

**B E R I C H T E D E R N A T U R F O R S C H E N D E N
G E S E L L S C H A F T D E R O B E R L A U S I T Z**

Band 13

Ber. Naturforsch. Ges. Oberlausitz 13: 21-34 (2005)

ISSN 0941-0627

Manuskriptannahme am 14. 12. 2004
Erschienen am 8. 12. 2005

Vortrag zur 14. Jahrestagung der Naturforschenden Gesellschaft der Oberlausitz am 3. April 2004 in Zittau

**Vulkanische Floren der südöstlichen Oberlausitz und des böhmischen
Mittelgebirges – Zeugen der tertiären Waldentwicklung in Mitteleuropa**

Von HARALD W A L T H E R

Dem Nestor der naturwissenschaftlichen Forschung in der Oberlausitz,
Herrn Prof. Dr. habil. Wolfram Dunger, zum 75. Geburtstag gewidmet

Mit 5 Abbildungen und 1 Tabelle

Zusammenfassung

Die Vulkanischen Floren Nordböhmens (Tschechische Republik), der Oberlausitz und des mittleren Erzgebirges (Deutschland) werden definiert und ihre Bedeutung an ausgewählten oligozänen Floren wie Hammerunterwiesenthal, Kleinsaubernitz und Bechlejovice vorgestellt. In Florenkomplexen geordnet, liefern sie wichtige Ergebnisse über die Entwicklung der Waldvegetation in Mitteleuropa während des Oligozäns. Diese Vulkanischen Floren zeigen die mesophytische Klimax – Vegetation von 38,3 bis 25 Millionen Jahren in Mitteleuropa. Zusammensetzung und Taphonomie ähneln sich, weisen aber in jeder Lokalität bestimmte Besonderheiten auf, die von klimatischen und taphonomischen Verhältnissen abhängig sind. Zusammenhänge mit den meeresnahen, altersgleichen Tertiärfloren bestehen durch den Nachweis gleicher Florenelemente in beiden Florengebieten.

Abstract

The volcanic floras of Northern Bohemia (Czech Republic), Upper Lusatia and the middle Erzgebirge Mountains (Germany) are defined and their importance is illustrated with selected Oligocene floras like Hammerunterwiesenthal, Kleinsaubernitz and Bechlejovice. Ordered in floral complexes they yield important insights into the development of the woodland vegetation in Central Europe during the Oligocene. These floras illustrate the mesophytic climax-vegetation in the time from 38,3 to 25 Million years in this area. Composition and taphonomy are generally similar in all cases, but depending on the climatic and taphonomic conditions, show specific characters in each locality. The existence of relationships to the contemporary floras close to the ocean (lowland floras) is illustrated by the occurrence of the same floral elements in both floral areas.

1. Einleitung

Die Entwicklung der Waldvegetation Mitteleuropas lässt sich besonders an Floren aus dem höheren Paläogen (Oligozän) von vielen Fundorten hervorragend dokumentieren und

interpretieren. Belege dafür sind pflanzliche Makrofossilien wie Blattreste (Morphologie, Epidermisstruktur) und karpologische Reste (Früchte und Samen). Gleichzeitig geben Nachweise fossiler Pollen und Sporen weitere wichtige Informationen. Vereinzelt haben auch Tothölzer (Stamm- und Zweigreste) zu wichtigen taxonomischen und taphonomischen Aussagen geführt. Das Ziel dieser vielseitigen tertiärbotanischen Untersuchungen und Aktivitäten ist die Rekonstruktion der Vegetation Mitteleuropas in Raum und Zeit.

Die oligozänen vulkanischen Floren aus Nordböhmen und Sachsen (Mittlererzgebirge und Oberlausitz) zeigen die mesophytische Klimax-Vegetation von 38,3 bis etwa 25 Millionen Jahren in Mitteleuropa. Zusammensetzung und Taphonomie der Floren ähneln sich, weisen aber bei jeder Lokalität bestimmte Besonderheiten auf, die von der geologischen Situation, dem Mikro- und Mesoklima und vor allem von den edaphischen Verhältnissen abhängig sind. Die vulkanischen Floren, besonders aus dem tiefen Oligozän, liefern gemeinsam mit den sog. meeresnahen Floren oder Tieflandsfloren, die in Füllungen von Altwasserarmen zwischen mächtigen Braunkohlenflözen im Raum von Altenburg – Zeitz – Borna – Leipzig zahllose pflanzliche Makrofossilien enthalten, einmalige Daten für eine Rekonstruktion der paläogenen Vegetation Europas (z. B. KVAČEK & WALTHER 1995, 1998, 2001, 2004, MAI & WALTHER 1978, 1983, 1991, WALTHER 1996, 1998, 1999, 2004).

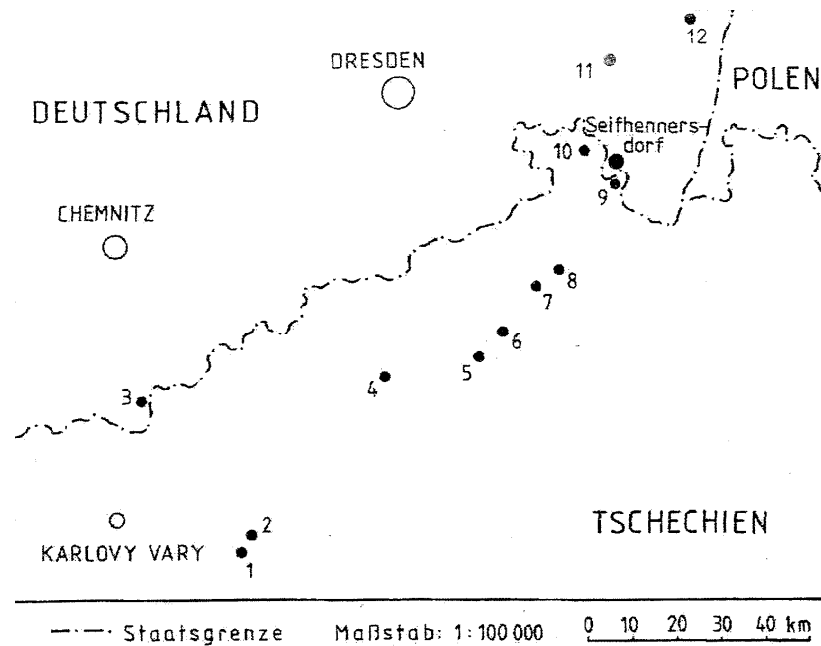


Abb. 1 „Vulkanische Floren“ aus Nordböhmen (Tschechische Republik) und aus Sachsen (Deutschland) (nach WALTHER 1999, 2004).

