

Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich – Ungarn			A 20 éves magyar-osztrák földtani együttműködés jubileumi kötet		
Redaktion: Harald Lobitzer, Géza Császár & Albert Daurer			Szerkesztette: Lobitzer Harald, Császár Géza & Daurer Albert		
Teil 2	S. 19–54	Wien, November 1994	2. rész	pp. 19–54	Bécs, 1994. november
ISBN 3-900312-92-3					

Erster Nachweis von „Alginit“ (sensu JÁMBOR & SOLTI, 1975) im Südoststeirischen Tertiärbecken (Österreich)

Von ILSE DRAXLER, GÁBOR SOLTI, HARALD LOBITZER & OTTO CICHOCKI
Mit Beiträgen von

PAUL HERRMANN, CSABA RAVASZ, REINHARD SACHSENHOFER, FRANZ STOJASPAL & GÉZA CSÁSZÁR*)

Mit 2 Abbildungen, 12 Tafeln und 7 Tabellen

Österreich
Steiermark
Oststeirisches Vulkangebiet
Rohstoffgeologie
Alginit
Ölschiefer
Erdölmuttergestein
Blähton
Hilit
Agrargeologie
Organische Geochemie
Inkohlungsgrad
Pannon
Palynomorphen
Ostracoden

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blatt 192

Inhalt

Zusammenfassung	20
Összefoglalás	20
Abstract	20
1. Einleitung	21
2. Dokumentation der Untersuchungsergebnisse	21
2.1. Mineralogisch-petrographische Untersuchungen	21
2.2. Geochemische Untersuchungen	22
2.2.1. Anorganische Geochemie	22
2.2.2. Organische Geochemie	22
2.2.3. Agrargeologische und bodenkundliche Untersuchungen	23
2.3. Paläontologische und stratigraphische Untersuchungen	24
2.3.1. Ostracoden und sonstiger Schlämmrückstand	24
2.3.2. Lamellibranchiaten	25
2.3.3. Palynomorphen und Dinoflagellaten	25
2.3.3.1. Vorbemerkungen	25
2.3.3.2. Palynologische Ergebnisse	25
2.3.3.3. Botanische Schlußfolgerungen	27
2.3.3.4. Palynofazies und Schlußfolgerungen über das Ablagerungsmilieu	28
2.3.4. Inkohlte Hölzer	28
2.3.5. Inkohlungsgrad	29
3. Schlußfolgerungen und Empfehlungen für weiterführende Arbeiten	29
Dank	30
Tafeln 1–12	30
Literatur	54

*) Anschriften der Verfasser: Dr. ILSE DRAXLER, Dr. HARALD LOBITZER, Dr. PAUL HERRMANN, Dr. FRANZ STOJASPAL, Geologische Bundesanstalt, Rasumovskygasse 23, A-1031 Wien, Österreich; Dr. GÁBOR SOLTI, Dr. CSABA RAVASZ, Dr. GÉZA CSÁSZÁR, Ungarisches Geologisches Institut, Stefánia út 14, H-1442 Budapest, Ungarn; Dr. OTTO CICHOCKI, Universität Wien, Institut für Paläontologie, Universitätsstraße 7/II, A-1010 Wien, Österreich; Dr. REINHARD SACHSENHOFER, Montanuniversität Leoben, Institut für Geowissenschaften, 8700 Leoben, Österreich.

Zusammenfassung

In der Tongrube Mataschen der LECA Ges. m. b. H. in Fehring wurde 1986 (SOLTI & LOBITZER et al., 1987) die erste Indikation des für Österreich neuen Rohstoffes "Alginit" sensu JÁMBOR & SOLTI (1975) nachgewiesen. Lithologisch handelt es sich um Montmorillonit-reiche siltige laminierte Tone mit reichlich organischer Substanz, die im sonnentrockenen Zustand pergamentartiges Aussehen zeigen (Papierschiefer) und geringes Raumgewicht aufweisen. Der Alginit von Mataschen zählt aufgrund der Rock Eval Pyrolyse-Ergebnisse zu den unreifen Ölschiefern des Kerogen-Typs I-II der TISSOT'schen Klassifikation (TISSOT & WELTE, 1978). Der Gehalt an C_{org} beträgt 8,30 %, die Soxhlet-Bitumen-Untersuchung weist einen Wert von 1,176 % aus. Eine breite Palette chemischer und bodenkundlich-agrogeologischer Untersuchungen weist den Alginit von Mataschen als für die landwirtschaftliche Bodenmelioration als gut geeignet aus. Leider betrug jedoch die aufgeschlossene Mächtigkeit der Alginit-Indikation lediglich 1–2 dm und zur Zeit (1994) ist Alginit überhaupt nicht mehr anstehend. Ökonomische Relevanz kommt daher diesem Vorkommen absolut keine zu.

Unsere stratigraphischen Untersuchungen belegen ein Alter von Pannon D–E, wobei von einem liegenden kaspibrackischen Bereich (dem die Alginit-Indikation zugehört) sich zum Hangenden hin eine Aussüßung vollzieht. Sowohl die Ostracodenfauna, als auch die Lamellibranchiaten sprechen für einen kaspimarin ruhigen Flachwasser- bzw. sehr küstennahen Ablagerungsbereich und – mangels endemischer Taxa – nicht für eine Kratersee-(Maar-)Bildung der Alginit-Indikation. Funde von Baumstämmen und Holzresten, bei denen es sich um Vertreter küstennaher Sumpfstandorte (*Taxodioxyton taxodii* GOTHAN) handelt, belegen ebenso ein Küstenmilieu.

Die Zusammensetzung der Mikroflora-Spektren belegt eindrucksvoll die oben erwähnte allmähliche Aussüßung, wobei an der Profilbasis marine Dinoflagellaten-Zysten (*Spiniferites*-Taxa) dominieren; allmählich nehmen Pollen und Sporen zu und in den hangenden Profilabschnitten treten sie nahezu ausschließlich auf. *Botryococcus* zeigt in der Alginit-Indikation signifikante Häufigkeit, tritt jedoch ansonsten nur sehr vereinzelt auf. Die Pollen und Sporenflora ist durch einen höheren Anteil von Florenelementen küstennaher Sumpfstandorte (*Taxodium*, *Myrica*) charakterisiert. Auch Pollen von Pflanzengesellschaften offener Süßwasserflächen (z. B. *Trapa*) sind anzutreffen. Aus dem Hinterland stammen Pollenformen von Laubmischwäldern (z. B. *Liquidambar*, *Fagus*, *Oreomunnea*) und Coniferen (*Pinus*, *Cathaya*, *Abies*, *Picea*), die auf warm-gemäßigtes Klima hinweisen.

Az első alginit (sensu JÁMBOR & SOLTI, 1975) indikáció a délkelet-stájer terciér medencében (Ausztria)

Összefoglalás

Szerzők a LECA Kft. fehringi Mataschen agyagbányájában 1986-ban találták meg az Ausztriában újnak számító nyersanyag, az alginit (sensu JÁMBOR & SOLTI, 1975.) első indikációját (SOLTI, LOBITZER et al., 1987.). Kőzetanilag lemez szerkezetű, montmorillonitban gazdag, közetlisztes agyag, mely bőséges mennyiségű szervesanyagot tartalmaz, légszáraz állapotban pergamenthez hasonló küllemű (papírpala), csekély fajsúlyú. A matascheni alginit, a Rock-Eval-féle pirolízis adatai alapján a TISSOT-féle osztályozás (TISSOT & WELTE, 1978.) I–II. kerogén típusú éretlen olajpala csoportba tartozik. A C_{org} -tartalom 8,3 %-ot tesz ki, míg a Soxhlet-bitumen értéke 1,176. A széles skálán végzett vegyi, talajtani és agrogeológiai vizsgálatok alapján a matascheni alginit mezőgazdasági talajjavításra igen alkalmas anyag. Sajnos azonban, az alginit-indikáció a feltárásban csupán 1–2 dm vastagságú volt, jelenleg pedig (1990-ben) a külszínen alginit már nem mutatkozik, ennél fogva az előfordulásnak nincs gazdasági jelentősége.

Rétegtani vizsgálataink szerint képződési kora a pannoniai D–E zónába tehető. A normál tengervízi környezetben ülepedett fekvő brakkvízi fáciesbe megy át (az alginit-indikációval), majd a fokozatosan kiédesülő vízre utaló fedőben végződik. Mind az ostracoda-fauna, mind a kagylók egy kaszpi-tengeri sekélyvízi, illetve partközeli fáciesre utalnak, azaz az endémikus taxonok hiányában az alginit-indikáció nem krátertóban (maarban) képződött. A fatörzs- és egyéb famaradványok szintén partközeli, mocsaras területet jeleznek (*Taxodioxyton taxodii* GOTHAN).

A mikroflóra képösszetétele egyértelműen a fent említett fokozatos kiédesülést bizonyítja. A szelvény talpán tengeri dinoflagellata ciszták (*Spiniferites* taxonok) uralkodnak, főfelé haladva a pollenek és spórák száma fokozatosan növekedik, míg a fedőben kizárólagossá válik. A *Botryococcus* az alginit indikációban nagy gyakoriságú, egyébként azonban csak igen elszórtan jelentkezik. A pollen- és spóráflórát a partközeli mocsári helyszínek flóralemeinek magas arányszáma jellemzi (*Taxodium*, *Myrica*).

A nyílt édesvízi területek növénytakarásainak pollenjei (pl. *Trapa*) is megtalálhatók. A mögöttes területekről származnak a vegyes lombos erdők pollenalakjai (pl. *Liquidambar*, *Fagus*, *Oreomunnea*) és Coniferák (*Pinus*, *Cathaya*, *Abies*, *Picea*), amelyek meleg-mérsékelt éghajlatra utalnak.

The First Alginite (sensu JÁMBOR & SOLTI, 1975) Indication from the Tertiary Basin in SE Styria (Austria)

Abstract

In 1986 the authors discovered the first indication of alginite (sensu JÁMBOR et SOLTI, 1975) in the clay pit of LECA Co. Ltd. at Mataschen, Fehring, which has been considered as a new sort of mineral resources in Austria (SOLTI et al., 1987). Lithologically, alginite is a silty clay of laminated structure which is rich in montmorillonite and has a high organic matter content, low specific weight, and in air dry state it has an appearance similar to parchment (paper shale). Based on data from Rock-Eval pyrolysis the alginite from Mataschen is assigned to type I and II of kerogene, i.e. an immature oil shale in accordance with the TISSOT's classification (TISSOT et WELTE, 1978). Its C_{org} content amounts to 8.3 %, whereas the Soxhlet bitumen amount is 1.176 %. As shown by a wide range of chemical, pedological and agrogeological tests, the alginite from Mataschen is excellently suitable for use in soil amelioration in agriculture. However, in the exposure the alginite bed had a thickness of 1 to 2 dm only, and now (in 1994) alginite is not encountered on the surface any longer, therefore this occurrence of alginite is of no importance for economy.

As shown by our stratigraphic examinations, alginite is presumed to have been developed during the Pannonian D–E zone. The main part of the exposure was deposited under only slightly agitated caspi-brackish water conditions (with alginite indication), the overlying bed points to water conditions becoming limnic. Both the ostracodal fauna and the pelecypods point to a Caspian-sea type shallow-water nearshore facies, that is the alginite indication was not developed in a crater lake (maar) due to the absence of endemic taxa. The remains of tree trunks of *Taxodioxyton taxodii* GOTHAN and other wood pieces also suggest a nearshore, marshy depositional environment.

It is clearly evidenced by the composition of the microfloral spectrum that the aforesaid gradual development from brackish to limnic facies took place. The bottom part of the profile is dominated by dinoflagellata cysts (*Spiniferites* taxa), whereas upwards the amount of pollens and spores increases, becoming nearly exclusive in the covering bed. *Botryococcus* occurs very frequently in the alginite indication but otherwise it shows a rather sporadic occurrence. The flora of pollens and spores is characterized by the great proportion of floral elements of nearshore marshy sites (*Taxodium*, *Myrica*). Pollens of plant assemblages of open limnic areas (e.g. *Trapa*) can also be observed. Pollen species of mixed deciduous forests (*Liquidambar*, *Fagus*, *Oreomunnea* etc.) and conifers (*Pinus*, *Cathaya*, *Abies*, *Picea*, etc.) pointing to a warm-moderate climate are derived from the area situated behind.

1. Einleitung

Als Folge der in Ungarn durch SOLTI und sein Team geleiteten Vorarbeiten am „Grünen Tisch“ konnte die Alginitprospektion in Österreich sehr zielstrebig angegangen werden und führte bereits am ersten Tag der Prospektionsarbeiten zur Auffindung der i.d.F. dokumentierten Alginit-Indikation im Oststeirischen Vulkangebiet. Dies ist in erster Linie ein Verdienst des gut untermauerten Kartierungskonzepts von WINKLER(-HERMADEN), der in zahlreichen eindrucksvollen Veröffentlichungen das Vulkangebiet des Steirischen Beckens in seiner Gesamtheit darstellt. Durch WINKLER's intensive Beziehungen zu ungarischen Vulkanologen erwies sich seine Dokumentation und Interpretation der Daten für unsere Arbeitsgruppe unmittelbar als kompatibel im Hinblick auf fazielle Prospektion vulkanoklastischer Rohstoffe.

Die Geländearbeiten wurden gemeinsam von SOLTI und LOBITZER unter gelegentlicher Unterstützung durch RAVASZ und CSÁSZÁR durchgeführt. SOLTI organisierte auch die in Kap. 2.1. und 2.2. dokumentierten Analytik-Schritte; LOBITZER oblag die Koordination der paläontologischen Untersuchungen (Kap. 2.3.). Das Kap. 2.3.3. verfaßte Frau DRAXLER, wobei das zugrunde liegende Probenmaterial anlässlich einer Exkursion gemeinsam von I.D. und H.L. gesammelt wurde. CICHOCKI zeichnet für Kap. 2.3.4. verantwortlich, HERRMANN für Kap. 2.3.1., STOJASPAL für Kap. 2.3.2.

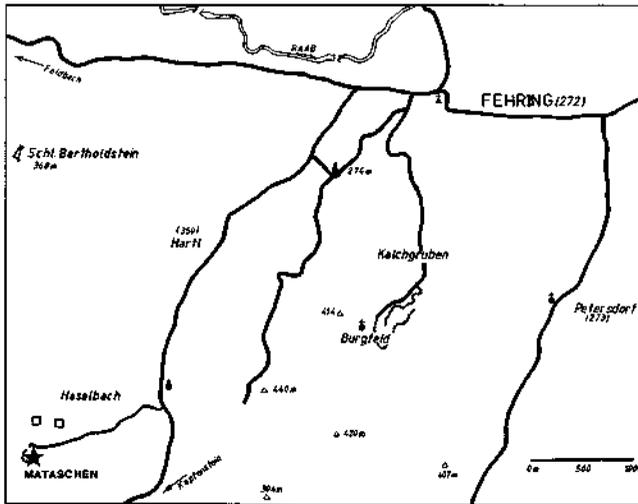


Abb. 1.
Lageskizze der Tonabbauereiche der Fa. LECA Ges.m.b.H. in Fehring-Mataschen und Fehring-Burgfeld.
Skizze: G. PASCHER (GBA).

2. Dokumentation der Untersuchungsergebnisse

Die Probe aus der Alginit-Indikation Mataschen wurde im Rahmen eines integrierenden Untersuchungspakets sowohl mineralogisch-petrographischen, geochemischen s.l. sowie paläontologischen Bearbeitungen unterzogen. Außerdem wurde danach getrachtet, diese Einzelprobe in den stratigraphisch-faziellen Rahmen – wie er sich aufgrund der stark wechselnden Aufschlußverhältnisse in einem aktiven Abbau darstellt – einzubinden. Zu diesem Zwecke waren vor allem stratigraphische, biofazielle, ökologische und paläogeographische Untersuchungen bzw. Überlegungen anzustellen, da sich bald zeigte, daß das im Gelände lithologisch sehr eintönig erscheinende feinkla-

stische Profil sich bereits bei den ersten biofaziell orientierten Untersuchungen als keineswegs so gleichförmig erwies.

2.1. Mineralogisch-petrographische Untersuchungen

Da von BERTOLDI et al. (1981) und neuerdings von HADITSCH (1989) eine eingehende Studie des Blähtonvorkommens Fehring-Mataschen vorliegt, verzichteten wir auf eigene diesbezügliche Untersuchungen und beziehen uns in aller Kürze auf deren Ergebnisse. Hinsichtlich des Illit-Tagebaues Fehring-Burgfeld darf auf WIEDEN & SCHMIDT (1956) verwiesen werden.

BERTOLDI et al. (1981) befassen sich mit den mineralogischen bzw. sedimentpetrographischen und technologisch relevanten materialtechnischen Parametern, die für die Blähfähigkeit des Fehring Rohmaterials verantwortlich sind. Weiters gingen sie Hinweisen von WINKLER-HERMADEN (1939, 1951) nach, daß in der Oststeiermark noch weitere Vorkommen blähfähiger Tone vorhanden seien. Sie kommen zum Schluß, daß nur den Tonen von Gnas mögliche wirtschaftliche Bedeutung zukommt.

Hinsichtlich der Kornverteilung und Klassifizierung zeigen die Summenkurven der Fehring Probe (BERTOLDI et al., 1981) einen Anteil der Tonfraktion von ca. 50 Masse-% auf, bei wechselndem Schluff- und Sandanteil. Unter den Schichtsilikaten dominieren Montmorillonit und Muskovit/Illit, daneben auch Kaolinit sowie gelegentlich etwas Chlorit. Weiters ist Quarz omnipräsent. In geringeren Mengen finden sich Fe-Mineralien, Feldspat und ein großer „Rest“ (Wechselagerungsminerale, Vermiculit, röntgenamorpher Anteil) sowie in geringen Mengen auch manchmal Kalzit. WIEDEN & SCHMIDT (1965) erachteten Illit als Hauptgemengteil des Fehring Blähtons.

In genetischer Hinsicht wird von BERTOLDI et al. (1981) das Blähtonvorkommen Fehring mit ringförmig auftretenden Tuffen bzw. Tuffiten des pliozänen Vulkanismus in Verbindung gebracht.

Auf die technologischen Untersuchungen des Fehring Blähtons durch BERTOLDI et al. (1981) soll hier nicht näher eingegangen werden.

Von unserer Seite wurde lediglich eine Probe, die der Alginit-Indikation entstammt – im Rahmen eines integrierenden Untersuchungsprogramms – auch röntgendiffraktometrisch sowie mit Hilfe von DTA untersucht (Tab. 1,2). Diese Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die „Sonderfazies“ der Alginit-Indikation!

Im Dünnschliff erweist sich der Alginit von Mataschen, der makroskopisch wohl am treffendsten als Papierschiefer zu bezeichnen ist, als laminiertes siltiger Tonstein mit zwischengeschalteten organisch-reichen – phytogenen – Partien. Nach der organisch-petrologischen Nomenklatur

Tabelle 1.
Röntgendiffraktometrische Mineralphasenanalyse.
Analytik: G. RISCHÁK & I. JUHÁSZ, MÁFI Budapest.

