

***Cercidiphyllum crenatum* (UNGER) R.W.BROWN in der kohleführenden Abfolge von Oberdorf N Voitsberg, Steiermark.**

Johanna KOVAR-EDER, Barbara MELLER und Reinhard ZETTER

Mit 2 Abbildungen, 4 Tabellen und 3 Tafeln

Zusammenfassung

Das reiche Vorkommen von *Cercidiphyllum* - Blätter, Fruktifikationen, Pollen, Zweige mit Kurztrieben - in der kohleführenden Abfolge von Oberdorf N Voitsberg (Steiermark; Unter-Miozän, Ottnangium), stellt eine bemerkenswerte Ausnahme unter den europäischen tertiären Pflanzenfundstellen dar. Blätter und Früchte können der Art *Cercidiphyllum crenatum* (UNGER) R.W. BROWN, Lang- und Kurztriebe sowie Pollen der Gattung *Cercidiphyllum* zugeordnet werden. Die Kurztriebanordnung an den Langtrieben variiert von gegenständig, annähernd gegenständig bis alternierend. Diese ungewöhnlich große Variation ist auch bei den rezenten Arten der Gattung anzutreffen. Im Gebiet von Oberdorf wird *Cercidiphyllum* vor allem als wesentliche Komponente der häufig überschwemmten Niederungsflußwälder zur Zeit der Ablagerung der Beckenfüllung interpretiert. Die *Cercidiphyllum* führenden Vergesellschaftungen von Oberdorf werden mit jenen bekannter europäischer Lokalitäten verglichen.

Abstract

In the coal-bearing sediments of Oberdorf, N Voitsberg, Styria, Austria (Early Miocene, Ottnangium - Central Paratethys stage) *Cercidiphyllum* is exceptionally well documented by leaves, fructifications, pollen, long and short shoots. Leaves and fruits are assigned to the species *Cercidiphyllum crenatum* (UNGER) R.W.BROWN, pollen, long and shortshoots to the generic level of *Cercidiphyllum* only. The short shoot arrangement on the long shoots varies between opposite, subopposite and alternate. This exceptionally wide range corresponds with that found in the extant species of the genus. In Oberdorf, *Cercidiphyllum* is regarded an important component of fluvialite, often inundated lowland forests. The floristic compositions of the *Cercidiphyllum* bearing plant assemblages of Oberdorf are compared with well known ones from Central Europe.

Einleitung

Die paläobotanischen Untersuchungen der untermiozänen Beckenfüllung der Oberdorfer Mulde im Köflach-Voitsberg Braunkohlerevier haben die Rekonstruktion der damaligen Vegetationsverhältnisse zum Ziel. Die Schichtabfolge ist in weiten Abschnitten reich an Pflanzenfossilien: Blätter, Früchte, Hölzer und Pollen. Mit Ausnahme der zumeist stark komprimierten Hölzer gestattet der Erhaltungs-zustand der anderen Pflanzenorgane in den überwiegenden Fällen eine botanische Bestimmung. Im Bereich des Möglichen wird versucht, alle pflanzlichen Organe (Blätter, Früchte und Pollen) einer Schicht zu untersuchen. Dadurch entsteht ein vollständigeres Bild der Flora als durch die Untersuchung nur einer Organgruppe (z.B. Blätter), denn die Faktoren, die zur Fossilisation von Blättern, Früchten oder Pollen führen, unterscheiden sich vielfach voneinander. Der Nachweis einzelner taxonomischer Gruppen unterschiedlichen Ranges (wie Familien, Gattungen und Arten) kann auf mehreren Organen beruhen: *Trigonobalanopsis* ist durch *T. exacantha* (MAI) KVACEK & WALTHER (Früchte) / *T. rhamnoides* (ROSSMÄSSLER) KVACEK & WALTHER (Blätter) und *T. schmidtii* WALTHER & ZETTER (Pollen) dokumentiert. Die Familie der Lauraceen hingegen ist in Oberdorf mit nunmehr 6 Arten durch Blätter belegt, durch Früchte mit zwei Taxa, ist aber niemals im Pollenspektrum nachweisbar. Andererseits sind zahlreiche Familien nur aus den Pollenspektren bekannt. Ihre Nachweise fehlen bei Blättern und Früchten (z.B. Sapotaceae, Buxaceae).

Die Gattung *Cercidiphyllum* ist in Oberdorf mit Blättern, Fruktifikationen, Pollen und Zweigen - Langtrieben mit Kurztrieben - und isolierten Kurztrieben überliefert. ETTINGSHAUSEN (1858) lagen bereits mehrere Blätter mit der Fundortbezeichnung "Köflach" vor, die er als *Dombeyopsis helicteroides*, *Ceanothus macrophyllus*, *Zizyphus daphnogenes* und *Dombeyopsis grandidentata* beschrieb. In den einzelnen Profilabschnitten des Tagebaus Oberdorf sind die Reste von *C. crenatum* in wechselnder Häufigkeit und in Vergesellschaftungen unterschiedlicher Zusammensetzung vertreten. Die Besonderheiten des Vorkommens sind Gegenstand dieses Beitrages.

Folgende Abkürzungen werden wiederholt angeführt:

W - Herbar der Botanischen Abteilung, Naturhistorisches Museum Wien

NHMW - Naturhistorisches Museum Wien

Geographischer, geologischer und stratigraphischer Rahmen

Ca. 25 km westlich von Graz (ÖK-Blatt 1:50.000 Nr. 163) befindet sich der Braunkohletagebau Oberdorf in Bärnbach, N Voitsberg. Er ist Bestandteil des Köflach-Voitsberger Kohlereviere (Abb. 1 oben), das in der nordwestlichsten Bucht des Steirischen Beckens liegt (Abb. 2). Die sedimentäre

Beckenfüllung der Oberdorfer Mulde wird der Köflach-Voitsberg Formation zugerechnet. Die Mächtigkeit der Beckenfüllung erreicht mehr als 300 m. In Oberdorf ist ein bauwürdiges Flöz in der westlichen und östlichen Teilmulde entwickelt. Im Westen der westlichen Teilmulde und im Osten der östlichen spaltet dieses in ein liegendes und hangendes Flöz auf (Abb.1 unten).

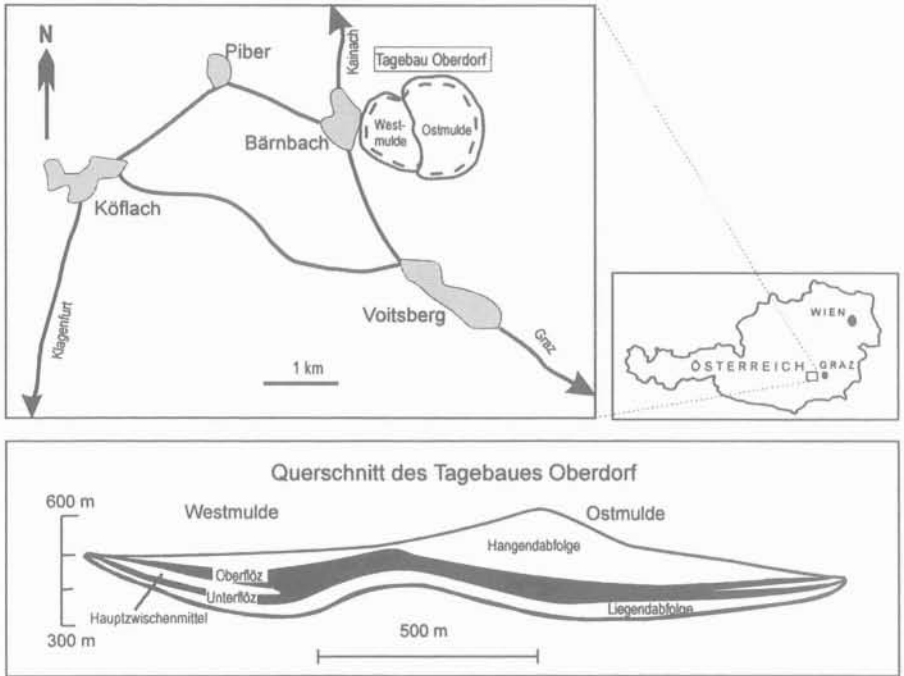


Abb.1: oben: Geographische Lage des Köflach-Voitsberger Braunkohlereviere. unten: Schematischer Querschnitt (Ost / West) durch die Lagerstätte Oberdorf. Das in beiden Teilmulden entwickelte Flöz spaltet im Osten der Ostmulde und im Westen der Westmulde auf.

