - Habitus, *Reveesia* (4-porig): sehr selten, *Betula* - Form, *Alnus* - Form, *Carpinus* - Form, *Engelhardia* - Habitus, *Carya*, *Pterocarya*, *Juglans*, *Juglans-pollenites verus* RAATZ, *Ulmus laevis* - Habitus, *Liquidambar macrophylla* - Habitus, *Ericaceae*, *Cichoriaceae*, *Dipsacaceae* - Habitus, *Poaceae* und *Sapotaceae*.

Ein dichter Waldbestand in der näheren und weiteren Umgebung eines Sees dürfte den Blütenstaub in großen Mengen geliefert haben. Sumpf- oder Auwaldelemente fehlen nahezu. Auch Zeiger einer offenen Vegetation (z. B. *Poaceen*) sind nur in geringer Anzahl vertreten. Zum pflanzlichen Mikrofossilbestand der Proben aus Weingraben gehören auch die Kolonien der Grünalge *Botryococ-*

cus braunii KÜTZING. *Botryococcus* gehört zum Plankton von Süßwasserseen, kommt aber auch noch im Brackwasserbereich vor. *Botryococcus* vermag in den Zellwänden und Zellen Öl abzuscheiden und zu speichern und schwebt daher an der Oberfläche.

Die organischen papierschieferigen Schichten, die teilweise im ausgetrockneten Zustand von lederartiger Konsistenz sind, lassen sich bei der in der Palynologie üblichen chemischen Aufbereitung mit aggressiven Säuren nicht auflösen und bleiben im Ganzen erhalten. In dieser ledrigen Matrix sind Pollenkörner, Pilzsporen und pflanzliche Gewebereste eingebettet.

I. d. F. werden in stark gekürzter Form Ergebnisse diverser nutzungsrelevanter Untersuchungen, die in verschiedenen ungarischen Laboratorien unter Koordination von G. SOLTI durchgeführt wurden, mitgeteilt. Zwei Proben wurden analysiert, wobei der erste Analysenwert eine Probe aus dem Anstehenden repräsentiert, die zweiten Analysenwerte entstammen jeweils einer Probe aus Lesegut aus der näheren Umgebung des Aufschlusses.

Die Korngrößenanalyse des Papierschiefers von Weingraben zeigt siltigen Ton mit untergeordneter Sandkomponente. Röntgendiffraktometer- sowie DTA-DTG-TG-Untersuchungen zeigen eine Dominanz von Montmorillonit (>50 %), Illit (± 20 %) und amorpher Phase (12 bzw. 13 %). Daneben sind Kaolinit, Quarz, Plagioklas mit je etwa 5 % und Hämatit+Goethit (1 %) nachweisbar sowie Dolomit in Spuren.

Sowohl die anorganischen, als auch organisch-geochemischen Untersuchungen zeigen günstige Zusammensetzung im Hinblick auf eine eventuelle agrargeologische Nutzung des Rohstoffs. Insbesondere liegen die toxischen Spuren- bzw. Schwermetallgehalte deutlich unter den Schadstoff-Grenzwerten. Die Ionenaustauschfähigkeit ist mit 47 me/100 g bedeutend, wobei die Austauschkapazität der Kationen Ca und Mg am höchsten ist.

Aufgrund der Ergebnisse organisch-geochemischer Untersuchungen muß der Papierschiefer von Weingraben als Ölschiefer ("Alginit") angesehen werden. Mit der Fischer-Methode können zwischen 3,0 und 6,8 % Schieferöl gewonnen werden. Derivatographische Methoden weisen maximal 9-12 % organische Substanz nach. Der Gehalt an Soxleth-Bitumen beträgt 0,4 bzw. 0,9 %. Die Rock-Eval-Pyrolyse weist Kerogen-Typ II nach. Der C_{org} -Gehalt beträgt 5,11 bzw. 6,82 %. Das Kohlenwasserstoffpotential ist mit 27,65 bzw. 39,97 kg CH/t bedeutend und weist den Alginit von Weingraben als ausgezeichnetes potentiell Erdölmuttergestein aus. Die IR-Spektroskopie weist zahlreiche aliphatische Gruppen sowie CO-Gruppen nach, je-

doch kaum aromatische Ringe. Unter den CO-Gruppen dominieren Säuren und Ketone; untergeordnet kommen auch Ester vor. Diese Zusammensetzung erweist die organischen Substanzen als unreif. Die organischen Substanzen sind sowohl von aquatischer, als auch von terrestrischer Herkunft herleitbar. Ein breites Spektrum von Pollen und Sporen sowie die Grünalge *Botryococcus braunii* stellen - wie erwähnt - einen Großteil der organischen Substanz.

Weiters darf geschlossen werden, daß der Alginit von Weingraben eine sehr küstennahe, pyroklastisch beeinflusste, lakustrine Süßwasserbildung darstellt.

Da sowohl die vertikale, als auch insbesondere die flächige Ausdehnung des Alginit-Vorkommens von Weingraben (2 m Mindestmächtigkeit!) noch vollkommen unbekannt ist, wird zur Abklärung einer potentiellen Nutzung des Vorkommens ein seichtes Kernbohrprogramm - eventuell ergänzt durch Schurfröschen - empfohlen.

2.2. Häringer Schichten

Bituminöse Mergel und Mergelkalke sind im Mergelbruch der Perlmooser Zementwerke am Pölvén bei Bad Häring profilmäßig ausgezeichnet in mindestens 7 m Mächtigkeit aufgeschlossen. Eine klassische Studie stammt von SANDER (1922); die letzte Bearbeitung in sedimentologischer, palynologischer und nannopaläontologischer Hinsicht nahmen SCHNABEL & DRAXLER (1976) - unter Mitarbeit von STRADNER - vor; KODINA et al. (1988) berichten erste Ergebnisse über HCl-unlöslichen Rückstand und Bitumengehalte. I. d. F. werden in Tabelle 1 weitere und detailliertere Daten über unlöslichen Rückstand und Bitumenausbringung berichtet, die auch durch isotopengeochemische Daten - $\delta^{13}C_{\text{‰}}$ (PDB) hinsichtlich C_{org} und C_{bit} - ergänzt wurden (Analytik L. A. KODINA). Die Analytik des Gesamtmineralbestandes und der Tonfraktion <2 Mikron führte B. SCHWAIGHOFER durch.

