

**Paläoökologische Interpretation von Diasporen- und Palynomorphen-
Vergesellschaftungen aus obermiozänen Seesedimenten
(Mataschen bei Fehring, Oststeiermark, Österreich)**

**Paleoecology of Diaspore- and Palynomorph assemblages
from Late Miocene lake sediments (Mataschen near Fehring,
East Styria, Austria)**

Barbara MELLER & Christa-Charlotte HOFMANN

3 Abbildungen, 3 Tabellen und 4 Tafeln

Zusammenfassung: Eine kombinierte palynologisch-sedimentologisch und karpologische Analyse konnte erstmals an obermiozänen Sedimenten (Pannonium „B“) aus dem Südosten des Steirischen Neogenbeckens durchgeführt werden. Das in der Tongrube Mataschen, südwestlich von Fehring, aufgeschlossene Sedimentprofil zeigt eine deutliche Zweiteilung. Feinkörnige Sedimente mit Taxodiaceen-Stubben charakterisieren Seesedimente, die einen Sumpfwald überfluteten. Die zum Hangenden immer häufigeren Einschaltungen grobklastischer turbiditischer Lagen, teilweise mit dünnen Bändern von Pflanzendetritus, kennzeichnen den zunehmenden Einfluss eines Flussdeltas im See. Die Pollen- und Diasporenspektren enthalten Elemente aus verschiedenen Habitaten in zum Teil unterschiedlichem Maße. Neben den aquatischen Elementen und jenen von den Flussufern in den See hinein transportierten Elementen, kommen auch Pollen und Diasporen von Pflanzen des Hinterlandes vor. Die im unteren Profilabschnitt nachgewiesenen Dinoflagellaten, nicht aber die Pollen und Diasporen, zeigen einen brackischen Einfluss in diesem Bereich an.

Abstract: Late Miocene sediments (Pannonian “B”) of the Styrian Basin have been examined by a combination of methods, yielding results in palynology, sedimentology, and carpology. The examined profile is located in a clay pit near Mataschen, SE of Fehring and is characterized by a clear division into two units. At the base, very fine-grained sediments, embedding in situ stumps of Taxodiaceae, are interpreted to represent a swamp drowned by a lake. Towards the top of the profile fine-grained sedimentation was periodically interrupted by coarse-grained beds, including thin bands and lenses of plant detritus. This upper unit is interpreted to be a lacustrine succession with increasing intercalations of coarser grained turbiditic deposits coming from the prograding lacustrine delta. Both pollen and diaspore assemblages comprise, to different degrees, elements of various habitats: aquatic, lake margin, riparian and floodplain, and hinterland. Despite the occurrence of the dinoflagellate *Spiniferites*, which reflects brackish conditions, no diaspores, pollen and spores of brackish elements have been identified.

Schlüsselwörter: Sedimentologie; Taphonomie; Ökologie; Habitat-Rekonstruktion; Feldbach-Formation; Steirisches Neogenbecken.

Key Words: Sedimentology; Taphonomy; Ecology; Habitat-reconstruction; Feldbach Formation; Styrian Neogene Basin.

Inhalt

1. Einleitung	179
2. Geologie und Sedimentologie	179
3. Material und Methoden	180
4. Palynomorphen und Diasporen	182
4.1. Erhaltungsbedingungen	182
4.2. Palynomorphen	183
4.3. Diasporen	183
5. Paläoökologie	187
5.1. Ökologische Charakterisierung der Gattungen	191
5.2. Habitat-Rekonstruktionen	195
6. Vergleich mit obermiozänen Floren Österreichs	198
7. Schlussfolgerungen und Bedeutung	199
Dank	201
Literatur	201
Anhang 1: Sedimentologische Beschreibung des Profils	205
Anhang 2: Anmerkungen zur Systematik, Taxonomie und Verbreitung einiger Diasporen-Taxa	208

1. Einleitung

In der Tongrube Mataschen der Firma Lias Österreich GmbH (vormals Österreichische Leca GmbH) bei Fehring, am SE-Rand des Oststeirischen Beckens, sind fossilführende obermiozäne Sedimente (Pannonium „B“) aufgeschlossen, die von mehreren paläontologischen Arbeitsgruppen untersucht wurden (vgl. z. B. DAXNER-HÖCK 2004; GROSS 2004; HARZHAUSER 2004; KOVAR-EDER 2004).

Die vorliegende Arbeit enthält eine vorläufige floristische Bestandsaufnahme anhand von Früchten, Samen, Pollen und Sporen und die paläoökologische Rekonstruktion der Vegetationstypen und Biotope unter Einbeziehung der sedimentologischen Beobachtungen. Die Grundlage für diese palynologisch-sedimentologischen und karpologischen Untersuchungen ist ein 28 m langes Profil (Abb. 1), welches 1998 aufgenommen worden war. Frühere paläobotanische Untersuchungen der Tongrube beschränkten sich auf die Palynomorphen aus dem basalen Teil des Profils (LOBITZER et al. 1988; DRAXLER et al. 1994). Aus anderen obermiozänen Lokalitäten des Oststeirischen Neogenbeckens aus der weiteren Umgebung von Mataschen sind einige Blattfloren mit vereinzelt Fruchtresten aus etwas jüngeren Sedimenten (Pannonium „C“) bekannt (GROSS 1998a, b; KRENN 1998; KOVAR-EDER & KRÄINER 1990, 1991). Somit ist Mataschen bis jetzt die einzige obermiozäne Lokalität im Südosten des Steirischen Neogenbeckens mit einer reichen Mikro- als auch Diasporenflora. Daher fanden in den letzten Jahren auch weitere Beprobungen statt, nach deren Auswertung mit zusätzlichen Ergebnissen zu rechnen ist. Eine Synthese aus den Ergebnissen aller Arbeitsgruppen ist zu einem späteren Zeitpunkt geplant.

2. Geologie und Sedimentologie

Die Tongrube Mataschen befindet sich im Südosten des Oststeirischen Beckens und gehört zum Gnaser Teilbecken. Zur allgemeinen Entwicklung des Steirischen Neogenbeckens geben EBNER & SACHSENHOFER (1991) einen guten Überblick. Details zum Oststeirischen Becken, insbesondere der Sedimentologie des Gnaser Teilbeckens und dem Alter der Sedimente sind z. B. von GROSS (1998b, 2000) publiziert. Eine lithostratigraphische Gliederung des Pannonium im Oststeirischen Becken wurde erst kürzlich von GROSS (2003) vorgenommen. Die Sedimente der Tongrube Mataschen gehören fast ausschließlich zur Feldbach-Formation, die mit dem Pannonium „B“ korreliert wird (vgl. HARZHAUSER 2004). Während in GROSS (2003) das Pannonium „A/B“ noch mit dem obersten Mittel-Miozän korreliert ist, zeigen die neuesten Tabellen (GROSS 2004: Tab. 2; DAXNER-HÖCK 2004: Abb. 3) die Korrelation mit dem untersten Ober-Miozän aufgrund einer Änderung der Serravallium-Tortonium-Grenze.

Das Sedimentprofil (Abb. 1, Anhang 1) dokumentiert die Situation der Tongrubenwände der „alten Grube“ (vgl. dazu GROSS 2004: Abb. 3) im Mai 1998. Man kann grob zwei Einheiten des Profils unterscheiden: Die untere Einheit (ca. 3 m) besteht aus fein-

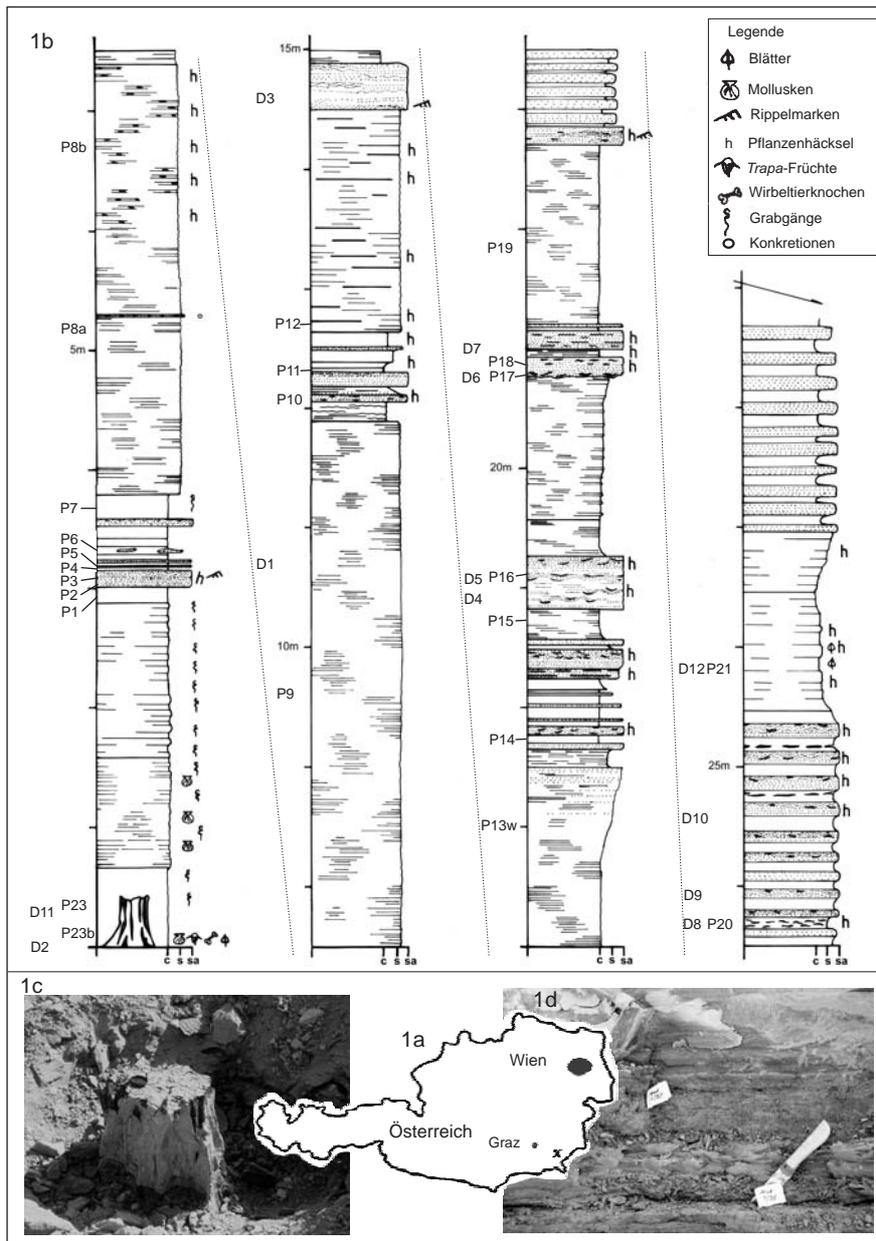
körnigen Klastika (meist Ton), an deren Basis Stubben von Taxodiaceae, Zusammenschwemmungen von Muscheln und Schnecken und stellenweise *Trapa*-Früchte unregelmäßig verteilt vorkommen. Den oberen Teil dieses basalen Abschnitts charakterisieren mehrere Horizonte mit Bioturbationen (Grabgänge). Dieser basale Profilabschnitt (Eisengraben-Subformation nach Gross 2004) wird als überfluteter Sumpfwald interpretiert. Die darauffolgende obere, ca. 25 m mächtige Einheit kann grundsätzlich als eine nach oben gröber und flacher werdende Abfolge („coarsening and shallowing upward succession“) beschrieben werden (Sieglegg-Subformation). Den Hauptsedimentkörper nehmen laminierte oder gebänderte tonige Silte oder siltige Tone ein, in die zum Hangenden hin zunehmend sandige Silte und siltige Feinsande (10–40 cm mächtig; limnischer Deltavorschub eines fluviatilen Zuflusses, „turbiditische“ Ablagerungen) eingeschaltet sind. Viele dieser Einschaltungen enthalten geringmächtige und teilweise lateral begrenzte Einlagerungen von organischem Material in Form von Pflanzendetritus. Die obere Einheit wird als limnische Ablagerung interpretiert, die zunehmend von limnisch-deltaischen Sedimenten beeinflusst wird und am Top zu den rein fluviatilen Ablagerungen des Pannonium „C“ überleitet (Paldau-Formation, vgl. dazu Gross 2004: Abb. 3). Erste Untersuchungen der organischen Fazies (die Ergebnisse werden in einer anderen Arbeit erscheinen) zeigen im Detail ein sehr dynamisches Bild und belegen häufige Wechsel der Sedimentationsbedingungen im Verlauf der Sedimentation.

Unabhängig von der durch die Korngröße bedingten Zweiteilung des Profils ist das Vorkommen der Dinoflagellaten (*Spiniferites* spp.; vgl. Taf. 1, Fig. 7). Diese kommen in den unteren 7 m häufiger vor und dokumentieren die brackische Beeinflussung zu dieser Zeit. Zählt man die Dinoflagellaten zusammen mit den Pollen und Sporen quantitativ aus (Tab. 1), erreichen sie bis zu 68 % (P5).

3. Material und Methoden

Während der Profilaufnahme wurden 36 Proben zur Untersuchung der Palynomorphen, organischen Fazies und der Diasporen entnommen. Zwei Stichproben von 1995 (D1, D2) konnten aufgrund von älteren Profilaufnahmen von GROSS mit dem Profil korreliert werden (vgl. Abb. 1 und Anhang 1). Die Proben sind unregelmäßig im Profil verteilt, da diese nur von den Lagen mit Pflanzendetritus genommen wurden, bzw. wo die Sedi-

Abb. 1: a) Geografische Position der Lokalität Mataschen (×), b) sedimentäre Abfolge in der Tongrube Mataschen von 1998 mit Lage der Probenpunkte (P = palynologische Proben, D = Diasporenproben), c) Taxodiaceen-Stubben an der Basis der Grube, d) die Etiketten kennzeichnen die Lage zweier dünner, dunkler und pflanzenreicher Bänder in einem sandigen Abschnitt.
Fig. 1: a) Geographical position of Mataschen (×), b) sedimentary succession of the Mataschen clay pit at 1998 with sampled horizons (P = palynological samples, D = diaspore samples), c) in situ Taxodiaceae base at the bottom of the clay pit, d) the two labeled dark horizons, rich in plant detritus are located in the more sandy upper part of the profile.



mente aufgrund ihrer dunkleren Farbe einen hohen organischen Inhalt vermuten ließen. Die Probenmengen für die karpologischen Untersuchungen waren aufgrund der unterschiedlichen Mächtigkeiten der fossilführenden Lagen sehr variabel. Aus den basalen Tonen (Probe D2, D11) wurden 10 bzw. 30 l Sediment entnommen, aus den grobkörnigeren Sedimenten mit den dünnen Pflanzendetrituslagen 3–5 l. Als Probenmengen für die Analyse der organischen Fazies und Palynologie genügten 10–50 g. Die palynologischen Aufbereitungs- und Analysemethoden entsprechen den von HOFMANN & ZETTER (2001: 50–51) beschriebenen Methoden, die karpologischen Methoden sind u. a. in MELLER (1998: 507; als kleinste Sieb-Maschenweite wurde aber nicht wie dort beschrieben 0,31 mm, sondern 0,5 mm verwendet) beschrieben. Die Proben D1 und D2 wurden hier nur ansatzweise untersucht, da sie in einer derzeit am Institut für Paläontologie der Universität Wien laufenden palynologisch-karpologischen Dissertation bearbeitet werden. Das Diasporenmateriale wird in der Sammlung des Paläontologischen Instituts der Universität Wien (IPUW) aufbewahrt; das Belegmaterial hat die Inventar-nummern IPUW 3501 bis IPUW 3511, die Abbildungsoriginale die Nummern IPUW 2003-2 bis 2003-4.

