

# Charakteristische Karpo-Taphocoenosen aus den untermiozänen Sedimenten des Köflach-Voitsberger Braunkohlenrevieres (Steiermark, Österreich) im Vergleich

Barbara MELLER, Wien

Mit 2 Abbildungen und 3 Tabellen

## Zusammenfassung

Karpologische Vergesellschaftungen aus den untermiozänen Sedimenten des Köflach-Voitsberger Braunkohlenrevieres werden verglichen. Die charakteristischen Elemente aus kohligem Tonen mit *Glyptostrobus europaea* (BRONGNIART) UNGER und aus sandigen Schichten mit *Cephalotaxus miocenica* (KRÄUSEL) GREGOR treten in Kombination mit bestimmten Arten immer wieder auf. Ähnliche Vergesellschaftungen mit *Glyptostrobus* als dominantem Element kommen in anderen unter- und mittelmiozänen europäischen braunkohlenführenden Sedimenten ebenfalls vor.

*Cephalotaxus* ist in den grobklastischen Sedimenten meist als akzessorisches Element vertreten. Das Artenspektrum dieser Taphocoenosen ist diverser, die Anteile der einzelnen Taxa variieren deutlich. Das Vorkommen von Mastixiaceae, Symplocaceae und Rutaceae beschränkt sich fast immer auf wenige Exemplare. Karpo-Taphocoenosen aus anderen unter- und mittelmiozänen Lokalitäten enthalten häufig zahlreiche Exemplare von diversen Mastixiaceae-Gattungen und Arten.

Die Schichten im Liegenden der Flöze bzw. von der Flözbasis zeichnen sich durch deutlich reichere Vergesellschaftungen mit mehr laurophyllen Elementen der „Jüngeren Mastixioideen-Floren“ aus. Das Artenspektrum dieser Schichten enthält aber bereits die Elemente der Sumpf- und Waldmoorvegetation.

## Abstract

The Lower Miocene sediments from the lignite-mining area of Köflach-Voitsberg in Styria contain numerous layers with carpo-taphocoenoses. *Glyptostrobus europaea* (BRONGNIART) UNGER is the most characteristic and dominant element of the lignitic, autochthonous to parautochthonous assemblages. *Cephalotaxus miocenica* (KRÄUSEL) GREGOR is characteristic, but not dominant in the coarse clastic sediments, because the abundance of other elements vary considerably. The taxa of these allochthonous assemblages represent a different vegetation type: the record of the Mastixiaceae, Symplocaceae and Rutaceae, which are characteristic elements of the Younger Mastixioideae-Flora, are scarce. This laurophyll type of vegetation is best represented in samples from the base of the seam in the opencast-mine Oberdorf.

## Einführung

Aus dem österreichischen Tertiär waren bisher keine Karpo-'Floren' beschrieben worden. Es gab nur kurze Listen mit einigen Taxa von wenigen Fundstellen (KNOBLOCH 1981; KOVAR-EDER & KRAINER 1988; GREGOR 1980).

Das Köflach-Voitsberger Braunkohlenrevier, ca. 20 km westlich von Graz (Abb. 1), galt als arm an Pflanzenfossilien. Nur von ETTINGSHAUSEN (1858) existiert die Bearbeitung einer Blatt-Flora. Aufgrund der bereits in den 80er Jahren begonnenen Geländearbeiten liegt jetzt umfangreiches Fossilmaterial vor, anhand dessen diverse Pflanzenvergesellschaftungen rekonstruiert werden können. Es sind die ersten reichen Karpo-Taphocoenosen des österreichischen Tertiärs. Viele der Taxa lassen sich damit erstmals aus Österreich nachweisen (MELLER 1995). Durch den fortschreitenden Braunkohleabbau werden immer noch neue Becken-Bereiche erschlossen, die für eine genauere Rekonstruktion bedeutsam sind. Die Liste der Erstnachweise erweitert sich durch die laufenden Untersuchungen.

Das Köflach-Voitsberger Braunkohlenrevier ist derzeit auch Forschungsgegenstand weiterer erdwissenschaftlicher (Paläozoologie, Sedimentologie, Kohlenpetrographie, Paläomagnetik) Disziplinen. In diesem Rahmen soll u.a. die Entwicklungsgeschichte des Köflach-Voitsberger Braunkohlenrevieres geklärt werden.

## Geologischer Überblick

Das Köflach-Voitsberger Braunkohlenrevier stellt eine limnisch-fluviatile Randfazies im äußersten Nordwesten des Steirischen Tertiärbeckens dar. Die

braunkohlenführenden Sedimente von ca. 300 m Mächtigkeit lagern diskordant in Mulden von unterschiedlicher Ausdehnung und Tiefe auf Kristallin, paläozoischen und mesozoischen Sedimenten (siehe POHL 1976). Es sind bis zu 4 Flözhorizonte ausgebildet. Die Korrelierung dieser Flöze erfolgte durch palynologische Untersuchungen (KLAUS 1954). Neuere Arbeiten, die das gesamte Revier umfassen, gibt es bisher nicht.

