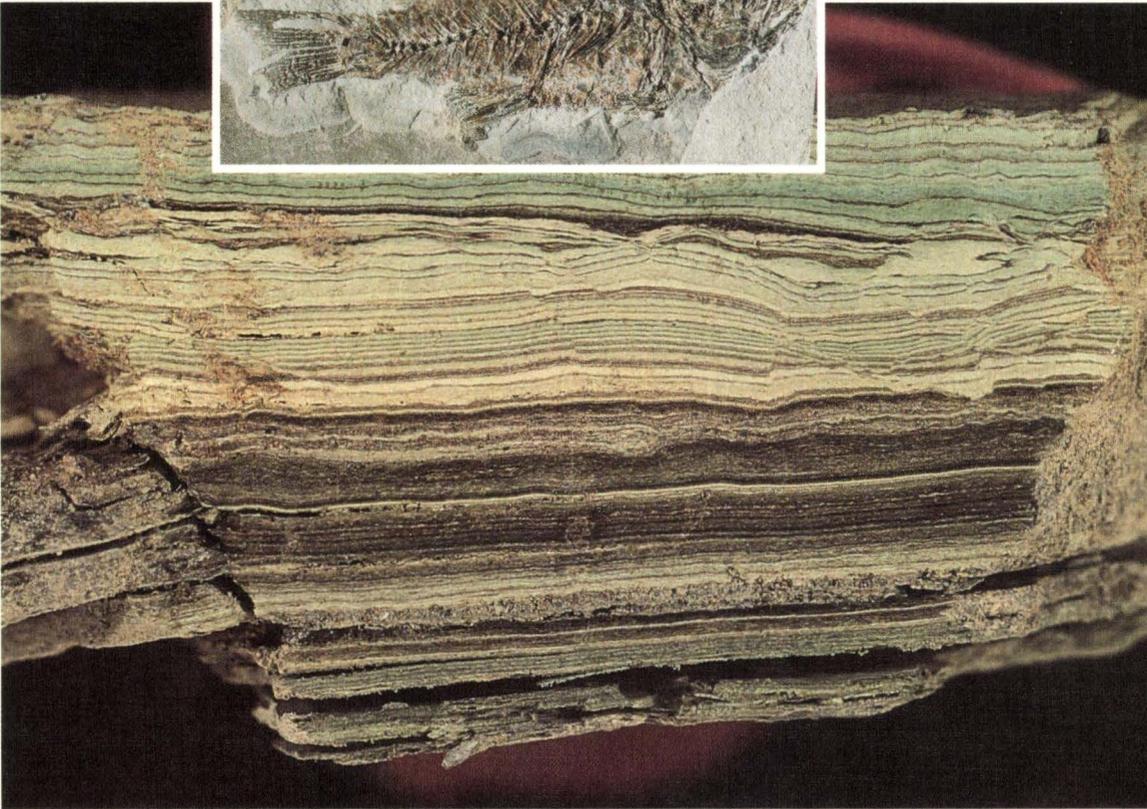


Die alttertiäre

Fossilagerstätte Sieblos

an der Wasserkuppe/Rhön



von Erlend Martini & Peter Rothe



Hessisches Landesamt
für Bodenforschung

Geologische Abhandlungen Hessen, Band 104: 274 Seiten, 41 Abb., 16 Tab., 37 Taf., Wiesbaden 1998
ISBN 3-89531-806-X
ISSN 0341-4043

Die alttertiäre **Fossilagerstätte Sieblos** an der Wasserkuppe / Rhön

von Erlend Martini & Peter Rothe



**Hessisches Landesamt
für Bodenforschung**

Schriftleitung
Prof. Dr. Andreas Hoppe
Hessisches Landesamt für Bodenforschung
Leberberg 9, 65193 Wiesbaden

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Die **alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe, Rhön** / HLB, Hessisches Landesamt für Bodenforschung. Von Erlend Martini & Peter Rothe. [Schriftl. Andreas Hoppe]. - Wiesbaden . HLB, 1998
(Geologische Abhandlungen Hessen ; Bd. 104)
ISBN 3-89531-806-X

Titelbild:

Feingebänderte Sedimente der Sieblos-Schichten bei 28,95 m in der Forschungsbohrung Sieblos 1994/2. Höhe des Stückes 18,5 mm. Aufnahme W. Schiller, Frankfurt a. M.

Eingeblendet der häufigste Fisch *Dapaloides sieblosensis* in den Sieblos-Schichten. Sammlung Hassencamp, F. 1178, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Würzburg. Gesamtlänge 6,7 cm. Original gespiegelt.

Aufnahme K.-P. Kelber, Würzburg.

© Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden 1998
ISBN 3-89531-806-X
ISSN 0341-4043

Printed in Germany

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Übersetzung, Nachdruck, Vervielfältigung auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen - auch auszugsweise - nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without permission of the publisher.

Redaktion: Hermann Brenner, Elisabeth Lommatzsch
Herstellung: Druckhaus „Thomas Müntzer“ GmbH
Neustädter Straße 1-4
99947 Bad Langensalza
gedruckt auf chlor- und säurefreiem Papier
Vertrieb: Hessisches Landesamt für Bodenforschung
Leberberg 9, 65193 Wiesbaden
Telefon: 06 11/53 70; Fax: 06 11/53 73 27

Die Herausgeber widmen diesen Band

Herrn Hugo Schubert

Poppenhausen-Tränkhof

zum 85. Geburtstag am 8.5.1999

**Hugo Schubert hat in der Tradition von Ernst Hassencamp
durch systematische Sammlung und Aufbereitung
von Fossilien der Siebloser Bergbauhalden
Material von hohem wissenschaftlichen Wert geborgen
und der Forschung zur Verfügung gestellt.**

Die Drucklegung dieses Bandes unterstützten in dankenswerter Weise

Herr Hugo und Frau Ingeborg Schubert, Poppenhausen
Frau Ursula Herborn, Wiesbaden
Herr Franz Carl Nüdling, Fulda
Genossenschaftsbank Fulda, Zweigstelle Poppenhausen
Gemeinde Poppenhausen
Museumsverein Poppenhausen
Sparkasse Fulda
Kur- und Verkehrsverein Poppenhausen
Frau Brigitte Kirchhoff, Gut Weiherhof