1	Valec	5	Kundratice	9	Varnsdorf
2	Dvorce	6	Suletice	10	Knizeči (Hrazeny)
3	Hammerunterwiesenthal	7	Bechlejovice	11	Kleinsaubernitz
4	Kučlin	8	Markvartice	12	Horka

Bereits ab letztem Drittel des 19. Jahrhunderts waren einige dieser Floren (z. B. Seifhennersdorf in Sachsen und Kundratitz = Kundratice, Sulloditz-Berand = Suletice-Berand in Nordböhmen, Tschechien) im Interesse paläobotanischer Forschungen. Sie sind mit den Namen HERMANN ENGELHARDT (1870, 1885, 1896, 1898) und PAUL MENZEL (1896/97, 1898) verbunden, die als Pioniere der Tertiärbotanik in Sachsen gelten (z. B. WALTHER 1984). Nach

dem 2. Weltkrieg haben besonders MAI (1963, 1995) und WALTHER (1964, 1974, 1977, 1994, 1996, 1998, 1999, 2004) neben der Erstbearbeitung neuer Lokalitäten umfangreiche Studien über diese Floren durchgeführt. Dabei erfolgte eine enge Zusammenarbeit mit Paläobotanikern aus der Tschechischen Republik. Von diesen sei besonders Prof. Dr. Z. Kvaček, Karls-Universität Prag, genannt.

2. Vulkanische Floren, ihre Definition (Abb. 1)

Floren und Vulkane enthalten, gemeinsam genannt, einen Widerspruch in sich. Vulkanische Aktivitäten können zu einer verheerenden Vernichtung der Vegetation führen, wie es aus Vergangenheit und Gegenwart bekannt ist. Aber die Vulkane haben direkt und indirekt Floren der Vergangenheit so „konserviert“, dass sie Jahrtausende fossil erhalten blieben. Als Beispiele seien nur das verkieselte Moor von Rhynie (Schottland) aus dem Unterdevon (erste Landpflanzen und Landtiere), der „Versteinerte Wald“ von Chemnitz (Perm, Unterrotliegendes), die „Petrified Forests“ von Arizona (Trias) oder die verkieselten Stämme der ersten Zwitterblütler der Erdgeschichte, die Bennettitales mit dem einmaligen Beleg von *Cycadeoidea reichenbachiana* aus der Unterkreide der Umgebung von Krakow, genannt. Bei diesen „Versteinungsprozessen“ spielt Kieselsäure als mineralisierende Substanz die maßgebende Rolle. Ihr häufiges Auftreten ist meist mit an einen intensiven Vulkanismus gebunden (z. B. DERNBACH & TIDWELL 2002).

Die neovulkanischen Aktivitäten in Nordböhmen (Böhmisches Mittelgebirge – České středohofí Mountains, Duppauer Gebirge [Stratovulkan] – Doupovské Mountains), in der Oberlausitz (z. B. Seifhennersdorf/Varnsdorf), Kleinsaubernitz und dem mittleren Erzgebirge (Hammerunterwiesenthal) stehen in engem Zusammenhang mit der Entwicklung des Eger-Riftes (Egergraben), das als integrierter Teil der känozoischen zentraleuropäischen vulkanischen Provinz angesehen wird. Nach Anfängen in der Oberkreide kommt es besonders während des höheren Paläogens (Oligozän) in Nordböhmen, im südlichen Bereich der Oberlausitz und im mittleren Erzgebirge zu ausgiebigen Ergüssen basaltischer und phonolithischer Laven, einschließlich der dazugehörigen Pyroklastika (z. B. ULRYCH et al. 1999). In diesem Zusammenhang sind auch die Maarbildungen zu sehen (z. B. SUHR & GOTH 1996, 1999), deren Füllungen reiche fossile Floren enthalten können (z. B. WALTHER 1998, 1999).

Der Begriff „Vulkanische Floren“ wird mehrfach in der jüngsten Tertiär-Literatur verwendet (KVAČEK & WALTHER 1995, 1998, 2004, WALTHER 1965, 1999, 2004). HURNIK & KNOBLOCH (1966) umschreiben diese Floren als Floren der „vulkano-deditischen“ Schichtenfolge.

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand sind „Vulkanische Floren“ Ausschnitte der zonalen Vegetation aus bestimmten Zeiteinheiten des Känozoikums, vor allem aus dem jüngeren Paläogen, deren fossile Belege durch Sedimente, die mit dem Vulkanismus im Zusammenhang stehen (Tuffe, Tuffite, Tonsteine, Diatomite, Ölschiefer) konserviert wurden. Sie können an Maare, Kraterseen, vulkano-tektonische Depressionen, Hängen oder Calderas gebunden sein. Die Floren sind „Momentaufnahmen“ von der Vegetation des jüngeren Paläogens (Eozän/Oligozän-Grenze, Unteroligozän, Oberoligozän, Oligo-/Miozän-Grenze), die diese vulkanischen Floren nach ihrem Bestand an Pflanzen- Fossilien zeigen. Sie umfassen einen Zeitraum von etwa 38,2 bis 24 Millionen Jahren (KVAČEK & WALTHER 2001, 2003, WALTHER 2004). Die stratigraphische Einstufung der vulkanischen Floren konnte im letzten Jahrzehnt durch umfangreiche radiometrische Untersuchungen (K/Ar) und der Einbeziehung der biostratigraphisch wichtigen Fischfauna sowie durch neue Daten aus der Palynologie genauer präzisiert werden (z. B. BELLON et al. 1998, BÖHME 1996, GAUDANT 1996, KONZALOVA 1981). Bedeutend für die Paläobiologie der einzelnen Fundorte von Vulkanischen Floren sind die Nachweise tierischer Fossilien, die in den terrestrischen Floren aus dem nordsächsischen Raum völlig fehlen.

Über verschiedene Tiergruppen aus den Vulkanischen Floren liegt eine Reihe von Publikationen aus jüngster Zeit vor (z. B. ŠPINAR 1972; OBRHELOVA & OBRHEL 1987; BÖHME 1996; GAUDANT 1996; HELLMUND & HELLMUND 1998; JEREMIES et al. 1998; TIETZ et al. 1998; BÖHME & RÖSSLER 2002).