4. Palynomorphen und Diasporen

4.1. Erhaltungsbedingungen

Aufgrund der taphonomisch bedingten Selektion (dazu ist eine Arbeit von beiden Autorinnen in Vorbereitung) und botanisch bedingter Prämissen (z. B. Anzahl der produzierten Pollen und Diasporen pro Pflanze, Bestäubungstypen, Ausbreitungsmechanismen, Erhaltungspotential, etc.) enthalten nicht alle Proben sowohl Palynomorphen als auch Diasporen. Das Fehlen, bzw. die schlechte Erhaltung der Palynomorphen ist einerseits durch die Oxidation der betreffenden Sedimente verursacht, belegt durch die Hyphen und Sporen aerober Pilze, andererseits kann in manchen Fällen die Transportenergie des Wassers zu hoch gewesen sein, um die Sedimentation der Pollenkörner zu ermöglichen. Das Fehlen von Diasporen in einigen Proben könnte durch die teilweise geringen Probenmengen bedingt sein, wogegen aber der reiche Diasporeninhalt in anderen Proben mit geringer Sedimentquantität spricht (D4–D7). Biodegradation, mechanische Zerstörung oder ebenfalls zu hohe Transportenergie spielten hier sicher ebenfalls eine Rolle. Die überwiegend schlechte Erhaltung der Diasporen ist, außer durch die Oxidation, zusätzlich durch die starke Kompaktion der Sedimente und ihrer Grobkörnigkeit bedingt. Diese sekundär abgeflachten Diasporen weisen häufig Risse auf, sodass das Reinigen mit Flusssäure und die Untersuchung mit dem Rasterelektronenmikroskop zum Zerbrechen der Diasporen führen können. Der überwiegend schlechte Erhaltungszustand der Palynomorphen und Diasporen verhindert somit häufig eine spezifische bzw. generische Bestimmung.

4.2. Palynomorphen

Die in Mataschen auftretenden Pollen- und Sporentaxa (Tab. 1; Taf. 1, Fig. 1-6) und das Gesamtspektrum sind typisch für Mikroflora aus miozänen Sedimenten in Österreich, wie sie z. B. aus dem Hausruckgebiet in Oberösterreich (MASSELTNER & HOFMANN, im Druck) oder vom Ostrand der Südburgenländischen Schwelle (HOFMANN & ZETTER, im Druck) bekannt sind. Das von DRAXLER (DRAXLER et al. 1994) aus dem basalen Profilabschnitt von Mataschen gewonnene Pollenspektrum zeigt eine ähnliche Zusammensetzung.

Das Spektrum ist biostratigrafisch wenig aussagekräftig. Das Vorkommen von Mastixiaceen deutet darauf hin, dass die Sedimente nicht jünger als unteres Ober-Miozän sind (bezogen auf Österreich). Andere signifikante Familien, wie z. B. die Sapotaceen, die palynologisch noch im unteren Ober-Miozän belegt sind, aber nicht mehr im oberen Ober-Miozän in Österreich vorkommen, sind in den hier untersuchten Proben nicht enthalten, wurden aber von DRAXLER (DRAXLER et al. 1994: 28) aus dem basalen Profilabschnitt nachgewiesen. Der Nachweis eines einzelnen signifikanten Elementes erlaubt keine sichere palynologisch-biostratigrafische Einstufung (mdl. Mitt. ZETTER). Die Abgrenzung zum Mittel- und Unter-Miozän ist palynologisch weniger durch das Vorkommen oder Fehlen einzelner Gattungen zu belegen, als durch die unterschiedlichen Häufigkeiten dieser Formen oder durch verschiedene Arten einer Gattung. So ist z. B. *Engelhardia* in untermiozänen Sedimenten meist deutlich dominanter vertreten als im Ober-Miozän (mdl. Mitt. ZETTER). Diese Gattungen sind daher im Ober-Miozän mit Makrofossilien nur sehr selten zu belegen (vgl. dazu auch KOVAR-EDER et al. 1995: 333).

Die unterschiedlichen Mikroflora-Vergesellschaftungen aus den verschiedenen Profilabschnitten lassen einige Trends erkennen: Generell nehmen Taxodiaceen (generisch nicht bestimmbar, aber vermutlich *Glyptostrobus* aufgrund der Diasporen) und *Myrica* von der Basis zum Top ab, währenddessen *Alnus* und die Menge an Farnsporen zunehmen; desgleichen nehmen im oberen Teil *Abies* und *Picea* zu. Die verschiedenen Arten von *Carya*, *Engelhardia* und *Quercus* zeigen in den verschiedenen Proben wiederholte Zu- und Abnahmen zum Top hin. Die oberste Probe ist am artenreichsten mit etwa 60 Taxa; insgesamt können in Mataschen 91 Taxa unterschieden werden.

Zusammenfassend kann aufgrund der Palynomorphen geschlossen werden, dass während der Ablagerung der unteren Einheit *Glyptostrobus*-dominierte Sumpfwälder mit offenen krautigen Marschen und Gebüschern vorgeherrscht haben, die dann im Laufe der Zeit von einer diverseren flussbegleitenden und Auwald-Vegetation verdrängt wurden (vgl. Tab. 3, Abb. 2-3).

4.3. Diasporen

Es ist die bisher einzig bekannte reiche Diasporenvergesellschaftung aus obermiozänen Sedimenten des Steirischen Neogenbeckens. Das Artenspektrum beinhaltet etwa 60 Taxa (Tab. 2), die sich auf über 40 Familien verteilen, fast ausschließlich Angio-

Taxa \ Probennummern	23b	1	2	3	4	5	6	7	8a	8b	9	10	11	12	13w	14	15	16	18	19	20	21	
<i>Spiniferites</i> (?)	16	11,3	x	x	68	x	x	x	22,6	2,5								0,5			0,5		
Pollen / Sporen																							
<i>Osmunda</i>	2				0,6	x	x	x	1,1	1	xx	x	1				3	1			1,4	1,5	
Polypodiaceae s.l. (5)	1,4	3,4	x	x	1	x	x	x	2,3	3,6	x	x	4	x	x	3,6	3				7	4,4	
Pteridaceae (2)	1,5			x	0,1	x	x	x	0,8				2					0,5				5	
Pteridophyta gen. indet. (5)	1,5	x		0,4			x		0,8			4					1			1,4	2,3		
<i>Lycopodium/Lycopodiella</i>	0,7						x		0,3			1								0,5	0,7,5		
<i>Selaginella</i>																		0,2			1	0,2	
Taxodiaceae (2)	10	17	x	x	7	x	x	x	12	13,6	xxx	x	13	x	x	10	x	6	x	3,7	3,3		
<i>Pinus</i> (2)	14	13	x	x	4	x	x	x	11	23	xxx	x	4	x	x	16	19			14,6	13		
undifferenzierte Bisaccate	4	2,3	x	x	1,9			x	7,3	9	xxx	x	x	x	x	7,4	10			9,4	5,6		
<i>Cathaya</i>	2,5	3,2			0,6			x	2,4	2,5						2,4	2			1,4	3,3		
<i>Abies</i>	0,9	2,5	x		0,2			x	1,1	3		x	1	x	x	11	9	x		7,2	3,3		
<i>Picea</i>	1	3		x	0,7			x	2	6	x		2	x	x	6	8,5			9,4	4,1		
<i>Tsuga</i>	0,2	0,2			0,1				0,2	1,7			2	x	x	2	1,5			0,5	1,3		
<i>Cedrus</i>									0,3											x			
<i>Sciadopitys</i>	1								0,2	0,8		x				1					0,5	0,5	
<i>Acer</i> (2)	0,2	0,2							0,3												0,2		
<i>Alnus</i> (?)	2	2,7			1,7	x			3,5	3,5	xx	x	14	x	x	8,5	14			11,4	15,5		
Araliaceae								x	0,3														
Asteraceae (2)	0,7																			x		0,5	0,5
<i>Artemisia</i>	0,2											x											
<i>Betula</i>	1	0,7			0,5				1	0,3	x						0,6	x			0,2		
<i>Buxus</i>	0,2																				0,5	0,5	
<i>Calystegia</i>																					0,2		

Tab. 1: Häufigkeiten (%) der Pollen und Sporen in den einzelnen Proben; Zahlen in () nach der Gattung/Familie = Anzahl der Taxa; x, xx oder xxx = Häufigkeit der Pollen in Proben, die statistisch nicht ausgewertet werden konnten aufgrund zu geringer Pollenanzahl.

Tab. 1: Distribution of pollen and spores in the samples in percent, or if not treated statistically (low counts), the abundances are indicated by x, xx, or xxx; numbers in () in column 1 indicate the number of taxa.

Taxa \ Probennummern	23b	1	2	3	4	5	6	7	8a	8b	9	10	11	12	13w	14	15	16	18	19	20	21	
<i>Carpinus</i>	0,4									0,2	0,3	x										0,2	
<i>Carya</i> (?)	3,5	4,6			1,9				x	5,3	3	xx	x	4		x	4,3	x	7		5,3	4,1	
<i>Castanea/Lithocarpus</i>	1,3	0,5			0,6					0,6	0,5		x			1,2				2	2	2	
Caryophyllaceae										0,3												0,2	
<i>Celtis</i>	0,4						x			0,2	0,5											0,5	0,2
<i>Cercidiphyllum</i>					0,1																		0,2
Chenopodiaceae	0,2				0,1																		0,2
<i>Cornus</i>	1,5	0,2	x											1					0,5				0,2
Cyperaceae (2)						0,3				0,5		x											0,2
<i>Decodon</i>	2					0,1				0,3							0,6		1	x	2,3	0,5	0,2
Empetraceae	0,2	0,5			0,1					4,4	3,6	x		6			0,5		0,5		1	0,75	0,2
<i>Engelhardtia</i> (?)	2,6	3,6	x		1,3									1			0,6		1		1	0,5	0,2
Ericaceae (2)	0,2				x									1					x		0,5	0,75	0,2
<i>Fagus</i>	1						x			0,6	1	x		1			0,6		x	0,2			0,2
<i>Fraxinus</i>	0,4	0,2	x		x	0,3	x			1	0,6	x		1			0,6		0,6				0,2
Hamamelidaceae	0,2																						0,2
<i>Ilex</i> (2)	0,4	0,2																					0,2
<i>Juglans</i>										0,2			x										0,5
<i>Liquidambar</i>	0,2	0,5						x		0,3													0,5
<i>Lonicera</i>	0,2	0,2																					0,5
<i>Mastixia</i>		0,2								0,2													0,5
<i>Myriophyllum</i>	0,2									0,1													0,5
<i>Myrica</i> (2)	11	4	x			3				6	4	x		14		7	x	0,5		4	4,4		
Myrtaceae														0,5									0,5
<i>Nyssa</i>	0,4	0,5			0,1					0,3													0,5
<i>Parthenocissus</i>	1,3				0,2					0,3													0,7
<i>Platanus</i>																							0,5
Poaceae (2)	7,7	0,5	x		0,1					2,4	0,6	x		4					1		1	0,7	0,5
<i>Pterocarya</i>	1	2			0,3					1	1	x	x	1		1,2		1,5					1

Tab. 1. Fortsetzung / Continuation.

Taxa \ Probennummern	23b	1	2	3	4	5	6	7	8a	8b	9	10	11	12	13w	14	15	16	18	19	20	21	
<i>Quercus</i> (3)	5	1,8				1	x	x	x	1,7	1,4	x	x	5		1,2	1,5				2	3,3	
<i>Reevesia</i>	0,2																						
Rhamnaceae												x										0,2	
Rutaceae										0,6													
Rosaceae (2)						0,1																	
<i>Rumex</i>																							0,2
<i>Salix</i>	0,4	0,2				0,1			0,2	0,6						2	2				0,5	0,5	
<i>Sparganium</i>	1		x			0,5			1			x		1		0,6	x	0,2				0,7	
Styracaceae	0,2									0,6												0,5	0,7
<i>Trapa</i>	0,2																						
<i>Trigonobalanopsis</i>	1,5	1,3				0,5			0,6							0,6					2,3	1,5	
Tiliaceae (2)							x						x			0,6					1	1,3	
<i>Ulmus</i> (2)	2,5	0,7				0,5			1,7						x	1,2	1,5				1	1,8	
Urticaceae						0,1						x										0,2	
<i>Vitis</i>	0,2																				0,5	0,2	
<i>Zelkova</i>	0,2	0,5							4,4	3,5				14		3					4,5		3,3
indet.	3,7	7	x	x		2,2																	

Tab. 1: Fortsetzung / Continuation.

spermen. Die einzigen Ausnahmen sind *Selaginella* und *Glyptostrobus*. *Glyptostrobus europaeus* (BRONGNIART, 1833) UNGER, 1850 die einzige Gymnosperme, ist regelmäßig und häufig im gesamten Profil vertreten und ein weit verbreitetes, teilweise kohlebildendes Element in miozänen Sedimenten Österreichs. Das Angiospermenspektrum enthält mehrere Taxa, die bisher nicht oder selten im österreichischen Neogen vertreten waren oder deren Bestimmung problematisch ist. Anmerkungen dazu sind im Anhang 2 enthalten.

Die Häufigkeit der Taxa insgesamt und in den verschiedenen Proben variiert von Einzelexemplaren (*Nymphaea*, *Zanthoxylum*, *Toddalia*, *Urospathites*, *Proserpinaca*, Euphorbiaceae spp.) bis zu einhundert oder mehreren Hunderten von Exemplaren in einer oder mehreren Proben (*Glyptostrobus*, *Myrica*, *Rubus*, *Cladium*, *Potamogeton*). Vergleicht man die Diasporenspektren aus dem basalen, feinklastischen Bereich (D2, D11) mit dem Spektrum aus dem darauffolgenden grobkörnigeren Teil des Profils, sind folgende Unterschiede festzustellen: Nur wenige Gattungen sind auf die basalen Schichten beschränkt: *Ceratophyllum*, *Ficus potentilloides* MAI, 1964, cf. *Eoeryale*, *Cephalanthus*. Dagegen kommen mehrere Gattungen ausschließlich in dem grobkörnigeren, oberen Teil des Profils vor: *Selaginella*, *Actinidia*, *Alnus*, Euphorbiaceae, *Fagus*, *Proserpinaca*, *Carya*, cf. Ericaceae, *Nymphaea*, *Liquidambar*, Solanaceae, *Paulownia*, *Viola*, *Viscum*, *Urospathites*, *Epipremnites*, *Butomus*, *Stratiotes*, *Lemna* vel *Lemnosperrum*; einige davon aber nur mit einem Exemplar. Die Anzahl der aquatischen Elemente ist nur geringfügig niedriger als im basalen Teil, jedoch sind sie nie individuenreich vertreten und es handelt sich teilweise auch um andere Gattungen als im basalen Teil (vgl. oben und Tab. 2). Dieses lässt darauf schließen, dass sich die limnischen Ablagerungsbedingungen geändert haben oder auch Elemente aus kleinen Seen oder Tümpeln aus dem Hinterland hierher transportiert worden sind. Insgesamt betrachtet zeigen die Diasporenspektren aus den einzelnen Proben immer eine Mischung von Elementen aus verschiedenen Vegetationstypen.

Eine biostratigrafische Aussage ist anhand der Diasporen nicht möglich, da die Erhaltung des Materials in vielen Fällen keine spezifische Bestimmung gestattet. Weiterhin gibt es bisher nur wenige gut datierte Florenfundpunkte aus den verschiedenen Abschnitten des Miozäns in Österreich, die als Grundlage für die biostratigrafische Interpretation dienen könnten. Weiträumige Korrelationen sind meist mit größeren Unsicherheitsfaktoren behaftet, da regional klimatisch unterschiedliche Bedingungen mit einbezogen werden müssen.