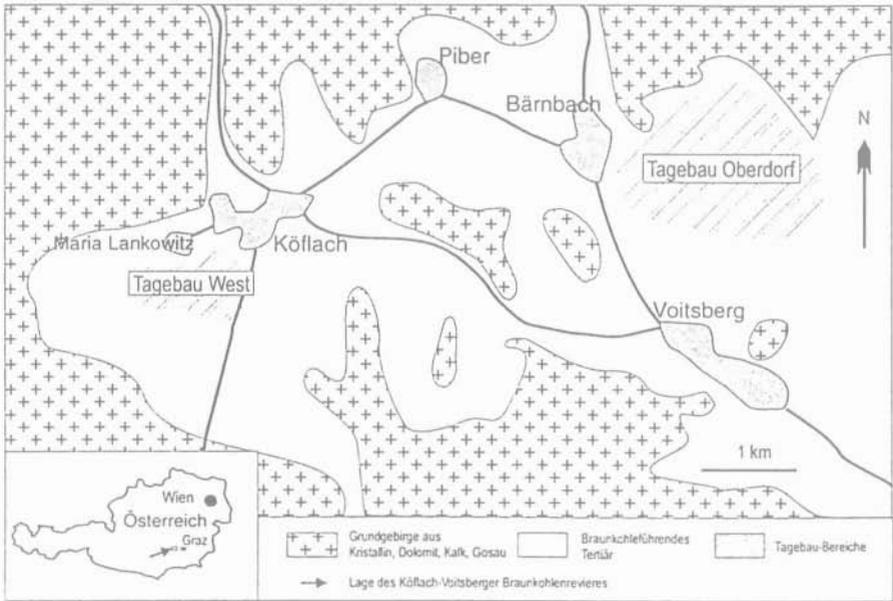


Abb.1: Übersichtskarte des Köflach-Voitsberger Braunkohlenrevieres (nach WEBER & WEISS 1983 verändert)

Die braunkohlenführende Abfolge setzt sich aus tonigen bis sandig-kiesigen, teilweise auch mergeligen Sedimenten zusammen. Im Ostteil des Reviers besteht die Braunkohle großteils aus xylitischen Bestandteilen. Die Flözmächtigkeiten variieren von wenigen Metern bis zu fast 50 m, enthalten aber immer geringmächtige Zwischenmittel.

Derzeit wird die Braunkohle in 2 Tagebauen gewonnen, dem Tagebau Oberdorf in Bärnbach, nördlich Voitsberg, und dem Tagebau West (=Barbarapeiler) am Westrand von Köflach. Die Mehrzahl der bearbeiteten Pflanzenreste stammt aus dem Tagebau Oberdorf, dem derzeit größten Braunkohlentagebau Österreichs. Er erstreckt sich über 2 Mulden mit insgesamt einem Durchmesser von 1,5 km.

Die West-Mulde, die bereits ausgekohlt ist und mit dem Abraum der Ost-Mulde verfüllt wird, enthielt im westlichen Teil zwei Flöze, die durch ein sandiges, zum Muldenzentrum hin auskeilendes Hauptzwischenmittel getrennt waren. Im

Muldenzentrum und im Ostteil dieser Mulde war nur ein Flöz mit geringmächtigen tonigen Zwischenmitteln entwickelt. Aufgrund der bereits kurz nach Erschließung des Tagebaues Anfang der 80er Jahre begonnenen Aufsammlungen, liegen aus allen Profilabschnitten Proben vor. Die Ost-Mulde enthält ein Flöz, welches am äußersten Ostrand aufspaltet, und eine ca. 120 m mächtige, tonig-sandige bis mergelige Hangendfolge (vgl. MELLER 1995). In den oberen Teil dieser Hangendfolge sind im Nordteil des Tagebaues wiederum cm- bis dm-mächtige Flözchen bzw. kohlige Tone oder Tone mit zahlreichen Pflanzenresten eingeschaltet. In diesem Profilabschnitt kommen auch Mikro-Mammalia, zahlreiche terrestrische Gastropoda und gelegentlich Pisces-Schlundzähne vor. Characeen-Oogonien (*Lychnothamnus* sp.) sind ebenfalls nur in diesem Bereich vertreten. In der Ost-Mulde wurde das Liegende des Flözes erst 1995 erschlossen. Dadurch konnte dieser basale Teil ebenfalls ausgiebig beprobt werden, was zu weiteren Erstnachweisen führte (vgl. KOVAR-EDER et al. in Druck).

Die Säugetierfauna aus der Hangendfolge entspricht der Säugetierzone MN 4 und ist zweifelsfrei älter als die Fauna des Korneuburger Beckens, die der Zone MN 5 zugeordnet wird (mdl. Mitt. DAXNER-HÖCK). Die marinen bis limnischen Sedimente des Korneuburger Beckens sind biostratigraphisch in das Karpatium eingestuft. Die Säugetierzone MN4 entspricht nach der derzeitigen Korrelation dem Otnangium und ältesten Karpatium, d.h. dem mittleren Untermiozän (STEININGER et al. in Druck). KLAUS (1954) und MOTTL (1970) hatten die Sedimente als Karpatium betrachtet. Anhand der Karpo-Taphocoenen lassen sich keine derart genauen Angaben machen. Die stratigraphische Verbreitung der bisher im Köflach-Voitsberger Braunkohlenrevier nachgewiesenen Arten in Mitteleuropa läßt auf ein unter- bis mittelmiozänes Alter schließen.

## Charakteristische Karpo-Taphocoenen

Aus dem Tagebau Oberdorf liegen bisher insgesamt ca. 150 Proben aus allen Tagebaubereichen vor, aus dem Tagebau West 15 Proben aus einem kurzen Profilabschnitt. Anhand des Artenspektrums einiger charakteristischer Proben aus allen Bereichen (vgl. Abb. 2) können verschiedene, fließend ineinander übergende Vergesellschaftungen in Abhängigkeit von der Sedimentfazies unterschieden werden:

- a. Taphocoenen aus Kohlentonen mit *Glyptostrobus europaea* (BRONGNIART) UNGER als dominantem Element
- b. Taphocoenen aus sandig-kiesigen Schichten mit wenigen laurophyllen Elementen und *Cephalotaxus miocenica* (KRÄUSEL) GREGOR als akzessorischem Bestandteil

- c. Taphocoenosen der basalen Schichten mit reichem Artenspektrum und höherem Anteil laurophyller Elemente

