

Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich – Ungarn			A 20 éves magyar-osztrák földtani együttműködés jubileumi kötete		
Redaktion: Harald Lobitzer, Géza Császár & Albert Daurer			Szerkesztette: Lobitzer Harald, Császár Géza & Daurer Albert		
Teil 2	S. 485–492	Wien, November 1994	2. rész	pp. 485–492	Bécs, 1994. november
ISBN 3-900312-92-3					

Das Vorkommen von „Alginit“ (sensu JÁMBOR & SOLTI, 1975) in den Hochriegelschichten von Weingraben (Burgenland, Österreich)

Von GÁBOR SOLTI, HARALD LOBITZER, LUDMILLA A. KODINA & CSABA RAVASZ*)

Mit 2 Abbildungen und 12 Tabellen

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blatt 107

Österreich
Burgenland
Ölschiefer
Papierschiefer
Alginit
Hochriegelschichten
Rohstoffgeologie
Agrargeologie
Umweltgeologie
Erdölmuttergestein
Organische Geochemie

Inhalt

Zusammenfassung	485
Összefoglalás	486
Abstract	486
1. Einleitung	486
2. Geologischer Rahmen	487
3. Dokumentation der Untersuchungsergebnisse	487
3.1. Mineralogisch-petrographische Untersuchungen	487
3.2. Geochemische Untersuchungen	487
3.2.1. Anorganische Geochemie	487
3.2.2. Organische Geochemie	487
3.3. Agrargeologische und bodenkundliche Untersuchungen	491
3.4. Paläontologische Untersuchungen	491
4. Schlußfolgerungen und Empfehlungen für weiterführende Arbeiten	492
Dank	492
Literatur	492

Zusammenfassung

Der Papierschiefer der Hochriegelschichten von Weingraben im Burgenland erweist sich als „Alginit“ sensu JÁMBOR & SOLTI (1975), der in Ungarn als hochwertiger bio-mineralischer Rohstoff insbesondere in der landwirtschaftlichen Bodenmelioration, aber auch im Umweltschutz Verwendung findet.

Dieser in Österreich erstmals in der Tongrube Mataschen/Fehring (SOLTI et al., 1987) nachgewiesene Rohstoff steht in Weingraben in einem kleinen Aufschluß mit etwa zwei Meter Mächtigkeit an. Die tatsächliche Mächtigkeit und laterale Erstreckung ist unbekannt, und es werden daher zur Klärung der Ausdehnung des Vorkommens seichte Kernbohrungen sowie Schurfröschen empfohlen. Bislang wurden von uns lediglich zwei Proben im Hinblick auf eine potentielle wirtschaftliche Nutzung untersucht.

Die Korngrößen-Untersuchungen des Papierschiefers zeigen siltigen Ton mit geringer Sandkomponente. In der Tonfraktion dominieren Montmorillonit mit >50 %, Illit (<20 %) und amorphe Mineralphasen (ca. 5 %), Hämatit und Goethit (ca. 1 %) sowie Dolomit in Spuren nachweisbar.

Die anorganisch-geochemische Zusammensetzung des Rohstoffs erweist diesen als günstig für die landwirtschaftliche Nutzung, wobei insbesondere die toxischen Spuren- bzw. Schwermetallgehalte erheblich unter den Schadstoff-Grenzwerten liegen. Die Ionenaustauschkapazität ist mit 47 me/100 g gut, insbesondere im Hinblick auf die Kationen Ca und Mg.

*) Anschriften der Verfasser: Dr. GÁBOR SOLTI, Dr. CSABA RAVASZ, Ungarisches Geologisches Institut, Stefánia ut 14, H-1442, Budapest; Dr. HARALD LOBITZER, Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, Postfach 154, A-1031 Wien; Dr. LUDMILLA A. KODINA, Russian Academy of Sciences, Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry, Kosygin Str. 10, Russia-117975 Moscow.

Organisch-geochemische Untersuchungen weisen den Weingrabener Papierschiefer als unreifen Ölschiefer vom Typ „Alginit“ aus. Der C_{org} -Gehalt beträgt 6 %, wobei die Grünanlage *Botryococcus braunii* sowie ein weites Spektrum von Pollen und Sporen (DRAXLER & ZETTER, 1991) einen Großteil der organischen Substanz repräsentieren. Mit der FISCHER-Methode können 3–6,8 % Schieferöl gewonnen werden; der Gehalt an Soxhlet-Bitumen beträgt 0,4–0,9 %. Die Rock Eval Pyrolyse weist die organische Substanz als vom Kerogen-Typ II aus, wobei diese sowohl von aquatischer als auch terrigener Herkunft ist. Das Kohlenwasserstoffpotential ist mit 27,65 bzw. 39,97 kg CH₄/t bedeutend und erweist den Alginit von Weingraben als potentielles Erdölmuttergestein. Mit Hilfe der Infrarot-Spektroskopie können zahlreiche aliphatische Gruppen sowie CO-Gruppen nachgewiesen werden, jedoch keine aromatischen Ringe. Die Anreicherung leichter Kohlenstoff-Isotope im Bitumen bzw. in dessen Fraktionen ist charakteristisch für sapropelische organische Substanzen, die überwiegend aus aliphatischen Ketten bestehen.

Stratigraphie und Ablagerungsbedingungen werden eingehend in der Arbeit von BACHMAYER et al. (1991) diskutiert; unsere Arbeitsgruppe schließt sich deren Schlußfolgerungen in faziell/paläogeographischer Hinsicht an.

Alginit előfordulás (sensu JÁMBOR & SOLTÍ, 1975) a weingrabeni hochriegeli rétegekben (Burgenland, Ausztria)

Összefoglalás

A weingrabeni (Burgenland) hochriegeli rétegek papírpálaja a JÁMBOR és SOLTÍ (1975) értelmezése szerinti alginitnak bizonyult, és megfelel a Magyarországon újabban kiváló minőségű „bio“ ásványi nyersanyagoknak, melyet elsősorban a mezőgazdaságban talajjavításra, valamint környezetvédelmi célokra használnak. Ez az Ausztriában első ízben a fehringi Mataschen agyagbányában kimutatott (SOLTÍ et al., 1987) nyersanyag Weingraben egy mintegy 2 méter vastagságú feltárásában jelentkezik. Tényleges vastagsága, valamint az oldalirányú kiterjedése jelenleg nem ismeretes, ezért a telep méretének meghatározására kismélységű magfúrások telepítése és kutatóárok mélyítése ajánlatos. Eziideig két mintát vizsgáltunk meg, elsősorban a felhasználhatóság szempontjából.

