AUFSUCHUNG VON ALGINIT IN ÖSTERREICH
ENDBERICHT ÜBER DIE ÖSTERREICHISCH-UNGARISCHE ZUSAMMENARBEIT IN DER ÖLSCHIEFER/ALGINIT-PROSPEKTION
(Projekt ÜLG 19)

GABOR SOLTI & HARALD LOBITZER
(Projektleiter)

47 Seiten,10 Abbildungen und 22 Tabellen

Berichte der Geologischen Bundesanstalt,17
Wien, Jänner 1989

Projektleiter: Dr. Gabor SOLTI (MAFI Budapest) und
Dr. Harald LOBITZER (GBA Wien)

Mitarbeiter: Dr. Geza CSASZAR (MAFI Budapest)
Dr. Inna A. DOBRUSKINA (Sowjet.Akad.Wiss., Moskau)
Lajos DOSZTALY (MAFI Budapest)
Dr. Ilse DRAXLER (GBA Wien)
Dr. Paul HERRMANN (GBA Wien)
Dr.Lyudmila A. KODINA (Sowjet.Akad.Wiss.,Moskau)
Dr. Pavel MÜLLER (UUG Brno)
Dr. Csaba RAVASZ (MAFI Budapest)
Univ.Prof.Dr. Bernd SCHWAIGHOFER (Univ.f.Bodenkultur, Wien)
Dr. Franz STOJASPAL (GBA Wien)
Univ.Prof. HR Dr. Herbert STRADNER (GBA Wien)
Dr. Rouben SURENIAN (GBA Wien)

Die Projektdurchführung erfolgte im Rahmen des Vollzuges des Lagerstättengesetzes im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung und des Bundesministeriums für wirtschaftliche Angelegenheiten (vormals BM für Handel, Gewerbe und Industrie).

Impressum:
Alle Rechte für In- und Ausland vorbehalten. Medieninhaber, Herausgeber und Verleger: Geologische Bundesanstalt, A-1031 Wien, Rasumofskygasse 23. Verlagsort: Wien. Herstellungsort: Wien. Ziel der "Berichte der Geologischen Bundesanstalt" ist die Verbreitung wissenschaftlicher Ergebnisse durch die Geologische Bundesanstalt. Satz: Geologische Bundesanstalt. Vervielfältigung: Offsetdruckerei Riegelnik. Nicht im Buchhandel erhältlich.

Österreichische Karte 1:50.000
Blätter 88, 90, 93, 107, 117,
163, 192, 197, 199, 200

Schlüsselwörter:
Bituminöse Gesteine
Organisch-reiche Gesteine
Ölschiefer
"Alginit"
Agrargeologie
Hochriegelschichten
Häringerschichten
Kainacher Gosau
Bächental Schichten
Kössener Schichten
Seefelder Schichten
Raibler Schichten
Nördliche Kalkalpen
Südliche Kalkalpen
Organische Geochemie
Fazies
Paläobotanik
Palynologie
Seltene Metalle

Inhalt

Zusammenfassung
1.Einleitung
2.Organisch-reiche Gesteine in Österreich - Potentielle Energierohstoffe oder Industrieminerale?
2.1."Alginit" sensu JAMBOR & SOLTI 1975
2.1.1.Die Alginit Indikation von Mataschen bei Fehring
2.1.2.Das Alginit-Vorkommen in den Hochriegelschichten von Weingraben im Burgenland
2.2.Häringer Schichten
2.3.Kainacher Gosau
2.4.Lias-Bitumenmergel der Nördlichen Kalkalpen ("Bächental Schichten")
2.4.1.Bächental Schichten des locus classicus
2.4.2.Bächental Schichten des Grünbachgrabens
2.5.Bituminöse Gesteine der ostalpinen Trias
2.5.1.Kössener Schichten des Gailbergsattels
2.5.2.Seefelder Schichten
2.5.2.1.Seefelder Schichten des klassischen Gebietes
2.5.2.2.Seefelder Schichten des Erlachgrabens bei Bleiberg
2.5.2.3.Seefelder Schichten der Windischen Höhe
2.5.3.Raibler Schichten von Rubland
3.Vorschläge für weiterführende Untersuchungen
Dank
Literatur-Auswahl

Zusammenfassung

Das wohl wichtigste Ergebnis unserer Prospektionsarbeiten auf "Alginit" sensu JAMBOR & SOLTI 1975 scheint aus derzeitiger Sicht die Auffindung des Alginit-Vorkommens in den neogenen Hochriegelschichten von Weingraben im Burgenland zu sein. Es handelt sich um organisch-reiche Papierschiefer, gelegentlich mit hohem Anteil an der Grünalge *Botryococcus braunii* KÜTZING sowie meist extrem hohen Quantitäten an Pollen und Sporen. Die technologischen Testergebnisse erweisen diesen für Österreich neuen Rohstoff als hervorragend für die landwirtschaftliche Bodenmelioration geeignet. Allerdings muß eingeschränkt werden, daß sowohl die Mächtigkeit (zur Zeit sind nur etwas über 2 m vertikal aufgeschlossen), als auch die flächenmäßige Ausdehnung völlig unbekannt ist. Auch die lithologische Variabilität im Hinblick auf Wechsellagerung mit tauben, d.h. feinklastischen Lagen, die arm bzw. frei an Kerogen-Typ I-II sind, bedarf noch weiterer Untersuchungen. Ein seichtes Kernbohrprogramm zur Klärung der Lagerstätten-Geometrie und Reserven wird empfohlen.

Im südoststeirischen neogenen Basaltvulkangebiet lag der ursprüngliche Schwerpunkt unserer Prospektionsarbeiten. Es konnte jedoch bislang nur eine Alginit-Indikation von dm-Mächtigkeit in der Tongrube der Fehringer LECA-Werke in Mataschen lokalisiert werden. Auch hier sollte ein Kernbohrprogramm in Aussicht genommen werden. Die übrigen feinklastischen Sedimentserien, die von uns beprobt wurden, zeigten keinen Alginit-Anteil (Gnas, Pertlstein, Gleichenberg, u.a.). Doch auch in diesen Vorkommen von pyroklastischen Ton-/Siltgesteinen kann ein letztes Wort erst nach zusätzlichen Bohraufschlüssen gesprochen werden (siehe Bericht SOLTI, LOBITZER et al. 1987).

Ebenso erbrachte das Studium ausgewählter Kohle-Zwischenmittel kein positives Ergebnis im Hinblick auf Alginit-Einschaltungen; diese wurden in Au-Göriach, Halde von Fohnsdorf, Köflach (Zangtal und Bärnbach), Leoben-Seegraben und in Eibiswald (Grube Heusserer) studiert.

Alle übrigen Vorkommen österreichischer "Ölschiefer" s.l. erwiesen sich für die landwirtschaftliche Bodenmelioration aus verschiedenen Gründen als ungeeignet.

Die Genese der liassischen Bächental Schichten wurde einer eingehenden organisch-geochemischen und faziellen Bearbeitung unterzogen, deren Ergebnisse in KODINA et al.1988 dokumentiert sind. Zur Zeit ist eine ähnliche Bearbeitung der Seefelder Schichten gemeinsam mit Frau KODINA und P. MÜLLER im Gange.

Als Schlußfolgerung aus den bisherigen Untersuchungen kann abgeleitet werden, daß sowohl eine Fortsetzung bzw. Ergänzung der Alginit-Prospektion in den inneralpinen kohleführenden Tertiärbecken empfehlenswert erscheint, als auch eine Richtungsänderung bei der Untersuchung prätertiärer organisch-reicher Gesteine im Hinblick auf Gehalte an seltenen Metallen (Mo, V, Ni, Cr, U/Th, u.a.) und alternativer Nutzungsoptionen; diese bieten sich in der Baustoffindústrie sowie u.U. in der Kosmetik und Pharmazeutik. Eine nutzungsorientierte Erweiterung des Projektes auf organisch-reiche Schwarzschiefer wird empfohlen!

1. Einleitung

Die österreichisch-ungarische Zusammenarbeit bei der Aufsuchung von "Alginit" sensu JAMBOR & SOLTI 1975 geht in ihren Ansätzen auf einen Hinweis von G. CSASZAR (MAFI Budapest) an den späteren österreichischen Projektleiter zurück, daß man sich in Ungarn seit mehr als einem Jahrzehnt intensiv mit dem Potential von natürlich vorkommenden mineralischen Rohstoffen für die landwirtschaftliche Nutzung befasse. Unter diesen Industriemineralen, die u.a. Zeolithe, Perlit und Bentonit umfassen, erweckte vor allem die erfolgreiche Nutzung des auch eventuell in Österreich auf Grund fazieller-paläogeographischer Überlegungen zu erwartenden "Alginits" das Interesse des Bundesministeriums

für wirtschaftliche Angelegenheiten sowie der Geologischen Bundesanstalt. Mit dem ungarischen Alginitexperten G. SOLTI (MAFI Budapest) wurde ein Zusammenarbeitsprogramm ausgearbeitet, das schließlich vom Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten (vormals BM für Handel, Gewerbe und Industrie) in sein Finanzierungsprogramm aufgenommen wurde (Projekt ÜLG 19).

Das Zusammenarbeitsprogramm umfaßt folgende Themenkreise:

- Studium der Prospektionsmöglichkeiten von Alginit anhand der ungarischen Vorkommen.
- Studium der Nutzungsoptionen von Alginit in ungarischen agrogeologischen Laboratorien.
- Gemeinsame österreichisch-ungarische Prospektion von Alginit auf österreichischem Staatsgebiet, wobei auch das agrogeologische Potential anderer österreichischer "Ölschiefer" s.l. in die Untersuchungen einbezogen wurde.
- Geochemische und agrogeologische Analytik österreichischen Probenmaterials in ungarischen Laboratorien.

In jüngster Zeit wurde schließlich das Projekt noch durch Einbeziehung von speziellem Know-how ergänzt das auf organisch-geochemischem Gebiete im Moskauer Vernadsky Institut für Geochemie und Analytische Chemie der Sowjetischen Akademie der Wissenschaften (Frau L.A. KODINA) und im Geochemischen Labor des UUG Brno, CSSR (P. MÜLLER) vorhanden ist.

In Österreich wurden an der Universität für Bodenkultur (B. SCHWAIGHOFER) an ausgewählten Proben Mineralphasen-Analysen mit Schwerpunkt auf der Tonmineralfraktion durchgeführt.

An der Geologischen Bundesanstalt konnte ebenso eine Reihe von wichtigen Untersuchungen durchgeführt werden. Die lithofazielle Charakterisierung im Schliff und REM wurde vom österreichischen Projektleiter in enger Zusammenarbeit mit R. SURENIAN ausgearbeitet. Die Untersuchungen von Frau I. DRAXLER hinsichtlich Art der organischen Substanzen waren von unschätzbarem Wert und sollen künftig noch auf andere Vorkommen ausgedehnt werden. Für die fazielle und stratigraphische Charakterisierung mehrerer Vorkommen organischreicher Gesteine lieferten neben den Untersuchungen von I. DRAXLER insbesondere die Ostrakoden-Bearbeitung der Alginit-Indikation Mataschen durch P. HERRMANN sowie die ökologische Analyse der spärlichen Bivalvenfunde durch F. STOJASPAL entscheidende Daten. H. STRADNER konnte schließlich dazu beitragen mit Hilfe der schlecht erhaltenen und artenarmen Nannofloren das Pliensbach-Alter der Bitumenmergel des Grünbachgrabens - gemeinsam mit den Radiolarien-Daten von L. DOSZTALY, Budapest - abzuklären.

Als großes Manko erwies sich neben dem Fehlen der organischen Geochemie in Österreich auch das absolute Nichtvorhandensein einer organischen Petrologie in Wien. Die ehestmögliche Einbeziehung insbesondere fluoreszenzmikroskopischer Methoden in die Analytikreihen an der Geol.B.-A. muß eingehendst empfohlen werden.

Im Rahmen unserer Geländeuntersuchungen wurden zahlreiche Vorkommen mehr oder minder Alginit-höffiger Gesteinsfolgen beprobt, die sich dann - wie erwartet - sehr häufig als steril an Alginit-Kerogenen erwiesen. Die Ergebnisse dieser mannigfaltigen Untersuchungen sind in zahlreichen unveröffentlichten und im Archiv der Geol.B.-A. hinterlegten Berichten dokumentiert. Um auch dieses Datenmaterial - das für unsere Fragestellung im Rahmen dieser Publikation den Textumfang zu stark erweitern würde und auch irrelevant ist - zugreifbar zu machen, sollen i.d.F. diese Berichte mit kurzen Inhalts-Entrées aufgelistet werden. Ebenso sollen die bisherigen Veröffentlichungen angeführt werden, um die allgemein zugänglich gemachten wissenschaftlichen Ergebnisse bzw. Tätigkeiten die aus diesem Projekt resultierten, zu dokumentieren:

SOLTI, G. & LOBITZER, H. (Projektleiter) et al.: Aufsuchung von Alginit in Österreich. Bericht 1986 über die österreichisch-ungarische Zusammenarbeit in der Ölschiefer/Alginit-Forschung.- Unveröff. Bericht, VIII+ 176 S., Budapest-Wien (MAFI/GBA) 1987.

In diesem Bericht wird ein breites Spektrum von geochemischen bzw. agrogeologischen Daten u.a. über folgende Gebiete dokumentiert:

Tirol:
Seefelder Schichten (Profil Nördlinger Hütte, Mitteregg-Stollen, Unna Stollen)
Bächental Schichten des locus classicus
Gosau von Brandenberg
Alttertiär von Bad Häring und des Duxer Köpfls

Kohlen-Zwischenmittel:
Au-Göriach bei Aflenz
Eibiswald (Grube Heusserer)
Köflach (Bärnbach)
Fohnsdorf-Halde
Leoben-Seegraben

Oststeirisches-südburgenländisches Basaltvulkangebiet:

Bad Gleichenberg, Gnas, Kapfenstein, Pertlstein, Burgfeld und Haselbach (Mataschen) bei Fehring, Klöch, Wilhelmsdorf, Güssing, Altenmarkt bei Riegersburg, Oberpullendorf, Wetzelsdorf, Pauliberg, Mühlbach, u.a.

FARKAS, J.: Bodenkundliche und agrochemische Einschätzung von österreichischen Ölschiefern, Kohlenhangendschiefern und Maar-Ablagerungen.- Unveröff. Bericht, 11 S., Keszthely 1987.

SOLTI, G. & LOBITZER, H.: Alginitforschungsmöglichkeiten in Österreich.- Unveröff. Bericht, 15 S. + Beilagen, Budapest (MAFI) 1987.