Reiche Vertebratenfaunen aus den hangenden Teilen der Köflach-Voitsberg Formation im Tagebau Oberdorf führten zur Einstufung dieses Abschnittes in die neogene Säugerzone MN 4, die mit dem Ottnangium/tiefsten Karpatium (Unter-Miozän) korreliert wird (DAXNER-HÖCK et al. 1998; STEININGER et al. 1998). Durch die paläomagnetischen und magnetostratigraphischen Untersuchungen in Oberdorf (MAURITSCH & SCHOLGER 1998) wird die Korrelation der positiv magnetisierten Teile der Hangendschichtfolge mit dem Chron C5Dn der GPTS und die Einengung dieses Abschnittes auf das jüngere Ottnangium vorgenommen (Tab.1).

ZEITTADEL DES UNTER-MITTEL-MIOZÄNS

ZEIT (Ma)	CHRON	POL.	EPOCHE	ALTER	STUFEN DER ZENTRALEN PARATETHYS	EUROPÄISCHE SÄUGETIER ZONEN	LOKALITÄTEN IN ÖSTERREICH	LOKALITÄTEN IN DEUTSCHLAND *REFERENZFAUNEN	EUROPÄISCHE FAUNEN-EINHEITEN				
12	C5An		MIOZÄN	MITTEL	Serravallium	MN - 7/8		* La Grive M	ASTARACIUM				
13	C5Ar												
	C5Aa												
	C5Ab												
	C5Ac												
14	C5ACn					MN - 6			* Sansan				
	C5ADn												
15	C5Bn					Langhium				15.2			
	C5Br												
16	C5Cn					MN - 5	Teiritzberg, Obergänserndorf	* Pont-Levoy-Thenay Puttenhausen Langenmoosen Engelswies	ORLEANIUM				
17	C5Cr						* La Romieu, Rauscheröd						
	C5Dn												
18	C5Dr		UNTER	Burdigallium	OTTNANGIUM	MN - 4	Oberdorf	Petersbuch 2					
19	C5En					EGGENBURGIUM	MN - 3	Maigen	* Wintershof-West				
	C5Er												
20	C6n										20.0		
	C6r												
21	C6An				Aquitanium	EGGERIUM	MN - 2			AGENIUM			
	C6Ar												
22	C6Aa												
	C6AAr												

Tab. 1: Stratigraphische Tabelle, Unter- und Mittel-Miozän und Stellung der Vertebratenfauna von Oberdorf (nach STEININGER et al. 1996, modifiziert DAXNER-HÖCK et al. 1998).

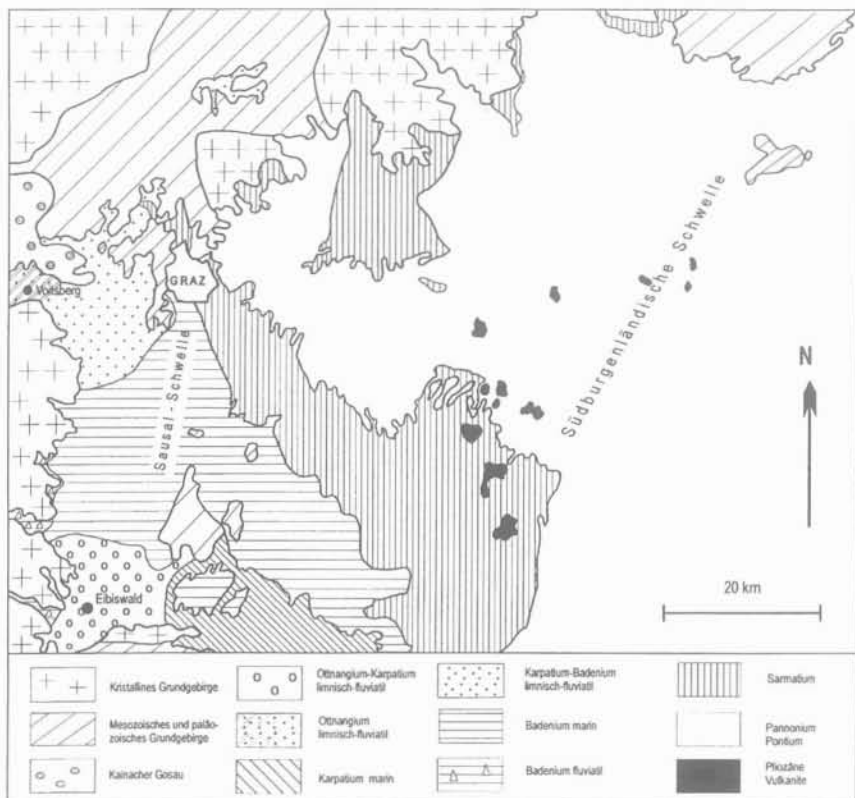


Abb. 2: Geologische Übersichtskarte des steirischen Tertiärbeckens (nach OBERHAUSER 1980: Abb.133).

Eine detaillierte Darstellung der geologischen, sedimentären und paläo-ökologischen Verhältnisse geben HAAS (1998) und HAAS et al. (1998).

Cercidiphyllum crenatum (UNGER) R.W.BROWN

Taf.1 Fig.3-6, Taf.2, Taf.3 Fig.1

Die Synonymie beschränkt sich auf Nachweise aus dem Köflach-Voitsberg Braunkohlerevier

- 1858 *Dombeyopsis helicteroides* ETTINGSH. - ETTINGSHAUSEN: 750, Taf.3 Fig.2
- 1858 *Ceanothus macrophyllus* ETTINGSH. - ETTINGSHAUSEN: 754, Taf.3 Fig.3
- 1858 *Zizyphus daphnogenes* ETTINGSH. - ETTINGSHAUSEN: 753, Taf.3 Fig.7
- 1858 *Dombeyopsis grandidentata* ETTINGSH. - ETTINGSHAUSEN: 750, Taf.3 Fig.9
- 1995 *Cercidiphyllum helveticum* (HEER 1855) JÄHNICHEN, MAI & WALTHER-MELLER: 46, Taf.7 Fig.1-4
- 1996 *Cercidiphyllum helveticum* - MELLER: Tab.1-2

- 1996 *Cercidiphyllum helveticum* - KOVAR-EDER: Tab.1
 1998 *Cercidiphyllum helveticum* - KOVAR-EDER et al.: tab.5
 1998a *Cercidiphyllum helveticum* (HEER 1855) JÄHNICHEN, MAI & WALTHER-MELLER: Taf.7 Fig.1-4
 1998b *Cercidiphyllum helveticum* - MELLER: Tab.1,3-5
 1998 *Cercidiphyllum crenatum* (UNGER) R.W.BROWN - KOVAR-EDER: Pl.1, Figs. 23, 24
 in Druck *Cercidiphyllum crenatum* - MELLER et al.: tab.4
 in Druck *Cercidiphyllum crenatum* (UNGER) R.W.BROWN - KOVAR-EDER & MELLER: pl.1 figs.13,14

Das Typusmaterial ETTINGSHAUSENS (1858) gilt als verschollen. Die hier angeführten Binomina wurden in dieser Publikation erstmals beschrieben. Als jüngere Synonyme von *C. crenatum* wurden sie bereits von JÄHNICHEN et al. (1980: 358) erkannt. Es handelt sich daher um inkorrekte Binomina.

Blätter (Taf.1 Fig.3-6)

(Die Nomenklatur der Blattgrößormorphologie folgt HICKEY (1973).

Lamina orbiculate, sehr variabel in der Größe bis mindestens 90 mm Breite und 60 mm Länge, Basis meistens cordate bis schwach lobate, Petiolus gerade, bis mindestens 27 mm lang; Blattspitze nur ausnahmsweise erhalten, obtuse; Blattrand deutlich crenate, drüsige Zahnspitzen vereinzelt beobachtet. Nervatur actinodromous, häufig 7 Nerven (seltener 5, manchmal 9?) basal entspringend; mit Ausnahme des mittleren, der in die Blattspitze führt, bogig verlaufend, sich gabelnd und basal weitere Nerven gegen den Blattrand entsendend; vor dem Blattrand verbinden sich die Nerven schlingenförmig, feine Nervillen münden in die Zähne; Tertiärnervatur forked percurrent; Nervatur höherer Ordnungen random reticulate.

Die Kutikula (Taf.1 Fig.3) ist äußerst dünn und gestattet nur ausnahmsweise diagnostisch ausreichende Präparation. An der Blattunterseite sind die Umriss der Zellen kaum erkennbar, Antiklinen gerade bis leicht bogig verlaufend, Zellen ? domförmig gewölbt; Stomata ausnahmsweise erhalten, die Umriss der schmal spindelförmigen Aperturen erkennbar, (Stomatalänge ca. 18 and 19 μm), papillenartige Überlappung der Stomata durch die umlagernden Zellen.