A papírpala a szemcsenagyság vizsgálatok alapján kőzetlisztes palás agyag, kis mennyiségű homok tartalommal. Az agyagfrakció uralkodó ásványa a montmorillonit (50 %), de jelentős az illit mennyisége is (10–20 %). Az amorf fázis (mintegy 12 %) mellett kimutatható még kaolinit, kvarc, plagioklász (kb. 5–5 %), hematit és goethit (kb. 1 %), nyomokban dolomit. A szervetlen-geokémiai vizsgálatok szerint a nyersanyag alkalmas a mezőgazdasági felhasználásra, különös figyelmet érdemel a mérgező nyomelem-, illetve nehézfém-tartalmának szintje, amely minden esetben a károsanyag-határértékek alatt van. Az ioncsere kapacitás 47 me/100 mg értékével jónak ítéltető, különösen áll ez a Ca és Mg kationokra.

A szervesgeokémiai vizsgálatok a weingrabeni papírpalát „alginit“-típusú éretlen olajpalának mutatják. A C_{org} -tartalom 6 %, ahol a *Botryococcus braunii* zöldalga, valamint egy széles pollen és spóraegyüttes (DRAXLER & ZETTER, 1991) képviseli a szervesanyagok nagy részét. A Fischer-féle eljárással 3–6,8 % palaolaj nyerhető ki, a Soxhlet-bitumen tartalom 0,4–0,9 %. A Rock-Eval pirolízis a szervesanyagot II típusúnak mutatja, ami azt jelenti, hogy kevert kerogén típus, azaz a szervesanyag egyaránt vízi és szárazföldi eredetű. A szénhidrogénpotenciál 27,65, illetve 39,97 kg CH₄/t értéke jelentős, ami a weingrabeni alginitet potenciális kőolaj-anyagként minősíti. Az infravörös színképelemzéssel különböző jellegű alifás, valamint CO-csoportok mutathatók ki, azonban aromás gyűrűk nem. Könnyű szénizotópok feldúsulása a bitumenben, illetve annak frakcióiban, jellemző a szapropél szervesanyagokra, amelyek túlnyomórészt alifás vegyületekből állanak.

A rétegtani és az üledékképződési viszonyokat részletesen BACHMAYER et al. (1991) munkája tárgyalja. Az abban foglalt fácieselemzési és ösföldrajzi megállapításokkal munkacsoportunk egyetért.

The Occurrence of Alginite (sensu JÁMBOR & SOLTÍ, 1975) in the Hochriegel Beds of Weingraben (Burgenland, Austria)

Abstract

The paper shale from Hochriegel beds of Weingraben, Burgenland has proved to be alginite complying with the interpretation by JÁMBOR and SOLTÍ (1975) and has been recently used in Hungary as a „bio“-mineral resource that is excellently suitable for use mainly in soil amelioration in agriculture and for environment protection. This sort of mineral resources first discovered in Austria in a clay pit at Fehring-Mataschen (SOLTÍ et al., 1987) appears in a some 2 m thick exposure at Weingraben. Neither its actual thickness nor its lateral extent have been known yet, therefore it is recommended to drill low-depth coring boreholes and to prepare exploratory trenches in order to define the dimensions of the deposit. Two samples have been studied so far, in regard mainly to potential applications.

As shown by grain size analyses, this paper shale is a silty and schistose clay with a low sand content. The clay fraction is dominated by montmorillonite (50 %), but the proportion of illite is also considerably high (10 to 20 %). In addition to the amorphous phase (some 12 %), also kaolinite, quartz, plagioclase (approx. 5 % for each), haematite and goethite (approx. 1 %) and in traces also dolomite can be detected. As shown by inorganic geochemical tests, this sort of mineral resources is suitable for use in agriculture, paying particular attention to its toxic trace element and heavy metal content which are always lower than the specified limit values. The ion exchange capacity of 47 me/100 gr is considered to be appropriate, and the same holds true especially in respect of Ca and Mg cations.

As shown by organic geochemical tests, the paper shale from Weingraben is an „alginite“ type immature sort of oil shale, with a C_{org} content of 6 % in which the major part of organic matter is represented by *Botryococcus braunii* green algae and a diversified assemblage of spores and pollens (DRAXLER & ZETTER, 1991). Using the FISCHER's assay a shale oil amount of 3 to 6.8 % can be extracted. The Soxhlet bitumen content is 0.4 to 0.9 %. As shown by Rock-Eval pyrolysis, the organic matter is of type II, which means that it is a mixed kerogene type, that is the organic matter is of aquatic and terrestrial origin alike. Its hydrocarbon potential of 27.65 and 39.97 kg CH₄/t, resp., is significant, qualifying the alginite from Weingraben as a potential parent rock of petroleum. Using infrared spectral analysis, different aliphatic and CO-groups are detected, but no aromatic rings have been detected. The sapropelic organic matters consisting mainly of aliphatic compounds are characterized by the enrichment of light carbon isotopes in the bitumen and its fractions.

Stratigraphic and sedimentation conditions are discussed in detail in a paper by BACHMAYER et al. (1991). Their statements associated with facies study and paleogeography are agreed with by our team.

1. Einleitung

Im Rahmen eines lagerstättenkundlich orientierten Projektes des Bundesministeriums für wirtschaftliche Angelegenheiten, Oberste Bergbehörde, wurde unter der Projektleitung von SOLTÍ und LOBITZER unter dem Titel „ÜLG 19 Aufsuchung von Alginit in Österreich“ nach dem

bis dahin in unserem Bundesgebiet unbekanntem Rohstoff „Alginit“ sensu JÁMBOR & SOLTÍ (1975) prospektiert. Eine erste Dokumentation der Ergebnisse erfolgte in SOLTÍ & LOBITZER (1989). Unter „Alginit“ sensu JÁMBOR & SOLTÍ (1975) wird ein toniges Sediment mit höherem Gehalt an

organischer Substanz verstanden, wobei das Kerogen überwiegend auf die ölproduzierende Grünalge *Botryococcus braunii* KÜTZING zurückgeht und das Sediment deshalb als Ölschiefer angesprochen werden kann.

In Ungarn wird dieser neue „alternative“ Rohstoff seit 1975 insbesondere in der Agrogeologie zur Bodenmelioration bzw. als „Umweltrohstoff“ aufgrund der Kationen-Austauschkapazität eingesetzt. Die Agrogeologie macht sich vor allem zunutze, daß Alginit einen hohen Montmorillonit-Gehalt aufweist und daher sandig-siltige Böden (z.B. in der ungarischen Puszta) bindig macht und diesen außerdem erhebliche Mengen an organischer Substanz und pflanzenverfügbaren Spurenelementen zuführt. Alginit ist aufgrund seiner mineralogischen/geochemischen Zusammensetzung auch ein ausgezeichnete Zementrohstoff, der außerdem durch seinen hohen Anteil an organischem Kohlenstoff eine bemerkenswerte Energieeinsparung beim Klinkerbrand bewirken kann. Weiters wäre überprüfenswert, ob Alginit z.T. auch als Blähton in Frage kommt, da sowohl die Mineralogie (insbesondere hoher Montmorillonit- und niedriger Karbonat-Gehalt) als auch der hohe Anteil an C_{org} eine prinzipielle Eignung nahegelegt.