(Es werden die ersten Ergebnisse hinsichtlich der Prospektion in der Südost-Steiermark mitgeteilt).

SOLTI, G.: Geologische, landwirtschaftliche und Umweltschutz-Ergebnisse der Alginitforschung in Ungarn.- Unveröff. Bericht, 20 S. + Beilagen, Budapest (MAFI) 1987.

(Der Wissensstand über Nutzungsoptionen von Alginit wird dargestellt!)

SOLTI, G. & LOBITZER, H.: Alginitvorkommen in Österreich.- Unveröff. Bericht, 22 S. + Beilagen, Budapest (MAFI) 1987.

(Die ersten Detailuntersuchungs-Ergebnisse über die Alginit-Indikation Mataschen-Haselbach bei Fehring werden dokumentiert).

SOLTI, G., LOBITZER, H. & RAVASZ, Cs.: Alginitbezweckte Untersuchung der Maar Basalttuffkrater Österreichs.- Unveröff. Bericht, 56 S. + Beilagen, Budapest (MAFI) - Wien (GBA) 1988.

(Die basaltvulkanischen Gebiete des Südburgenlands sowie der Südost-Steiermark werden im Hinblick auf Alginit-Aufsuchung beurteilt).

SOLTI, G., LOBITZER, H. & RAVASZ, Cs.: Untersuchung des Papierschiefers von Weingraben.- Unveröff. Bericht, 30 S., Budapest (MAFI) 1988.

(Die Detailergebnisse geochemischer Untersuchungen über die potentielle Alginit-Lagerstätte Weingraben bei Oberpullendorf im Burgenland werden dokumentiert).

LOBITZER, H., SOLTI, G. & KODINA, L.: Fazies, Geochemie und Stratigraphie ausgewählter Vorkommen österreichischer bituminöser Gesteine.- Informationstreffen österr. Sedimentologen, 2 S., Innsbruck (Inst.f.Geol. u. Paläont.) 1988.

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.

LOBITZER, H., KODINA, L.A., SOLTI, G. et al.: Fazies, Geochemie und Stratigraphie ausgewählter Vorkommen österreichischer organisch-reicher Gesteine - Ein Zwischenbericht.- Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, 15, 85-107, Innsbruck 1988.

(In dieser Veröffentlichung werden zahlreiche Daten - insbesondere ein Großteil der Tabellen - die auch in diesem Endbericht gebracht werden, vorweggenommen).

LOBITZER, H., KODINA, L.A. & SOLTI, G.: Bituminous rocks of Austria - A review.- Terra Abstracts, 1 S., in Druck, Oxford 1989.

Eine Veröffentlichung, die sich insbesondere mit den wissenschaftlichen Aspekten des Alginit-Vorkommens Weingraben auseinandersetzt, ist zur Zeit unter folgendem Arbeitstitel in Druckvorbereitung:

SOLTI, G., LOBITZER, H., DRAXLER, I. & RAVASZ, Cs.: Das Vorkommen von "Alginit" (sensu JAMBOR & SOLTI 1975) in den Hochriegelschichten von Weingraben im Burgenland (In Druckvorbereitung).

Es ist auch wichtig zu erwähnen, daß die wissenschaftliche Ausarbeitung - insbesondere im Hinblick auf organische Geochemie und fazielle Deutung der Seefelder- und Häringer Lagerstätten - zur Zeit noch im Gange ist und weitere interessante Ergebnisse hinsichtlich ihrer Genese erwarten läßt.

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

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 in 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; aus jetztiger Sicht liegt vermutlich 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!

Einen regionalen Überblick der in dieser Studie dokumentierten Alginit/Ölschiefer-Vorkommen vermittelt Abb. 1.

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 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 Gérce), 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 Gérce unweit Sárvár, die dem Maar-Typ des finalen Basaltvulkanismus entlang der markanten Raaber Störungslinie zuzurechnen ist sowie das Vorkommen Tapolcs, das 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 Alginits kann sowohl ± 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 und eine erhebliche zusätzliche Wertschöpfung darstellen.

2.1.1. Die Alginit-Indikation von Mataschen bei Fehring

Etwa 4,5 km SW von Fehring liegt die Tongrube Mataschen der LECA-Werke der Fa. Wienerberger (Abb.1,2). 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 wird, untermauert. Diese Pflanzenlage ist mit laminierten Tonschiefern verbunden, die lediglich einige cm bis etwa 2 dm Mächtigkeit erreicht und im trockenen Zustand ein papierschieferiges Aussehen aufweist. Diese Lage stellt eine Alginitindikation 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 aufgeschlossen 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 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 untenstehende 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. I. 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 ein *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 dünnschalige 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 Dünnschaligkeit 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), *Loxoconcha 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 küstennächster 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 Alginit-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 Lamalginit mit Telalginit von Botryococcen-Herkunft anzusprechen. Röntgendiffraktometrische Untersuchungen erweisen das Sediment, das aus einer lamellaren Wechsellagerung von dünnen Alginit-Plättchen und dickeren tonschieferigen/karbonatischen Lagen besteht, als reich an Schichtsilikaten (Montmorillonit 37%, Kaolinit 1%, Chlorit 1%) und Karbonatphasen (Aragonit 13%, Kalzit 16%, Dolomit 1%). Weiters sind Quarz (6%), Kalifeldspat (7%), Plagioklas (4%) sowie röntgenamorphe Mineralphasen mit 14% nachzuweisen. Derivatographische Untersuchungen weisen einen organischen Anteil von etwa 12% nach. Mit der FISCHER-Methode kann aus dem lufttrockenen Papierschiefer ein Schieferölgehalt von 5,8% und 30,5 m^3/t Schiefergas destilliert werden. Die Verbrennungswärme beträgt 3,77 MJ/kg (902 kcl/kg), der Heizwert 3,18 MJ/kg (761 kcl/kg). Letztere Daten erweisen diesen organisch-reichen siltigen Tonschiefer als idealen energiesparenden Rohstoff für Blähton (LECA)-Herstellung. Das Destillationsgas besteht aus 11,7% CO_2, 10,6% CH_4 (Methan) und 8,2% H_2O. Die Rock-Eval Pyrolyse erweist die Papierschiefer-Lage von Mataschen als unreifen Ölschiefer, d.h. die Hauptphase der Katagenese - der Kohlenwasserstoff-Bildung - ist noch nicht erreicht. Nach der TISSOT'schen Klassifikation (Van Krevelen-Diagramm) handelt es sich um ein Kerogen am Übergangsbereich der Typen I-II. Die organische Substanz im Alginit von Mataschen könnte als Erdölmuttergestein von guter Qualität mit einer theoretischen Quantität von 55 kg CH/t Erdöl liefern und zusätzlich auch Erdgas bilden. Der Gehalt an $C_{org.}$ von 3,80 % ist erheblich. Der Gehalt an Soxleth-

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 Alginit von Mataschen in qualitativer Hinsicht als 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 festgestellt werden, daß der Alginit-Indikation von Mataschen aufgrund mangelnder Mächtigkeit und Ausdehnung absolut keine wirtschaftliche Relevanz zukommt. Nichtsdestoweniger bleibt jedoch das südoststeirische Jungtertiärbecken (Gnas, Pertlstein, etc.) ein Hoffnungsgebiet der Alginitprospektion. Seichte Kernbohrprogramme in Verbindung mit großmaßstäblicher geologischer Kartierung sind jedoch als nächster Prospektionsschritt unerläßlich.

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

Etwa 11 km westlich von Oberpullendorf (Abb. 1,3) befindet sich das bislang einzige Vorkommen von Alginit sensu JAMBOR & SOLTI 1975 in Österreich. Es handelt sich um die Papierschiefer von Weingraben - feingeschichtete siltige Tone vermutlich miozänen Alters - die von TAUBER 1952 Hochriegelschichten genannt werden und sich durch gut erhaltene Insektenfaunen (BACHMAYER 1952) und Funde höherer Pflanzen (BERGER 1952) auszeichnen. 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 Alginit-Vorkommens in Österreich mit umfassenden Analysenergebnissen ist in Vorbereitung (SOLTI, et al. in prep.); hier sollen lediglich die technologisch relevanten Ergebnisse vorweggenommen werden.

Die exakte stratigraphische Zuordnung der Hochriegelschichten ist noch unklar; Badenien ist nicht auszuschließen. 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 "Blättertons 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 laubabwerfen Waldelementen gemäßigter 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 Rezentvergleichungen notwendig.

Tabelle 1 : Korngrößenverteilung des Papierschiefers von Weingraben (Häufigkeits-%).

Korngrößen-Fraktion	Aufschluß-Probe 2	Leseprobe
0,000-0,002	52,7	44,9
0,002-0,005	14,3	17,6
0,005-0,01	14,7	12,5
0,01-0,02	11,8	14,8
0,02-0,06	4,5	5,3
0,06-0,1	0,5	0,5
0,1-0,2	1,0	0,5
0,2-0,3	0,2	3,5
Ton	67,0	62,5
Silt	31,0	32,0
Sand	1,7	4,5

Analytik: Korngrößen - Arbeitsgruppe, Mafi Budapest.

Tabelle 2 : Ergebnisse der thermischen Untersuchungen (DTA-DTG-TG) des Papierschiefers von Weingraben.

	Aufschluß-Punkt 2	Leseprobe
Organische Substanz	< 9 %	< 12 %
Glühverlust	17,86 %	21,75 %
Aschengehalt	82,14 %	78,25 %
Feuchtigkeit	5,8 %	6,0 %
Montmorillonit	33 %	< 40 %
Muskowit	Sp.	Sp.

Analytik: Frau Dr. M. Földvári, Mafi Budapest.

Tabelle 3 : Röntgendiffraktometrie des Papierschiefers von Weingraben (Mineralphasen in %).

	Aufschluß-Probe 2	Leseprobe
Montmorillonit	51	53
Illit	20	18
Kaolinit	5	6
Quarz	5	6
Plagioklas	6	4
Hämatit + Goethit	1	1
Amorphe Phasen	13	12
Summe	101	100

Analytik: Dr. G. Rischak und Frau Gy. Peiker, Mafi Budapest.

Tabelle 4 : Organische Geochemie des Papierschiefers von Weingraben.

	Aufschluß-Probe 2	Leseprobe
Soxleth-Bitumen (Chloroform-Extrakt)	0,408 %	0,938 %
Infrarot-Extinktionsquotienten der Bitumoide		
$\frac{1380}{1470}$	0,24	0,30
$\frac{1710}{1470}$	1,03	0,86
$\frac{1720-40}{1470}$	0,59	0,56
Bitumoide Fraktion		
Gesättigter CH	2,8 %	1,7 %
Aromatischer CH	5,3 %	3,8 %
Harz	67,0 %	62,5 %
Verlust (zum Harz rechnen)	22,5 %	16,2 %
Asphalt	2,1 %	13,5 %

Analytik: Frau A. Bruckner-Wein, Mafi Budapest

In der löslichen organischen Substanz sind mit Hilfe der Infrarot-Spektroskopie zahlreiche aliphatische Verbindungen (lange Kettenverbindungen) nachweisbar. Aromatische Ringe gibt es hingegen kaum, jedoch viele CO-Verbindungen, hauptsächlich Säuren, Ketone wobei ein kleiner Anteil davon in Form von Estern auftritt. Die Zusammensetzung und die IR-Daten zeigen, daß die lösliche organische Substanz unreif ist und einer gemischten Herkunft - sowohl aquatisch als auch terrestrisch - zuzuordnen ist. Die IR-Analyse weist auch zahlreiche H_2-reiche Verbindungen mit 720 cm^{-1} Peaks nach.

Tabelle 5 : Niedrigtemperatur-Destillation (520 °C) nach der Fischer-Methode des Papierschiefers von Weingraben.

	Aufschluß-Probe 2	Leseprobe
Feuchtigkeitsgehalt der Rohprobe in %	7,7	8,2
Gehalt an Schieferteer, Schieferöl		
Rohprobe %	3,0	6,2
Lufttrokkene Probe %	3,3	6,8
Feuchtigkeit, grob		
Rohprobe %	6,7	4,6
Lufttrokkene Probe %	7,2	5,0
Schiefergasmenge		
Rohprobe m^3/t	11,0	-
Lufttrockene Probe m^3/t	11,9	-
Gas + Verlust		
Rohprobe %	1,4	0,8
Lufttrokkene Probe	1,5	0,9
Gasanalyse (Volums-%)		
Kohlendioxyd (CO_2)	6,9	-
Kohlenmonoxyd (CO)	1,6	-
Methan (CH_4)	6,4	-
Wasserstoff (H_2)	2,6	-

Analytik: Frau J. Takács (Zentrales Forschungsinstitut für Bergbau).

Tabelle 6 : Rock-Eval Untersuchung des Papierschiefers von Weingraben.

		Aufschluß-Probe 2	Leseprobe
$C_{org.}$	%	5,11	6,82
PC	%	2,30	3,33
$T_{max.}$	°C	433,00	432,00
S_1		1,00	2,87
S_2		26,65	37,10
S_3		2,97	3,47
Kohlenwasserstoffpotential kg CH/t Gestein		27,65	39,97
PI		0,04	0,07
HI	CH/g $C_{org.}$	521,00	543,00
OI	CO_2/g $C_{org.}$	58,00	50,00
S_2/S_3		8,97	10,69
$PC/C_{org.}$		0,45	0,49
Typ		II	II
Geschätzte Menge der organischen Stoffe, %		6,85	9,14

Analytik: Dr. M. Hetényi, József Attila-Universität, Szeged.

Tabelle 7: Kationenaustauschfähigkeit des Papierschiefers von Weingraben (Angaben in me/100g).

	Aufschluß-Probe 2	Leseprobe
Ca	28,76	26,65
Mg	14,64	16,63
Na	0,77	1,04
K	2,66	2,95
Kationenaustausch-fähigkeit	46,83	47,27

Analytik: Frau I. Dér und Frl. E. Bertalan, Mafi Budapest.

Tabelle 8 : Anorganische Geochemie des Papierschiefers von Weingraben.

	Aufschluß-Probe 2	Leseprobe
SiO_2	46,2	44,4
TiO_2	0,82	0,89
Al_2O_3	19,6	18,4
Fe_2O_3	4,76	4,10
FeO	1,83	2,45
MnO	0,11	0,11
CaO	2,20	2,43
MgO	2,85	2,72
Na_2O	0,69	0,65
K_2O	3,11	3,04
$+H_2O$	13,5	15,1
$-H_2O$	4,08	4,28
CO_2	0,18	0,18
P_2O_5	0,54	0,67

Analytik: Frau I. Dér und Frl. E. Bertalan, Mafi Budapest.