Montmorillonit	37 %
Kaolinit	1 %
Chlorit	1 %
Quarz	6 %
Kalifeldspat	7 %
Plagioklas	4 %
Aragonit	13 %
Kalzit	16 %
Dolomit	1 %
Amorph	14 %

Tabelle 2.
Thermische (DTA) Analyse.
Analytik: Zs. BARNÁ, MÁFI Budapest.

Organische Stoffe	9–15	%
Kalzit	8	%
Montmorillonit-Gruppe	8	%
Pyrit	+	
Feuchtigkeit	11,7	%
Flüchtige Substanzen	19,6	%
Glühverlust	31,3	%
Asche	68,7	%

von HUTTON (1987) handelt es sich um Lamalginit mit Teilalginit unter erheblicher *Botryococcus*-Beteiligung.

Die Lamination zeigt dünne Alginittagen, die mit etwas dickeren kalkig-tonigen Laminae wechsellagern. Im Schliff zeigt sich ein kryptokristallines Gefüge von Tonmineralen in dem Kristallbruchstücke in Sand/Silt-Korngröße regelmäßig verteilt sind. Letztere werden von Kalzit und Argonit dominiert, daneben treten noch etwas Quarz, Kalifeldspat, Plagioklas, Muskowit, Serizit, zersetzter Biotit und Chlorit auf. Nur selten sind sie als allotriomorphe bzw. hypidiomorphe Kristalle entwickelt, sondern meist als allotriomorphe Aggregate in Form von Pseudomorphosen nach Sporen und Pollen oder Algenkolonien. Auch Opal kommt als Auskleidung runder Körner vor; vermutlich ebenso eine pseudomorphe Bildung nach Fossilien indet. Kerogen-Partikeln sind vereinzelt von Pyrit-Aggregaten durchsetzt sowie von amorphem Limonit durchtränkt. Die dünnen, meist wellig gekrümmten Alginit-Partikel sind meist parallel zur Schichtung angeordnet; zusätzlich besteht die organische Substanz noch aus orange-rotbraunen oder gelbbraunen feinkörnigen Partikeln von feindisperser Verteilung oder auch größeren Partikeln von rundem Querschnitt. Die Algenreste sind disintegriert, teils zersetzt; die ehemaligen Zellwände sind von Karbonat ersetzt, während die Zell-Lumina eine Füllung aus opaken Mineralen und Tonmineralen zeigen. Die Grenzen zwischen den organisch-reichen Laminae und den tonigen Laminae sind unscharf.

2.2. Geochemische Untersuchungen

Da Alginit in erster Linie zur Bodenverbesserung saurer siltig-sandiger Böden – wie sie etwa die ungarische Puszta aufweist – Verwendung findet, wurde auch unser Untersuchungspaket auf diese Fragestellung zurechtgeschnitten. Neben der physikalischen Bodenverbesserung, wie sie etwa durch das Einbringen von montmorillonitischen Tonen in sandige Böden erreicht werden kann, was eine verbesserte Bindigkeit und damit Feuchtigkeithaltung bewirkt, sind auch pflanzenverfügbare anorganische Verbindungen und Elemente sowie organische Substanzen (Humus s.l., etc.) für die Bodenfruchtbarkeit unumgängliche Voraussetzung. Daneben ist auf eventuelle Gehalte schädlicher Schwermetalle zu achten.

2.2.1. Anorganische Geochemie

Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse anorganisch-geochemischer Untersuchungen der Alginitprobe von Mataschen im Vergleich zu einer Durchschnittsprobe aus vier Proben des Alginits von Pula aus dem Horizont 6–13 m. Wie ersichtlich, zeigen die Werte in den Grundzügen gute Übereinstimmung, wobei in der Probe Mataschen vor allem die relativ erhöhten Gehalte an Fe_2O_3 , K_2O und P_2O_5 auffallen sowie der vergleichsweise geringere CaO -Ge-

Tabelle 3.
Chemische Analyse der wichtigsten Oxide [%].
Analytik: I. SOHÁ & I. BARÁT, MÁFI Budapest.

	Mataschen Alginitindikation	Pula/Ungarn (Ø aus 4 Proben)
SiO_2	38,2	36,51
TiO_2	1,72	0,70
Al_2O_3	12,1	9,51
Fe_2O_3	6,23	2,39
FeO	0,39	
MnO	0,066	0,07
CaO	5,80	0,02
MgO	2,83	3,50
Na_2O	0,16	0,25
K_2O	1,39	0,67
H_2O^+ (inkl. CO_2)	21,92	
H_2O^-	8,33	
CO_2	—	
P_2O_5	0,41	
SO_3	0,36	
Sonstiges	0,38	
Glühverlust	25,64	

halt. Das CO_2 konnte zur Zeit der Analytik nicht bestimmt werden; in den 21,92 % des H_2O^+ ist das bei 1050°C freierwerdende H_2O^+ inkl. CO_2 enthalten.

2.2.2. Organische Geochemie

Im Rahmen der technologischen und rohstoffgenetischen Untersuchungen wurde auch eine Reihe organisch-geochemischer Analysen durchgeführt (Tab. 4–6).

Wie in Tab. 4 gezeigt wird, weist der Papierschiefer von Mataschen 5,4 bzw. 5,8 % Schieferöl, das mit der Fischer-Destillation bei 520°C gewonnen werden kann, auf. Das heißt, daß dieses Gestein den Gepflogenheiten der Kohlenwasserstoff-Industrie entsprechend als „Ölschiefer“ s.l. betrachtet werden muß, welche die Untergrenze für diese Gesteine mit 4 % Fischer-destillierbarem Schieferöl ziehen. Darüberhinaus könnten aus dem lufttrockenen Papierschiefer von Mataschen 30,5 m³/t Schiefergas gewonnen werden. Die kohlenchemischen Analysen erweisen eine Verbrennungswärme des Alginits von Mataschen von 3,77 MJ/kg bei einem Heizwert von 3,18 MJ/kg.

Der Chloroform-lösliche Soxhlet-Extrakt weist 1,176 % Bitumen auf. Wie die Infrarotspektroskopie (IR) des extrahierten Bitumens zeigt (Tab. 5), setzt sich dieses vor allem aus langen aliphatischen Ketten zusammen. CO-Gruppen kommen in mittlerer Häufigkeit, hauptsächlich in Form von Säuren und Ketonen, vor.

Weiters wurde mit Hilfe der Rock-Eval-Pyrolyse der Kerogen-Typ, die Maturität sowie das Kohlenwasserstoff-Bildungspotential des Alginits von Mataschen charakterisiert. Die in Tab. 6 angeführten Meßwerte stellen einen Durchschnittswert aus 6 Messungen dar. Hinsichtlich der Interpretation unserer Meßdaten darf auf TISSOT & WELTE (1978) verwiesen werden. Hier soll nur soviel erläutert werden, daß der Alginit von Mataschen im Sinne der Kohlenwasserstoff-Maturität unreif ist, d.h. er hat die Katagenese – den Hauptbildungsbereich der Kohlenwasserstoffgenese – noch nicht erreicht. Das Kerogen entspricht dem Typ I-II im Sinne der TISSOT'schen Nomenklatur (z.B. TISSOT & WELTE, 1978) Der Papierschiefer von Mataschen kann als potentielles Erdölmuttergestein von guter Qualität angesehen werden, aus dessen organischer Substanz unter entsprechenden Diagenese/Katagenese-Bedingungen 55 kg CH₄/t Erdöl sowie auch Erdgas entstehen könnten. Mit 8,30 % C_{org} ist der organische Anteil hoch.

Tabelle 4.
Kohlenchemische Analyse, Fischer-Destillation und Analytik des Destillationsgases.
Analytik: J. TAKÁCS, MÁFI Budapest.

Kohlenchemische Analyse			
Wasserstoff	H _t	1,7%	
Feuchtigkeit	W _t	8,8 %	
Asche	A _r	71,8 %	
Flüchtiges	V _r	17,8 %	
Verbrennungswärme	Q _r	3,77 MJ/kg (902 kcal/kg)	
Heizwert	Q _r _i	3,18 MJ/kg (902 kcal/kg)	
Reine Verbrennungswärme des Materials frei von Feuchte und Asche	Q _s ^{daf}	19,44 MJ/kg (902 kcal/kg)	
Kohlenstoff	C _r	9,9 %	
Fischer-Destillation bei 520°C			
		Mataschen (bergfeuchte Probe)	Mataschen (lufttrockene Probe)
Untersuchungsfeuchtigkeit	W _t	6,4 %	0
Totes Gestein und Koks	sh	79,0 %	84,4 %
Schieferöl, Schieferteeer	Tsk	5,4 %	5,8 %
Grobe Feuchtigkeit	Wsk	8,8 %	9,4 %
Schiefergasmenge	Gsk	28,6 m ³ /t	30,5 m ³ /t
Gas + Verlust		0,4 %	
Zusammensetzung des Destillationsgases			
Kohlendioxid (CO ₂)		11,7 %	
Kohlenmonoxid (CO)		—	
Methan (CH ₄)		10,6 %	
Wasserstoff (H ₂)		8,2 %	

Tabelle 5.
Infrarot-Extinktionsquotienten des Soxhlet-extrahierten Bitumens.
Analytik: A. BRUKNER-WEIN, MÁFI Budapest.

720	1380	1610	1710	1720–40
750	1470	1470	1470	1470
—	0,23	—	0,82	—
—	0,17	—	0,64	—

Tabelle 6.
Rock-Eval-Pyrolyse des Alginits von Mataschen.
Analytik: M. HETÉNYI, Universität Szeged.

C _{org}	8,30 %
PC	4,63 %
T _{max}	435°C
S ₁ [mg CH/g Gestein]	4,03
S ₂ [mg CH/g Gestein]	51,64
S ₃ [mg CO ₂ /g Gestein]	4,97
CH-Potential [kg CH/t Gestein]	55,67
PI	0,07
HI [mg CH/g C _{org}]	622
OI [mg CO ₂ /g C _{org}]	59
S ₂ /S ₃	10,39
PC/C _{org}	55,8 %
Kerogen-Typ	I-II
Kerogen-Reifegrad	unreif

2.2.3. Agrargeologische und bodenkundliche Untersuchungen

In der west-transdanubischen staatlichen Untersuchungsanstalt in Keszthely wurden agrargeologische bzw. bodenkundliche Untersuchungen an der Probe aus der Alginat-Indikation von Mataschen im Vergleich zum ungarischen Alginat von Pula durchgeführt.

In bodenkundlicher Hinsicht entspricht der Papierschiefer von Mataschen aufgrund der guten Bindigkeit und Wasserhaltigkeit der tonreichen, hygroscopischen Beschaffenheit, einem tonigen Boden. In chemischer Hinsicht zeigt er schwach saure Reaktion bei verhältnismäßig geringem Kalkgehalt. Sein Humusgehalt weist etwa den dreifachen Wert eines durchschnittlichen Bodens auf. In der Folge werden kurz die Ergebnisse bodenchemischer Untersuchungen (Tab. 7) kommentiert:

Der Stickstoffgehalt entspricht unter den in Ammoniumlaktat löslichen, pflanzenverfügbaren Makronährstoffen jenem eines gut versorgten Bodens. Der Phosphorgehalt der beiden Proben von Mataschen übertrifft im Mittel sogar jenen des Alginats von Pula. Auch der Kaliumgehalt entspricht den Werten von ausgezeichneten mit K₂O versorgten Böden. Von allen relevanten Makroelementen (N, P, K; Ca, Mg) wurden Größenordnungen wie im Bereich der ungarischen Alginite festgestellt.

Unter den Mikroelementen zeigt der Eisengehalt in den beiden Proben Unterschiede in der Größenordnung einer Zehnerpotenz. Das kann seine Erklärung darin finden, daß die oberflächennahen Papierschiefer einer limonitischen Verwitterung ausgesetzt waren und sind, wie die typischen rostbraunen Verfärbungen an einem Teil des Materials mutmaßen lassen. Der Kupfergehalt ist deutlich höher, der Zinkgehalt hingegen niedriger als im Alginat von Pula.

Die Gehalte der Schwermetalle Cd, Ni und Pb liegen – wie Tab. 8 zeigt – unter dem Durchschnittswert der meisten Böden bzw. erreicht nie ein toxisches Niveau.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, daß der Alginat von Mataschen aufgrund seiner guten Bindigkeit,

Tabelle 7.

Bodenkundliche bzw. bodenchemische Untersuchungsdaten des Alginits von Mataschen im Vergleich zu einer Durchschnittsprobe von Pula in Ungarn. Weitere Erläuterungen siehe im Textteil.

Analytik: J. FARKAS, Keszthely.

		Mataschen Bergfeuchter Alginit	Mataschen Lufttrockener Alginit	Pula/Ungarn Alginit - Durchschnitt
Arany'sche Gebundenheit K_A		71,2	114,0	121,4
Hygroskopizität h_y		4,97	9,23	9,51
Gesamtsalzgehalt %		0,23	0,12	0,07
Reaktion pH (H_2O)		6,63	6,88	7,07
Reaktion pH (KCl)		6,60	6,60	6,88
Kalkgehalt ($CaCO_3$) %		2,3	12,43	13,00
Humusgehalt %		7,00	14,7	21,7
Aufnehmbare (pflanzenverfügbare) Nährstoffe				
N	mg/100 g Boden	4,2	8,4	9,8
K_2O	mg/100 g Boden	12,9	39,8	43,1
Ca	mg/100 g Boden	720	3500	2800
Mg	mg/100 g Boden	119,0	245,0	216,7
Na	mg/100 g Boden	1,6	8,0	14,4
Fe	ppm	601	64	314
Mn	ppm	172	41	143
Cu	ppm	19,3	6,0	2,4
Zn	ppm	2,6	4,1	5,6
B	ppm		1,15	1,82
Cd	ppm		0,10	0,12
Pb	ppm		2,3	3,5
Ni	ppm		0,06	0,04
Gesamtnährstoffgehalte im Boden				
N	%		0,27	0,53
P	%		0,22	0,15
K	%		0,63	0,66
Ca	%		8,3	7,1
Mg	%		1,5	2,5
Na	%		0,07	0,08
Fe	ppm		31400	42250
Mn	ppm		356	640
Cu	ppm		29,3	33,9
Zn	ppm		93	182
Cd	ppm		0,3	0,86
Pb	ppm		14,7	12,2
Ni	ppm		6,5	15,45

der mutmaßlichen adsorptiven Eigenschaften, hinsichtlich des Humusgehalts sowie der chemischen Zusammensetzung sich für die landwirtschaftliche Nutzung in der Bodenmelioration gut eignen würde.

2.3. Paläontologische und stratigraphische Untersuchungen

Makroskopisch sind in der Tongrube Mataschen zahlreiche Reste fossiler Hölzer – insbesondere bis über halbmeterdicke Baumstämme – sowie Anhäufungen von Resten höherer Pflanzen wie Blätter und Stengeln, aber auch gelegentlich Lamellibranchiaten auffällig.

2.3.1. Ostracoden und sonstiger Schlämmrückstand

Bereits bei Lupenvergrößerung fällt weiters die allerdings offensichtlich auf wenige Lagen beschränkte Häufigkeit von Ostracoden auf.

In den Schlämmrückständen fanden sich gelegentlich reichlich Bruchstücke von Fischknochen, -zähnen und -schuppen sowie sehr selten, auf stratigraphisch ältere Horizonte beschränkt, Bruchstücke von Seeigelstacheln, Schwammnadeln sowie Foraminiferen, die wohl aus dem Baden umgelagert wurden: *Ammonia beccarii* LINNÉ, *Gyroidina soldanii* d'ORB., *Melonis pompilioides* (FICHEL & MOLL), *Elphidium listeri* (d'ORB.) und *Ceratocancriis haueri* (d'ORB.).

HERRMANN (in LOBITZER et al., 1988) machte erstmals auf eine Ostracodenfauna aus der Tongrube Mataschen aufmerksam. Sie stammt aus dem zur Zeit nicht mehr aufgeschlossenen Alginithorizont und umfaßt folgende Arten: *Pontoniella unguiculus* (REUSS), *Cyprideis heterostigma obesa* (REUSS), *Cytheromorpha lacunosa* (REUSS), *Loxococoncha granifera* (REUSS), *Hemicytheria folliculosa* (REUSS) und *Leptocythere cf. oblonga* ZALANYI.

Die sehr dünnschalige Fauna ist ausgezeichnet erhalten, was sehr schwache Wasserbewegung anzeigt. Da neben adulten Formen verschiedene Larvenstadien derselben Art vorkommen; ist die Fauna als autochthon zu betrachten. Aus ökologischer Sicht zeigt sie kaspibrackischen Charakter, also eine Fauna wie sie im Pannon des östlichen Österreich weit verbreitet ist; Süßwasserformen fehlen.

Stratigraphisch erlaubt obige Ostracoden-Assoziation eine Einstufung in Pannon D–E.

Weiters konnte in Schlämmrückständen eine wenig charakteristische Mikrofauna beobachtet werden; die Probennummern beziehen sich auf das Profil in Abb. 2.

○ Mataschen 3

Ostracoda: Splitter, mindestens z.T. der Ordnung Cypridacea zuordenbar, aber nicht näher bestimmbar. Diese Ordnung dominiert im Süßwasser, ist jedoch auch im Pannon sehr häufig.

Pisces: Bruchstücke von Knochen und Schuppen.

Sonstiges: Foraminiferen, Seeigelstacheln und Schwammnadeln; aus dem Baden umgelagert.

○ Mataschen 4

Pisces: Zähne; Bruchstücke von Knochen und Schuppen.

Sonstiges: Foraminiferen, aus dem Baden umgelagert.

○ Mataschen 5

Pisces: Bruchstücke von Knochen.

○ Mataschen 6

Ostracoda: 3 Splitter, unbestimmbar.

Pisces: Zähne, Bruchstücke von Knochen.

○ Mataschen 7

Ostracoda: 1 R von *Cyprideis heterostigma heterostigma* (REUSS). Diese Art tritt in den Pannonzonen D und E auf. Die Klappe ist ungewöhnlich dünn, was auf eine schwächere Mineralisierung des Wassers zurückgehen könnte. Weiters liegen Splitter vor, die den in Probe Mataschen 3 gefundenen auffallend ähnlich sind.

Pisces: Zähne, Bruchstücke von Knochen und Schuppen.

2.3.2. Lamellibranchiaten

Funde von bestimmbar Muschelschalen sind in der Tongrube Mataschen ziemlich selten und beschränken sich bislang auf zwei Taxa (STOJASPAL, in LOBITZER et al., 1988), nämlich *Congeria neumayri* ANDRUSOV und *Limnocardium* sp. Bei letzterem Taxon handelt es sich um eine kleine Art mit 13 Rippen, welche mit keiner der bisher aus dem österreichischen Pannon bekannt gewordenen Arten zu identifizieren ist. Sie soll vorläufig mit *Limnocardium decorum* (Th. FUCHS) verglichen werden.