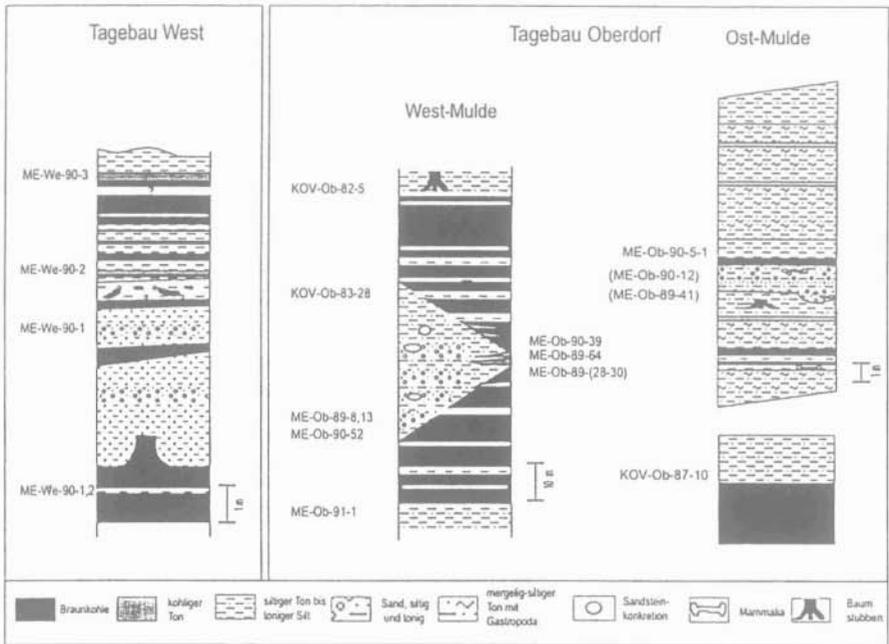


Abb. 2: Schematische Profildarstellungen mit den in Tab.1 vorgestellten Probenniveaus (Probe ME-Ob-89-41 und ME-Ob-90-12 aus isolierten, nicht genau korrelierbaren Sedimentriegeln in der Hangendfolge der Ost-Mulde; Profile nach MELLER 1995)

Zur Problematik in der Bewertung von Häufigkeitsunterschieden:

Unterschiede in der Häufigkeit zwischen einzelnen Taxa innerhalb einer Probe müssen nicht allein auf unterschiedliche Häufigkeit in der betreffenden Vergesellschaftung zurückzuführen sein. Die einzelnen Arten weisen z.T. abweichende Verbreitungsstrategien und Verbreitungseinheiten auf. Die Anzahl der insgesamt produzierten Fruktifikationen kann variieren, Taxa mit zahlreichen Samen in einer Frucht sind möglicherweise überrepräsentiert gegenüber solchen mit einem Samen pro Frucht, Pflanzen mit dickwandigen holzigen Diasporen haben ein höheres Fossilisationspotential als dünnwandige, bzw. solche ohne verholzte Diasporenteile. Weiterhin gibt es von einzelnen Taxa mehrere Teile einer Fruktifikation, z.B. Zapfen und Samen (*Glyptostrobus*, *Sequoia*). Hier müßte die Anzahl der Samen pro Zapfen zur Berechnung der Häufigkeit zugrunde gelegt werden. Werden aber normalerweise die Samen verbreitet, während die Zapfen länger am Baum bleiben, muß das häufige

Vorkommen von Zapfen in einer Probe anders, z.B. durch Sturmereignisse o.ä. erklärt werden. Weiterhin könnten auch die Samen einer Sammelfrucht (z.B. *Rubus*) zusammengezählt werden, um der wirklichen Häufigkeit näher zu kommen. D.h. für jedes Taxon und für jede Schicht müssen die Häufigkeiten verifiziert werden. Will man verschiedene Proben hinsichtlich der Häufigkeit einzelner Taxa für eine paläoökologische Analyse vergleichen, müßten gleiche Einheiten gezählt werden. Die Methodik der quantitativen Auswertung zum Zwecke der paläoökologischen Rekonstruktion ist immer noch in Diskussion (vgl. FERGUSON et al. in Druck), ohne daß derzeit einheitliche Verfahrensweisen existieren.

In den folgenden Vergleichstabellen wurde auf Umrechnungen noch verzichtet. Allerdings wurden nur die Samen gezählt und keinerlei Zapfen- oder Zapfenschuppen-Fragmente, da insgesamt die Samen häufiger allein zu finden sind. Fragmentäre Exemplare wurden willkürlich als ein Drittel-Exemplar gezählt, bzw. bei nur einem Fragment ein Exemplar. Hier sind mit Sicherheit Fehlermöglichkeiten enthalten, da die fragmentären Exemplare von großen Diasporen eher ausgesucht werden, als von kleinen und Fragmente von häufig auftretenden Elementen nicht ausgesucht werden. Die Siebrückstände < 1 mm sind meist nur ansatzweise ausgesucht; somit sind kleinsamige Taxa möglicherweise unterrepräsentiert. Zahlreiche Proben enthielten in dieser Fraktion (< 1 mm) aber nur wenige bestimmbare Karpo-Fossilien. Weiterhin gibt es auch Material, welches bisher noch nicht bestimmt werden konnte.

Beim Vergleich mit anderen Lokalitäten wurde daher nur das Vorkommen oder Fehlen bestimmter Taxa oder Gattungen angegeben. Für die später geplante quantitative Auswertung aller Proben sind die Verfahrensweisen noch zu diskutieren und definieren.

#### (a) Taphocoenosen aus Kohlentonen

Die aus Kohlentonen und Tonen mit zahlreichen inkohlten Pflanzenresten gewonnenen Karpo-Taphocoenosen sind meist artenarm (5-10 Taxa), aber z.T. reich an Exemplaren. Die charakteristischen Taxa sind *Glyptostrobus europaea* (BRONGNIART) UNGER, *Myrica boveyana* (HEER) CHANDLER et/vel *Myrica ceriferiformoides* BUZEK & HOLY, ergänzt durch *Nyssa ornithobroma* UNGER, *Cercidiphyllum helveticum* (HEER) JÄHNICHEN, MAI & WALTHER und *Sequoia abietina* (BRONGNIART) KNOBLOCH. Die Artenspektren aus den verschiedenen Tagebaubereichen und Profilabschnitten unterscheiden sich nicht wesentlich. In Tab. 1 sind beispielhaft einige charakteristische Proben (vgl. Abb.2) dargestellt.