Inhaltsverzeichnis

Martini, E. & Rothe, P. Sieblos an der Wasserkuppe: Forschungsbohrungen in einem alttertiären See	7
Schneider, M. Zur Geschichte des Braunkohlenbergbaues in Sieblos/Rhön	29
Martini, E.: Berichte über die Braunkohlen-Lager der Rhön im „Gersfelder Kreisblatt“ (1889-1920)	41
Hottenrott, M., Martini, E. & Schiller, W. Profilbeschreibungen der Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 an der Wasserkuppe/Rhön	53
Blum, R. Geophysikalische Untersuchungen der alten Lagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön	71
Ehrenberg, K.-H. & Hickethier, H. Vulkanische Bildungen in den Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2, mit Hinweisen auf prä-unteroligozänen Vulkanismus in der Rhön	77
Rothe, P. Der unteroligozäne See von Sieblos/Rhön. Salinitäts-Entwicklung nach geochemischen Untersuchungen an den Forschungsbohrungen 1994/1 und 1994/2	85
Lutz, H. Die unteroligozäne Insekten-Taphozönose von Sieblos/Rhön - ein Schlüssel für die Rekonstruktion des aquatischen Paläoenvironments	101
Schiller, W. Ein verkieselter Ostracoden-/Characeen-Kalk in der Forschungsbohrung Sieblos 1994/2 (Unter-Oligozän)	115
Pflug, B. Zur stratigraphischen Einstufung von Tertiärquarziten in der Umgebung der Wasserkuppe/Rhön	127
Stein, R. & Fahl, K. Organisch-geochemische Untersuchungen an oligozänen Sedimenten der Bohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2	133
Radtke, G. Mikroendolithische Bohrspuren in Gastropoden-Schalen von Sieblos/Rhön (Unter-Oligozän)	143
Martini, E. & Weiler, H. Zum Vorkommen von kieseligen Dinoflagellaten in den unteroligozänen Sieblos-Schichten der Rhön	157
Martini, E. & Schiller, W. Kalkiges Nannoplankton von Sieblos/Rhön und dem Neuwieder Becken (Unter-Oligozän)	165
Schiller, W. Kieselige Mikrofossilien aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön	173
Hottenrott, M. Mikrofloren aus den Bohrprofilen Sieblos 1994/1 und 1994/2 an der Wasserkuppe/Rhön (Eozän -Unter-Oligozän)	201
Mai, D. H. Paläokarpologische Untersuchungen im Alttertiär von Sieblos/Rhön	215
Schwarz, J. Neue Charophyten-Funde von der unteroligozänen Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön	241
Martini, E. Erster Nachweis von Nacktschnecken (Limacidae) in den unteroligozänen Sieblos-Schichten der Rhön	249
Martini, E. & Reichenbacher, B. Fisch-Otolithen aus den Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 (Rhön; Unter-Oligozän)	253
Broschinski, A. Ein Lacertilier-Frontale aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön	261
Martini, E. Reste von Vogel-Eischalen im Schneckenmergel von Sieblos/Rhön (Unter-Oligozän)	265
Mödden, C. Kleinsäuger-Reste aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön	271

Table of contents

Martini, E & Rothe, P. Sieblos at the Wasserkuppe: Research drillings in Paleogene lake sediments	7
Schneider, M. History of the brown coal mining at Sieblos/Rhoen mountains	29
Martini, E. Notes in the „Gersfelder Kreisblatt“ on brown coal occurrences in the Rhoen mountains (1889-1920)	41
Hottenrott, M., Martini, E. & Schiller, W. Description of the research drillings Sieblos 1994/1 and 1994/2 near the Wasserkuppe, Rhoen mountains	53
Blum, R. Geophysical investigations at the abandoned mine Sieblos/Wasserkuppe (Rhoen mountains)	71
Ehrenberg, K.-H. & Hickethier, H. Volcanic rocks in the research drillings Sieblos 1994/1 and 1994/2 with indications for a volcanism older than Lower Oligocene in the Rhoen mountains	77
Rothe, P. The Lower Oligocene lake of Sieblos/Rhoen. Salinity trends from geochemical studies at the research drillings 1994/1 and 1994/2	85
Lutz, H. The Lower Oligocene insect-taphocoenosis of Sieblos/Rhoen - a key to the reconstruction of its aquatic paleoenvironment	101
Schiller, W. A silicified ostracod-/characean limestone in the research drilling Sieblos 1994/2 (Lower Oligocene)	115
Pflug, B. Stratigraphic position of Tertiary silcretes from the area around the Wasserkuppe, Rhoen mountains	127
Stein, R. & Fahl, K. Organic-geochemical investigations of Oligocene sediments from the drillholes Sieblos 1994/1 and 1994/2	133
Radtke, G. Microborings in molluscan shells from the early Oligocene lake of Sieblos/Rhoen mountains	143
Martini, E. & Weiler, H. On the occurrence of siliceous dinoflagellates in the Sieblos Beds of the Rhoen area (Lower Oligocene)	157
Martini, E. & Schiller, W. Calcareous nannoplankton from Sieblos/Rhoen and the Neuwied Basin (Lower Oligocene)	165
Schiller, W. Siliceous microfossils from the Lower Oligocene deposits of Sieblos/Rhoen	173
Hottenrott, M. Microfloras from the research drillings Sieblos 1994/1 and 1994/2 near the Wasserkuppe/Rhoen (Eocene- Lower Oligocene)	201
Mai, D. H. Paleocarpological investigations in the Lower Tertiary of Sieblos (Rhoen)	215
Schwarz, J. New findings of charophytes from the Lower Oligocene fossiliferous site of Sieblos at the Wasserkuppe/Rhoen mountains	241
Martini, E. First proof of slugs (Limacidae) in the Lower Oligocene Sieblos Beds of the Rhoen mountains	249
Martini, E. & Reichenbacher, B. Fish-otoliths from the research drillings Sieblos 1994/1 and 1994/2 (Rhoen mountains; Lower Oligocene)	253
Broschinski, A. A lacertilian frontal from the Lower Oligocene of Sieblos, Rhoen mountains.	261
Martini, E. Remains of bird eggs in the gastropod-marl of Sieblos, Rhoen mountains (Lower Oligocene)	265
Mödden, C. Fragments of small mammals from the Lower Oligocene of Sieblos (Wasserkuppe/Rhoen mountains)	271

Sieblös an der Wasserkuppe: Forschungsbohrungen in einem alttertiären See

von

Erlend Martini & Peter Rothe*

Martini, E. & Rothe, P. (1998): Sieblös an der Wasserkuppe: Forschungsbohrungen in einem alttertiären See. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblös an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 7-27, 4 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

Die alte „Braunkohlen“-Grube Sieblös am Westhang der Wasserkuppe (Rhön) umfaßt ein Areal von mindestens 200 x 160 m. Zwei Forschungsbohrungen (Sieblös 1994/1 und 1994/2) haben erstmals ermöglicht, Teile der Schichtfolge im Verband zu untersuchen, die vorher nur aus Haldenfunden bekannt waren. Die Lagerstätte, die bereits im 19. Jahrhundert für ihren Fossilreichtum bekannt war, bildet das einzige unteroligozäne Vorkommen dieser Art in Mitteleuropa. Die Kernbohrungen erschlossen eine tertiäre Abfolge von mindestens 50 m Mächtigkeit aus Ton, Sand, Schneckenmergel und laminierten Karbonaten im Verband mit Dysodil. Die feinschichtigen C_{org}-reichen Ablagerungen bestehen überwiegend aus Algenytjen.

Die Tertiärsedimente überlagern dort normalerweise Oberen Buntsandstein. In der Bohrung Sieblös 1994/1 wurde dagegen überraschend Unterer Muschelkalk angetroffen. Diese Situation ist möglicherweise durch Subrosion bedingt, die wahrscheinlich auch die Entwicklung des tertiären Gewässers verursacht hat. Bestimmte Diatomeen, kieselige Dinoflagellaten und Fische sowie geochemische Parameter weisen auf temporäre Salinitätserhöhung hin, die durch Eindampfung und nicht durch marinen Einfluß verursacht wurde. Aufgrund von Fossilien und Korrelationen werden die Sieblös-Schichten (Sieblös-Formation) in das Unter-Oligozän (Latdorf-Stufe) gestellt.