3. Vulkanische Floren – Archive der oligozänen Waldvegetation

Innerhalb von mehr als 14 (14,3) Millionen Jahren kommt es zum „Umbau“ der europäischen Waldformation vom Immergrünen Breitblättrigen Lorbeerwald (Evergreen Broad-leaved Forest = EBF) über einen Mesophytischen Breitlaubwald aus immergrünen und sommergrünen Taxa (Mixed Mesophytic Forest = MMF) bis zu einem von sommergrünen Sippen dominierten Laubwald (Deciduous Broad-leaved Forest = DBF). Dieser Prozess wurde durch einschneidende paläogeographische Veränderungen wie Schließung der Transuralischen Meeresstraße oder der Entwicklungen im Bereich der Parathetys, verbunden mit bemerkbaren paläoklimatischen Schwankungen, ausgelöst und begleitet. Das wichtigste Ergebnis daraus war das Auftreten von Invasionsfloren in Mitteleuropa. Die Migration einer größeren Zahl laubwerfender Sippen erfolgte wellenförmig aus dem Nordosten bzw. Osten Europas (z. B. KRUTZSCH et al. 1992, KVAČEK 1994, MAI 1995, MAI & WALTHER 1978, 1983, 1991, 2000, WALTHER 1994, KVAČEK & WALTHER 2001).

Diese Ereignisse spiegeln sich im Artenbestand der oligozänen Floren Mitteleuropas wider. Neben den meeresnahen Tieflandsfloren aus dem sog. „Weißeisterbecken“ (Weißeistersee nach STANDKE 2001) in Nordwestsachsen, lassen sich auch in den Vulkanischen Floren Nordböhmens und der Oberlausitz neue Florenelemente nachweisen, die zwischen diesen beiden fossilen Florenbereichen verbindend sind.

<u>Lokalität</u>	<u>Flora</u>	<u>Datierung</u> <u>Ma</u>	<u>Einstufung</u>	<u>Genese</u>	<u>Makrofloren-</u> <u>komplex</u>
Kučlín	EBF, laurophyll	38,3	Obereozän	Unter Basalt	Bembridge-Zeit
Valeč	Pioniervegetation MMF	36,2 – 37,5	Tiefstes U-Oligozän	s.o.	Haselbach - Valeč
Bechlejovice					
Kundratice	MMF	32 – 33,5	U-Oligozän (Rupel)	s.o.	Seifhdf.-Kundratice
Seifhennersdorf * Varnsdorf *	MMF, + az. Veg. * Kohle	30,2 – 30,5	U-Oligozän (Rupel)	s.o.	Seifhdf.-Kundratice
Hammerunter- wiesenthal	MMF	30,2	U-Oligozän (Rupel)	Maar	Seifhdf.-Kundratice
Hřazený/Knížecí (Pirskenberg)	MMF	29,5	U-Oligozän (Rupel)	s.o.	Seifhdf.-Kundratice
Suletice-Berand	MMF	28,3	U-Oligozän	s.o.	
Markvartice*	MMF + az. Veg. * Kohle				Nerchau-Flörsheim
Kleinsaubernitz	MMF (EBF)		O-Oligozän (Eochatt)	Maar	
Počerny, Podlesí		? 27		Vulkan. Hänge	Kleinsaubernitz
Rott	MMF		O-Oligozän (? Chatt)	Über Basalt	
Enspel		23 – 25		Unter Basalt	Rott- Thierbach

Tab. 1 Vulkanische Floren Mitteleuropas
 (EBF = Evergreen Broad-leaved Forests, MMF= Broad-leaved Mixed Mesophytic Forests, az. Veg. = azonale Vegetation, * = Kohlenvorkommen ; Auswahl nach WALTHER 2004)

Die meeresnahen Floren haben sich im Bereich eines ausgedehnten, sich mehrfach ändernden Flusssystem (braided river system), das immer wieder durch Meerestrans- und Meeresregressionen beeinflusst wurde, angesiedelt. Nach dem Artenbestand lassen sich in diesen Floren vorrangig Gesellschaften der azonalen Vegetation (Wasserpflanzengesellschaften, Bruchwälder, Auenwälder), verbunden mit einer Pioniervegetation, ausgliedern. Anfänge einer zonalen Waldvegetation werden auch nach Blattfossilien, aber hauptsächlich durch Frucht- und Samenreste sowie durch Pollenfunde nachgewiesen. Die zahlreichen Einzelfloren, die einen bestimmten Zeitabschnitt der Tertiärvegetation nach ihrer systematischen Zusammensetzung, ihrer Ökologie, Klimatologie und Stratigraphie präsentieren, werden als „Florenkomplexe“ zusammengefasst (MAI & WALTHER 1978, MAI 1995).

Für eine Gesamtdarstellung der Entwicklung, Gliederung und Rekonstruktion der Vegetation des terrestrischen höheren Paläogens Mitteleuropas in Abhängigkeit von klimatischen und edaphischen Faktoren reichten aber die bisher bekannten Komplexe wie Haselbach, Nerchau-Flörshaus, Rott-Thierbach, Mockrehna-Witznitz im Oligozän nicht mehr aus (MAI 1995). Neue Ergebnisse aus der Bearbeitung bzw. Revision von Vulkanischen Floren verlangten in den letzten Jahren eine Überprüfung und Ergänzung (Tab. 1). Gleichzeitig erfolgte für die Definitionen der „Leit- und Kennformen“ unter den pflanzlichen Makrofossilien eine weitere Präzisierung und Ergänzung (s. KVAČEK & WALTHER 2001, 2004, WALTHER 1999, 2004). Nachfolgende Übersicht zeigt den derzeitigen Kenntnisstand über die vulkanischen Floren des Oligozäns Mitteleuropas. Die obereozäne Fundstelle Kučlín bei Bilin wurde zusätzlich mit eingefügt.

4. Material und Methode

Die pflanzlichen Fossilien kommen vorrangig in Diatomiten, die auch unter den Namen Polierschiefer bekannt sind, vor (z. B. Bechlejovice, Kundračice, Seifhennersdorf, Varnsdorf, Sulečice, Sulečice – Berand, Knížecí – Hrazený, Kleinsaubernitz). In Seifhennersdorf und Markvartice können sie daneben noch in Tuffiten, Tonsteinen und auch vereinzelt in der Kohle gefunden werden. In Hammerunterwiesenthal sind sie ausschließlich auf feinlaminierte Tuffite verteilt, während sie in der Bohrung aus der Maarfüllung von Kleinsaubernitz auch noch aus dem liegenden Ölschiefer vorliegen.

Dominanz besitzen Blattreste, die als inkohlte Abdrücke (depression) oder einfache Abdrücke (impression) vorkommen. Weniger häufig treten karpologische Reste, die fast nur als Abdrücke vorliegen und sich dadurch schwerer bestimmen lassen, auf. Der Erhaltungszustand der Blattreste kann teilweise so hervorragend sein, dass sich alle Details der Blattmorphologie und –architektur (z. B. Randausbildung, Nervatur) nachweisen lassen. Verschiedentlich können auch die Kutikulen der oberen (adaxiale) und unteren (abaxiale) Epidermis gewonnen werden, die alle Details der Epidermis-Struktur erkennen lassen (licht- und rasterelektronenmikroskopisch) und damit weitere wichtige Merkmalskomplexe liefern können. Natürlich ändert sich der Erhaltungszustand der fossilen Pflanzenbelege von Fundstelle zu Fundstelle, so dass jeweils unterschiedliche Präparations- und Auswertungsmethoden angewandt werden müssen (s. WALTHER 2004).