Taxa \ Proben	KOV-Ob-82-5	KOV-Ob-83-28	ME-Ob-89-28	ME-Ob-89-29	ME-Ob-89-30	ME-Ob-89-41	ME-Ob-89-64	ME-Ob-90-12	ME-Ob-90-39	ME-We-90-2	ME-We-90-3	ME-We-91-1	ME-We-91-2	
<i>Acer</i> sp.B					1									1
<i>Acer</i> spp.					2									2
<i>Actinidia</i> ? sp.										1	4			5
<i>Ampelopsis</i> cf. <i>malvaeformis</i>		6		1					1		20		1	29
<i>Ampelopsis</i> cf. <i>rotundata</i>			1											1
<i>Cercidiphyllum helveticum</i>	65	3	1			1	8	6			11	2		97
<i>Cleyera</i> ? <i>boveyana</i>			1			155		50		1	1			208
<i>Glyptostrobus europaea</i>	430	100	200	100	230	290	760	500	120	103	200	200	110	3343
<i>Irtyszenia</i> cf. <i>lusatica</i>									1					1
<i>Magnolia burseracea</i>	1	4	1	2	1	10			1					20
<i>Magnolia</i> sp.(cf. <i>cor</i> )		1												1
<i>Meliosma miesslerii</i>									5					5
<i>Meliosma pliocaenica</i>		1												1
<i>Meliosma wetteraviensis</i>	1	2									2			5
<i>Myrica boveyana</i> vel <i>ceriferiformoides</i>	1	270	14	2	21	1			18	4	3	7	100	441
<i>Myrica ceriferiformoides</i>		8	5		32									45
<i>Nyssa ornithobroma</i>	37	15	5	2	10		2		1	1	57			130
<i>Proserpinaca</i> sp.	1													1
<i>Pterocarya</i> s.l.			2			2			2					6
<i>Rubus</i> spp.		2	5	9			2		60	3	7	10	8	106
<i>Salix</i> sp.			11											11
<i>Sambucus</i> sp.												4		4
<i>Sequoia abietina</i>			50		5		40		2	34	167	34	8	340
<i>Sparganium haentschellii</i>		48		85					220					353
<i>Sparganium</i> spp.				15			9	1	10				11	46
<i>Symplocos salzhauseensis</i>													1	1
<i>Urospathites</i> cf. <i>visimensis</i>							43		9					52
<i>Urospathites dalgassi</i>											17			17
<i>Viscum</i> vel <i>Loranthus</i>			9		24				3					36
<i>Vitis</i> cf. <i>globosa</i>						2								2
	536	460	305	216	326	461	864	557	453	147	489	257	239	5310

Tab. 1: Vergleich des Artenspektrums aus diversen Kohlentönen und kohligem Tonen des Tagebaues Oberdorf und des Tagebaues West

Jedoch beinhalten einige Proben Taxa, die in den anderen nicht vorkommen, wie z.B. *Acer* sp., *Magnolia* sp.(cf. *cor* LUDWIG), *Meliosma pliocaenica* (SZAFER) GREGOR, *Proserpinaca* sp., *Sambucus* sp., *Salix* sp., *Symplocos salzhausensis* (LUDWIG) KIRCHHEIMER, *Urospathites dalgasii* (HARTZ) GREGOR & BOGNER, *Urospathites* cf. *visimense* (DOROFEEV) GREGOR & BOGNER, *Meliosma miessleri* MAI und *Irtyszenia* cf. *lusatica* MAI. Diese Taxa sind entweder auf bestimmte Profilabschnitte beschränkt oder, wenn es sich um Einzelexemplare handelt, seltene Elemente in dieser Vergesellschaftung oder hineintransportiert. Manche Taxa dagegen kommen sowohl in kohligen als auch in sandigen Proben vor (*Sequoia abietina* (BRONGNIART) KNOBLOCH, *Rubus* spp., *Pterocarya* s.l., *Actinidia* sp.). Selbst *Glyptostrobus*-Samen finden sich auch in sandigen Schichten (vgl. Tab.3). Welche Pflanzen-Vergesellschaftungen nebeneinander bestanden haben, und welches Material umgelagert ist, muß immer im Zusammenhang mit den sedimentären Verhältnissen und den Erhaltungszuständen diskutiert werden.

Die Endokarprien von *Myrica boveyana* (HEER) CHANDLER et/vel *Myrica ceriferiformoides* BUZEK & HOLY kommen als einzige, wenn auch nur in einer Probe (KOV-Ob-83-28), häufiger vor als *Glyptostrobus*-Samen, in der Probe ME-We-91-2 fast ebenso häufig. In der Probe ME-We-90-3 ist die Anzahl der Samen von *Sequoia* und *Glyptostrobus* annähernd gleich. *Nyssa*-Endokarprien sind ebenfalls noch zahlreich hier vertreten. In einer Probe (ME-Ob-89-29) kommen *Sparganium* spp. und *Sparganium haentzschelii* KIRCHHEIMER zusammen ebenso oft vor wie *Glyptostrobus*-Samen. *Cercidiphyllum helveticum* (HEER) JÄHNICHEN, MAI & WALTHER ist in der Probe KOV-Ob-82-5 das zweithäufigste Element, gefolgt von *Nyssa ornithobroma* UNGER. *Cleyera* ? *boveyana* CHANDLER ist in 2 Proben aus dem oberen Abschnitt der Hangendfolge (ME-Ob-89-41 und ME-OB-90-12) auffallend häufig.

Zusammenfassend betrachtet könnten folgende Vergesellschaftungen nebeneinander existiert haben: ein Sumpfwald mit *Glyptostrobus* und *Nyssa*, eventuell Vitaceen, ein Sumpfmoor mit *Myrica* und *Glyptostrobus* am Rande, ein Auenwald mit diversen Elementen wie *Salix*, *Meliosma*, *Magnolia*, *Nyssa*, *Acer*, *Cercidiphyllum*, Loranthaceae, Vitaceae und anderen Lianengewächsen. Krautige Pflanzen der Uferzone auch im Übergang zum Moorbereich waren *Sparganium*, *Urospathites*, selten Cyperaceae (deren Untersuchung ist noch nicht abgeschlossen und fehlen daher in der Tab.1). Die Standorte von *Sequoia* befanden sich möglicherweise im Sumpf- oder Buschmoor auf trockeneren Stellen oder in der näheren Umgebung.