Das Alginit-Vorkommen in Weingraben stellt bislang das einzige bekannte in Österreich dar, sieht man von einer unbedeutenden Indikation in Fehring-Mataschen (DRAXLER et al., 1994) ab.

2. Geologischer Rahmen

Die geologischen Verhältnisse im Neogen der Landseer Bucht wurden zuletzt von BACHMAYER et al. (1991), insbesondere auch im Hinblick auf die Fossilagerstätte Weingraben, detailliert beschrieben. Mit den paläoklimatischen Aussagen der Palynoflora der Hochriegelschichten von Weingraben setzen sich ergänzend dazu DRAXLER & ZETTER (1991) eingehend auseinander. Die grundlegenden Arbeiten dieses Gebiet betreffend, sind von JANOSCHEK (1932), KÜMEL (1936, 1957), KÜPPER (1957), WINKLER-HERMADEN (1951, 1962), MOSTAFABI (1978) und TOLLMANN (1985). Wir wollen auf diese Arbeiten insbesondere auch deshalb besonders verweisen, da von unserem Team keine Geländearbeiten durchgeführt wurden, die über eine Probenpunktaufnahme hinausgehen.

3. Dokumentation der Untersuchungsergebnisse

3.1. Mineralogisch-petrographische Untersuchungen

SEEMANN (in BACHMAYER et al., 1991) gibt eine detaillierte mineralogisch-petrographische Analyse repräsentativer

Tab. 1.
Röntgendiffraktometrische Mineralphasen-Analyse des Papierschiefers von Weingraben.
Analytik: G. RISCHÁK, Gy. PEIKER, MÁFI Budapest.

	Profil Weingraben Probe Nr. 2 [%]	Weingraben Lese-Probe [%]
Montmorillonit	51	53
Illit	20	18
Kaolinit	5	6
Quarz	5	6
Plagioklas	6	4
Hämatit+Goethit	1	1
Amorph	13	12

Tab. 2.
Thermische (DTA-DTG-TG) Analytik des Alginits von Weingraben.
Analytik: M. FOLDVARI, MÁFI Budapest.

	Profil Weingraben Probe Nr. 2 [%]	Weingraben Lese-Probe [%]
Organ. Substanzen	<9	<12
Glühverlust	17,86	21,75
Aschengehalt	82,14	78,25
Feuchtigkeit	5,8	6,0
Montmorillonit	33	<40
Muskowit	+	+

Proben des Papierschiefers von Weingraben. Da wir parallel dazu ebenso diesbezügliche Untersuchungen durchführten, seien sie hier ergänzend dokumentiert.

Die Korngrößenanalyse erweist die Tonfraktion mit 62-67 % als dominierend, gefolgt von 31-32 % Silt und einem Sandanteil von 1,7-4,5 %. Der Papierschiefer von Weingraben erweist sich demnach als siltiger Ton.

Die röntgendiffraktometrische Untersuchung (Tab. 1) zeigt 76-77 % Tonanteil, wobei der Montmorillonit mit über 50 % den Ton als bentonitisch qualifiziert; der Illitgehalt beträgt 18-20 %, Kaolinit 5-6 %. Der Anteil an amorphen Tonmineralphasen von 12-13 % weist wohl auf einen nicht völlig alterierten vulkanischen Ton hin. Kalzit wurde nicht nachgewiesen, Dolomit lediglich in Spuren.

Die DTA-Untersuchung (Tab. 2) zeigt mit 33-40 % geringere Montmorillonitgehalte als die Ergebnisse der Röntgendiffraktometrie.

3.2. Geochemische Untersuchungen

3.2.1. Anorganische Geochemie

Die Gehalte an den wichtigsten Oxiden sind Tab. 3 zu entnehmen, die Spurenelemente Tab. 4 sowie die Kationenaustausch-Kapazität Tab. 5.

Tab. 3.
Chemische Analyse des Alginits von Weingraben.
Analytik: I. DER und E. BERTALAN, MÁFI Budapest.

	Profil Weingraben Probe Nr. 2 [%]	Weingraben Lese-Probe [%]
SiO ₂	46,2	44,4
TiO ₂	0,82	0,89
Al ₂ O ₃	19,6	18,4
Fe ₂ O 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 ₂ O	0,69	0,65
K ₂ O	3,11	3,04
+H ₂ O	13,5	15,1
-H ₂ O	4,08	4,28
CO ₂	0,18	0,18
P ₂ O ₅	0,54	0,67

Der SiO₂-Gehalt von etwa 45 % läßt auf ein basisches Herkunftsgebiet der verwitterten, erodierten und im Weingrabener Papierschiefer rhythmisch sedimentierten klastischen Sedimente schließen. Auffallend ist der hohe um 3 % liegende K₂O-Gehalt und auch der Gehalt an P₂O₅ um 0,6 %. Diese erhöhten Werte könnten bei einer eventuellen Nutzung des Papierschiefers für die landwirtschaftliche Bodenmelioration von Bedeutung sein. Ebenso ist die Kationenaustausch-Kapazität mit etwa 47 me/100 g ansehnlich, insbesondere für Ca, gefolgt von Mg.

Tab. 4.
Spektroskopische Analyse der Spurenelemente des Alginits von Weingraben.
Analytik: Spektroskopie-Gruppe, MÁFI Budapest.

	Profil Weingraben Probe Nr. 2 [ppm]	Weingraben Lese-Probe [ppm]
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

Die spektroskopischen Untersuchungen der Spurenelement-Gehalte (Tab. 4) erweisen diese als i. a. problemlos im Hinblick auf eine eventuelle landwirtschaftliche Nutzung des Alginits von Weingraben. Der Gehalt an Ni von 100ppm dürfte wohl mit einem serpentinitischen Liefergebiet verknüpft sein, wobei als solches das Köszeg-Hügelland (Günser Sporn) in Frage käme.

Tab. 5.
Kationen-Austausch-Kapazität des Alginits von Weingraben.
Analytik: I. DÉR & E. BERTALAN, MÁFI Budapest.