Abstract

Sieblös at the Wasserkuppe: Research drillings in Paleogene lake sediments

The abandoned „coal“-mine of Sieblös, situated at the western slope of the Wasserkuppe (Rhoen mountains), covering an area of at least 200 x 160 m, was re-examined by two research drillings in 1994. Famous for its fossil contents already during the 19th century, its sediments constitute the only Lower Oligocene fresh water de-

posit in middle Europe. However, no reliable stratigraphic succession had been so far established because of the former chaotic mining activities.

Two recent core-drillings revealed that the Tertiary section above the local Mesozoic is at least 50 m thick; it contains several lithologies

* Prof. Dr. E. Martini, Geologisch-Paläontologisches Institut der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Senckenberganlage 32-34, D-60325 Frankfurt am Main,
Prof. Dr. P. Rothe, Lehrstuhl für Geologie, Universität Mannheim, Schloß, D-68131 Mannheim

e.g. clay, sand, gastropod marls, and laminated carbonates in close association with dysodil. The main part of the laminated section represents an algal gyttja rather than brown-coal. Since most of the fossils so far collected were from mining dumps, they could not be positioned into a relative stratigraphic succession. Recovery of most already known lithologies in the sections drilled enable us to position isolated samples from the mining dumps in their proper place and to reconstruct environmental trends. The Tertiary sediments normally are underlain by Upper Bunter but in case of core drilling Sieblos 1994/1

rest on possibly displaced Muschelkalk. Subrosion probably triggered the development of local depressions in which Tertiary fresh water sediments (Sieblos Formation) were deposited. Both fossil contents (e.g. diatoms, siliceous dinoflagellates, fishes) and geochemical data indicate stages of enhanced salinities during the evolution of the water body; this seems controlled by evaporation rather than marine influence. Based on fossil content and correlations, the Sieblos Formation is placed in the Lower Oligocene (Latdorfian).

1. Einführung

Im Jahre 1846 wurde am NW-Hang der Waserkuppe in der Nähe der Ortschaft Sieblos bei Grabungen auf Ton (Porzellanerde für die Fuldaer Porzellanfabrik), die schon 1843 begannen, ein „Braunkohlen“-Vorkommen entdeckt (Hassenkamp 1858). Im Zuge der Schürfarbeiten wurde auch ein Schacht abgeteuft und ab einer Tiefe von 4,38 m „Braunkohlen“ angetroffen; diese sollen eine Gesamtmächtigkeit von 6 Metern gehabt haben (Gahl 1968). Der Weyherer Apotheker E. Hassencamp (der Name wurde unterschiedlich geschrieben, C oder K) bemerkte auf den Halden Fossilien, so „in einem gräulichweißen Mergel Isopoden, und in einer Papierkohle Fische, Blätter und verdrückte Muscheln“ und versuchte im Jahre 1855, das Flöz selbst nochmals aufzuschließen (Hassenkamp 1858). In den Folgejahren kam es immer wieder zu bergbaulichen Unternehmungen, über die u.a. Gahl (1968) und Aschenbrenner (1988) näher unterrichten. Es wurden mehrere Stollen, Schächte und Schürfe angelegt, in denen die Lagerungsverhältnisse erkundet und die „Braunkohlen“ abgebaut wurden. Die wenigen aufgenom-

menen Profile ergeben eine insgesamt sehr unruhige Abfolge von hellen Sanden, bläulichen Tonen, Mergeln und bitumenhaltigen Lagen, die nach Osten bis unter die Basalte der Waserkuppe (der längste Stollen erreichte 152 m) verfolgt werden konnte. Das Hauptfördergut des Bergbaues waren die bitumenhaltigen Partien, die als Dysodil, „bituminöse Schiefer“ oder „Papierkohle“ bezeichnet wurden; dieses Material wurde seinerzeit an Ort und Stelle verschwelt. Der gewonnene „Teer“ wurde nach Gersfeld zur weiteren Verarbeitung gebracht (Speiser 1914). Die ungünstigen Lagerungsverhältnisse brachten den Abbau aber nach mehrfachen vorübergehenden Stilllegungen 1919 endgültig zum Erliegen, nachdem im Juli 1919 noch einmal ca. 150 t „Kohle“ von der „Erdöl- und Kohleverwertungs-AG“ (Berlin) gefördert worden waren.

In der Folgezeit geriet das Vorkommen weitgehend in Vergessenheit. Eine Ausnahme bildete lediglich eine erneute Begutachtung, die im Zuge der kriegsbedingten „Rohstoffsicherung des Deutschen Reiches“ zustande kam (Borchert 1944), aber keine weitere Geländetätigkeit

nach sich zog. Diese wurde erst nach dem Krieg wieder aufgenommen, und galt zunächst ausschließlich den Fossilien. Erste Publikationen dazu (Martini 1965 und folgende Jahre) integrierten die neuen Haldenfunde mit Material, das sich im Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Würzburg befand (Sammlung Hassencamp). Das von Martini gesammelte Material ist im Naturmuseum und Forschungsinstitut Senckenberg in Frankfurt am Main hinterlegt.

In den Jahren zwischen 1980 und 1992 wurden dann durch den ortsansässigen Sammler Hugo Schubert die alten Halden systematisch auf ihren Fossilgehalt hin „durchgeklopft“; das Ergebnis waren tausende von Fundstücken, die heute im Vonderau-Museum in Fulda bzw. im Sieblos-Museum in Poppenhausen aufbewahrt sind.

Die Einordnung der Fossilfunde in die überlieferten Profile und die Interpretation der möglichen Abfolge, die außerordentlich wichtig für die genauere Kenntnis der Entwicklung der Sedimente und Fossilien ist, war zu diesem Zeitpunkt weitgehend spekulativ. Aus diesem Grund wurden 1987 vier kurze Sondierungsbohrungen niedergebracht und einige Schürfe im ehemaligen Grubengelände angelegt (vgl. Rothe 1988). Diese Versuche, das Profil im Zusammenhang zu erkunden, hatten jedoch technische Grenzen (Eindringtiefe, Materialgewinnung in Form von Schlitzproben). In diesem Stadium schien nur noch eine technisch aufwendigere Kernbohrung geeignet, das gewünschte Profil im Zusammenhang zu erschließen.

Der 75. Geburtstag von Herrn Hugo Schubert (s. oben) lieferte uns den Anlaß, die bisher über die Lagerstätte Sieblos bekannten Befunde in einer Monographie zusammenzustellen (Koord. Martini 1988). Damit ließ sich gleichzeitig die Notwendigkeit einer Forschungsbohrung begründen.

Die Einrichtung des „Biosphärenreservats Rhön“ nahmen wir zum Anlaß, dort vorstellig zu werden, um Mittel für eine entsprechende Bohrung zu beantragen. Unserem Antrag wurde 1994 stattgegeben, wobei vertragsgemäß auch

die Gemeinde Poppenhausen, auf deren Gemarkung das Grubengelände liegt, zu beteiligen war.