Zur Ökologie ist zu bemerken, daß *Congeria neumayri* – vor allem im Oberpannon – gerne in Lignithorizonten vorkommt, was die Vermutung nahelegt, sie habe, mit Byssus angeheftet, an treibenden Baumstämmen gelebt. *Limnocardium* hingegen sind im allgemeinen Bewohner eher feinklastischer Substrate. Ob es sich bei dem vorliegenden Taxon um eine *Replidacna*-Form handelt – welche auf extrem

wenig bewegtes Wasser hindeuten würde – kann jedoch aufgrund der mangelhaften Erhaltung des Schlosses nicht beurteilt werden.

Die stratigraphische Reichweite von *Congeria neumayri* reicht vom Karpat bis in das Pannon F; *Limnocardium decorum* ist in Ungarn aus dem Horizont der *Congeria balatonica* (d.h. Pannon D/E) bekannt.

2.3.3. Palynomorphen und Dinoflagellaten

(I. DRAXLER)

2.3.3.1. Vorbemerkungen

Aus dem Abbau der Tongrube Fehring/Mataschen wurde in einer Probe aus nur vorübergehend aufgeschlossenen, äußerst feingeschichteten Sedimenten, sogenannten Papierschiefern („Alginit“), von Frau Elvira BODOR-NAGY (Budapest) massenhaft *Botryococcus braunii* KÜTZING 1848 nachgewiesen (unveröff. Ber., MÁFI Budapest). Durch eine dichtere Beprobung und weitere palynologische Bearbeitung sollte daher die Verbreitung dieser Grünalge in dem Tonvorkommen von Fehring herausgefunden werden.

Darüber hinaus hatte die Dokumentation und Bestimmung möglichst vieler Pollen- und Sporenformen, sowie der übrigen Palynomorphen (Dinoflagellaten) und die statistische Auswertung der Pollenspektren aus den mit Mikrofossilien (Ostracoden) teilweise biostratigraphisch eingestuft Tönen, die Rekonstruktion des Ablagerungsraumes und auch der davon weiter entfernten Vegetations-einheiten, sowie der klimatischen Verhältnisse zum Ziel.

Insgesamt wurden 23 Proben aus den siltigen Tönen palynologisch ausgewertet. Sieben Proben wurden horisontiert in großen Abständen entnommen (Abb. 2).

Die Aufbereitung der Proben erfolgte routinemäßig nach der bewährten Methode mit HCl, HF (55 %), HCl, nachfolgender Azetolyse und Schwereretrennung nach der Alkoholringmethode (KLAUS, 1973). Siebe wurden nicht verwendet. Alle Proben mit Ausnahme einer stark sandigen Probe an der Basis des Aufschlusses erwiesen sich als Palynomorphen-führend. Der Erhaltungszustand der Mikroflora ist nicht optimal, viele Pollenkörner sind abgeflacht, verfaltet und teilweise korrodiert, daher ist eine umfassende Dokumentation nicht sinnvoll. Die Auswertung wurde noch zusätzlich durch den hohen Anteil an pflanzlichem Detritus in einem Teil der Proben erschwert.

2.3.3.2. Palynologische Ergebnisse

Nur in einer einzigen Probe betrug der Prozentsatz an Dinoflagellaten-Zysten mehr als 70 % am Gesamtpalynomorphenspektrum, wobei der Hauptanteil von einem Formenkreis, nämlich der planktonischen Form *Spiniferites bentorii* stammen dürfte. Die benthonischen Formen sind nur untergeordnet vorhanden. In allen anderen Proben war der Prozentsatz an marinem Plankton wesentlich geringer, unter 5 % und darunter, bzw. nicht vorhanden.

Für das einfache Balkendiagramm wurden 300–400 Palynomorphen ausgezählt. Um seltene Florenelemente zu erfassen, mußte selbstverständlich eine große Anzahl von Präparaten durchmustert werden. Für die photographische Dokumentation wurden einzelne Pollenkörner herausgefischt und wieder in einen Glycerintropfen eingebettet und fallweise auch noch einzeln auf REM-stubs in einen Alkoholtropfen übertragen (ZETTER, 1989). Die REM-Aufnahmen stammen von einem Cambridge Gerät, Typ 150.

Ziel dieser detaillierten Untersuchungen ist letztlich die biospezifische Bestimmung von Pollen und Sporen ohne

die keine Schlußfolgerungen auf Vegetation und Klima möglich sind und ohne die im Miozän auch keine gesicherten stratigraphischen Ergebnisse zu erwarten sein werden (KLAUS, 1984; ZETTER, 1988, 1990).

Liste der nachgewiesenen Palynomorphen nach dem rezentbotanischen System

(z.T. in Taf. 2–12 dokumentiert)

Bemerkungen

Die Benennung der Pollen und Sporen erfolgt, wenn die botanische Zugehörigkeit bekannt ist, mit rezentbotanischen Taxa. In Klammer steht die Anzahl der unterscheidbaren Formen (Typen). In einzelnen Fällen, wenn die botanische Zugehörigkeit nicht bekannt ist, wurden die Formgattungs- und Art-namen verwendet.

Fungi

Microthyriaceae (*Phragmothyrites*)

Dinophyta

Spiniferites bentorii (RO-SIGNOL 1964) SARJEANT 1970

Chlorophyta

Spirogyra sp.
Botryococcus braunii KÜTZING 1849 (in vorliegendem Probenmaterial nur äußerst vereinzelt nachgewiesen)

Bryophyta

Sphagnaceae

Stereisporites sp.

Pteridophyta

Lycopodiatae

Diphysium complanatum

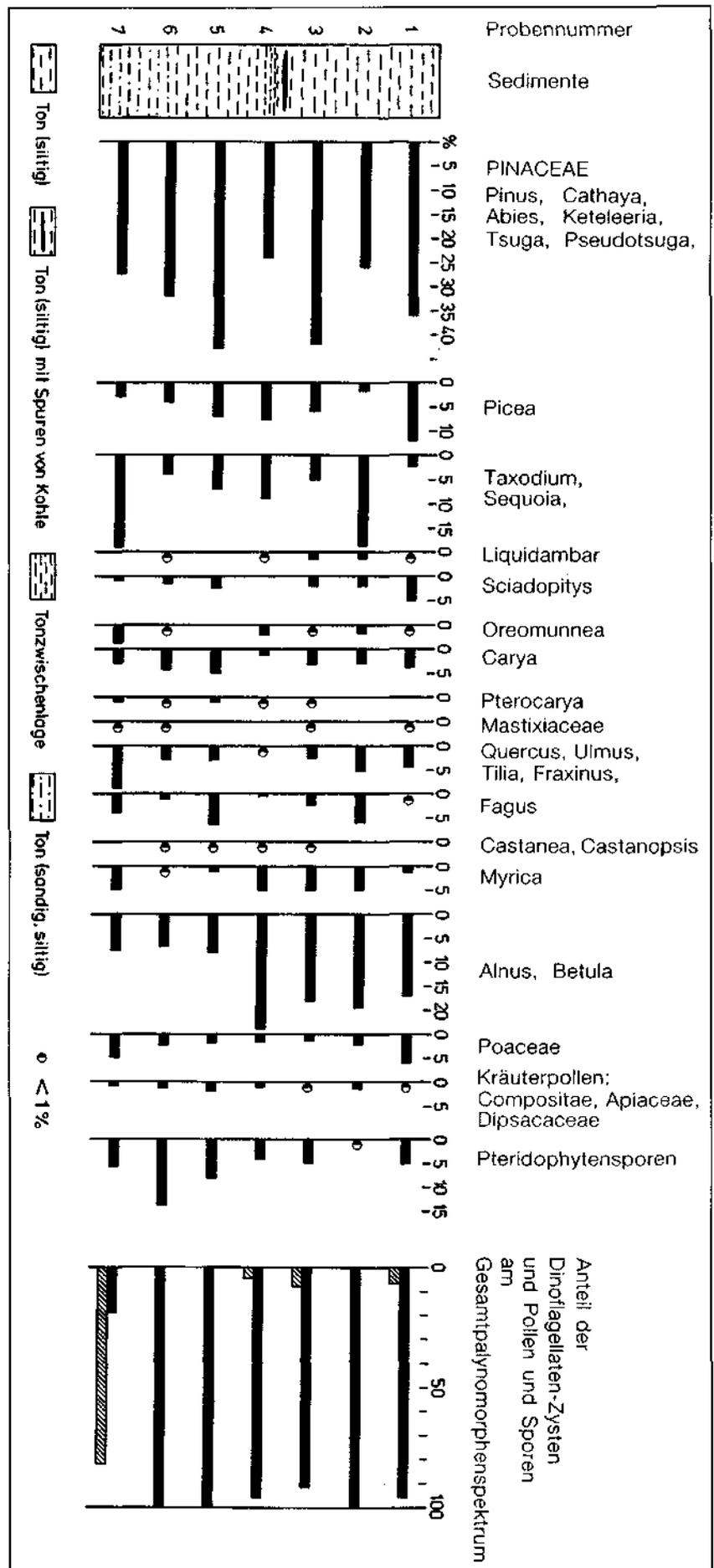
Osmundaceae

Osmunda sp. (2)

Polypodiaceae

Polypodium (*Verrucatosporites* sp., *Verrucingulatisporis* sp., *Polypodiaceosporites* sp., *Polypodiaceasporites haardti*)

Abb. 2. Vereinfachtes Profil des Tonabbaus Fehring-Matraschen der Fa. LÉCA Gas. m. b. H. sowie prozentuelle Verteilung der häufigsten Palynomorphen-Taxa. Austauschverhältnisse Sommer 1988. Der Liegendabschnitt ist 380 cm mächtig, wobei Probe Matraschen 7 von der Basis stammt, Probe Matraschen 6 aus dem Hangenden dieses überwiegend tonigen, z.T. sandig-siltigen Schichtlochs. Darüber folgen 20 cm dunkelgraue sandig-siltige Tonlamelle, gefolgt von 160 cm siltigen Tonen aus deren Basis Probe Matraschen 5 und aus dem Hangenden Probe Matraschen 4 stammt. Es folgen 100 cm dunkelgraue etwas tonig-siltige Sande mit Kohleschmitzen im Hangenden. Darüber folgen 90 cm siltige Tone von deren Basis Probe Matraschen 3 entnommen wurde; es folgen 40 cm dunkelgraue Sande. Hangend davon folgen >150 cm mächtige ± siltige Tone; aus deren Hangenderbereich stammen die Proben Matraschen 1, 2. Die beprobte Schichtfolge hat also eine Mächtigkeit von ca. 940 cm. Darüber folgt eine etwa 8 m mächtige ockergelbe sandig-siltige, tonige Sedimentfolge, die wohl großteils rezentmentierte Löss darstellt; diese wird im Profil nicht dokumentiert.



Schizeaceae*Lygodium* sp. (2)**Selaginellaceae***Selaginella* sp.: *Echinatisporis longechinus*, *Lusatiasporites* sp.
Trilete Form 1–3**Spermatophyta****Gymnospermae***Ginkgo* sp.**Cupressaceae***Juniperus*-Habitus**Taxodiaceae***Cryptomeria* sp.*Taxodium*-*Glyptostrobus**Sequoia* sp.*Sciadopitys* sp.**Pinaceae***Abies* sp.*Picea* sp. (2)*Cathaya* sp.*Pinus* UG. *Haploxyon**Pinus sylvestris* – Typus RUDOLF*Keteleeria* sp.*Tsuga diversifolia*-Habitus*Tsuga canadensis*-Habitus*Tsuga* sp.**Angiospermae****Poaceae** (3)**Cyperaceae** (2)cf. *Cladium***Palmae****Sparganiaceae/Typhaceae****Aceraceae** (2)**Anacardiaceae***Rhus* sp.**Mastixiaceae** (2)**Apiaceae** (2)**Aquifoliaceae***Ilex* sp.**Araliaceae** (2)**Betulaceae***Betula* sp.*Carpinus* sp.*Alnus* sp. (3–6 porig)**Buxaceae***Buxus* sp.**Caprifoliaceae** (2)*Lonicera* sp.**Caryophyllaceae** (2)**Chenopodiaceae/Amaranthaceae****Compositae**

Compositae Liguliflorae

Compositae Tubuliflorae (2)

Cornaceae**Cyrtellaceae****Dipsacaceae***Scabiosa* sp.**Ericaceae****Fagaceae***Fagus**Quercus* sp. (3)*Tricolporopollenites microhenrici* (R. POTONIE 1931) THOMSON

& PFLUG

Haloragaceae*Myriophyllum* sp.**Hamamelidaceae***Liquidambar* sp.**Juglandaceae***Pterocarya* sp.*Carya* sp.*Oreomunnea* sp.*Juglans* sp.**Labiatae****Magnoliaceae****Menispermaceae****Myricaceae***Myrica***Nyssaceae***Nyssa* sp. (2)**Onagraceae****Oleaceae***Fraxinus* sp.*Olea* sp.*Ligustrum* sp.**Polygonaceae***Polygonum* sp.**Potamogetonaceae***Potamogeton* sp.**Salicaceae***Salix* sp.**Sapotaceae****Sterculiaceae***Reevesia* sp.**Symplocaceae****Tiliaceae***Tilia* sp.*Celtis* sp.*Ulmus* sp.*Zelkova* sp.**Trapaceae****Vitaceae***Parthenocissus* sp.*Tricolporopollenites wackersdorfensis* THIELE-PFEIFFER 1980*Tricolporopollenites striatoreticulatus* KRUTZSCH 1962

Mit der Mikroflora wurden insgesamt über 100 Florenelemente von Algen, Pilzen, Moosen, Bärlappgewächsen, Farnen, Nadelhölzern und Blütenpflanzen erfaßt (davon 4 Familien Gymnospermen und 42 Familien Angiospermen).

Es ist zu bemerken, daß es sich dabei erhaltungsbedingt sicher nur um einen Teil der Florenelemente handelt, die mit Palynomorphen nachweisbar sind.

2.3.3.3. Botanische Schlußfolgerungen

Die Florenelemente, die von der lokalen Vegetation stammen, zeigen die verschiedensten Feuchtstandorte an. Aus dem hohen Prozentsatz an Dinoflagellaten ($\approx 70\%$) in Probe 7, der auf Massenvorkommen der planktonischen Form *Spiniferites bentonii* zurückzuführen ist, die auch rezent in tropischen bis subtropischen Meereslagunen vorkommt (SÜTÖ-SZENTAI, 1985), ist auf ein tieferes Gewässer mit relativ noch höherer Salinität zu schließen.

In den übrigen Proben sind die verschiedenen Zonen der Verlandung im Uferbereich eines stehenden Gewässers mit geringer Salinität und Tiefe, angefangen von den Schwimmblattpflanzengesellschaften der offenen Wasseroberfläche wie *Trapa*, *Potamogeton* und *Myriophyllum*, über die Röhrichtzone mit *Phragmites* und *Cladium*, nachweisbar. Davon sind dicke Lagen von Großresten erhalten, die nur vorübergehend durch den Abbau aufgeschlossen waren.

Dahinter haben sich vermutlich zwischen Schwingrasen abgegrenzte Sumpfwaldbestände mit den zeitweise im Wasser stehenden Taxodiaceen (Sumpfyzypressen) angeschlossen, die auch durch die Holzbestimmungen von O. CICHOCKI belegt sind. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß der eindeutige pollenmorphologische Nachweis von der Sumpfyzypresse nicht gegeben ist. Auf diese sehr nassen Standorte weist auch das allerdings seltene Vorkommen von zwei *Nyssa*-Arten.

Kräuterreiche Niedermoorwiesen mit Poaceen, Cyperaceen, Valerianaceen, Ericaceen, Dipsacaceen, Apiaceen, Compositen, Caryophyllaceen sind ebenfalls denkbar. *Alnus*, *Betula*, *Salix*, *Fraxinus*, *Acer*, *Glyptostrobus*, *Carya* weisen möglicherweise auf Bruchwaldbestände mit zeitweise hohem Wasserspiegel oder Auwaldbestände entlang von Wasserläufen. *Myrica*büsche mögen an trockeneren, etwas höher gelegenen Stellen verbreitet gewesen sein (26 % *Myrica* in einer Einzelprobe).

Antherenbruchstücke von *Acer* und *Alnus* sind ein Hinweis, daß das Vorkommen nicht allzuweit vom Einbettungsmilieu entfernt war. Mehr im Hinterland, auf bereits festem Boden, waren dichte Laubmischwälder in denen die verschiedensten laubabwerfenden Elemente der gemäßigten Klimazone der Nordhemisphäre neben immergrünen Gewächsen, die heute aus Nordamerika, Ostasien (China, Japan, Himalaya) und den Mittelmeerländern bekannt sind, bestandbildend. Die Waldelemente und die Strauchschicht bildeten nicht bekannte Arten der Gattungen *Ulmus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Carpinus*, *Quercus*, *Fagus*, *Acer*, *Celtis*, *Ilex*, *Castanea*, *Oreomunnea*, *Pterocarya*, *Ericaceae*, *Pinus*-Arten, *Abies*, *Tsuga*. Auf welchen Standorten diese Florenelemente mit zum Teil unterschiedlichen Klimaansprüchen in welchen Vegetationseinheiten vorgekommen sind, ist nicht bekannt und ohne Artbestimmung nicht rekonstruierbar. Aufgrund der Pinaceendominanz der Pollenfunde (Abb. 2) ist anzunehmen, daß auf den höher gelegenen Standorten bereits boreale Nadelwälder mit *Abies*, *Picea*, verschiedenen *Pinus*-Arten, *Tsuga*-Arten und *Sciadopitys* verbreitet waren.

Es ist nicht ganz auszuschließen, daß die ein tropisches bis subtropisches Klima anzeigenden Florenelemente, die nur selten und nicht in allen Proben vorkommen, wie *Reveesia*, *Symplocaceen* und *Sapotaceen*, umgelagerte Pollenformen sind. Dasselbe könnte auch auf *Tricolporopollenites wackersdorfensis* zutreffen, eine Pollenform, die bisher nur aus dem Mittelmiozän nachgewiesen wurde (z.B. in Weingraben/Burgenland: DRAXLER & ZETTER, 1991; Phosphorite des Lavantals: KLAUS, 1984). Der Anteil an noch älteren, offensichtlich umgelagerten Pollenformen ist vernachlässigbar. Es wurde eine *Normapollis*-Form aus der Oberkreide und 1 Pollenkorn aus dem Oberperm gefunden.

Aufgrund der Florenzusammensetzung ist auf ein warmgemäßigtes Klima mit genügend Feuchtigkeit zu schließen, in dem auch noch an bestimmten Standorten subtropische Elemente verbreitet gewesen sein könnten. Die Mikroflora von Fehring-Mataschen ist in der Zusammensetzung weitgehend mit den etwas jüngeren Mikroflora aus dem südlichen Burgenland vergleichbar (ZETTER,

1988, 1990). In diesen oberpannonen Ablagerungen sind nach ZETTER jedenfalls keine Dinoflagellaten mehr zu finden.