Polykarprien-Balgfrüchte (Taf.1 Fig.6, Taf.2, Taf.3 Fig.1)

Vollständige Fruchtstände (Polykarprien) von bis zu vier Balgfrüchten und isolierte Balgfrüchte; Stiele der Polykarprien ca. 10 mm lang, Balgfrüchte länglich-schmal; Länge der Balgfrüchte 5 - 18 mm, Breite 2,5 - 5 mm; Basis häufig keilförmig verschmälert, in ein 1 - 2,5 mm langes Stielchen übergehend; proximales Ende des Stielchens (Ansatz von Braktee am Polykarpiumstiel) wulstig verbreitert; Apex deutlich zugespitzt mit Griffelresten, die kurz und breit oder dünn, lang und gerade bis haken-(bogen-)förmig gekrümmt sein können; bei geöffneten Früchten kann der

Griffel gespalten sein; dorsaler Rand meist gerade, selten apikal konkav oder konvex gekrümmt, kürzer als ventrale Naht; ventrale Naht konvex, apikal stärker zugerundet; dorsale und ventrale Leitbündel verlaufen über die gesamte Länge; Exokarp mit sehr fein punktater Oberflächenstruktur, die von dickwandigen nur über den Leitbündeln in unregelmäßigen Längsreihen liegenden Zellen verursacht wird; unter dieser Zellschicht sind meist große, rechteckige, parenchymatische Zellen erkennbar; Oberfläche der Innenseite der Früchte mit transversal verlaufenden Fasern; selten haften stellenweise zarte, häutige Reste an der Fruchttinnenseite.

Schwarze Flecken oder Pilzsklerotien von ca. 1 mm Durchmesser bedecken die Exokarp-Oberfläche einzelner Balgfrüchte (Taf.2 Fig.9).

Samen

Weder in den Balgfrüchten noch isoliert im Sediment wurden Samen gefunden.

***Cercidiphyllum* sp.**

Mit hoher Wahrscheinlichkeit gehören Zweige und Pollen, die mit Fruktifikationen und Blattresten vergesellschaftet gefunden wurden, zur gleichen Art wie diese. Da sie jedoch nicht mit diesen im Verband vorliegen, dürfen sie *C. crenatum* nicht eindeutig zugeordnet werden:

Zweige mit Kurztrieben (Brachyblasten) (Taf.3 Fig.3-6)

1998 *Cercidiphyllum crenatum* (UNGER) R.W.BROWN - KOVAR-EDER: Pl.1 Fig.25

Isolierte Kurztriebe sowie Aststücke mit Kurztrieben; Länge der Kurztriebe bis 9 mm mit bis zu 10 Nodien und 11 Internodien. Stellung der Kurztriebe an den Langtrieben deutlich gegenständig, annähernd gegenständig bis alternierend.

Pollen (Taf.3 Fig.8,9)

1998 *Cercidiphyllum* - KOVAR-EDER et al.: Tab.4

in Druck *Cercidiphyllum* - MELLER et al.: Tab.3

Pollenkörner sphaeroidal-subprolat, Größe: Polachse 28-30 μm , Äquatordurchmesser 24-27 μm ; tricolpat, Kolpen sehr breit mit fragiler Keimstellenmembran, die leicht aufreißt, oder gänzlich fehlt; Pollenkornwand dünn, Nexine etwa gleich dick wie Sexine, semitectat, mikroreticulat.

Diskussion

Morphologisch-anatomische Besonderheiten

Blätter

Es wurden zwei Belege von *C. japonicum* SIEBOLD & ZUCCARINI und einer von *C. magnificum* NAKAI kutikularanalytisch untersucht. Damit werden die Angaben von JÄHNICHEN et al. (1980: 370) ergänzt:

Cercidiphyllum japonicum SIEBOLD & ZUCCARINI, Yumoto, Japan, 23.6.24, Herbar W: Kutikula der Blattunter- und Blattoberseite dünn; Epidermiszellen an der Blattunterseite papillös, mit undeutlichen geraden bis bogigen Antiklinen; Stomata unregelmäßig in weiten Abständen verstreut, sehr variabel in der Größe (Tab.2). Epidermiszellen an der Blattoberseite nicht papillat mit weit undulierten Antiklinen.

Cercidiphyllum japonicum SIEBOLD & ZUCCARINI, männliches Exemplar, Türkenschanzpark, Wien, beschattetes Blatt, 30.5.1998: Kutikula der Blattunter- und Blattoberseite dünn, jene der Unterseite dünner als die der Oberseite; Umrise der Epidermiszellen an der Blattunterseite oft nur undeutlich zu verfolgen, bogig bis schwach weit unduliert, nicht bis wenig papillös, über den Nerven manchmal feine Striation sichtbar; Stomata sehr unregelmäßig und weit verstreut, von sehr unterschiedlicher Größe (Tab.2); Papillen der umliegenden Epidermiszellen überragen die Stomata lateral. Antiklinen der Epidermiszellen an der Blattoberseite weit unduliert, an anderen Stellen weitgehend geradewandig-polygonat, Epidermiszellen nicht papillat.

Cercidiphyllum magnificum NAKAI, Flora of Japan, Hondo: Shirouma-jiri in Shinano; Coll. Jisaburo Ohwi, Aug.15, 1951, Herbar W: Kutikula von Blattober- und -unterseite sehr dünn, jene der Unterseite dünner als die der Oberseite; Epidermiszellen der Blattunterseite deutlich papillat, Antiklinen, gerade bis bogig, Stomata unregelmäßig und weit verstreut, sehr variabel in der Größe, von benachbarten Zellen häufig überragt (Taf.1 Fig.2). Epidermiszellen der Blattoberseite nicht papillat, weit undulat, an anderen Stellen auch geradewandig-polygonat.

Die gewonnene fossile Kutikula aus Oberdorf besitzt gute Merkmalsübereinstimmung mit der Beschreibung von JÄHNICHEN et al. (1980: 361). Die bei den rezenten Vertretern beobachtete papillöse Ausbildung (dornförmige Wölbung) der Epidermiszellen an der Blattunterseite ist nicht immer deutlich.

Polykarprien-Balgfrüchte

Die emendierte Diagnose von *C. crenatum* (in KVACEK & KONZALOVA 1996: 150) nennt 2 - 6 Balgfrüchte pro Polykarpium, jene aus Oberdorf besitzen maximal 4 (? 5). Polykarprien von *C. japonicum* aus den Botanischen Gärten in Wien und Graz, allerdings vom Boden aufgesammelt, bestehen meist aus 3 - 5 Balgfrüchten. Transport- und Einbettungsprozesse tragen zum Zerfall der Polykarprien bei, so daß fossil isolierte Balgfrüchte häufiger auftreten.

Tab. 2: Größenvergleich epidermaler Zellstrukturen der rezenten Arten *C. japonicum* und *C. magnificum*. Die Angaben beruhen auf Messungen von je 10 Zellen jedes Typs der im Text angeführten Belege.

	Blattunterseite				
		Zellgröße	Stomatalänge	Stomatabreite	Aperturlänge
<i>C. japonicum</i> Wien, Türkenschanzpark	min.-max.	24-58 µm	(18)23-30(37) µm	(13)15-24 µm	(11)12-22 µm
	durchschnitt.	38 µm	26 µm	19 µm	17 µm
<i>C. japonicum</i> Yumoto, 23.6.24 Herb.Bot.Abt.NHMW	min.-max.	(18)20-30(31) µm	(18)22-32(34) µm	(12)18-24(27) µm	(12)15-18(20)µm
	durchschnitt.	25 µm	27 µm	21 µm	18 µm
<i>C. magnificum</i>	min.-max.	(12)13-20(21) µm	(19)26-29(37) µm	(17)18-22(30) µm	(11)13-20(26) µm
	durchschnitt.	17 µm	28 µm	22 µm	17 µm
	Blattoberseite				
<i>C. japonicum</i> Wien, Türkenschanzpark	min.-max.	(32)43-54(58) µm			
	durchschnitt.	47 µm			
<i>C. japonicum</i> Yumoto, 23.6.24 Herb.Bot.Abt.NHMW	min.-max.	(24)26-37(38) µm			
	durchschnitt.	29 µm			
<i>C. magnificum</i>	min.-max.	(24)26-37(40) µm			
	durchschnitt.	31 µm			

Länge und Form der Griffel sowie Gestalt des Apex der Balgfrüchte sind nach LINDQUIST (1954:218, Fig.4) artspezifische Merkmale von *C. japonicum* und *C. magnificum* (längerer und apikal stärker gebogener Griffel bei letzterer). Die weite Variabilität der Fruchtgröße und der Griffelreste eines Baumes von *C. japonicum* entspricht jener der fossilen Exemplare (Taf.2 Fig.1-4, Taf.1 Fig.6).