Die Belege zu den vulkanischen Floren Nordböhmens, der Oberlausitz oder des mittleren Erzgebirges befinden sich in folgenden Sammlungen: Staatliche Naturhistorische Sammlungen Dresden, Museum für Mineralogie und Geologie, Národní Museum Prag, Geological Service Prag, Fakultät für Naturwissenschaften der Karls-Universität Prag, Museum Teplice; Naturhistorisches Museum Wien.

Moderne museale Ausstellungen mit hervorragenden Belegen zeigen das Museum der Stadt Seifhennersdorf, Oberlausitz, und das Národní Museum (Nationalmuseum) in Prag.

5. Beispiele unterschiedlicher Vulkanischer Floren

5.1. Floren aus Maarfüllungen (Abb. 2, 3)

Maare (Maarfüllungen) in Sachsen sind in jüngster Zeit mehrfach nachgewiesen bzw. als solche erkannt worden (z. B. SUHR & GOTH 1996, 1999). Dabei lassen sich unterschiedliche Stadien der Maarentwicklung ausgliedern:

1. Füllungen in einem frühen Stadium, die durch vulkanische Aktivitäten unterbrochen werden. Das sind z. B. Tuffite von Hammerunterwiesenthal, (Erzgebirge), Valeč, Dverče (Doupovske Mts., Duppauer Gebirge) und
2. sogenannte „reife Maare“, wie sie von Kleinsaubernitz und Baruth bekannt sind. Bei ihnen sind an der Füllung des Maares einzellige Grünalgen (*Tetracentron*), die Ölschiefer bilden, beteiligt. Die Diatomeen besitzen als Assimilationsprodukt fette Öle. Ihre Gehäuse bilden schließlich den Diatomit oder Polierschiefer. Beide Sedimente weisen meist eine feine Laminierung auf und können besonders reich an Pflanzenresten sein.

Maarseen sind ideale „Fossilfallen“ von Pflanzen- und Tierresten, die im Ölschiefer oder Diatomit eingebettet und meist hervorragend erhalten sind. Diese parautochthonen Lokalitäten zeichnen sich besonders durch zahlreiche Blattreste aus, deren Morphologie und Architektur viele detaillierte Merkmalskomplexe liefern, die eine sichere Bestimmung verbunden mit einem gründlichen Vergleich zu heutigen Gehölzsippen erlauben. Als Besonderheit sind die inkohlten Blattfossilien aus Kleinsaubernitz zu werten, die hervorragende anatomische Nachweise der Epidermisstruktur durch lichtmikroskopische und SEM Untersuchungen (Rasterelektronenmikroskop) erlauben.

Im Steinbruch Richter in Hammerunterwiesenthal sind von dem angenommenen etwa 2 km Durchmesser des einstigen Maarkraters ein 0,3 m mächtiger fossilführender Horizont im Liegenden der Phonolith-Decke aufgeschlossen. Es sind Sedimente des Maarsees, tonige, fein laminierte Tuffite. Darin kommen, fast regellos verteilt, inkohlte Blätter, Blattreste, selten Frucht- und Samenreste sowie Zweige und kleine Stammreste vor. Nach den Ergebnissen tafonomischer Untersuchungen liegt bei den pflanzlichen Belegen nur ein sehr geringer Transport vor der eigentlichen Fossilisierung vor. Durch starke Hitzewirkungen der überlagernden Phonolithe sind keine Kutikularstrukturen überliefert. Die Ablagerungen der den Maarsee umgebenden Waldvegetation wurden durch den einsetzenden Phonolith-Vulkanismus unterbrochen.

Der Pflanzenbestand lässt die Rekonstruktion eines mesophytischen Waldes vom Typ eines Breitblättrigen Mixed Mesophytic Forest zu. Nach der Häufigkeit geordnet, kommen folgende Arten vor: *Daphnogen cinnamomifolia* (tertiäres Lorbeergewächs mit zimtbaumähnlichen Blättern), *Acer palaeosaccharinum* (tertiärer Ahorn), *Tetraclinis salicornioides* (tertiäre Gliederzypresse), *Laurophyllum acutimontanum*, *L. pseudoprinceps* (tertiäre Lorbeerarten), *Carpinus grandis* (tertiäre Hainbuche), *Acer integrilobum* (tertiärer Ahorn), *Engelhardia orsbergensis* (tertiäres Nussbaumgewächs), *Hydrangea microcalyx* (tertiäre Hortensie), Magnolien (*Magnolia* sp.) und *Cercidiphyllum crenatum* (tertiärer Kuchenbaum). Auf feuchteren Böden waren *Ulmus fischeri* (tertiäre Ulme), *Alnus rostiana* (tertiäre Erle), *Ilex castellii* (tertiäre Stechpalme oder Hülse) und die Fächerpalme *Sabal* sp. sowie *Craigia bronniei* (Lindengewächs) und *Trigonobalanopsis rhamnoides* (ausgestorbenes Buchengewächs) angesiedelt. Sie bildeten aber keinen Auenwald.



Abb. 2 Florenbild von Hammerunterwiesenthal (nach WALTHER 1998)

1., 24. *Daphnogene cinnamomifolia* (BRONGNIART) UNGER forma *cinnamomifolia* KVAČEK & WALTHER,
2. *Vitis* sp. (folia), 3., 14. *Tetraclinis salicornioides* (UNGER), KVAČEK, 4. *Acer* cf. *palaeosaccharinum*
STUR, 5., 15. *Laurophyllum* cf. *pseudoprinceps* WEYLAND & KILPPER, 6., 22. *Ulmus fischeri* HEER,
7. *Laurophyllum* cf. *acutimontanum* MAI, 8., 13. *Daphnogene cinnamomifolia* (BRONGNIART) UNGER forma
lanceolata KVAČEK & WALTHER, 9. *Pinus* sp. 10., 21. *Magnolia* sp. 11. *Craigia brononii* (UNGER) KVAČEK,
BŮŽEK & MANCHESTER, 12. *Liriodendron* cf. *haueri* ETTINGSHAUSEN (fructi), 16. *Alnus* cf. *rostaniana*
SAPORTA, 17. *Engelhardia macroptera* (BRONGNIART) UNGER, 18. *Acer* cf. *integrilobum* WEBER, 19. *Acer*
cf. *tricuspidatum* BRONN, 20. *Hydrangea microcalyx* SIEBER, 23. cf. *Trigonobalanopsis rhamnoides*
(ROSSMAESSLER) KVAČEK & WALTHER. (Maßstab 3 cm)

Auch tierische Fossilien kommen verschiedentlich vor. Bedeutend sind vor allem die Funde fossiler Salamander (*Archaeotriton basalticus*), Süßwasserschnecken und vereinzelter Insekten (z. B. BÖHME 1996, BÖHME & RÖSSLER 2002, WALTHER 1998, 2004, KVAČEK & WALTHER 2001).