Tabelle 9 : Spektroskopische Untersuchung des Papierschiefers von Weingraben (Angaben in ppm).

	Aufschluß-Probe 2	Leseprobe
Ag	< 4	< 4
As	< 600	< 600
B	25	25
Ba	600	600
Be	25	25
Bi	< 16	< 16
Co	60	40
Cr	100	60
Cu	60	60
Ge	10	4
Mo	< 6	< 6
Ni	100	100
Pb	6	< 6
Sb	< 60	< 60
Sn	< 6	< 6
Sr	600	600
V	100	160
W	< 60	< 60
Y	60	100
Zn	< 100	< 100
Zr	400	400

Analytik: Spektroskopie-Arbeitsgruppe, Mafi Budapest.

Tabelle 10: Bodenkundliche Untersuchung des Papierschiefers von Weingraben.

			Aufschluß-Probe 2	Leseprobe
Gebundenheit	K_A		84	82
Hygroskopizität	hy_I		5,6	5,07
Gesamtsalzgehalt		%	0,15	0,11
Reaktion pH	H_2O		5,58	5,20
	KCl		6,00	5,34
Kalkgehalt	$CaCO_3$	%	0,10	0,10
Humusgehalt		%	6,84	5,30
Aufnehmbare Nährstoffe (Angaben in ppm)				
Stickstoff	N		122	88
Phosphor	P_2O_5		6000	4550
Kalium	K_2O		520	210
Calzium	Ca		3700	3700
Magnesium	Mg		1145	1182
Natrium	Na		50	50
Eisen	Fe		1354	883
Mangan	Mn		77	27
Kupfer	Cu		10,04	11,7
Zink	Zn		10,94	6,27
Bor	B		0,64	0,21
Cadmium	Cd		0,3	0,34
Blei	Pb		3,44	4,00
Nickel	Ni		33,2	20,0
Gesamtnährstoff-Gehalt				
Stickstoff	N	%	0,17	0,14
Phosphor	P	%	0,49	0,50
Kalium	K	%	0,84	0,77
Calzium	Ca	%	2,0	1,5
Magnesium	Mg	%	1,07	1,15
Natrium	Na	%	0,23	0,22
Eisen	Fe	ppm	37095	38378
Mangan	Mn	ppm	236	153
Kupfer	Cu	ppm	22,6	24,8
Zink	Zn	ppm	184,8	144,7
Cadmium	Cd	ppm	2,89	2,89
Blei	Pb	ppm	11,6	14,6
Nickel	Ni	ppm	79,3	57,3

Analytik: J. Farkas, Keszthely.

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 *Botryococcus 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 agressiven Säuren nicht auflösen und bleiben im Ganzen erhalten. In diese ledrige Matrix sind Pollenkörner, Pilzsporen und pflanzliche Gewebereste eingebettet. Detaillierte palynologische Daten sollen in der Arbeit von SOLTI et al. (1989, in Druckvorbereitung) mitgeteilt werden.

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 Ionenaustauschfähigheit ist mit 47 me/100 g bedeutend, wobei die Austauschkapazität der Kationen Ca und Mg am höchsten ist.

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 und Geophysik - dringend empfohlen.

In Tabelle 1-10 werden 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. Es ist jedoch wichtig zu bemerken, daß die analysierten Proben zweifellos nicht einen qualitativen Durchschnittswert über den derzeitigen Profilaufschluß repräsentieren, sondern die tauben sandig-siltigen Zwischenlagen zugunsten der Papierschiefer vernachläßigt werden.

2.2. Häringer Schichten

Bituminöse Mergel und Mergelkalke sind im Mergelbruch der Perlmooser Zementwerke am Pölven bei Bad Häring (Abb.1,4) 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. In Tabelle 11 werden weitere und detailliertere Daten über unlöslichen Rückstand und Bitumenausbeute berichtet, die auch durch isotopengeochemische Daten - $\delta^{13}C$ ‰ (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.

Tabelle 11:Häringer Schichten im Mergelbruch der Perlmooser Zementwerke am Pölven bei Bad Häring

Proben-bezeichnung	Lithologische Kurzbeschreibung	HCl-unlösl. Rückstand, Massen-%	Bitumen-ausbeute in ppm	$\partial^{13}C$, ‰ (PDB) Corg	Cbit
Bad Häring 1	Brauner, fein-laminierter 10 cm mächtiger, bituminöser Kalkmergel mit Kohleschmitzen. Bivalven- und Ostrakodenschälchen,Bioturbation.Bitumen bevorzugt schichtparallel eingelagert.Profilbasis. Gesamtmineralbestand Rel.-%: Dolomit 95 %, Kalzit,Aragonit, Quarz (?Pyrit) 5 % Tonmineralfraktion <2 Mikron: Montmorillonit 65 %, Kaolinit 22 %, Illit 13 %	16.7	2376	-26.0	-26.9
Bad Häring 2	Braungrauer Kalkmergel mit kohligen pflanzlichen Bestegen,laminiert;14.5 cm mächtige Bank. Bituminös riechend.Im Schliff Ostrakodenschälchen und Pflanzendetritus. 90 cm über Probe Bad Häring 1.	8.3	628	-26.5	-28.0
Bad Häring 4	Stark bituminös riechender laminierter Kalkmergel, dünne kohlige Lagen sowie sandig/tonige Streifen. Intraklasten bis zu mehrere cm Durchmesser.Im Schliff zeigt sich parallelorientierter Biomikrit mit Ostrakoden sowie Fossildetritus indet.,gelegentlich Stylolithen und dann knollig aufgelöst. 165 cm über Probe Bad Häring 2.	12.4	2563	-24.2	-25.3
Bad Häring 5	Stark bituminöser grauer bis rotbrauner laminierter Kalk mit tonig/mergelig/siltigen Zwischenlagen. Bankdicke ca. 18 cm. ImSchliff zeigt sich schlieriger,parallelorientierter,stark stylolithisch-geflaserter Biomikrit; etwas Pyrit. An Biogenen sind lediglich Ostrakoden identifizierbar. 60 cm über Probe Bad Häring 4. Gesamtmineralbestand Rel.-%: Aragonit 95 %, Kalzit, Quarz 5 %, Schichtsilikate in Spuren Tonmineralfraktion <2 Mikron: Montmorillonit 72 %, Illit (schlecht kristallisiert) 28 %, Kaolinit Sp.	18.5	4476	-20.8	-23.0
Bad Häring 6	Kaum mehr bituminös riechender beige-brauner Kalk, im 0.5 m-Bereich gebankt, sandige Einschaltungen, etwas Kohleschmitzen. Auf Schichtflächen ausgeprägte Bioturbation. Im Schliff zeigt sich ein fossilreicher Biomikrit mit Foraminiferen (u.a. Milioliden), Detritus von Echinodermen, Ostrakoden, Corallinaceen, Schalenreste indet. sowie Pyrit.	12.7	778	-24.6	-26.2
Bad Häring 7	Lesestück von Häringer Kohle aus dem Pölven-Stollen.	97.0	78410	-22.5	-23.2

Sehr interessant sind die Ergebnisse der $\delta^{13}C$-Analysen, die im Vergleich zu Bächental und Seefeld eine massive Anreicherung der schweren Kohlenstoff-Isotopen 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 (terrigener 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. *Polypodiaceoisporites*.

2.3. Kainacher Gosau

In einem Bachgraben etwa 1 km östlich von Geistthal (Abb.1,5) der in einer scharfen Straßenkehre in NNW-Richtung verläuft, stehen schwarze im dm-Bereich gebankte mergelige Kalke an, die selten bituminösen Geruch aufweisen. In Tabelle 12 (S.25) werden Daten hinsichtlich Mineralogie und organischer Geochemie dokumentiert, wobei die $\delta^{13}C$-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 abzusichern, 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. Die 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's 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, schlechterhaltenen Nannoflora (det. H. STRADNER) im Grünbachgraben deuten jedoch auf Pliensbach-Alter hin. Die Antwort, ob die alpinen Lias-"Ölschiefer" überhaupt ins Toarc hinaufreichen, muß hier offengelassen werden.

Der Schichtglied-Name "Bächental Schichten" wird bereits von SPIELER (Dissertant am Geol.-Paläont. Inst. der Univ. Innsbruck) im Rahmen seiner Dissertations-Ausarbeitung 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 im Sinne von TOLLMANN 1976 bereits auch den lithologischen Typ der Bächental Schichten umfassen, bedarf noch einer Klärung.

Wie die geochemischen und bodenkundlichen Untersuchungen zeigen (SOLTI et al. 1987) kommt den Bächental Schichten agrargeologisch keine Relevanz zu.

Von P. MÜLLER, UUG Brno, wurden 4 Proben einer Rock-Eval-Analyse unterzogen (Tab.14, S.27); die ergänzenden organisch-geochemischen Untersuchungen stehen jedoch noch aus.

2.4.1. Bächental Schichten des locus classicus

Über den einzigen zur Zeit in Österreich im Betrieb befindlichen "Ölschiefer"-Abbau (sieht man von der Mitgewinnung bituminöser Mergel bzw. Mergelkalke als Zementrohstoff in Bad Häring ab) in Bächental im Karwendelgebirge werden von KODINA et al. 1988 detaillierte Ergebnisse organisch-geochemischer Untersuchungen mitgeteilt und - ergänzt durch mikrofazielle Untersuchungen im Dünnschliff und Raster-Elektronen-Mikroskop - hinsichtlich ihrer faziellen Aussagekraft diskutiert.Zur Lage des "Ölschiefer"Abbaus siehe Abb. 1,6.

Lithofaziell zeigen die im 2-3 dm-Bereich gebankten, dunkel-schokoladebraunen, biomikritischen Bitumenmergel von Bächental meist ein gut ausgeprägtes sedimentäres Parallelgefüge; nicht selten ist auch Druckflaserung zu beobachten. Der HCl-unlösliche Rückstand schwankt von 38-71 Gew.-%. Montmorillonit und Illit dominieren den Schichtsilikatanteil; auffallend ist der hohe Pyritgehalt.

Die biofazielle Analyse zeigt auffallende Benthos-Armut bei Dominanz von Radiolarien, Schwammnadeln und gelegentlich Echinodermen-Detritus. Untergeordnet finden sich noch Ammoniten, kleine Bivalven, Ostrakoden, Foraminiferen, Filamente, Calcisphären sowie Schalendetritus indet. Nannofossilien (*Striatomarginis speciosus*) konnten ebenso nur sehr selten beobachtet werden. 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.

Die organisch-geochemische Analyse der Bächentaler Bitumenmergel zeigt stark schwankende Bitumenausbringung von 1700-13300 ppm (Tab.14 sowie KODINA et al. 1988). Die Kohlenstoffisotopen-Untersuchung weist alle Fraktionen organischer Substanz - Bitumen und Kerogen - als an leichten Kohlenstoff-Isotopen (^{13}C) angereichert aus, was für Herkunft der organischen Substanz von Lipiden einzelligen Phytoplanktons (Grün- oder Blaugrünalgen) spricht. Auch die Bitumen-Fraktionen sind einander in der Kohlenstoffisotopen-Zusammensetzung ähnlich, wobei diese Konfiguration charakteristisch für organische Substanzen ist, die unter O_2-verarmten Ablagerungsbedingungen bei hohen Konzentrationen von Phytoplankton-Resten im Sediment entstehen. Die Molekularstruktur der organischen Substanz wurde mit Hilfe spektroskopischer Methoden untersucht. Gesättigte Kohlenwasserstoffe sind in der Hexan-löslichen Fraktion weit verbreitet. Von besonderem Interesse ist auch der Nachweis von Metallporphyrinen, wobei Vanadyl-Porphyrine dominieren. Weiters kann geschlossen werden, daß gemeinsam mit Etioporphyrinen auch DPEP-Porphyrine vorhanden sind, in deren Molekülen jener isozyklische Ring nachweisbar ist, der von einem Chlorophyll-Molekül herleitbar ist. Die Anreicherung von organischen Substanzen in den Porphyrinen gemeinsam mit hohem Schwefelgehalt kann als Hinweis auf anoxische

Verhältnisse und reduzierende Diagenesebedingungen im Sediment angesehen werden. Die Anwesenheit von Perylen spricht jedoch dafür, daß keine stagnierenden Sedimentationsbedingungen herrschten. Das Nichtvorhandensein von Kupfer-Porphyrinen im Bitumen wird als Hinweis gewertet, daß kein terrigener Einfluß im Sediment nachweisbar ist.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, daß die organisch-geochemische Analyse in Verbindung mit litho- und biofaziellen Daten die Aussage zuläßt, daß die Bitumenmergel von Bächental ihren Bitumenanteil hohen Konzentrationen von einzelligem Phytoplankton verdanken. Es herrschten sapropelitische Ablagerungsbedingungen. Ein niedrig-energetischer Ablagerungsbereich mit geringen O_2-Gehalten im Bodenwasser, jedoch nicht stagnierenden Sedimentationsbedingungen und gleichzeitiger hoher Biomasse-Produktion erscheint ebenso erforderlich gewesen zu sein. Die biofazielle Analyse deutet auf einen Ablagerungsraum im äußeren Neritikum bzw. Pelagikum.

Hohe Bitumengehalte, die extrem hohe Konzentrationen geochemisch reifer Petroporphyrine (Ni- und VO-Komplexe) zeigen, werden als Zeugen hohen Sedimentreifegrads angesehen.

In Ergänzung zu den Daten von KODINA et al. 1988 werden in Tab.13 weitere isotopengeochemische Analysen von L.A. KODINA sowie Daten zur Mineralogie (Analytik B. SCHWAIGHOFER) nachgetragen.

2.4.2. Bächental Schichten des Grünbachgrabens

Der Grünbachgraben am Untersbergfuß (Abb.1,7) ist ein altbekanntes und schon lange heimgesagtes Abbaugebiet 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 Vorkommens 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. A. 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 (dokumentiert in KODINA et al.1988).

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 Arten-Vergesellschaftung entspricht der "*Crepidolithus crassus*-Zone" (PRINS 1969, emend. BARNARD & HAY 1974) aus dem späten Sinemur bis frühen Pliensbach. Die Leitart der darauffolgenden "*Axopodorhabdus cylindratus*-Zone" (spätes Pliensbach bis frühes Toarc) konnte nicht nachgewiesen werden, möglicherweise als Folge des ungünstigen Erhaltungszustandes.