5. Paläoökologie

Für die paläoökologische Analyse der in Mataschen nachgewiesenen Gattungen werden die ökologischen Bedingungen der heutigen Arten bzw. die aufgrund ihrer Vergesellschaftung und sedimentologischen Bedingungen zu postulierenden Habitate der

Familie	Taxa	D2	D11	D1	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D12
Selaginellaceae	<i>Selaginella</i> sp.				x	x	x	x	x	x		
Taxodiaceae	<i>Glyptostrobus europaeus</i>	x	xx	x	x	x	x	xx	xx	x	x	
Actinidiaceae	<i>Actinidia</i> sp.				1	x	x	x	x	1		
Araliaceae	Araliaceae gen. indet.		1					x	1	1		
Betulaceae	<i>Alnus</i> sp.			x		1		x	x			
Betulaceae	<i>Carpinus</i> sp.			x		cf.	x	cf.	x			x
Betulaceae	<i>Corylus</i> sp.						1	x				
Caprifoliaceae	<i>Sambucus</i> sp.		x		x	x	x	x	x			
Ceratophyllaceae	<i>Ceratophyllum</i> sp.		x									
Cornaceae	<i>Swida</i> sp.		x							cf.		
Ericaceae	cf. <i>Ericaceae</i> gen. et sp. indet.								1			
Euphorbiaceae	Euphorbiaceae Typ 1				1		1					
Euphorbiaceae	Euphorbiaceae Typ 2				1		1		1			
Euphorbiaceae	Euphorbiaceae Typ 3								1			
Fagaceae	<i>Fagus deucalionis</i>			x					x	1		
Hypericaceae ?	<i>Hypericum</i> cf. <i>holyi</i> vel <i>Carpolites dorofeevii</i>					1						
Haloragaceae	<i>Proserpinaca</i> sp.								1			
Hamamelidaceae	<i>Liquidambar</i> sp.				1							
Juglandaceae	<i>Carya</i> sp.							1				
Labiatae	cf. <i>Ajuga</i> sp.						x	x	x			

Tab. 2: Das Vorkommen der Diasporen in den einzelnen Proben; die Proben D1 und D2 sind nur ansatzweise untersucht (x = >1 Exemplar, xx = >50; cf. = Bestimmung problematisch).

Tab. 2: Abundances and distribution of diaspores; note that sample D1 and D2 are not completely analyzed (x = >1 specimen, xx = >50 specimen; cf. = identification problematic).

Familie	Taxa	D2	D11	D1	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D12
Lauraceae	cf. <i>Lauraceae</i> gen. et sp. indet.							x	x			
Lythraceae	<i>Decodon globosus</i>				x							
Lythraceae	<i>Decodon</i> sp.	x										
Lythraceae	<i>Microdiptera</i> sp.	x			x				1			
Magnoliaceae	<i>Liriodendron geminata</i>				x				x			
Magnoliaceae	<i>Magnolia</i> sp.		x									
Menispermaceae	<i>Sinomenium cantalense</i>		x		x		x	x	x			
Moraceae	<i>Ficus potentilloides</i>	x										
Moraceae	<i>Broussonetia</i> sp.	x			x				1			
Moraceae	Moraceae gen. et sp. indet.	x				x		1				
Moraceae vel	Moraceae vel											
Ranunculaceae	Ranunculaceae					1				x		
Myricaceae	<i>Myrica</i> sp.	x	xx		x	x	x	xx	xx			
Nymphaeaceae	cf. <i>Eoeryale</i> sp.		xx									
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea</i> sp.					1						
Ranunculaceae	cf. <i>Batrachium</i> sp.							x		1		
Rosaceae	<i>Rubus</i> spp.	xx			x	x	x	x	x	x		1
Rubiaceae	<i>Cephalanthus</i> sp.	x										
Rutaceae	<i>Toddalia maii</i>	1										
Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i> sp.	1										
Scrophulariaceae	<i>Paulownia cantalensis</i>					cf.	1					
Solanaceae	Solanaceae gen. et sp. indet.						1					
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.		1									
Theaceae	<i>Eurya stigmosa</i>				x			x		x		

Tab. 2: Fortsetzung / Continuation.

Familie	Taxa	D2	D11	D1	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D12
Trapaceae	<i>Trapa silesiaca</i>	x	xx					x				
Umbelliferae	<i>Umbelliferopsis molassicus</i>	x	x		x	x	x	x	x	x		
Violaceae	<i>Viola</i> sp. (aff. <i>neogenica</i>)				1							
Violaceae	cf. <i>Viola</i> sp.				1				1	1		
Viscaceae	<i>Viscum</i> sp.								1			
Vitaceae	Vitaceae gen. et sp. indet.		1	1	x	x	x	x				
Alismataceae	<i>Caldesia</i> sp.		1		1							
Araceae	<i>Epipremnites</i> sp.								1			
Araceae	<i>Urospathites dalgasii</i>								1			1
Araceae	<i>Urospathites</i> sp.								1			
Butomaceae	<i>Butomus</i> sp.				x			1	cf.			
Cyperaceae	<i>Carex</i> sp.	x	1									
Cyperaceae	<i>Cladium oligovasculare</i>		xx			x						x
Cyperaceae	<i>Cladium</i> sp.				1			1	x			
Cyperaceae	Cyperaceae gen. et sp. indet.		x		x	1	1	x	x			
Hydrocharitaceae	<i>Stratiotes kaltennordheimensis</i>									1		
Lemnaceae vel Araceae	<i>Lemna</i> vel <i>Lemnospermum</i> sp.							1				
Lemnaceae vel												
Stemonaceae	<i>Lemna</i> vel <i>Spirellea</i> sp.											
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton dubnensis</i>		xx									
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton</i> sp.			x				x	x			
Sparganiaceae	<i>Sparganium</i> spp.		1	x	x	x	x	x	x			1
Zingiberaceae	<i>Spirematospermum wetzleri</i>	x	x	x	x	x						
	number of taxa	5	26	8	14	30	17	27	34	10	2	4

Tab. 2. Fortsetzung / Continuation.

fossilen Gattungen zusammengefasst (Tab. 3). Auf dieser Grundlage erfolgt die Rekonstruktion der hauptsächlichlichen Vegetationstypen.

5.1. Ökologische Charakterisierung der Gattungen

Lebensformen

Die ökologischen Lebensbedingungen einer Pflanze bestimmen meist auch ihre Lebensform, sodass diese die Anpassungen an wechselnde Lebensbedingungen (Temperatur, Wasser) widerspiegelt. Die Mehrheit der repräsentierten Gattungen gehört eindeutig zu den Phanerophyten; dagegen ist nur ein epiphytisches Element dokumentiert: *Viscum*. Unter den krautigen Pflanzen überwiegen die Hydrophyten und Helophyten. Andere Lebensformen sind deutlich seltener repräsentiert, was eventuell in den oft weniger robusten Diasporen begründet sein kann, bzw. der bodennahen Lage der Blüten und Früchte, wodurch die Pollen und Diasporen wahrscheinlich nicht weit transportiert wurden. Die Dominanz von Phanerophyten, die sich hauptsächlich im Pollenspektrum dokumentiert, wird in der rezenten Vegetationsökologie als typisch für humide, tropisch-subtropische Bedingungen angesehen (z. B. SCHULZ 1988: 424); derartige Schlussfolgerungen sind jedoch aufgrund der taphonomischen Selektionsmechanismen kaum auf fossile Verhältnisse anzuwenden.

Habitate

Das Gattungsspektrum enthält Pflanzen aus verschiedenen Habitaten. Aquatische Elemente (Hydrophyten und Helophyten) sind mit ca. 20 % im Gattungsspektrum vertreten, ebenso die Pflanzen der Überschwemmungs- bzw. Feuchtgebiete. Auffällig ist, dass die aquatischen Elemente fast ausschließlich durch Diasporen dokumentiert sind, dagegen nur zwei durch Pollen. Die Pflanzen der Überschwemmungsgebiete kommen im Pollen- und Diasporenspektrum gleichermaßen vor. Etwa 33 % der nachgewiesenen Gattungen lassen sich nicht eindeutig feuchten oder trockenen Standorten zuordnen, z. B. wenn die rezenten Arten unter verschiedenen ökologischen Bedingungen wachsen. Diese Gattungen sind hauptsächlich im Pollenspektrum vertreten. Dagegen kommen Pflanzen trockener Standorte (ca. 25 %), d. h. außerhalb der Überschwemmungsgebiete, gleichmäßig im Pollen- und Diasporenspektrum vor.

Bestäubungsmechanismen

Bei fast 40 % der nachgewiesenen Gattungen erfolgt die Bestäubung durch den Wind (anemophil), etwa 50 % sind tierbestäubt (entomophil durch Insekten) und nur sehr wenige hydrophil. Einige der entomophilen Gattungen sind ausschließlich im Diasporenspektrum repräsentiert, die anemophilen Gattungen dagegen überwiegend im Pollenspektrum.

Familien	Gattungen	S/P/D	LF	H	BM	AM
Pteridophyta						
Osmundaceae	<i>Osmunda</i>	S	He	F/T		
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium/</i> <i>Lycopodiella</i>	S	Ch/He	F/T		
Polypodiaceae	Polypodiaceae	S	Ge/He	F/T		
Pteridaceae	Pteridaceae	S	Ge/He	F/T		
Selaginellaceae	<i>Selaginella</i>	D, S	Ch	F		
Gymnospermae						
Pinaceae	<i>Abies</i>	P	Ph	T	ap	ac
Pinaceae	<i>Cathaya</i>	P	Ph	F/T	ap	ac
Pinaceae	<i>Cedrus</i>	P	Ph	T	ap	ac
Pinaceae	<i>Picea</i>	P	Ph	F/T	ap	ac/dc
Pinaceae	<i>Pinus</i>	P	Ph	F/T	ap	ac/dc
Pinaceae	<i>Tsuga</i>	P	Ph	T	ap	ac
Sciadopityaceae	<i>Sciadopitys</i>	P	Ph	F/T	ap	ac
Taxodiaceae	<i>Glyptostrobus</i>	D, P	Ph	F	ap	ac
Angiospermae/Dicotyledoneae						
Aceraceae	<i>Acer</i>	P	Ph	F/T	ep	ac
Actinidiaceae	<i>Actinidia</i>	D	Ph	T	ep	ec
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i>	P	Ph	F/T	ep	ec
Araliaceae	gen. indet.	D, P	Ph/Li	F/T	ep	ec
Asteraceae	<i>Artemisia</i>	P	Ch/He/Th	F/T	ap	ac/z
Betulaceae	<i>Alnus</i>	D, P	Ph	F	ap	ac/hc
Betulaceae	<i>Betula</i>	P	Ph/Ch	F	ap	ac

Tab. 3: Zusammenstellung einiger ökologischer Daten zu den nachgewiesenen Gattungen. Nicht berücksichtigt sind Taxa mit unsicherer generischer Zugehörigkeit und Taxa mit Bestimmungen auf Familienniveau, wenn die ökologische Amplitude innerhalb der Familie sehr weit ist. Die Daten stammen großenteils aus RIDLEY (1930), VAN DER PJIL (1982), COOK (1996), FERGUSON (1998), LEINS (2000).

Abkürzungen: LF = Lebensformen (life forms), H = Habitats, BM = Bestäubungsmechanismen (pollination mechanism), AM = Ausbreitungsmechanismen (distribution mechanism) der Diasporen; D = Diasporen, P = Pollen, S = Sporen; Ch = Chamaephyt, Ep = Epiphyt, Ge = Geophyt, He = Hemikryptophyt, Hl = Helophyt, Hy = Hydrophyt, Li = Liane, Ph = Phanerophyt, Th = Therophyt; A = aquatisch, F = Überschwemmungsgebiete bzw. im Grundwasserniveau (flooded areas or with high ground water level), T = trockenere Standorte, unabhängig vom Grundwasserspiegel (dry habitats independent from ground water level); ap = anemophil, ep = entomophil, hp = hydrophil; ac = anemochor, at = autochor, dc = dyszoochor, ec = endozoochor, ex = exozoochor, hc = hydrochor, z = zoochor.

Tab. 3: Ecological compilation of preserved genera; taxa of uncertain genus affiliations, or just family identifications characterized by wide ecological amplitude were neglected. The data are extracted from RIDLEY (1930), VAN DER PJIL (1982), COOK (1996), FERGUSON (1998), LEINS (2000).

Familien	Gattungen	S/P/D	LF	H	BM	AM
Betulaceae	<i>Carpinus</i>	D, P	Ph	F	ap	ac
Betulaceae	<i>Corylus</i>	D	Ph	T	ap	dc
Buxaceae	<i>Buxus</i>	P	Ph	T	ep	ec/ex
Caprifoliaceae	<i>Lonicera</i>	P	Ph/Li	F	ep	ec
Caprifoliaceae	<i>Sambucus</i>	D	Ph/He	T	ep	ec
Ceratophyllaceae	<i>Ceratophyllum</i>	D	Hy	A	hp	hc/ec/ex
Cercidiphyllaceae	<i>Cercidiphyllum</i>	P	Ph	F/T	ep	ac
Convolvulaceae	<i>Calystegia</i>	P	He/Li?	F/T	ep	hc?
Cornaceae	<i>Swida/Cornus</i>	D, P	Ph	F/T	ep	ec
Empetraceae	<i>Empetrum</i>	P	Ph	F/T	ep	ec
Ericaceae	gen. indet.	P	Ch/He	F/T	ep	ec
Ericaceae	<i>Rhododendron</i>	P	Ph/Ch	F/T	ep	ac/at
Fagaceae	<i>Castanea/Lithocarpus</i>	P	Ph	F/T	ap	dc
Fagaceae	<i>Fagus</i>	D, P	Ph	T	ap	ac/dc
Fagaceae	<i>Quercus</i>	P	Ph	F/T	ap	dc
Fagaceae	<i>Trigonobalanopsis</i>	P	Ph	T/F	ap?	ac/dc?
Hypericaceae	<i>Hypericum</i>	D	Ch/He	T	ep	ac/ex
Haloragaceae	<i>Myriophyllum</i>	P	Hy	A	ep	hc/z
Haloragaceae	<i>Proserpinaca</i>	D	Hy	A	ep	hc
Altingiaceae	<i>Liquidambar</i>	D, P	Ph	F/T	ap	ac/ec?
Juglandaceae	<i>Carya</i>	D, P	Ph	F/T	ap	dc
Juglandaceae	<i>Engelhardia</i>	P	Ph	F/T	ap	ac
Juglandaceae	<i>Juglans</i>	P	Ph	T	ap	dc
Juglandaceae	<i>Pterocarya</i>	P	Ph	F	ap	ac
Labiatae	<i>Ajuga</i>	D	He	F/T	ep	ac/z/hc
Lythraceae	<i>Decodon</i>	D, P	Hy	F	ep	hc/z/at
Lythraceae	<i>Microdiptera</i>	D	Hy?	F	ep?	hc/z?
Magnoliaceae	<i>Liriodendron</i>	D	Ph	T	ep	ac/(ec)
Magnoliaceae	<i>Magnolia</i>	D	Ph	T	ep	ec
Mastixiaceae	<i>Mastixia</i>	P	Ph	F/T	ep	ec
Menispermaceae	<i>Sinomenium</i>	D	Ph/Li	F	ep	?
Moraceae	<i>Broussonetia</i>	D	Ph	T	ep	ec
Moraceae	<i>Ficus</i>	D	Ph/Li	T	ep	ec
Myricaceae	<i>Myrica</i>	D, P	Ph	F	ap	ec/ex
Myrtaceae	gen. indet.	P	Ph	T/F	ap	ec?
Nymphaeaceae	cf. <i>Eoeryale</i>	D	Hy	A	ep	hc/ec?
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea</i>	D	Hy	A	ep	hc/ec
Nyssaceae	<i>Nyssa</i>	P	Ph	F/T	ap	ec
Oleaceae	<i>Fraxinus</i>	P	Ph	F/T	ap	ac
Platanaceae	<i>Platanus</i>	P	Ph	F/T	ap	ac