Vergesellschaftungen aus Braunkohlen und kohligen Tonen ober- oder unterhalb von Flözen aus Lokalitäten etwa gleichen Alters, wie z.B. Hradek nad Nisou (HOLY 1978a), Wackersdorf-Hofenstetten, Rohrhof-Ponholz (GREGOR 1980; GÜNTHER & GREGOR 1989), Chomutov-Most-Teplice (BUZEK & HOLY 1964), Aliveri (GREGOR 1983) oder Safov (KNOBLOCH 1978) und Langau (GREGOR

1980) zeigen viele Übereinstimmungen. *Glyptostrobus* und *Myrica* zählen auch dort fast immer zu den häufigsten Elementen.

Vergleiche mit anderen Lokalitäten sind insofern problematisch, da nicht immer die Materialmengen und die Verteilung auf diverse Schichten angegeben wird. Auf die Bedeutung der Trennung der diversen Karpo-Taphocoenosen wurde bereits von HOLY (1978b) anhand seiner Untersuchungen in Hradek nad Nisou hingewiesen. Eine detaillierte paläoökologische Analyse der Vergesellschaftungen aus Kohlenton und Tonen liegt für das Oberpfälzer Braunkohlenrevier (Naab-Molasse; Deutschland) vor (GREGOR 1980).

Im Vergleich mit diesen Lokalitäten ist der Nachweis von isolierten *Salix*-Fruchtkapseln im Tagebau Oberdorf auffallend. *Salix*-Früchte sind ansonsten nur in Abdrücken zusammen mit Blattresten gefunden worden. Die Unterscheidung von *Cleyera* und *Eurya* ist problematisch, so daß möglicherweise dieses Taxon auch in anderen Lokalitäten vertreten ist. *Cercidiphyllum helveticum* (HEER) JÄHNICHEN, MAI & WALTHER gehört auch eher zu den seltener auftretenden Taxa. Die Balgfrüchte kommen in Oberdorf nicht nur in kohligem Sedimenten, sondern auch in siltigen Tonmergeln vor. *Sequoia* ist in diesen wenigen Vergleichslokalitäten nicht vertreten. In sandigen Schichten der braunkohlenführenden Abfolge in der Niederrheinischen Bucht sind *Sequoia*-Zapfen dagegen sehr häufig. In Kohlenton des nordböhmischen Miozäns, des Zittauer Beckens, in Kreuzau u.a. kommt eine weitere Taxodiaceae, *Athrotaxis* (= ? *Sequoia*) *couttsiae* (HEER) GARDNER, vor. Diese tritt z.B. in kohligem Sedimenten im Tagebau Hambach (Niederrheinische Bucht; PINGEN 1994) gemeinsam mit *Cercidiphyllum* und *Nyssa* als Hauptbestandteil auf. Die systematische Stellung dieser als *Athrotaxis* bestimmten Fossilien ist problematisch. Morphologisch bestehen große Ähnlichkeiten zu *Sequoia abietina*.

Cyperaceen konnten bisher im Köflacher Braunkohlenrevier nur selten und meist jeweils nur mit wenigen Exemplaren nachgewiesen werden. Aus Lipnica Mala z.B. (LESIAK 1994) sind mehrere Taxa, zwar nur mit wenigen Exemplaren aber im gesamten Profil nachgewiesen. Diese mittelmiozänen Taphocoenosen aus dem Orawa-Targ Becken in Polen zeichnen sich - ebenso wie diejenigen aus dem Köflacher Braunkohlenrevier - durch die Dominanz von *Glyptostrobus*, keinerlei Nachweise von *Taxodium* und seltenen Nachweisen eines offenen Wasserkörpers aus. Vereinzelt kommen im Tagebau Oberdorf in gewissen Profilabschnitten Nymphaeaceen-Funde vor, die bis auf einen Fund aber noch nicht beschrieben sind (vgl. Tab. 1; Probe ME-Ob-90-39). In dieser Probe dominieren *Sparganium* und *Glyptostrobus*. Die Braunkohle des Orawa-Targ Beckens ist größtenteils aus Xyliten aufgebaut (LESIAK 1994:58), wie die Braunkohle des Tagebaues Oberdorf.

Köflach - Voitsberger Braunkohlenrevier	Aliveri	Lipnica Mala	Nowy Sącz	Safov	Hradek	Chorutov-Most- Teplice	Eschweiler 7807	Kreuzau	Wackersdorf- Hofenstetten	Ponholz
diverse Proben kohligler Ton	B	K, T	T, S, B	K, T	K, T	? K-T	B	K-T	T	K
<i>Acer</i> spp.		?	?	v				?		?
<i>Actinidia</i> ? sp.		?	?			?				
<i>Ampelopsis</i> cf. <i>malvaeformis</i>		v						?	?	
<i>Ampelopsis</i> cf. <i>rotundata</i>								?	?	
<i>Cercidiphyllum helveticum</i>			v			v				
<i>Cleyera</i> ? <i>boveyana</i>										
Cyperaceae	?	?	?	?	?	?	?	?		?
<i>Glyptostrobus europaea</i>	v	v	v		v	v	v	v	v	v
<i>Irtyszenia</i> cf. <i>lusatica</i>										
<i>Magnolia burseracea</i>					v		v		v	?
<i>Magnolia</i> sp.(cf. <i>cor</i> )		?	?				?			?
<i>Meliosma miessleri</i>									v	
<i>Meliosma pliocaenica</i>									v	v
<i>Meliosma wetteraviensis</i>									v	
<i>Myrica boveyana</i> vel <i>ceriferiformoides</i>					?	?	?	v	v	?
<i>Myrica ceriferiformoides</i>	v			v	?	v	?	v	v	?
<i>Nyssa ornithobroma</i>					v	?		v	v	v
<i>Proserpinaca</i> sp.					?	?				?
<i>Pterocarya</i> s.l.							?		?	
<i>Rubus</i> spp.	?	?		?		?	?	?	?	?
<i>Salix</i> sp.										
<i>Sambucus</i> sp.	?		?				?			
<i>Sequoia abietina</i>										
<i>Sparganium haentschellii</i>		v	v							
<i>Sparganium</i> spp.	?	?	?			?			?	?
<i>Symplocos salzhausensis</i>					v				v	
<i>Urospathites</i> cf. <i>visimensis</i>					?				?	
<i>Urospathites dalgassi</i>		?	?			?			?	
<i>Viscum</i> vel <i>Loranthus</i>		?						?		?
<i>Vitis</i> cf. <i>globosa</i>						?				?