	Profil Weingraben Probe Nr. 2 [%]	Weingraben Lese-Probe [%]
Ca	28,76	26,65
Mg	14,64	16,63
Na	0,77	1,04
K	2,66	2,95
Kationen-Austausch-Kapazität	46,83	47,27

3.2.2. Organische Geochemie Stabile Isotope

Organisch-geochemische Untersuchungen weisen den Papierschiefer von Weingraben als unreifen Ölschiefer vom Typ „Alginit sensu JÁMBOR & SOLTÍ (1975)“ aus. Dies steht im Einklang mit der Gepflogenheit, daß aus kerogenreichen Sedimenten durch Pyrolyse mehr als 4 % Schieferöl gewonnen werden können. In unseren Proben beträgt das durch die Fischer-Niedrigtemperatur-Pyrolyse gewonnene Schieferöl-Extrakt 3,0 bzw. 6,2 % (Tab. 6). Wie den Tab. 7, 8 zu entnehmen ist, weist der Alginit von Weingraben 5,11 bzw. 6,82 % C_{org} auf; an Chloroform-extrahiertem Soxhlet-Bitumen 0,408 bzw. 0,938 %, bzw. 9300 ppm; das Benzol-Methanol-Soxhlet-Extrakt (9:1 v/v) beträgt 0,74 %. Prozentuell setzt sich das Bitumen des Weingrabener Papierschiefers aus folgenden Fraktionen zusammen: Hexan-löslich 1,39 %, Hexan-Benzol 5,92 %, Benzol 7,27 %, Benzol-Methanol 24,24 % und Asphaltene: 61,13 %. Der HCl-unlösliche Anteil des Alginits beträgt 63,6 %. Auch die Verbrennungswärme von 1,74 bzw. 2,65 MJ/kg weist auf erheblichen organischen Anteil hin (Tab. 9).

Tab. 6.
Ergebnisse der Fischer-Pyrolyse und der Gasanalyse des Alginits von Weingraben.
Zum Vergleich sind die Parameter der Fischer Niedrigtemperatur-Destillation des Alginits von Várpalota/Ungarn angeführt.
Analytik: J. TAKÁCS, Zentrales Bergbauforschungsinstitut, Budapest.

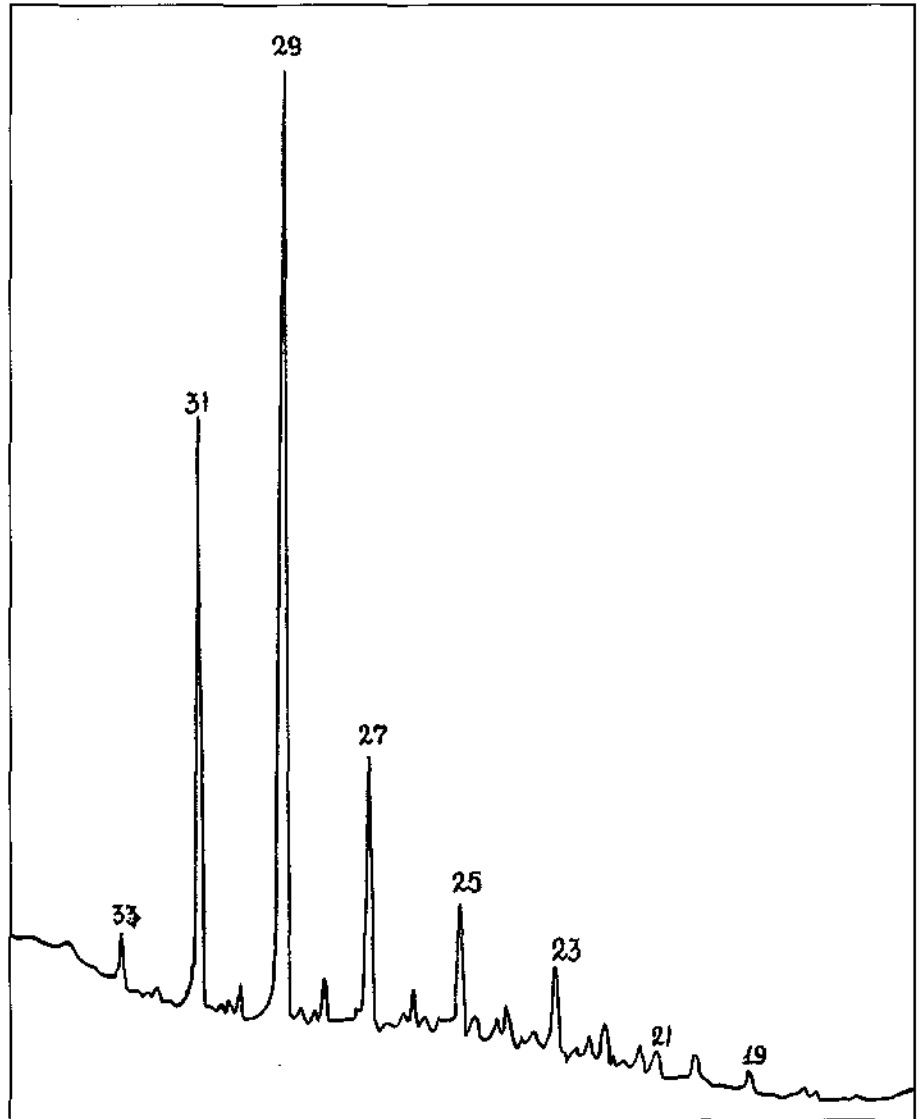
Fischer Niedrigtemperatur-Pyrolyse (520°C)	Profil Weingraben Probe Nr. 2 [%]	Weingraben Lese-Probe [%]	Alginit von Várpalota Bohrung 71-Ösi 211,1–211,5 m
Feuchtigkeit bei Untersuchung			
Rohprobe [%]	7,7	8,2	4,28
Lufttrockene Probe [%]	0	0	
Rohprobe, totes Gestein + Koks [%]	81,2	80,2	86,00
Lufttrockene Probe [%]	88,0	87,4	
Gehalt an Schieferteeer, Schieferöl			
Rohprobe [%]	3,0	6,2	7,25
Lufttrockene Probe [%]	3,3	6,8	
Feuchtigkeit, grob			
Rohprobe [%]	6,7	4,6	1,05
Lufttrockene Probe [%]	7,2	5,0	4,28
Schiefergasmenge			
Rohprobe [m ³ /t]	11,0	0	30,00
Lufttrockene Probe [m ³ /t]	11,9	0	
Gas + Glühverlust			
Rohprobe [%]	1,4	0,8	1,25
Lufttrockene Probe [%]	1,5	0,9	
Gasanalyse			
Kohlendioxyd CO ₂ Raum-%	6,9	0	
Kohlenmonoxyd CO Raum-%	1,6	0	
Methan, CH ₄ Raum-%	6,4	0	
Wasserstoff H ₂ Raum-%	2,6	0	

Die Rock-Eval-Pyrolyse (Tab. 7) zeigt in den beiden untersuchten Proben Kerogen Typ II, wobei die Maturität der Kohlenwasserstoffe sich nahe des Übergangsbereiches der unreifen zur reifen Zone befindet. Das Kohlenwasser-

Tab. 7.
Rock-Eval Pyrolyse des Alginits von Weingraben.
Analytik: M. HETÉNYI, József Attila Universität, Szeged.