Tabelle 12:Bituminöser Kalk von Geistthal, Kainacher Gosau

Proben-bezeichnung	Lithologische Kurzbeschreibung	HCl-unlösl. Rückstand, Massen-%	Bitumen-ausbeute in ppm	$\partial^{13}C$, ‰ (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. Gesamtmineralbestand Rel.-%: Kalzit 70 %, Schichtsilikate 23 %, Quarz 5 %, Pyrit 2 % Tonmineralfraktion <2 Mikron: Illit 75 %, Kaolinit 25 %	32.0	3914	-26.5	-27.3

Tabelle 15:Bächental Schichten des Grünbachgrabens

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

Tabelle 16:Kössener Schichten des Gailbergsattels

Gailberg-sattel 1	Massiger, z.T. laminierter dunkelgrauer Kalk mit Schieferzwischenlagen, leichter H_2S-Geruch. Schliff: Mikrosparitisch rekristallisierter Biomikrit; Ostrakoden, organische Substanzen.	4.79	27.5	-27.3	-28.5
Gailberg-sattel 2	Laminierter, schwarzgrauer Kalk, stärkerer H_2S-Geruch. Sehr selten Ostrakoden und Foraminiferen; reichlich organische Substanz.	1.24	64.5	-29.0	-28.5
Gailberg-sattel 3	Massiger, stärker nach H_2S riechender dunkelgrauer Kalk. Selten schlecht erhaltene Foraminiferen und Ostrakoden.	8.72	75.7	-27.3	-28.1

Tabelle 13: Bitumenmergel-Abbau der Gebrüder Albrecht in den Bächental Schichten des Karwendelgebirges

Proben-bezeichnung	Lithologische Kurzbeschreibung	HCl-unlösl. Rückstand, Massen-%	Bitumen-ausbeute in ppm	$\delta^{13}C$, ‰ (PDB) Corg	Cbit
Bächental 1	"Posidonienschichten", unmittelbar im Liegenden der bituminösen Bächental Schichten, leicht bituminös riechend. Im Schliff sehr häufig Kieselschwammnadeln; Radiolarien sowie selten Foraminiferen. Gesamtmineralbestand Rel.-%: Schichtsilikate 66 %, Kalzit 16 %, Quarz 10 %, Pyrit 8 %, Sulfatmineral (?Polyhalit) Sp. Tonmineralfraktion <2 Mikron: Montmorillonit 47 %, Illit 34 %, Chlorit 14 %, Kaolinit 5 %	55.0	3733	-31.2	-31.9
Bächental 2	Bächental Schichten. Massiger, stark bituminös riechender Mergelkalk aus mittlerem Abbaubereich. Dunkelbraun, hellbläulich anwitternd. Im Schliff zeigt sich gut entwickelte Parallelorientierung. Radiolarien, die z.T. infolge Kompaktion zerdrückt sind, dominieren. Daneben Detritus von Schalen indet. (?Ostrakoden), Echinodermen. Pyrit ist meist an Fossilreste gebunden. Gesamtmineralbestand Rel.-%: Schichtsilikate 35 %, Quarz 11 %, Kalzit 49 %, Pyrit 5 % Tonmineralfraktion <2 Mikron: Illit 48 %, Montmorillonit 52 %, Mixed Layer Sp.	61.9	11250	-32.1	-31.2
Bächental 3	Bächental Schichten. Stark bituminös riechender, dunkelbrauner laminierter Mergelkalk des hangenden (östlichen) Abbaubereichs. Schlecht erhaltene Molluskenfauna (Ammoniten, Bivalven), Radiolarien, Spongiennadeln, Echinodermendetritus, Foraminiferen sehr selten (u.a. "Nodosaria"). Die Fossilreste sind nicht selten pyritisiert; sehr selten Glaukonit.	56.1	10248	-31.8	-31.5
Bächental 4	Bächental Schichten. Leicht bituminöser Mergelkalk, laminiert, lagenweise diagenetische Mergelkonkretionen. Ammoniten-führend. Eine Schlämmprobe zeigt Dominanz von Radiolarien. Sehr reich an Pyrit. Probe ca. 70 cm unterhalb Profiltop.	71.2	4930	-31.3	-32.5
Bächental 5	Lithologie praktisch identisch mit Probe Bächental 4, da diese Probe aus streichender Fortsetzung stammt. Ammoniten-führend. Gesamtmineralbestand Rel.-%: Schichtsilikate 40 %, Quarz 15 %, Kalzit 35 %, Pyrit 10 % Tonmineralfraktion <2 Mikron: Illit 51 %, Montmorillonit 40 %, Kaolinit 9 %, Mixed Layer Sp.	n i c h t b e s t i m m t			

Fortsetzung Tabelle 13:

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 geflaserter 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

Tabelle 14: Rock-Eval-Analysen liassischer bituminöser Mergelkalke.

Proben-bezeichnung	$C_{org.}$	$C_{min.}$	$T_{max.}$	S1	S2	S3	IH	IO	IP
Grünbachgraben	6.00	3,15	435	0,53	65,61	2,77	1102,32	46,17	0,01
Bächental-Abbau-Basis	4,55	2,66	442	1,44	45,49	1,59	1031,56	35,04	0,03
Bächental-Abbau-Top	6,01	3,09	452	1,17	60,36	1,64	1023,66	27,21	0,02
Bächental-Abbau, zentraler Teil	9,42	4,13	442	3,48	99,98	2,88	1098,28	30,53	0,03

Tab.15 (S.25) 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. H_2S-Geruch auf. Altbekannt sind die traditionell in der Pharmazeutik 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 H_2S-Geruch auf. Bekannt sind ferner die Stinkdolomite (W. PETRASCHECK 1947, SCHAUBERGER 1986), die mit dem ostalpinen Haselgebirge assoziiert sind.

2.5.1. Die Kössener Schichten des Gailbergsattels

Die Bundesstraße nördlich des Gailbergsattels in Kärnten (Abb. 1,8) bietet ausgezeichnete Aufschlüsse in beim Anschlagen gelegentlich stark nach H_2S 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.16, S.25).

Im Schliff und REM zeigen sich meist rekristallisierte Biomikrite bzw. Mikrosparite, z.T. feinlaminiert und auch geflasert sowie nicht selten stärker kalzitgeädert; auch dolomitische Partien sind zu beobachten. Autigenes Kristallwachstum von Quarz ist selten. An Biogenen sind lediglich Ostrakoden und Foraminiferen im Schliff selten anzutreffen. Das Bitumen ist entweder parallel zur Laminierung 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 setzten 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 MoS_2-Vererzungen im bituminösen Hauptdolomit - wohl nicht nur der Gailtaler Alpen? - sind den 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 sowie LADWEIN 1988 befassen sich mit der möglichen Rolle der Seefelder Schichten im Untergrund des Wiener Beckens als Erdölmuttergestein. Im Gegensatz zu Untersuchungen früherer Autoren wird in diesen Studien den Seefelder Schichten nur relativ geringe Bedeutung als Source Rock beigemessen.

Die Abhandlung der Seefelder Schichten in dieser Arbeit hat noch sehr vorläufigen und unausgegorenen Charakter, da insbesondere noch die unerläßlichen organisch-geochemischen Detail-Daten zu einem wesentlichen Teil 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 (Abb. 1,9), 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's 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 acquirierten 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's).

Interessant ist auch, daß lt. Mitteilung von Frau DOBRUSKINA bislang keine Pflanzenvergesellschaftungen des Bereiches Ober-Alaun/Unter-Sevat in Eurasien bekannt sind. Alle wohlbekannten 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.17). Die leichten $\delta^{13}C$-Isotope überwiegen jedoch bei weitem. REM-Studien konnten neben der Anwesenheit von (?)Tasmaniten-Zysten auch vereinzelt Pollen 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.17) erweisen die Zusammensetzung der Schichtsilikatphasen der Seefelder Schichten des Nördlinger-Hütte-Profils mit einer Dominanz von Illit als grundverschieden von den tiefermarinen Bächental Schichten, in denen Illit und Montmorillonit etwa zu gleichen Teilen dominiert.

In der unmittelbaren Umgebung der Nördlinger Hütte wurde gemeinsam mit Dr. Pavel MÜLLER (UUG Brno) und Frau Dr. Sibylle NOÉ (Universität München) ein ca. 34 m langes Detailprofil in den Seefelder Schichten aufgenommen und sowohl lithofaziell bearbeitet als auch mit organisch-geochemischen Untersuchungen begonnen. In Tab.18 werden die Ergebnisse der von P. MÜLLER durchgeführten Untersuchungen des Gehalts an $C_{org.}$ bzw. $C_{min.}$ sowie der Rock-Eval-Pyrolyse aufbereitet. IR-Spektroskopie-Untersuchungen sind zur Zeit im Gange, wobei die organische Substanz und die Mineralphasen analysiert werden. Ebenso ist die lithofazielle Analyse (Schliffe, REM sowie Mineralphasenanalyse) zur Zeit noch im Gange, ihre Darstellung erfolgt später.

Weiters wurden von P. MÜLLER alle relevanten Parameter und deren Beziehungen untereinander in Form integrierender Statistik dargestellt, wobei für diese Zwecke die Proben in zwei Gruppen geteilt wurden, nämlich in Dolosparite und "Ölschiefer" (Tab.19).

Vorderhand lassen sich aus den o.a. Untersuchungsergebnissen folgende Schlußfolgerungen ableiten:

- Das Kerogen des Probenmaterials des Nördlinger Hütte-Profils gehört zu den Typen I-II.

- Die Umwandlung des Kerogens zeigt sehr niedrige Werte. Sehr wahrscheinlich ist das meiste Probenmaterial immatur, ohne signifikante Temperatur-bedingte Veränderungen.

- Im Hinblick auf ihren $C_{org.}$-Gehalt und IH-Parameter können die Seefelder Schichten als Erdöl-/Erdgas-Muttergestein angesehen werden, jedoch lediglich nach einer Temperatur-Metamorphose. Im gegenwärtigen Zustand kommt ihnen nur ein sehr gutes Potential zu, nämlich 20 Mill. t HC/km^3.

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.

Tabelle 17:Seefelder Schichten des klassischen Gebietes

Proben-bezeichnung	Lithologische Kurzbeschreibung	HCl-unlösl. Rückstand, Massen-%	Bitumen-ausbeute in ppm	$\partial^{13}C$, ‰ (PDB) Corg	Cbit
Nördlinger Hütte 1	Fein laminierter Dolomit, dunkelgrau, bituminös riechend. Der Schliff zeigt Mikrosparit, stylolithisch geflasert mit häufig kleinen Ostrakoden und Pyrit.	1.98	2842	-28.6	-28.5
Nördlinger Hütte 2	Karbonatischer Schiefer, feinlaminiert, spröd, braungrau, Bitumengeruch. Gesamtmineralbestand Rel.-%: Kalzit 80%, Dolomit 3 %, Quarz 2 %, Schichtsilikat 15 % Tonmineralfraktion <2 Mikron: Illit (randlich aufgeweitet) 100 %, Mixed Layer Sp.	7.93	1495	-29.5	-29.4
Nördlinger Hütte 3	Graubrauner, bituminös riechender Dolomit, laminiert. Mikrit, z.T. geflasert mit sehr häufig Ostrakoden.	9.75	2277	-27.9	-28.4
Nördlinger Hütte 5	Feinlaminierter, rekristallisierter, dunkelgrauer, geflaserter Dolomikrosparit, bituminös riechend, gelegentlich blaue Phosphatknollen. Fossilien nicht identifizierbar, etwas Pyrit.	6.40	1792	-28.5	-28.3
Nördlinger Hütte 6	Bituminöser karbonatischer Schiefer, laminiert, dunkelbraun, gelegentlich blaue Phosphatknöllchen. Gesamtmineralbestand Rel.-%: Kalzit 70 %, Quarz 5 %, Schichtsilikate 25 % Tonmineralfraktion <2 Mikron: Illit (randlich aufgeweitet) 100 %, Mixed Layer Sp.	31.7	11443	-28.1	-27.9
Nördlinger Hütte 7	Dunkel-schokoladebrauner massiger leichtgewichtiger,bituminöser Mergel, der einem slump-fold-Bereich eingeschaltet ist. Etwa 25 m östl. Nördlinger Hütte am Abstieg zum Ursprungsattel.	38.6	5492	-28.7	-29.0
Nördlinger Hütte 8	Weg von Nördlinger Hütte zum Härmelekopf. Weisser Dolomit; wohl sekundär dolomitisierter Grainstone (Biopelsparit). Fossilien nur noch als Geister erkennbar, Peloide.	0.02	72	-26.5	-30.6
Reitherjoch-alm 1	Bituminöser Mergel, dunkelbraun, laminiert, mit Pflanzenresten (?*Brachyphyllum*); auch freies Bitumen.	15.9	18790	-30.5	-30.2
Mitteregg-Stollen	Bituminöser grauer Biodolomikrit, laminiert, stylolithisch geflasert; etwas Pyrit. Ostrakoden dominieren.	-	-	-26.9	-

Tabelle 18: Rock-Eval-Analysen des Profils Nördlinger Hütte in den Seefelder Schichten. Analytik: Dr. P. MÜLLER, UUG Brno.