2.3.3.4. Palynofazies und Schlußfolgerungen über das Ablagerungsmilieu

Zur Charakterisierung des Ablagerungsmilieus und Sedimentationsraumes müssen außer den bestimmbar Palynomorphen, die wie Pollen und Sporen auch von weiter entfernten Pflanzenbeständen stammen, ebenso die übrigen im organischen Rückstand enthaltenen Pflanzenreste berücksichtigt werden. Die gesamten mikroskopierbaren organischen Reste, die nach der Säureaufbreitung übrigbleiben, werden als Palynofazies bezeichnet. Die organischen Reste in den Präparaten werden im Lichtmikroskop bei zunächst schwacher Vergrößerung durchmustert und klassifiziert (z.B. BOULTER & RIDDICK, 1986).

Innerhalb der sieben horizontiert entnommenen Proben der Tongrube Fehring-Mataschen zeigen sich deutliche Unterschiede in der Palynofazies (Taf. 12, Fig. 1–7), was seine Ursache in der Regression der zentralen Paratethys haben dürfte (STEININGER et al., 1989).

Der organische Rückstand der Proben 1–3 setzt sich vorwiegend aus mehr oder weniger strukturierten mittelbraunen bis durchscheinenden Resten von Gefäßpflanzen von 20–500 µm Größe zusammen. Es sind Holzparenchym- und Cuticelbruchstücke zu erkennen, bei denen noch die Zellstruktur, Tüpfeln und Spaltöffnungen teilweise gut erhalten sind. Es sind aber auch viele abgerundete, mittelbraune bis schwarzbraunopake Partikel vorhanden, die vielleicht teilweise aus Harzen gebildet wurden. Pollen und Sporen sind in der Minderzahl, weiters sind noch vereinzelt Dinoflagellaten-Zysten mit verzweigten Fortsätzen (*Spiniferites* sp.) nachweisbar und zwei- bis mehrzellige Pilzsporen und Hyphen. Bei diesen siltigen Tonen handelt es sich um eine fast reine Süßwasserablagerung im ufernahen Verlandungsbereich eines größeren leicht brackischen Sees.

Ab Probe 4 werden gegenüber den Proben 1–3 die großen Parenchym- und Holzreste deutlich weniger. Im Hangenden der Probe 4 waren Kohleschmitzen und ein Kohlegeröll von ca. 3 cm Durchmesser eingelagert. In den Proben 5–6 sind an der Zusammensetzung der Palynofazies die mittelbraunen bis opaken amorphen runden Partikel wesentlich häufiger beteiligt. Außer Pollen und Sporen kommen auch noch Dinoflagellaten-Zysten (5 %), Pilzsporen, Fruchtkörper von Blattpilzen und Algen, wie *Crasosphaera*, vor. Es dürfte sich dabei um eine Ablagerung im leicht brackischen Flachwasser in Ufernähe handeln.

In Probe 7 sind massenhaft Dinoflagellaten-Zysten des *Spiniferites bentonii*-Formenkreises vorhanden, außerdem wenig Detritus, bestehend aus kleinen Parenchymbruchstücken und Holzresten, sowie ein geringer Prozentsatz Pollen und Sporen. Diese Ablagerung dürfte aus einem brackischen Gewässer stammen, in dem der geringe Salzgehalt nicht mehr zur Ausbildung einer formenreichen Dinoflagellaten-Gesellschaft gereicht hat.

2.3.4. Inkohlte Holzreste

(O. CICHOCKI)

Inkohlte Holzreste sind sowohl aus der Illitgrube Burgfeld, als auch aus der Tongrube Mataschen der LECA-Werke Fehring bekannt gemacht worden.

Die Handstücke bzw. bis 1/2 m dicken Baumstämme, die anlässlich einer Exkursion der Geologischen Bundesanstalt im Jahre 1987 in der Grube Mataschen aufgesammelt worden waren, erwiesen sich alle als bereits so stark homogenisiert und vergelt, daß eine Bestimmung nicht möglich war. Einzig am Querbruch sind mitunter konzentrisch verlaufende Zonen erkennbar, die durch die unterschiedliche Dichte von inkohltem Früh- bzw. Spätholz entstehen können und dann auf ein Nadelholz hinweisen.

Einige Jahre vor dieser Neuaufschließung gelangten aus dem Illitabbau Burgfeld drei Holzstücke an das Institut für Paläontologie der Universität Wien, welche ausgezeichnet erhalten waren und sowohl licht- als auch rastelektronenmikroskopisch untersucht wurden.

Makroskopische Beschreibung

Die drei Stücke besitzen eine langgestreckte kubische Form, wobei die längste Dimension (ca. 25 cm) parallel zur Stammachse verläuft, und bestehen aus hellbraunem fasrigem Holz. Für den guten Erhaltungszustand waren sie ungewöhnlich leicht. Zur Herstellung von Mikrotomschnitten mußten die Stücke mit Paraffin getränkt werden, da die mechanische Festigkeit und der Verband der Tracheiden bereits gestört waren.

Mikroskopische Beschreibung

Querschnitt: Die deutlichen Jahrringgrenzen von einander separierten Zuwachszonen haben eine Breite von 0,3–0,8 mm. Der Übergang von Früh- zu Spätholz ist abrupt, die Spätholzzonen sind nur schmal ausgebildet (1/7 bis 1/9 der Jahrringbreite). Die Tracheiden sind in radialen Reihen angeordnet. Im Frühholz haben sie einen radialen Durchmesser des Lumens von 25–50 nm und einen viereckigen bis radial-ovalen Querschnitt, im Spätholz 1–5 nm und ein stark tangential-ovales Lumen (oft nur ein schmaler Spalt). Interzellularen und axiale Harzkanäle fehlen. Axialparenchym ist spärlich diffus im späten Frühholz und Spätholz angeordnet (Taf. 1, Fig. 4,5).

Tangentialschnitt: Die homogenen Markstrahlen sind oft leicht heterogen und stets einreihig. Sie sind zwei bis fünfzehn Zellen hoch und von zahlreichen Interzellularen durchzogen. Die Tracheiden, deren Tangentialwände nicht getüpfelt sind, besitzen eine Länge von 2,7–3,8 mm. Die horizontalen Querwände der Axialparenchymzellen sind deutlich knotig bis „perlschnurartig“ verdickt (Taf. 1, Fig. 6,7).

Radialschnitt: Die 2–4 Tüpfel im Kreuzungsfeld sind taxodioid-cupressoid ausgebildet und haben einen Durchmesser von ca. 5 nm. Die Tracheiden sind durch ein- bis zweireihig angeordnete Hoftüpfel mit kreisförmigem Porus und einem Durchmesser von 12–15 nm miteinander verbunden (Taf. 1, Fig. 3,8).

Bestimmung: Nach dem Bestimmungsschlüssel von KRÄUSEL (1949) führen die Merkmale

- radiale Tracheidentüpfel opponiert,
- fehlende Harzgänge,
- fehlende Spiralverdickungen,
- Markstrahlzellwände überwiegend glatt und
- Kreuzungsfeldtüpfel taxodioid

zur Familie Taxodiaceae. Nach HOFMANN (1934), PEIRCE (1936) und GREGUSS (1955) ist die Ausbildung der horizontalen Wand des Axialparenchyms ein wichtiges Merkmal zur Gattungsunterscheidung bei Taxodiaceen und Cupressaceen. Im vorliegenden Fossil ist diese Wand in der Mehrzahl der Fälle knotig oder „perl-

schnurartig“ verdickt. Zwar weist dieses Merkmal eine recht große Variationsbreite auf (KEDVES, 1959), doch eine Vielzahl untersuchter Querwände sichert den Bestimmungswert dieses Merkmals doch ab und weist in diesem Fall auf eine Verwandtschaft mit der rezenten Gattung *Taxodium* hin. Dies wird auch durch einen elektronenmikroskopischen Vergleich des Feinbaues der Hoftüpfelmargo, der Tüpfelkammerinnenwand und der Tracheideninnenwand des Fossils mit rezentem Vergleichsmaterial bestätigt (CICHOCKI, 1988, Taf. 6).

Diskussion: Die fossile Organart *Taxodioxylon taxodii* GO THAN wird holzanatomisch mit der rezenten Sumpfpflanze, *Taxodium distichum* RICH. verglichen (Taf. 1, Fig. 1). Dieser Baum wächst heute etwa im Mississippidelata im Ufer- bzw. Flachwasserbereich und treibt zur Durchlüftung seines Wurzelsystems stumpfkegelige Auswüchse, sogenannte Pneumatophoren an die Oberfläche (Taf. 1, Fig. 2). Ein zusagendes Biotop ist an den Ufern eines Maarsees bzw. im Küstensumpf des „Pannonischen Sees“ gut vorstellbar. Möglicherweise war in diesem Biotop gerade eine biologische Veränderung vor sich gegangen, da das vorliegende Fossil für einen Feuchtstandort ungewöhnlich schmale Zuwachszonen besitzt. Stürzte ein solcher Baum um und geriet im Bodengrund des Sees unter Luftabschluß, so konnte der Fossilisationsprozeß beginnen. Daß sehr unterschiedliche Erhaltungszustände von ein und demselben Fundort stammen, ist auf unterschiedlich lange Einwirkungsdauer von Destruenten wie Bakterien und Pilzen auf einzelne Holzteile und verschiedene Mächtigkeit und damit unterschiedlichen Gebirgsdruck später gebildeter überlagernder Schichten zurückzuführen.

2.3.5. Inkohlungsgrad

SACHSENHOFER untersuchte den Inkohlungsgrad fossiler Treibhölzer (vermutlich Nadelhölzer) aus dem Tonabbau Mataschen. Das Holzgewebe ist nur gering vergelt und als Textolimit zu bezeichnen. Gemessen wurde das Reflexionsvermögen von Corpohuminiten:

Mittlere Vitrinitreflexion Rr:	0,24 %
Standardabweichung	: 0,04
Meßpunkte n	: 25

Eine weitere Probe stammt aus Depotmaterial des ehemaligen Berg (Schurf?) -Baus Weinberg wenige km nordöstlich Fehring. Es wurde das Reflexionsvermögen von Kohlen untersucht; letztere bestehen ausschließlich aus unvergelmtem Textinit. Die corpohuminitischen Zellfüllungen weisen folgende Reflexionsdaten auf:

Mittlere Vitrinitreflexion Rr:	0,20 %
Standardabweichung	: 0,01
Meßpunkte n	: 50

Im Sinne der Kohlenwasserstoff-Maturität sind beide Proben als unreif zu bezeichnen; ihre Reflexionsdaten weisen auf Weichbraunkohlestadium. Der geringe Inkohlungsgrad wird als Folge der äußerst geringmächtigen primären Überlagerung der Schichten erklärt.

3. Schlußfolgerungen und Empfehlungen für weiterführende Arbeiten

Der Alginit-Indikation in der Tongrube Mataschen kommt aufgrund der geringen Mächtigkeit nicht die geringste wirtschaftliche Relevanz zu. Die geologische Si-

tuation, insbesondere die Zunahme grobklastischer (sandiger) Sedimente gegen das Liegende zu sowie auch die nicht zu übersehende Salinitäts-erhöhung in den basalen Horizonten der Tongrube legen die Auffassung nahe, daß auch in stratigraphisch früheren Niveaus aus faziellen Gründen nicht mit weiteren Alginit-Vorkommen zu rechnen ist. Geht man weiters davon aus, daß hier wohl keine zyklischen Salinitätsschwankungen vorliegen, die eventuell eine *Botryococcus*-„Blüte“ in älteren Bereichen wahrscheinlich erscheinen lassen, kann aus derzeitiger Sicht von einem Bohrprogramm auf Alginit im unmittelbaren Bereich der Tongrube Mataschen abgeraten werden.

Mit allem Nachdruck muß jedoch eine großmaßstäbige Kartierung der weiteren Umgebung der Tongruben Burgfeld und Mataschen empfohlen werden. Aus paläogeographischen und faziellen Überlegungen können nämlich durchaus Bereiche erwartet werden, wo fossile Biomasse-Anreicherungen (im Sinne von Alginit) ökonomisch interessante Mächtigkeiten aufweisen.

Diese Überlegungen besitzen auch im Hinblick auf eine Beurteilung des Rohstoffpotentials der limnischen Maar-

sedimente in den Bereichen der Tuffkrater Pertlstein, Gnas, etc. Aktualität. Allerdings müßte dort als nächster Prospektionsschritt bereits ein Kernbohrprogramm oder geophysikalische Untersuchungen bzw. eine Kombination dieser beiden Methoden empfohlen werden.

Dank

Den Herren der Österreichischen LECA-Gesellschaft in Fehring danken wir für die Bewilligung zur Probennahme in den Tonabbau Fehring-Burgfeld sowie Fehring-Mataschen. Die Geländearbeiten wurden im Rahmen des Projekts ÜLG 19 „Aufsuchung von Alginit in Österreich“ in Vollzug des Lagerstättengesetzes durchgeführt.

Wir sind uns bewußt, daß ohne den logistischen und finanziellen Hintergrund des österreichisch-ungarischen Abkommens über geologische Zusammenarbeit diese Kooperation nicht zustande gekommen wäre und danken der Direktion der Geologischen Bundesanstalt in Wien sowie des Geologischen Instituts in Budapest ergebenst für die Möglichkeit einer mehrjährigen Zusammenarbeit in der „Ölschiefer“-Forschung. Weiters danken wir Herrn Dr. Günter PASCHER (Wien) für Mitarbeit im Gelände sowie für die Anfertigung der Lageskizze.

Tafel 1

Fig. 1–2: *Taxodium distichum* RICH.

Sumpfyzypresse als Rezentvergleich am Ufer des Schloßteichs von Martonvásár, Ungarn.

Fig. 1: Wuchs- und Kronenform des Baumes.

Fig. 2: Pneumatophoren, die rings um die Stammbasis von den Wurzeln an die Erdoberfläche getrieben wurden.

Fig. 3–8: *Taxodioxylon taxodii* GOTHAN.

Schwach inkohlter Holzrest aus Fehring, Steiermark.

Fig. 3: Radialschnitt, zwei oder drei taxodioid-cupressoide Tüpfel im Kreuzungsfeld.

REM, 500×.

Fig. 4: Querschnitt, im unteren Jahresring geht das Frühholz abrupt in dickwandiges Spätholz über.

REM, 100×.

Fig. 5: Querschnitt, Zellwandschichten lösen sich stellenweise von einander ab, eine Axialparenchymzelle ist mit Inhaltsstoffen erfüllt.

REM 450×.

Fig. 6: Tangentialschnitt, deutliche knotige Verdickungen an der horizontalen Wand einer Axialparenchymzelle.

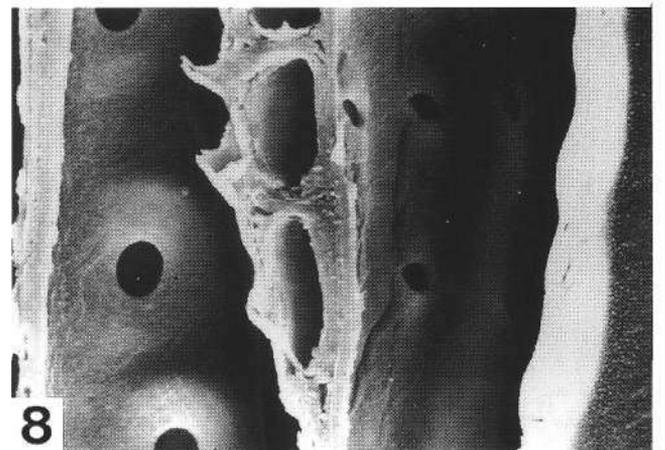
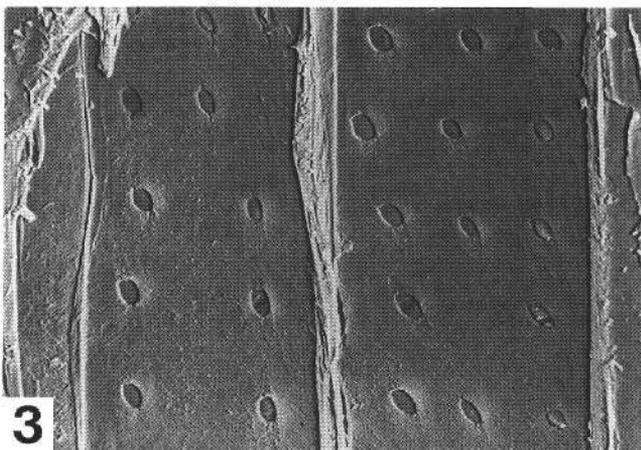
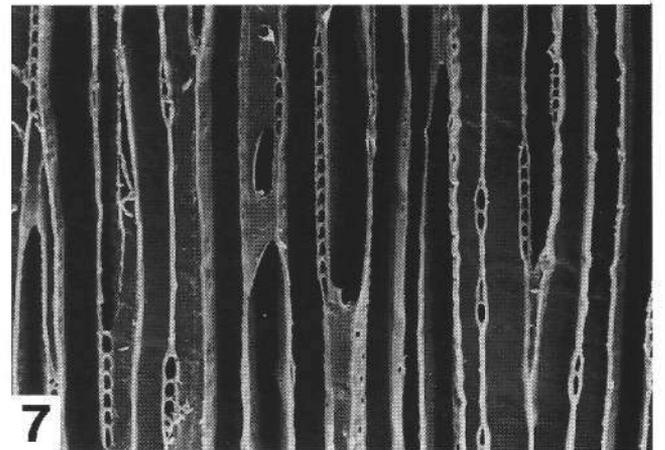
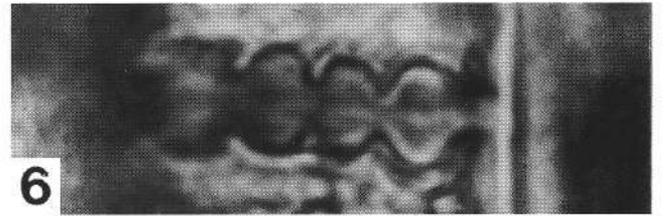
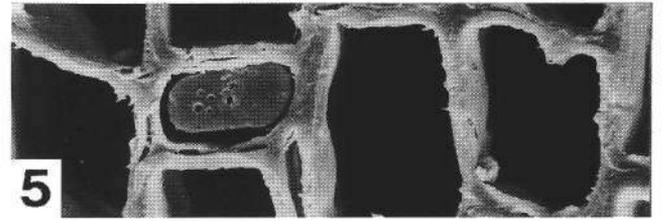
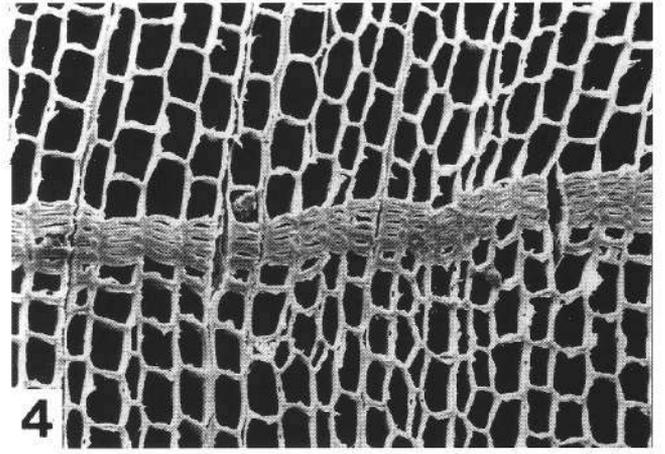
LIM, 1200×.