Sehr interessant sind die Ergebnisse der $\delta^{13}C$ -Analysen, die im Vergleich zu Bächental und Seefeld eine massive Anreicherung der schweren Kohlenstoff-Isotope in der organischen Substanz erkennen lassen, was im Gegensatz zu den Analysenwerten der Seefelder- und Bächental-Schichten für einen anderen Typ der organischen Substanz spricht (terrigenen Einfluß).

I. DRAXLER untersuchte vier feinklastische bituminöse Proben hinsichtlich Art des organischen Rückstands. Alle Proben zeigen reichlich organischen Detritus vorwiegend von hellbrauner Farbe, teilweise dunkelbraun

bis schwarz sowie vereinzelt auch Pollen und Sporen, wobei die Erhaltung sehr schlecht ist, d. h. die Strukturelemente sind nicht mehr erhalten. Vereinzelt finden sich (bi)saccate Pollenformen sowie tricolporate und triporate Formen und cf. *Polypodiaceoisorites*.

2.3. Kainacher Gosau

In einem Bachgraben etwa 1 km östlich von Geistthal, der in einer scharfen Straßenkehre in NNW-Richtung verläuft, stehen schwarze, im dm-Bereich gebankte mergelige Kalke an, die selten bituminösen Geruch aufweisen. In Tab. 2 werden Daten hinsichtlich Mineralogie und organischer Geochemie vorgestellt, wobei die $\delta^{13}\text{C}$ -Werte einen terrigenen Einfluß vermuten lassen. Hinsichtlich des Ablagerungsmilieus und der stratigraphischen Position teilt Prof. W. GRÄF, Graz (Brief vom 21.10.1988), mit: "Leider ist die Stratigraphie durch die Ostracoden- und Kleingastropodenführung nicht abzuschließen, sodaß nach anderweitigen Überlegungen nur ein Obersanton-Untercampan-Alter angenommen werden kann. Was die Fazies betrifft, ist jedoch mit einem Vollmarin eher nicht zu rechnen, es deutet sich vielmehr eine deutliche Süßwasserbeeinflussung an". GRÄF (1975) teilt weitere Daten hinsichtlich bituminöser Gesteine in der Kainacher Gosau mit.

2.4. Lias-Bitumenmergel der Nördlichen Kalkalpen ("Bächental-Schichten")

Die letzte eingehende Auseinandersetzung mit der Genese kalkalpiner Lias-"Ölschiefer" stammt von KODINA et al. (1988), wobei der Schwerpunkt der Studie auf der organischen Geochemie liegt. Interessant ist auch die enge genetische Verknüpfung der Bitumenmergel mit den häufig stratigraphisch unmittelbar oder zumindest knapp darüber folgenden Manganschiefern.

Hinsichtlich ihrer stratigraphischen Position scheint das letzte Wort noch keineswegs gesprochen zu sein. Lange schien es so, als wäre durch den *Harpoceras*-Fund KLEBELSBERG das Toarc-Alter -äquivalent zu den epikontinentalen Posidonienschichten - auch für die kalkalpinen Lias-Bitumenmergel außer Diskussion. Weitere Ammonitenfunde im hangenden Profilabschnitt des Abbaues Bächental (det. M. RAKUS, Bratislava) sowie von Radiolarien-Assoziationen (det. L. DOSZTALY, Budapest) und einer spärlichen Nannoflora (det. H. STRADNER) im Grünbachgraben deuten jedoch auf Pliensbach-Alter hin.

Der Schichtglied-Name "Bächental-Schichten" wird bereits von A. SPIELER (Dissertant am Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Innsbruck) im Rahmen seiner Dissertationsausarbeitung als Arbeitsbegriff verwendet. Die Verwendung von "Bächental-Schichten" durch den Erstautor in der gegenständlichen Arbeit sowie in KODINA et al. (1988) soll nicht einen Prioritätsanspruch anmelden; dieser bleibt zweifellos Herrn SPIELER vorbehalten. Inwiefern die Sachranger Schiefer sensu TOLLMANN (1976) bereits auch den lithologischen Typ der Bächental Schichten umfassen bedarf noch einer Klärung.

2.4.1. Bächental-Schichten des locus classicus

Organische Geochemie und fazielle Aspekte der Bitumenmergel-Lagerstätte Bächental wurden zuletzt von KODINA et al. (1988) eingehend dokumentiert und diskutiert. Hier sollen lediglich einige ergänzende isotope-geochemische Analysen (Analytik L. A. KODINA) und Daten zur Mineralogie (B. SCHWAIGHOFER) nachgetragen werden (Tabelle 3).

Außerdem wurden von Frau I. DRAXLER einige Proben hinsichtlich Art des organischen Rückstands untersucht. Die Probe Bächental 1/1987 stammt aus den "Posidonienschichten" im Liegenden des Bitumenmergels. Sie führt Acritarchen (*Baltisphaeridium* cf. *debilispinum* von ca. 13 Mikron Größe und *Baltisphaeridium* sp.), trilete Farnsporen und häufig inaperturate, glattwandige Palynomorphen um die 15 - 40 Mikron, die auch in Gruppen von mehr als vier zusammenhängen können; eventuell handelt es sich um Grünalgenzysten. Die Bitumenmergelprobe Bächental 2 zeigt viel unstrukturierten organischen Detritus, aber keine Palynomorphen. Probe Bächental 6 aus dem Liaskalk im Hangenden der Bitumenmergel zeigt ebenfalls sehr viel organischen Detritus, der jedoch viel feiner ist und ebenso keine strukturierten Pflanzenteile - Gefäßreste oder dergleichen - erkennen läßt. Weiters finden sich glatte, runde Palynomorphen um die 20 Mikron sowie (?)trilete Sporen.

2.4.2. Bächental-Schichten des Grünbachgrabens

Der Grünbachgraben am Untersbergfuß ist ein altbekanntes und schon lange heimgesagtes Abbaugelände von liassischen bituminösen Mergeln (PLÖCHINGER & OBERHAUSER, 1956; GÜNTHER & TICHY, 1979). Derzeit beschränken sich die Aufschlußverhältnisse jedoch lediglich auf eine weniger als 1 m mächtige Bank bituminöser Mergel bzw. Mergelkalke. Die Stratigraphie des Vorkom-

mens wird bei PLÖCHINGER & OBERHAUSER (1956) diskutiert sowie bei GÜNTHER & TICHY (1979) offensichtlich fehlinterpretiert. Die Fazies und organische Geochemie wird bereits bei KODINA et al. (1988) kurz angezogen.

