

Erste dendrochronologische Untersuchungen an *Doliodstroboxylon priscum* (PRILL) DOLEZYCH aus dem Obereozän Mitteldeutschlands

Mit 4 Abbildungen

KLAUS HEMPEL, TATJANA BÖTTGER, MARTINA DOLEZYCH & FRANK W. JUNGE

Zusammenfassung: Erste dendrochronologische Untersuchungen an einer Stammprobe der Art *Doliodstroboxylon priscum* (PRILL) DOLEZYCH aus dem Obereozän Mitteldeutschlands erlauben einen Einblick in die Saisonalität des Klimas vor ca. 37 Millionen Jahren. Die Zuwachschronologie deutet auf periodische Schwankungen im Niederschlagsangebot („Trocken- und Regenzeiten“) während der Lebenszeit des Baumes hin. Dabei hatte die Temperatur unter den damals herrschenden subtropischen, warmen Klimaverhältnissen keinen wesentlichen Einfluss auf den Zuwachs. Die Zuwachschronologie des untersuchten Baumes war geprägt durch: a.) saisonale Zuwachsschwankungen; b.) periodisch-zyklische Zuwachsschwankungen, die 4–6 Saisons umfassen und ebenfalls auf längere, periodisch wiederkehrende Schwankungen im Wasserangebot zurückzuführen sind, und c.) durch Änderungen in der soziologischen Stellung des Baumes am Standort. Der mit 208 saisonalen Zuwachszonen relativ junge Baum wurde durch ein Hochwasserereignis von seinem Standort abtransportiert und somit Bestandteil von Massenansammlungen fossiler Hölzer im fluviatilen Teil des zwischen dem Thüringer und Bornaer Hauptflöz gelegenen Sandmittels (GWL 4.2) aus dem ehemaligen Tagebau Groitzscher Dreieck.

Abstract: First dendrochronological investigations on *Doliodstroboxylon priscum* (PRILL) DOLEZYCH from the Upper Eocene of Central Germany. – First dendrochronological investigations into a trunk sample of *Doliodstroboxylon priscum* (PRILL) DOLEZYCH from the Upper Eocene of Central Germany allow to get an insight into the seasonality of the climate prevailing approx. 37 million years ago. The growth chronology indicates periodic variations in the precipitation budget (“dry season and rainy season”) during the life time of this tree. In this context, temperature only had an insignificant impact on growth under the subtropical, warm climate conditions prevailing at that time. Growth chronology of the tree examined is characterised by: a.) seasonal growth variation; b.) periodical-cyclical growth variation, comprising 4–6 seasons, and which can also be attributed to prolonged, periodically recurrent variations in the water budget and c.) by changes in the sociological rank of the tree in the habitat. The relatively young tree showing 208 seasonal growth zones has been moved away from its habitat by a flood, and thus became part of mass accumulation of fossil woods in the fluvial area of the sand burden (GWL 4.2) from the former Groitzscher Dreieck open-cast mine situated between the Thuringia and Borna main seam.

Schlüsselwörter: Baumringe, Dendrochronologie, Hochwasser, Mitteldeutschland, Obereozän, saisonale Zuwachsperioden, Trocken- und Regenzeiten, zyklische Zuwachsschwankungen

Keywords: Annual rings, dendrochronology, flood, Central Germany, Upper Eocene, seasonal growth periods, dry and rainy seasons, cyclic growth variations

Einleitung

Die vorliegende Arbeit ist als Ergänzung zu den in JUNGE et al. (2005) publizierten Untersuchungsergebnissen an fossilen Hölzern aus dem fluviatilen Teil des zwischen dem Bornaer und dem Thüringer Hauptflöz gelegenen Sandmittels (Einheit I/Hu; GWL 4.2) zu sehen. Von den innerhalb des Sandmittels im ehemaligen Tagebau Groitzscher Dreieck bei Lucka vorkommenden Massenreicherungen an Baumstämmen wurden am 26. 05. 2004 drei gut erhaltene Stammpro-



Abb. 1. Fund- und Probeentnahmesituation des untersuchten Baumstammes (Probe Groitzsch 3) am Stoß der rezenten Auswaschungsrinne I. Foto: JUNGE, 26. 5. 2004.