Tab. 2: Vergleich charakteristischer Taxa aus kohlig-tonigen Sedimenten mit ihrem Vorkommen in griechischen, polnischen tschechischen und deutschen Lokalitäten (? = Familie oder Gattung nachgewiesen, K = kohliges Sediment; T = Ton, S = Sand, B = Braunkohle).

In den Sedimenten des Köflacher Braunkohlenrevieres konnte bisher *Spirematospermum wetzleri* (HEER) CHANDLER (Zingiberaceae) nicht nachgewiesen werden. Diese kommt in diversen miozänen Braunkohlen-Vergesellschaftungen vor, so z.B. in der Braunkohle von Fasterholt in Dänemark (KOCH & FRIEDRICH 1971) als auch in der Türkei (Harami). In österreichischen miozänen Lokalitäten ist sie z.B. in kohligen Sedimenten des Teiritzberges, im Trimmelkammer Braunkohlenrevier und auch in den kohleführenden Schichten von Weiz östlich Graz enthalten (z.T. noch unpublizierte Funde).

Die Vergesellschaftungen der Kohlentone und pflanzenführenden Tone zeigen sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede. Unabhängig von taphonomischen Überlegungen ist anzunehmen, daß diese intrazonale Vegetation auch durch die regional bedingten Standortbedingungen, wie z.B. Bodentyp, Topographie und Klima geprägt war.

#### (b) Taphocoenosen aus sandig-kiesigen Sedimenten

Die Artenspektren aus den sandigen Schichten repräsentieren die zonale Vegetation besser und sind insgesamt reicher und variabler in ihrer Zusammensetzung (Tab. 3). Die Anzahl der Taxa variiert von 2 (ME-Ob-89-8) bis 22 (ME-Ob-90-5-1); die dominanten Elemente wechseln. Die Kupulen von *Fagus* sp. sind aufgrund des reichen Vorkommens in einer Schicht (ME-Ob-90-5-1) am häufigsten. Rezente Beobachtungen (SANDER & GEE 1995) zeigten, daß *Fagus* in Flüssen als Bodenfracht transportiert und angereichert werden kann. *Cephalotaxus* ist häufig aufgrund des Vorkommens in mehreren Schichten. *Sequoia* ist in mehr Proben vorhanden als *Glyptostrobus*; die Quantität ist allerdings nicht sehr unterschiedlich. Regelmäßig, wenn auch nicht immer sind *Actinidia*, *Carya*, *Eurya*, *Magnolia*, *Mastixia*, *Pterocarya*, *Symplocos* und *Vitis* vertreten, seltener *Toddalia*. Von den laurophyllen Elementen (z.B. *Symplocos*, *Toddalia*), die für die Jüngere Mastixioideen-Floren typisch sind, gibt es meist nur wenige Exemplare aus diesen Schichten. *Mastixia* ist ebenfalls selten, bis auf jene Probe, die reich an *Fagus* ist. Andere Fundstellen unter-mittelmiozänen Alters lieferten dagegen massenhaft Endokarprien von Mastixiaceen (Adendorf, Hradek, Wackersdorf, Wiesa), z.T. auch von verschiedenen Gattungen.

Das Vorkommen von *Decodon gibbosus* ist aufgrund der Verzahnung dieser Schicht (ME-Ob-90-5-1) mit einer siltig-tonigen, in der diese Art massenhaft vorkommt, erklärbar. Weitere Bestandteile der intrazonalen Vegetation sind *Glyptostrobus*, *Nyssa*, *Meliosma* und *Selaginella*.

Taxa	Proben	KOV-Ob-87-10	ME-Ob-89-8	ME-Ob-89-13	ME-Ob-89-54	ME-Ob-90-5-1	ME-Ob-90-52	ME-W-e-90-1	
<i>Actinidia</i> sp. (aff. <i>polygama fossilis</i> )		5			3	2			10
<i>Carya ventricosa</i>		5			3	2		7	17
<i>Cephalotaxus miocaenica</i>			1	4	26	30	45		106
<i>Decodon gibbosus</i>						2			2
<i>Eurya stigmosa</i>		5			3	2			10
<i>Fagus</i> cf. <i>deucalionis</i>						18	1		19
<i>Fagus</i> spp.						211			211
<i>Glyptostrobus europaea</i>		2	1	84					87
<i>Liquidambar</i> sp.						2		1	3
<i>Magnolia bursifera</i>				1	4	19	7		31
<i>Magnolia</i> sp. (cf. <i>cor</i> )		9				2	2		13
<i>Mastixia amygdalaeformis</i>		2			9	39			50
<i>Mastixia</i> cf. <i>lusatica</i>						3			3
<i>Mastixicarpum limniphilum</i>								2	2
<i>Meliosma pliocaenica</i>							5		5
<i>Nyssa ornithobroma</i>		1					1		2
<i>Parthenocissus</i> sp.		1							1
Pinaceae gen. et sp. indet.						16	3		19
<i>Pterocarya</i> s.l.		2					2	2	6
<i>Rubus</i> spp.		2							2
<i>Sabia europaea</i>		1			1				2
<i>Sambucus</i> sp.						1			1
<i>Selaginella</i> spp.		9							9
<i>Sequoia abietina</i>			5	6		65	12	3	91
<i>Sparganium</i> spp.		4							4
<i>Symplocos</i> cf. <i>schereri</i>							2		2
<i>Symplocos lignitarum</i>				1		1		3	5
<i>Symplocos salzhauseensis</i>		6		3		2	6	1	18
<i>Tetrastigma</i> cf. <i>lobata</i>						1			1
<i>Toddalia</i> cf. <i>latisiliquata</i>		2							2
<i>Toddalia latisiliquata</i>						2		1	3
<i>Toddalia latisiliquata</i> vel <i>naviculaeformis</i>				2					2
Vitaceae gen. et sp. indet.		2				2			4
<i>Vitis</i> cf. <i>globosa</i>		20			5	7		1	33
<i>Vitis</i> cf. <i>teutonica</i>		2			2	1		1	6
		80	6	16	142	430	86	22	782