Drei Proben wurden geschlämmt und von L. DOSZTALY (MAFI Budapest) im Hinblick auf die extrem individuenreichen Radiolarienassoziationen einer ersten Begutachtung unterzogen. Folgende Taxa konnten identifiziert werden: "*Cenosphaera*" sp., *Crucella* cf. *squama* (KOZLOVA), ? *Norispongus* sp., *Praeconocaryomma* sp., *Protopsium* sp., *Pseudocrucella* sp., *Lupherium* sp., *Paronaella* cf. *corpulenta* DE WEVER, *Paronaella* cf. *pygmaea* BAUMGARTNER, *Paronaella* sp. DOSZTALY hält die Assoziation für oberes Pliensbach. Diese stratigraphische Einstufung besitzt lediglich vorläufigen Charakter, stimmt jedoch sehr gut mit den Ergebnissen der Ammonitenbestimmungen von Bächental (det. M. RAKUS, GUDS Bratislava) überein, die ebenso Ober-Pliensbach-Alter für einen Großteil der Bächental Schichten des locus classicus wahrscheinlich erscheinen lassen.

H. STRADNER konnte lichtoptisch eine schlecht erhaltene Nannoflora, die sich aus folgenden Taxa zusammensetzt, identifizieren: *Schizosphaerella punctulata* DEFLANDRE & DANGEARD, 1938, *Crepidolithus crassus* (DEFLANDRE, 1954) NOEL, 1965, und *Biscutum dubium* (NOEL, 1965) GRÜN, 1974. Diese Artenvergesellschaftung entspricht der "*Crepidolithus crassus* -Zone" (PRINS, 1969, emend. BARNARD & HAY, 1974) aus dem späten Sinemur bis frühen Pliensbach. Die Leitart der darauffolgenden "*Axopodorhabdus cylindratulus* -Zone" (spätes Pliensbach bis frühes Toarc) konnte nicht nachgewiesen werden, möglicherweise als Folge des ungünstigen Erhaltungszustandes.

Tabelle 4 bringt eine Zusammenschau der Ergebnisse der Analysen des Gesamtmineralbestandes und der Tonmineralverteilung der Fraktion unter 2 Mikron (Analytik B. SCHWAIGHOFER), ergänzt durch Kohlenstoffisotopen-Daten (Analytik L. A. KODINA). Alle bisher gewonnenen Daten sind jenen von Bächental (KODINA et al., 1988) sehr ähnlich, was für vergleichbare Ablagerungsbedingungen und diagenetische Geschichte spricht.

I. DRAXLER beobachtete im Rückstand sehr viel organischen Detritus, wobei nicht selten Palynomorphen, die jedoch nicht näher bestimmbar sind, vorkommen. Es handelt sich um runde Formen, eventuell *Circumpolles* (?).

2.5. Bituminöse Gesteine der ostalpinen Trias

Organisch -reiche Gesteine - insbesondere Karbonatgesteine - kommen in mehreren stratigraphischen Niveaus der ostalpinen Trias vor. So weisen etwa die Kössener Schichten der Steinplatte bei Waidring (KLEBELSBERG, 1935) oder jene des Gailbergsattels in Kärnten (SCHÖNLAUB, 1985) beim Anschlagen ± bituminösen bzw. H₂S-Geruch auf. Altbekannt sind die traditionell in der Pharmazie und Kosmetik genutzten Seefelder Schichten - bituminöse Zwischenlagen in relativ hangenden Bereichen des norischen Hauptdolomits; ihre Gewinnung mußte mangels geeigneter Vorkommen eingestellt werden. Seefelder Schichten sind sowohl in den Tiroler und Salzburger Kalkalpen weitverbreitet, als auch in den südlichen Kalkalpen Kärntens. Zahlreiche bituminöse Zwischenlagen sind auch aus den karnischen Schieferhorizonten bekannt, etwa aus den Raibler-, Lunzer- bzw. Reingrabener- und Opponitzer-Schichten (z. B. BEHRENS, 1973; EBERHARD, 1984; LIEBERMAN, 1978; KOLLMANN, 1964), aber auch insbesondere aus den Göstlinger Schichten der niederösterreichisch-steirischen Kalkalpen (TOLLMANN, 1976). Auch der Wettersteinkalk und -dolomit weist nicht selten leichten bituminösen Geruch auf. Gutensteiner Kalk weist ebenfalls an zahlreichen Lokalitäten - so auch am locus classicus - in einigen Lagen H₂S-Geruch auf. Bekannt sind ferner die Stinkdolomite (PETRASCHEK, 1947; SCHAUBERGER, 1986), die mit dem ostalpinen Haselgebirge assoziiert sind.

2.5.1. Kössener Schichten des Gailbergsattels

Die Bundesstraße nördlich des Gailbergsattels in Kärnten bietet ausgezeichnete Aufschlüsse in beim Anschlagen gelegentlich stark nach H₂S riechenden Kössener Schichten (SCHÖNLAUB, 1985). Die Bitumenausbeute mit Werten zwischen 27.5–75.7 ppm ist sehr gering, und man kann daher wohl auch kaum von bituminösen Gesteinen sprechen. Eine deutliche Anreicherung an leichten Kohlenstoffisotopen ist zu beobachten (Tab. 5).

Im Schliff und REM zeigen sich meist rekristallisierte Biomikrite bzw. Mikrosparite, z. T. feinlaminiert und auch geflasert sowie nicht selten stärker kalzitgeädert (Taf. 2, Fig. 5); auch dolomitische Partien sind zu beobachten (Taf. 2, Fig. 7). Authigenes Kristallwachstum von Quarz ist selten (Taf. 2, Fig. 6). An Biogenen sind lediglich Ostrakoden und Foraminiferen im Schliff selten anzutreffen. Das Bitumen ist entweder parallel zur Laminiierung oder in unregelmäßigen Flecken angereichert.