Familien	Gattungen	S/P/D	LF	H	BM	AM
Polygonaceae	<i>Rumex</i>	P	Th/Ch/He	F	ap	ac/hc/ex/ec
Ranunculaceae	<i>Batrachium</i>	D	Hy	A	ep	hc/(z)
Rosaceae	gen. indet.	P	Ph/Li/He	F/T	ep	ec
Rosaceae	<i>Rubus</i>	D	Ph/Li/He	T	ep	ec
Rubiaceae	<i>Cephalanthus</i>	D	Ph	F	ep	ec?
Rutaceae	gen. indet.	P	Ph	T	ep	ec?
Rutaceae	<i>Toddalia</i>	D	Ph	T	ep	at/ac/ec
Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i>	D	Ph	T	ep	at/ac/ec
Salicaceae	<i>Salix</i>	P	Ph	F	ep	ac
Scrophulariaceae	<i>Paulownia</i>	D	Ph	T	ep	ac
Solanaceae	Solanaceae	D	Th/Ch/He	F	ep	ec
Sterculiaceae	<i>Reevesia</i>	P	Ph	T	ep	ac
Theaceae	<i>Eurya</i>	D	Ph	T	ep	ec
Tiliaceae	<i>Craigia</i>	P	Ph	T	ep	ac
Tiliaceae	<i>Tilia</i>	P	Ph	F/T	ep	ac
Trapaceae	<i>Trapa</i>	D	Hy	A	ep	hc/ex
Ulmaceae	<i>Celtis</i>	P	Ph	F	ap	ec
Ulmaceae	<i>Ulmus</i>	P	Ph	F/T	ap	ac
Ulmaceae	<i>Zelkova</i>	P	Ph	F/T	ap	ec
Umbelliferae	<i>Umbelliferopsis</i>	D	He/HI?	F	ep?	ac/hc
Urticaceae	gen. indet.	P	divers	F	ap	ac
Violaceae	<i>Viola</i>	D	He?	F	ep	at/ex
Viscaceae	<i>Viscum</i>	D	Ep	T	ep	ec/ex/dc
Vitaceae	<i>Parthenocissus</i>	P	Ph/Li	F/T	ep	ec
Vitaceae	<i>Vitis</i>	P	Ph/Li	F	ep	ec
Angiospermae/Monocotyledoneae						
Alismataceae	<i>Caldesia</i>	D	Hy	A	ep	hc/(ex)
Araceae	<i>Epipremnites</i>	D	HI/He?	A	ep?	ec?
Araceae	<i>Urospathites</i>	D	HI	A	ep?	ec/(hc?)
Butomaceae	<i>Butomus</i>	D	Hy	A	ep	hc?
Cyperaceae	<i>Carex</i>	D, P?	Ge/He	A	ap	hc/ec
Cyperaceae	<i>Cladium</i>	D	He	A	ap	hc/ec
Hydrocharitaceae	<i>Stratiotes</i>	D	Hy	A	ep	hc
Poaceae	gen. indet.	P	He	F/T	ap	ac/ec/ex
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton</i>	D	Hy	A	ap/hp	hc/ec/ex
Sparganiaceae	<i>Sparganium</i>	D, P	HI	A	ap	hc/ec/ex
Zingiberaceae	<i>Spirematospermum</i>	D	HI	A	ep?	hc/ec?

Tab. 3: Fortsetzung / Continuation.

Diasporenausbreitung

Als Ausbreitungsmechanismen gelten nur jene Vorgänge, die das Überleben der Diasporen, d. h., ihre Keimung gewährleisten, nicht jedoch einen Transport, der zur Zerstörung der Diasporen führt. Häufig ist nicht eindeutig feststellbar, ob es sich bei den beobachteten Mechanismen um den primären Ausbreitungsmechanismus handelt oder um zufällige Begebenheiten. Manche Pflanzen zeichnen sich durch die Kombination mehrerer Mechanismen aus (Diplo- bzw. Polychorie). Viele Samen und Früchte haben entsprechend ihrer Lebensweise spezielle Anpassungen an bestimmte Ausbreitungsmedien, wie z. B. Flügel für den Windtransport (Anemochorie). Mehr als 25 % der in Mataschen nachgewiesenen Gattungen zeichnen sich durch geflügelte Früchte oder Samen aus (z. B. Pinaceae, *Acer*, *Carpinus*, *Reevesia*), jedoch sind die meisten dieser Gattungen nur durch Pollen in Mataschen repräsentiert. Spezielle Anpassungen an Hydrochorie (Wassertransport) sind die Ausbildung luftgefüllter Zellen, wie z. B. bei *Decodon* und einigen *Potamogeton*-Arten, oder von Fortsätzen, wie z. B. bei *Trapa* oder *Ceratophyllum*. Diese Fortsätze können auch der exozoochoren Ausbreitung dienen, indem sich die Diasporen an den Federn von Wasservögeln festhaken. Bei insgesamt etwa 15 % der nachgewiesenen Gattungen werden die Diasporen häufig hydrochor verbreitet; diese sind überwiegend im Diasporenspektrum vertreten. Nicht alle Diasporen aquatischer Pflanzen zeigen jedoch spezielle Anpassungen an Hydrochorie, da dieses aufgrund des Standortes im Wasser zur Verbreitung nicht unbedingt erforderlich ist. Anpassungen an Endozoochorie sind auffällige Fruchtfarben, fleischige Exokarpium und eine harte Samen- oder Fruchtwand. Letzteres ist nötig, damit die Samen den Darmtrakt von Vögeln, Säugetieren, etc. unbeschädigt passieren können. Endozoochorie ist für mindestens 25 % der Gattungen rezent beobachtet worden, und die Gattungen sind gleichermaßen im Diasporen- und Pollenspektrum vertreten. Seltener treten Exozoochorie und Dyszoochorie auf. Letzteres beinhaltet das Wegtragen von Diasporen durch Tiere zum Zwecke des späteren Verzehrs (Vorratshaltung). Wenn die Ausbreitung der Diasporen ohne spezielle Anpassungen durch Wind, Wasser oder Tiere erfolgt, ist bei fehlenden Beobachtungen eine sichere Zuordnung nicht immer möglich ist.

Bestäubungs- und Diasporenausbreitungsmechanismen zeigen deutlich die Wechselbeziehungen von Tieren und Pflanzen in den rekonstruierten Habitaten und sind für die Rekonstruktion des gesamten Ökosystems von Bedeutung.

5.2. Habitat-Rekonstruktionen

Rekonstruktion 1 (Abb. 2) soll annähernd das Sumpfwaldhabitat widerspiegeln, welches zur Zeit der Ablagerung der basalen Sedimente existiert haben könnte. Der um den See wachsende Sumpfwald, welcher hauptsächlich aus *Glyptostrobus* (Wasserröhreiche) und vereinzelt Exemplaren von *Pinus* (Kiefer), *Carya* (Hickorynuss) und *Quercus* (Eiche) bestand, war sehr aufgelockert und von *Myrica*-Gebüsch (Gagelstrauch), kleinen Tümpeln und umgebenden Süßwassermarschen durchsetzt. In den Tümpeln und im See wuchsen Wasserpflanzen: *Trapa* (Wassernuss), *Ceratophyllum*



Abb. 2: Rekonstruktion der See- und Seeufervegetation während der Sedimentation der basalen Schichten (detaillierte Beschreibung im Text).

Fig. 2: Reconstruction of the vegetation at the lake margin and in the lake at the time of deposition of the lower part (detailed descriptions in the text).



Abb. 3: Rekonstruktion der Flussufervegetation während der Sedimentation der oberen Schichten (detaillierte Beschreibung im Text).
 Fig. 3: Reconstruction of the riparian vegetation at the time of deposition of the upper part (detailed description in the text).

(Hornblatt), *Myriophyllum* (Tausendblatt), *Eoeyryale* (fossile Seerosengattung), *Caldesia* (ein Froschlöffelgewächs, Alismataceae), *Potamogeton* (Laichkraut), etc. Die Süßwassermarschen setzten sich aus vielerlei krautigen und grasartigen Pflanzen zusammen: verschiedene Arten von Sauergräsern (Cyperaceae: z. B. *Carex*, *Cladium*), Süßgräsern (Poaceae), aber auch *Sparganium* (Igelkolben), *Urospathites* (fossiles Aronstabgewächs) und dem an der Basis verholzenden *Decodon* (Sumpfwiederich).

Rekonstruktion 2 (Abb. 3) soll die flussbegleitende Vegetation der Uferdämme darstellen, deren Elemente in den grobkörnigeren Sedimenten des oberen Profilabschnittes enthalten sind. Diese Vegetation war nicht von einer Pflanzenart dominiert, sondern bestand aus einer artenreichen Mischung von Holzpflanzen: *Fagus* (Buche), *Carya* (Hickorynuss), *Acer* (Ahorn), *Alnus* (Erle), *Ulmus*, (Ulme), *Tilia* (Linde), *Buxus* (Buchsbaum), *Salix* (Weide), *Myrica* (Gagelstrauch), *Carpinus* (Hainbuche), *Actinidia* (Kiwifruit), *Sambucus* (Holunder), *Rubus* (Himbeere), *Liriodendron* (Tulpenbaum), *Sinomenium* (Mondsamengewächs), *Magnolia*, Vitaceae (Weingewächse), wobei *Alnus* etwas häufiger vorkommt. Die Flussufervegetation ging fließend in eine Auenvegetation über, die wahrscheinlich von mehr überflutungsresistenten Arten bewachsen war, wie z. B. *Alnus*, *Pterocarya* (Flügelnuss), *Platanus* (Platane) und auch *Glyptostrobus*.

6. Vergleich mit obermiozänen Floren Österreichs

Steirisches Neogenbecken

Aus den obermiozänen Sedimenten des Steirischen Neogenbeckens waren in der Vergangenheit hauptsächlich Blattfloren, die vereinzelt Fruchtreste enthielten und teilweise nur als Abdrücke erhalten waren, bekannt geworden (KOVAR-EDER & KRÄINER 1988, 1990, 1991; KOVAR-EDER et al. 1995; GROSS 1998a, b; KRENN 1998). Inkohltes Material und Palynomorphen sind bisher selten gefunden worden, entweder aufgrund fehlender Aufschlüsse oder aufgrund der Sedimentationsbedingungen während dieser Zeit. Bisher gab es aus dieser Region keine Fundstelle obermiozänen Alters, die sowohl inkohlte Diasporen als auch Palynomorphen enthält. Eine artenarme Diasporenvergesellschaftung ist von der Lokalität Höllgraben bei Weiz, am Nordrand des Steirischen Neogenbeckens, beschrieben worden (Pannonium „A/B“; KOVAR-EDER & KRÄINER 1988). Diese lieferte ein aus 18 Diasporen- und 4 Blatt-Taxa bestehendes Florenspektrum; Pollen waren in diesen Proben nicht erhalten. Die palynologisch-karpologische Auswertung neuen Probenmaterials aus dieser Region ist derzeit im Gange, um vergleichende floristische Untersuchungen zwischen dem Nord- und Südrand des Steirischen Neogenbeckens zu ermöglichen. Andere Lokalitäten, wie z. B. Reith, westlich Mataschen (Pannonium „C“; KOVAR-EDER & KRÄINER 1991), lieferten wenige, teilweise inkohlte Blattreste und einzelne Fruchtreste (*Fraxinus*, *Salix*, *Potamogeton*) und eine relativ artenarme Palynomorphen-Vergesellschaftung mit etwa 35 Taxa. Die Fundstelle Paldau, westlich Mataschen (GROSS 1998a), enthält eine reichere Blattflora mit einigen Früchten, vorwiegend Flugfrüchten, die alle als Abdrücke erhalten sind (KRENN 1998).

Pannonisches Becken

Gut untersuchte Palynomorphen-Vergesellschaftungen liegen dagegen aus obermiozänen Sedimenten vom Westrand des Pannonischen Beckens und des Molassebeckens vor. Von der Fundstelle Badersdorf (oberes Ober-Miozän), im westlichen Teil des Burgenlandes, wurde kürzlich eine 110 Taxa umfassende Palynomorphen-Vergesellschaftung beschrieben (HOFMANN & ZETTER, im Druck). Die Anzahl der Taxa ist nicht wesentlich höher als in Mataschen, trotz einer deutlich besseren Erhaltung, doch sind derzeit noch viele Formen unbestimmt. Die Vergesellschaftung unterscheidet sich von jener in Mataschen durch einen deutlich höheren Anteil krautiger Elemente und einen höheren Anteil von aquatischen Pflanzen. Jedoch sind insgesamt die aquatischen Pflanzen nur schwach repräsentiert. Möglicherweise ist der geringe Anteil aquatischer Pflanzen im Pollenspektrum durch bisher noch wenig quantitativ untersuchte Faktoren bedingt (Entomophilie, schlecht erhaltungsfähige Pollenwand). Diasporen sind in Badersdorf nicht erhalten.

Oberösterreichische Molassezone

Die Pollen- und Sporenverteilung der kohleführenden Schichten des Hausrucks (Oberösterreichische Molassezone; oberstes Mittel-Miozän oder Ober-Miozän) wurde an den Bohrungen Kalletsberg und Lukasberg untersucht (MASSELTNER & HOFMANN, im Druck). Auch hier sind die Palynomorphen nur in wenigen Proben gut erhalten, vergleichbar mit Mataschen. Es konnten ca. 80 Taxa bestimmt werden, unter denen die Angiospermen, und zwar Fagaceae, Juglandaceae und Betulaceae dominieren, ähnlich wie in dem oberen Profilabschnitt von Mataschen. Die reiche Diasporenvergesellschaftung aus dem ehemaligen Braunkohlentagebau Hinterschlagen im Hausruck, die von MELLER untersucht wird, unterscheidet sich von jener in Mataschen in einigen Punkten, die jedoch überwiegend auf die unterschiedlichen Faziesbedingungen aufgrund der Kohlebildung und einen nur geringen fluviatilen Eintrag aus dem Hinterland zurückzuführen sind. Charakteristisch sind auch dort die zahlreichen aquatischen Elemente, unter ihnen auch *Trapa* (KOVAR-EDER & WOJCICKI 2002) und *Eoeryale*.

7. Schlussfolgerungen und Bedeutung

Die palynologisch-sedimentologische und karpologische Untersuchung des Sedimentprofils aus der Tongrube Mataschen lieferte ein mehr als 90 Taxa umfassendes Spektrum an Palynomorphen und ein aus etwa 60 Taxa bestehendes Diasporenspektrum. Biostratigrafisch sind die Pollen und Sporen aus Mataschen derzeit nur begrenzt auswertbar und weisen auf ein Ober-Miozän hin.

Das Profil lässt sich sedimentologisch in zwei Bereiche untergliedern. Der basale Abschnitt (3 m) repräsentiert einen überfluteten Sumpfwald, der obere Teil (25 m) dokumentiert Seesedimente, in denen sich in zunehmendem Maße ein Flussdelta

bemerkbar macht („coarsening upward“). Das häufige Auftreten von Dinoflagellaten zeigt einen brackischen Einfluss im unteren Teil des Profils an (0–7 m).

Die floristischen Zusammensetzungen des Palynomorphen- und des Diasporenspektrums weisen einerseits eine große Übereinstimmung, andererseits auch auffallende Unterschiede auf. In beiden Spektren sind Elemente verschiedener Habitats vertreten, jedoch sind die aquatischen Elemente vorzugsweise mit Diasporen repräsentiert. Dagegen kommen viele Phanerophyten nur im Pollenspektrum vor, insbesondere die Gymnospermen, aber auch z. B. *Nyssa*, *Fraxinus*, *Platanus*, *Reevesia*, *Tilia*, *Ulmus* und *Zelkova*. Die palynologischen Proben lassen vom Liegenden zum Hangenden einen Trend von einem Sumpfwald-Habitat mit krautigen Marschen und Gebüsch hin zu einer Uferdamm- und Auenvegetation erkennen. Die Diasporenspektren der einzelnen Proben zeigen keinen sehr deutlichen Trend an, da viele Elemente im gesamten Profil vertreten sind und andererseits aus dem Fehlen von Elementen nur eingeschränkt Rückschlüsse möglich sind. Die unterschiedlichen Häufigkeiten gewisser Elemente in den beiden Teilen des Profils lassen sich, unter Vorbehalt, folgendermaßen interpretieren. Die basalen Sedimente mit ihren zahlreichen Nymphaeaceen- und *Trapa*-Diasporen weisen auf einen größeren, nährstoffreichen, flachen und ruhigen See hin, der randlich einerseits von einem ausgedehnten *Cladium*-Schilfgürtel begrenzt war und andererseits *Glyptostrobos*-Sumpfwäldern mit *Myrica*-Sträuchern Raum bot. *Ficus*, *Broussonetia* und *Rubus* wuchsen weiter entfernt vom Ufer auf trockeneren Standorten. *Glyptostrobos*-*Myrica*-Vorkommen hat es bei zunehmender Delta-Progradation weiterhin in der Umgebung des Sees gegeben. Zusätzlich lassen sich eine *Alnus*-dominierte Auenvegetation, eine aus zahlreichen diversen Gehölzen zusammengesetzte Flussufervegetation mit unterschiedlichem Überflutungseinfluss, ein mesophytischer Wald im Hinterland, z. B. mit *Fagus*, als auch aquatische Habitats feststellen, in denen z. B. *Stratiotes* wuchs. Die Tierwelt dieser Habitats ist indirekt durch die Bestäubungs- und Diasporenausbreitungsmechanismen angezeigt, die für die Ausbreitung der Pflanzen von entscheidender Bedeutung sind.