Die Flora gehört zum Florenkomplex Seiffhennersdorf-Kundratice (Unteroligozän, s. Tab. 1). Die „reife Maarfüllung“ von Kleinsaubernitz (Oberoligozän) konnte detailliert nach blattmorphologischen und -anatomischen Analysen untersucht und bearbeitet werden (WALTHER 1999, 2004, KVAČEK & WALTHER 2001). In ihr kommen letztmalig Pflanzensippen aus dem mittleren und oberen Eozän sowie aus dem Unteroligozän wie die intermediäre, ausgestorbene Fagaceae *Eotrigonobalanus furcinervis* individuenreich vor. Dazu sind auch die Platane *Platanus neptuni* sowie die alttertiäre Pappel (*Populus zaddachii*), *Acer haselbachense* oder *Sloanea artocarpites* (fossile Eleocarpaceae) zu rechnen.

Letztmalig scheint in dieser Flora auch die alttertiäre Sumpfyzypresse (*Taxodium balticum*) vorzukommen. Neu einsetzende Arten (Elemente einer Invasionsflora) sind neben Birkenarten (*Betula kleinsaubernitzensis*) z. B. Eschenarten (*Fraxinus kvacekii*), spitz gezähnte Eichen (*Quercus praekubinyi*) oder der „Götterbaum“, *Ailanthus prescheri*. Aber auch eine Reihe von laurophyllen, immergrünen Taxa treten erstmalig auf, die sich teilweise bis ins Miozän verfolgen lassen (z.B. die tertiären immergrünen Fagaceen *Lithocarpus saxonicus* und *Quercus praerhenana*) oder die im Miozän kohlenbildende „*Illicium*“ *limburgense*.

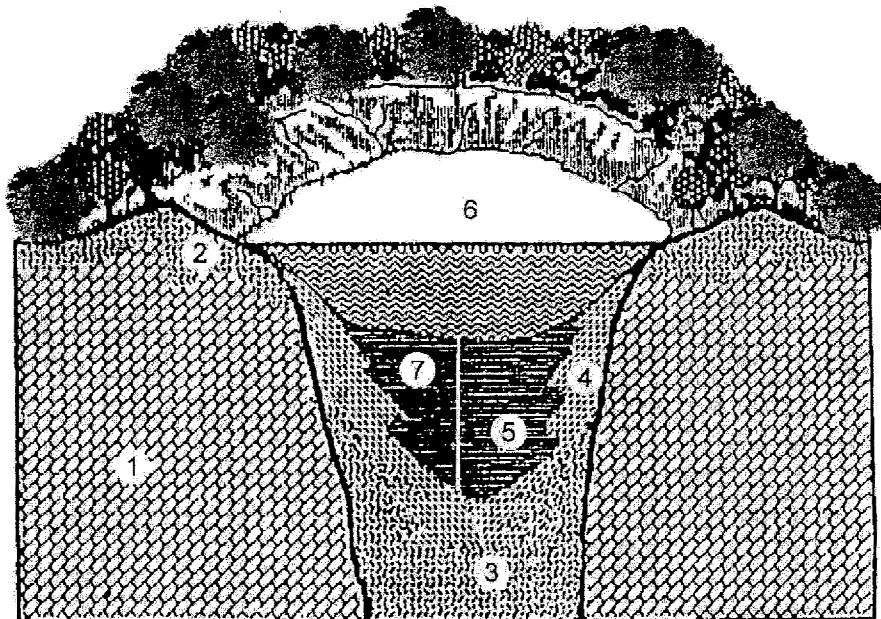


Abb. 3 Rekonstruktion der Vegetation um den Maarsee von Kleinsaubernitz (nach WALTHER 1999).

- 1 Älteres Rahmengestein
- 2 Kraterwall aus Pyroklastika
- 3 Teilweise Verfüllung des Kraters mit pyroklastischen Auswürfen
- 4 Eingeschwemmte Pyroklastika
- 5 Laminieretes Sediment (Diatomite oder Ölschiefer) mit Fossilien
- 6 Wasserspiegel des Maarsees
- 7 Bohrung Kleinsaubernitz (KL 1/70)

Schon allein dieser Abriss demonstriert eindeutig die Bedeutung dieser vulkanischen Flora, die noch eine Reihe archaische Sippen mit fließenden Übergängen aus dem Paläogen zeigt und daneben erstmals Taxa besitzt, die bis weit ins Neogen reichen. Nach dem Artenbestand war der

die Ufer und Hänge des Maarsees besiedelnde Wald ein typischer Broad-leaved Mixed Mesophytic Forest mit einem relativ hohen Anteil an immergrünen Taxa. Diese Vergesellschaftung weist auf eine neue Klimaänderung (Erwärmung) hin.

Die Flora von Kleinsaubernitz weist in der Zusammensetzung ihrer Morphospezies so viele Besonderheiten auf, dass sie für einen Abschnitt des Oberoligozäns (Eochatt vor etwa 27 Mill. J.) so kennzeichnend ist, dass sie die Aufstellung eines besonderen Florenkomplexes verlangt (Florenkomplex Kleinsaubernitz s. WALTHER 1999, KVAČEK & WALTHER 2001).

5.2. Bechlejovice, eine der ältesten Vulkanischen Floren Mitteleuropas (tiefes Unteroligozän, Florenkomplex Haselbach – Valeč (Abb. 4, 5)