Fig. 1. Sample-taking situation and location of the tree trunk examined (sample: Groitzsch 3) at the side wall of the recent erosion channel I. Photo: JUNGE, 26. 5. 2004.

ben der neu beschriebenen Art *Doliosiroboxylon priscum* (PRILL) DOLEZYCH mit dem Ziel dendrochronologischer Untersuchungen geborgen. Vorgestellt werden hier die Untersuchungsergebnisse und ersten Interpretationen von Baumringmessungen an einer ersten geborgenen Stammprobe. Der beprobte Stamm mit einem Durchmesser von ca. 0,5 m lag in parautochthoner Position innerhalb der rezenten Auswaschungsrinne I (Abb. 1; JUNGE et al. 2005). Die Festigkeit des Probenmaterials entsprach im äußeren und mittleren Teil der gewonnenen Stammscheibe dem heutigen rezenten Material vergleichbarer Koniferen. Der Kernbereich des Stammschnittes bestand zum Teil aus lockerem und brüchigem Material. Die Stämme weisen zum Teil eine rotbraune Färbung auf. Das Holz zerfällt in würfelige Strukturen und dokumentiert eindeutig die Existenz vorhandener Destruktionsfäule.

Material und Methoden

Probenahme. Zum Abtrennen der Baumscheiben als Probenmaterial war es notwendig, zunächst neben der Auswahl geeigneter Stämme aufgrund ihrer Festigkeit diese von Sand gründlich zu reinigen und sie so für den Trennschnitt mit einer Motorsäge vorzubereiten. Ziel war es, ganze Baumscheiben mit einer Stärke von ca. 10 bis 20 cm abzutrennen, um für den Transport eine gewisse Stabilität zu sichern. Nach der Auswahl drei geeig-



Abb. 2. Querschnitt der vermessenen Stammscheibe (Probe Groitzsch 3) mit deutlich erkennbaren Anwachszonen. Foto: BÖTTGER, Juni 2004.

Fig. 2. Cross-section of the trunk slice measured (sample: Groitzsch 3) clearly showing the growing zones. Photo: BÖTTGER, June 2004.

meter Stammprofile und deren Freilegung von Sandablagerungen wurden mit einer Einmannmotorkettensäge (EMKS) vom Typ Husqvarna 36 mit einer Schwertlänge von 36 cm je Stamm eine Scheibe abgeschnitten und in Eurofixkästen für den Abtransport gelagert. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Schnittflächen frei von Bruchkanten waren und die Schärfe der Kette einen präzisen und glatten Trennschnitt ermöglichte. Diese Qualitätsparameter sind wichtige Voraussetzungen für eine reibungslose Präparation der Probe für die Laboranalyse. Nach dem Abtransport der Stammscheiben wurden diese in Behältern mit Wasser konserviert, um den Zerfallsprozess aufzuhalten. Gegen Pilzbefall wurde das Wasser mit Micropur MT10 (Fa. Katadyn) versetzt.

Probenvorbereitung zur Analyse. Die Präparation der untersuchten Stammscheibe der Probe Groitzsch 3 erfolgte nach folgenden Schritten:

1. Trocknung: Mindestens zwei Tage Lufttrocknung des Materials, um eine Bearbeitung der Probe zu ermöglichen.
2. Einfrieren: Das Material bei -40 Grad einfrieren, damit im Nachgang mit der Rasierklinge ein feiner Span abgehoben werden konnte. Das Material zerfiel jedoch nach dem Einfrieren so schnell, so dass dieser Vorgang nicht wiederholt wurde.
3. Segmentschnitt: Herausschneiden eines 10 cm breiten Radialsegmentes.
4. Spanschnitt: Abschneiden eines feinen Spanes an der Radialschnittkante der Probe.
5. Vermessung: Einstellung des Imageanalysersystems für die Ringvermessung.

Vermessung der Stammprobe. Das Imageanalysersystem besteht aus einer hochauflösenden R/CCD-Videokamera (Fa. Sony) und einem Stereomikroskop (Fa. Leica). Nach Kalibrierung des Systems können mittels Anwendung der Software Sigma Scan Pro schrittweise Aufnahmen vom Untersuchungsobjekt aufgenommen werden.

Der Vermessungsvorgang wurde schrittweise durchgeführt, wobei jede Bildszene über interaktive Tools bearbeitet wurde. Anfang und Ende einer Messung wurden fortlaufend je Bild erfasst und chronologisch dokumentiert. Damit die Farbkontraste der Aufnahmen die erforderliche Schärfe haben, wurde vor Beginn der Aufnahmezyklen ein Weißabgleich der Videokamera durchgeführt (Farbkalibrierung). Nach dem Heraustrennen eines vollständigen Probensegmentes aus der Stammscheibe (Probe Groitzsch 3; Abb. 2) mit einem Durchmesser von 47,5 cm und der nachfolgenden Präparation erfolgten die Bildaufnahmen und die Vermessung der Zuwachszonen mit dem Imageanalyzersystem.