Tab. 3: Vergleich des Artenspektrums aus sandig-kiesigen Schichten.

### (c) Taphocoenosen der basalen Schichten

Die basalen Schichten bzw. das Liegende der Flöze im Tagebau Oberdorf waren in der Vergangenheit nur kurzzeitig aufgeschlossen gewesen. Die wenigen Proben aus diesem Niveau enthalten jedoch Taxa, die ansonsten in diesem Braunkohlenrevier und im österreichischen Tertiär noch nicht bekannt waren: *Trigonobalanopsis exacantha* (MAI) KVACEK & WALTHER, *Symplocos* div. spp.,

*Cinnamomum* sp., *Tetraclinis salicornioides* (UNGER) KVACEK, *Zanthoxylum giganteum* (GREGOR) GREGOR, *Turpinia ettingshausenii* (ENGELHARDT) MAI, *Poliothyrsis eurorimosa* MAI, *Tetrastigma* cf. *lobata* CHANDLER und *Ampelopsis* cf. *malvaeformis* (SCHLOTHEIM) MAI sind einige der laurophyllen Elemente. Eine Darstellung der Blätter-, Karpo- und Pollen-Taphocoenosen von 2 Proben aus diesem Bereich erfolgte durch KOVAR-EDER et al. (i.Dr.). Sowohl die Blätter- als auch die Pollen-Vergesellschaftungen dokumentieren den Reichtum an laurophyllen Elementen. Die Lauraceen sind allein durch drei Arten in der Blatt-Vergesellschaftung vorhanden, die teilweise sogar neu für das österreichische Tertiär sind. *Tetraclinis*, von der nur 1 Zapfen vorlag, ist durch Zweigfragmente reich dokumentiert. Die Pollen-Spektren sind teilweise deutlich reicher an Taxa und enthalten Elemente, die mit Makrofossilien nicht belegbar sind. Eine vorläufige Analyse einer Probe von der Basis des Flözes der West-Mulde (ME-Ob-91-1; vgl. Abb. 2) erfolgte durch MELLER (1995:140-141). Diese Karpo-Taphocoenose repräsentiert einen warmgemäßigten immergrünen Laubwald vom Typ eines Eichen-Lorbeerwaldes mit Übergängen zu den subtropischen Regen- und Lorbeerwäldern der Mixed Mesophytic Forests (MAI 1981).

## Ergebnisse und Ausblick

Die diversen Karpo-Taphocoenosen lieferten bisher ein fast 80 Taxa umfassendes Artenspektrum, welches mehr als 35 verschiedene Familien repräsentiert: Taxodiaceae, Cupressaceae, Myricaceae, Nyssaceae, Magnoliaceae, Theaceae, Cercidiphyllaceae, Symplocaceae, Lythraceae, Sparganiaceae, Rosaceae, Fagaceae, Vitaceae, Juglandaceae sind die am häufigsten vorkommenden. Rutaceae, Mastixiaceae, Ulmaceae, Sabiaceae, Lorantheaceae, Aceraceae, Hamamelidaceae, Caprifoliaceae, Flacourtiaceae, Staphyleaceae, Araceae, Actinidiaceae, Salicaceae, Cyperaceae, Solanaceae, Araliaceae, Haloragaceae, Hydrocharitaceae, Nymphaeaceae sind seltener.

Die bisher allein durch die Pflanzenvergesellschaftungen rekonstruierten Standorte sollen durch die Ergebnisse der laufenden sedimentologischen, kohlenpetrographischen und paläozoologischen Untersuchungen auf eine breitere Grundlage gestellt werden. Dadurch erst sind Rekonstruktionen der Ablagerungsentwicklung und Vegetationsverhältnisse speziell möglich.

## Danksagung

Die Untersuchungen wurden vom Fond zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich im Rahmen des Projektes Geo-10337 finanziert. Dem Institut für Paläontologie der Universität Wien danke ich für die Bereitstellung des Arbeitsplatzes. Für die Diskussion und Durchsicht des Manuskriptes danke ich J. KOVAR-EDER, C.-C. HOFMANN danke ich für die Korrektur des Abstracts.