Zu einer der ältesten und artenreichsten Vulkanischen Floren aus dem Oligozän von Mitteleuropa gehört die Flora von Bechlejovice bei Děčín (Tschechische Republik). Diese Lokalität wurde vor allem durch zahlreiche Funde tertiärer Froschlurche bekannt (z. B. ŠPINAR 1972). In jüngster Zeit konnte hier eine individuenreiche Flora bearbeitet und dokumentiert werden (KVAČEK & WALTHER 2004). Mit 70 Arten (Morphospezies) von Angiospermen, einer Moosart, zwei Farnarten, einer Cycadeae und nur einer einzigen Konifere (*Torreya bilinica* – tertiäre Nusseibe) ergeben sich sehr genaue tertiärbotanische, taphonomische, paläoökologische und paläoklimatische Aussagen. Nach dem Artenspektrum lässt sich ein Breitblättriger (broad-leaved) Mixed Mesophytic Forest rekonstruieren, der getrennt durch einen schmalen Gürtel von Wasserpflanzen wie „*Typha*“ (Rohrkolben) oder *Haemanthophyllum* (eine der heutigen Gattung *Haemanthus* = Blutblume, Amaryllengewächs, ähnliche fossile Pflanze, die verschiedentlich auch zu den Alismataceae = Froschlöffelgewächse gestellt wird) den See umgab. Der Mesophytische Wald zeichnet sich durch einen hohen Anteil an sommergrünen Laubgehölzen aus („moderne“ arktotertiäre Taxa sensu KVAČEK [1994]). Dazu gehören z. B. Arten der Gattungen *Betula*, *Alnus*, *Carpinus*, *Acer*, *Ulmus*, *Zelkova*, *Magnolia*, *Carya*, *Ailanthus*, verschiedenen Leguminosen (*Leguminosites*), die Malvaceae s. l. *Sterculia* (ehemals Sterculiaceae) und *Tilia* (*T. gigantea*, *T. brassicoides*), *Craigia*, *Dombeyopsis* (ehem. Tiliaceae). Diese Sippen bildeten die oberste Baumschicht. Wärmeliebende (thermophile) Taxa wie z. B. die Lauraceae (*Laurophyllum*, *Sassafras*) oder die halbimmergrüne Platane (*Platanus neptuni*) und vereinzelt auch die heute in Mittelamerika sporadisch vorkommende Hamamelidaceae, *Matudaea menzelii*, sind selten und waren hauptsächlich an der Bildung einer zweiten, niedrigeren Baumschicht beteiligt. An der Entwicklung einer Strauchschicht waren Vertreter der Rosaceae mit den Gattungen *Rosa* (*R. lignitum*, *R. milosii* – Früchte), *Crataegus* und der Feuerdorn (*Pyracantha*) beteiligt. Aber auch Berberidaceae (*Mahonia pseudosimplex*), Rhamnaceae (*Ziziphus ziziphoides*) und Vitaceae (*Ampelopsis hibschii*) hatten dabei einen bestimmten Anteil. Letztgenannte Art und *Smilax weberi* (tertiäre Stechwinde) waren Lianen am Rand des Waldes. Die Krautschicht wurde von Farnen (z. B. *Polypodium*, *Rumohra*) und verschiedenen Monokotylen besiedelt. Vertreter von Koniferen hatten nach palynologischen Untersuchungsergebnissen weiter im Hinterland ihren Standort.

Diese Flora zeichnet sich durch den Nachweis einiger archaischer Taxa, die bereits in der Oberkreide bzw. im Oberpaläozän vorkommen, wie z. B. *Platanus schimperi*, *Sterculia crassinervia* und *Haemathophyllum* sp., aus. Das Vorkommen dieser Sippen sowie die Ergebnisse der radiometrischen Datierung im Umfeld der Lokalität stellen diese Flora in den unteren Teil des vulkanischen Komplexes (Ústi formation nach CAJZ 2000) des Böhmisches Mittelgebirges (KVAČEK & WALTHER 2004). Damit muss die Flora von Bechlejovice in das frühe Unteroligozän (Obereozän / Unteroligozän) gestellt werden und gehört danach zu dem Florenkomplex Haselbach – Valeč (KVAČEK & WALTHER 2001, WALTHER 2004). Verbindend zu den meeresnahen unteroligozänen Floren (Haselbach, Schleenhain, Regis) sind eine Reihe gemeinsamer Arten wie: *Laurophyllum acutimontanum*, *Matudaea menzelii*, *Platanus neptuni*, *Alnus kefersteinii*, *Carpinus grandis*, *C. medimontana*, *C. cordataeformis*, *Populus zaddachii*, *Sloanea artocarpites*, *Ulmus fischeri*, *Rosa lignitum*, *Pyracantha kraeuselii*, *Ampelopsis hibschii* und die Liane *Smilax weberi*.

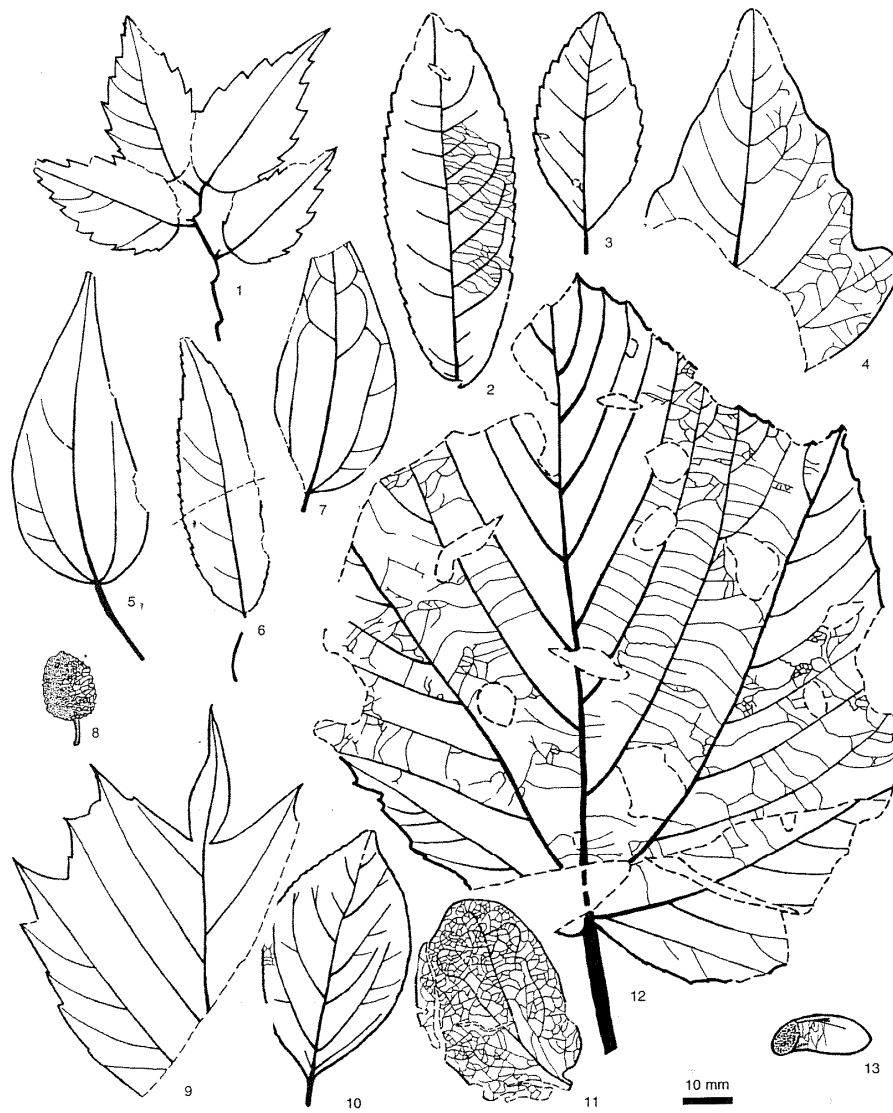


Abb. 4 Florenbild von Bechlejovice bei Děčín (Abriss I)