Ergebnisse und Diskussion

Das mikroskopische Bild der untersuchten Stammscheibe (Abb. 3) dokumentiert einen Wechsel saisonaler Zuwachszonen (SZW) unterschiedlichen Aufbaus:

- (a.) Typ I: saisonale Zuwachszonen mit deformierten kleinen Durchmessern der Zellröhren,
- (b.) Typ II: saisonale Zuwachszonen von gleichmäßig strukturierten Zellen mit großem Durchmesser.

Die saisonalen Zuwachszonen mit deformierten kleinen Durchmessern der Zellröhren (Typ I) erscheinen im Anschnitt als helle, meist dichter strukturierte Ringe mit unterschiedlicher Breite. Die saisonalen Zuwachszonen mit gleichmäßigen Zellstrukturen (Typ II) sind meist breiter und weniger dicht. Sie sind in der Regel durch die größere Zellstruktur des Radialschnittes etwas dunkler eingefärbt.

Der Übergang zwischen den zwei Typen saisonaler Zuwachszonen (SZW) ist nicht immer scharf ausgeprägt, sondern zum Teil recht fließend. Wir nehmen an, dass der Wechsel der Zuwachszonen vor allem (oder überwiegend) in einem regelmäßig schwankendem Wasserangebot begründet werden kann. Dabei sind deutliche saisonale Schwankungen in der Temperatur auf Grund der paläobotanischen und paläoklimatischen Befunde aus dem Obereozän Mitteleuropas, die auf ein warmes subtropisch geprägtes Klima hinweisen, nicht anzunehmen (z. B. EISSMANN 2002, MAI & WALTHER 2000, EISSMANN 1994). Die gefundene Saisonalität kann nur mit einem Wechsel von „Trocken- und Regenzeiten“ begründet werden. Die Zuwachszonen mit deformierter Zellstruktur widerspiegeln wahrscheinlich die Zeiten eines verminderten Wasserdargebotes („Warm-Trockenzeiten“), diejenigen mit großen, gut ausgeprägten regelmäßigen Zellstrukturen entsprechen den Perioden guter Wasserversorgung („Warm-Feucht- bzw. Regenzeiten“).

Im äußeren Abschnitt des Stammquerschnittes befinden sich auf den Bildszenen schräg zu den Zuwachszonen verlaufende Zellstrukturen (siehe Abb. 3), die morphologisch Astansätzen mit anatomischer Wurzelstruktur („burls“; siehe JUNGE et al. 2005) zugeordnet werden können. Auffallend sind neben den wahrscheinlich niederschlagsbedingten, periodisch aufeinander folgenden Zuwachszyklen auch die zum Teil zwischen hell und dunkel variierenden sichtbaren Zuwachszonen innerhalb der saisonalen „Regenzeiten“. Dieser farbliche Wechsel der Zuwachszonen innerhalb der „Regenzeiten“ könnte mit starken Wassererosionserscheinungen im Stammfuß- bzw. Wurzelbereich zusammenhängen, infolgedessen durch unterschiedlich aufgenommene und im Holzkörper eingelagerte Substanzen (z. B. Huminsäuren) angeschwemmter Bodensubstrate die Farbabweichung zwischen den Zuwachszonen verursacht werden.

Die Breiten der Zuwachszonen von „Trocken- und Regenzeiten“, d. h. von einer Saison, sind stark differenziert, wobei sie in einem periodischen Zyklus wechseln. Schmale, aufeinander folgende saisonale Zuwächse wechseln sich mit Phasen ab, die durch breitere, saisonale Zuwächse gekennzeichnet sind. Neben diesem rhythmischen Wechsel zwischen weiten und engen saisonalen Zuwachszonen gibt es aber auch Phasen scheinbar länger anhaltender Trockenperioden. Diese sind erkennbar an breiteren Abschnitten mit stark deformierten Zellstrukturen. Von besonderem Interesse sind dabei vor allem die wiederholten Wechsel zwischen mehreren einander folgenden, schmalen und breiter werdenden Zuwachszonen, die in einer ca. 4–6 maligen Periode auftreten. Erkennbar wird dies im Vergleich der Kurve der gemessenen saisonalen Zuwachsraten (Abb. 4, Kurve 1) und der Kurve des 5-jährigen gleitenden Durchschnitts der gemessenen Zuwachsraten (Abb. 4, Kurve 2).