Proben-Nr.	$C_{org.}$	$C_{min.}$	$T_{max.}$	S1	S2	S3	IH	IO	IP
NH 1	0,05	9,96	-	-	-	-	-	-	-
NH 2	0,17	9,96	-	-	-	-	-	-	-
NH 3	0,11	11,48	-	-	-	-	-	-	-
NH 4	0,14	10,70	456	0,03	0,31	0,52	242,83	373,78	0,09
NH 5	0,05	11,60	-	-	-	-	-	-	-
NH 6	0,13	11,40	442	0,05	0,29	0,35	256,75	266,66	0,14
NH 7	0,05	11,30	-	-	-	-	-	-	-
NH 8	1,42	11,36	440	0,07	12,80	0,83	906,49	58,55	<0,01
NH 9	0,29	10,84	-	-	-	-	-	-	-
NH 10	0,80	11,38	446	0,09	5,87	0,50	745,19	62,03	0,01
NH 11	9,80	7,32	447	0,00	54,25	2,53	553,60	25,86	0,00
NH 12	7,41	9,87	449	0,23	50,38	2,40	682,98	32,37	<0,01
NH 13	2,53	11,09	450	0,00	17,87	1,47	706,35	58,12	0,00
NH 14	5,09	11,79	450	0,00	48,19	1,44	946,72	28,25	0,00
NH 15	0,33	12,05	-	-	-	-	-	-	-
NH 15 a	0,10	12,54	440	0,06	0,86	0,40	919,37	397,78	0,06
NH 15 b	12,25	9,56	448	0,00	101,95	5,67	832,26	46,25	0,00
NH 16	8,83	9,48	451	0,21	66,92	3,97	760,33	44,96	<0,01
NH 17	0,33	11,47	436	0,12	1,74	0,70	563,78	212,33	0,07
NH 18	0,44	11,71	441	0,22	2,67	0,43	656,95	98,02	0,08
NH 19	0,51	11,55	437	0,28	3,03	0,81	648,62	158,14	0,08
NH 20	2,83	9,43	448	0,07	15,81	1,32	561,02	46,51	<0,01
NH 21	0,71	11,00	440	0,21	3,61	1,01	537,21	142,29	0,05
NH 22	3,96	9,82	453	0,17	27,96	1,35	710,21	34,01	<0,01
NH 22 a	3,71	8,32	444	0,10	22,07	1,65	597,61	44,34	<0,01
NH 23	0,41	10,89	457	0,14	2,98	0,46	761,79	112,48	0,05
NH 24	0,88	10,18	445	0,07	3,41	0,95	395,54	107,92	0,02
NH 25	1,48	9,50	450	0,08	11,78	0,67	801,32	45,35	<0,01
NH 26	2,00	6,77	445	0,12	10,41	1,13	526,66	56,70	0,01
NH 27	0,83	10,48	451	0,13	6,08	0,53	747,13	64,11	0,02
NH 28	3,89	8,04	452	0,19	35,83	1,32	925,91	33,90	<0,01
NH 30	0,46	11,87	440	0,16	2,66	0,40	612,95	87,15	0,06
NH 31	3,68	9,31	458	0,42	32,27	1,01	888,30	27,36	0,01
NH 33	1,56	9,72	450	0,24	9,54	0,92	626,71	58,84	0,02
NH 34	0,44	10,90	441	0,08	0,78	0,48	195,08	108,36	0,09
NH 35	0,77	9,91	437	0,09	3,24	0,65	432,29	84,20	0,03
NH 36	1,95	12,11	446	0,00	17,29	1,33	886,87	67,98	0,00
NH 37	1,25	11,69	444	0,61	8,79	0,86	751,98	68,89	0,07
NH 38	8,87	8,15	447	0,38	66,59	3,21	755,02	36,23	<0,01

Tabelle 19: Statistisches Mittel der Rock Eval-Pyrolyse-Werte des Nördlinger Hütte - Profils.

	Dolosparite	"Ölschiefer"
$C_{org.}$ - %	0,74	6,07
$C_{min.}$ - %	11,14	9,00
$T_{max.}$ - °C	444,2	449,7
S_1 (mg HC/g Gestein)	0,13	0,18
S_2 (mg HC/g Gestein)	7,18	43,96
S_3 (mg CO_2/g Gestein)	0,70	2,30
IH (mg HC/g $C_{org.}$)	632	718
IO (mg CO_2/g $C_{org.}$)	134	39
IP	0,05	0,01

Tabelle 20: Seefelder Schichten des Erlachgrabens bei Bleiberg-Kreuth

Proben-bezeichnung	Lithologische Kurzbeschreibung	HCl-unlösl. Rückstand, Massen-%	Bitumen-ausbeute in ppm	∂13C, ‰ (PDB) Corg	Cbit
Erlach-graben 1	Schwarzer "Glanzschiefer" entlang von tektonischer Kluft (Kluftmylonit), bituminös riechend.	1.96	1490	-26.9	-27.9
Erlach-graben 2	Laminierter, brauner, bituminös riechender dolomitischer Schiefer, verwittert.	9.1	1460	-26.7	-28.1
Erlach-graben 3	Wie Probe Erlachgraben 2; jedoch weniger verwittert, graubraun. Gesamtmineralbestand Rel.-%: Dolomit 100 %; Schichtsilikate und Quarz in Spuren Tonmineralfraktion <2 Mikron: Illit 70 %; Kaolinit 30 %; Der Illit ist schlecht kristallisiert.	14.5	2150	-26.7	-28.1
Jordisit	MoS_2-Probe von Dr. I. CERNY, BBU, zur Verfügung gestellt.	0.5	222	-24.0	-26.4

Tabelle 21: Seefelder Schichten der Windischen Höhe

Windische Höhe 1	Laminierter bituminöser Dolomit, nach H_2S riechend, braungrau. Das Bitumen ist zwischen den Lamellen, die z.T. auf Flaserung zurückgehen, angereichert. Fossilleer.	5.74	725	-29.4	-29.4
Windische Höhe 2	Wie zuvor, jedoch mit Rest-Flatschen mikritischen Sediments in den Flaserzonen. Selten Ostrakoden. Selten blaue Phosphatknollen.	3.72	677	-28.6	-29.2

Tabelle 22: Raibler Schichten der Rubland-Straße

Rubland-Straße 1	Bituminöser Biodolosparit. Probenpunkt im Profil von KRAUS (1969): zwischen 2/4 und 4/4 gelegen (oberer Bereich des stromatolithischen Dolomits).	0.3	200	-27.2	-29.6

2.5.2.2. Seefelder Schichten des Erlachgrabens bei Bleiberg

Ein Aufschluß von Seefelder Schichten im Hauptdolomit der Erlachgraben-Forststraße (Abb.1,10) zeigt eine enge Verknüpfung mit einer zwar wirtschaftlich unbedeutenden, aber wissenschaftlich interessanten Molybdänvererzung, nämlich mit Jordisit, MoS_2 (Hinweis von Dr. I. CERNY, Bleiberger 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 Bitumengehalts sowie von $\delta^{13}C$ durch. Ebenso wurde der Jordisit analog dazu analysiert. B. SCHWAIGHOFER führte die Untersuchung des Gesamtmineralbestands und der Tonfraktion der bitumenreichsten bzw. an HCl-unlöslichem Rückstand reichsten Probe durch (Zusammenschau der Ergebnisse siehe Tab.20).

In den Schliffen und im REM 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 (Abb.1,10). Im Schliff und REM erweist sich der laminierte Dolomit von recht verschiedener Korngröße der Dolomitkristalle, wobei jedoch ein Maximum im mikrosparitischen Korngrößenbereich feststellbar ist. 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 ansonst sehr fossilarmen Dolomit zu sehen. Zwei stinkdolomitische Proben wurden von L. A. KODINA hinsichtlich HCl-unlöslichem Rückstand, Bitumenausbeute und Isotope der organischen Substanz untersucht (Tab.21).

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.22). Im Schliff und REM erweist sich der Dolo(bio)sparit als grobkörnig, wobei Fossilreste nur noch als Geisterstrukturen zu erahnen sind. Zur Lage siehe Abb. 1,10.

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-Fraktionen und die Molekularstruktur-Analysen der organischen Substanzen - weitergeführt werden. Zum anderen erscheinen weitere Maturitäts-Untersuchungen mit Hilfe der Pyrolyse sowie fluoreszenzmikroskopischer Methoden unentbehrlich. Eine sehr wichtige Fragestellung betrifft weiters die standardisierte Analytik "seltener" Elemente, insbesondere von Mo, V, Ni, Cr, Ti, U/Th, 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: je 0,1 %) - siehe KODINA et al. 1988 - als

potentiell wirtschaftlich interessant. Außerdem wäre eine möglichst enge Einbindung künftiger Untersuchungen in den Rahmen des IGCP-Projektes Nr. 254 "Metalliferous Black Shales" sehr wünschenswert. Dabei ergibt sich die Empfehlung, ein künftiges Pilotprojekt auf organisch-reiche Schwarzschiefer (inkl. z.B. Graptolithenschiefer) auszudehnen.

Weiters sollten alle bislang nicht untersuchten Papierschiefer und Brandschiefer, die z.B. als Zwischenmittel beim Braunkohle/Lignit-Abbau anfallen, im Hinblick auf ihre eventuelle Zugehörigkeit zu unreifen Ölschiefern - "Alginit" - geprüft 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. Auch an eine alternative Nutzung in der Kosmetik und Pharmazeutik - wie sie z.B. in der USSR praktiziert wird - ist zu denken. Wie bereits zahlreiche fehlgeschlagene Versuche in der Vergangenheit belegen, kommt aus derzeitiger Sicht keinem österreichischen "Ölschiefer" Bedeutung als Energierohstoff zu, sieht man von der erwähnten Energiesparkomponente beim Blähen oder Klinkerbrand ab.

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. SOLTI koordinierte auch die in ungarischen Laboratorien durchgeführten analytischen Untersuchungsprogramme an österreichischen organisch-reichen Gesteinen. Allen Mitarbeitern in den ungarischen Laboratorien gebührt besonderer Dank! Besonders hervorheben möchte der österreichische Projektleiter 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. Weiters wurde die Zusammenarbeit jüngst auf das organisch-geochemische Labor des UUG Brno (Dr.P. MÜLLER) ausgedehnt, die ebenso ausgezeichnete Daten (Rock-Eval-Pyrolyse) erbrachte. Schließlich danken wir den Kollegen am Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Innsbruck, insbesondere Doz. R. BRANDNER und Doz. W. RESCH sowie Dr. K. KRAINER, W. POLESCHINSKI und N. SPIELER sehr herzlich für zahlreiche Anregungen, Diskussionen, gemeinsame Begehungen und kritische Durchsicht von Manuskriptteilen.

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

Literatur-Auswahl

ALBRECHT, Gebr.: 80 Jahre Tiroler Steinölwerke. Die Steinölbrenner vom Bächental in Pertisau am Achensee.- 28 p., Pertisau 1984.

BACHMAYER, F.: Fossile Libellenlarven aus miozänen Süßwasserablagerungen.- Sitzber. Österr. Akad. Wiss., Abt. I,**161**, 135 - 140, Wien 1952.

BEHRENS, M.: Schwermineralverteilungen in den Lunzer Schichten (Karn, Trias, Österreich). - Jb. Geol. B.-A., **116**, 51 - 83, Wien 1973.

BELANI, E.: Ölschiefervorkommen in Kärnten und dessen Anwendungsmöglichkeiten. - Erdöl-Z., **67**, 30 -31, Wien 1951.

BERGER, W.: Pflanzenreste aus dem miozänen Ton von Weingraben bei Draßmarkt (Mittelburgenland).- Sitzber. Österr. Akad. Wiss., Abt. I, **161**, 93 - 101, Wien 1952.

BITTERLI, P.: Studien an bituminösen Gesteinen aus Österreich und benachbarten Gebieten. - Erdöl-Z., **78**, 405 - 416, Wien 1962.

BRANDNER, R. & POLESCHINSKI, W.: 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**, 67 - 92, Stuttgart 1986.

CZURDA, K.: Parameter und Prozesse der Bildung bituminöser Karbonate (Bituminöser Hauptdolomit).- Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **21**, 235 - 250, Innsbruck 1972.

DALLATORRE, K.W.von: Zur Geschichte der Ichthyolgewinnung in Seefeld (Tirol).- Tiroler Heimatblätter, **4**, 162 - 165, Innsbruck, 1926.

DEMAISON, G.J. & MOORE, G.T.: Anoxic environments and oil source bed genesis.- Amer. Ass. Petrol. Geol. Bull, **64**, 1179 - 1209, Tulsa 198O.

DONATH, E.: Zur Einführung der Schieferöl-Industrie in Österreich.-Berg- und hüttenmänn. Jb., **67**, 14 - 36, Wien 1919.

EBERHARD, M.: Das Fenster von Nüziders (Vorarlberg) und sein Rahmen.- Jb. Geol. B.-A., **127**, 331 - 347, Wien 1984.

ESPITALIE, J., MADEC, M. & TISSOT, B.: Role of mineral matrix in kerogen pyrolysis: Influence on petroleum generation and migration. - AAPG Bull., **64**, 59 - 66, Tulsa 1980.

FISCHER, G.: Über die Bitumenmergel von Seefeld in Tirol.- Geol. Jb., **74**, 63 - 74, Hannover 1957.

FLÜGEL, H. & HERITSCH, H.: Das Steirische Tertiär-Becken.- Sammlg. Geol. Führer, **47**, 196 S., Berlin - Stuttgart (Gebr. Borntraeger) 1968.

FRUTH, J. & SCHERREIKS, R.: Hauptdolomit - sedimentary and paleogeographic models (Norian, Northern Calcareous Alps.).- Geol. Rdsch., **73**, 305 - 318, Stuttgart 1984.

FUCHS, W.: Das Inneralpine Tertiär.- In: OBERHAUSER, R. (Hrsg.): Der Geologische Aufbau Österreichs.- 452 - 462, Wien - New York (Springer-Verlag) 1980.

GRÄF, W.: Ablagerungen der Gosau von Kainach.- In: FLÜGEL, H. W. (Hrsg.): Erläuterungen zur Geologischen Wanderkarte des Grazer Berglandes 1:100.000.- 83 - 102, Wien - Graz 1975.

GÜNTHER, W. & TICHY, G.: Die Ölschieferschurfbaue im Bundesland Salzburg.- Mitt. Ges. Salzburger Landeskunde, **119**, 375 - 381, Salzburg 1979.

HALLAM, A.: Mesozoic marine organic-rich shales.- In: BROOKS, J. & FLEET, A.J. (eds.): Marine Petroleum Source Rocks.- Geol. Soc. Spec. Publ., **26**, 251 -261, London 1987.

HEINRICH, M.: Ölschiefer.- In: OBERHAUSER, R. (Hrsg.): Der Geologische Aufbau Österreichs, 547 - 548, Wien - New York 1980.

HRADIL, G.: Über "Dirschenit" und die Verbreitung des Bitumengehalts im Ölschiefer von Seefeld in Tirol.- Petroleum, **25**. Jg., Nr. 14, 431 - 436, Berlin 1929.

HRADIL, G.: Die Ölschiefer Tirols.- Veröff. Mus. Ferd., **26**, 25 - 32, Innsbruck 1949.

HRADIL, G. & FALSER, H.v.: Die Ölschiefer Tirols.- VIII+121 p., Leipzig 1930.

HUTTON, A.C.: Petrographic Classification of Oil Shales.- Internat. J. Coal Geology, **8**, 203 - 231, Amsterdam 1987.

ISSER, M.von: Die Bitumenschätze von Seefeld. - Berg- und Hüttenmänn. Jb., **36**, 1-31, Wien 1888.

JAMBOR, A. & SOLTI, G.: Geological conditions of the Upper Pannonian oil shale deposits recovered in the Balaton Highland and at Kemeneshat.- Acta Miner. Petr. Szeged, **22**, 9 - 28, Szeged 1975.