Fig. 7: Tangentialschnitt, einreihige, zwei bis fünfzehn Zellen hohe, heterozelluläre Markstrahlen.

REM, 120×.

Fig. 8: Tangentialschnitt, Kantenzelle des Markstrahls schmaler und höher als Innenzellen, durch schrägen Einblick im Inneren der linken Tracheide Hoftüpfel, rechts Kreuzungsfeldtüpfel und am rechten Bildrand Granulierung der Tracheideninnenwand sichtbar.

REM, 500×.



Tafel 2

Fig. 1: *Leiotriletes* sp.
LM 1000x.

Fig. 2: *Polypodiacoisporites* sp.
LM 1000x.

Fig. 3: *Lycopodium* sp.
LM 1000x.

Fig. 4: *Osmunda* sp.
LM 1000x.

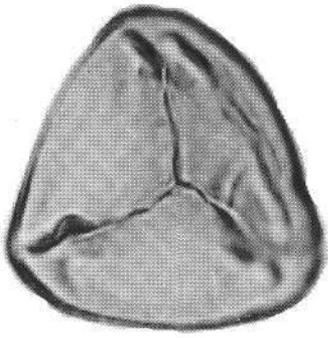
Fig. 5: *Osmunda* sp.
REM 1000x.

Fig. 6: *Osmunda* sp.
Baculae. REM 5000x.

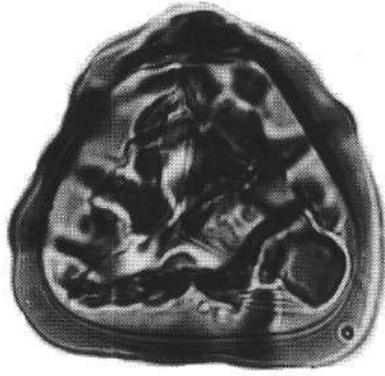
Fig. 7: cf. *Polypodium*.
LM 1000x.

Fig. 8: *Polypodium* sp.
LM 1000x.

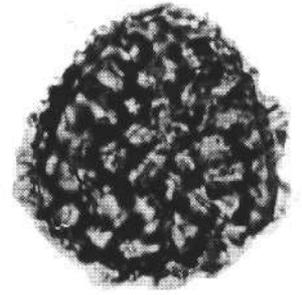
Fig. 9: *Polypodium* sp.
LM 1000x.



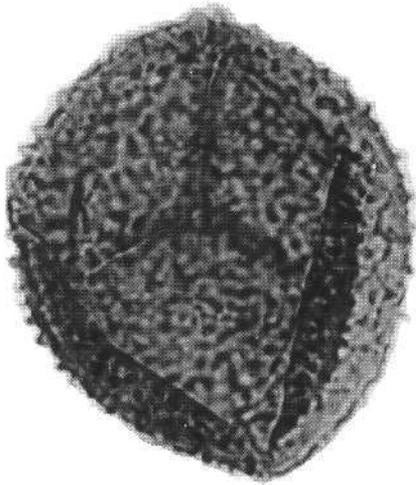
1



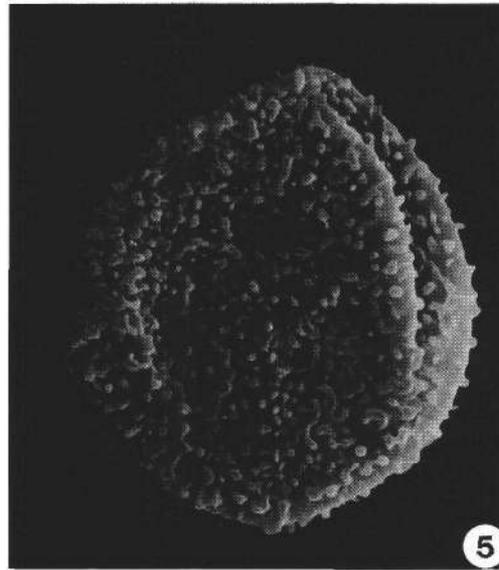
2



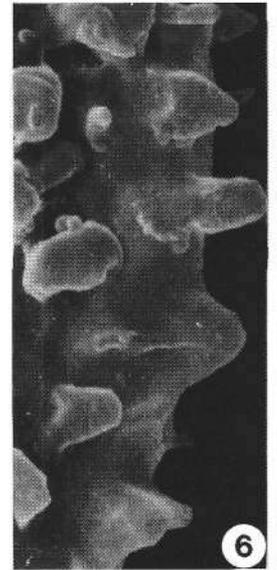
3



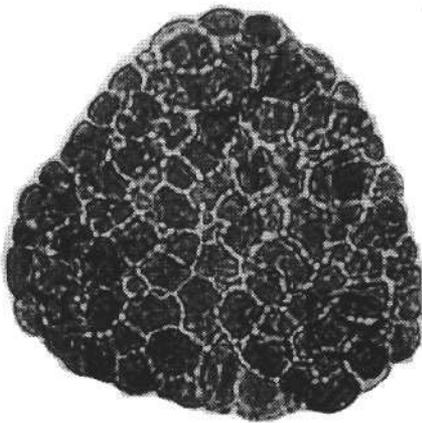
4



5



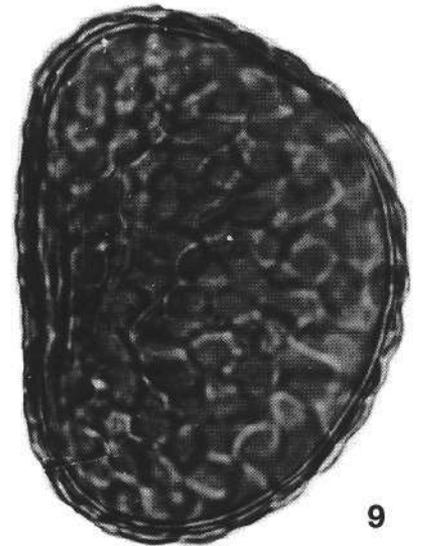
6



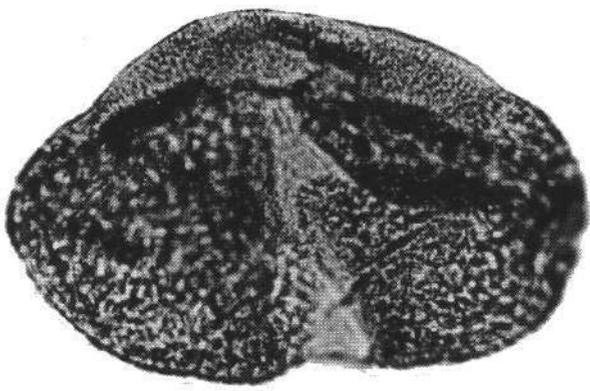
7



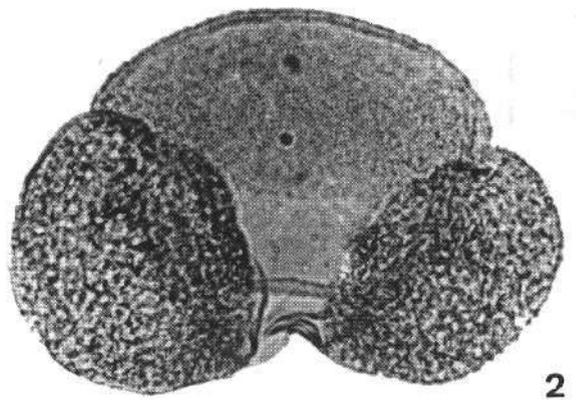
8



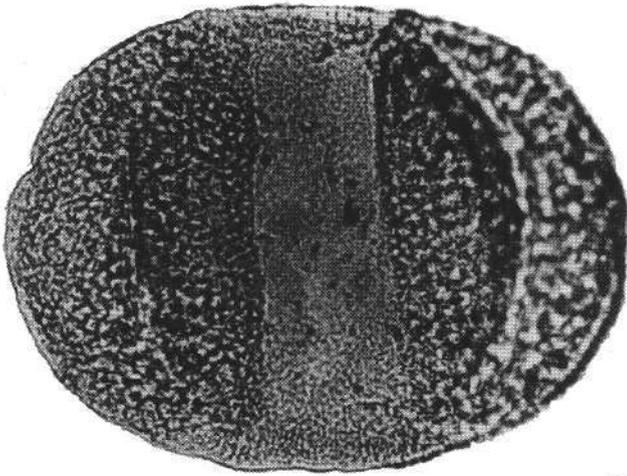
9



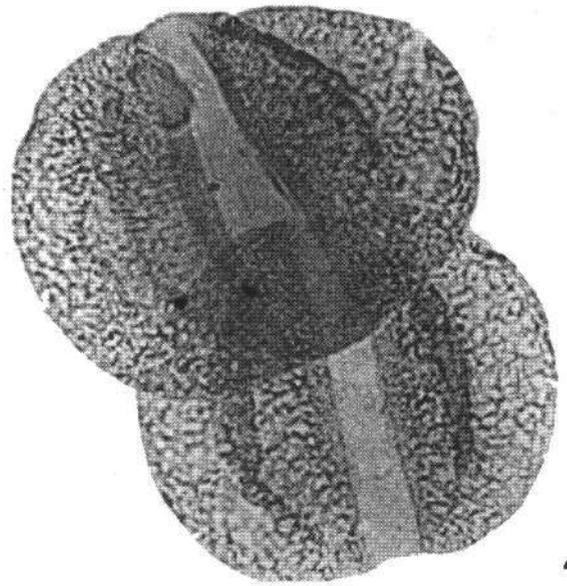
1



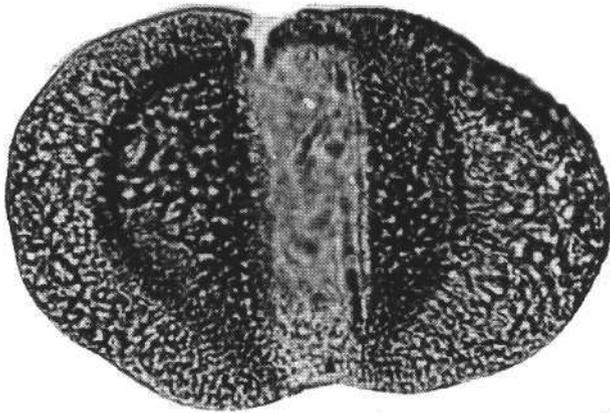
2



3



4



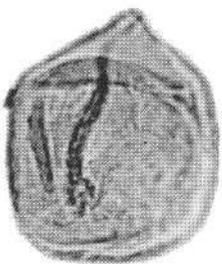
5



6



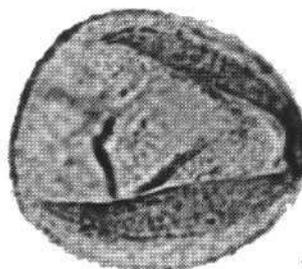
7



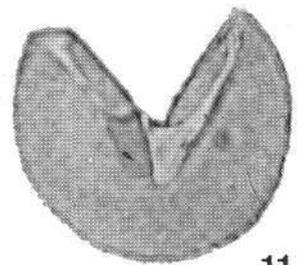
8



9

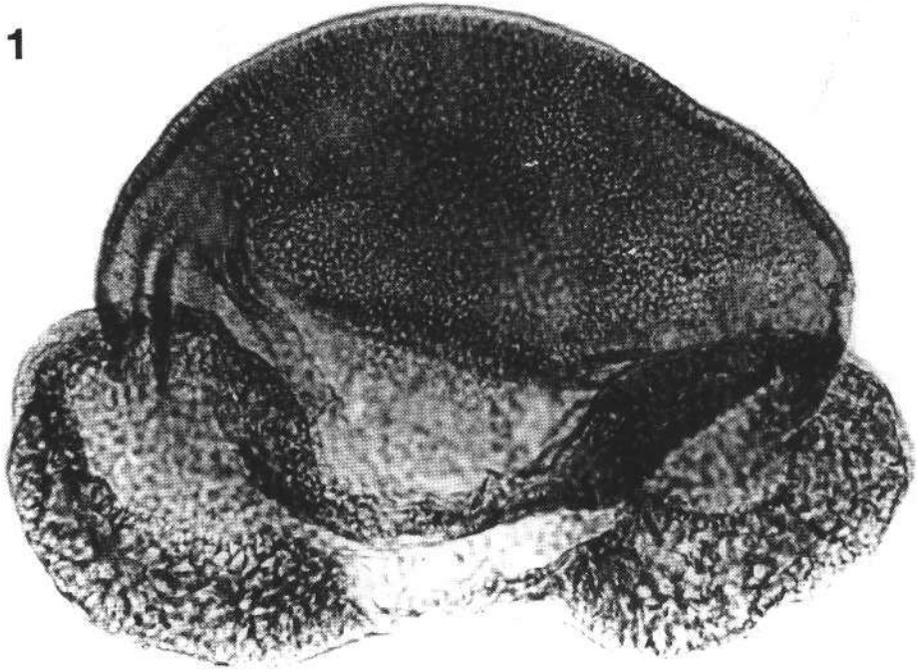


10

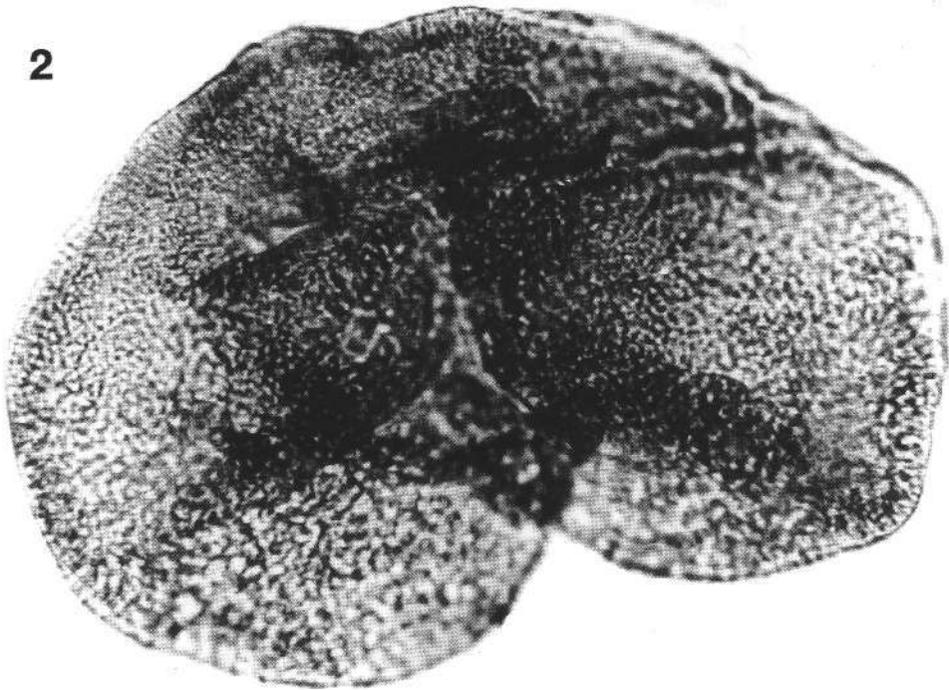


11

1

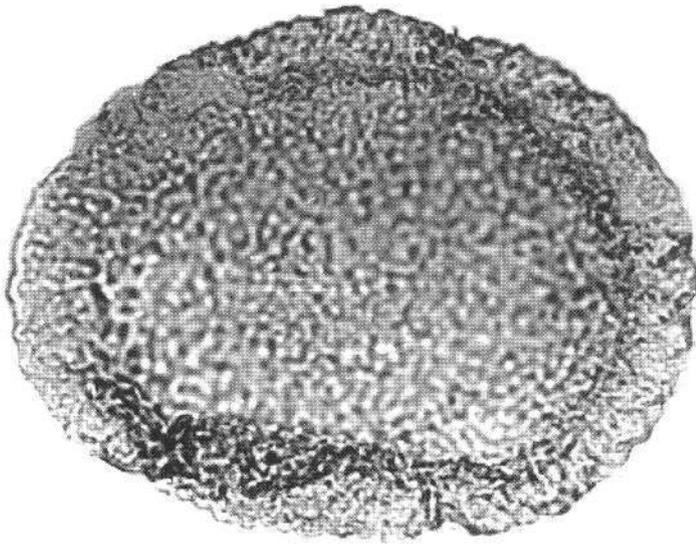


2

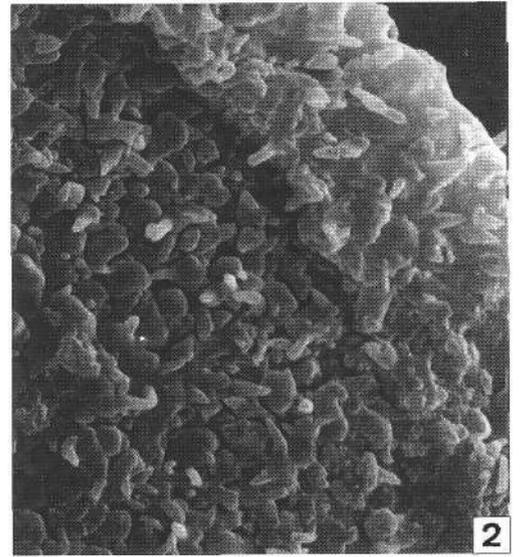


Tafel 5

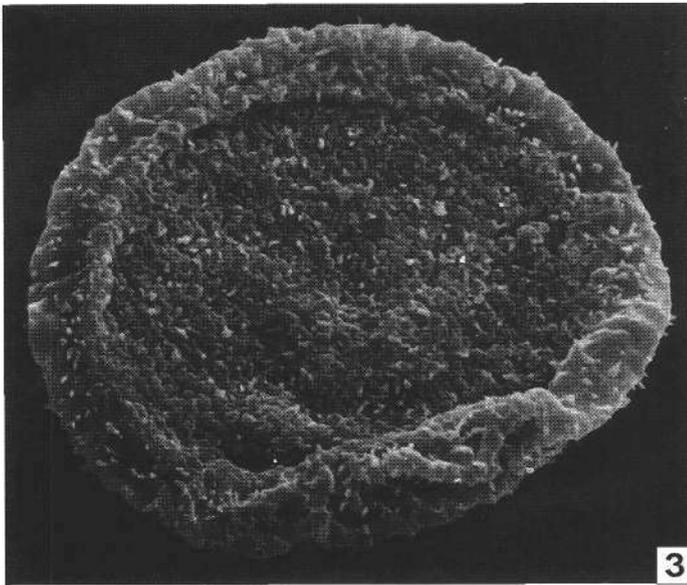
- Fig. 1: *Tsuga diversifolia*-Habitus.
LM 1000×.
- Fig. 2: *Tsuga diversifolia*-Habitus.
Randkrause und Distalseite mit Haarbildungen.
REM 2000×.
- Fig. 3: *Tsuga diversifolia*-Habitus.
REM 850×.
- Fig. 4: *Tsuga diversifolia*-Habitus.
Distalseite mit Haarbildungen.
REM 2400×.
- Fig. 5: *Sciadopitys* sp.
LM 1000×.
- Fig. 6: *Sciadopitys* sp.
REM 1100×.
- Fig. 7: *Sciadopitys* sp.
Verrucae mit Spinae.
REM 6000×.