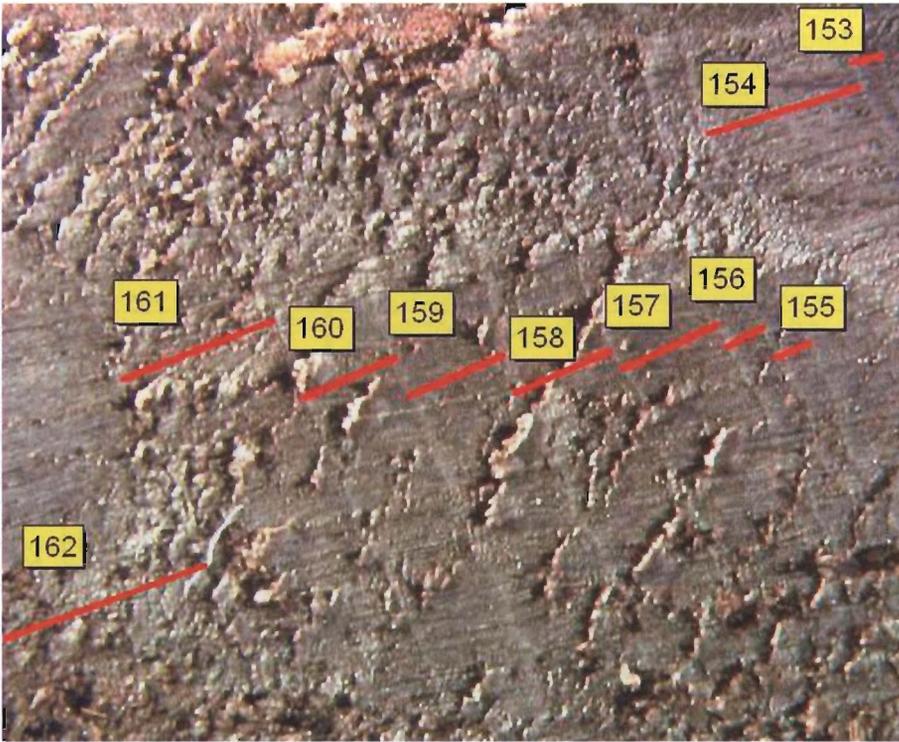


Abb. 3. Ein typischer Chronologieausschnitt besteht aus hellen und dunklen saisonalen Zuwachszonen (SZW) unterschiedlicher Breiten. Die eingetragenen Stäbchen markieren die aus zwei SZW (Typ I: hell, Typ II: dunkel) bestehenden, nummerierten Baumringe. Foto: HEMPEL, Juni 2004.

Fig. 3. A typical chronology section consists of bright and dark seasonal growth zones (SZW) of different thicknesses. The little rods inserted marks the numbered annual rings consisting of two seasonal growth zones (type I: bright, type II: dark). Photo: HEMPEL, June 2004.

Insgesamt konnten mit Hilfe des Imageanalysers 208 saisonale Zuwachszonen (Abb. 4) vermessen werden. Teilweise war eine exakte Abgrenzung der Zuwachszonen schwer möglich, da das Klima über längere Phasen in Bezug auf die Niederschlagstätigkeit ausgeglichen war.

Der Zuwachs des Baumes beginnt mit einer ausgeglichenen Aufwuchsphase (Zuwachssphase ZW: 0 bis 30; Abb. 4). Dann nimmt er wahrscheinlich infolge zunehmenden Konkurrenzdruckes benachbarter Bäume ab (Abb. 4, Kurve 3; ZW: 30 bis 110). Nach 110 saisonalen Zuwachssphasen beginnt der Zuwachs stark anzusteigen (Abb. 4, Kurve 3; bis ZW 180). Vergleicht man die Wachstumsreaktion der Probe mit Dendrochronologien rezenter Bäume, könnte dieser starke Anstieg im Zuwachs durch günstige Konkurrenzbedingungen entstanden sein. Die Ursachen dafür sind sicher sehr mannigfaltig. Eine mögliche Erklärung könnten z. B. Hochwasserereignisse sein, die durch verstärkte Erosionsprozesse zu Veränderungen in den Standorts- und Konkurrenzverhältnissen des Baumes geführt haben. Diese bedingten eine Auflichtung mit nachfolgender Neubesiedelung im unmittelbaren Standortbereich des untersuchten Baumes. Der dadurch bedingte standörtliche Vorteil des Kronen- und Wurzelraumes konnte durch den Probenbaum genutzt werden und führte zu dem beobachteten starken Zuwachs (Abb. 4, Kurve 3; ZW: 110 bis 180). Im weiteren Zeitverlauf stieg der Konkurrenzdruck wieder an und verursachte eine erneute Verringerung im Baumzuwachs (Abb. 4, Kurve 3; ZW >180) auf das Niveau der ersten Zuwachssphase. Auch nach 208 saisonalen Zuwachsperioden ist kein charakteristischer Alterstrend erkennbar, der durch eine länger anhaltende Zuwachsrezession gekennzeichnet wäre.