Parallel dazu bot uns anläßlich eines Vortrages zur Geologie der Lagerstätte, den wir auf der Tagung des Oberrheinischen Geologischen Vereins in Bad Kissingen Anfang 1994 hielten, der Leiter des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, Herr Prof. Dr. Andreas Hoppe, spontan seine Hilfe an. Damit standen uns Mittel für zwei Forschungsbohrungen zur Verfügung, die im Herbst 1994 auf dem ehemaligen Grubengelände am NW-Hang der Wasserkuppe niedergebracht wurden.

Für die Auswertung des Materials der als Sieblos 1994/1 und 1994/2 bezeichneten Bohrungen haben wir etwa 20 Autoren gewinnen können. Die hier vorgelegten Beiträge reichen von der Beschreibung des Kern- und Fossilmaterials über die stratigraphische Einstufung, Petrographie und Geochemie bis zu zahlreichen Details, die geeignet schienen, die Entstehung dieser „Braunkohlen“-Lagerstätte möglichst weitgehend zu entschlüsseln.

Die Historie des Bergbaus ist nach wie vor nur unzureichend bekannt, weil der Betrieb im Laufe der Jahrzehnte, in denen bergbauliche Aktivitäten stattfanden, ständig die Besitzer wechselte und mehrfach auch unterschiedliche Bergämter zuständig waren. Ein Großteil der alten Bergbauakten über die ehemalige Grube Sieblos ist trotzdem erhalten geblieben und lagert heute beim Bergamt in Bad Hersfeld und im Staatsarchiv Marburg. Die genaue Auswertung hat M. Schneider (Langenbieber) übernommen, dem die vorläufige Übersicht in diesem Band zu verdanken ist (Schneider 1998).

Die wichtigsten Dokumente sind ein Gutachten vom Markscheider und Bergingenieur R. George von 1885, das das Kohlevorkommen außerordentlich günstig beurteilt und in den Anlagen wichtige Angaben vom ehemaligen Betriebsführer Buchrucker für die Jahre 1861 und 1862 nebst einem Grubenplan enthält (vgl. Schneider 1998: Abb. 1). In diesem Grubenplan wurden der 1884 angelegte „Neue Stollen“ und der „Neue Schacht“ aufgenommen. Zusätzlich wird vom Steiger Karl Weider im Januar 1885 eine Be-

schreibung der angetroffenen Gesteine in den Strecken und in 5 niedergebrachten Bohrungen vorgelegt. Die dort erwähnten Bohrungen 1 und 2 scheinen mit den im Grubenplan eingezeichneten Bohrlöchern N⁰1 und N⁰2 übereinzustimmen. Er gibt außerdem an, daß nur der Neue Schacht und der Neue Stollen befahrbar sind, während alle anderen Betriebe aus alter Zeit verbrochen sind.

Ein Betriebsplan für die Zeit vom 1. April 1898 bis 31. Juli 1899 vom Betriebsführer Karbaum gibt den geplanten Bau einer 570 m langen Kettenbahn vom Neuen Stollen zu der projektierten Schwelerei und die Anlage einer Feldziegelei an. Am 15. Mai 1898 teilt Karbaum dem Bergamt Schmalkalden ergänzend mit, daß ein Schacht zur Nutzung als Rolloch ca. 55 Meter vom Eingang des Neuen Stollens entfernt angelegt werden soll. Dieser wird mit einer Schienenbahn an die Anlage des Alten Stollens angeschlossen, durch den die Förderung zur Zeit läuft. Ein entsprechender Grund- und Profilriß ist beigefügt (vgl. Schneider 1998: Abb. 2).

Ferner liegen zwei Lagepläne vom Oktober 1899 vor, die einmal die Anlage der Kettenbahn vom Grubenfeld zur Schwelerei und zum anderen den unteren Teil der Kettenbahn mit der Schwelerei samt einer eingezeichneten Fläche, die als Ergänzung zum Wegebau vom Besitzer J. Vey enteignet werden soll, zeigen. Beide Pläne wurden vom Markscheider M. Fox aus Dillenburg erstellt. Diese Kettenbahn ist in der top. Karte 1:25000, Bl. 5425 (früher 3173) Kleinsassen der kgl. preuß. Landesaufnahme von 1907, wie auch auf der geologischen Karte Bl. Kleinsassen (Bücking 1909a) eingezeichnet. Schließlich ist noch ein Grubenplan vom April 1919 zu nennen, der vom Markscheider Clute-Simon aus Weidenhain erstellt wurde. Dieser gibt neben den neu angefahrenen Strecken und Abbauflächen von 1919 auch die in einigen Strecken angetroffenen Gesteine an.

Während der Betriebszeit der Grube erschienen gelegentlich Mitteilungen in der örtlichen Presse („Gersfelder Kreisblatt“), in denen über Bau- und Förderungsmaßnahmen sowie über Teilhaberversammlungen berichtet wurde

(Martini 1998). Auffallend ist die außerordentlich positive Darstellungsweise der wirtschaftlichen Lage der Gesellschaft „Theergrube Sieblos“ mit Sitz in Berlin in den Jahren 1896 bis 1899. Daß sich das Unternehmen vom wirtschaftlichen Standpunkt nicht gelohnt hat, ist nur in einem kurzen Satz, versteckt unter anderen Mitteilungen, dem Gersfelder Kreisblatt (22. Jg.) vom 8. Januar 1904 zu entnehmen: „Die Fabrikanlage der „Theerkohlengrube Sieblos“ soll sobald die maschinelle Einrichtung veräußert ist, abgebrochen werden“.

Von Interesse sind ferner unveröffentlichte Gutachen von Speiser (1912) und Borchert (1944). Ersterer zitiert seitenlang aus einem heute nicht mehr auffindbaren Gutachten von H. Bücking (1909?) und stellt dann ein völlig überzogenes Bild der Vorräte und Wirtschaftlichkeit dar. Das Gutachten vermittelt den Eindruck eines Gefälligkeitsgutachtens. Es wurde später in etwas geänderter Form und unter Vermeidung der Nennung von Bücking der „Deutschen Bergwerks-Zeitung“ als insgesamt eigener Beitrag vorgelegt. Nach einer zunächst erfolgten Ablehnung durch den zuständigen Redakteur, der offensichtlich auch den Eindruck eines Gefälligkeitsmotives hatte (vgl. Borchert 1944, Schneider 1998), wurde der Beitrag 1914 doch noch veröffentlicht, allerdings mit dem deutlichen Hinweis der Schriftleitung, daß „in der Berg- und Hüttenmännischen Zeitung Jahrgang 1879 Nr. 21 über dieses Braunkohlenvorkommen schon von anderer Seite eine Abhandlung erschienen ist“ (= Sandberger 1879). In diesem Beitrag verlegt Speiser die von Bücking veranlaßte und von Ende April bis zum 5. Juni 1909 durchgeführte Bohrung am Waldrand ohne weitere Angaben in das Jahr 1895. Das von Bücking erstellte und von Speiser übernommene Profil dieser Bohrung ist in unserer Abb. 2 als „Bohrung 1909“ aufgenommen worden, da die genaue Lage über eine Originalzeichnung in einer Bergbauakte von 1919 (Kartierung Bücking nach Mitteilung von Clute-Simon) ermittelt werden konnte. Das genaueste und bisher letzte Gutachten über das Feld Sieblos wurde im Rahmen der Rohstoffsicherung des Deutschen Reiches im Januar 1944