	Profil Weingraben Probe Nr. 2 [%]	Weingraben Lese-Probe [%]
C _{org} [%]	5,11	6,82
PC [%]	2,30	3,33
Tmax. [°C]	433	432
S ₁ [CH/g Gestein]	2,87	1,00
S ₂ [CH/g Gestein]	26,65	37,10
S ₃ [CO ₂ /g Gestein]	2,97	3,47
Kohlenwasserstoff-Potential [kg CH/t Gestein]	27,65	39,97
PI	0,04	0,07
HI [CH/g C _{org}]	521	543
OI [CO ₂ /g C _{org}]	58	50
S ₂ /S ₃	8,97	10,69
PC/C _{org}	0,45	0,49
Kerogen-Typ	II	II
Geschätzte Menge der organischen Substanz [%]	6,85	9,14

Abb. 1.
Gas-Flüssig-Chromatogramm von n-Alkanen. Hexan-Fraktion des Bitumens des Alginits von Weingraben.
Analytik L.A. KODINA.



stoffpotential ist mit 27,65 bzw. 39,97 kg CH/t Gestein erheblich; ebenso ist der Wasserstoffindex mit 521 bzw. 543 mg HC/g C_{org} bedeutend. Der Alginit von Weingraben kann als potentielles Erdölmuttergestein von guter Qualität angesehen werden.

Das Benzol-Methanol-Soxhlet-Extrakt zeigt 61 % hochmolekulare Substanzen – Asphaltene, 24,2 % polare Benzol-Methanol-Harze, 1,4 % Kohlenwasserstoffe, 5,9 % Hexan-Benzol-Harze von niedriger Polarität sowie 7,3 % niedrig polare Benzol-Harze. Ein hoher prozentueller Anteil polarer Harze und Asphaltene ist charakteristisch für unreife organische Substanzen in Sedimenten. Der KW-Gehalt ist extrem niedrig.

Die Gas-Flüssig-Chromatographie zeigt, daß diese Bitumen-Fraktion aus ungeradzahigen hochmolekularen Massen n-Alkanen (C_{23} - C_{31}) besteht, die charakteristisch sind für die Wachsschicht von Pollen, Sporen, Früchten und Blättern höherer terrestrischer Pflanzen. n-Alkane niedriger C-Nummer sind praktisch nicht nachweisbar (Abb. 1), was wohl auf mikrobiellen Abbau dieser Verbindungen zurückgeführt werden kann.

Wie Tab. 10 zu entnehmen ist, zeigt die Analyse der C-Isotope, daß die Kohlenwasserstoff (KW)-Fraktion

die größte Anreicherung an leichten Isotopen (^{12}C) aufweist. Der niedrigste ^{13}C -Wert weist auf die terrestrische

Tab. 8.
Organisch-geochemische Analysen des Alginits von Weingraben.
Analytik: A. BRUKNER-WEIN, MAFI Budapest.

	Profil Weingraben Probe Nr. 2 [%]	Weingraben Lese-Probe [%]
Bitumoider Chloroform-Extrakt		
Soxhlet Bitumen [%]	0,408	0,938
Bitumioide IR-Extinktionsquotienten		
1380/1470	0,24	0,30
1710/1470	1,03	0,86
1720-40/1470	0,59	0,56
Bitumioide Fraktion		
Gesättigter CH [%]	2,8	1,7
Aromatischer CH [%]	5,3	3,8
Harz [%]	67,0	62,5
Glühverlust (zum Harz rechnen) [%]	22,5	16,2
Asphalt [%]	2,1	13,5

Tab. 9.
Kohlenchemisch/physikalische Parameter des Alginits von Weingraben.
Analytik: J. TAKACS, Zentrales Bergbauforschungsinstitut, Budapest.

	Profil Weingraben Probe Nr. 2 [%]	Weingraben Lese-Probe [%]
Feuchtigkeit W_i [%]	11,7	32,8
Aschengehalt A_r [%]	76,3	54,5
Gehalt an flüchtigen Substanzen		
V_i [%]	11,0	11,3
Verbrennungswärme		
Q_g [MJ/kg]	1,74	2,65
Q_g [kcal/kg]	416	634
Heizwert		
Q_f [MJ/kg]	1,18	1,58
Q_f [kcal/kg]	282	378
Reine Verbrennungswärme des entfeuchteten und aschenfreien Materials		
Q_g^{def} [MJ/kg]	14,7	21,88
Q_g^{def} [kcal/kg]	3462	5234
Karbon C_f [%]	4,9	6,8
Wasserstoff HC_f [%]	1,2	1,2