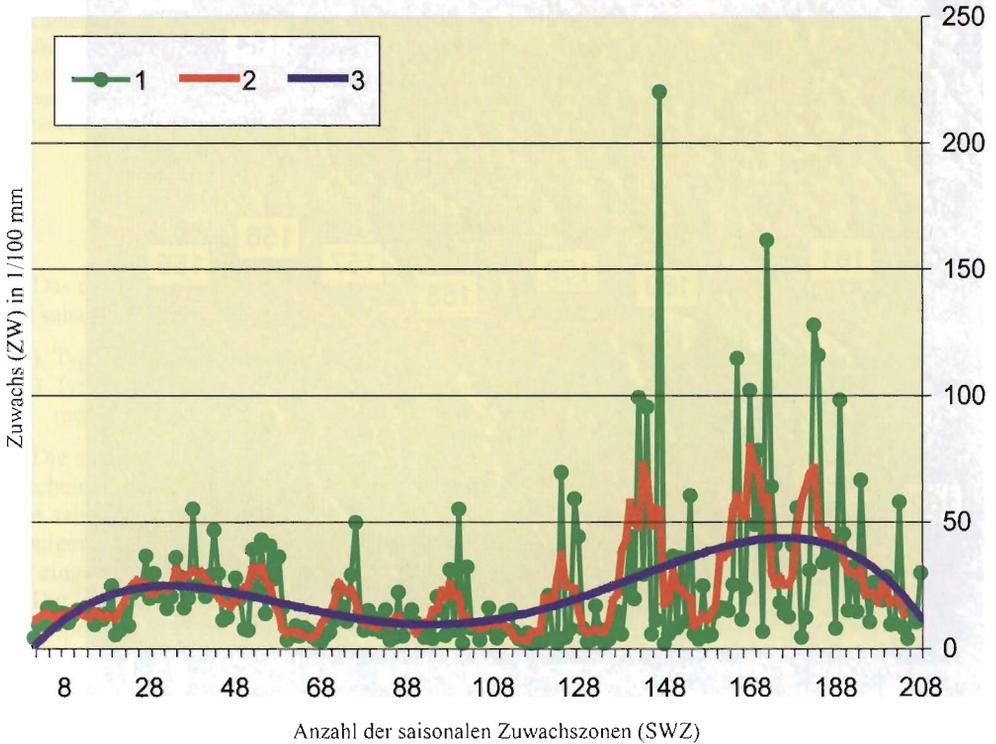


Abb. 4. Ergebnisse der Zuwachszonenmessungen.

1: gemessene saisonale Zuwachsraten; 2: 5-jähriger gleitender Durchschnitt der gemessenen Zuwachsraten als Ausdruck der klimatischen Zyklizität (trocken-feucht); 3: Polynominalfunktion der Gesamtchronologie als Indikator für die Konkurrenzbeziehungen zu den Nachbarbäumen am Wuchsstandort.

Fig. 4. Results of the growth zone measurements.

1: seasonal growth rates measured; 2: 5-year sliding average of the growth rates measured as an indicator of the climatic cyclicality (dry-humid); 3: Polynominal function of the overall chronology as an indicator of the competition relationship to the neighbouring trees at the habitat.

Die vorgestellte Zuwachschronologie von *Doliosroboxylon priscum* (PRILL) DOLEZYCH aus dem Obereozän Mitteldeutschlands ist durch drei unterschiedliche Tendenzen beeinflusst:

1. durch saisonale Zuwachsschwankungen, die durch einen Wechsel von „Trocken- und Regenzeiten“ geprägt sind.
2. durch periodisch-zyklische Schwankungen im Zuwachs, die ca. 4–6 Saisons umfassen und auf entsprechend periodisch wiederkehrende Schwankungen im Wasserangebot zurückzuführen sind.
3. durch Veränderungen in den Konkurrenzbedingungen am Standort des untersuchten Baumes (soziologische Stellung).