Die paläobotanische Bedeutung dieser Lokalität liegt in mehreren Faktoren begründet: a) Erhaltung von Diasporen, Palynomorphen und Blättern (vgl. KOVAR-EDER 2004), wodurch die Flora und Vegetation so weit wie möglich rekonstruierbar sind, b) das Vorkommen verschiedener Pflanzenorgane erlaubt taphonomische Rückschlüsse auf die Entstehung fossiler Pflanzenvergesellschaftungen im Allgemeinen, c) mit der biostratigrafischen Einstufung (vgl. HARZHAUSER 2004) ist die Flora gut datiert und damit für die Rekonstruktion der Florenentwicklung im Steirischen Neogenbecken und überregional zum Vergleich mit obermiozänen Floren, z. B. nördlich des entstehenden Alpenkamms, gut verwertbar.

Dank

Finanziell unterstützt wurde diese Arbeit vom Wissenschaftsfond in Österreich (FWF Projekte P 13739-Geo und P 13742-Bio). Wir danken M. GROSS und I. FRITZ (Landesmuseum Joanneum, Graz) für Informationen zur Geologie der Tongrube Mataschen und die Organisation der Grabung, R. ZETTER (Universität Wien) für Hinweise zur biostratigrafischen Auswertung von Palynomorphen-Vergesellschaftungen im Miozän von Österreich und den beiden Gutachtern (Z. KVACEK, V. WILDE) für ihre konstruktiven Vorschläge.

Literatur

- BERTOLDI, R. & MARTINETTO, E. (1995): Ricerche paleobotaniche (Palynologiche e Paleocarpologiche) sulla successione "Villafranchiana" del Rio ca'Viettone (Torino, Italia). – *Il Quaternario*, 8(2): 403-422, 12 Abb., Verona.
- BUTZMANN, R. & FISCHER, T. (1997): Description of the fossil fruit *Paulownia inopinata* nov. spec. from the Middle Miocene of Unterwohnbach (Bavaria) and other possible occurrences of the genus in the Tertiary. – *Documenta naturae*, 115: 1-13, 1 Tab., 2 Taf., München.
- BUZEK, C., KVACEK, Z. & HOLY, F. (1985): Late Pliocene palaeoenvironment and correlation of the Vildštejn floristic complex within Central Europe. – *Rozpravy Ceskoslovenske Akademie Ved, Rada matematickych a prirodnych ved*, 95(7): 1-72, 4 Abb., 4 Tab., 20 Taf., Prag.
- COLLINSON, M.E. (1980): Recent and Tertiary seeds of the Nymphaeaceae sensu lato with a revision of *Brasenia ovula* (BRONG.) REID & CHANDLER. – *Annals Botany*, 46: 603-632, 8 Abb., 5 Taf., Oxford.
- COOK, C.D.K. (1996): *Aquatic Plant Book*. – 228 S., 408 Abb., SPB Academic Publishing, Amsterdam/New York.
- DAXNER-HÖCK, G. (2004): Biber und ein Zwerghamster aus Mataschen (Unter-Pannonium, Steirisches Becken). – *Joannea Geologie und Paläontologie*, 5: 19-33, 3 Abb., 4 Taf., Graz.
- DRAXLER, I., SOLTI, G., LOBITZER, H. & CICHOCKI, O. (1994): Erster Nachweis von „Alginit“ (sensu JÁMBOR & SOLTI, 1975) im Südoststeirischen Tertiärbecken (Österreich). – In: LOBITZER, H., CSÁSZÁR, G. & DAURER, A. (Red.): *Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich–Ungarn*. – 2: 19-54, 2 Abb., 7 Tab., 12 Taf., Geologische Bundesanstalt, Wien.
- EBNER, F. & SACHSENHOFER, R.F. (1991): Die Entwicklungsgeschichte des Steirischen Tertiärbeckens. – *Mitteilungen der Abteilung für Geologie und Paläontologie am Landesmuseum Joanneum*, 49: 1-96, 29 Abb., 7 Tab., 3 Beil., Graz.
- FERGUSON, D.K. (Hrsg., 1998): *Case studies in the Cenophytic Palaeobotany of Central Europe*. – *Review of Palaeobotany and Palynology, Special Issue*, 101: 1-286, Amsterdam.
- FERGUSON, D.K., PINGEN, M., ZETTER, R. & HOFMANN, Ch.-Ch. (1998): Advances in our knowledge of the Miocene plant assemblage from Kreuzau, Germany. – *Review of Palaeobotany and Palynology*, 101: 147-177, 9 Abb., 2 Tab., 8 Taf., Amsterdam.
- FRIS, E.M. (1985): Angiosperm fruits and seeds from the Middle Miocene of Jutland (Denmark). – *Kongelige Danske Videnskaberne Selskab Biologiske Skrifter*, 24(3): 1-165, 15 Abb., 30 Taf., Kopenhagen.

- GROSS, M. (1998a): Floren- und Faziesentwicklung im Unterpannonium (Obermiozän) des Oststeirischen Neogenbeckens (Österreich). – Geologisch-Paläontologische Mitteilungen Innsbruck, 23: 1-35, 4 Abb., 1 Tab., 5 Taf., Innsbruck.
- GROSS, M. (1998b): Faziesanalyse fluviatiler Sedimente (Obermiozän, Südoststeiermark, Österreich). – Mitteilungen Geologie und Paläontologie am Landesmuseum Joanneum, 56: 131-164, 367-371, 5 Abb., 3 Tab., 4 Taf., 2 Beil., Graz.
- GROSS, M. (2000): Das Pannonium im Oststeirischen Becken. – Berichte des Institutes für Geologie und Paläontologie der Karl-Franzens-Universität, 2: 47-86, 17 Abb., 1 Kt., 3 Tab., 2 Taf., Graz.
- GROSS, M. (2003): Beitrag zur Lithostratigraphie des Oststeirischen Beckens (Neogen/Pannonium; Österreich). – Österreichische Akademie der Wissenschaften, Schriftenreihe der Erdwissenschaftlichen Kommissionen, 16: 11-62, 18 Abb., 1 Beil., 2 Tab., Wien.
- GROSS, M. (2004): Zur Ostracodenfauna (Crustacea), Paläoökologie und Stratigraphie der Tongrube Mataschen (Unter-Pannonium, Steirisches Becken, Österreich). – Joannea Geologie und Paläontologie, 5: 49-129, 7 Abb., 3 Tab., 18 Taf., Graz.
- GÜNTHER, T. & GREGOR, H.-J. (1997): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Band 5: Artennachweise und stratigraphische Problematik. – Documenta naturae, 50(5): 1-150, 2 Abb., 11 Tab., München.
- GÜNTHER, T. & GREGOR, H.-J. (2002): Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Band 10: Revision und Update des Artennachweises. – Documenta naturae, 50(10): 1-181, 2 Abb., 2 Tab., München.
- HARZHAUSER, M. (2004): Mollusc based Biostratigraphy of the Clay Pit Mataschen in the Styrian Basin (Pannonian). – Joannea Geologie und Paläontologie, 5: 149-161, 1 Taf., Graz.
- HOFMANN, Ch.-Ch. & ZETTER, R. (2001): Palynological investigation of the Krappfeld area, Palaeocene/ Eocene, Carinthia (Austria). – Palaeontographica, B, 259: 47-64, 3 Abb., 1 Tab., 4 Taf., Stuttgart.
- HOFMANN, Ch.-Ch. & ZETTER, R. (im Druck): The reconstruction of different wetland plant habitats of the Pannonian Basin System (Neogene, Eastern, Austria). – Palaios, Lawrence (Kansas).
- KNOBLOCH, E. (1981a): Megasporen, Samen und Früchte aus dem österreichischen Tertiär. – Vestník Ustredniho Ustavu Geologickeho, 56(2): 87-97, 1 Abb., 1 Tab., 4 Taf., Prag.
- KNOBLOCH, E. (1981b): Neue paläobotanische Untersuchungen im Pannon und Pont des mährischen Teils des Wiener Beckens. – Sborník Narodniho Muzeum v Praze, B, 37(3-4): 205-227, 1 Abb., 6 Taf., Prag.
- KNOBLOCH, E. & MAI, D.H. (1986): Monographie der Früchte und Samen in der Kreide von Mitteleuropa. – Rozprawy Ustredniho Ustavu Geologickeho., 47: 1-219, 52 Abb., 56 Taf., Prag.
- KOVAR-EDER, J. (1988): Obermiozäne (Pannone) Floren aus der Molassezone Österreichs. – Beiträge zur Paläontologie von Österreich, 14: 19-121, 17 Abb., 12 Taf., Wien.
- KOVAR-EDER, J. (2004): Die obermiozäne Flora von Mataschen bei Fehring, Steiermark – Blattvergesellschaftungen. – Joannea Geologie und Paläontologie, 5: 163-175, 3 Taf., Graz.
- KOVAR-EDER, J. & KRAINER, B. (1988): Die Flora und Facies des Fundpunktes Höllgraben südöstlich von Weiz. – Mitteilung der Abteilung für Geologie und Paläontologie am Landesmuseum Joanneum, 47: 27-51, 5 Abb., 3 Taf., Graz.

- KOVAR-EDER, J. & KRAINER, B. (1990): Faziesentwicklung und Florenabfolge des Aufschlusses Wörth bei Kirchberg/ Raab (Pannon, Steirisches Becken). – *Annalen des Naturhistorischen Museums Wien*, A, 91: 7-38, 9 Abb., 9 Taf., Wien.
- KOVAR-EDER, J. & KRAINER, B. (1991): Flora und Sedimentologie der Fundstelle Reith bei Unterstorcha, Bezirk Feldbach in der Steiermark (Kirchberger Schotter, Pannonium C, Miozän). – *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 134(4): 737-771, 2 Abb., 1 Tab., 10 Taf., Wien.
- KOVAR-EDER, J. & WOJCICKI, J.J. (2002): A Late Miocene (Pannonian) flora from Hinterschlagen, Hausruck lignite area, Upper Austria. – *Acta Palaeobotanica*, 41(2): 221-251, 4 Abb., 5 Tab., 6 Taf., Krakau.
- KOVAR-EDER, J., HABLY, L. & DEREK, T. (1995): Neuhaus/Klausenbach – eine miozäne (pannone) Pflanzenfundstelle aus dem südlichen Burgenland. – *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 138(2): 321-347, 2 Abb., 1 Tab., 6 Taf., Wien.
- KOVAR-EDER, J., KVACEK, Z. & MELLER, B. (2001): Comparing Early to Middle Miocene floras and probable vegetation types of Oberdorf N Voitsberg (Austria), Bohemia (Czech Republic), and Wackersdorf (Germany). – *Review of Palaeobotany and Palynology*, 114: 83-125, 7 Abb., 9 Tab., Appendix, Amsterdam.
- KVACEK, Z. (2003): Aquatic Angiosperms of the Early Miocene Most Formation of North Bohemia (Central Europe). – *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 241: 255-279, 3 Abb., 5 Taf., Frankfurt am Main.
- KRENN, H. (1998): Die obermiozäne (pannone) Flora von Paldau, Steiermark, Österreich. – *Mitteilungen Geologie und Paläontologie am Landesmuseum Joanneum*, 56: 165-271, 3 Abb., 12 Tab., 10 Taf., Graz.
- LEINS, P. (2000): Blüte und Frucht. – 390 S., 244 Abb., 3 Tab., Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- LOBITZER, H., KODINA, L.A., SOLT, G., SCHWAIGHOFER, B. & SURENIAN, R. (1988): Fazies, Geochemie und Stratigraphie ausgewählter Vorkommen österreichischer organisch reicher Gesteine. – Ein Zwischenbericht. – *Geologisch-Paläontologische Mitteilungen Innsbruck*, 15: 85-107, 1 Abb., 9 Tab., 2 Taf., Innsbruck.
- MAI, D.H. (1987): Neue Arten nach Früchten und Samen aus dem Tertiär von Nordwestsachsen und der Lausitz. – *Feddes Repertorium*, 98(1-2): 105-126, 8 Abb., 9 Taf., Berlin.
- MAI, D.H. (1988): New Nymphaealean fossils from the Tertiary of central Europe. – *Tertiary Research*, 9: 87-96, 4 Abb., 2 Taf., Leiden.
- MAI, D.H. (1997): Die oberoligozänen Floren am Nordrand der Sächsischen Lausitz. – *Palaeontographica*, B, 244: 1-124, 1 Abb., 1 Tab., 13 Taf., Stuttgart.
- MAI, D.H. (2000): Die untermiozänen Floren aus der Spremberger Folge und dem 2. Flözhorizont der Lausitz. Teil III. Dialypetale und Sympetale. – *Palaeontographica*, B, 253: 1-106, 1 Tab., 23 Taf., Stuttgart.
- MAI, D.H. & WALTHER, H. (1985): Die obereozänen Floren im Weiße-Becken (Bezirk Leipzig, DDR). – *Abhandlungen des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden*, 33: 2-260, 3 Abb., 53 Taf., Dresden.
- MAI, D.H. & WALTHER, H. (1988): Die pliozänen Floren von Thüringen. – *Quartärpaläontologie*, 7: 55-297, 101 Abb., 2 Tab., 41 Taf., Berlin.

- MAI, D.H. & WALTHER, H. (1991): Die oligozänen und untermiozänen Floren NW-Sachsens und des Bitterfelder Raumes. – Abhandlungen des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, 38: 1-230, 6 Bilder, 3 Tab., 48 Taf., Dresden.
- MARTINETTO, E. (1995): Significato cronologico e paleoambientale dei macrofossili vegetali nell'Inquaramento stratigrafico del "Villafranchiano" di alcuni settori del Piemonte (Italia NW). – 149 S., Tesi di Dottorato in Scienze della Terra, Università Torino, 9 Abb., 5 Taf., Turin.
- MARTINETTO, E. (2001): The role of central Italy as a centre of refuge for thermophilous plants in the late Cenozoic. – Acta Palaeobotanica, 41(2): 299-319, 1 Abb., 1 Tab., 2 Taf., Krakau.
- MASSELTHER, T. & HOFMANN, Ch.-Ch. (im Druck): Palynology and palynofacies of Miocene coal-bearing (clastic) sediments of the Hausruck area (Austria). – Geobios, Amsterdam.
- MELLER, B. (1998): Systematisch-taxonomische Untersuchungen von Karpo-Taphocoenosen des Köflach-Voitsberger Braunkohlenrevieres (Steiermark, Österreich; Untermiozän) und ihre paläoökologische Bedeutung. – Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, 140(4): 497-655, 12 Abb., 11 Tab., 25 Taf., Wien.
- MELLER, B., KOVAR-EDER, J. & ZETTER, R. (1999): Lower Miocene leaf, palynomorph, and diaspore assemblages from the base of the lignite-bearing sequence in the opencast mine Oberdorf, N Voitsberg (Styria, Austria) as an indication of „Younger Mastixioid“ vegetation. – Palaeontographica, B, 152: 123-179, 1 Abb., 5 Tab. 11 Taf., Stuttgart.
- MIKI, S. (1960): Nymphaeaceae remains in Japan, with new Fossil Genus *Eoeuryale*. – Journal of the Institute of Polytechnics, D, 11: 63-78, 5 Abb., 8 Tab., 5 Taf., Osaka.
- NETOLITZKY, F. (1926): Anatomie der Angiospermen-Samen. – 364 S., 26 Abb., 550 Fig., Gebrüder Bornträger, Berlin.
- REID, E.M. (1923): Nouvelles recherches sur les graines du pliocènes inférieur du Pont-de-Gail (Cantal). – Bulletin de la Société Géologique de France, 23: 308-355, 11 Abb., 2 Taf., Paris.
- RIDLEY, H.N. (1930): The Dispersal of Plants throughout the World. – 744 S., 22 Taf., Reeve & Co., Ashford.
- SCHULZ, J. (1988): Die Ökozonen der Erde. – 488 S., 189 Abb., 48 Tab., Uni-Taschenbücher, Stuttgart.
- VAN DER PIJL, L. (1982): Principles of Dispersal in Higher Plants. – 215 S., 30 Abb., Springer-Verlag, Berlin/New York.