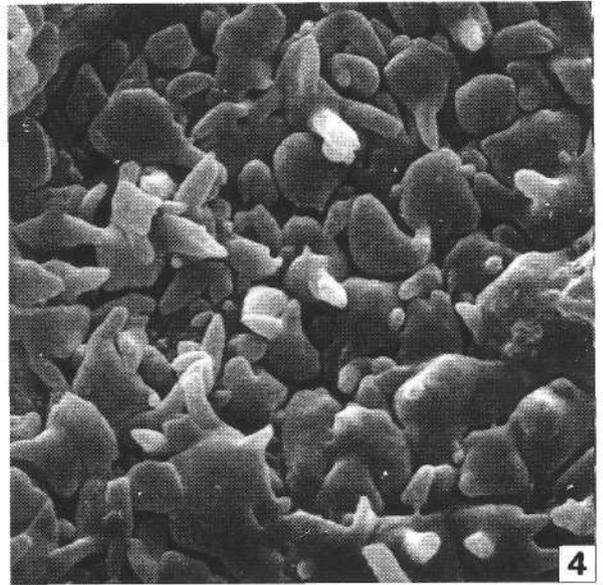
1



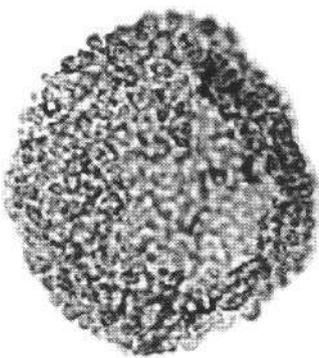
2



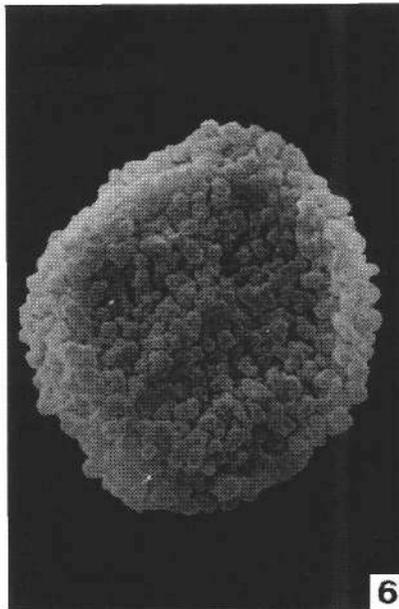
3



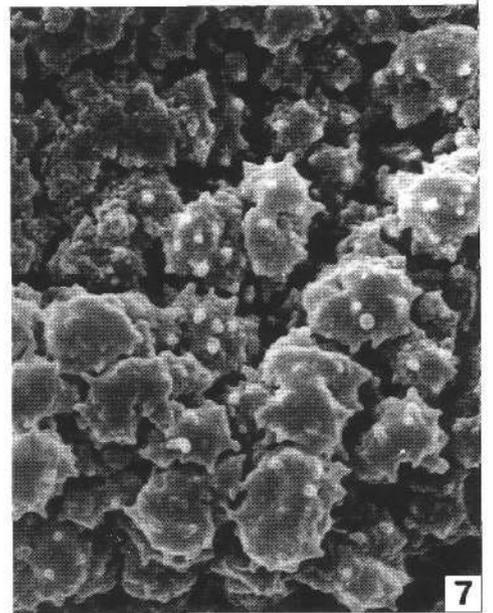
4



5



6



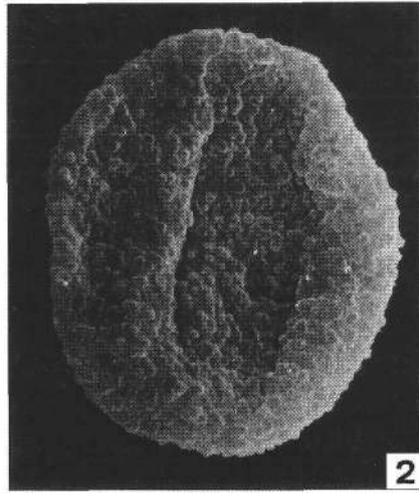
7

Tafel 6

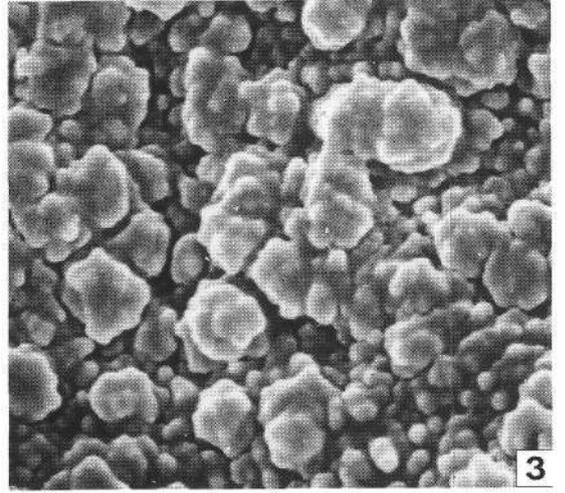
- Fig. 1: *Quercus* sp.
LM 1000x.
- Fig. 2: *Quercus* sp..
REM 1500x.
- Fig. 3: *Quercus* sp.
Detail der Exinensulptur mit unregelmäßigen Verrucae und verrucater Supraskulptur.
REM 11000x.
- Fig. 4: *Acer* sp.
LM 1000x.
- Fig. 5: *Acer* sp.
REM 1700x.
- Fig. 6: *Acer* sp.
Striate Tectumausbildung mit vereinzelt Spinulae.
REM 9000x.
- Fig. 7: *Carpinus* sp.
LM 1000x.
- Fig. 8: *Carpinus* sp.
REM 1500x.
- Fig. 9: *Carpinus* sp.
Unregelmäßig granulierte Tectumoberfläche.
REM 6000x.
- Fig. 10: *Alnus* sp.
LM 1000x.
- Fig. 11: *Ulmus* sp.
LM 1000x.
- Fig. 12: *Fagus* sp.
LM 1000x.
- Fig. 13: *Tilia* sp.
LM 1000x.



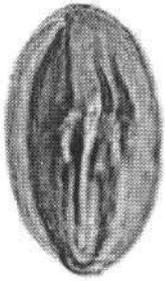
1



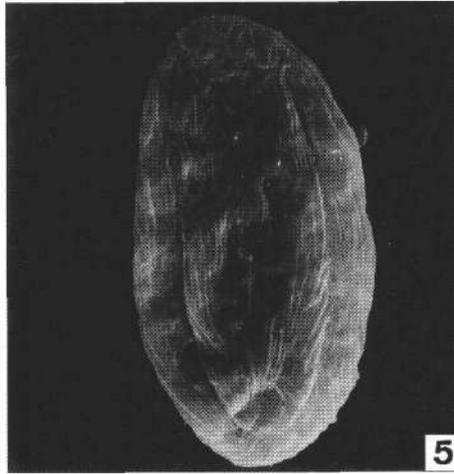
2



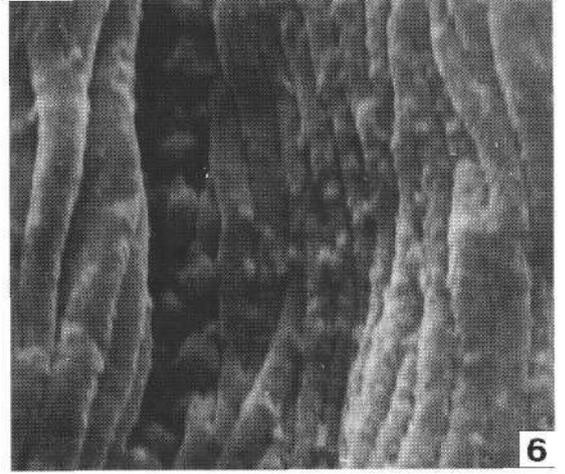
3



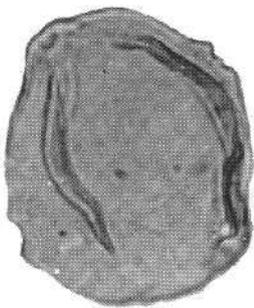
4



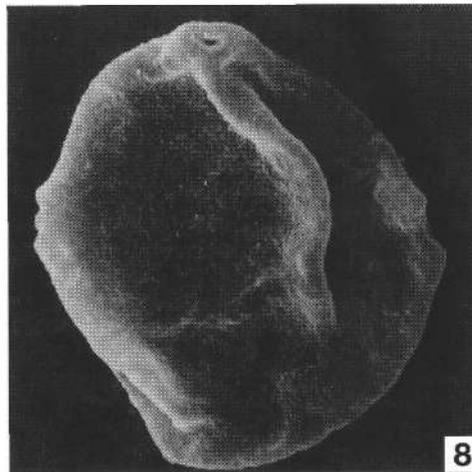
5



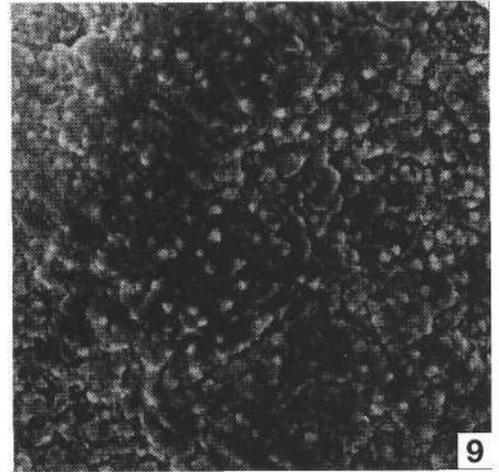
6



7



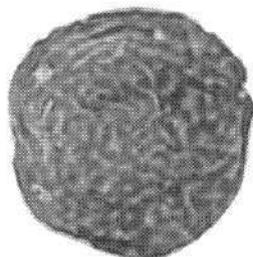
8



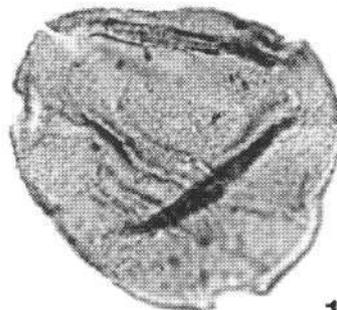
9



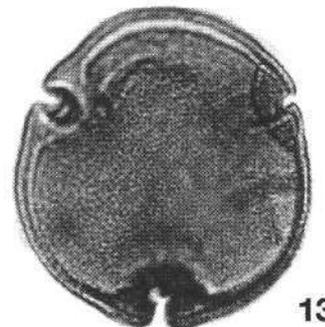
10



11



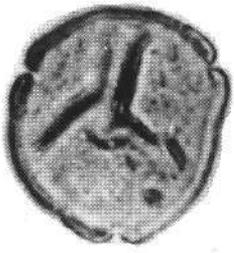
12



13

Tafel 7

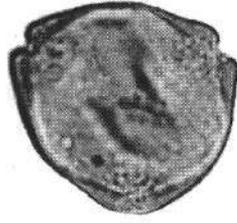
- Fig. 1,2: ***Oreomunnea* sp.**
LM 1000×.
- Fig. 3: ***Myrica* sp.**
LM 1000×.
- Fig. 4: ***Pterocarya* sp.**
LM 1000×.
- Fig. 5,6,7: **Mastixiaceae.**
LM 1000×.
- Fig. 8: ***Tricolporopollenites* sp.**
LM 1000×.
- Fig. 9: ***Tricolporopollenites cingulum pusillus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG.**
LM 1000×.
- Fig. 10: ***Tetracolporopollenites* sp.**
LM 1000×.
- Fig. 11: **Araliaceae.**
LM 1000×.
- Fig. 12: **Cistaceae.**
LM 1000×.
- Fig. 13: **Vitaceae.**
LM 1000×.
- Fig. 14: ***Nyssa* sp.**
LM 1000×.
- Fig. 15: ***Rhus* sp.**
LM 1000×.
- Fig. 16: ***Ilex* sp.**
LM 1000×.
- Fig. 17: ***Callistegia* sp.**
LM 1000×.
- Fig. 18: ***Liquidambar* sp.**
LM 1000×.
- Fig. 19: **Sapotaceae.**
LM 1000×.



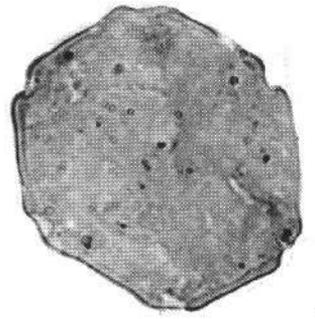
1



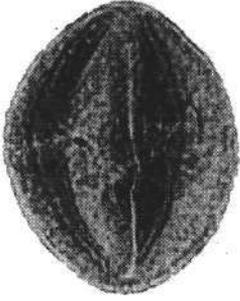
2



3



4



5



6



7



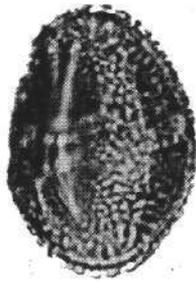
8



9



10



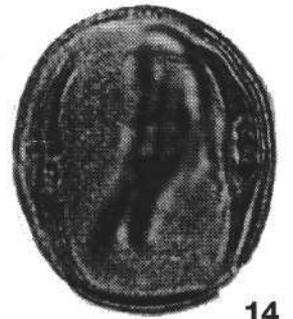
11



12



13



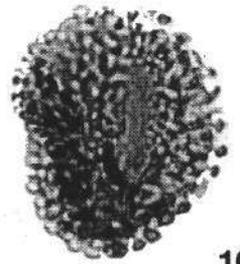
14



17



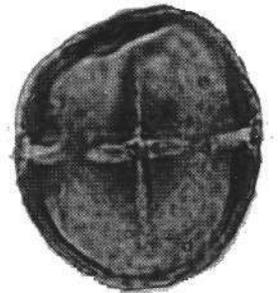
15



16



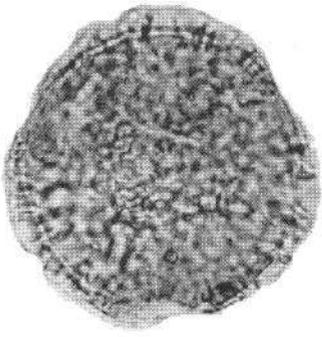
18



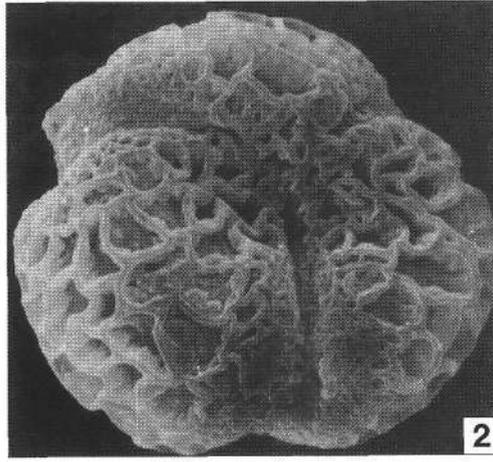
19

Tafel 8

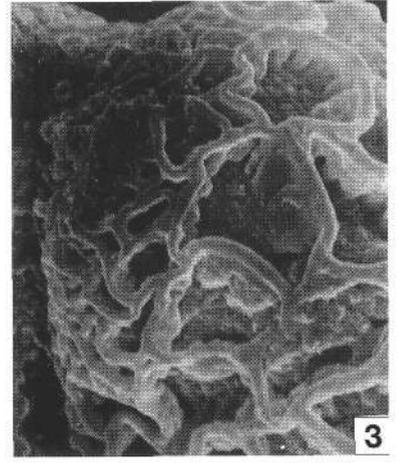
- Fig. 1: **Oleaceae, *Ligustrum*-Habitus.**
LM 1000x
- Fig. 2: **Oleaceae, *Ligustrum*-Habitus.**
REM 1500x
- Fig. 3: **Oleaceae, *Ligustrum*-Habitus.**
Exine ohne Tectum, grobmaschig reticulat.
REM 3000x.
- Fig. 4: **Oleaceae.**
LM 1000x.
- Fig. 5: **Oleaceae.**
REM 1000x.
- Fig. 6: **Oleaceae.**
Exinensulptur grobmaschig reticulat.
REM 10.000x.
- Fig. 7: ***Tricolporopollenites wackersdorfensis* THIELE-PFEIFFER.**
LM 1000x.
- Fig. 8: ***Tricolporopollenites wackersdorfensis* THIELE-PFEIFFER.**
REM 2000x.
- Fig. 9: ***Tricolporopollenites wackersdorfensis* THIELE-PFEIFFER.**
Tectumoberfläche mit regelmäßig segmentierten Rugae.
REM 7500x.
- Fig. 10: ***Juglans* sp.**
LM 1000x.
- Fig. 11: ***Juglans* sp.**
REM 1400x.
- Fig. 12: ***Juglans* sp.**
Detail der Exinenoberfläche mit regelmäßig dicht angeordneten Spinulae.
REM 6000x.