JANOSCHEK, R.: Die Geschichte des Nordrandes der Landseer Bucht im Jungtertiär. (Mittleres Burgenland).- Mitt. Geol. Ges. Wien, **24**, 23 - 133, Wien 1932.

JENKYNS, H.C.: The Early Toarcian and Cenomanian-Turonian anoxic events in Europe: comparisons and contrasts.- Geol. Rdsch., **74**, 505 - 518, Stuttgart 1985.

JENKYNS, H.C. & CLAYTON, Ch.J.: Black shales and carbon isotopes in pelagic sediments from the Tethyan Lower Jurassic.- Sedimentology, **33**, 87 - 106, Oxford etc. 1986.

KAISER, O.: Die bergmännische Gewinnung von Ölschiefern. - Erdöl- Z., **68**, 96 - 98, Wien 1952.

KLEBELSBERG, R.von: Geologie von Tirol.- XII+872 p., Berlin (Gebr. Borntraeger) 1935.

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. (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.

KOLÜBAKIN, D.v.: Die bergmännische Gewinnung von Erdöl und ihre Anwendbarkeit auf österreichische Vorkommen. - Bohrtechniker Z., **63**, H. 7/8, 9 - 17, Wien 1947.

KRATOCHVIL, H. & LADWEIN, H.W.: The Vienna Basin hydrocarbon source rocks and their importance for future exploration.- Erdoel-Erdgas, **100**, 107 - 115, Hamburg 1984.

KRAUS, O.: Die Raibler Schichten des Drauzuges (Südliche Kalkalpen). Lithofazielle, sedimentpetrographische und paläogeographische Untersuchungen.- Jb. Geol. B.-A., **112**, 81 - 152, Wien 1969.

KÜMEL, F.: Vulkanismus und Tektonik der Landseer Bucht im Burgenland.- Jb. Geol. B.-A., **86**, 203 - 235, Wien 1936.

KÜPPER, H.: Tertiär.-In: KÜMEL, F.: Erläuterungen zur geologischen Karte Mattersburg-Deutschkreutz 1:50.000.- 27 - 28, Wien (Geol. B.-A.) 1957.

KURRE, B.: Ölschiefergewinnung in den Alpen.- Petroleum, **31**, No.7, 4 - 6, Berlin 1935.

LADWEIN, H.W.: Organic geochemistry of Vienna Basin: Model for hydrocarbon generation in overthrust belts. - AAPG Bull., **72**, 586 - 599, Tulsa 1988.

LANGECKER, F.: Ölschiefer im Karvendel. - Erdöl-Z., **68**, 1 - 3, Wien 1952.

LIEBERMAN, H.M.: Das Raibler Becken: eine paläogeographische Rekonstruktion aus dem südalpinen Karn von Raibl (Cave del Predil, Italien).- Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **7**, 7 - 20, Innsbruck 1978.

LOBITZER, H. & SOLTI, G.: Alginitvorkommen in Österreich.- Unveröffentl. Bericht, 22S.,Budapest (MAFI) 1987 (Archiv Geol.B.-A.).

LOBITZER, H., KODINA, L.A., SOLTI, G., SCHWAIGHOFER, B. & SURENIAN, R. unter Mitarbeit von DOBRUSKINA,I.A., DOSZTALY, L., DRAXLER, I., HERRMANN, P., STOJASPAL, F. & STRADNER, H.: Fazies, Geochemie und Stratigraphie ausgewählter Vorkommen österreichischer organisch-reicher Gesteine - Ein Zwischenbericht.- Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **15**, 85 - 107, Innsbruck 1988.

LOBITZER, H., SOLTI, G. & KODINA, L. A.: Fazies, Geochemie und Stratigraphie ausgewählter Vorkommen österreichischer bituminöser Gesteine.- Informationstreffen österreichischer Sedimentologen , 2 S., Innsbruck (Inst. f. Geol. u. Paläont.d. Univ.) 1988.

MACAULEY, G.: Geology of the oil shale deposits of Canada. - Geol. Surv. Canada Paper, **81-25**, 65 p., Ottawa 1985.

MACAULEY, G., SNOWDON, L. R. & BALL, F. D.: Geochemistry and geological factors governing exploitation of selected Canadian oil shale deposits. - Geol. Surv. Canada Paper, **85-13**, VIII + 65 p., Ottawa 1985.

MURCHISON, R.J.: Über den bituminösen Schiefer und die fossilen Fische von Seefeld in Tirol.- Jb. f. Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde, **1**, 125 - 126, Heidelberg 1830.

MUTSCHLECHNER, G.: Das Grattenbergl bei Wörgl, eine geologische Besonderheit. - Schlern-Schriften **188**, 33 - 34, Innsbruck 1959.

PETRASCHECK, W.: Bitumen und Erdgas im Haselgebirge des alpinen Salzbergbaues.- Berg- u. Hüttenmänn. Mh., **92**, 106 - 109, Wien 1947.

PLÖCHINGER, B. (Mit Beiträgen von OBERHAUSER, R., STRADNER, H. &, WOLETZ, G.): Die tektonischen Fenster von St. Gilgen und Strobl am Wolfgangsee (Salzburg, Österreich).- Jb. Geol. B.-A., **107**, 11 - 69, Wien 1964.

PLÖCHINGER; B. & OBERHAUSER, R.: Ein bemerkenswertes Profil mit rhätisch-liassischen Mergeln am Untersberg-Ostfuß (Salzburg).-Verh. Geol. B.-A., 275 - 283, Wien 1956.

POTONIE, R.: Allgemeine Petrographie der "Ölschiefer" und ihrer Verwandten mit Ausblick auf die Erdölentstehung (Petrographie der Sapropelite).- 173 S., Berlin (Gebr. Borntraeger) 1928.

RAVASZ, Cs. & SOLTI, G.: Genetic types of oil shales in Hungary.-Ann. Inst. Publ. Hung., **70**, 609 - 615, Budapest 1987.

RÜHL, W.: Tar (extra heavy oil) sand and oil shales. - Geology of Petroleum, **6**, VII + 149 p., Stuttgart (Enke) 1982.

SANDER, B.: Über bituminöse Mergel.- Jb. Geol. Staatsanst., **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.

SCHARBERT, H. G., POULTIDES, Ch., HÖLLER, H., KOLMER, H. & WIRSCHING, U.: Vulkanite im Raume Burgenland - Oststeiermark. - Fortschr. Miner., **59**, 69 - 88, Stuttgart 1981.

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.

SCHROLL, E. & JANDA, I.: Über das Vorkommen von Wolfram in Gesteinen der Ostalpen und der Böhmischen Masse. - Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **113**, 4 - 10, Wien 1977.

SENGER, W.v.: Versuch einer Oryctographie der gefürsteten Grafschaft Tirol.- 94 S., Innsbruck 1821.

SOLTI, G.: Prospection and utilization of alginite and oil shale in Hungary.- In: Neogene Mineral Resources in the Carpathian Basin, VIIIth RCMNS Congress, 503 - 517, Budapest 1985a.

SOLTI, G.: Agricultural utilization of Neogene mineral raw materials in Hungary.- Neogene Mineral Resources in the Carpathian Basin, VIII RCMNS Congress, 519 - 530, Budapest 1985b.

SOLTI, G., LOBITZER, H. (Projektleiter) et al.: 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) 1987 (Archiv Geol. B.-A.).

SOLTI, G., & LOBITZER, H.: Alginitforschungsmöglichkeiten in Österreich. - Unveröff. Bericht, 15 S. + Abb., Budapest (MAFI) 1987 (Archiv Geol. B.- A.).

SOLTI, G., LOBITZER, H. & RAVASZ, Cs.: Untersuchung des Papierschiefers von Weingraben. - Unveröff. Bericht, 30 S., Budapest (MAFI) 1988 (Archiv Geol. B.- A.).

SOLTI, G., LOBITZER, H. & RAVASZ, Cs.: Alginitbezweckte Untersuchung der Maar-Basalttuffkrater Österreichs. - Unveröff. Bericht, 56 S., Budapest (MAFI) 1988 (Archiv Geol. B.-A.).

SOLTI, G., LOBITZER, H., DRAXLER, I. & RAVASZ, Cs.: Das Vorkommen von "Alginit" (sensu JAMBOR & SOLTI 1975) in den Hochriegelschichten von Weingraben im Burgenland (In Druckvorbereitung).

STAPLIN, F. L. et al.: How to assess maturation and paleotemperatures. - SEPM Short Course, **7**, 289 p., Tulsa 1982.

SUHLING, L.: Erdöl und Erdölprodukte in der Geschichte. Ein Überblick über mehrere Jahrtausend Gewinnung und Verwendung von Erdölprodukten im Vorderen Orient und in Europa bis zum Beginn der großindustriellen Produktion. - Deutsches Museum Abh. u. Ber., **43**, H. 2/3, 110 S., München 1975.

TAUBER, A.: Grundzüge der Geologie des Burgenlandes.- Burgenländ. Landeskunde, 39 - 85, Wien 1952.

TISSOT, B.P. & WELTE, D.H.: Petroleum Formation and Occurrence. A New Approach to Oil and Gas Exploration.- XVIII+538 p., Berlin -Heidelberg - New York (Springer Verlag) 1978.

TOLLMANN, A.: Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. Stratigraphie , Fauna und Fazies der Nördlichen Kalkalpen.- XV+580 S., Wien (Deuticke) 1976.

VETTERS, W.: Zur Genese des Tuffes von Pertlstein bei Feldbach (Steiermark). - Karinthin, **76**, 287 - 289, Klagenfurt 1977.

WIEDEN, P. & SCHMIDT, W.J.: Der Illit von Fehring.- Tschermaks Miner. Petr. Mitt., 3. Folge, **5**, 284 - 302, Wien 1956.

WINKLER, A.: Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Republik Österreich Blatt Gleichenberg.- 164 S., Wien (Geol.B.-A.) 1927.

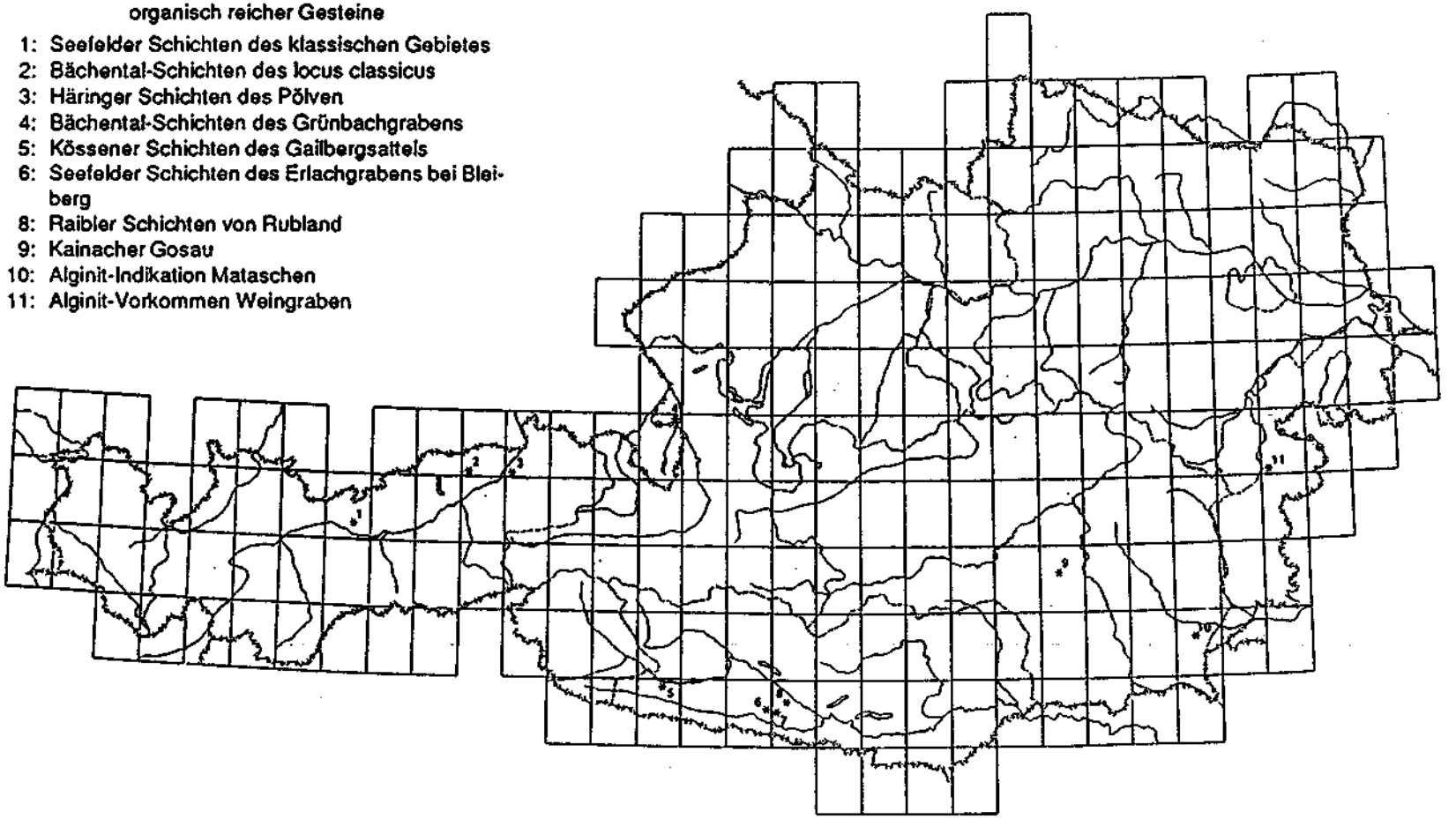
YEN, T. F. & CHILINGARIAN, G. V.: Oil shale. - Developm. in Petr. Sci., **5**, XI + 292 p., Amsterdam, etc. (Elsevier) 1976.

ZIRKL, E.J.: Das Projekt Bau- und Dekorationsgesteine der Steiermark.- Mitt. Abt. Geol. Joanneum, **42**, 171 - 173, Graz 1981.