Im Inneren mancher Früchte wurden *Pinus*-Pollenkörner beobachtet, die sogar trotz der Probenaufbereitung mit H₂O₂ erhalten geblieben sind. Kompaktion und Inkohlung verband die Pollen fest mit der Endokarp-Innenseite. Auch in rezenten geöffneten Früchten von *C. japonicum* wurden diverse Pollen beobachtet. Die rauhe, faserige Struktur der Endokarp-Innenseite scheint geeignet, Pollen festzuhalten.

Samen

Das Fehlen der zarten, geflügelten Samen selbst in den noch geschlossenen Früchten kann durch deren geringe Erhaltungsfähigkeit bedingt sein. Aber auch bereits geöffnete Früchte können durch die Einbettung zusammengedrückt worden sein und mögen dadurch geschlossen erscheinen. Solche Balgfrüchte enthalten manchmal Pyrit.

Pollen

Die *Cercidiphyllum* Pollenkörner aus einer Probe von der Basis des Flözes in der Ostmulde zeigen gute Übereinstimmung mit jenen von KVACEK & KONZALOVA (1996: 151) in situ beschriebenen. Doch nur SEM Untersuchungen dieser könnten über die Konspezifität mit jenen aus Oberdorf Auskunft geben.

Zweige mit Kurztrieben (Brachyblasten)

Bei *Cercidiphyllum japonicum* SIEBOLD & ZUCCARINI tritt die polymorphe Kurztriebanordnung deutlich hervor: gegenständig, dekussat, annähernd gegenständig bis alternierend und spiralg, wie diese von SOLEREDER (1899: 392) und SPONGBERG (1979: 368) für die Blätter der einjährigen Langtriebe angegeben wird. Die Kurztriebe entwickeln sich in den nächsten Jahren aus den Achselknospen dieser Blätter, wodurch die Kurztriebposition bereits durch die Stellung der Blätter an den Langtrieben vorgegeben ist. Bei rezenten Individuen wurde die gegenständige Kurztriebposition an einzelnen Ästen vorherrschend beobachtet (z.B. das weibliche Exemplar von *Cercidiphyllum japonicum* im Botanischen Garten der Universität Graz), bei anderen variiert sie an einem Zweig deutlich (z.B. die männlichen Exemplare von *C. japonicum* im Türkenschanzpark in Wien, Taf.3 Fig.2). SOLEREDER (1899: 392) beschreibt den Aufbau der sympodial gebauten Kurztriebe, wobei jeweils ein kurzes Achsenstück als Jahresabschnitt gedeutet wird. Tatsächlich nimmt die Länge der Kurztriebe (die Zahl der Nodien und Internodien) mit dem Alter der Zweige zu.

Die erhaltenen fossilen Aststücke (Langtriebe mit Kurztrieben) ermöglichen die Feststellung von gegenständiger, annähernd gegenständiger und alternierender Kurztriebpositionierung an den Langtrieben (Taf.3 Fig.3-6). Durch vorsichtiges Schlämmen eines großen Blockes wurden zwar zahlreiche längere Zweigstücke gewonnen, die Kurztriebe selbst fehlen jedoch oder sind derart beschädigt, daß die Zugehörigkeit dieser Aststücke zu *Cercidiphyllum* nicht gesichert ist. Die zweifelsfreie Aussage über das Vorhandensein von dekussater sowie spiraliger Stellung der Kurztriebe (wie bei den rezenten Vertretern) ist daher nicht möglich. Die Kurztriebe umfassen bis zu 10 Nodien und 11 Internodien. Sie stammen daher von mehrere Jahre alten Zweigen.

Der Zweigrest aus Bechlejovice (KVACEK & KONZALOVA 1996: Taf.1 Fig.4) zeigt nur alternierende Position von Kurztrieben. Dies steht jedoch wegen der sehr heterogenen Verhältnisse bei den rezenten Arten in keinerlei Widerspruch zu den neuen vorliegenden Befunden aus Oberdorf.

Die Verteilung und Vergesellschaftungen von *Cercidiphyllum* in der Beckenfüllung von Oberdorf

In der untermiozänen Schichtabfolge von Oberdorf unterliegen Auftreten und Häufigkeit der isolierten Organe von *Cercidiphyllum crenatum* großen Schwankungen:

In den Schichten an der Basis des Flözes, wo Arten der mesophytischen Vegetation des Hinterlandes am reichsten repräsentiert sind (Blätter-, Früchte- und Pollen), wurden Blätter von *Cercidiphyllum* bisher nicht entdeckt. Isolierte Balgfrüchte und Kurztriebe treten hier nur ausnahmsweise auf. Für das Fehlen der Blätter sind taphonomische Ursachen zu diskutieren: Die Nachweise von Blatt-Taxa beruhen in diesem Profilabschnitt auf Fragmenten von meist derben Blättern (häufig $< 1\text{ cm}^2$), deren botanisch-systematische Zuordnung mittels kutikularanalytischer Untersuchung erfolgte. Die zarten Blätter von *Cercidiphyllum* könnten dem Transport vor der Einbettung völlig zum Opfer gefallen sein. *Cercidiphyllum* Früchte sind wenig verholzt, ihre Fruchtwand ist dünn. Daher zählen diese Fruktifikationen nicht zu den gegen Transportschäden widerstandsfähigsten. Trotzdem deutet das weitgehende Fehlen von *Cercidiphyllum* im Früchtespektrum des basalen Profilabschnittes eher auf eine geringe Bedeutung dieser Art in den mesophytischen Wäldern hin. Reich an immergrünen, subtropischen Arten (Lauraceae, Fagaceae, Mastixiaceae, Symplocaceae, Rutaceae, Theaceae, Hamamelidaceae u.a.). wurden sie an anderer Stelle bereits als "Jüngere Mastixioideenfloren" (sensu MAI) charakterisiert (KOVAR-EDER et al. 1998, MELLER et al. in Druck). Neue Funde (Blätter, Fruktifikationen) aus einem Tuffit von der Basis der Kohle in der Ostmulde, der erstmals 1997 aufgeschlossen war, und dessen Auswertung sich unter Bearbeitung befindet, unterstützen diese Interpretation.

	HZM Westmulde	Hang. Ostmulde	Hang. Ostmulde	Hang. Ostmulde	Hang. Ostmulde
Inv.Nr.	1983/0047 ^{y)}	1993/0029	1996B0044 1995/0044	1991/0162	1998B0007 ^{x)y)}
Probennr.	Kov-Ob 1983/25	E-Ob 93/4	OENW-Pb- M1-16.5.95	22.10.91	ME-Ob 90/5
Taxa	sandig, siltige Konkretionen	mergeliger feiner Silt	toniger Silt	toniger Silt	mergeliger Silt
<i>Sequoia abietina</i>	X (B)	X (B,Z)	X (Z)	X (B,Z)	X (B)
<i>Sequoia abietina</i> <i>vel/et Glyptostrobos</i> <i>europaeus</i>		X (B)	X (B)		
<i>Magnolia liblarensis</i>		X			
<i>Laurophyllum</i> <i>abchasiacum</i>		X			
<i>Cercidiphyllum</i> <i>crenatum</i>	X (B,F)	X (B,F)	X (B,F)	X (B,F)	x (B,F)
<i>Myrica joannis</i>	X				
? <i>Gordonia</i> sp.	X				X
<i>Salix</i> sp.			X		
<i>Viscum morlotii</i>			X		
<i>Fraxinus</i> sp.		X	X		
<i>Acer tricuspidatum</i>				X	X

Tab.3: Floristische Vergesellschaftung von *C. crenatum* führenden Blatt-horizonten.

HZM=Hauptzwischenmittel, Hang.=Hangendabfolge, OF=Oberflöz ^{x)} Probe befindet sich noch in der Bearbeitung; ^{y)} vgl. Tab.4 für das Spektrum der Früchte. B - Blätter, F - Balgfrüchte, Polykarprien, Z - Zapfen.