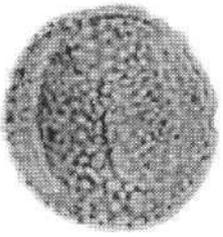
1



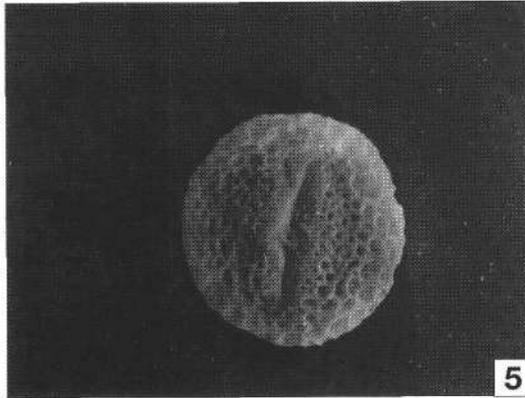
2



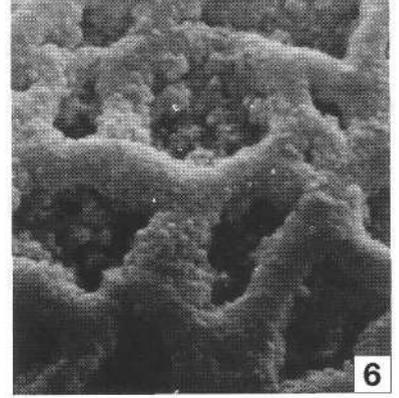
3



4



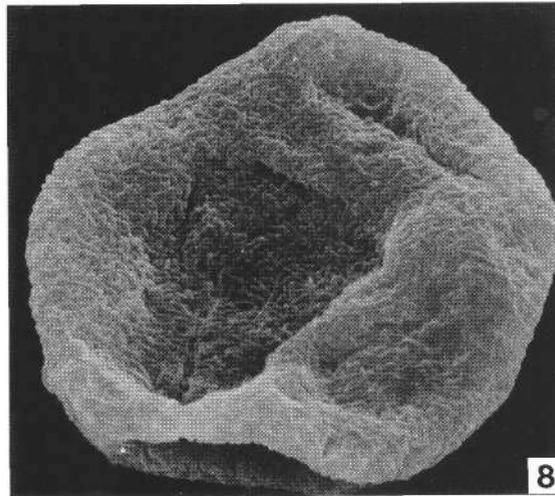
5



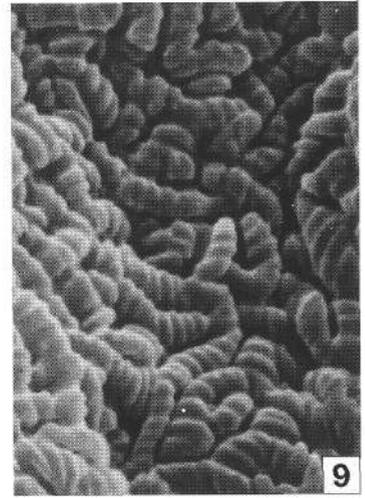
6



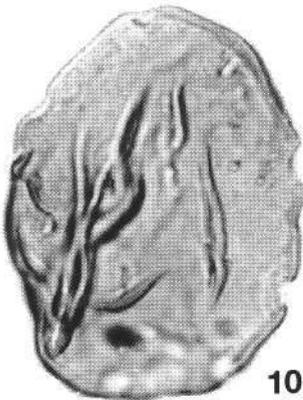
7



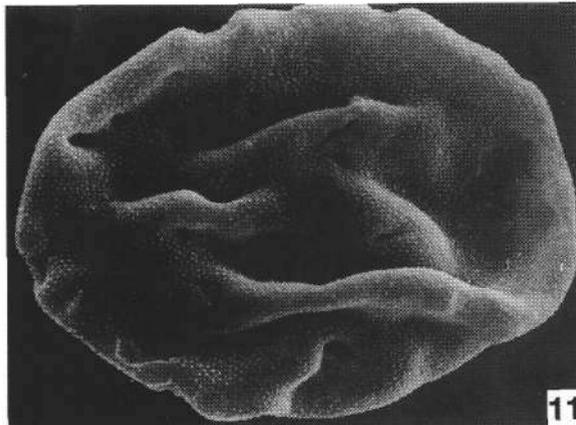
8



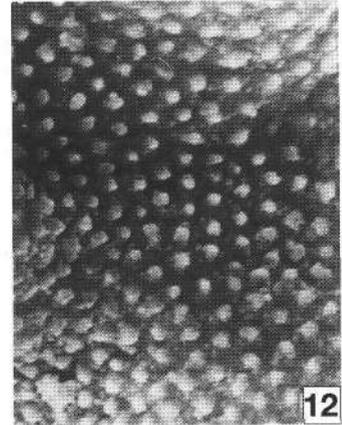
9



10



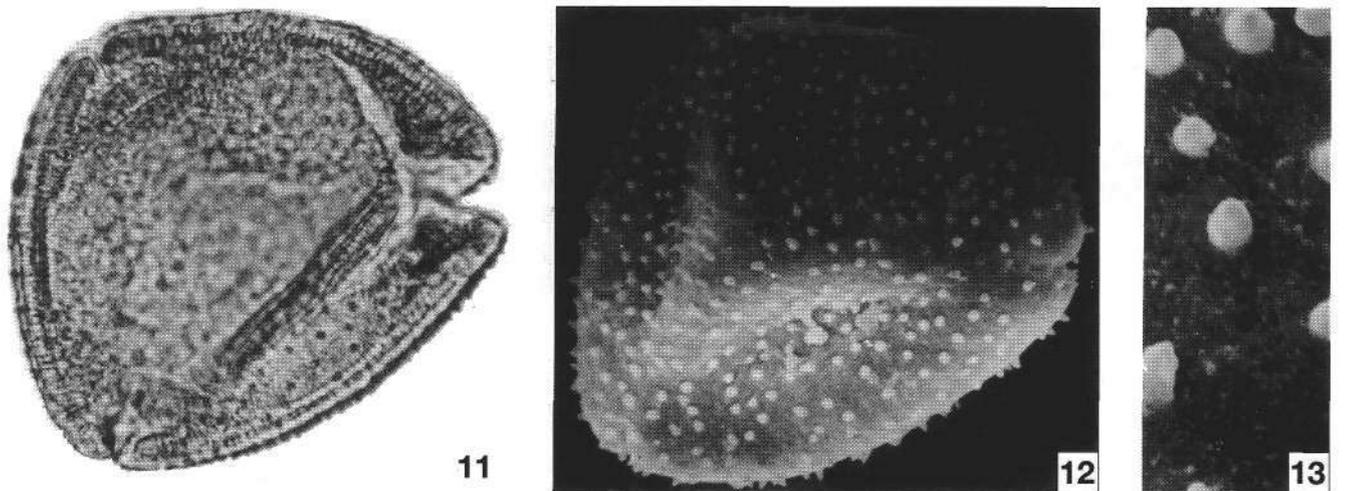
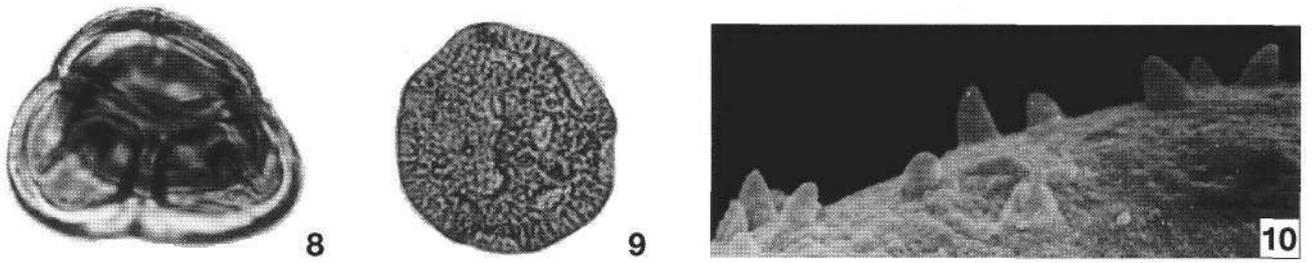
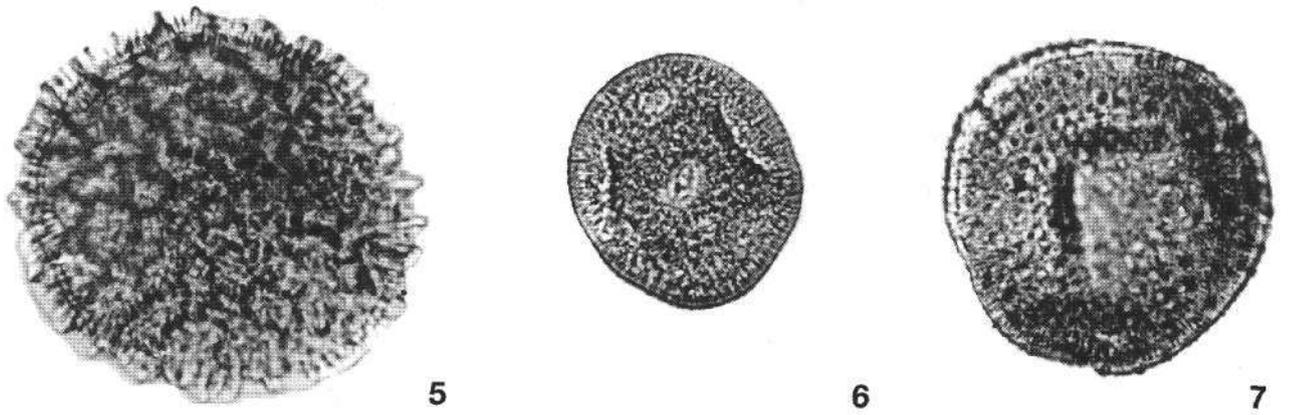
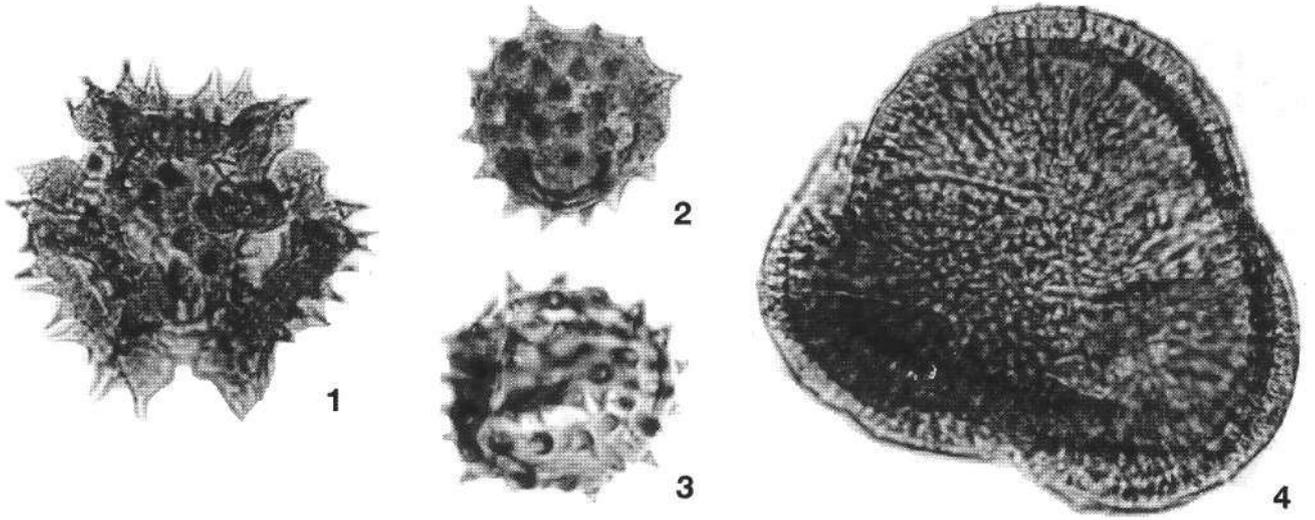
11



12

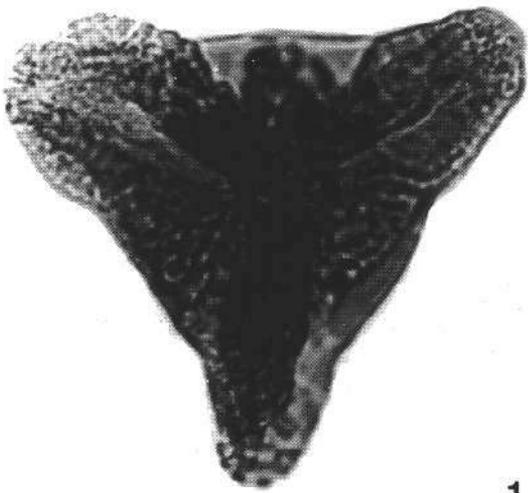
Tafel 9

- Fig. 1: **Compositae: Cichoriaceae.**
LM 1000×.
- Fig. 2: **Compositae: Asteraceae.**
LM 1000×.
- Fig. 3: **Compositae: Asteraceae.**
LM 1000×.
- Fig. 4: ***Scabiosa* sp..**
LM 1000×.
- Fig. 5: ***Polygonum* sp. – „*Persicariapollis welzowense* KRUTZSCH“.**
LM 1000×.
- Fig. 6: **Caryophyllaceae.**
LM 1000×.
- Fig. 7: **Caprifoliaceae.**
LM 1000×.
- Fig. 8: **Ericaceae.**
LM 1000×.
- Fig. 9: **Caryophyllaceae.**
LM 1000×.
- Fig. 10: **Caprifoliaceae.**
Detail der Tectumoberfläche mit locker stehenden Spinae z.T. in Seitenansicht.
REM 5000×.
- Fig. 11: **Caprifoliaceae.**
LM 1000×.
- Fig. 12: **Caprifoliaceae.**
LM 1000×.
- Fig. 13: **Caprifoliaceae.**
Tectumoberfläche mit Spinae in Aufsicht.
REM 5000×.

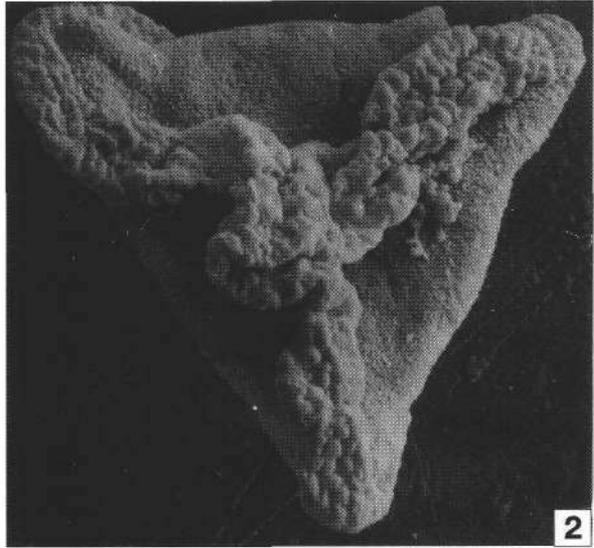


Tafel 10

- Fig. 1: *Trapa* sp.
LM 1000×.
- Fig. 2: *Trapa* sp.
Polansicht mit drei Exinenkrausen.
REM 1200×.
- Fig. 3: *Trapa* sp.
Detail der Exinenkrause und Exinensulptur.
REM 5000×.
- Fig. 4: *Cladium* sp.
LM 1000×.
- Fig. 5: *Cladium* sp.
REM 1200×.
- Fig. 6: *Cladium* sp.
Tectum microperforat mit scabrater Supraskulptur.
REM 12.000×.
- Fig. 7: *Cladium* sp.
Tectum wie Fig. 6, untere Bildhälfte Nexinensulptur.
REM 12.000×.
- Fig. 8: **Poaceae.**
LM 1000×.
- Fig. 9: **Poaceae.**
REM 1250×.
- Fig. 10: **Poaceae.**
Tectum unregelmäßig zerteilt, mit Spinulae besetzt.
REM 10.000×.
- Fig. 11: **Poaceae.**
LM 1000×.
- Fig. 12: **Poaceae.**
REM 1250×.
- Fig. 13: **Poaceae.**
REM 10.000×



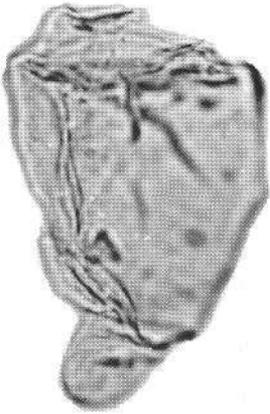
1



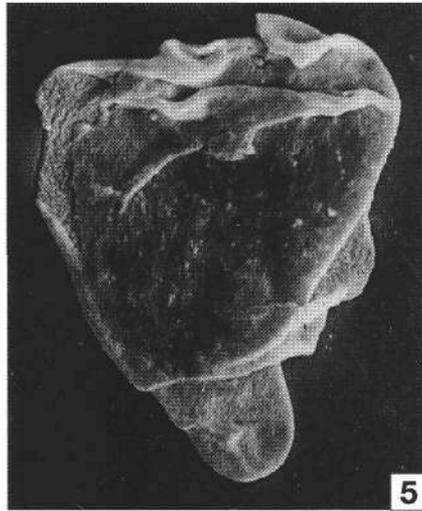
2



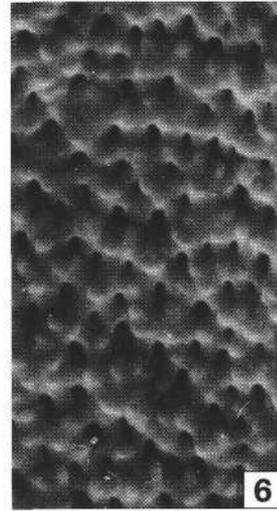
3



4



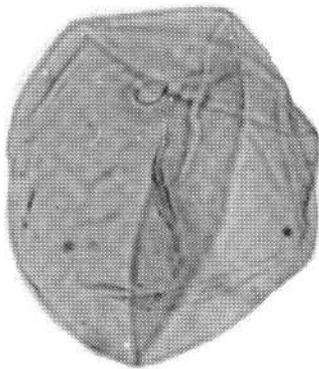
5



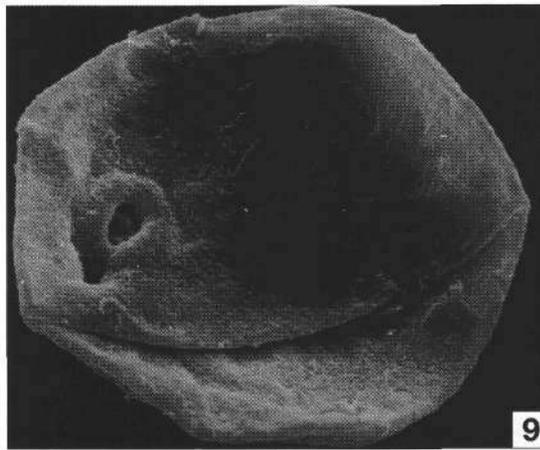
6



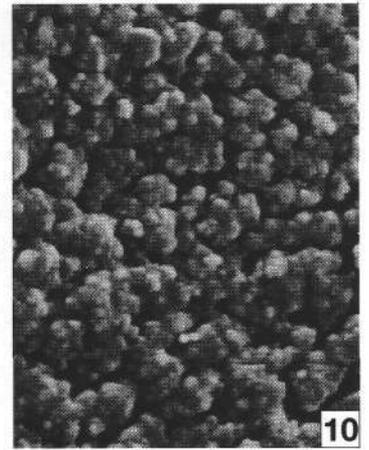
7



8



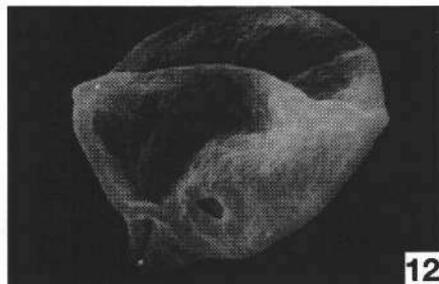
9



10



11



12



13

Tafel 11

Fig. 1: **Dinoflagellat – bentonische Form.**
LM 1000×.

Fig. 2: ***Spiniferites* sp.**
LM 1000×.

Fig. 3: ***Spiniferites bentorii.***
LM 1000×.

Fig. 4: **Dinoflagellaten-Zyste.**
LM 1000×.