2.5.2. Seefelder Schichten

Das mit Abstand bekannteste und regional am weitesten verbreitete bituminöse Schichtglied Österreichs sind die Seefelder Schichten, die nicht selten den hangenderen Partien des norischen Hauptdolomits zwischengeschaltet sind. Zahlreiche Arbeiten befassen sich mit der Genese und auch Nutzung dieser traditionsreichen Gesteine; jüngst setzen sich insbesondere BRANDNER & POLESCHINSKI (1986), aber auch kurz KODINA et al. (1988) - dort weiterführende Literatur - mit Fazies, Stratigraphie und (organischer) Geochemie auseinander. Doch auch der bisweilen erhebliche Gehalt an seltenen Wertmetallen rückt die Seefelder Schichten neben ihrer althergebrachten Nutzung für kosmetisch/pharmazeutische Zwecke wieder ins Blickfeld des auch nutzungsorientiert denkenden Geologen. Interessante Daten über relativ stark erhöhte Background-Werte u. a. von Mo, V und Ti werden bei KODINA et al. (1988) mitgeteilt und MoS₂-Vererzungen im bituminösen Hauptdolomit - wohl nicht nur der Gailtaler Alpen? - sind dem Sedimentologen vertraut. Biophilen Wertmetallen - zu denen z. B. gewisse Vorkommen von Mo und auch U gezählt werden können - muß künftig bei geochemischen Prospektionsarbeiten in anaeroben Sedimenten mehr Augenmerk geschenkt werden! In dieser Richtung stehen in Österreich selbst Übersichtsstudien noch völlig aus. KRATOCHVIL & LADWEIN (1984) befassen sich mit der möglichen Rolle der Seefelder Schichten im Untergrund des Wiener Beckens als Erdölmuttergestein.

Die Abhandlung der Seefelder Schichten in dieser Arbeit hat noch sehr vorläufigen und unausgegorenen Charakter, da insbesondere die unerläßlichen organisch-geochemischen Detail-Daten noch weitestgehend ausstehen und somit eine Faziesinterpretation auf unzureichender Basis stattfinden müßte.

2.5.2.1. Seefelder Schichten des klassischen Gebietes

Insbesondere seitens der Universität Innsbruck laufen z. Z. sedimentologische Arbeiten im klassischen Gebiet der Seefelder Schichten, deren Ergebnisse bislang nur in einem Bericht (BRANDNER & POLESCHINSKI, 1986) bekanntgemacht wurden. Diese Studien lassen jedoch - wie aufgrund eines Vortrages von POLESCHINSKI anläßlich des "Informationstreffens österreichischer Sedimentologen" in Innsbruck im April 1988 klar wurde - grundlegende neue Erkenntnisse über Fazies, Stratigraphie und Tektonik des Seefelder Raumes erwarten. Hier sollen nur die Ergebnisse stichprobenartiger Probennahmen dokumentiert werden, die erst durch die Veröffentlichung der regionalen Studien POLESCHINSKI in einen geologischen Rahmen erhalten werden.

Anläßlich eines Besuchs von Frau Dr. I. A. DOBRUSKINA (Geologisches Institut der Akademie der Wissenschaften, Moskau) in den Sammlungen des Geol.-Paläont. Inst. der Universität Innsbruck, konnte sie die dort aquirierten Reste höherer Pflanzen sowie von Doz. W. RESCH aus Privatsammlungen entlehntes Material studieren, das sich als unerwartet interessant erwies und z. T. eine so gute Erhaltung aufweist, daß es sogar eine Kutikularanalyse erlaubt. Die von der Universität Innsbruck zur Verfügung gestellten Kutikularpräparate werden z. Z. von Frau DOBRUSKINA untersucht.

In der Literatur finden die höheren Pflanzen in den Seefelder Schichten vergleichsweise nur wenig Beachtung. Die erste Mitteilung geht wohl auf v. SENGER (1821) zurück, der im "schlackigen Erdpech" im Gebirge zwischen Scharnitz und Seefeld Pflanzen- und Fischabdrücke erwähnt. Konkreter äußert sich MURCHISON (1830), der bereits lycopodiumartige Pflanzen erwähnt. Mit der mehrmaligen Erwähnung von *Palysia* verdanken wir v. ISSER (1888) die erste generische Bestimmung von Seefelder Pflanzen. Die grundlegende neuere Bearbeitung österreichischer Ölschiefer durch BITTERLI (1962) berichtet ebenso über das Vorkommen höherer Pflanzen. Auf den Etiketten der pflanzenführenden Stücke in den Sammlungen der Universität Innsbruck werden die stark dominierenden Koniferenreste mit *Voltzia* oder *Brachyphyllum* bezeichnet. Es ist jedoch sehr wahrscheinlich, daß die Koniferenreste lediglich einer Gattung (*?Brachyphyllum*) angehören. Neben den Koniferen finden sich nur wenige Reste von *?Lycopsida* (Auskünfte I. A. DOBRUSKINA).

Interessant ist auch, daß lt. Mitteilung von Frau DOBRUSKINA bislang keine Pflanzenvergesellschaftungen des Bereiches Ober-Alaun/Unter-Sevat in Eurasien bekannt sind. Alle wohlbekanntesten Vergesellschaftungen höherer Pflanzen in Grönland, Schweden, Iran, im Pamir, Japan, Sowjet-Fernost dürften stratigraphisch jünger sein und weisen außerdem eine sehr unterschiedliche taxonomische Zusammensetzung auf. Die Seefelder Flora kann im Hinblick auf ihre Vergesellschaftung bislang nur mit triadischen Pflanzenassoziationen des Anis der Vogesen und des Anis und Ladin der Südalpen sowie der unterkarnischen Flora von Raibl verglichen werden. Die oberkarnische Flora von Lunz hingegen zeigt ein grundlegend unterschiedliches taxonomisches Spektrum, das der grönländischen Flora nahe steht. Im Karn sind also zwei grundverschiedene Florenassoziationen, die ökologisch bedingt sein müssen, zu unterscheiden.

Der Anteil an höheren Pflanzen konnte auch durch isotopengeochemische Untersuchungen bestätigt werden (Tab. 6). Die leichten $\delta^{13}\text{C}$ -Isotope überwiegen jedoch bei

weitem. REM-Studien konnten neben der Anwesenheit von (?)Tasmaniten-Zysten (Taf. 1, Fig. 1,2) auch vereinzelt Pollen (Taf. 2, Fig. 1) nachweisen.

Eine Probe aus bituminösem Schiefer bei der Nördlinger Hütte enthält nach Auskunft von I. DRAXLER keine Pollen und Sporen, jedoch sehr viel durchscheinenden hellbraunen organischen Detritus und dunkelbraune bis schwarze pflanzliche Gewebereste mit Poren.

Mineralogische Untersuchungen an vorderhand lediglich zwei Proben (Tab. 6) erweisen die Zusammensetzung der Schichtsilikatphasen der Seefelder Schichten des Nördlinger-Hütte-Profiles mit einer Dominanz von Illit als grundverschieden von den tiefermarinen Bächental Schichten, in denen Illit und Montmorillonit etwa zu gleichen Teilen dominieren.