Tab.4: Typische floristische Vergesellschaftungen (Fruktifikationen) mit *C. crenatum* aus kohlig-tonigen und siltigen Sedimenten aus dem Hauptzwischenmittel und dem mittleren Teil der Hangendabfolge der Ostmulde sowie dem Übergangsbereich Oberflöz-Hangendabfolge in der Westmulde.

Regelmäßig mit *C. crenatum* vergesellschaftet sind *Sequoia abietina*, *Glyptostrobos europaeus*, *Prunus* sp., *Magnolia burseracea*, *Rubus* spp., *Meliosma wetteraviensis*, *Nyssa ornithobroma* und *Sparganium* spp., überwiegend Elemente von Feuchtstandorten. *Myrica* spp., *Viscum* sp., ? *Cleyera boveyana* und *Carex* spp. kommen ebenfalls häufig vor. x = <1%, xx = 1-9.9%, xxx = 10-49.9%, XXXX = >50%, HZM = Hauptzwischenmittel, Hang. = Hangendabfolge, OF= Oberflöz; ^{x)} vgl.Tab.3 für das Spektrum der Blatt-Taxa.

	HZM Westmulde	OF/Hang. Westmulde	HZM Ostmulde	Hang. Ostmulde	Hang. Ostmulde
Inv.Nr.	1992/0259 ⁷⁾	1992/0253	1995/0042	1996B0065	1992/0331 ⁷⁾
Probennr.	KOV-Ob 1983/25	Kov-Ob 82/5	OEE-ZWIM/ A/Pb-E5-95	OE-Profil II-5	ME-Ob 90/5
Taxa	sandige, siltige Konkretionen	Kohlenton	Silt	kohliger Ton	?mergeliger Silt
<i>Cephalotaxus miocenica</i>	-	-	-	-	X
<i>Sequoia abietina</i> (Zapfen)	xx	-	xx	xx	xx
<i>Sequoia abietina</i> (Samen)	-	-	xxx	xxx	xx
<i>Glyptostrobus europaeus</i> (Zapfen)	-	x	-	-	-
<i>Glyptostrobus europaeus</i> (Samen)	-	xxxx	xx	xxx	-
<i>Magnolia burseracea</i>	-	x	x	x	x
<i>Cercidiphyllum crenatum</i>	xx	xxx	xx	xxx	x
<i>Myrica boveyana</i> et/ vel <i>ceriferiformoides</i>	xxxx	x	-	-	xxxx
<i>Ranunculus</i> sp.	-	-	x	-	-
<i>Eurya stigmosa</i>	-	-	-	-	x
? <i>Cleyera boveyana</i>	-	-	x	-	xx
? <i>Actinidia</i> sp.	-	-	-	-	x
<i>Actinidia</i> sp. (cf. <i>polygama fossilis</i>)	-	-	x	-	-
Moraceae gen. et sp. indet.	-	-	x	-	-
<i>Rubus</i> sp.	-	-	xx	x	xx
<i>Prunus</i> sp.	-	-	? x	xx	x
<i>Decodon gibbosus</i>	-	-	-	-	xxx
<i>Nyssa ornithobroma</i>	-	xx	xx	xx	-
Cornaceae gen. et sp. indet.	-	-	x	-	x
<i>Viscum</i> sp.	-	-	x	xx	-
<i>Meliosma wetteraviensis</i>	-	x	x	xxx	-
<i>Carya ventricosa</i>	-	-	-	-	x
<i>Pterocarya</i> / <i>Cyclocarya</i> spp.	-	-	x	-	-
<i>Fraxinus</i> sp.	-	-	-	xx	-
<i>Potamogeton</i> sp.	-	-	-	-	x
<i>Carex</i> sp.	-	-	x	xx	-
<i>Sparganium</i> spp.	x	-	xxx	x	xx
<i>Urospathites</i> sp.	-	-	xx	-	-

Auch in diesem an laurophyllen Arten reichen Tuffit wurde nur ein Polykarpium jedoch kein Blatt gefunden. Die gegen mechanische Beanspruchung wenig widerstandsfähigen Pollenkörner von *Cercidiphyllum* sind in Oberdorf selten nachzuweisen. Sie wurden bisher nur aus dem basalen Profilabschnitt nachgewiesen, in einer Probe (hier in geringer Häufigkeit) mit ausnahmsweise gutem Erhaltungszustand und in einer *Alnus*-dominierten Probe aus dem Flözzwischenmittel (pers. Mitt. C.-C. Hofmann). Dies steht dennoch nicht in Widerspruch mit den Ergebnissen der Blätter- und Fruchtevergesellschaftungen, denn das Pollenbild spiegelt höheren allochthonen Einfluß (stärkere Mischung unterschiedlicher Faziesbereiche innerhalb eines Vegetationsgebietes) wider als dies für Blätter und Früchte gilt.

In Kohletonen und Tonen im Bereich des bauwürdigen Flözes sind in Oberdorf bisher keine Blattreste von *C. crenatum* entdeckt worden. Jedoch treten Fruchtreste in Kohletonen regelmäßig und häufig auf (MELLER 1996: Tab.1, MELLER in Druck: Tab.2). In reinen Tonen hingegen, die als Ergebnis von Überflutungsereignissen gedeutet werden, sind die Balgfrüchte seltener. Welche Rolle *C. crenatum* in den *Glyptostrobus europaeus* (BRONGNIART) UNGER - *Quercus rhenana* (KRÄUSEL & WEYLAND) KNOBLOCH & KVACEK - *Nyssa ornithobroma* UNGER - *Myrica* dominierten Sumpfwädem spielte, bleibt zu diskutieren.

In den Hauptzwischenmitteln von West- und Ostmulde ist *C. crenatum* ebenfalls nachgewiesen. Die Balgfrüchte kommen nahezu ausschließlich in den feinkörnigeren Sedimenten vor. Nur in einem sandigen, konkretionär verfestigten Abschnitt des Hauptzwischenmittels der Westmulde fanden sich Blätter und vollständige Polykarpium (Taf.1 Fig.6). (Verzweigte) Zweige und Zapfen von *Sequoia abietina* (BRONGNIART) KNOBLOCH sowie *Myrica boveyana* (HEER) CHANDLER et/vel *M. ceriferiformoides* BUZEK & HOLY sind in diesem Abschnitt häufig. Die bisher einzigen Blätter, die große morphologische Ähnlichkeiten zu *Gordonia* (Theaceae) aufweisen (KOVAR-EDER & MELLER in Druck) stammen aus diesen Lagen. Die sandige Abfolge des Hauptzwischenmittels der Westmulde wird auf deutlichen fluviatilen Einfluß zurückgeführt, der die Entwicklung der Sumpfstadien unterbrach.

Aus dem zentralen Teil der hangenden Schichtfolge der Ostmulde liegen die zahlreichsten und am besten erhaltenen Funde von *C. crenatum* vor. In tonig-kohligen, siltigen und mergeligen Schichten sind Blätter und Früchte vergesellschaftet, in manchen auch die hier beschriebenen Zweige mit Kurztrieben und deren Abdrücke sowie isolierte Kurztriebe. Im Artenspektrum der Blätter sind *Sequoia abietina*, *Alnus*, *Acer tricuspidatum* BRONN, *Fraxinus* und (*Salix*) regelmäßige Begleiter. *Glyptostrobus europaeus* (eher in kohlig-tonigen Sedimenten), *Sequoia abietina* (eher in siltig-mergeligen Sedimenten), *Magnolia bursifera* (MENZEL) MAI, *Nyssa ornithobroma* UNGER, *Myrica*

div. sp., *Meliosma wetteraviensis* (LUDWIG) MAI und *Prunus* sp. treten meist mit den Balgfrüchten von *C. crenatum* gemeinsam auf. Entsprechend den sedimentologischen Untersuchungen (HAAS 1998) und in Einklang mit den paläobotanischen Befunden repräsentiert dieser Profilabschnitt von hohem Grundwasserspiegel gekennzeichnete Flußniederungen mit Hinterwässern (back-swamp), Überschwemmungsgebieten (flood plain) und Flußuferdämmen (natural levees). Letztere sind im Spektrum der Fruktifikationen zwar besser repräsentiert als durch Blattreste, doch auch unter den Früchten dominieren die Arten von häufig überschwemmten Standorten.