1. *Zelkova zelkovifolia* (UNG.) BUZEK & KOTLABA, 2. Rosaceae, gen. et sp.4, 3. *Rosa lignitum* HEER, 4. *Dicotylophyllum* sp. 5., 7. cf. *Matudaea menzelii* WALTHER, 6. *Alnus gaudinii* (HEER) KNOBLOCH & KVACEK, 8. *Alnus kefersteinii* (GOEPP.) UNGER, 9. *Ampelopsis hibschii* BUZEK, KVACEK & WALTHER, 10. *Diospyros* sp., 11. *Tilia brassicoides* (SAPORTA) KVACEK & WALTHER, 12. *Tilia gigantea* ETTINGSHAUSEN, 13. *Saportospermum* sp. (n. KVAČEK & WALTHER 2004)



Abb. 5 Florenbild von Bechlejovice bei Děčín (Abriss II)

1. *Pungiphyllum cruciatum* (AL. BR.) FRANKENHÄUSER & WILDE, 2. *Comptonia* cf. *difformis* (STERNBERG) BERRY, 3. *Toxicodendron herthae* (UNG.) KVAČEK & WALTHER, 4. *Mahonia pseudosimplex* KVAČEK & WALTHER, 5. *Cornus studeri* HEER, 6. *Laurophyllum* sp., 7. *Acer angustilobum* HEER, 8. *Betula buzekii*, KVAČEK & WALTHER, 9. *Ostrya atlantidis* UNG., 10. *Leguminosites cladrastioides* KVAČEK & WALTHER, 11. *Cercidiphyllum crenatum* (UNG.) R. BROWN, 12. *Carpinus medimontanum* MAI, 13. *Laurophyllum* sp., 14. *Cyclocarya* sp., 15. *Cercidiphyllum crenatum* (UNG.) R. BROWN, 16. *Dombeyopsis lobata* UNG. (nach KVAČEK & WALTHER 2004)

Als ein Ergebnis der umfangreichen tertiärbotanischen Untersuchungen der letzten 10 Jahre kann der Zusammenhang zwischen den altersgleichen meeresnahen Floren oder Tieflandsfloren und den vulkanischen Floren bewiesen werden. Damit liegt ein wesentlicher Beitrag zur Rekonstruktion der Waldvegetation im Verlauf des Oligozän von Mitteleuropa vor.

6. Danksagung

Für wichtige Hinweise und kritische Diskussionen dankt der Verfasser Herrn Prof. Z. KVAČEK, Prag, Prof. Dr. D. H. MAI, Berlin und Herrn Prof. Dr. P. Schmidt, Tharandt. Dank gilt auch Frau Dr. C. Stefen, Frau C. Kunzmann, Dresden, Frau Dipl. Biol. Christiane Grundmann, Leipzig und den Herren Michael Kallmeyer und Konrad Schade sowie Frau E. Kühne, Dresden für die Unterstützungen bei der technischen Erstellung des Manuskriptes.

7. Literatur

- BELLON, H., C. BŮŽEK, J. GAUDAN, Z. KVAČEK & H. WALTHER (1998): The České Středohoří magmatic complex in Northern Bohemia ^{40}K - ^{40}Ar ages for volcanism and biostratigraphy of the Cenozoic freshwater formations. – Newslett. Stratigr. **36**: 77-103; Stuttgart
- BÖHME, M. (1996): Revision der oligozänen und untermiozänen Vertreter der Gattung *Palaeoleuciscus* OBRHELOVÁ, 1969 (Teleostei, Cyprinidae) in Mitteleuropa. – Unveröffentl. Dissertation Univ. Leipzig
- & R. RÖSSLER (2002): Fund eines zweiten Skelettes von *Archaeotriton basalticus* (Urodela, Salamandridae) aus dem Unteroligozänen Maar von Hammerunterwiesenthal (Erzgebirge). – Veröff. Mus. Naturkde. Chemnitz **25**: 63–88
- CAJZ, V. (2000): Proposal of lithostratigraphy for the České středohoří Mts. Volcanics. – Věst. Čes. Geol. Úst., **75**: 7-16; Praha
- DERNBACH, U. & W. D. TIDWELL (Hrsg.) (2002): Geheimnisse Versteinerter Pflanzen. – D'ORO Verl. Heppenheim: 232 S.
- ENGELHARDT, H. (1870): Flora der Braunkohlenformation im Königreich Sachsen. – Preisschr. Jablonowski'sche Gesellsch. Leipzig **16**: 1-69
- (1885): Die Tertiärflora des Jesuitengrabens bei Kundratitz in Nordböhmen. – Nova Acta Leopoldina **48** (3): 299-408; Halle
- (1896): Zur Kenntnis der Tertiärpflanzen von Suloditz. – Sitz.-Ber. Lotos, N. F. **16**: 145-181; Prag
- (1898): Die Tertiärflora von Berand im Böhmischem Mittelgebirge. – Abh. nat.-med. Ver. Lotos **1**: 75-123; Prag
- GAUDANT, J. (1996): Rectifications de nomenclature relatives à l'ichthyofaune oligo-miocène du calcaire de Bohême. – J. Czech Geol. **44** (1): 91-96; Praha
- HELLMUND, M. & W. HELLMUND (1998): Eilogen von Zygopteren (Insecta, Odonata, Coenagrionidae) in unteroligozänen Maarsedimenten von Hammerunterwiesenthal (Freistaat Sachsen). – Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden **43/44**: 281-292
- HURNIK, S. & E. KNOBLOCH (1966): Einige Ergebnisse paläontologischer und stratigraphischer Untersuchungen im Tertiär Böhmens. – Abh. Staatl. Mus. Mineral. u. Geol. Dresden **11**: 17-161
- JEREMIES, M., E. HOFF & G. RIETSCHEL (1998): Eine oligozäne Biene aus der Oberlausitz. – Fossilien **15**: 229-230 (Goldschneck-Verl.); Ingolstadt
- KONZALOVÁ, M. (1981): *Boehlensipollis* und andere Mikrofossilien des böhmischen Tertiärs (Vulkanogene Schichtfolge). – Sbr. Geol. Věd, palaeont. **24**: 135-162; Praha
- KRUTZSCH, W., H. BLUMENSTENGEL, Y. KIESEL & L. RÜFFLE (1992): Paläobotanische Klimagliederung des Alttertiärs (Mittelozeän bis Oberoligozän) in Mitteldeutschland und das Problem der Verknüpfung mariner und kontinentaler Gliederungen (klassische Biostratigraphie – paläobotanisch-ökologische Klima-Stratigraphie – Evolutions-Stratigraphie der Vertebraten). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh. **186** (1-2): 137-253; Stuttgart
- KVAČEK, Z. (1994): Connecting links between the Arctic Paleogene and European Tertiary floras. – In: BOULTER, M. C. & H. C. FISHER (eds.): Cenozoic plants and climates of the Arctic. Arcto-Tertiary Conf. London. – NATO ASI Ser. I. **27**: 251-266; Berlin, Stuttgart