Agrargeologische Untersuchungen der Seefelder Schichten erbrachten erwartungsgemäß negative Ergebnisse. Einerseits erweisen die agrochemischen Analysen das Rohmaterial als nur bedingt brauchbar bis unbrauchbar; andererseits wären selbst bei positiver chemischer Beurteilung die schwierige Gewinnung des Rohmaterials und auch die Energiekosten beim Aufmahlen auf die gewünschten Kornaggregatgrößen als unökonomisch zu veranschlagen.

2.5.2.2. Seefelder Schichten des Erlachgrabens bei Bleiberg

Ein Aufschluß von Seefelder Schichten im Hauptdolomit der Erlachgraben-Forststraße zeigt eine enge Verknüpfung mit einer zwar wirtschaftlich unbedeutenden, aber wissenschaftlich interessanten Molybdänvererzung, nämlich mit Jordisit, MoS_2 (Hinweis von Dr. I. CERNY, Bleiberg Bergwerks Union). Ergebnisse der anorganisch-geochemischen Untersuchungen liegen noch nicht vor; L. A. KODINA führte jedoch an drei Proben Analysen des HCl-unlöslichen Rückstandes, des Bitumengehaltes sowie von $\delta^{13}\text{C}$ durch. Ebenso wurde der Jordisit analog dazu analysiert. B. SCHWAIGHOFER führte die Untersuchung des Gesamtmineralbestands und der Tonfraktion der bitumenreichsten bzw. an HCl-unlöslichen Rückstand reichsten Probe durch (Zusammenschau der Ergebnisse siehe Tab. 7).

In den Schliffen und im REM (Taf. 2, Fig. 3) zeigt sich ein überwiegend grobkörniger Dolomit mit ausgeprägter Parallelorientierung, die z. T. durch Flaserung überprägt wird. Das Bitumen ist sowohl parallel zur Flaserung, als auch in Klüften angereichert. An Biogenen sind lediglich noch selten "Geister" von Ostrakoden wahrnehmbar.

2.5.2.3. Seefelder Schichten der Windischen Höhe

Bituminöse karbonatische Lagen sind gelegentlich dem Hauptdolomit der Windischen Höhe auf der Straße von der Paßhöhe Richtung Kreuzen zwischengeschaltet. Im Schliff und REM erweist sich der laminierte Dolomit von recht verschiedener Korngröße der Dolomitkristalle, wobei jedoch ein Maximum im mikrosparitischen Korngrößenbereich feststellbar ist (Taf. 2, Fig. 4). Zwischen den teils durch Flaserung überprägten sedimentären Lamellen sind z. T. noch wenig rekristallisierte ("unverdaute") mikritische Partien zu beobachten. Auch die Bitumenanreicherungen sind überwiegend an die Lamination gebunden. Selten sind Ostrakoden im ansonsten sehr fossilarmen Dolomit zu sehen. Zwei stinkdolomitische Proben wurden von L. A. KODINA hinsichtlich HCl-unlöslichem Rückstand, Bitumenertrag und Isotopen der organischen Substanz untersucht (Tab. 8).

2.5.3. Raibler Schichten von Rubland

Eine Probe aus bituminös riechenden dolomitischen Raibler Schichten des Rubland-Straßenprofils (KRAUS, 1969) wurde von L. A. KODINA hinsichtlich HCl-unlöslichem Rückstand und isotopengeochemisch untersucht (Tab. 9). Im Schliff und REM (Taf. 2, Fig. 8) erweist sich der Dolo(bio)sparit als grobkörnig, wobei Fossilreste nur noch als Geisterstrukturen zu erahnen sind.

3. Vorschläge für weiterführende Untersuchungen

Die bisherigen Ergebnisse unserer Untersuchungen erweisen erwartungsgemäß die österreichischen organisch reichen Gesteine als von extrem unterschiedlicher Genese, was sowohl weitere wissenschaftlich orientierte, als auch nutzungsrelevante Studien wünschenswert erscheinen läßt. Zum einen sollten die organisch-geochemischen Arbeiten - insbesondere die Kohlenstoff-Isotopenzusammensetzung der Bitumen-Fractionen und die Molekularstruktur-Analysen der organischen Substanzen - weitergeführt werden. Zum anderen erscheinen weitere Maturitäts-Untersuchungen mit Hilfe der Pyrolyse sowie der Vitrinitreflexion unentbehrlich. Eine sehr wichtige Fragestellung betrifft weiters die standardisierte Analytik "seltener" Elemente, insbesondere von Mo, V, Ni, Cr, Ti, Cu, Zn, Au, etc. und auch des S-Gehaltes. Die bisherigen stichprobenartigen Daten erweisen sowohl die Bächental Schichten (z. B. Ti: 0,22 %; S: 3,07 %) als auch die Seefelder Schichten (z. B. V: 0,1 %; Mo und Ti: 0,1 %) - siehe KODINA et al. (1988) - als potentiell wirtschaftlich interessant. Außer-

dem wäre eine möglichst enge Einbindung künftiger Untersuchungen in den Rahmen des IGCP-Projektes Nr. 254 "Metalliferous Black Shales" sehr wünschenswert.

Weiters sollten alle Papierschiefer und Brandschiefer, die z. B. als Zwischenmittel beim Braunkohle/Lignit-Abbau anfallen, im Hinblick auf ihre eventuelle Zugehörigkeit zu unreifen Ölschiefen - "Alginit" - untersucht werden. Konkret wird als erster Schritt ein orientierendes bescheidenes seichtes Kernbohrprogramm zur Klärung einer eventuellen agrargeologischen Relevanz des Alginitvorkommens Weingraben vorgeschlagen.

Auch sollten Brandschiefer, Papierschiefer sowie alle übrigen Typen immaturer Ölschiefer (Kerogen-Typen I-II) im Hinblick auf andere Nutzungsoptionen untersucht werden, wobei neben der Nutzung als "Alginit" für die landwirtschaftliche Bodenmelioration vor allem auch ihrer Blähfähigkeit (Leichtbaustoffe wie z. B. LECA, Schaumbeton) Bedeutung zukommen könnte. Bituminöse bzw. organisch reiche Kalke und Mergel - jedoch nicht die bituminösen Dolomite - könnten eventuell verstärkt bei der Herstellung von Ölschieferzement und Mörtelbindern (Rohrbach-Lurgi-Verfahren) Verwendung finden.