Anhang 1: Sedimentologische Beschreibung des Profils

Profil der Tongrube bei Mataschen, aufgenommen im Mai 1998 (Pollenproben P1–P23a; Diasporenproben D1–D12); gemessen von der Basis (Tiefsohle) zum Top: Gruben-Gldg. = Gruben-Gliederung, Mk = Mächtigkeit, Diasp. = Diasporen.

Gruben-Gldg.	Mk [cm]	Sedimentbeschreibung	Pollenproben	Diasp.-proben
Basis Tiefsohle	68	dunkelgrauer Ton, teilweise bioturbat, Bruchflächen mit deutlichen Harnischstreifen, um die Stubben von zwei Taxodiaceae (P23b) kommt Pflanzenmaterial (P23) und <i>Lymnocardium</i> sp. in Linsen vor (P23a); es treten lokal <i>Trapa</i> -Früchte auf, besonders im oberen Teil der Tone (D11); die Probe D2 stammt aus einem tieferen Abschnitt dieser Tone, der 1998 nicht mehr aufgeschlossen war und der ebenfalls Stubben und lokale Molluskenansammlungen enthielt und zusätzlich Blattreste (vgl. KOVAR-EDER 2004) führte	23b 23	2 11
	ca. 220	mittel-dunkelgrauer Ton mit geringen Siltgehalten, von vielen bioturbaten und gefleckten (mottled) Horizonten durchzogen, in der unteren Hälfte sind sie weniger deutlich und 1–2 cm dick und beinhalten <i>Lymnocardium</i> spp., die obere Hälfte hat deutliche bioturbate Horizonte von 4–5 cm Dicke		
Basis erste Sohle	15	braun-grauer „verschmierter“ Ton	1	
	15	scharf begrenzte Sandbank, erste 2,5 cm sind parallel laminiert (P2), der obere Teil ist wellig laminiert (1 cm); manche Laminae von organischem Material (OM) und detritischen Glimmern abgegrenzt (P3)	2 3	
	1,5	leicht laminiertes Ton	4	
	1	Sand		
	1,5	Ton mit drei dunklen Laminae (P5)	5	
	1,2	oxidierter Sand		
	5	grauer Ton, zum liegenden Sand hin mit oxidierten (rötlich-gelb) Farben		

	6	grauer Ton mit dünnen Sandlinsen und im oberen Teil bioturbat (P6)	6	
	7	bräunlicher, beige-grauer Ton		
	10	hellgrauer Ton		
	6	Sand, an der Basis parallel laminiert, am Top wellig laminiert, viel OM in den Laminae, Obergrenze unregelmäßig ausgebildet		
	20	dunkelgrauer Ton, leicht bioturbat	7	
Bruch 20 m nach links	150	Wechsellagerungen von siltigen Tonen und tonigen feinkörnigen Sanden (oxidierte beige Farben) von ca. 2,5–3,5 cm Dicke (P8a; ca. 10 cm unter Reduktionshorizont)	8a	
	ca. 1	Lage mit grau-grünen Reduktionsringen um ca. 0,5–1 cm große harte Konkretionen in siltiger bis feinsandiger Matrix		
	ca. 200	Wechsellagerungen von 1,5–2 cm mächtigen organisch reichen Laminae (OM oft in Bändern oder Linsen) und 3,5–4 cm mächtigen braun-beigen, siltigen Tonen mit kleinen Schalenfragmenten (P8b); die braun-grauen OM-reichen Laminae sind gut spaltbar	8b	
	450–500	laminierte sandige Silte (P9), lokal mit Pflanzendetritus (D1)		1
Basis zweite Sohle	15–20	bräunlich-dunkelgrauer siltiger Ton, leicht parallel bis wellig laminiert		
	6–7	parallel laminiertes Feinsand mit braunen siltigen Streifen (P10) und deutlichen dunkelbraunen organischen Laminae (ca. 1–2 mm dick)	10	
	2–3	Übergang vom Feinsand zum siltigen Ton		
	3–4	siltiger Ton mit schwachen Reduktionsstreifen		
	12,5	Feinsand, unten parallel laminiert, oben wellig laminiert		
	4	Ton	11	
	5	hellgrauer bis bräunlicher Ton mit 1–3 mm dicken Siltlaminae und Linsen und Streifen (mm-Bereich) mit OM		
	11	schwach gebänderter siltiger Ton		
	4	laminierte siltige Feinsande und Tone		
	12	leicht siltiger Ton		
	8	sandiger Silt mit regelmäßigen deutlichen organisch reichen Laminae von 1–3 mm Dicke (P12)	12	

	150–200	sandiger Silt mit organischen reichen Laminae (s.o.)		
	40	Sand mit Linsen und Streifen OM, untere 10 cm wellig laminiert und teilweise mit Strömungslamination, obere 30 cm parallel bis schwach wellig laminiert, am Top mehr siltig bis tonig ausgebildet (D3)		3
	150	siltig bis tonig, Wechsellagerungen von tonigen Bändern (1–2 cm dick) (P13w) mit nach oben hin zunehmenden tonigen Silten	13w	
	15	Silte mit Tonstreifen, die reich an OM sind		
	4	laminiertes Feinsand		
	6	organischer Ton	14	
	7	wellig laminiertes Feinsand mit organischen Streifen		
	28–30	Ton mit drei „turbiditischen“ Einschaltungen (typisches fining upward: unten sandig oben siltig für ca. 2–3 cm)		
	10	siltiger Ton, oben mehr organische Streifen		
	8	siltiger Feinsand mit organischen Laminae		
	16	Feinsand, unten parallel laminiert oben wellig laminiert, mit vielen organisch reichen Streifen		
	5	Übergang zu mehr tonigen Silten		
	6	strukturloser Sand, an der Basis schwach gebändert		
	3	Übergang zu siltigen Tonen, leicht oxidiert		
	23	schwach gebänderter Ton	15	
	44	Feinsand, meist laminiert, teilweise auch wellig laminiert, reich an OM in Streifen und Linsen (P16, D4, D5), zum Hangenden hin feiner werdend	16	4 5
	30	Ton mit cm-Bänderung		
	8	siltiger Feinsand mit organischen Laminae		
Basis dritte Sohle	120	gebänderter Ton (vgl. oben.) mit Horizonten aus dünnen Siltlinsen (0,2–1 cm dick) alle 3–4 cm; in den oberen 15 cm mehr siltig gebändert und unregelmäßiger Kontakt zum Hangenden		
	15–16	Feinsand mit 2–3,5 cm dicken „laminierten“ Tonlinsen; erst parallel dann wellig laminiert (P17), Oberseite relativ scharf begrenzt (D6)	17	6
	7	gebänderter Ton (alle 1,5–2 cm) mit hellen dünnen siltigen Bändern (0,5 cm) (P18), scharfe Obergrenze	18	
	15	Feinsand, unten fein parallel laminiert, oben mehr gebändert, vier Streifen mit reichem OM (D7)		7

	3	Ton		
	2	deutlich laminiertes Feinsand		
	115	dunkelgrauer und mitteldunkelgrauer laminiertes Ton	19	
	15	Feinsand, laminiert mit OM		
	ca. 160	gebänderter Ton und siltiger Ton (ca. 1–2 cm) bis sandige Silte (ca. 9 cm)		
	12	Silt mit reichem OM	20	8
	130	rhythmische Wechsellagerungen von sandigen Silten (10–12 cm dick, oft mit dünnen Linsen aus Ton oder OM) und siltigen Sanden (parallel bis wellig laminiert mit Streifen von OM, nach oben hin mehr siltige Sande bis Sande, die feine Laminationen zeigen)		9 10
	100	nach oben feiner werdende graue Silte und siltige Tone (P21, D12) mit Blattfossilien (beprobte von KOVAR-EDER und STRÖBITZER; Florenliste in KOVAR-EDER 2004)	21	12

Anhang 2: Anmerkungen zur Systematik, Taxonomie und Verbreitung einiger Diasporen-Taxa

Die Auswahl der hier näher beschriebenen Taxa erfolgte anhand verschiedener Kriterien: a) das erste Auftreten im Neogen Österreichs, b) problematische Bestimmungen interessanter und selten nachgewiesener Taxa, c) wichtige Ergänzungen zu bekannten Taxa. Die systematisch-taxonomische Bearbeitung ist noch nicht abgeschlossen.

Familie Hypericaceae? JUSSIEU, 1789

Hypericum cf. *holyi* FRIIS, 1985 vel *Carpolithes dorofeevii* FRIIS, 1985

Taf. 4, Fig. 3

Material: 1 Samenfragment (Inv.Nr. IPUW 2003-4-3).

Bemerkungen: Die eindeutige Bestimmung von fossilen *Hypericum*-Samen ist häufig schwierig (FRIIS 1985: 40, 90-91). Makroskopisch betrachtet und ohne Untersuchungen mit dem Rasterelektronenmikroskop (REM) könnten diese Samen z. B. auch als *Juncus*-Samen bestimmt werden. Andererseits wurden als *Hypericum* LINNE, 1753 bestimmte Samen später von MAI (in MARTINETTO 1995) zu *Paulownia* SIEBOLD & ZUCCARINI, 1835 gestellt (vgl. MAI 2000), andere gehören nach FRIIS (1985: 40) zu *Ludwigia*

LINNE, 1753 einer Onagraceae JUSSIEU, 1789. Ein länglich schmaler (0,8 × 0,3 mm), zartwandig erscheinender und flachgepresster Same von Mataschen, dessen Oberflächenstruktur aus ca. 13 Reihen (pro Seite) undeutlicher und unregelmäßiger rechteckiger Zellquerschnitte besteht, zeigt im REM im apikalen bzw. basalen Bereich stark gelappte Zellumrisse. Nicht erkennbar ist jedoch, ob diese Struktur auch im mittleren Teil besteht. *H. holyi* aus dem Mittel-Miozän von FASTERHOLT in Dänemark besitzt überall gelappte Zellen. Für Samen, die im mittleren Teil keine gelappten Zellen besitzen, hat FRIIS (1985) *C. dorofeevii* aufgestellt. Dieses *Hypericum* sehr ähnliche Taxon unterscheidet sich zusätzlich durch ein Operculum von jenen als *Hypericum* bestimmten Samen. Ein Operculum ist bei dem Exemplar aus Mataschen nicht vorhanden.

Aus dem Ober-Miozän des Hausrucks hatte KNOBLOCH (1981a) erstmals Samen von *Hypericum* für das österreichische Neogen nachgewiesen. Aus dem mitteleuropäischen Neogen sind mehrere *Hypericum*-Arten beschrieben, weitere auch aus dem Bereich der GUS, jedoch meist ohne Kenntnis des anatomischen Baus der Samenschale. Rezent gibt es ca. 300 Arten und systematisch-anatomische Untersuchungen an *Hypericum*-Samen sind nicht bekannt, sodass die bei fossilen Samen verwendeten Merkmale nur Morphotypen unterscheiden lassen.

Familie Labiatae JUSSIEU, 1789

cf. *Ajuga* sp.

Taf. 4, Fig. 2

Material: Mehrere Samen aus der Probe D5 (Inv.Nr. IPUW 3505-9, Inv.Nr. IPUW 2003-4-2); die Samen aus D6 (Inv.Nr. IPUW 3506-11) und D7 (Inv.Nr. IPUW 3507-13) gehören eventuell nicht zu diesem Taxon.

Bemerkungen: Die Gattung *Ajuga* LINNE, 1753 ist rezent mit ca. 45 Arten vertreten, fossil mit einigen Arten seit dem Mittel-Miozän (MAI & WALTHER 1988). Charakteristisch ist die große Ansatzfläche, die ca. die halbe Länge des Nüsschens umfasst, und das Retikulum der Oberfläche.

Familie Lemnaceae GRAY, 1821 vel Araceae JUSSIEU, 1789

***Lemna* vel *Lemnospermum* sp.**

Taf. 3, Fig. 2

Material: 1 Samenfragment (Inv.Nr. IPUW 2003-3-2).

Bemerkungen: Die eine Samenhälfte von 1,3 mm Länge und mit 9 Längsrippen, jedoch ohne Querstreifung, ist den Samen von *Lemna* LINNE, 1753 ähnlich, jedoch deutlich größer als diese. Die Gattung *Lemnospermum* NIKITIN, 1976 ist durch größere

gerippte Samen mit Ähnlichkeiten zu *Spirodela* SCHLEIDEN in LINNAEA, 1839 und *Lemna* LINNE, 1753 und durch maximal insgesamt 16 Längsrippen charakterisiert. Die Oberfläche des Samens aus Mataschen besteht aus in der Aufsicht polygonalen (häufig hexagonalen) Zellquerschnitten mit geraden Zellwänden. Ein Exemplar von *Lemnospermum* cf. *pistiforme* NIKITIN, 1976 aus dem Hausruckgebiet in Oberösterreich (unpubliziertes Material) zeigt eine ähnliche Oberflächenstruktur, jedoch ist der Aufbau der Samenzwand nicht erkennbar. Nach MAI (1999: 54) besteht die Samenzwand von *Lemnospermum* außen aus parenchymatischen und innen aus isodiametrischen Zellen. KVACEK (2003) betrachtet *Lemnospermum* als eine Araceae aus der Unterfamilie Limnobiophylloideae KVACEK, 2003; diese beruht auf den als *Limnobiophyllum* KRASSILOV, 1973 emend. KVACEK, 2003 beschriebenen Blattfossilien.

Familie Lemnaceae GRAY, 1821 vel Stemonaceae? ENGLER, 1887

***Lemna* vel *Spirellea* sp.**

Taf. 3, Fig. 3

Material: 1 Samenfragment (Inv.Nr. IPUW 2003-3-3).

Bemerkungen: Das Fragment ist 1,5 mm lang (damit länger als *Lemna*-Samen) und zeigt mindestens 13 Längsrippen und Ansätze von transversal verlaufenden Rippen. Diese sind von *Spirellea* KNOBLOCH & MAI, 1986 nicht beschrieben. Aufgrund der langen Radialsklereiden (Taf. 3, Fig. 3c) gehört es sicher nicht zur Gattung *Lemnospermum* (vgl. oben).

Die Formgattung *Spirellea* war ursprünglich von KNOBLOCH & MAI (1986) für gerippte Samen aufgestellt worden, deren systematische Zugehörigkeit nicht bekannt war. MAI (1987) hat sie dann aufgrund der Ähnlichkeit von *Spirellea germanica* MAI, 1987 mit der rezenten Art *Stemona japonica* (BLUME) FRANCHET & SAVATIER zu den Stemonaceae gestellt. Der eine Samen aus Mataschen ist *Spirellea* aff. *bohemica* KNOBLOCH & MAI, 1986 aus dem italienischen Pliozän sehr ähnlich (BERTOLDI & MARTINETTO 1995: Fig. 4/22), jedoch fehlt dem Material aus Mataschen, eventuell erhaltungsbedingt, der basale ausgezogene Teil. Andererseits ist die Oberfläche im Detail (Zellquerschnitte) jener von *Lemna* vel *Lemnospermum* sp. (Taf. 3, Fig. 2b) ähnlich. Somit ist dieses Fragment ebenfalls derzeit nicht eindeutig bestimmbar. Weitere detaillierte morphologisch-anatomische Vergleiche der fossilen gerippten Samen mit den rezenten Samen aus den verschiedenen Familien sind notwendig, um genauere Bestimmungen vornehmen zu können.