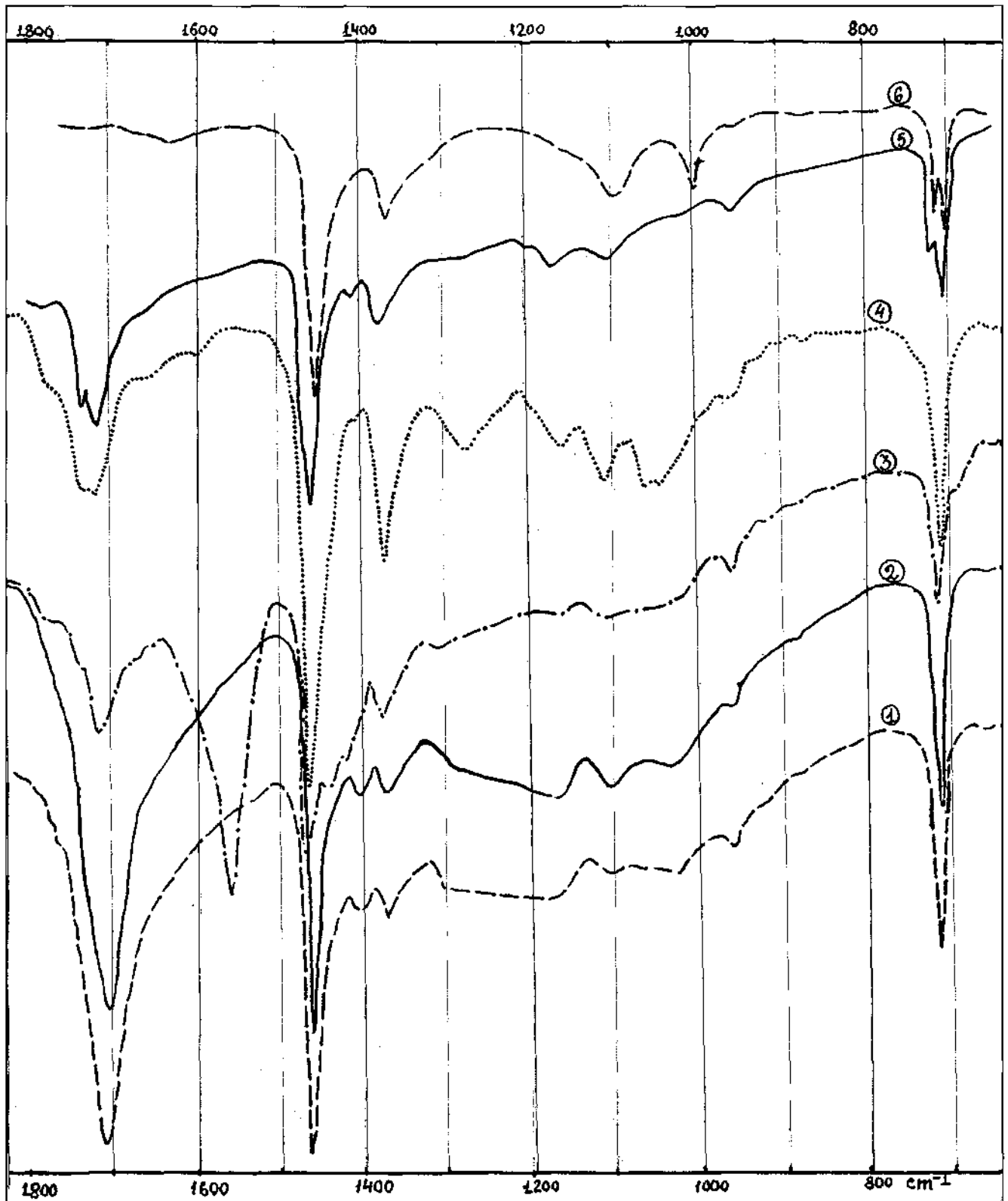


Abb. 2.
 IR-Spektrum des Benzol-Methanol Extrakts des Alginits von Weingraben (1) und der extrahierten Fraktionen: Asphaltene (2), Benzol-Methanol-Harze (3), Benzol-Harze (4), Hexan-Benzol-Harze (5), Kohlenwasserstoffe/Hexan-Fraktion (6).
 Analytik L. A. KODINA.

Herkunft der ungeradzahigen n-Alkane mit höheren C-Nummern hin. Die restlichen Bitumenfraktionen sind untereinander sehr ähnlich in ihrer C-Isotopen-Zusammensetzung.

Sie sind ebenso isotopisch leicht, was ein spezifisches Merkmal von sapropelischen organischen Substan-

zen darstellt, die überwiegend aus aliphatischen Ketten zusammengesetzt sind.

Die Infrarot-Spektren des Bitumens (Abb. 2) untermauern diese Vermutung. Zwei Besonderheiten von organischen Substanzen können beobachtet werden, nämlich, daß aliphatische Ketten dominieren (Bande 2920–2850,

Tab. 10.
C-Isotopen-Zusammensetzung des Bitumens und seiner Fraktionen.
Analytik: L.A. KODINA, Moskau.

		¹³ C ‰ PDB
Bitumen (total)	7300 ppm	-30,6
Hexan-Eluent	(Kohlenwasserstoffe)	-34,0
Niedrigpolare Harze	Hexan-Benzol-Eluent	-29,4
	Benzol-Eluent	-30,7
Polare Harze	Benzol-Methanol-Eluent	-30,1
	Asphaltene	-30,0

1460–1370, 720 cm⁻¹) sowie daß C-O-Gruppen eher signifikant sind (1700–1720 cm⁻¹). Weiters zeigen die IR-Spektren des Bitumens weitere Besonderheiten. Lang-kettige aliphatische Strukturen sind besonders charakteristisch für die Hexan (KW)-Fraktion (2920–2850, 1400–1370, 720 cm⁻¹), untergeordnet mit OH-Gruppen (3300–3500, 1000–1100 cm⁻¹). Hexan-Benzol-Harze enthalten C-O-Gruppierungen, wobei Säure-, Keton- und Äther-Gruppen (1720–1740, 1170, 1110 cm⁻¹) dominieren. Die Absorptions-Bande von O-Gruppen sind häufiger und intensiver ausgebildet in Spektren von Benzol-Harzen (Bereiche 1000–1270, 1700–1800, 3100–3600 cm⁻¹). Die IR-Spektren von Benzol-Methanol-Harzen enthalten die Bande 1550 cm⁻¹, was für das Vorhandensein von NH-Gruppen gemeinsam mit C-O-Gruppen spricht. Das Nichtvorhandensein von aromatischen Schwingungsamplituden ist ebenso charakteristisch für alle untersuchten Spektren. Das heißt, daß der Alginit von Weingraben keinerlei aromatische Verbindungen enthält, sondern überwiegend aliphatische Zusammensetzung zeigt und mittelmäßig oxidiert ist und von einer Biomasse stammt, die überwiegend auf planktonische Algen zurückzuführen ist, bei einer erheblichen Beteiligung von Pollen und Sporen.

3.3. Agrargeologische und bodenkundliche Untersuchungen

Aufgrund der im bodenkundlichen Labor in Keszthely ermittelten bodenkundlichen bzw. agrargeologischen Parameter (Tab. 11) erscheint der Papierschiefer von Weingraben als potentieller Rohstoff für die landwirtschaftliche Bodenmelioration gut geeignet zu sein.

Der hohe Gehalt an Tonmineralen, insbesondere an Montmorillonit, ermöglicht eine Bodenverdichtung und damit verbunden eine verbesserte Wasserhaltung sandig/siltiger Böden. Die leicht saure Reaktion wirkt sich günstig für die Mischung in Blumenerden aus. Der Humusgehalt um 6 % kann in ausgelaugte und/oder sandige Böden die notwendigen organischen Substanzen einbringen (Tab. 12).

Besonders bemerkenswert ist der hohe Gehalt an Makronährstoffen (Tab. 11, 12), wobei insbesondere die Pflanzenverfügbarkeit wichtig ist, die sich im Prozentsatz der in Ammoniumlaktat (AL) löslichen Elemente ausdrückt. Bemerkenswert ist mit 88–122 ppm der Anteil an wasserlöslichem Stickstoff. Der pflanzenverfügbare, in AL lösliche Gehalt an P₂O₅ ist mit 4550–6000 ppm außerordentlich hoch, was eine zusätzliche P-Düngung erübrigen würde. Der Gehalt an pflanzenverfügbarem Kalium entspricht mit 210–520 ppm einem mittelmäßig bis gut K-ge düngten Boden.