Wie bereits zahlreiche fehlgeschlagene Versuche in der Vergangenheit belegen, kommt aus derzeitiger Sicht keinem österreichischen "Ölschiefer" Bedeutung als Energierohstoff - sieht man von der erwähnten Energiespar-komponente bei Blähen oder Klinkerbrand ab - zu.

Hand in Hand mit den diversen geochemischen und technologisch orientierten Untersuchungen müssen selbstverständlich auch die Faziesanalyse und stratigraphische/ökologische Studien auf breiter Basis zu einem umfassenden Verständnis genetischer Fragen einbezogen werden.

Dank

Die Geländeuntersuchungen in Österreich wurden im Rahmen des Projektes ÜLG 19 "Aufsuchung von Alginit in Österreich" vom Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten (Oberste Bergbehörde) und von der Geologischen Bundesanstalt finanziert. LOBITZER hatte mehrmals Gelegenheit die Alginit/Ölschiefer-Vorkommen Ungarns unter der fachlich kompetenten und gastfreundlichen Führung von Dr. G. SOLTI zu studieren. G. SOLTI koordinierte auch die in ungarischen Laboratorien durchgeführten analytischen Untersuchungsprogramme

an österreichischen organisch reichen Gesteinen. Besonders hervorheben möchte der Erstautor auch die Möglichkeit einer Zusammenarbeit mit dem Vernadsky Institut für Geochemie und Analytische Chemie der Sowjetischen Akademie der Wissenschaften in Moskau (Frau Dr. L. A. KODINA und Prof. E. M. GALIMOV), der wir exquisite organisch-geochemische Analysendaten und eine bislang nicht dagewesene Einsicht in die Genese ausgewählter Vorkommen österreichischer bituminöser Gesteine verdanken.

Nicht zuletzt geht unser Dank auch an die Leitung folgender Betriebe, die uns die Probennahme in ihren Rohstoffabbauern ermöglichten: Gebrüder Albrecht, Pertisau; Perlmooser Zementwerk, Bad Häring und österreichische LECA-Gesellschaft, Fehring.

Für die kritische Durchsicht des Manuskripts danken wir den Herren Dr. KRAINER, POLESCHINSKI und SPIELER am Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Innsbruck sehr herzlich.

Literatur

- BACHMAYER, F. (1952): Fossile Libellenlarven aus miozänen Süßwasserablagerungen. - Sitzber. Österr. Akad. Wiss., Abt. I, **161**, 135-140, Wien.
- BEHRENS, M. (1973): Schwermineralverteilungen und Sedimentstrukturen in den Lunzer Schichten (Karn, Trias, Österreich). - Jb. Geol. B.-A., **116**, 51-83, Wien.
- BERGER, W. (1952): Pflanzenreste aus dem miozänen Ton von Weingraben bei Draßmarkt (Mittelburgenland). - Sitzber. Österr. Akad. Wiss., Abt. I, **161**, 93-101, Wien.
- BITTERLI, P. (1962): Studien an bituminösen Gesteinen aus Österreich und benachbarten Gebieten. - Erdöl-Z., **78**, 405-416, Wien.
- BRANDNER, R. & POLESCHINSKI, W. (1986): Stratigraphie und Tektonik am Kalkalpensüdrand zwischen Zirl und Seefeld in Tirol (Exkursion D am 3. April 1986). - Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F., **68**, 68 - 92, 12 Abb., Stuttgart.
- DALLATORRE, K. W. von (1926): Zur Geschichte der Ichthyologengewinnung in Seefeld (Tirol). - Tiroler Heimatblätter, **4**, 162-165, Innsbruck.
- EBERHARD, M. (1984): Das Fenster von Nüziders (Vorarlberg) und sein Rahmen. - Jb. Geol. B.-A., **127**, 331-347, Wien.
- FUCHS, W. (1980): Das Inneralpine Tertiär. - In: OBERHAUSER, R. (Hrsg.): Der geologische Aufbau Österreichs, 452-462, Wien - New York (Springer).