Familie Menispermaceae JUSSIEU, 1789

***Sinomenium cantalense* (REID, 1920) DOROFEEV, 1955**

Taf. 2, Fig. 6

Material: Mehrere Samen aus verschiedenen Proben (Inv.Nr. IPUW 2003-2-6, Inv.Nr. IUPW 3501-6, Inv.Nr. IUPW 3503-7, Inv.Nr. IUPW 3504/11, Inv.Nr. IUPW 3505-10, Inv.Nr. IUPW 3506-13, Inv.Nr. IUPW 3507-17, Inv.Nr. IUPW 3508-6).

Bemerkungen: Die Samen kommen in Mataschen in vielen Proben und meist auch mit einigen Exemplaren vor. Die Gattung *Sinomenium* DIELS, 1910 war im Neogen Österreichs bisher nur mit einem einzigen Exemplar von *Sinomenium militzeri* KIRCHHEIMER, 1943 aus dem Köflach-Voitsberger Braunkohlenrevier nachgewiesen (KOVAREDER et al. 2001). Der Artnamen ist nach MAI (1997: 30) ein jüngeres Synonym zu *S. cantalense*, eine im Ober-Miozän und Pliozän in Mitteleuropa weit verbreiteten Art (GÜNTHER & GREGOR 1997: 118). Heute sind diese laubwerfenden Lianen in Japan, China und im Himalaya verbreitet.

Familie Moraceae BERG, 1977

***Ficus potentilloides* MAI, 1964**

Taf. 4, Fig. 4, 6

Material: Zahlreiche Endokarprien (Inv.Nr. IUPW 2003-4-4, Inv.Nr. IUPW 2003-4-6, Inv.Nr. IUPW 3510-8).

Bemerkungen: Die Gestalt und Form der zahlreichen Endokarprien weist eine große Diversität auf, die teilweise durch die sedimentäre Kompaktion bedingt ist und die Endokarprien horizontal bis vertikal oder schräg zusammengedrückt. Charakteristisch ist ihre Größe von ± 1 mm, selten bis 1,3 mm, eine deutliche apikale Kante mit ausgezogener Griffelspitze und die feingrubige Oberflächenstruktur, hervorgerufen durch die unregelmäßigen hexagonalen (-pentagonalen) Zellquerschnitte der äußeren Zellschicht. Quer- oder Längsbrüche der Endokarpwände zeigen meist keinerlei Zellstrukturen, sondern nur glänzende Flächen aufgrund der starken Vergelung des Materials. Die Abgrenzung zu anderen aus dem Miozän beschriebenen *Ficus*-Arten ist aufgrund der morphologischen Variation und ähnlicher Größen nicht immer einfach. So sind die Populationen von *F. potentilloides* aus verschiedenen Lokalitäten in ihrer Größe etwas variabel. Die Endokarprien aus Kreuzau z. B. sind etwas größer als die Endokarprien aus Mataschen, aber ähnlich in der Form und Oberflächenstruktur (FERGUSON et al. 1998: Taf. 3, Fig. 1-3). *Ficus lutetianoides* MAI, 1987 hat eine stärker ausgeprägte Griffelspitze und ist dünnwandiger (MAI 1987). *Ficus europaea* NEGRU, 1969 zeigt keinen deutlichen Griffelfortsatz (nach MAI & WALTHER 1991: 52).

Unter den wenigen Moraceen-Endokarpn aus dem Unter-Miozän der Steiermark zeigen einige Exemplare ähnliche Oberflächenstrukturen und apikale Verdickungen (MELLER et al. 1999: Taf. 11, Fig. 9-11), jedoch konnten diese aufgrund der zu geringen Anzahl von Exemplaren (vgl. oben) nicht eindeutig zugeordnet werden. *F. potentilloides* ist eine im Unter- und Mittel-Miozän weit verbreitete Art Mitteleuropas und kommt noch im Pliozän Italiens vor (MARTINETTO 2001); sie ist hier erstmals sicher aus dem Neogen Österreichs belegt.

***Broussonetia* sp.**

Taf. 4, Fig. 5

Material: Mehrere Endokarpn (Inv.Nr. IUPW 2003-4-5, Inv.Nr. IUPW 3503-8, Inv.Nr. IUPW 3507-18, Inv.Nr. IUPW 3510-9).

Bemerkungen: Die Moraceen-Endokarpn mit einer deutlich warzigen Oberflächenstruktur gehören zur Gattung *Broussonetia* L'HERITIER ex VENTENAT, 1799. Diese war bisher aus dem österreichischen Neogen nicht nachgewiesen, jedoch aus den angrenzenden Gebieten von Mähren und der Slowakei (KNOBLOCH 1981b).

Familie Nymphaeaceae SALISBURY, 1805

cf. *Eoeryale* sp.

Taf. 2, Fig. 1-5

Material: Zahlreiche Samenfragmente, wenige komplette Samen, viele isolierte Operculae (Inv.Nr. IUPW 2003-2-1 bis 2003-2-5, Inv.Nr. IUPW 3510-12).

Bemerkungen: Die Diasporen, die hier vorläufig mit der fossilen Nymphaeaceen-Gattung *Eoeryale* verglichen werden, sind mit keiner anderen bisher beschriebenen *Eoeryale*-Art aus dem Neogen Mitteleuropas identisch (MIKI 1960; MAI 1988; COLLINSON 1980). Im Unterschied zu den Samen der fossilen Gattung *Eoeryale* MIKI, 1960 deren Testa außen aus Radialsklereiden und innen aus parenchymatischen Zellen besteht, besitzen die Samen aus Mataschen keine Radialsklereiden (Taf. 2, Fig. 5) und die Testa ist auch nur etwa 50 µm dick. Die Oberflächen der Samen erscheinen glatt bis runzelig; Arillusreste oder Zellstrukturen sind nicht sicher erkennbar. Stellenweise fehlt die glatte Schicht, wodurch Zellquerschnitte von unregelmäßiger Form und mit dünnen Zellwänden erkennbar werden (Taf. 2, Fig. 2c, d). Der Aufbau der Samenzwand zeigt keine Übereinstimmung mit anderen fossilen Nymphaeaceen-Gattungen (vgl. COLLINSON 1980: Fig. 8), während das Operculum jedoch *Eoeryale* ähnelt. Die Mikropyle befindet sich annähernd im Zentrum des Operculums. Das Hilum liegt am Rand des Operculums, teilweise noch innerhalb des Operculums (Taf. 2, Fig. 3), teilweise genau auf dem Rand (Taf. 2, Fig. 4), sodass Operculum und Samen hier keine deutliche Grenze aufweisen. Die Oberfläche des Operculums besteht nahe der Mikro-

pyle aus unregelmäßig geformten, seltener hexagonalen Zellquerschnitten. Zum Rand hin wird das Zellmuster deutlich unregelmäßiger und die Zellen sind mehr gestreckt (Taf. 2, Fig. 2a).

Familie Scrophulariaceae JUSSIEU, 1789

Paulownia cantalensis (REID, 1923) MAI in MARTINETTO, 1995

Taf. 4, Fig. 1

- 1923 *Hypericum cantalense* – REID: 341, Taf. 11, Fig. 9 (Pont-de-Gail, Cantal, Unter-Pliozän).
- 1995 *Paulownia cantalensis* (E.M. REID, 1923) MAI comb. nov. – MARTINETTO: 91, Taf. 5, Fig. 1-3 (Ca' Viettone u. a., Oberitalien, Ober-Miozän oder Unter-Pliozän).
- 2000 *Paulownia cantalensis* (E.M. REID, 1923) MAI – MAI: 79, Taf. 21, Fig. 1 (Calau u. a., Lausitz, Deutschland, Unter-Miozän).

Material: 2 Samen (Inv.Nr. IUPW 2003-4-1, Inv.Nr. IUPW 3504-7).

Bemerkungen: Ein kleiner, 1 mm langer und 0,6 mm breiter Same (Taf. 4, Fig. 1) erscheint aufgrund der Oberflächenstruktur, bestehend aus wenigen Längsreihen (ca. 5–6 pro Seite) mit großen quergestreckten Gruben makroskopisch *Hypericum*-Samen ähnlich. Mit dem REM sind jedoch Reste einer äußeren häutigen Struktur erkennbar, die mit den Flügelresten von *P. cantalensis* übereinstimmen, was auch MARTINETTO (schriftl. Mitt.) bestätigte. Ein weiterer Same aus einer anderen Probe (Inv.Nr. IUPW 3504-7) ist 1,1 mm lang, 0,8 mm breit und weist 6 deutliche Längsreihen großer quergestreckter Zellen auf. Möglicherweise handelt es sich um einen weiteren Samen dieser Art, jedoch ohne Reste des Flügels. Im Detail sind keine gelappten Zellquerschnitte erkennbar, welche typisch für *Hypericum* sind (vgl. oben und FRIIS 1985: 40).

Es ist der erste Nachweis dieser Art aus dem österreichischen Neogen. Die Samen wurden bisher nur von wenigen Lokalitäten in Europa beschrieben, jedoch könnten manche als *Hypericum* bestimmte Samen zu dieser Art gehören. Blätter und Früchte von *Paulownia* wurden bisher ebenfalls nur selten nachgewiesen (vgl. BUTZMANN & FISCHER 1997).

Innerhalb der Scrophulariaceae ist *Paulownia* der einzige baumförmige Vertreter. Alle anderen Gattungen sind krautig, strauchig oder Lianen. Sie wird manchmal auch als eigene Familie betrachtet oder zu den Bignoniaceae gestellt. Rezent kommt sie mit 5 Arten in Ostasien vor; *Paulownia tomentosa* (THUNBERG, 1783) SIEBOLD & ZUCCARINI, 1835 ex STEUDEL wird auch gerne als Parkbaum in Mitteleuropa angepflanzt.

Familie Trapaceae DUMORTIER, 1828

Trapa silesiaca GOEPPERT, 1855, emend. WOJICKI & ZASTAWNIAK, 2002

Taf. 2, Fig. 7-8

Material: Zahlreiche Früchte (Inv.Nr. IPUW 2003-2-7 und 2003-2-8, Inv.Nr. IUPW 3502-3, Inv.Nr. IUPW 3506-19 (1 Fragment), Inv.Nr. IPUW 3510-17).

Bemerkungen: Die Früchte dieser Art wurden bereits von anderen miozänen Fundstellen in Österreich beschrieben (z. B. KOVAR-EDER & KRÄINER 1988: als *Trapa heeri* FRITSCH, 1885; KOVAR-EDER 1988), jedoch meist nur mit wenigen Exemplaren. Die zahlreichen Exemplare aus Mataschen belegen die morphologische Variabilität der Früchte, die durch die Kompaktion nochmals verstärkt wird.

Familie Butomaceae RICHARD, 1816

Butomus sp.

Taf. 3, Fig. 1

Material: Wenige Samen (Inv.Nr. IUPW 2003-3-1, Inv.Nr. IUPW 3504-24, Inv.Nr. IUPW 3507-29 (1 fraglicher Samen)).

Bemerkungen: Die Samen entsprechen in ihrer Größe (1,1–1,2 mm), der Anzahl und Form der Längsrippen (ca. 18–20 dünne, hohe, leicht gewellte Rippen) und der Ausbildung von feinen Querleisten den Samen von *Butomus* LINNE, 1753 (vgl. MAI 1987, 1997). Mit dem REM sind diese Querleisten als deutlich quergestreckte, schmale Zellen erkennbar. Dieses Zellmuster entspricht der Beschreibung von *Butomus* in NETOLITZKY (1926). Charakteristisch ist auch das in Längsrichtung verlaufende Leitbündel, welches auf der Samenoberfläche aufliegt (Taf. 3, Fig. 1b). Ähnlich große Samen mit Längsrippen kommen auch bei den Pontederiaceae KUNTH, 1816 vor. Die Gattung *Monochoria* PRESL, 1827 hat nach MAI & WALTHER (1985: 124) jedoch kleinere Früchte mit eher kantigen Rippen. *Eichhornia* KUNTH, 1842 stimmt in der Größe überein, ist fossil aber bisher nur aus dem Paläogen nachgewiesen und kommt heute in Südamerika bis ins atlantische Nordamerika vor.

Butomus-Samen wurden bisher nur von wenigen Lokalitäten aus dem Neogen von Deutschland und Tschechien (MAI 1997, BUZEK et al. 1985) beschrieben und ist auch in der Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas (GÜNTHER & GREGOR 2002) bisher nicht enthalten. In Österreich war die Gattung bisher durch Makrofossilien nicht belegt, jedoch durch Pollen aus Badersdorf (vgl. Kap. 6 und HOFMANN & ZETTER, im Druck).

Anschrift der Verfasserinnen:
Dr. Barbara Meller, Dr. Christa-Charlotte Hofmann
Universität Wien
Institut für Paläontologie
Sektion Paläobotanik
Althanstraße 14
A-1090 Wien
barbara.meller@univie.ac.at,
christa.hofmann@univie.ac.at

Tafelerläuterungen

Tafel 1

Alle Aufnahmen mit dem Rasterelektronenmikroskop (= REM). Fig. a) und Fig. b) zeigen jeweils das gleiche Pollenkorn. Bei den Übersichtsbildern (Fig. a) entspricht der Balken 10 μm , bei den Detailbildern (Fig. b) 1 μm .

- Fig. 1: Caryophyllaceae-Pollenkorn, a) Übersicht, b) Porusbereich
- Fig. 2: *Buxus*-Pollenkorn, a) Übersicht, b) Detailbild des Retikulums
- Fig. 3: *Rhododendron*-Pollenkorn, a) Übersicht, b) Detailbild der Oberfläche
- Fig. 4: *Alnus*-Pollenkorn, a) Übersicht, b) Detailbild der Oberfläche
- Fig. 5: *Fagus*-Pollenkorn, a) Übersicht, b) Detailbild der Oberfläche
- Fig. 6: Übersichtsbild eines *Ilex*-Pollenkornes
- Fig. 7: Übersichtsbild des Dinoflagellaten *Spiniferites* MANTELL, 1850

Tafel 2

- Fig. 1-5: cf. *Eoeuryale* sp. (REM-Aufnahmen)
- Fig. 1: vollständiger Samen mit Operculum (Inv.Nr. IPUW 2003-2-1)
- Fig. 2: Detailansichten eines Fragmentes (Inv.Nr. IPUW 2003-2-2), a) Hilum mit deutlich hervorgehobenem Rand, b) Oberfläche des Operculums neben der schlitzförmigen Mikropyle, c) Aufsicht auf die Samenoberfläche; die äußerste glatte Zellschicht fehlt größtenteils, d) Detail von c)
- Fig. 3: Samenfragment mit Operculum, das Hilum befindet sich innerhalb des Operculums (Inv.Nr. IPUW 2003-2-3)
- Fig. 4: Samenfragment mit Operculum; das Hilum befindet sich auf dem Rand des Operculums (Inv.Nr. IPUW 2003-2-4)
- Fig. 5: Samenhaut im Querschnitt mit großen dünnwandigen Zellen (Außenseite rechts; Inv.Nr. IPUW 2003-2-5)
- Fig. 6: *Sinomenium cantalense* (REID, 1920) DOROFEEV, 1955; Samenhautaußenseite; Maßstab = 5 mm (Inv.Nr. IPUW 2003-2-6)
- Fig. 7-8: *Trapa silesiaca* GOEPPERT, 1855, emend. WOJCIK & ZASTAWNIAK, 2002; stark abgeflachte Exemplare; Maßstab = 5 mm (Fig. 7: Inv.Nr. IPUW 2003-2-7, Fig. 8: Inv.Nr. IPUW 2003-2-8)

Tafel 3

Der Maßstab entspricht 1 mm bei allen mit a) bezeichneten Figuren.