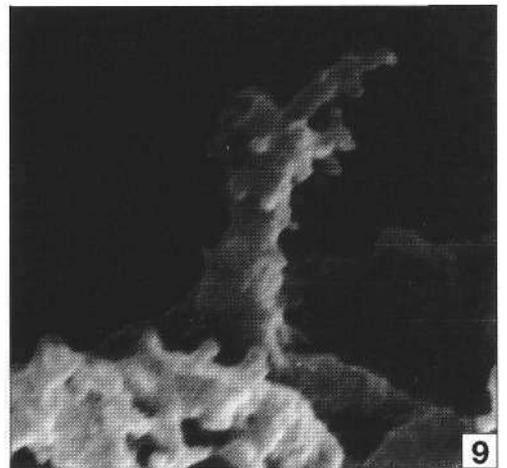
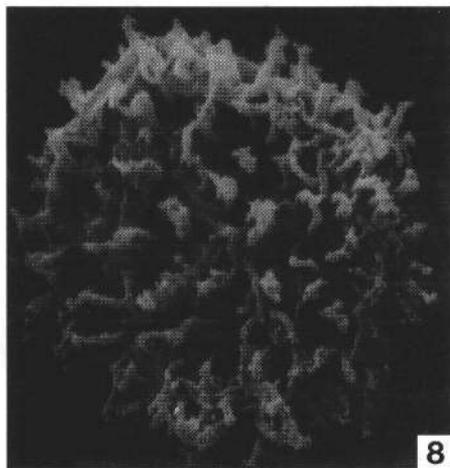
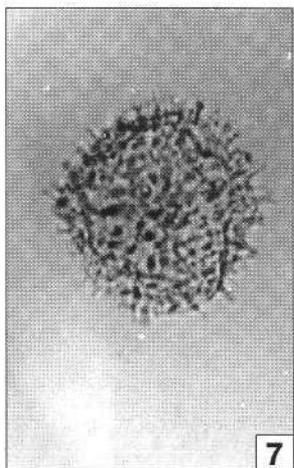
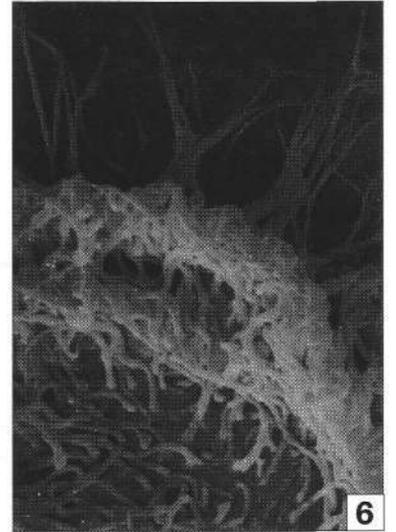
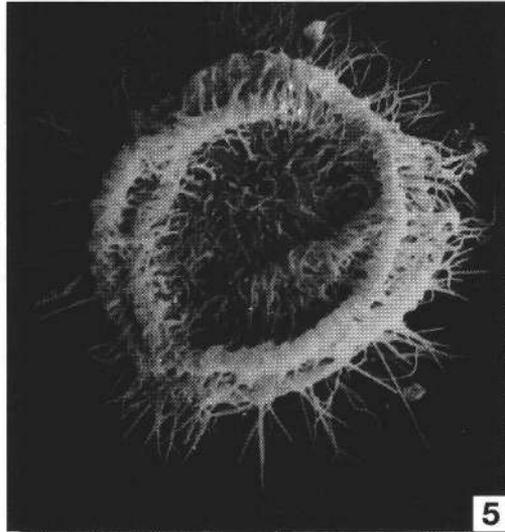
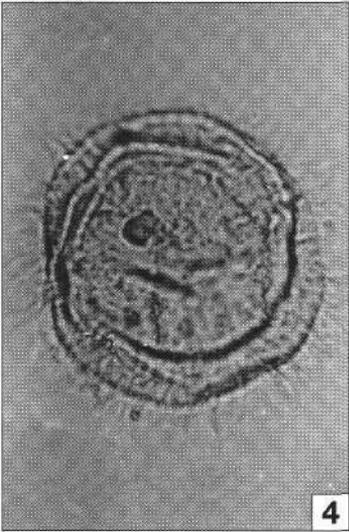
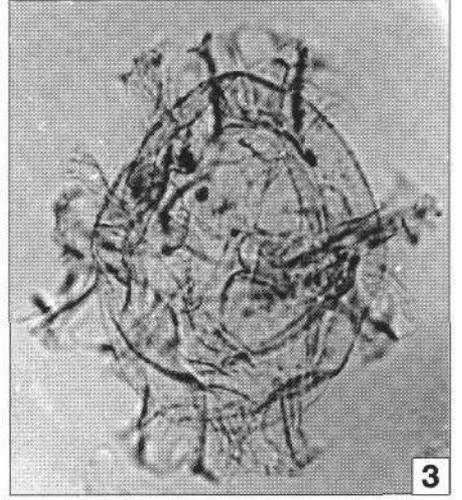
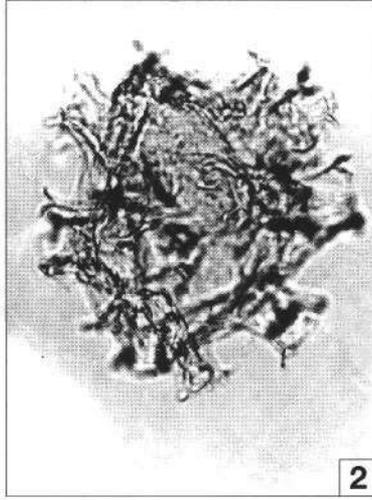
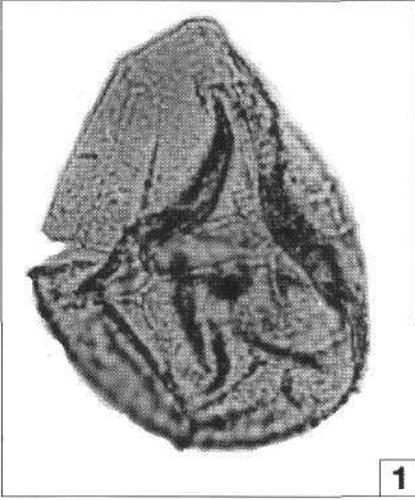
Fig. 5: **Dinoflagellaten-Zyste.**
REM 1200×.

Fig. 6: **Dinoflagellaten-Zyste.**
REM 4000×.

Fig. 7: **Algen-Zyste.**
LM 1000×.

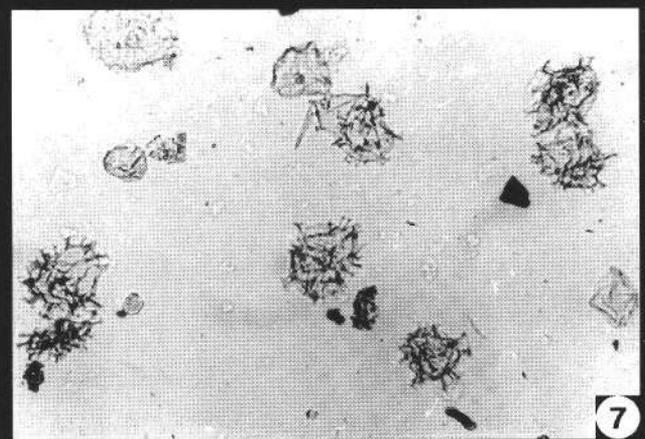
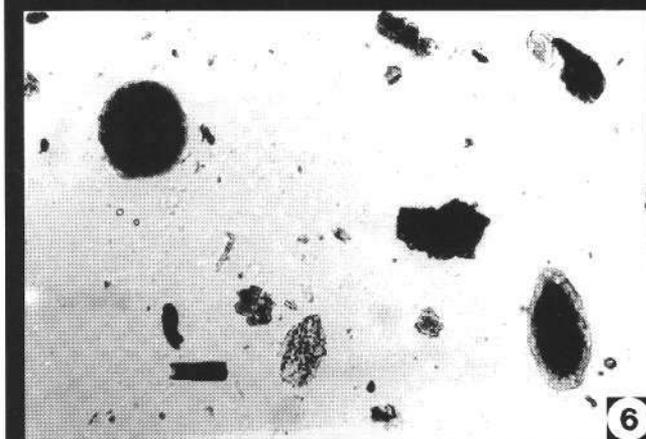
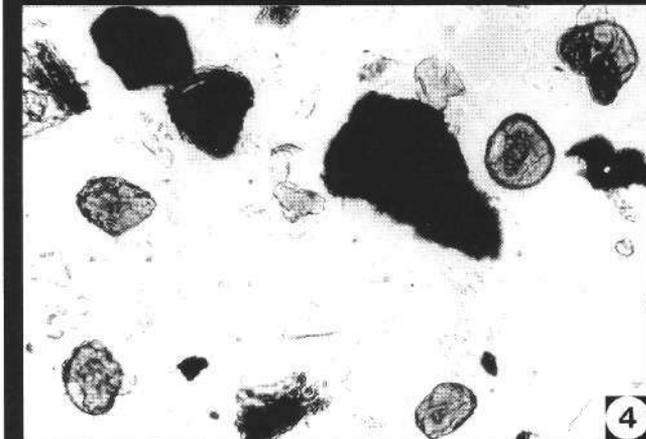
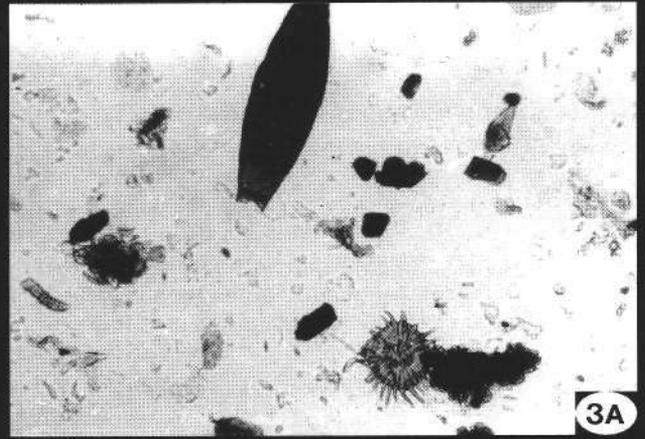
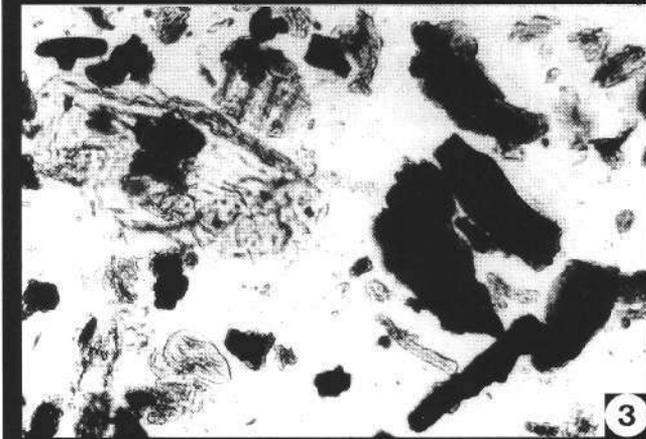
Fig. 8: **Algen-Zyste.**
REM 2200×.

Fig. 9: **Algen-Zyste.**
Sekundär verzweigter Fortsatz.
REM 12.000×.



Tafel 12

- Fig. 1: **Probe 1.**
Bisaccate Pollenform, Holzreste und amorpher Detritus.
LM 200×.
- Fig. 2: **Probe 2.**
Pollenkorn, amorpher Detritus und Holzrest.
LM 200×.
- Fig. 3: **Probe 3.**
Pollenkorn, Parenchymreste, amorpher Detritus.
3A: Mehrzellige Pilzspore, Sternhaar und Detritus aus **Probe 3.**
LM 200×.
- Fig. 4: **Probe 4.**
Bisaccates Pollenkorn, trilete Spore, amorpher Detritus, abgerundete Partikel.
LM 200×.
- Fig. 5: **Probe 5.**
Wenig amorpher Detritus, opaker gerundeter Detritus, mehrzellige Pilzspore.
LM 200×.
- Fig. 6: **Probe 6.**
Amorpher und abgerundeter Detritus, Pollenkorn.
LM 200×.
- Fig. 7: **Probe 7.**
Wenig Detritus, überwiegend Dinoflagellaten Zysten eines Formenkreises (*Spiniferites bentorii*).
LM 200×.



Literatur

- BERTOLDI, G.A., EBNER, F., HÖLLER, H. & KOLMER, H.: Blähtonvorkommen von Gnas und Fehring – geologische, sedimentpetrologische und technologische Untersuchungen. – Unveröff. Bericht, 20 S. + Beilagen, Graz-Kaibing 1981.
- BOULTER, M.C. & RIDDICK, A.: Classification and analysis of palynodebris from the Paleocene sediments of the Forties Field. – *Sedimentology*, **33**, 871–886, London 1986.
- CICHOCKI, O.: Zur Histologie tertiärer Hölzer Österreichs. – Dissertation der Formal- und naturwiss. Fak., Univ. Wien, 306 S., 17 Taf., Wien 1988.
- DRAXLER, I. & ZETTER, R.: Palynologische Untersuchungen in den mittel-miozänen Hochriegelschichten (Süßwasserschichten) von Weingraben (Gemeinde Kaisersdorf, Burgenland, Österreich). – In: H. LOBITZER & G. CSÁSZÁR (Red.): Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich – Ungarn, Teil 1, 71–92, Wien (Geol. B.-A.) 1991.
- GREGUSS, P.: Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen. – 308 S., 360 Taf., Budapest 1955.
- HADITSCH, J.G.: Sedimentologische Parameter als Hilfsmittel für die lagerstättenkundliche Gliederung feinkörniger Lockersedimente. – *Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A.*, **10**, 169–177, Wien 1989.
- HOFMANN, E.: Paläohistologie der Pflanze. – 308 S., Wien 1934.
- HUTTON, A.C.: Petrographic Classification of Oil Shales. – *Internat. J. Coal Geology*, **8**, 203–231, Amsterdam 1987.
- JAMBOR, A. & SOLTI, G.: Geological conditions of the Upper Pannonian oil shale deposits recovered in the Balaton Highland and at Kemeneshát. – *Acta Miner. Petr. Szeged*, **22**, 9–28, Szeged 1975.
- KEDVES, M.: Morphologische Variationen der waagrechten Wand des Längsparenchyms im Holz von *Taxodium ascendens* BRONGN. – *Acta Univ. Szegediensis, Acta Biol., nov.ser.*, **5** (3,4), 161–165, Szeged 1959.
- KLAUS, W.: Zur Mikroflora des Unter-Sarmat am Alpen-Südostrand. – *Beitr. Pal. Österr.*, **11**, 289–400, Wien 1984.
- KLAUS, W.: Zur Aufbereitungstechnik und Stratigraphie von Trias-Sporen. – *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.*, **21**, 427–435, Innsbruck 1973.
- KOVAR-EDER, J.: Pannonian (Upper Miocene) Vegetational Character and Climatic Inferences in the Central Paratethys Area. – *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, **88**, A, 117–129, Wien 1987.
- KRÄUSEL, R.: Die fossilen Koniferenhölzer (unter Ausschluß von *Araucarioxylon* KRAUS) 2. Teil – Kritische Untersuchungen zur Diagnostik lebender und fossiler Koniferenhölzer. – *Palaeontographica*, **B**, **89**, 83–203, Stuttgart 1949.
- LOBITZER, H., KODINA, L.A., SOLTI, G., SCHWAIGHOFER, B. & SURENIAN, R.: Fazies, Geochemie und Stratigraphie ausgewählter Vorkommen österreichischer organisch reicher Gesteine – Ein Zwischenbericht. – *Geol. Paläont. Mitt.*, **15**, 85–107, Innsbruck 1988.
- MOHR, B.A.R.: Die Mikroflora der obermiozänen bis unterpliozänen Deckschichten der rheinischen Braunkohle. – *Palaeontographica*, **B**, **191**, 127 S., Stuttgart 1984.
- NAGY, E.: Palynology of the Pannonian and Pontian of Hungary. – *Acta Bot. Hung.*, **34**(3–4), 325–337, Budapest 1988.
- NAGY, E. & PLANDEROVA, E.: Palynologische Auswertung der Floren des Pannonien. – In: PAPP, A., JAMBOR, A. & STEININGER, F.: Chronostratigraphie und Neostatotypen, Bd. VIII, Miozän M6, Pannonien, 586–624, Budapest 1985.
- PEIRCE, A.S.: Anatomical interrelationships of the Taxodiaceae. – *Tropical Wood*, **46**, 1–14, New Haven 1936.
- PLANDEROVA, E.: Palynological evolution of Pannonian sediments from the West Carpathians. – *Zapadne Karpaty Paleontologia*, **9**, 131–134, Bratislava 1984.
- RAVASZ, Cs. & SOLTI, G.: Genetic types of oil shales in Hungary. – *Ann. Inst. Publ. Hung.*, **70**, 609–615, Budapest 1987.
- 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 material in Hungary. – Neogene Mineral Resources in the Carpathian Basin, VIIIth 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. – VII+176 S., Projektendbericht ÜLG 19/1986, Budapest-Wien (Geol. B.-A./MÁFI) 1987.
- SOLTI, G. & LOBITZER, H.: Aufsuchung von Alginit in Österreich. Endbericht über die österreichisch-ungarische Zusammenarbeit in der Ölschiefer/Alginit-Prospektion (Projekt ÜLG 19). – *Berichte Geol. B.-A.*, **17**, 47 S., Wien 1989.
- STEININGER, F.F., RÖGL, F., HOCHULI, P. & MÜLLER, C.: Lignite deposition and marine cycles. The Austrian Tertiary lignite deposits – A case history. – *Sitzber. Akad. Wiss., mathem.-naturw. Kl. Abt. I*, **197**, 309–332, Wien 1989.
- SÜTÖ-SZENTAI, M.: Die Verbreitung organischer Mikroplankton-Vergesellschaftungen in den pannonischen Schichten Ungarns. – In: PAPP, A., JAMBOR, A. & STEININGER, F.: Chronostratigraphie und Neostatotypen, Bd. VII, Miozän M6, Pannonien, 516–525, Budapest 1985.
- 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) 1978.
- TOLLMANN, A.: Das Steirische Becken. – In: TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich II. – 558–576, Wien 1985 (hier zahlreiche weiterführende Literatur!).
- WIEDEN, P. & SCHMIDT, W.J.: Der Illit von Fehring. – *Tschermaks miner. petrogr. Mitt.*, **5**(3), 284–302, Wien 1956.
- ZETTER, R.: Bemerkungen zur Mikroflora der Kohleschichten im Bereich der südburgenländischen Schwelle. – *BFB-Bericht*, **68**, 159–166, Illmitz 1988.
- ZETTER, R.: Methodik und Bedeutung einer routinemäßig kombinierten lichtmikroskopischen und rasterelektronenmikroskopischen Untersuchung fossiler Mikroflora. – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **109**, 41–50, Frankfurt am Main 1989.
- ZETTER, R.: Die obermiozäne Flora des Südburgenlandes. – In: Exkursionsführer 13. Wandertagung 1990 der Österreichischen Geologischen Gesellschaft in Bernstein, 48–51, Wien 1990.