Abb. 1:

Lage der im Text erwähnten Vorkommen organisch reicher Gesteine

1: Seefelder Schichten des klassischen Gebietes
2: Bächental-Schichten des locus classicus
3: Häringer Schichten des Pölven
4: Bächental-Schichten des Grünbachgrabens
5: Kössener Schichten des Gailbergsattels
6: Seefelder Schichten des Erlachgrabens bei Bleiberg
8: Raibler Schichten von Rubland
9: Kainacher Gosau
10: Alginit-Indikation Mataschen
11: Alginit-Vorkommen Weingraben



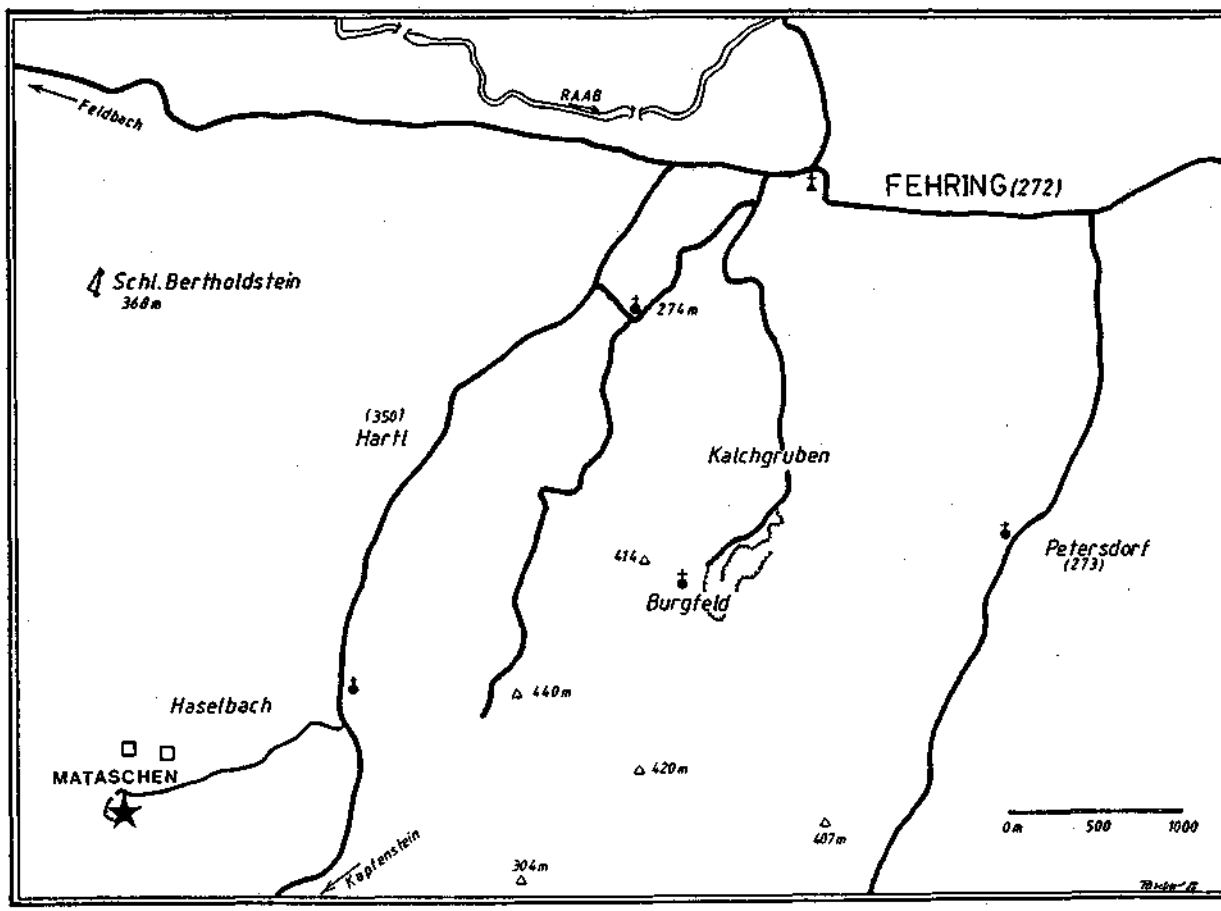


Abb. 2: Lageskizze der Alginit-Indikation Mataschen in der Tongrube der LECA-Werke Fehring (Fa. Wienerberger). ÖK 50, Blatt 192 Feldbach.

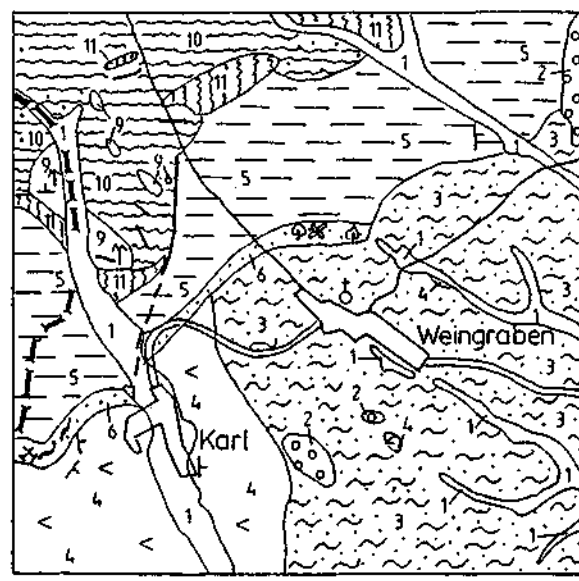


Abb. 3: Geologische Skizze des Alginit-Vorkommens Weingraben in den Hochriegelschichten (nach F. KÜMEL 1951: Geologische Karte 1:50.000 Mattersburg-Deutschkreutz).
Legende: 1 (Alluvium), 2 (Terrassenschotter), 3 (Sarmat; Tegel und Sand), 4 (Brennberger Blockschotter), 5 (Obere Auwald-Schotter), 6 (Hochriegelschichten mit "Alginit"), 7 (Kohlenausbisse in den Hochriegelschichten beim heimgesagten Bergbauzeichen), 8 (Chloritgneis), 9 (Granit-Grobgneis), 10 (Biotitschiefergneis), 11 (Aplitische und pegmatitische Injektion). Die Blatt-Signatur nördlich von Weingraben markiert das Alginit-Vorkommen mit seiner bekannten Fundstelle von Phanerogamen-Abdrücken.

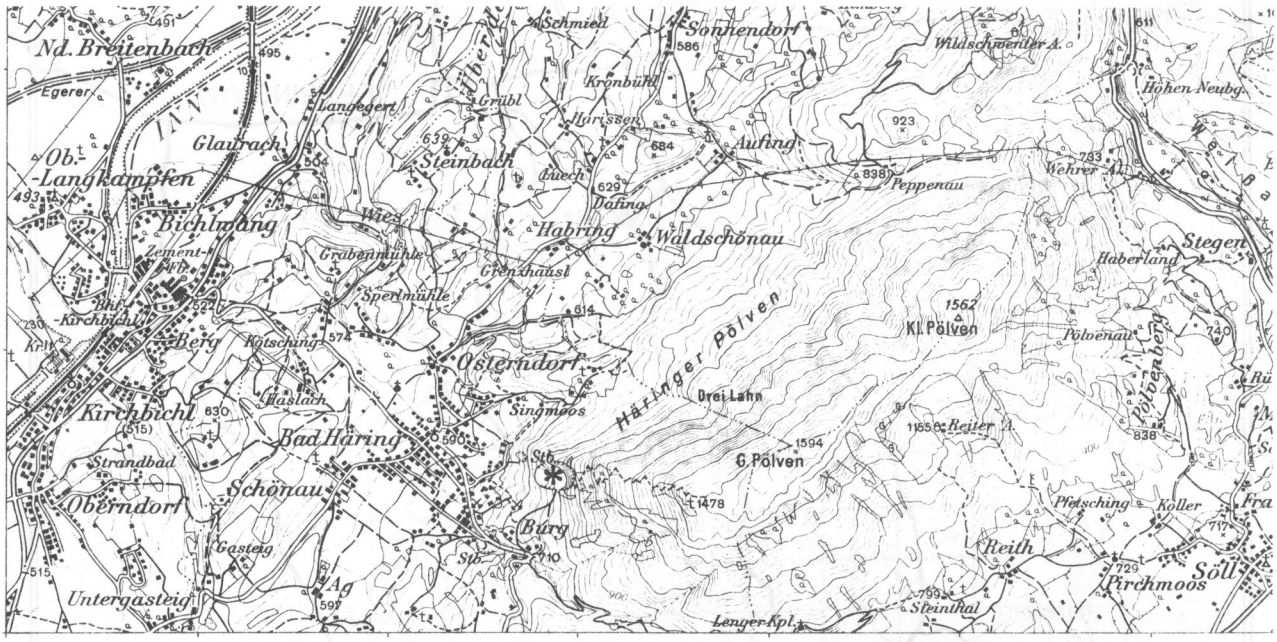


Abb. 4: Lageskizze des Mergelbruchs der Perlmooser Zementwerke am Pölven bei Bad Häring. Ausschnitt aus ÖK 50, Blatt 90 Kufstein.

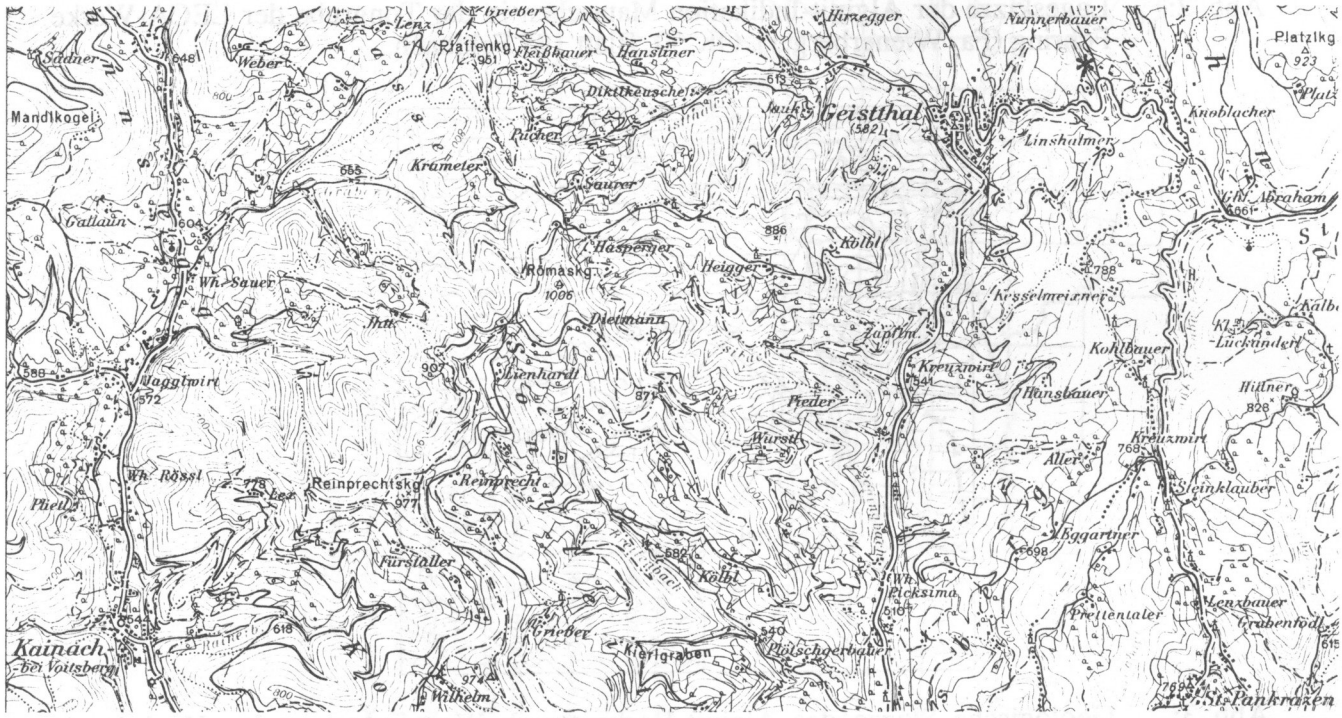


Abb. 5: Lageskizze des Vorkommens bituminöser Kalke in der Kainacher Gosau ENE Geistthal. Ausschnitt aus ÖK 50, Blatt 163 Voitsberg.

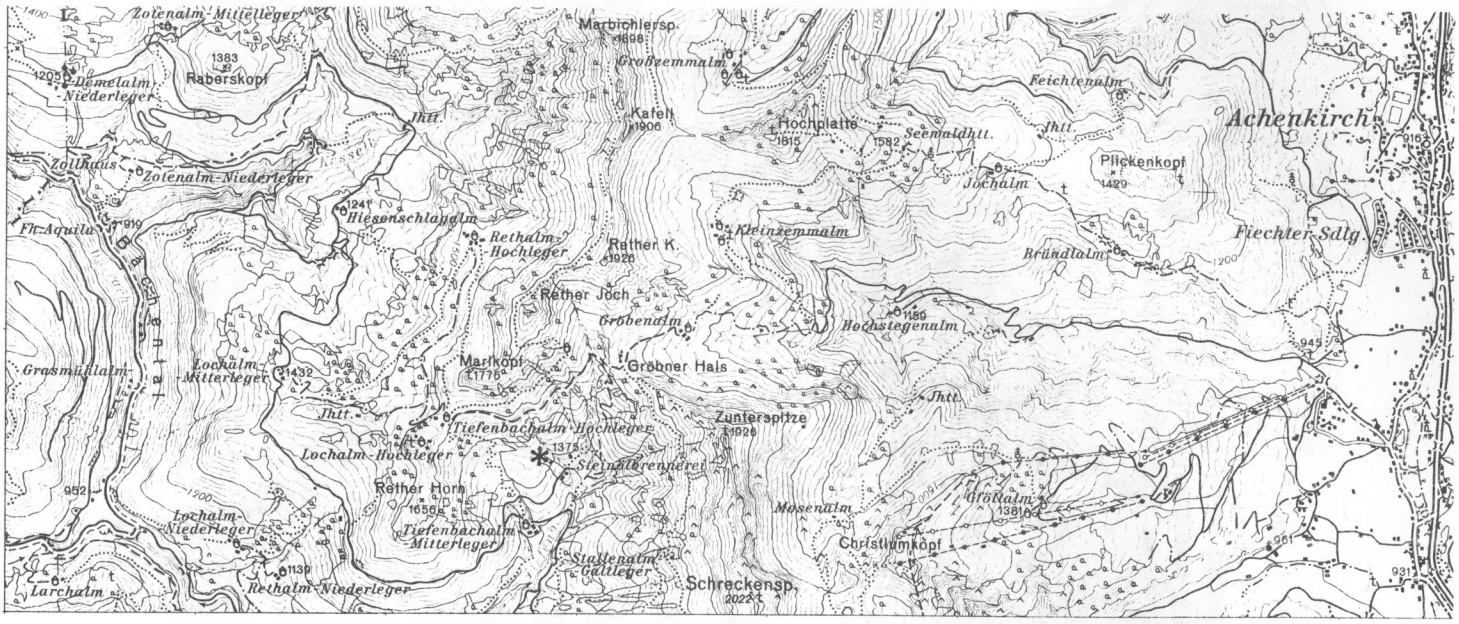


Abb. 6: Lageskizze des Abbaues bituminöser Mergelkalke der Gebr. Albrecht in Bächental. Ausschnitt aus ÖK 50, Blatt 88 Achenkirch.