Auch die Verteilung der Mikroelemente (Tab. 11) ist relativ günstig, insbesondere von Zn, Cu, Mn und Fe. Die toxischen Elemente Cd und Pb sind nur in geringen Mengen vorhanden; hingegen zeigt sich jedoch der Ni-Gehalt mit

Tab. 11.
Bodenkundliche Untersuchung des Alginits von Weingraben.
Analytik: J. FARKAS, Keszthely.

	Profil Weingraben Probe Nr. 2	Weingraben Lese-Probe [%]	Alginit von Gércé (Ungarn)
Gebundenheit K _A	84	82	74–84
Hygroskopizität hy ₁	5,6	5,07	3,8–6,3
Gesamtsalzgehalt [%]	0,15	0,11	0,23–0,36
Reaktion pH _{H₂O}	5,58	5,20	7,6–8,0
Kalkgehalt [%] KCl	6,00	5,34	7,1–7,4
Kalkgehalt [%] CaCO ₃	0,10	0,10	13–29
Humusgehalt [%]	6,84	5,30	4,3–6,6

Pflanzenverfügbare Nährstoffe [ppm]

N	122	88	35–50
P ₂ O ₅	6000	4550	100–600
K ₂ O	520	210	270–400
Ca	3700	3700	14300–25500
Mg	1145	1182	1450–1500
Na	50	50	100–300
Fe	1354	883	160–250
Mn	77	27	47–105
Cu	10,04	11,7	4,2–8,0
Zn	10,94	6,27	3,6–8,2
B	0,64	0,21	
Cd	0,3	0,34	0,40–0,60
Pb	3,44	4,00	3,01–4,82
Ni	33,2	20,0	15,54–40,41

Gesamtnährstoff-Gehalt

N [%]	0,17	0,14	0,09–0,17
P [%]	0,49	0,50	0,12–0,39
K [%]	0,84	0,77	0,84–1,15
Ca [%]	2,0	1,5	4,71–13,30
Mg [%]	1,07	1,15	2,08–4,35
Na [%]	0,23	0,22	0,144–0,176
Fe [ppm]	37095	38378	40180–52520
Mn [ppm]	236	153	630–1018
Cu [ppm]	22,6	24,8	18,4–27,1
Zn [ppm]	184,8	144,7	63,7–96,4
Cd [ppm]	2,89	2,89	2,68–7,79
Pb [ppm]	11,6	14,6	3,25–31,5
Ni [ppm]	79,3	57,3	69,5–240,0

57–79 ppm erhöht, wobei der pflanzenverfügbare Anteil aber wohl weniger als 20 ppm betragen dürfte.

3.4. Paläontologische Untersuchungen

Die mittel-miozänen limnischen Papierschiefer von Weingraben erweisen sich als Fundgrube einerseits in paläobotanischer Hinsicht, wobei die Blattfloren von BER-

Tab. 12.
Vergleich der wichtigsten bodenkundlichen Parameter des Alginits von Weingraben (2 Proben) mit dem Alginit von Gércé/Ungarn (10 Proben) sowie den durchschnittlichen Parametern der ungarischen Böden (mehrere tausend Proben).

	Alginit von Weingraben	Alginit von Gércé (Ungarn)	Durchschnitt ungarischer Böden
Gebundenheit A _k	82–84	74–84	41,9
Reaktion pH (H ₂ O)	5,20–5,58	7,6–7,8	6,40
Gesamtsalzgehalt	0,11–0,15	0,23–0,36	0,032
Kalkgehalt [%]	0,10	13–19	3,08
Humusgehalt	5,30–6,84	4,3–6,6	2,20

Pflanzenverfügbare Nährstoffgehalte [ppm]

AL-P ₂ O ₅	4550–6000	100–600	151
AL-K ₂ O	210–520	270–400	232
Mg	1145–1182	1450–1500	211
Na	50	100–300	68,4
Zn	6,27–10,94	3,6–8,2	2,47
Cu	10,04–11,7	4,2–8,0	4,82
Mn	27–77	47–105	112

GER (1952, 1953) ansatzweise beschrieben und die reiche und guterhaltene Palynoflora jüngst von DRAXLER & ZETTER (1991) monographisch dokumentiert wurde. Andererseits repräsentiert dieser bislang nur bescheidene Aufschluß eine reiche Fossilagerstätte für fossile Insekten, wobei es BACHMAYER lediglich vergönnt war, in zwei kurzen Berichten darauf hinzuweisen und erste Fossilisten zu erstellen (BACHMAYER, 1952; BACHMAYER et al., 1991). BACHMAYER (1964) und BACHMAYER et al. (1991) berichten auch über Funde von Vogelfedern sowie über Schuppen eines karpfenartigen Süßwasserfisches, Wurmsspuren, Spinnen und einen Eidechsenrest. Mit der für Alginit (sensu JÁMBOR & SOLTI, 1975) charakteristischen Alge *Botryococcus braunii* KÜTZING setzen sich DRAXLER & ZETTER (1991) auseinander. Mit der Bildung und dem Anreicherungsmechanismus der Kohlenwasserstoffe in *Botryococcus* befassen sich LARGEAU et al. (1980, 1984) sowie TRAVERSE (1955). RÖGL (in BACHMAYER et al., 1991) parallelisiert schließlich die Schiefertone von Weingraben biostratigraphisch mit den marinen Mikrofaunen aus den Tegeln der alten Ziegelei von Weingraben und kann diese eindeutig der Sandschalerzone des mittleren Badenien zuordnen.

4. Schlußfolgerungen und Empfehlungen für weiterführende Arbeiten

Die Untersuchungsergebnisse der beiden Papierschiefer-Proben aus den Hochriegelschichten von Weingraben zeigen, daß es sich dabei um insbesondere auch rohstoffgeologisch interessanten „Alginit“ (sensu JÁMBOR & SOLTI, 1975) handelt. Prinzipiell erscheint dieses Rohmaterial sowohl für die Bodenmelioration in der Landwirtschaft geeignet, als auch aufgrund des hohen Montmorillonit- und C_{org} -Gehaltes sowie geringen Karbonatanteils eventuell als Blähton zur LECA-Erzeugung; letztere Nutzungsoption bedarf allerdings noch einer Überprüfung. Außerdem muß erwähnt werden, daß Alginit aufgrund seiner mineralogisch/chemischen Zusammensetzung und insbesondere wegen seines hohen organischen Gehaltes einen ausgezeichneten Zementrohstoff darstellen könnte.