Der untersuchte Stamm gehörte offenbar zu einem noch relativ jungen Baum, der sich noch in der aktiven Wachstumsphase befand und die Alters- und Zerfallphase noch nicht erreicht hatte. Eine für heute lebende Bäume typische kontinuierliche Abnahme des Jahreszuwachses mit steigendem Alter (sogenannter „Alterstrend“) konnte nicht beobachtet werden.

Die Dendrochronologie der untersuchten Baumprobe spiegelt das Bild einer mehr oder weniger deutlichen Periodizität von Niederschlägen wider – z. B. Sommer- und Winterregen, wie wir sie

heute in subtropischen Regionen haben. Sie zeigt deutlich, wie stark die Zuwachsdifferenzierungen zwischen den Trocken- und Regenperioden waren und wie deren kontinuierliche Wiederkehr das Wachstum maßgeblich beeinflusste. Mit dem Wechsel von Trocken- und Regenperioden erfolgten gravierende Veränderungen des Bodens und damit der lokalen Vegetation. Besonders starke Regenfälle bewirkten intensive Wassererosionen mit Störungen, die z. B. einschneidende, lokale Strukturveränderungen der Wälder zur Folge haben konnten. Diese Störungen erfolgten in einem kontinuierlichen und zyklischen Rhythmus und bewirkten eine Konkurrenzdynamik in der Vegetation.

Infolge von Starkniederschlägen und dadurch bedingten Hochwässern wurde der Probenbaum nach 208 saisonalen Zuwachphasen offensichtlich unterspült und mit der Flut wegtransportiert. Dadurch wurde er Bestandteil der hochwasserbedingten Massenansammlung von Stämmen im fluvialen Sandmittel (GWL 4.2) des ehemaligen Tagebaus Groitzscher Dreieck.

Danksagungen

Für das Interesse und die Unterstützung zur Durchführung der Untersuchungen möchten wir Herrn Dr. STEFAN KLOTZ (Department Biozönoseforschung, UFZ Leipzig-Halle GmbH) danken. Herr Professor Dr. HARALD WALTHER (Staatliche Naturhistorische Sammlungen zu Dresden) unterstützte uns mit vielen hilfreichen Diskussionen und Anmerkungen zu den Ergebnissen. Für die Übertragung von Teilen des Manuskriptes in die englische Sprache danken wir Herrn H. PROSCHWITZ (Leipzig).

Literatur

- EISSMANN, L. (2002): Tertiary and Quaternary geology of the Saale-Elbe region of Eastern Germany. – *Quat. Sci. Rev.* **21**, 11: 1243–1346.
- EISSMANN, L. (1994): Leitfaden der Entwicklung des Präquartärs im Saale-Elbe-Gebiet. – *Altenbg. naturwiss. Forsch.* **7**: 11–53, Altenburg.
- JUNGE, F. W., DOLEZYCH, M., WALTHER, H., BÖTTGER, T., KÜHL, A., KUNZMANN, L., MORGENSTERN, P., STEINBERG, T. & STANGE, R. (2005): Ein Fenster in Landschaft und Vegetation vor 37 Millionen Jahren: Lithologische, sedimentgeochemische und paläobotanische Befunde aus einem Paläoflussystem des Weißelsterbeckens. – *Mauritiana* **19**, 2: 185–273.
- MAI, D. H. & WALTHER, H. (2000): Die Fundstellen eozäner Floren des Weißelster-Beckens und seiner Randgebiete. – *Altenburger naturwiss. Forsch.* **13** (Altenburg): 59 S.

Eingegangen am 23. 7. 2004

- KLAUS HEMPEL, UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Department Biozönoseforschung, Theodor-Lieser-Straße 4, D-06120 Halle/Saale, E-Mail: klaus.hempel@ufz.de
- Dr. TÄTJANA BÖTTGER, UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Department Isotopenhydrologie, Theodor-Lieser-Straße 4, D-06120 Halle/Saale, E-Mail: tatjana.boettger@ufz.de
- Dr. MARTINA DOLEZYCH, Schlossstraße 1c, D-02977 Hoyerswerda, E-Mail: martiniss@t-online.de
- PD Dr. habil. FRANK W. JUNGE, Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Arbeitsgruppe „Schadstoffdynamik in Einzugsgebieten“, Karl-Tauchnitz-Straße 1, D-04107 Leipzig, E-Mail: junge@saw-leipzig.de