Abb. 1. Übersichtskarte zur Lage der Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön.

von Borchert erstellt. Dieses ausführliche Gutachten bringt Übersichten über die ehemaligen Bergbautätigkeiten, geologischen Untersuchungen, Vorratsberechnungen und Angaben zu den Teergehalten. Die nüchterne Beurteilung mündet in der Feststellung, daß „das Vorkommen von Sieblos rein nach der Rohstoffmenge mit Sicherheit um eine Größenordnung zu klein für einen Betrieb mit einer Förderleistung von 300–500 to/Tag ist. Hinzu kommen noch ungünstige Lagerungsverhältnisse sowie auch die abseitige Fracht- und Verkehrslage“.

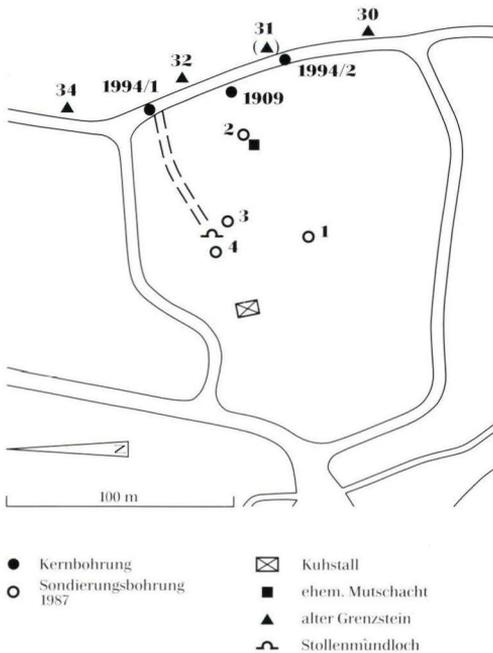


Abb. 2. Flurkarte des ehemaligen Grubengeländes von Sieblos und Position der Kern- und Sondierbohrungen.

Das Tertiär-Vorkommen soll nach Hirsch (1937) allseitig durch Störungen gegen Mittleren oder Oberen Buntsandstein abgegrenzt sein. In Nord-Süd-Erstreckung sollen sich die tertiären Sedimente etwa auf 1000 m, in West-Ost-Erstreckung nur auf 230 m verfolgen lassen, da sie nach Osten hin von Tuffen und Basalten der Wasserkuppe überlagert werden.

Nähere Untersuchungen ergaben, daß entlang der Straße nach Abtsroda nördlich des Grubengeländes Unterer Röt (Plattensandstein) und im Anschluß auf der Wiese nach Osten Mittlerer Röt (Braunrote Tonstein-Schichten) anstehen. Letzterer konnte in einem 1965 angelegten Drainagegraben (vgl. Titelbild Martini & Pflug 1997), wesentlich höher als bei Bücking (1909a) angegeben, bis etwa 675 m Höhe verfolgt werden. Auch im Grubengelände wurde bei der Anlage des Unteren Stollens 1885 nach 10 m Basaltgeröll durch Steiger Weider 15 m „roter Tonmergel“, gefolgt von grauen und blauen Tonen festgestellt (u.a. Gahl 1968). Der „rote Tonmergel“ liegt unterhalb des heutigen Kuhstalls am Ausgang des ehemaligen Stollens auf Halde und kann eindeutig den Braunroten Tonstein-Schichten (Mittlerer Röt) zugeordnet werden. In unserer Sondierbohrung 1 (Abb. 2) stießen wir nach bereits 180 cm ebenfalls auf Röt (Rothe 1988), hier wahrscheinlich Plattensandstein (Unterer Röt). Von Hassenkamp (1858) wurde „Bunter Sandstein“ als Liegendes der tertiären Ablagerungen im Profil des Mutschachtes von 1856/57 (vgl. Abb. 2) angegeben. Im tieferen Teil des Grubengeländes sind Rötbrocken im Bachbett zu finden. Der Straßendamm selbst ist allerdings bei Straßenbauarbeiten 1974 mit Röt-Material (Oberer Röt mit Myophorien-Schichten) aus dem Anschnitt in Abtsroda Nord aufgeschüttet und verfälscht worden.

Nur Wenz (1922) berichtet, daß „die fossilführenden Melanientone unmittelbar auf dem Muschelkalk ruhen“, wohl eine Fehlinterpretation der Vorstellung von Bücking (1912: 115–116) von einem „breiten, hauptsächlich von Muschelkalk gebildeten Plateau“, auf dem „kleine Süßwasserseen und Sümpfe auf dem wohl an 300 bis 400 m über dem damaligen Meeresspiegel gelegenen Lande zwischen Bischofsheim, Sieblos und Wüstensachsen vorhanden“ waren.

Südlich des alten Grubengeländes verläuft eine schon von Bücking (1909a, b) auskartierte markante NW-SE gerichtete Störung, an der Oberer gegen Mittleren Buntsandstein im SW versetzt ist. Wie weit das Tertiär-Vorkommen mitbetroffen ist, kann zur Zeit wegen starker