- GRÄF, W. (1975): Ablagerungen der Gosau von Kainach. - In: FLÜGEL, H. W. (Hrsg.): Erläuterungen zur Geologischen Wanderkarte des Grazer Berglandes 1:100.000. - 83-102, Wien - Graz.
- GÜNTHER, W. & TICHY, G. (1979): Die Ölschieferschurfbaue im Bundesland Salzburg. - Mitt. Ges. Salzburger Landeskunde, **119**, 375-381, Salzburg.
- HEINRICH, M. (1980): Ölschiefer. - In: OBERHAUSER, R. (Hrsg.): Der Geologische Aufbau Österreichs, 547-548, Wien - New York (Springer).
- HUTTON, A. C. (1987): Petrographic Classification of Oil Shales. - Internat. J. Coal Geology, **8**, 203-231, Amsterdam.
- ISSER, M. von (1888): Die Bitumenschätze von Seefeld. - Berg- und Hüttenmänn. Jb., **36**, 1-31, Wien.
- JAMBOR, A. & SOLTI, G. (1975): Geological conditions of the Upper Pannonian oil shale deposits recovered in the Balaton Highland and at Kemenshát. - Acta Miner. Petr. Szeged, **22**, 9-28, Szeged.
- JANOSCHEK, R. (1932): Die Geschichte des Nordrandes der Landseer Bucht im Jungtertiär. (Mittleres Burgenland). - Mitt. Geol. Ges. Wien, **24**, 38-133, Wien.
- KLEBELSBERG, R. v. (1935): Geologie von Tirol. - XII+872 S., Berlin (Gebr. Borntraeger).
- KODINA, L. A., BOGATECHEVA, M. P. & LOBITZER, H. (1988): An organic geochemical study of Austrian bituminous rocks. - Jb. Geol. B.-A., **131**, 291-300, Wien.
- KOLLMANN, H. (1964): Stratigraphie und Tektonik des Gosaubeckens von Gams (Steiermark, Österreich). Mit Beiträgen von PAPP, A. & WOLETZ, G. - Jb. Geol. B.-A., **107**, 71-159, Wien.
- KRATOCHVIL, H. & LADWEIN, H. W. (1984): The Vienna Basin hydrocarbon source rocks and their importance for future exploration. - Erdoel-Erdgas, **100**, 107-115, 18 figs., Hamburg.
- KRAUS, O. (1969): Die Raibler Schichten des Drauzuges (Südliche Kalkalpen). Lithofazielle, sedimentpetrographische und paläogeographische Untersuchungen. - Jb. Geol. B.-A., **112**, 81-152, Wien.
- KÜMEL, F. (1936): Vulkanismus und Tektonik der Landseer Bucht im Burgenland. - Jb. Geol. B.-A., **86**, 203-235, Wien.
- KÜPPER, H. (1957): Tertiär. - In: KÜMEL, F.: Erläuterungen zur geologischen Karte Mattersburg-Deutschkreuz 1:50.000. - 27-28, Wien (Geol. B.-A.).
- LIEBERMAN, H. M. (1978): Das Raibler Becken: eine paläogeographische Rekonstruktion aus dem südalpinen Karn von Raibl (Cave del Predil, Italien). - Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **7**, 7-20, Innsbruck.
- LOBITZER, H., SOLTI, G. & KODINA, L. A. (1988): Fazies, Geochemie und Stratigraphie ausgewählter Vorkommen österreichischer bituminöser Gesteine. - Informationstreffen österreichischer Sedimentologen, 2 S., Innsbruck (Inst. f. Geol. u. Paläont. d. Univ.) (abstract).
- MURCHISON, R. J. (1830): Über den bituminösen Schiefer und die fossilen Fische von Seefeld in Tirol. - Jb. f. Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde, **1**, 125-126, Heidelberg.
- PETRASCHECK, W. (1947): Bitumen und Erdgas im Haselgebirge des alpinen Salzbergbaues. - Berg- und Hüttenmänn. Mh., **92**, 106-109, Wien.
- PLÖCHINGER, B. & OBERHAUSER, R. (1956): Ein bemerkenswertes Profil mit rhätisch-liassischen Mergeln am Untersberg-Ostfuß (Salzburg). - Verh. Geol. B.-A. **1956**, 275-283, Wien.
- RAVASZ, Cs. & SOLTI, G. (1987): Genetic types of oil shales in Hungary. - Ann. Inst. Publ. Hung., **70**, 609-615, Budapest.
- SANDER, B. (1922): Bemerkungen zur Petrographie der Häringer Bitumenmergel. - Jb. Geol. B.-A., **72**, 147-150, Wien.
- SCHAUBERGER, O. (1986): Bau und Bildung der Salzlagertstätten des ostalpinen Salinars. - Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., **7**, 217-254, Wien.
- SCHNABEL, W. & DRAXLER, I. (1976): 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.
- SCHÖNLAUB, H. P. (Hrsg.) 1985: Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 197 Kötschach. - Wien (Geol. B.-A.).
- SENGER, W. v. (1821): Versuch einer Oryctographie der gefürsteten Grafschaft Tirol. - 94 S., Innsbruck.
- SOLTI, G. (1985 a): Prospection and utilization of alginite and oil shale in Hungary. - In: Neogene Mineral Resources in the Carpathian Basin, VIIIth RCMNS Congress, 503-517, Budapest.
- SOLTI, G. (1985 b): Agricultural utilization of Neogene mineral raw material in Hungary. - Neogene Mineral Resources in the Carpathian Basin, VII RCMNS Congress, 519-530, Budapest.
- SOLTI, G., LOBITZER, H. (Projektleiter) et al. (1987): Aufsuchung von Alginit in Österreich. Bericht 1986 über die österreichisch-ungarische Zusammenarbeit in der Ölschiefer/Alginit-Forschung. - VIII + 176 S., Projektendbericht ÜLG 19/1986, Budapest-Wien (Geol. B.-A./MAFI).
- SOLTI, G., LOBITZER, H., DRAXLER, I. & RAVASZ, Cs. (1989): Das Vorkommen von "Alginit" (sensu JAMBOR & SOLTI, 1975) in den Hochriegelschichten von Weingraben im Burgenland. - Jb. Geol. B.-A., **132** (in Druckvorbereitung).
- TAUBER, A. (1952): Grundzüge der Geologie des Burgenlandes. - Burgenländ. Landeskunde, 39-85, Wien.

- TISSOT, B. P. & WELTE, D. H. (1978): Petroleum Formation and Occurrence. A New Approach to Oil and Gas Exploration. - XVIII+538 p., Berlin - Heidelberg - New York (Springer).
- TOLLMANN, A. (1976): Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. Stratigraphie, Fauna und Fazies der Nördlichen Kalkalpen. - XV+580 S., Wien (Deuticke).
- WINKLER, A. (1927): Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Republik Österreich Blatt Gleichenberg. - 164 S., Wien (Geol. B.-A.).
- ZIRKL, E. J. (1981): Das Projekt Bau- und Dekorationsgesteine der Steiermark. - Mitt. Abt. Geol. Joanneum, 42, 171-173, Graz.

Anschriften der Verfasser:

Dr. Harald Lobitzer, Dr. Ilse Draxler, Dr. Paul Herrmann, Dr. Franz Stojaspal, Univ.-Prof. Dr. Herbert Stradner, Dr. Rouben Surenian, Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, A-1031 Wien.

Dr. Lyudmila A. Kodina, USSR Academy of Sciences, Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry, Kosygin Str. 10, USSR-117975 Moscow.

Dr. Gabor Solti, Lajos Dosztaly, Ungarisches Geologisches Institut, Népstadion út 14, H-1442 Budapest.

Univ.-Prof. Dr. Bernd Schwaighofer, Universität für Bodenkultur, Gregor-Mendel-Str. 33, A-1180 Wien.

Dr. Inna A. Dobruskina, USSR Academy of Sciences, Geological Institute, Pyzhevsky Per. 7, USSR-109017 Moscow.

eingereicht: 7. Nov. 1988

angenommen: 9. Dez. 1988

Tabelle 2: Bituminöser Kalk von Geistthal, Kainacher Gosau

Probenbezeichnung	Lithologische Kurzbeschreibung	HCl-unlös. Rückstand, Massen-%	Bitumen- ausbeute in ppm	$\delta^{13}\text{C}$, ‰ (PDB)	
				Corg	Cbit
Geistthal 1	Schwarzer mergeliger im dm-Bereich gebankter bituminöser Kalk. Im Schliff zeigt sich parallel-orientierter Biomikrit mit Schalenresten von Gastropoden, Ostrakoden sowie Fossilreste indet.	32.0	3914	-26.5	-27.3
	<u>Gesamtmineralbestand</u>				
	Rel.-%				
	Kalzit 70 %				
	Schichtsilikate 23 %				
	Quarz 5 %				
	Pyrit 2 %				
	<u>Tonmineralfraktion</u>				
	<2 Mikron				
	Illit 75 %				
	Kaolinit 25 %				