- & H. WALTHER (1995): The Oligocene volcanic flora of Suletice-Berand near Ústí nad Labem, North Bohemia - a review. - Acta Musei. Nat. Pragae, ser. B., Hist. Nat. **50** (1-4): 25-54; Praha
- , (1998): The Oligocene volcanic flora of Kundratice near Litoměřice České středohoří volcanic complex (Czech Republic) – a review.- Acta Musei. Nat. Pragae, ser. B., Hist. Nat. **54** (1-2): 1-42; Praha
- , (2001): The Oligocene of Central Europe and the development of forest vegetation in space and time based on megafossils. - Palaeontographica Abt. B. **259**: 125-148; Stuttgart
- , (2003): Reconstruction of Vegetation and Landscape development during Volcanic Activity in the České Středohoří Mountains. – Geolinies **15**: 50 - 54; Praha
- , (2004): Oligocene flora of Bechlejovice at Děčín from the neovolcanic area of the České středohoří Mountains, Czech Republic. - Acta Musei. Nat. Pragae, ser. B., Hist. Nat. **60** (1-2): 9-60; Praha
- MAI, D. H. (1963): Beiträge zur Kenntnis der Tertiärflora von Seifhennersdorf (Sachsen). - Jb. Staatl. Mus. Mineral. u. Geol. Dresden, **1963**: 39-114
- (1995): Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas. – Fischer-Verlag, Jena, Stuttgart, New York: 691 S.
- & H. WALTHER (1978): Die Floren der Haselbacher Serie im Weißelster-Becken (Bezirk Leipzig, DDR). - Abh. Staatl. Mus. Mineral. u. Geol. Dresden **28**: 1-200; Leipzig
- , (1983): Die fossilen Floren des Weißelster-Beckens und seiner Randgebiete – Hallesches Jb. Geowiss. **8**: 59-74; Gotha
- , (1991): Die oligozänen und untermiozänen Floren Nordwest-Sachsens und des Bitterfelder Raumes. - Abh. Staatl. Mus. Mineral. u. Geol. Dresden **38**: 1-230
- , (2000): Die Fundstellen eozäner Floren des Weißelster-Beckens und seiner Randgebiete. Altenbg. Naturwiss. Forsch. **13**:3 - 59; Altenburg
- MENZEL, P. (1896/1897): Die Floren des tertiären Polierschiefers von Sulloditz im böhmischen Mittelgebirge. - Sitz-Ber. naturwiss. Gesellsch. Isis Bautzen [für **1898**]: 10-73
- (1898): Beitrag zur Kenntniss der Tertiärflora des Jesuitengrabens bei Kundratitz. - Sitz.-Ber. u. Abh. naturwiss. Gesellsch. Isis Dresden [für **1898**]: 1-18
- ORHELOVÁ, N. & J. OBRHEL (1987): Paläoichthyologie und Paläoökologie des kontinentalen Tertiärs und Quartärs der ČSSR. - Z. geol. Wiss. Berlin **15**: 709-731
- ŠPINAR, Z. (1972): Tertiary frogs of Central Europe. – Academia Praha: 286 S.
- STANDKE, G. (2001): Thierbacher Schichten und Hainer Sande (Oligozän - Eozän) im ehemaligen Braunkohlentagebau Bockwitz südlich von Leipzig. - Mauritiana **18** (1): 61-89; Altenburg
- SUHR, P. & K. GOTH (1996): Erster Nachweis tertiärer Maare in Sachsen. - Zbl. Geol. Paläont. Teil I, **1995** (1/2): 363-374; Stuttgart
- , (1999): Maare in Sachsen als Zeugen explosiven Vulkanismus im Tertiär. - Veröff. Museum für Naturkunde Chemnitz **22**, 1999: 5-20
- TIETZ, O., T. BERNER & E. MÄTTIG (1998): Insekten aus dem Unteroligozän von Seifhennersdorf in der Oberlausitz. - Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz **79,2**: 139-154
- ÚLRYCH, J., Y. PVEC, M. LANG, M. BALOGH & W. KROPÁČEK (1999): Cenocoic intraplate volcanic rock series of the Bohemian Massif a review. - GEOLINES **9**, (1999): 123-129; Praha
- WALTHER, H. (1964): Paläobotanische Untersuchungen im Tertiär von Seifhennersdorf. - Jb. Staatl. Mus. Mineral. u. Geol. Dresden **1964**: 1-131
- (1965): Neue Ergebnisse paläobotanischer Untersuchungen im Tertiär von Seifhennersdorf. - Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz **40** (1): 16-16
- (1974): Ergänzungen zur Flora von Seifhennersdorf/Sachsen, Teil 2. - Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden **21**: 143-185
- (1977): Versuch der Rekonstruktion einer tertiären Lokalflora am Beispiel von Seifhennersdorf. - Abh. u. Ber. Naturkundemus. Görlitz **51** (2): 23-35

- (1984): Paläobotanische Sammeltätigkeit im Tertiär der Oberlausitz (1866 – 1983). - Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz **58**, 2: 23–32
- (1994): Invasion of arcto-tertiary elements in the Palaeogene of Central Europe. - NATO ASI Serie I, **27**: 239-250; Berlin, Heidelberg
- (1996): Das Tertiär-Vorkommen von Seifhennersdorf (Oberlausitz, Deutschland). - N. Jb. Geol. Paläont. Abh. **200**: 5-26; Stuttgart
- (1998): Die Tertiärflora von Hammerunterwiesenthal (Freistaat Sachsen). - Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden **43/44**: 239–264, 4 Abb, 7 Taf.
- (1999): Die Tertiärflora von Kleinsaubernitz bei Bautzen. – Palaeontographica, Abt. B, **249**: 63-174; Stuttgart
- (2004): Vulkanische Floren aus dem höheren Paläogen (Oligozän) Zentraleuropas. - Abh. naturw. Gesellsch. ISIS Dresden **1997/2004**: 191-261

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. habil. Harald Walther
Staatliche Naturhistorische Sammlungen Dresden,
Museum für Mineralogie und Geologie
Königsbrücker Landstraße 159
01109 Dresden