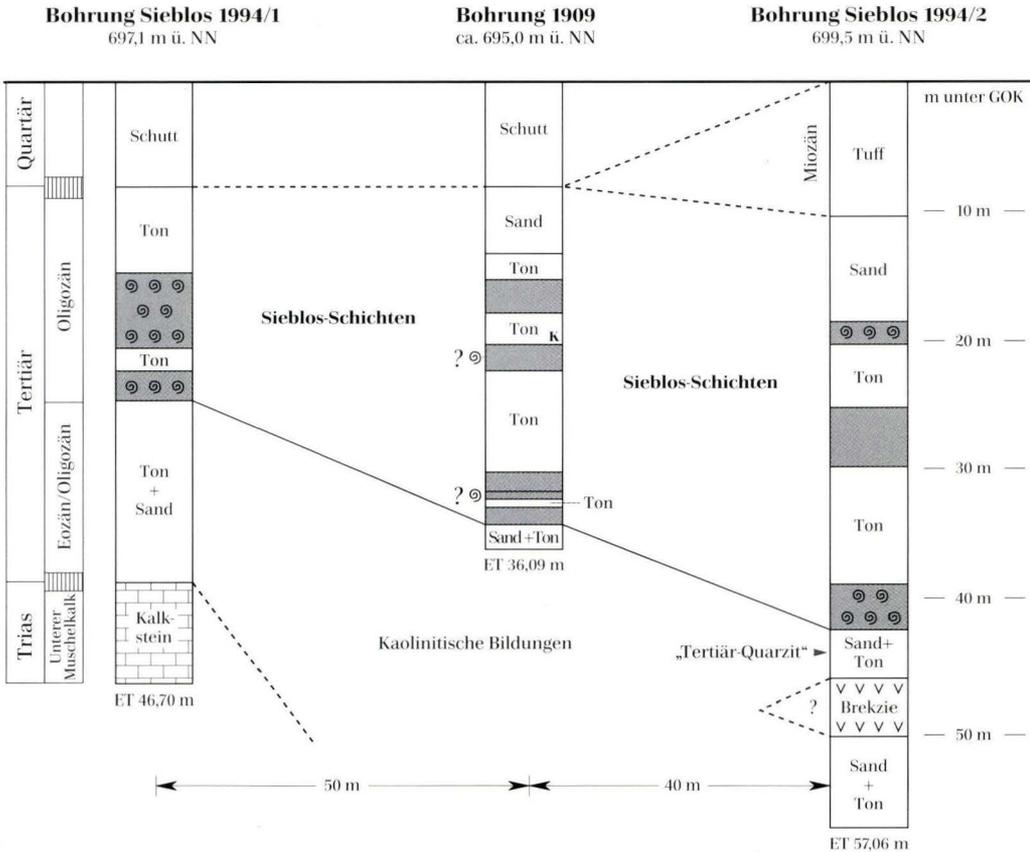


Abb. 3. Profile der Bohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 sowie der alten Bohrung von 1909 (Bücking). Fossilzeichen: „Schneckenmergel“; graue Flächen: fossilführende Sedimente, in Bohrung Sieblos 1994/2 zwischen 25,6 und 30 m Dysodil; K: kohlige Reste. Die fossilführenden Sedimente in der Bohrung 1909 bestehen nach den alten Beschreibungen überwiegend aus Dysodil.

Schuttüberdeckung nicht angegeben werden. Eine weitere, südlicher gelegene Bohrung könnte hier vielleicht Klarheit schaffen.

Die beiden neuen Bohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 erschlossen offensichtlich zwei unterschiedliche Bereiche der Lagerstätte. Die im Norden gelegene Bohrung 1994/1 erreichte 46,7 m und erfaßte unter quartärem Schutt eine Abfolge von Tonen und Sanden mit eingeschalteten Schneckenmergeln ohne Dysodil und endete überraschend im Unteren Muschelkalk (Abb. 3). Die Bohrung Sieblos 1994/2 durchörterte

zunächst einen miozänen Tuff. Darunter folgten Sande, Schneckenmergel bzw. Seekreide, Tone und schließlich Dysodil, der im tiefsten Teil den schon von der Halde her bekannten „gebänderten Kalk“ enthielt. Es folgten nochmals Tone und gebänderte Schneckenmergel, die bis zur Endteufe von 57,06 m von Sanden und Tonen unterlagert waren. Das Liegende wurde nicht erreicht. Zwischen 46,00 und 49,55 m wurde eine Brekzie erbohrt, deren genetische Zuordnung Schwierigkeiten bereitet. Es handelt sich um eine Abfolge, die in einer rötlichbraunen,

feinsandigen bis tonigen Grundmasse unsortiert reichlich eckige, grünlichgraue und rotbraune Ton-/Schluffsteinbrocken aus dem Unteren Röt, vereinzelte helle Sandsteinbrocken aus dem Mittleren Buntsandstein sowie weißgraue, zum Teil stark ausgeschwänzte trachytoide Klasten führt. Ehrenberg & Hicketier (1998) deuten diese Abfolge als Schuttstrom mit umgelagerten Trachytstücken aus einer unteroligozänen oder älteren Vulkanitfolge.

Wir halten es jedoch auch für möglich, daß diese Brekzie eine Gangfüllung darstellt. Die Konsequenz einer konkordanten Einlagerung eines Schuttstromes mit vulkanischen Komponenten (in der Abb. 3 als Brekzie eingetragen) in einen stratigraphischen Bereich im Liegenden der unteroligozänen Sieblos-Schichten wäre, daß der Rhön-Vulkanismus erheblich früher eingesetzt hätte als bisher angenommen. Bevor eine derart weitreichende Aussage Platz greift, sollte man zunächst eine physikalische Altersbestimmung an diesen trachytischen Gesteinen abwarten.

Im Anschluß an die Bohrtätigkeit wurde in beiden Bohrlöchern die Gamma-Aktivität gemessen; deren Maxima liegen, wie zu erwarten, in den tonigen Profilabschnitten (mündl. Mitt. Blum); die entsprechenden Logs werden im Zusammenhang mit der Behandlung der Sedimente dargestellt (Rothe 1998). Darüber hinaus wurden refraktionsseismische und magnetische Messungen durchgeführt, mit deren Hilfe sich immerhin Quartär, sandiges und toniges Tertiär sowie Buntsandstein voneinander unterscheiden lassen (Blum 1998).

Gravimetrische Untersuchungen haben dagegen gezeigt, daß sich daraus keine eindeutigen Hinweise auf die Struktur Sieblos ergeben. Im Gegensatz zu anderen isolierten Tertiärvorkommen deutet sich für Sieblos eine positive Schwereanomalie an, die von den Bearbeitern mit der Graben- (bzw. See-) füllung zu erklären versucht wird, deren Dichte höher ist als die der umgebenden Sandsteine und Tonsteine des Buntsandsteins. Die Anomalie ist mit + 0,5 mgal zudem gering und an den Rändern nur sehr undeutlich gegen die Umgebung abgegrenzt. Die

Autoren (Pirrung & Müller) hatten ihren ursprünglich angekündigten Beitrag zurückgezogen, uns die hier geschilderten vorläufigen Ergebnisse aber freundlicherweise überlassen. Eine ausführlichere Darstellung ist erst im Zusammenhang mit anderen Tertiärvorkommen geplant (Brief vom 27.11.1996).

Schon zu Zeiten der ersten wissenschaftlichen Beschreibungen (Hassencamp 1856) wurde deutlich, daß die Fossilien möglicherweise einen höheren Wert darstellten als das destillierbare „Solaröl“. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen auch, daß überwiegend Ölschiefer bzw. Algenytjen vorliegen und keine Braunkohle. Erstmals wird die organische Substanz analysiert (Stein & Fahl 1998), was unsere früheren Vermutungen weitgehend bestätigt hat.

Die Bohrungen gestatten jedoch erstmals, die Profilabfolge der von uns als „Sieblos-Schichten“ definierten unteroligozänen Ablagerungen von Sieblos (Martini & Rothe 1988) in ein richtiges stratigraphisches Nacheinander zu bringen und damit viele der bisher ausschließlich aus Haldenfunden bekannten Belege auch einzuordnen; das gilt auch für die sog. „Tertiärquarzite“ (Pflug 1998). Daß das noch immer unbefriedigend ist, liegt daran, daß wir mit beiden Bohrungen möglicherweise nur randliche Bereiche des - oder der - Gewässer(s) von Sieblos erschlossen haben. Daran ändert leider auch eine dritte, schon 1909 niedergebrachte Bohrung nichts, die nach Lage der Daten etwa in der Mitte zwischen unseren beiden Bohrungen anzusiedeln ist (Abb. 3); sie ist von Martini anhand der Akten nicht nur lokalisiert worden, sondern es ist auch die legitime Urheberschaft Bückings (1909) daraus neu begründet worden. Nach neuerer stratigraphischer Nomenklatur (Subkommission Tertiär der DUGW) wären die Sieblos-Schichten als Sieblos-Formation zu bezeichnen.