Vergleich mit mitteleuropäischen Vorkommen

JÄHNICHEN et al. (1980) widmeten sich ausführlich den tertiären europäischen Vorkommen von *Cercidiphyllum* Früchten und Blättern. *C. crenatum* wird dort als Akzessorium mesophytischer Wälder sowohl vom Typus der Mixed Mesophytic Forests als auch von warm temperaten Sommerlaubwäldern interpretiert. Gegenüber nahezu allen bisher bekannten Fundgebieten unterscheidet sich Oberdorf durch das massenhafte Auftreten von *C. crenatum* Blättern in zahlreichen Horizonten im Hangenden des bauwürdigen Flözes. Nur von Hohen Rhonen (Kanton Zug, Schweiz, unteres Miozän) ist *C. crenatum* als häufigste Art angeführt (HEER 1859: 42, *Grewia* div.sp.-Blätter, siehe Synonymie bei JÄHNICHEN et al.1980:358). Über diese Fundstelle liegen jedoch keine neuen Daten vor (pers. Komm. J.-P. Berger).

Auch aus den nahegelegenen untermiozänen Braunkohlerevieren der Steiermark (Parschlug, Schönegg/Eibiswald, Moskenberg-Münzenberg bei Leoben und Fohnsdorf) sind vergleichbare Vergesellschaftungen nicht bekannt.

In der untermiozänen Abfolge der Most Formation im Nordböhmischem Becken werden *Cercidiphyllum* Blätter aus dem "Clayey Superseam Horizon", der im Hangenden des Hauptflözes entwickelt ist, und dem "Delta Sandy Horizon" fluviatilen Ursprungs angegeben. *Cercidiphyllum* Früchte sind dort selten und stammen ausschließlich aus dem hangenden Abschnitt des Hauptflözes (BUZEK et al.1992: Tab.1, 3). Traditionelle und statistische Auswertungsmethoden (BOULTER et al. 1993: Tab.6, Fig.5) räumen *C. crenatum* in dieser Braunkohlelagerstätte eine Position als begleitende Art einer *Engelhardia/Taxodium* Gesellschaft ein, die als Relikt mesophytischer Wälder auf kristallinem Untergrund gedeutet wird. Es besteht nur auffallend geringe Übereinstimmung des begleitenden Artenspektrums dieser zonalen Gesellschaft im Nordböhmischem Becken und jenem von Oberdorf: *Taxodium dubium* (STERNBERG) HEER, *Pinus engelhardtii* MENZEL, *Engelhardia orsbergensis* (WESSEL & WEBER) JÄHNICHEN, MAI & WALTHER, *Laurophyllum pseudoprinceps* WEYLAND & KILPPER, *Comptonia acutiloba* BRONGNIART, *Sabal major* (UNGER) HEER und *Myrica lignitum* (UNGER) SAPORTA, die dort als charakteristische Arten angeführt sind, fehlen in den *Cercidiphyllum*-

reichen Schichten der Hangendschichtfolge in Oberdorf. Nur *Laurophyllum pseudoprinceps* und *Daphnogene polymorpha* sind aus den Schichten an der Flözbasis in Oberdorf nachgewiesen. *Glyptostrobus europaeus*, *Nyssa* und *Fraxinus*, Repräsentanten von Feuchtwäldern, und *D. polymorpha* sind in den *Cercidiphyllum*-reichen Schichten von Oberdorf und dem nordböhmisches Vorkommen vertreten.

Aus dem "Clayey Superseam Horizon" von Bilina im Most-Teil des Nordböhmisches Beckens charakterisieren KVACEK & KONZALOVA (1996:152 f.) eine Gesellschaft, die als Relikt sumpfiger Tieflandswälder aufgefaßt wird. Die Übereinstimmungen zu den *Cercidiphyllum*-reichen Schichten der Hangendabfolge in Oberdorf sind mit *Glyptostrobus europaeus*, *Alnus*, *Acer tricuspidatum*, *Fraxinus*, *Nyssa* und *Cercidiphyllum crenatum* wesentlich größer.

Massenhafte Vorkommen von *Cercidiphyllum* Früchten sind bisher nur von zwei weiteren Lokalitäten bekannt, dem Tagebau Hambach in der Niederrheinischen Bucht (PINGEN 1994) und Chyzne im Orawa-Becken in Polen (LANCUCKA-SRODONIOWA 1979:44). In den obermiozänen kohlig-tonigen Sedimenten des Tagebaues Hambach wurden zusammen mit einem Massenvorkommen von *Athrotaxis couttsiae* (HEER) GARDNER zahlreiche Früchte von *C. crenatum* und Endokarprien von *Nyssa ornithobroma* gefunden. Im artenreicheren Gesamtspektrum sind die Elemente der Sumpfvegetation dominant. Die Arten unterscheiden sich aber größtenteils von jenen in Oberdorf nachgewiesenen. Z.B. sind *Cladium*, *Cladiocarya*, *Microdiptera*, *Salvinia*, *Itea europaea* MAI oder *Leitneria flexuosa* (GEISSERT), GREGOR & MAI aus Oberdorf oder dem Köflach-Voitsberg Revier nicht bekannt.

Über die floristische Vergesellschaftung der Lokalität Chyzne liegen erst vorläufige Daten vor (Mitt. M. Lesiak, Krakau): Neben zahlreichen Elementen, die sowohl in Oberdorf als auch Chyzne vorkommen - z.B. *Sequoia abietina*, *Glyptostrobus europaeus*, *Magnolia burseracea*, *Prunus* sp., *Acer* sp., *Ranunculus* sp., *Decodon* sp. oder *Carex* spp. - scheinen andere wie z.B. *Nyssa ornithobroma*, *Myrica boveyana* et/vel *M. ceriferiformoides*, *Viscum* sp. oder *Meliosma wetteraviensis* in Chyzne zu fehlen.

C. crenatum konnte nach den reichen Befunden aus Oberdorf in von hohem Grundwasserspiegel betroffenen Flußniederungen mit Hinterwässern, Überschwemmungsgebieten, Altarmen und Flußuferdämmen zumindest lokal größere Bedeutung als Gehölzart der Wälder dort erlangen. Doch in den zeitlich äquivalenten, überwiegend laurophyllen, mesophytischen Wäldern (Typus "Jüngere Mastixioideenflora" sensu MAI) des Hinterlandes und ähnlichen Standorten auf Dämmen des Feuchtgebietes ist die Rolle von *C. crenatum* in Oberdorf selbst als Akzessorium nicht vollkommen gesichert.

In tertiären mesophytischen Wäldern unterschiedlicher Zusammensetzung (Mixed Mesophytic Forests, Deciduous Broad-leaved Forests) war *C. crenatum* eine interessante vor allem akzessorische Komponente (JÄHNICHEN et al. 1980: 374 ff.), aber regional auch in Tieflandsfeuchtwäldern vertreten wie in Bilina (KVACEK & KONZALOVA 1996: 152) oder in diesen sogar bedeutend wie in Oberdorf. Weitere detaillierte Auswertungen von Vorkommen bleiben abzuwarten, um den Zusammenhang zwischen der Veränderung der mesophytischen Wälder im Lauf des Tertiärs und dem Auftreten und der Häufigkeit von *C. crenatum* in zonalen und azonalen Wäldern zu klären.

Schlußfolgerungen

Reste von *Cercidiphyllum* (Blätter, Früchte, Langtriebe mit Kurztrieben, isolierte Kurztriebe und Pollen) sind in nahezu der gesamten kohleführenden Beckenfüllung von Oberdorf in unterschiedlicher Häufigkeit dokumentiert. Blätter und Früchte werden *C. crenatum* zugeordnet. Die Position der Kurztriebe an den Langtrieben variiert zwischen gegenständig, annähernd gegenständig und wechselständig. Spiralige und dekussate Anordnung können nicht ausgeschlossen werden, lassen sich aber fossil nicht eindeutig dokumentieren. Basierend auf dem Auftreten, der Häufigkeit und Vergesellschaftung in den einzelnen Horizonten und Abschnitten der Schichtfolge, ist *C. crenatum* vor allem als wesentlicher Bestandteil der Niederungsflußwälder mit Hinterwässern und Altarmen in diesem Gebiet zu betrachten.

Dank

Die Ergebnisse wurden im Rahmen des Projektes P 10337-GEO des Österreichischen Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung gewonnen.

Rezentes Vergleichsmaterial wurde uns von der Botanischen Abteilung des NHMW, dem Institut für Botanik der Universität Graz und dem Institut für Botanik der Universität Wien zur Verfügung gestellt. Wertvolle Anregungen erhielten wir durch Diskussion mit Prof. Dr. Z. Kvacek (Universität Prag) und Dr. A. Drescher (Institut für Botanik, Universität Graz). Bei den Grabungen wirkten W. Prenner, F. Topka und A. Englert (Technischen Mitarbeiter der Geologisch-Paläontologischen Abteilung des NHMW) mit. Das Fotomaterial wurde in bewährter Weise von A. Schumacher (NHMW) angefertigt. Allen genannten Einrichtungen und Personen gilt unser Dank für die Mitwirkung am Zustandekommen dieser Untersuchungen.