Tabelle 4: Bächental Schichten des Grünbachgrabens

Grünbachgraben 1	Bächental Schichten. Bituminöser Mergelkalk von grünbrauner Farbe; Schliff: deutliches Parallelgefüge, extrem Radiolarien-reich, Schwammnadeln, etwas Pyrit; organischer Detritus.	69.4	10609	-30.2	-30.7
	<u>Gesamtmineralbestand</u>				
	Rel.-%				
	Quarz 10 %				
	Pyrit 3 %				
	Der Rest kann auf Grund starker Background-Erhöhung nur qualitativ angegeben werden:				
	Schichtsilikate, Kalzit, ?Goethit.				
	<u>Tonmineralfraktion</u>				
	<2 Mikron				
	Montmorillonit 72 %				
	Illit 28 %				

Tabelle 5: Kössener Schichten des Gailbergsattels

Gailbergsattel 1	Massiger, z.T. laminiertes dunkelgrauer Kalk mit Schieferzwischenlagen, leichter H ₂ S-Geruch. Schliff: Mikrospartisch rekristallisierter Biomikrit; Ostrakoden, organische Substanzen.	4.79	27.5	-27.3	-28.5
Gailbergsattel 2	Laminiertes, schwarzgrauer Kalk, stärkerer H ₂ S-Geruch. Sehr selten Ostrakoden und Foraminiferen; reichlich organische Substanz.	1.24	64.5	-29.0	-28.5
Gailbergsattel 3	Massiger, stärker nach H ₂ S riechender dunkelgrauer Kalk. Selten schlecht erhaltene Foraminiferen und Ostrakoden.	8.72	75.7	-27.3	-28.1

Fortsetzung Tabelle 3:

Bächental 6	Hellgrauer, dichter resedimentierter Liaskalk vom Typ Adneter Kalk unmittelbar hangend der Bächental Schichten. Kein Bitumengeruch. Im Schliff erweist sich der Biomikrit reich an Foraminiferen und Echinodermen-Detritus, nicht selten Ostrakoden, Filamente, Kieselschwammnadeln, Radiolarien. Etwas stylolithisch geflasert.	17.6	64	-	-30.0
Bächental 7	Manganschiefer mit sehr schwachem Bitumengeruch, hangend von Probe Bächental 6. Im Schliff zeigt sich ein extrem knollig geflasertes Biomikrit, reich an Pyrit, der sowohl feindispers, als auch in Fossilien angereichert ist. An Biogenen dominieren Schalenreste indet., Spongiennadeln und Radiolarien.	38.1	1739	-32.1	-31.4

Tafelerläuterungen

Tafel 1

Ultrafazies der Seefelder Schichten des klassischen Gebietes

- Fig. 1: Tasmaniten(?) - Zysten. Mitteregg-Stollen. Balkenmaßstab 10 Mikron.
- Fig. 2: Aufgebrochene Tasmaniten (?) - Zyste. Mitteregg-Stollen. Balkenmaßstab 4 Mikron.
- Fig. 3: Mikrosparitisches Dolomitgefüge ungleichkörniger eu- bis subhedraler Dolomitkristalle. Probe AL 1. Mitteregg-Stollen. Balkenmaßstab 20 Mikron.
- Fig. 4: Stark korrodierter Dolomitkristall in dolomikritischer und toniger (illitischer) Grundmasse. Probe AL 19. Oberster Bereich des Steiges von der Nördlinger Hütte in Richtung Ursprungssattel. Balkenmaßstab 10 Mikron.
- Fig. 5: Stylolithisierter, extrem, druckgefaserter karbonatischer Schiefer. Probe AL 18. Profilabschnitt bei Nördlinger Hütte. Balkenmaßstab 40 Mikron.
- Fig. 6: Mikrosparitisches Dolomitgefüge relativ gleichkörniger stark korrodierter Dolomitkristalle; im linken Bildteil Mergelton-Gefüge. Probe AL 18 zeigt Mergelton-/Dolomit-Lamination. Profilabschnitt bei Nördlinger Hütte. Balkenmaßstab 20 Mikron.
- Fig. 7: Lignitische Reste höherer Pflanzen. Probe Nördlinger Hütte 2/1987. Balkenmaßstab 20 Mikron.
- Fig. 8: Illitisches Tongefüge. Probe AL 7. Haldenmaterial des Gerhardt-Stollens im Revier Ankerschlag. Balkenmaßstab 20 Mikron.

Tafel 2

Ultrafazies der Seefelder- und bituminösen Kössener- und Raibler Schichten

- Fig. 1: Bisaccate Pollenform (?*Pinuspollenites*) aus einer von Dr. DEMEL (Ichthyolwerk Seefeld) zur Verfügung gestellten Bitumen-reichen Probe des Seefelder Reviers; genaue Herkunft ist unbekannt. Probe AL 6; Seefelder Schichten. Balkenmaßstab 40 Mikron.
- Fig. 2: Dolomitgefüge mit Tonkomponente sowie im Bildzentrum biogene Reste indet. Probe AL 17; Seefelder Schichten des Profilabschnitts bei der Nördlinger Hütte. Balkenmaßstab 10 Mikron.
- Fig. 3: Dolomit-/Tongefüge. Die sehr ungleichkörnigen Dolomitkristalle sind stark korrodiert. Probe Erlachgraben 3; Seefelder Schichten. Balkenmaßstab 20 Mikron.
- Fig. 4: Mikrosparitisches Dolomitgefüge; deutlich ist Stylolithisierung zu erkennen. Probe Windische Höhe 1; Seefelder Schichten. Balkenmaßstab 20 Mikron.
- Fig. 5: Hohlraumspatiation durch euhedrale Kalzitkalenoeder. Probe Gailberg 4; Kössener Schichten. Balkenmaßstab 20 Mikron.
- Fig. 6: Idiomorphe Sprossung von Quarzkristallen in den kalzitischen Kössener Schichten. Probe Gailberg 4. Balkenmaßstab 10 Mikron. Die Bläschen im oberen Bildabschnitt sind "orange peel textures", entstanden beim Besputtern des Präparates mit Gold.
- Fig. 7: Stark korrodiertes dolomitisches Kalkgefüge einer laminierten Partie in den Kössener Schichten. Probe Gailberg 2. Balkenmaßstab 20 Mikron.
- Fig. 8: Subhedraler Dolomitkristall in dolomikritischer Grundmasse. Probe Rubland 1; stinkdolomitische Bank im Raibler Schichten-Profil der Rubland-Straße (KRAUS, 1969). Balkenmaßstab 20 Mikron.