Für das Studium der Sedimente (Rothe 1998) waren die beiden neuen Bohrungen von großem Wert. Es konnten erstmals wenigstens Teile der Schichtfolge mit den von den Halden her bekannten Gesteinstypen in einer stratigraphischen Abfolge untersucht werden. Daraus lassen sich nun Entwicklungen des Wasserkör-

pers rekonstruieren, die bisher nur vermutet werden konnten. Die frühere Hilfskonstruktion, die Ausbreitung der marinen Küstenlinie bis in den Bereich der Rhön zu verlagern, um näherungsweise entsprechende Salinitäten im Ablagerungsraum von Sieblos zu erklären (Martini & Rothe 1988), ist heute nicht mehr nötig. Die an den erbohrten Karbonaten mit Hilfe von Na- und Li-Konzentrationen sowie stabilen Isotopen des Sauerstoffs und des Kohlenstoffs ermittelten Paläosalinitäten zeigen eine deutlich trendhafte Entwicklung in den Profilen, die die höheren Salinitäten durch Eindunstung von ursprünglichem Süßwasser zu erklären vermag.

Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit Daten, die aus der Taphocönose von Insekten gewonnen wurden (Lutz 1997, 1998); aus entsprechenden Vergleichen ergeben sich Folgerungen für die Erforschung entsprechender Gewässer, die weit über die lokalen Verhältnisse von Sieblos hinaus Gültigkeit haben werden. Der Nachweis diskreter Dolomit-Horizonte innerhalb der Abfolge von Sedimenten in der Bohrung Sieblos 1994/2, die allem Anschein nach aus primären lakustrinen Karbonaten durch Frühdiagenese entstanden sind, bereichert den Katalog nicht-mariner Dolomite um ein weiteres Beispiel.

Wie bereits erwähnt, fanden Berichte über Fossilien von Sieblos schon bald nach der Entdeckung des Vorkommens Eingang in die Literatur. Insbesondere wurde der Reichtum an Fischen, Schnecken und Wasserasseln hervorgehoben (u.a. Hassenkamp 1858). Tab. 1 gibt eine Übersicht über die bisher angetroffenen Fossilgruppen, ihre Häufigkeit und Diversität sowie Hinweise auf die wichtigsten Arbeiten für die einzelnen Gruppen.

In den letzten Jahren wurden vor allem die Nanno- und Mikrofossilien eingehend bearbeitet, unter denen sich mehrere Arten befanden, die auf gegenüber dem Süßwasser erhöhte Salzgehalte deuteten. Außerdem konnten in den gebänderten Abschnitten der Sieblos-Schichten Massenvorkommen u.a. von Diatomeen, Chrysophyceen und Dinoflagellaten festgestellt werden, die wohl für den hohen Bitumengehalt der Lagerstätte verantwortlich sind. Die Diversität

der einzelnen Gruppen ist gering: je eine Art des kalkigen Nannoplanktons (*Trochoaster*) und der kieseligen Dinoflagellaten (*Peridinites*), 6 Formen von Chrysophyceen und ca. 20 Diatomeen-Arten (Martini & Schiller 1998, Martini & Weiler 1998, Schiller 1998b).

Gegenüber der früheren Zusammenstellung (Koord. Martini 1988) wurden bei den Pflanzen erhebliche Fortschritte durch Neufunde in den beiden Forschungsbohrungen erzielt. So konnten erstmals in den die Sieblos-Schichten unterlagernden kaolinitischen Bildungen Samen (Mai 1998) sowie Pollen und Sporen (Hottenrott 1998) gefunden werden, die zur Datierung eines Teils dieser Abfolge in das Spätmittel-Eozän bis Ober-Eozän führten. Die Charophyten sind jetzt durch drei Formen belegt, von denen die *Gyrogonia wrighti/medicaginula*-Gruppe besonders häufig ist (Schwarz 1998).

Bei den Schwämmen, die früher nur durch isolierte Monaxone belegt waren, konnte zwischenzeitlich die Gattung *Ephydatia* durch den Fund einer Gemmula im Dysodil nachgewiesen werden (Martini & Schiller 1995). Zunehmende Bedeutung erlangen die durch Schlämmen aus weniger verfestigten Sedimenten, insbesondere aus den sogenannten „Schneckenmergeln“ aus den alten Halden, aber auch aus Abschnitten der beiden Bohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 gewonnenen Fossilien. Neben Charophyten konnten zahlreiche Gastropoden- und Fischreste neben Bruchstücken von Eischalen und Kleinsäugerzähnen isoliert werden. Die Bearbeitung der Masse der Gastropoden und ihrer Gemeinschaften in den beiden Bohrprofilen wird zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen. Hier muß zunächst noch auf Kadolsky (1988) verwiesen werden. Erstmals werden jedoch endolithische Bohrspuren in Gastropoden-Schalen beschrieben (Radtke 1998).

Neu ist auch der Nachweis von Nacktschnecken der Gattung *Limax* in den Schneckenmergeln der Bohrung Sieblos 1994/1 (Martini 1998b). Bei den Ostracoden, Isopoden und Insekten sind gegenüber den Darstellungen von 1988 bis auf den Nachweis von Gehäusen von Köcherfliegenlarven (Martini & Richter 1996)

Tab. 1. Häufigkeit und Diversität der bisher in den Sieblos-Schichten (Unter-Oligozän) gefundenen Fossil-Gruppen sowie entsprechende Literaturangaben.

Fossilgruppe	Häufigkeit	Diversität	Literatur
Bohrspuren	••	•	Radtke 1998
Chrysophyceen	•••	••	Martini & Schrader 1988, Schiller 1998
Diatomeen	•••	••	Martini & Schrader 1988, Schiller 1998
Dinoflagellaten	•••	•	Martini & Schrader 1988, Martini & Weiler 1998
Nannoplankton	•	•	Martini 1987, Martini & Schrader 1988, Martini & Schiller 1998
Charophyten	••	•	Gahl 1964, Schwarz 1988, 1998
Höhere Pflanzen	••	••	Kurz 1894, Müller-Stoll 1936, Martini & Schaarschmidt 1985, Jähnichen & Rüffle 1988, Mai 1998
Sporen und Pollen	••	••	Gahl 1984, Hottenrott 1988, 1998
Schwämme	••	•	Martini & Schrader 1988, Martini & Schiller 1996
Muscheln	–	–	–
Schnecken	•••	••	Hassencamp 1861, Fischer & Wenz 1914, Kadolsky 1988, Martini 1998
Ostracoden	•••	•	Martini 1967, Malz 1988
Asseln	•••	•	v. Meyer 1858, Martini 1969, 1972, 1988
Spinnen	?	?	Martini 1988
Insekten	••	••	Hagen 1858, v. Heyden 1858, Hassencamp 1860, Martini 1971, Willmann 1988, Martini & Richter 1996, Lutz 1998
Fische	•••	•	v. Meyer 1860, Winkler 1880, Martini 1965a, b, 1988, Gaudant 1985, 1987, Martini & Reichenbacher 1996, 1998
Amphibien	•	•	v. Meyer 1860, 1863, Gaudant 1985, Schleich 1988
Reptilien	•	•	Martini 1967, 1988, Schleich 1988, Broschinski 1998
Vögel	•	•	v. Meyer 1858, Martini 1967, 1988, 1998
Säugetiere	•	•	Martini & Tobien 1984, Tobien 1988, Richter & Storch 1988, Mödden 1998

keine bedeutenden Neufunde zu verzeichnen. Interessant sind einige Stücke des gebänderten Kalks, die Anreicherungen von kleinen, vollkör-

perlich erhaltenen Käfern zeigen. Eine Bearbeitung steht noch aus. Neue Ergebnisse erbrachte dagegen die Bearbeitung und Auswertung der

Insekten-Taphozönose für die Rekonstruktion des aquatischen Lebensraumes von Sieblos und seiner Salinität (Lutz 1998).