Literatur

- BOULTER, M. C., HUBBARD, R. N. L. B. & KVACEK, Z. (1993): A comparison of intuitive and objective interpretations of Miocene plant assemblages from North Bohemia. - *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.*, 101: 81-96, Utrecht.
- BUZEK, C., DVORAK, Z., KVACEK, Z. & PROKS, M. (1992): Tertiary vegetation and depositional environments of the "Bilina delta" in the North-Bohemian brown-coal basin. - *Casop. mineral. geol.*, 37/2: 117-134, Praha.
- DAXNER-HÖCK, G., HAAS, M., MELLER, B. & STEININGER, F. F. (1998): Wirbeltiere aus dem Unter-Miozän des Lignit-Tagebaues Oberdorf (Weststeirisches Becken, Österreich). - 10. *Palökologie, Sedimentologie und Stratigraphie. Ann. Naturhist. Mus.*, 99 A: 195-224, Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C. v. (1858): Die fossile Flora von Köflach in Steiermark. - *Jb. kaiserl. königl. Geol. Reichsanst.*, 8: 738-756, Wien.
- HAAS, M. (1998): Sedimentological Investigations of the Early Miocene Lignite Deposit of the Opencast Mine Oberdorf, N Voitsberg, Styria, Austria. - In STEININGER, F. F. (Ed.): *The Early Miocene Lignite Deposit of Oberdorf, N Voitsberg, Styria, Austria. Jb. Geol. Bundesanst.*, 140, Wien.
- HAAS, M., DAXNER-HÖCK, G., DECKER, K., KOLCON, I., KOVAR-EDER, J., MELLER, B. & SACHSENHOFER, M. R. F. (1998): Palaeoenvironmental Studies of the Early Miocene Lignite Deposits of the Opencast Mine Oberdorf, N Voitsberg, Styria, Austria. - In STEININGER, F. F. (Ed.): *The Early Miocene Lignite Deposit of Oberdorf, N Voitsberg, Styria, Austria. - Jb. Geol. Bundesanst.*, 140, 4: 483-490, Wien.
- HEER, O. (1859): *Flora tertiaria Helvetiae*. - 3. Bd., 377 S. Winterthur.
- HICKEY, L. J. (1973): Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. - *Amer. J. Bot.*, 60/1: 17-33, Washington.
- JÄHNICHEN, H., MAI, D. H. & WALTHER, H. (1980): Blätter und Früchte von *Cercidiphyllum* SIEBOLD & ZUCCARINI im mitteleuropäischen Tertiär. - *Schriftenreihe geol. Wiss.*, 16: 357-399, Berlin.
- KOVAR-EDER, J. (1996): Eine bemerkenswerte Blätter-Vergesellschaftung aus dem Tagebau Oberdorf bei Köflach, Steiermark (Unter-Miozän). - *Mitt. Abt. Geol. Paläont. Landesmus. Joanneum*, 54: 147-171, Graz.
- KOVAR-EDER, J. (1998): The Leaf Assemblages from the Early Miocene Lignite Opencast Mine Oberdorf, N Voitsberg, Styria, Austria. - In STEININGER, F. F. (Ed.): *The Early Miocene Lignite Deposit of Oberdorf, N Voitsberg, Styria, Austria. - Jb. Geol. Bundesanst.*, 140, 4: 447-452, Wien.
- KOVAR-EDER, J. & MELLER, B. (in Druck): The plant assemblages from the main seam parting of the western sub-basin of Oberdorf, N Voitsberg, Styria, Austria (Early Miocene). - *Cour. Forsch. Inst. Senckenberg.*, Frankfurt.
- KOVAR-EDER, J., MELLER, B. & ZETTER, R. (1998): Comparative investigations on the basal fossiliferous layers at the opencast mine Oberdorf (Köflach-Voitsberg lignite deposit, Styria, Austria; Lower Miocene). - *Rev. Palaeobot. Palynol.*, Utrecht 1998.

- KVACEK, Z. & KONZALOVA, M. (1996): Emended characteristics of *Cercidiphyllum crenatum* (UNGER) R. W. BROWN based on reproductive structures and pollen in situ. - *Palaeontogr. B*, 239: 147-155, Stuttgart.
- LANCUCKA-SRODONIOWA, M. (1979): Macroscopic plant remains from the freshwater Miocene of the Nowy Sacz Basin (West Carpathians, Poland). - *Acta Palaeobot.*, 20/1: 3-117, Krakow.
- LINDQUIST, B. (1954): Notes on *Cercidiphyllum magnificum* NAKAI. - *Bot. Tidsskrift*, 51:212-219, Kopenhagen.
- MAURITSCH, H. & SCHOLGER, R. M. (1998): Palaeomagnetism and Magnetostratigraphy from the Early Miocene Lignite Opencast Mine Oberdorf, N Voitsberg, Styria, Austria. - In STEININGER, F. F. (Ed.): The Early Miocene Lignite Deposit of Oberdorf, N Voitsberg, Styria, Austria. *Jb. Geol. Bundesanst.*, 140, 4: 429-432, Wien.
- MELLER, B. (1995): Früchte und Samen aus dem Köflach-Voitsberger Braunkohlenrevier (Miozän; Steiermark, Österreich). - Diss. Formal- u. Naturwiss. Fak. Univ. Wien, D 28789/1,2:1-191, Wien.
- MELLER, B. (1996): Charakteristische Karpo-Taphocoenosen aus den untermiozänen Sedimenten des Köflach-Voitsberger Braunkohlenreviers (Steiermark, Österreich) im Vergleich. - *Mitt. Abt. Geol. Paläont. Landesmus. Joanneum*, 54: 215-229, Graz.
- MELLER, B. (1998a): Systematisch-taxonomische Untersuchungen von Karpo-Taphocoenosen des Köflach-Voitsberger Braunkohlenreviers (Steiermark, Österreich; Untermiozän) und ihre paläoökologische Bedeutung. - *Jb. Geol. Bundesanst.*, 140/4, Wien.
- MELLER, B. (1998b): Diaspore Assemblages from the Early Miocene Lignite Opencast Mine Oberdorf, N Voitsberg, Styria, Austria. - in STEININGER, F. F. (Ed.). The Early Miocene Lignite Deposit of Oberdorf, N Voitsberg (Styria, Austria). *Jb. Geol. Bundesanst.*, Wien.
- MELLER, B., KOVAR-EDER, J. & ZETTER, R.: Lower Miocene diaspore-, leaf-, and palynomorph - assemblages from the base of the lignite-bearing sequence in the opencast mine Oberdorf N Voitsberg (Styria, Austria) as indication of a "Younger Mastixioid" vegetation. - *Palaeontogr. B*, Stuttgart, in Druck.
- OBERHAUSER, R. (Hrsg.) (1980): Der geologische Aufbau Österreichs. - 699 S., Springer Verlag, Wien.
- PINGEN, M. (1994): *Athrotaxis couttsiae* (HEER) GARDNER - ein reiches Vorkommen in obermiozänen Kohlen des Tagebaues Hambach b. Düren (Rheinland). - *Doc. Naturae*, 84: 24-30, München.
- SOLEREDER, H. (1899): Zur Morphologie und Systematik der Gattung *Cercidiphyllum* SIEB. & ZUCC. mit Berücksichtigung der Gattung *Eucommia* OLIV. - *Ber. Deut. Bot. Ges.*, 17: 387-406, Berlin.
- SPONGBERG, S. A. (1979): Cercidiphyllaceae hardy in temperate North America. - *J. Arnold Arbor. Harvard Univ.*, 60: 367-376, Harvard.

STEININGER, F. F., BERGGREN, W. B., KENT, D. V., BERNOR, R. L., SEN, S. & AGUSTI, J. (1996): Circum Mediterranean Neogene (Miocene and Pliocene) marine - continental chronologic correlations of European mammal units and zones. - In: BERNOR, R. L., FAHLBUSCH, V. & MITTMANN, H.-W. (eds.): The Evolution of the Western Eurasian Neogene Mammal Faunas: 7-46, New York.

STEININGER, F. F. DAXNER-HÖCK, G., HAAS, M., KOVAR-EDER, J., MAURITSCH, H., MELLER, B. & SCHOLGER, R. (1998): Stratigraphy of the "Basin Fill" in the Early Miocene Lignite Opencast Mine Oberdorf, N Voitsberg, Styria, Austria. - in STEININGER, F. F. (Ed.). The Early Miocene Lignite Deposit of Oberdorf, N Voitsberg (Styria, Austria). Jb. Geol. Bundesanst., 140, Wien.