Fig. 1: *Butomus* sp. (Inv.Nr. IPUW 2003-3-1), a) Samen vor der Reinigung mit zahlreichen Sedimentpartikeln zwischen den Rippen, b) REM-Aufnahme nach der Reinigung mit Flusssäure (HF); auf der linken Samenhälfte ist ein Leitbündel erkennbar, c) Detail der Samenoberfläche

Fig. 2: *Lemna* vel *Lemnospermum* sp. (Inv.Nr. IPUW 2003-3-2), a) Samen vor der Reinigung, b) REM-Aufnahme nach der Reinigung mit HF; die Samenoberfläche ist in der Mitte völlig glatt aufgrund der Kompaktion oder Abrasion, c) Detail der Samenoberfläche neben einer Rippe

Fig. 3: *Lemna* vel *Spirellea* sp. (Inv.Nr. IPUW 2003-3-3), a) Samen vor der Reinigung, b) REM-Aufnahme, das Exemplar ist während der REM-Präparation an dem bereits vorhandenen Spalt auseinander gebrochen, c) Radialsklereiden der Samenwand, d) Detail der Samenoberfläche neben einer Rippe

Tafel 4

Alle Aufnahmen mit dem REM.

Fig. 1: *Paulownia cantalensis* (REID, 1923) MAI in MARTINETTO, 1995 (Inv.Nr. IPUW 2003-4-1), a) Samen mit Resten des häutigen Flügels auf der Oberfläche, b) Detail der Samenoberfläche

Fig. 2: cf. *Ajuga* sp. (Inv.Nr. IPUW 2003-4-2), a) Nüßchen mit großer, rundlicher Ansatzstelle, b) Detail der grubigen Oberfläche

Fig. 3: *Hypericum* cf. *holyi* FRIS, 1985 vel *Carpolithes dorofeevii* FRIS, 1985 (Inv.Nr. IPUW 2003-4-3), a) Samen mit undeutlichen Längsreihen von flachen Gruben, b) Detail der Samenoberfläche nahe der Basis

Fig. 4: *Ficus potentilloides* MAI, 1964 (Inv.Nr. IPUW 2003-4-4), a) Endokarp mit deutlicher apikaler Kante, b) Detail der Endokarpoberfläche

Fig. 5: *Broussonetia* sp. (Inv.Nr. IPUW 2003-4-5), a) Endokarp mit deutlicher warziger Oberfläche, b) Detail des subapikalen Bereichs

Fig. 6: *Ficus potentilloides* MAI, 1964 (Inv.Nr. IPUW 2003-4-6), a) lateral abgeflachtes Exemplar, b) Detail der gut erhaltenen Endokarpoberfläche

Explanation of the Plates

Plate 1

All figures are taken with the Scanning Electron Microscope (= SEM). Fig. a) and Fig. b) display always the same pollen grain. In all overview images (Fig. a) the scale is 10 μm , in all detail images (Fig. b) the scale is 1 μm .

Fig. 1: Caryophyllaceae pollen grain, a) overview images, b) porus area

Fig. 2: *Buxus* pollen grain, a) overview images, b) reticulum

Fig. 3: *Rhododendron* pollen grain, a) overview images, b) detail of the surface

Fig. 4: *Alnus* pollen grain, a) overview images, b) detail of the surface

Fig. 5: *Fagus* pollen grain, a) overview images, b) detail of the surface

Fig. 6: Overview of an *Ilex* pollen grain

Fig. 7: Overview of the dinoflagellate *Spiniferites* MANTELL, 1850

Plate 2

Fig. 1-5: cf. *Eoeryale* sp. (SEM-pictures)

Fig. 1: Complete seed with the operculum

Fig. 2: Details of an apical fragment, a) round hilum with a prominent margin, b) surface of the operculum next to the micropyle slit, c) seed surface mainly without the outermost smooth layer, d) detail of c)

Fig. 3: Seed fragment with the operculum, note the position of the hilum still within the operculum

Fig. 4: Seed fragment with the operculum, note the position of the hilum partly outside the operculum

Fig. 5: Testa section exposing the wide thin-walled cells (seed surface right)

Fig. 6: *Sinomenium cantalense* (REID, 1920) KIRCHHEIMER, 1943; seed surface; scale = 5 mm

Fig. 7-8: *Trapa silesiaca* GOEPPERT, 1855, emend. WOJCICKI & ZASTAWNIAK, 2002; specimens strongly flattened, scale = 5 mm

Plate 3

The scale is 1 mm in all figures labeled with a).

Fig. 1: *Butomus* sp., a) seed with bright sediment particles between the ridges, b) overview with the SEM after cleaning with HF; one vascular bundle is observable on the left side, c) detail of the seed surface

Fig. 2: *Lemna* vel *Lemnospermum* sp., a) seed before cleaning, b) overview with the SEM after cleaning with HF; surface partly totally smooth due to compression or abrasion, c) detail of the seed surface, between the ridges

Fig. 3: *Lemna* vel *Spirellea* sp., a) seed, b) overview with the SEM; the specimen has been broken during the SEM-preparation at the rupture, c) curved radial sclereids of the seed wall, d) detail of the seed surface near a ridge

Plate 4

All views were taken with the SEM.

Fig. 1: *Paulownia cantalensis* (REID, 1923) MAI in MARTINETTO, 1995, a) seed with remains of the wing on the surface, b) detail of the seed surface

Fig. 2: cf. *Ajuga* sp., a) nutlet, b) detail of the seed surface

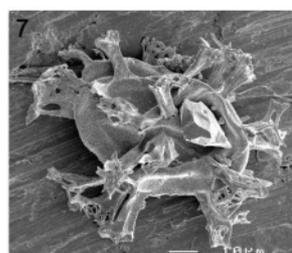
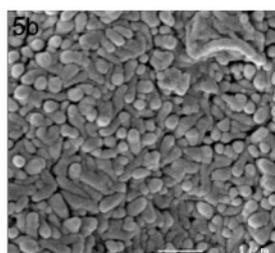
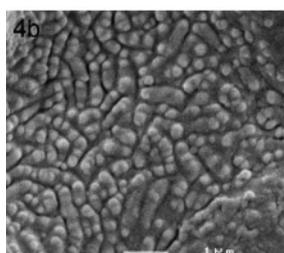
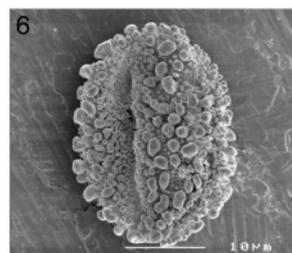
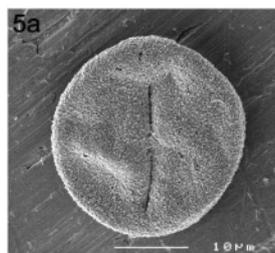
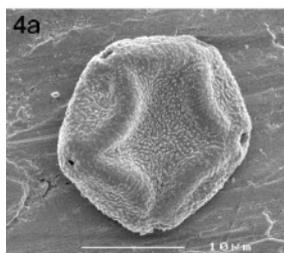
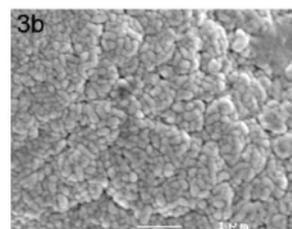
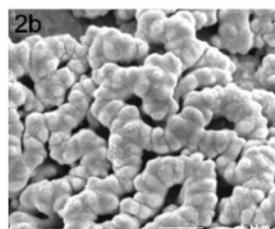
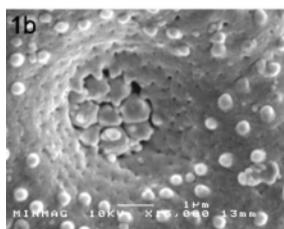
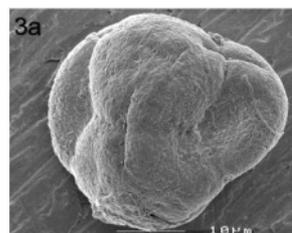
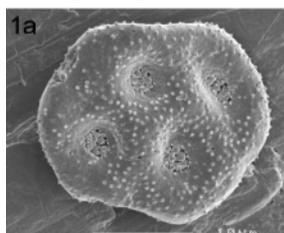
Fig. 3: *Hypericum* cf. *holyi* FRIIS, 1985 vel *Carpolithes dorofeevii* FRIIS, 1985, a) seed, b) detail of the seed surface near the base

Fig. 4: *Ficus potentilloides* MAI, 1964, a) endocarp, b) detail of the endocarp surface

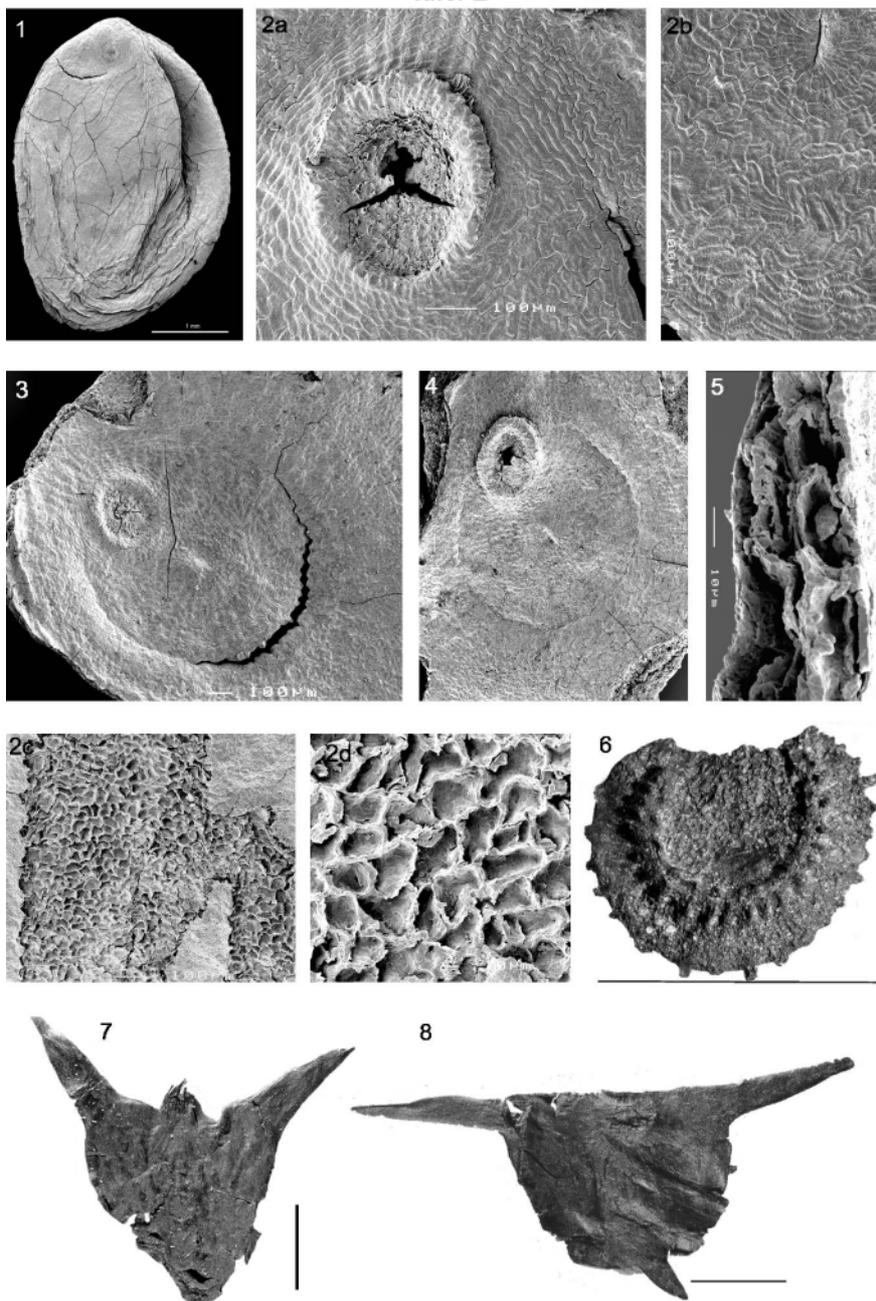
Fig. 5: *Broussonetia* sp., a) endocarp, b) detail of the sub-apical area

Fig. 6: *Ficus potentilloides* MAI, 1964, a) lateral flattened specimen, b) detail of the well preserved endocarp surface

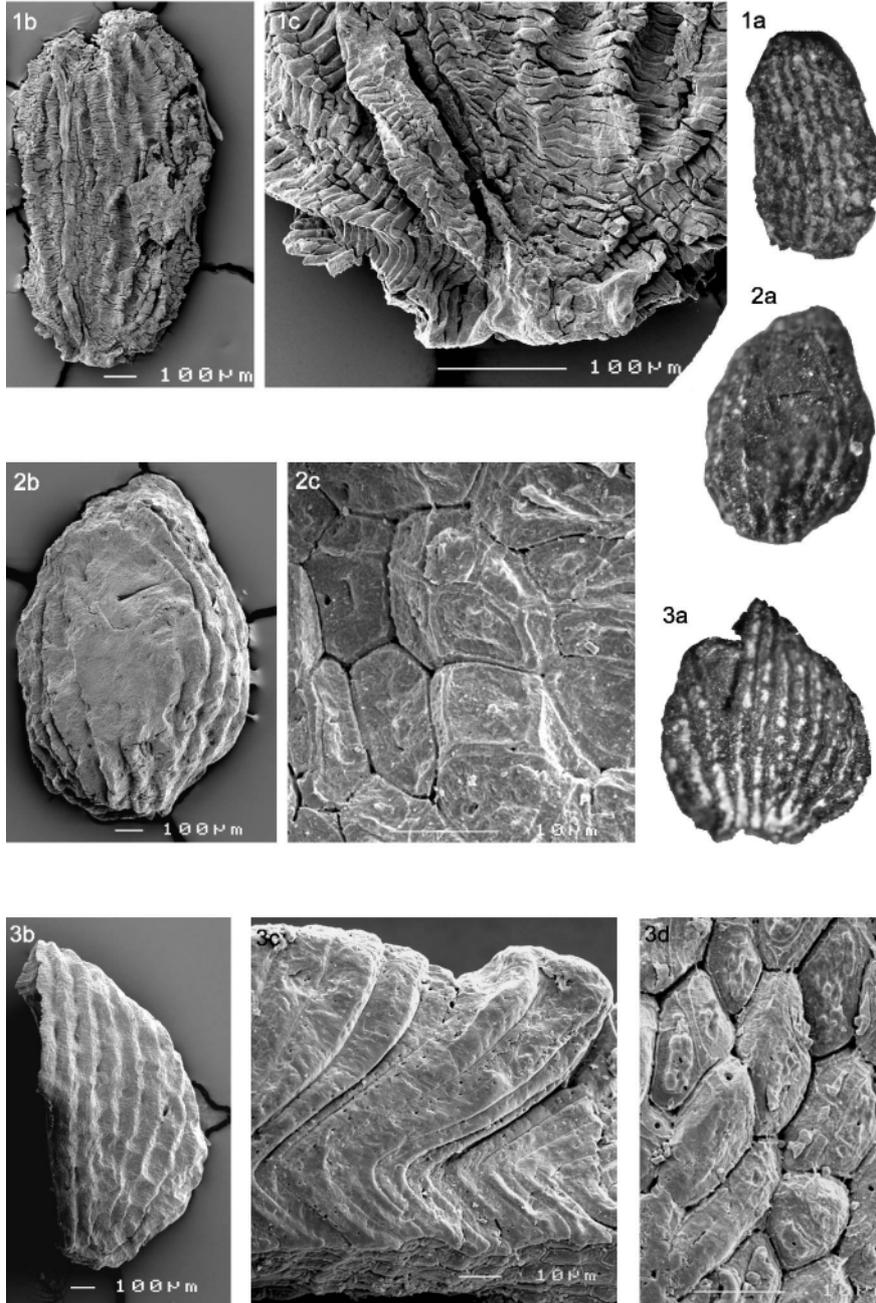
Tafel 1



Tafel 2



Tafel 3



Tafel 4