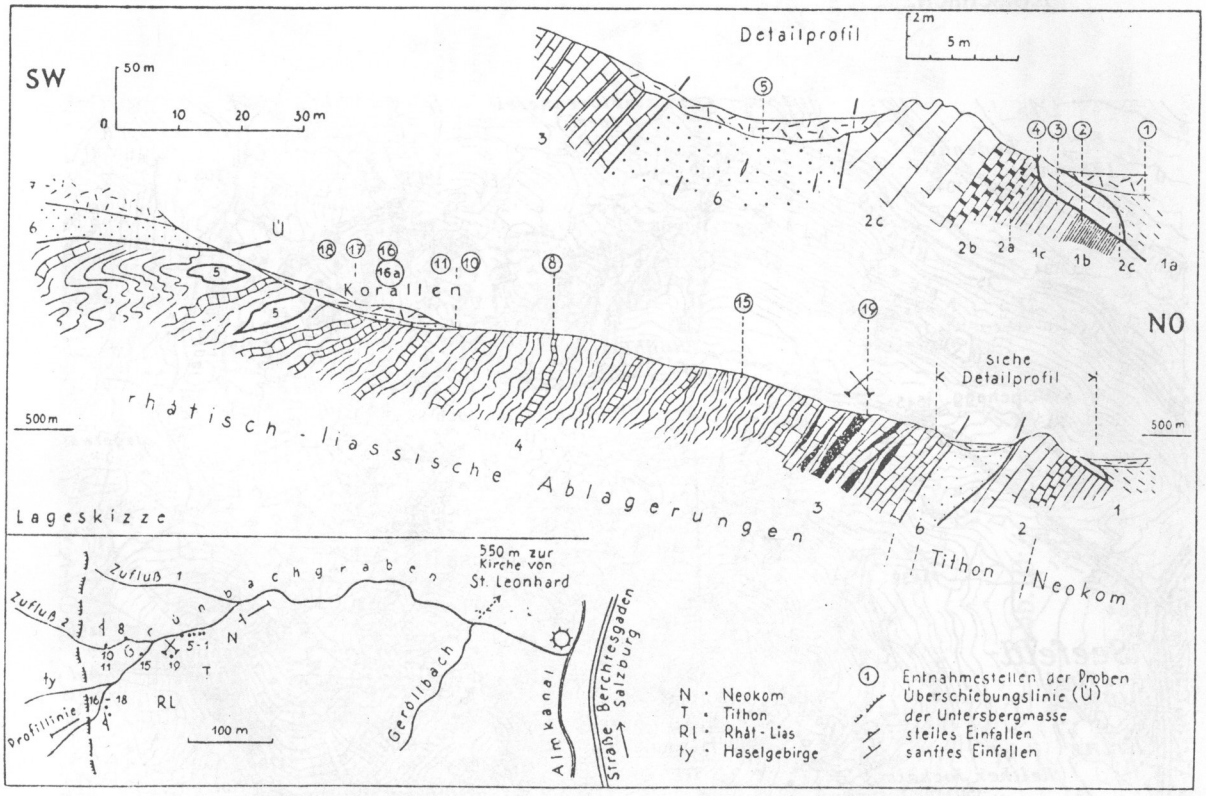


Abb. 7: Lageskizze des Vorkommens bituminöser Mergel im Grünbachgraben am Untersbergfuß, Salzburg (Nach PLÖCHINGER & OBERHAUSER 1956). Der Probenpunkt 19 markiert die mikrofossilführende manganvererzte "Ölschiefer"-Lokalität (ÖK 50, Blatt 93 Berchtesgaden).

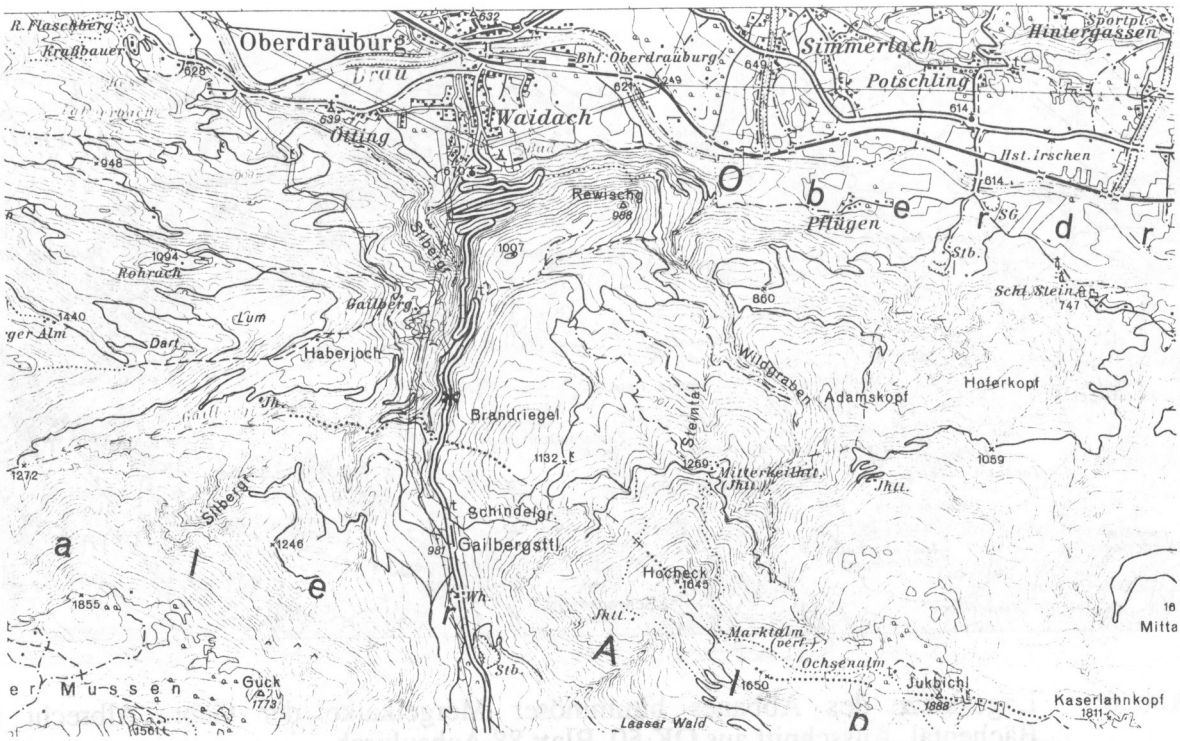


Abb. 8: Lageskizze des Vorkommens leicht bituminöser Kössener Schichten an der Bundesstraße nördlich des Gailbergsattels. Ausschnitt aus ÖK 50, Blatt 197 Kötschach.

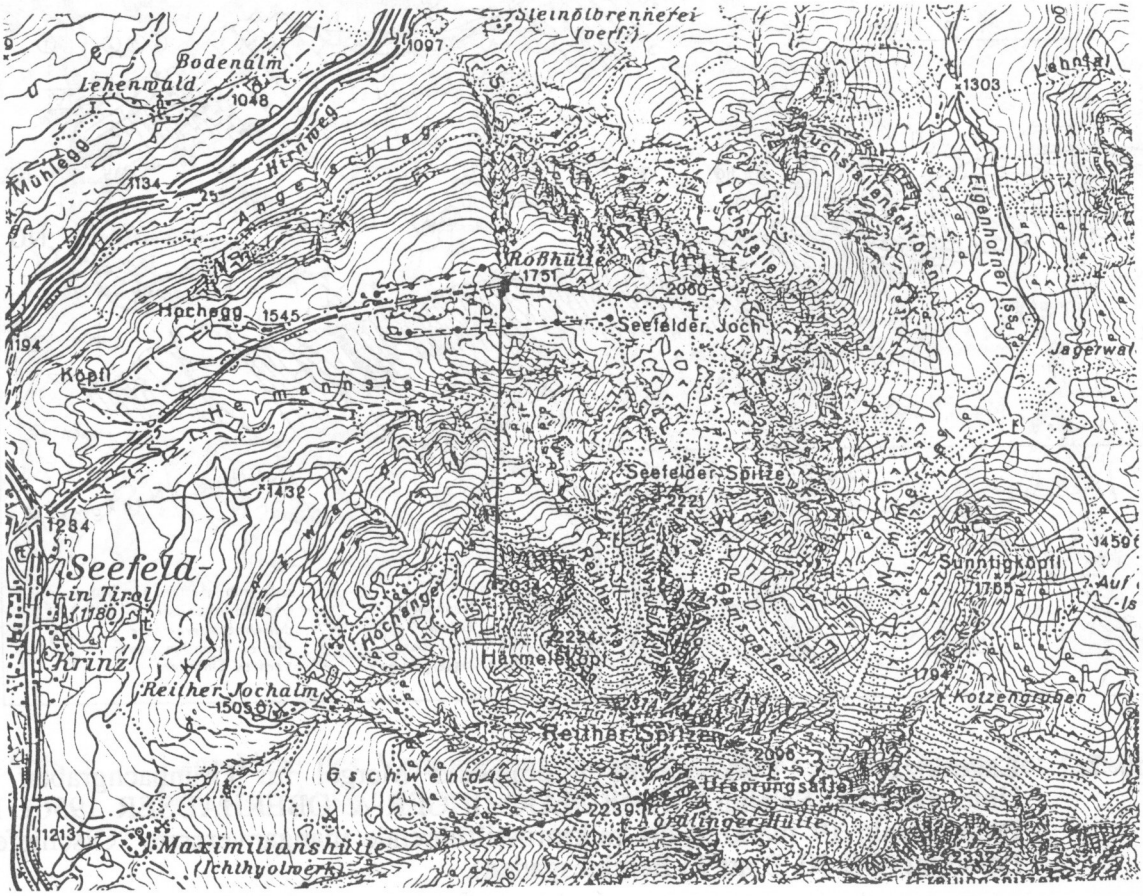


Abb. 9: Lageskizze des klassischen Profilschnitts der Seefelder Schichten bei der Nördlinger Hütte. Ausschnitts-Vergrößerung aus ÖK 50, Blatt 117 Zirl.

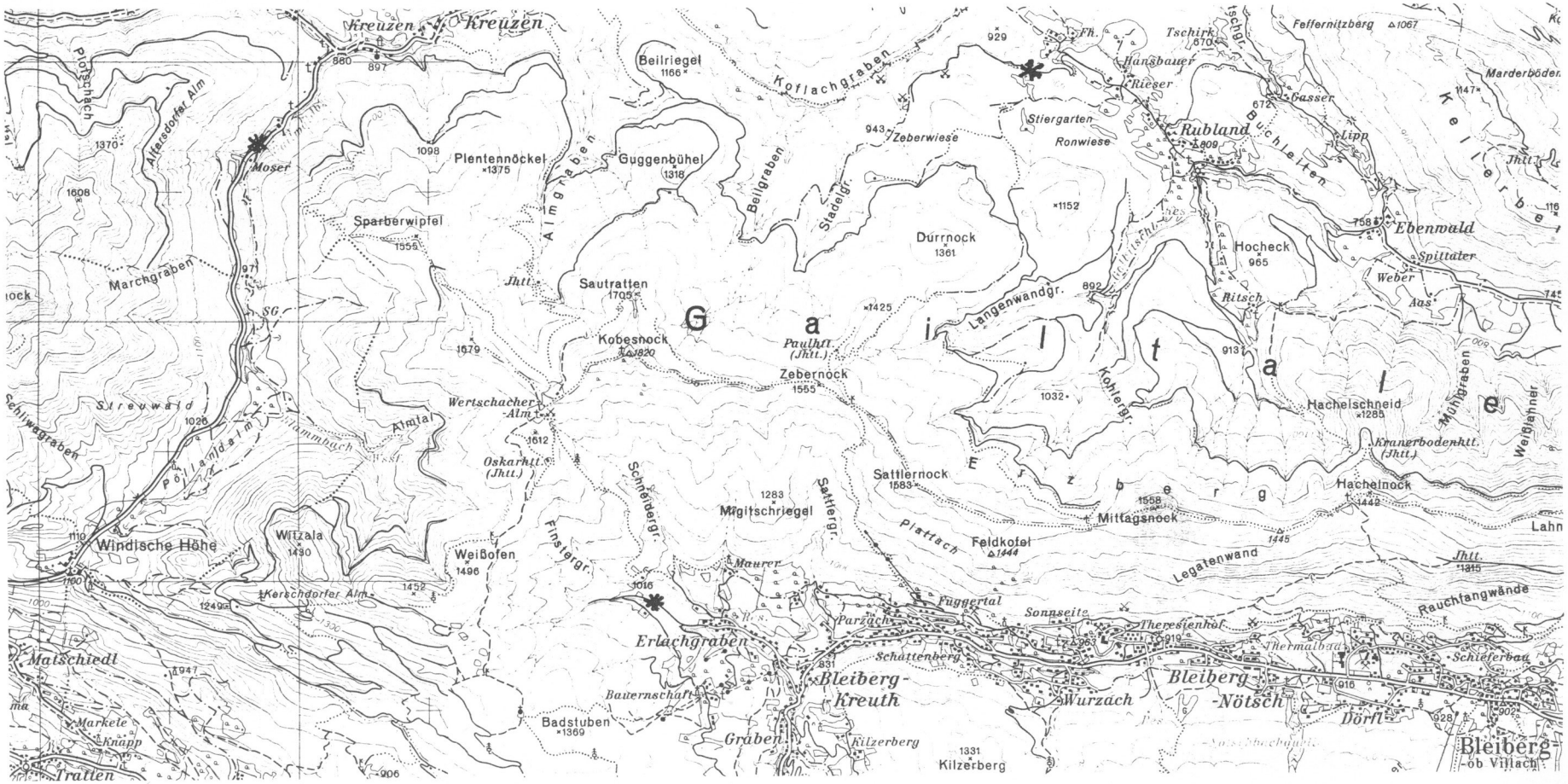


Abb.10: Lageskizze der Vorkommen von Seefelder Schichten im Erlachgraben bei Bleiberg-Kreuth und auf der Windischen Höhe sowie von bituminösen Bänken in dolomitischen Raibler Schichten von Rubland. Ausschnitte aus ÖK 50, Blätter 199 Hermagor und 200 Arnoldstein.