Anschrift der Autoren:



Univ.-Doz. Dr. Johanna KOVAR-EDER
Naturhistorisches Museum
Geologisch-Paläontologische Abteilung
Burgring 7, A-1014 Wien.



Dr. Barbara MELLER Dr. Reinhard ZETTER
Universität Wien, Institut für Paläontologie,
GEO-Zentrum
Althanstraße 14, A-1090 Wien.



Tafel 1

Cercidiphyllum japonicum SIEBOLD & ZUCCARINI

Yumoto, Japan, 23.6.24, Herbar: W

Fig.1: Kutikula der Blattunterseite, 400 x

Cercidiphyllum magnificum NAKAI

Flora of Japan, Hondo: Shirouma-jiri in Shinano; Coll. Jisaburo Ohwi,
Aug.15, 1951, Herbar: W

Fig.2: Kutikula der Blattunterseite, 400 x

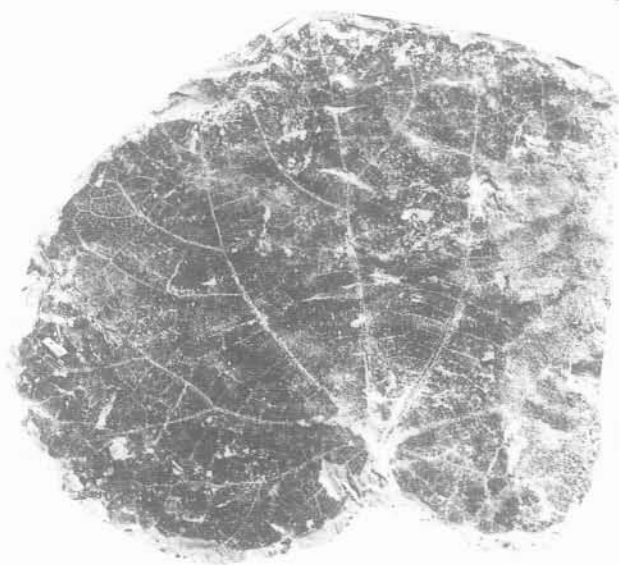
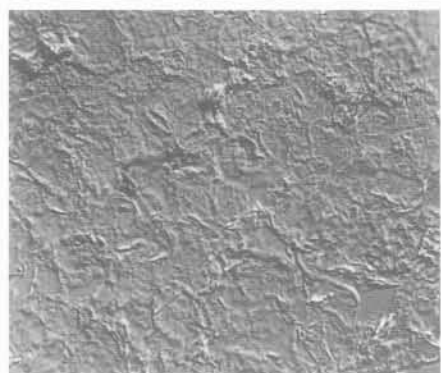
Cercidiphyllum crenatum (UNGER) R.W.BROWN

Fig.3: Kutikula der Blattunterseite, Inv.Nr. 1991/0162/0001D/2, 400 x

Fig.4,5: Blätter, Inv.Nr. 1993/0029/0025 und 0016, 1 x

Fig.6: auf einem Blatt liegendes Polykarpium, Inv.Nr.1987/0047/0007

1	2
3	4
5	6



1,2,3, 4	5
6	7
8	9

Tafel 2

Cercidiphyllum crenatum (UNGER) R.W.BROWN

Fig.1: Polykarpium mit zwei Balgfrüchten, die linke mit gespaltenem Griffel,
Inv.Nr.1991/0160/0079, 2 x

Fig.2,3: Isolierte Balgfrüchte, Variabilität der Größe,
Inv.Nr.1996B0066/0001, 1996B0054/0001, 2 x

Fig.4: Apikales Balgfruchtfragment mit stark gekrümmtem, langem Griffel,
Inv.Nr.1992/0253/0002, 3 x

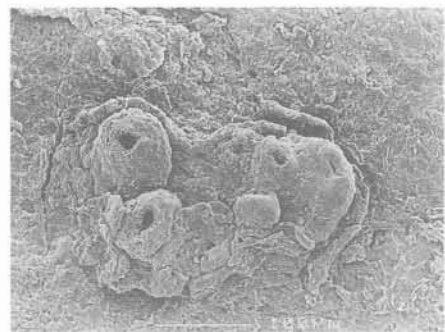
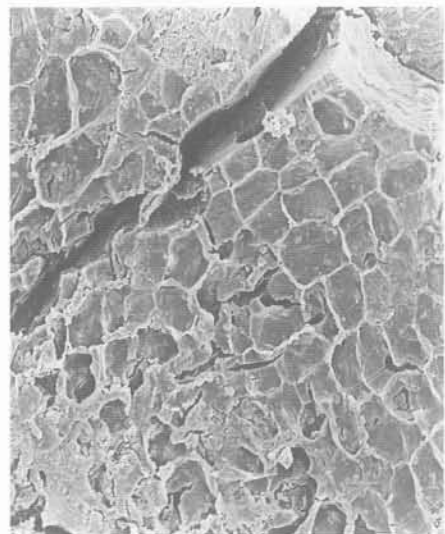
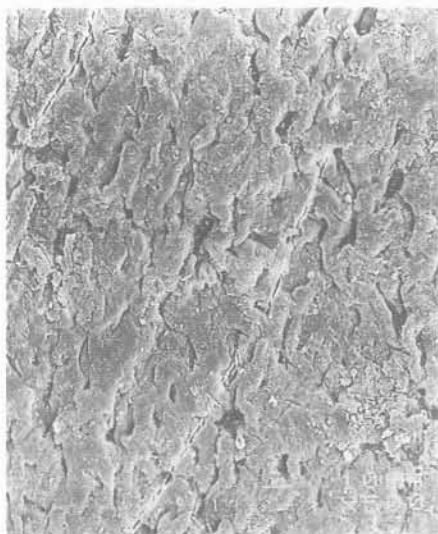
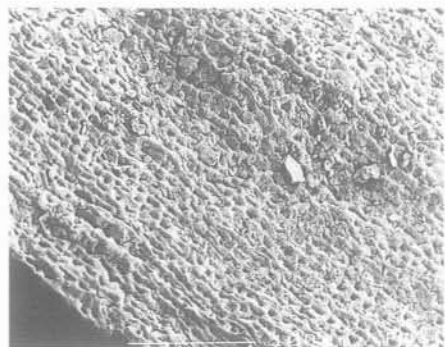
Fig.5: Exokarp-Oberfläche außen mit in unregelmäßigen Längsreihen
liegenden dickwandigen Zellen über einem Leitbündel;
Inv.Nr.1992/0253/0002, 160 x

Fig.6: Exokarp-Oberfläche außen mit unregelmäßiger Zellstruktur;
Inv.Nr. 1996B0062/0001, 400 x

Fig.7: Parenchymatische Zellen unter der epidermalen Zellschicht des
Exokarps;
Inv.Nr.1996B0053/0001, 400 x

Fig.8: Proximales Stielende einer Balgfrucht wulstig verdickt (Ansatz von
Braktee am Polykarpiumstiel),
Inv.Nr.1992/0253/0002, 55 x

Fig.9: Pilzsklerotien auf der Exokarp Oberfläche,
Inv.Nr.1996B0062/0001, 130 x



1	
3 4	5 2 6
7	8

Tafel 3

Cercidiphyllum crenatum (UNGER) R.W.BROWN

Fig.1: Massenvorkommen isolierter Balgfrüchte,
Inv.Nr.1992/0397/0002, 1 x

Cercidiphyllum japonicum SIEBOLD & ZUCCARINI

Türkenschanzpark, Wien

Fig.2: Stellung der Kurztriebe an einem Langtrieb gegenständig, wechselständig und annähernd gegenständig, 1 x

Cercidiphyllum sp.

Fig.3-6: Langtriebe mit Kurztrieben

Fig.3: Kurztriebe wechselständig,
Inv.Nr.1996B0053/0002, 3 x

Fig.4: Kurztriebe annähernd gegenständig, rechter Brachyblast aus 10 Internodien und 11 Nodien,
Inv.Nr. 1996B0054/0002, 3 x

Fig.5,6: Kurztriebe gegenständig,
Inv.Nr.1996B0054/0003 und 1996B0054/0004, 3 x

Cercidiphyllum sp.

Fig.7: Pollenkorn, 2000 x

Fig.8: Detail der Pollenkornoberfläche, 15000 x