Es wird empfohlen, sich mit den Grundeigentümern über die Durchführung von Schurfröschchen und gegebenenfalls von seichten Kernbohrungen zu verständigen, um Mächtigkeit und Ausdehnung der Alginit-führenden Sedimentfolge zu klären. Das Ziel dieser Untersuchungen müßte die Abklärung des Verhältnisses Wertstoff (Alginit) zu taubem Material (vorwiegend Tone/Silte/Sande ohne höherem C_{org} -Gehalt) sein. Selbstverständlich sind i.d.F. detaillierte mineralogische, geochemische und paläontologische sowie gegebenenfalls auch technologische Studien dieser limnischen feinklastischen Sedimente erforderlich.

Dank

Die Arbeiten zu dieser Studie wurden im Rahmen des Lagerstättenprojekts ÜLG 19 „Aufsuchung von Alginit in Österreich“ durchgeführt. Die Autoren danken den Direktoren der GBA in Wien und des MÁFI in Budapest sowie den verantwortlichen Herren an der Obersten Bergbehörde (BMWA) für die Bereitstellung der finanziellen Mittel. Den Hinweis auf die Papierschiefer von Weingraben verdanken wir Frau Dr. Ilse DRAXLER, GBA Wien.

Literatur

BACHMAYER, F., RÖGL, F. & SEEMANN, R.: Geologie und Sedimentologie der Fundstelle miozäner Insekten in Weingraben (Burgenland, Österreich). – In: LOBITZER, H. & CSÁSZÁR, G. (Hrsg.): Jubiläumsschrift 20 Jahre geologische Zusammenarbeit Österreich-Ungarn, Teil 1, 53–70, Wien (Geol. B.-A.) 1991.

BACHMAYER, F.: Fossile Libellenlarven aus miozänen Süßwasserablagerungen. – Sitzber. Österr. Akad. Wiss., Abt. 1, 161, 135–140, Wien 1952.

BACHMAYER, F.: Fossile Vogelfedern aus den jungtertiären Süßwasserablagerungen von Weingraben (Burgenland, Österreich). – Ann. Naturhist. Mus. Wien, 67, 175–180, Wien 1964.

BERGER, W.: Pflanzenreste aus dem miozänen Ton von Weingraben bei Draßmarkt (Mittelburgenland). – Sitzber. Österr. Akad. Wiss., Abt. 1, 161, 93–101, Wien 1952.

BERGER, W.: Pflanzenreste aus dem miozänen Ton von Weingraben bei Draßmarkt (Mittelburgenland) II. – Sitzber. Österr. Akad. Wiss., Abt. 1, 162, 17–24, Wien 1953.

DRAXLER, I., SOLTI, G., LOBITZER, H. & CICHOCKIO, M. Mit Beiträgen von HERRMANN, P., RAVASZ, C., SACHSENHOFER, R., STOJASPAL, F. & CSÁSZÁR, G.: Erster Nachweis von „Alginit“ (sensu JÁMBOR & SOLTI, 1975) im Südoststeirischen Tertiärbecken (Österreich). – Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich – Ungarn, Teil 2, 19–54, Wien (Geol. B.-A.) 1994.

DRAXLER, I. & ZETTER, R.: Palynologische Untersuchungen in den mittel-miozänen Hochriegelschichten (Süßwasserschichten) von Weingraben (Gemeinde Kaiserdorf, Burgenland, Österreich). – In: LOBITZER, H. & CSÁSZÁR, G. (Hrsg.): Jubiläumsschrift 20 Jahre geologische Zusammenarbeit Österreich-Ungarn, Teil 1, 71–92, Wien (Geol. B.-A.) 1991.

JÁMBOR, A. & SOLTI, G.: Geological conditions of the Upper Pannonian oil-shale deposit recovered in the Balaton Highland and at Kemeneshát. – Acta Miner. Petr., 22, 9–28, Szeged 1975.

JANOSCHEK, R.: Die Geschichte des Nordrandes der Landseer Bucht im Jungtertiär (Mittleres Burgenland). – Mitt. Geol. Ges. Wien, 24, 38–133, Wien 1932.

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

KÜMEL, F.: Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Bl. 107–108 Mattersburg-Deutschkreutz. – Wien (Geol. B.-A.) 1957.

KÜPPER, H.: Erläuterungen zur geologischen Karte Mattersburg-Deutschkreutz. – 67 p., Wien (Geol. B.-A.) 1957.

LARGEAU, C., CASADEVALL, E., BERKALOFF, C. & DHAMELINCOURT, P.: Sites of accumulation and composition of hydrocarbons in *Botryococcus braunii*. – Phytochemistry, 19, 1043–1051, London (Pergamon Press) 1980.

LARGEAU, C., CASADEVALL, E., KADOURI, A. & METZGER, P.: Formation of *Botryococcus*-derived kerogens – Comparative study of immature torbanites and of the extant alga *Botryococcus braunii*. – Org. Geochem., 6, 327–332, London 1984.

LOBITZER, H., KODINA, L.A., SOLTI, G., SCHWAIHOFER, B. & SURENIAN, R.: Fazies, Geochemie und Stratigraphie ausgewählter Vorkommen österreichischer organisch reicher Gesteine. Ein Zwischenbericht. – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, 15, 85–107, Innsbruck 1988.

MOSTAFAVI, M.: Die Neogenentwicklung am Nordrand des Oberpullendorfer Beckens (Burgenland). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 25, 111–143, Wien 1978.

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./MÁFI) 1987.

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

SOLTI, G. & LOBITZER, H.: Aufsuchung von Alginit in Österreich, Endbericht über die österreichisch-ungarische Zusammenarbeit in der Ölschiefer/Alginit-Prospektion (Projekt ÜLG 19). – Berichte der Geol. B.-A., 17, 47 S., 10 Abb., 22 Tab., Wien 1989.

TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich. Band II. Außerzentralalpiner Anteil. – XV + 710 p., Wien (F. Deuticke) 1985.

TRAVERSE, A.: Occurrence of the oil-forming alga *Botryococcus* in lignites and other Tertiary sediments. – Micropalaeontology, 1, 343–350, New York 1955.

WINKLER-HERMADEN, A.: Die jungtertiären Ablagerungen an der Ostabdachung der Zentralalpen und das inneralpine Tertiär. – In: SCHAFFER, F.X. (Hrsg.): Geologie von Österreich, 414–522, Wien (F. Deuticke) 1951.

WINKLER-HERMADEN, A.: Die jungtertiäre (sarmatisch-pannonisch-höherpliozäne) Auffüllung des Pullendorfer Beckens (= Landseer Bucht E. SueB) im mittleren Burgenland und der pliozäne Basaltvulkanismus am Pauliberg und bei Oberpullendorf – Stöob. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., 171, 143–192, Wien 1962.