## Literatur

- BURGH, J. v.d.: Miocene Floras in the Lower Rhenish Basin and their ecological interpretation. - Rev. Palaeobot. Palynol., 52: 299 - 366, 6 Abb., 12 Taf., Amsterdam 1987.
- BUZEK, C. & F. HOLY: Small-sized plant remains from the coal formation of the Chomutov-Most-Teplice Basin. - Sb. geol. ved., r. Palaeont., 4: 105 - 136, 3 Abb., 1 Tab., 8 Taf., Praha 1964.
- ETTINGSHAUSEN, C.V.: Die fossile Flora von Köflach in der Steiermark. - Jb. geol. Reichsanst., 8 (für 1857): 738 - 756, 11 Fig., 3 Taf., Wien 1858.
- FERGUSON, D.K., VAN DER BURGH, J., CLAUSING, A., COLLINSON, M.E., FIELD, M.H., GEE, C.T., GOBMAN, R., HOFMANN, C.-C., JOENS, T.P., KERP, H., SANDER, M. & TAYLOR, T.N.: Actupalaeobotany: a taphonomic peep-show? - N. Jb. Geol. Paläont., 4 figs., Stuttgart (in Druck).
- GREGOR, H.-J.: Die miozänen Frucht- und Samen-Floren der Oberpfälzer Braunkohle. II. Funde aus den Kohlen und tonigen Zwischenmitteln. - Palaeontogr., B, 174: 7 - 94, 7 Abb., 3 Tab., 15 Taf., Stuttgart 1980a.
- GREGOR, H.-J.: *Trapa zapfei* BERGER aus dem Untermiozän von Langau bei Geras (NÖ.) - eine Hydrocharitacee. - Ann. Naturhist. Mus. Wien, 83: 105 - 118, 5 Abb., 2 Taf., Wien 1980b.
- GREGOR, H.-J.: A lower Miocene fruit and seed flora from the browncoal of Aliveri (Island of Evia, Greece). - Doc. nat., 6: 1 - 26, 3 Tab., 5 Taf., München 1983.
- GÜNTHER, T.H. & GREGOR, H.-J.: Computeranalyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. Band 1: Fundorte und deren Florenlisten. - Doc. nat., 50, 1: 1 - 180, 3 Abb., 5 Tab., München 1989.
- HOLY, F.: The assemblage of autochthonous coal plant-remains from the Miocene near Hradek n.Nisou (Zittau Basin, North Bohemia). - Acta Musci nat. Pragae, B, 32, 1 (für 1976): 1 - 13, 3 Abb., 3 Taf., Praha 1978a.
- HOLY, F.: Interpretation of the short multi-facies section on the basis of palaeocarpology. - Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, 30: 100-106, 3 Tab., Frankfurt 1978b.
- KLAUS, W.: Braunkohlen-Palynologie einiger weststeirischer Lagerstätten (vorläufiger Bericht). - Verh. geol. Bundesanst., 1954: 170 - 179, 2 Abb., Wien 1954.
- KNOBLOCH, E.: Die untermiozäne Flora von Safov in Südmähren. - Vest. Ustred. Ust. Geol., 53: 153 - 162, 1 Abb., 2 Taf., Praha 1978.
- KNOBLOCH, E.: Megasporen, Samen und Früchte aus dem österreichischen Tertiär. - Vest. Ustr. Ust. Geol., 56, 2: 87 - 97, 1 Abb., 4 Taf., Praha 1981.
- LESIAK, M.A.: Plant macrofossils from the Middle Miocene of Lipnica Mała (Orawa-Nowy Targ Basin, Poland). - Acta Palaeobot., 34, 1: 27-81, 4 Abb., 2 Tab., 7 Taf., Kraków 1994.
- KOVAR-EDER, J. & B. KRÄINER: Die Flora und Facies des Fundpunktes Höllgraben südöstlich von Weiz. Unterpannonium, Steirisches Becken. - Mitt.

- Abt. Geol. Paläont. Landesmus. Joanneum, 47: 27 - 51, 5 Abb., 3 Taf., Graz 1988.
- KOVAR-EDER, J., MELLER, B. & ZETTER, R.: Comparative investigations on the basal fossiliferous layers at the opencast mine Oberdorf (Köflach-Voitsberg lignite deposit, Styria, Austria; Lower Miocene). - Rev. Palaeobot. Palynol., Amsterdam (im Druck).
- MAI, D.H.: Entwicklung und klimatische Differenzierung der Laubwaldflora Mitteleuropas im Tertiär. - Flora, 171: 525 - 582, 18 Abb., 6 Tab., Berlin 1981.
- MELLER, B.: Früchte und Samen aus dem Köflach-Voitsberger Braunkohlenrevier (Miozän; Steiermark, Österreich). - Diss. Formal-Naturwiss. Fak. Univ. Wien, D-28789/1,2, 191 S., 25 Taf., Wien 1995.
- MELLER, B.: Systematisch-taxonomische Untersuchungen von Karpotaphocoenen des Köflach-Voitsberger Braunkohlenrevieres (Steiermark, Österreich; Untermiozän) und ihre paläoökologische Bedeutung. - Beitr. Paläont., Wien (i.Druck).
- MOTTL, M.: Die jungtertiären Säugetierfaunen der Steiermark, Südost-Österreichs. - Mitt. Mus. Bergb., Geol. u. Tech., Landesmus. Joanneum, 31: 92 S., Graz 1970.
- PINGEN, M.: *Athrotaxis couttsiae* (HEER) GARDNER - ein reiches Vorkommen in obermiozänen Kohlen des Tagebaus Hambach b. Düren (Rheinland). - Doc. nat., 84: 24-30, 1 Tab., 1 Taf., München.
- POHL, W.: Zur Geologie des Braunkohlenbeckens von Köflach-Voitsberg (Steiermark). - Berg- u. Hüttenm. Mh., 121, 10: 420 - 427, 5 Abb., Wien 1976.
- SANDER, M. & C. GEE: Carpodeposits of the Sieg River Rivisited: Lessons from the 1995 Floods. - Abstract of the 7th Planttaphonomy meeting in Texel, 11. November 1995.
- STEININGER, F.F., BERGGREN, W.A., KENT, D.V., BERNOR, R.L., SEN, S. & AGUSTI, J.: Circum-Mediterranean Neogene (Miocene and Pliocene) marine-continental chronologic correlations of European mammal units and zones. - in: Later Neogene European biotic evolution and stratigraphic correlation, ed. by BERNOR, R.L., FAHLBUSCH, V. & RIETSCHEL, S.; Columbia Press, New York (i.Druck).
- WEBER, L. & A. WEISS: Bergbaugeschichte und Geologie der österreichischen Braunkohlenvorkommen. - Arch. f. Lagerstättenforsch., 4: 1 - 317, 110 Abb., 174 Tab., Wien 1983.

Anschrift der Autorin:

Dipl.-Geol., Dr. Barbara Meller, Institut für Paläontologie, Universität Wien - Geozentrum, Althanstr. 14, A-1090 Wien