Waren die Fische bisher nur aus dem gebänderten Abschnitt der Sieblos-Schichten bekannt geworden, liegen nun aus den Schneckenmergeln und anderen schlämbaren Abschnitten zahlreiche Otolithen vor, die Rückschlüsse auf die Besiedlung des unteroligozänen Gewässers durch die 4 schon bekannten Fisch-Arten erlauben. Hierbei konnten erstmals für Europa fossile Otolithen von Amiiden (Schlammfische) gefunden werden (Martini & Reichenbacher 1998). Die bisher vorliegenden Reptilien- und Amphibienreste (Schleich 1988, Martini 1988c) konnten durch einige neuere Haldenfunde von Kaulquappen und einem weiteren Krokodil-Zahn (*Diplocynodon* sp.) aus geschlammten Material ergänzt werden. Neu nachgewiesen wurde über ein Frontale im Dysodil (Haldenfund) ein Waran-Verwandter (Broschinski 1998).

Die Untersuchung von Eischalen-Bruchstücken u.a. aus den Schneckenmergeln erbrachte neben den schon bekannten Schildkröten-Eiresten (*Emys* sp.) nun auch Bruchstücke von Voegeleischalen, von denen einige möglicherweise zu der von Sieblos beschriebenen Rallen-Art gehören (Martini 1998c).

Ein zweiter Fledermaus-Rest aus dem hellbraunen Dysodil, abgebildet in Kohring & Reitner (1991), wurde dem Sieblos-Museum überreicht und ist dort ausgestellt. Besondere Bedeutung kommen den Neufunden von Kleinsäugerzähnen im Schlammgut der Forschungsbohrungen und in Schneckenmergeln aus den alten Halden zu (Mödden 1998). Da es sich bei den 4 bisher gefundenen Zähnen nur um Bruchstücke handelt, konnten diese noch keinen eindeutigen Arten zugeordnet werden. Immerhin gelang der Nachweis von Vertretern der Theridomyidae. Da noch genügend schlämbares Material aus den Sieblos-Schichten in den alten Halden lagert, ist mit weiteren Funden zu rechnen.

Für die fossilführenden Tertiär-Ablagerungen bei Sieblos am Westhang der Wasserkuppe erkannte schon Hassencamp (1856), daß diese äl-

ter als die am Rande der Hohen Rhön austretenden kohleführenden Schichten waren. Er verglich sie später mit den „Tertiärbildungen von Magdeburg, die Beyrich als unteroligozän bezeichnet“ (Hassencamp 1858: 209). Nachfolgende Untersuchungen der Fossilien der Ablagerungen von Sieblos bestätigten diese Auffassung (koord. Martini 1988). Insbesondere ergaben sich Beziehungen der Sieblos-Schichten zum nordhessischen Melanionton und zu den Mittleren Pechelbronn-Schichten des Oberrheingrabens. Diese Ablagerungen führen Nanoplankton der Standard Nanoplankton Zone NP 22 und Säugerreste der Säugetierzone MP 30 (d.h. unterhalb der Grande Coupure), die bei der in Deutschland üblichen Dreiteilung in die Lattorf-Stufe (Unter-Oligozän) zu stellen sind (Gad et al. 1990). Die die Sieblos-Schichten unterlagernden kaolinitischen Bildungen führen in der Bohrung Sieblos 1994/1 zwischen 36,65 m und 38,10 m pflanzliche Reste, die für höheres Mittel- bis Ober-Eozän sprechen (Hottenrott 1998, Mai 1998), so daß der sogenannten „Kaolinigen Verwitterungsrinde“ ein eozänes bis tief unteroligozänes Alter zukommt. Im höchsten Teil der kaolinitischen Bildungen wurde in der Bohrung Sieblos 1994/2 zwischen 43,95 m und 44,60 m der in der Umgebung der Wasserkuppe verbreitete „Tertiärquarzit“ angetroffen, für den hier ein tief unteroligozänes Alter angenommen werden kann (Pflug 1998).

Zur stratigraphischen Stellung ist noch folgendes anzumerken: Seit der unglücklichen Entscheidung des 28. Internationalen geologischen Kongresses im Jahre 1989, das Oligozän nur noch in „early“ und „late“ zu unterteilen und den tieferen Teil (Unter- und Mittel-Oligozän) als „Rupelian“ bis an die Obergrenze des „Priabonian“ (Ober-Eozän) auszuweiten, sind erschreckende Fehlinterpretationen und Korrelationen im Bereich Ober-Eozän bis Mittel-Oligozän in der Literatur festzustellen (jüngste Beispiele u.a. Blumenstengel et al. 1996, Micklich & Böhme 1997).

Um nicht einen weiteren Rückfall in die Zeiten vor Beyrich (1856), der sehr berechtigt die Dreiteilung des Oligozäns in Norddeutschland

Epoche		Nordeuropäische Stufengliederung	Planktonische Foraminiferen-Zonen	Kalkige Nannoplankton-Zonen	Mammalia-Zonen	Charophyten-Zonen	Sporomorphen-Zonen	Internationale Gliederung			
Oligozän	Oberes	Chatt	P 22	NP 25	MP 30	<i>Chara notata</i> -Zone	I/II	Chattian	Late		
					MP 29	<i>Stephanochara ungeri</i> -Zone	I				
					MP 27		H				
	Mittleres	Rupel	P 21	NP 24	MP 26	<i>Chara microcera</i> -Zone	F	Rupelian	Early		
					MP 24		E				
					P 20		MP 23			SSP 20	
Unt.	Latdorf	P 19	NP 23	MP 22	<i>R. major</i> -Zone	A					
				MP 21	<i>St. pinguis</i> -Zone						
Eozän	(Priabon)	P 18	NP 22	MP 20	<i>Stephanochara vectensis</i> -Zone	SSP 19					
				P 17						NP 21	MP 19
				P 16						NP 19/20	

Abb. 4. Übersicht zur stratigraphischen Position der Sieblos-Schichten (S am linken Rand) im Bereich höchstes Eozän/Oligozän. Reichweite der einzelnen Zonen der planktonischen Foraminiferen, des kalkigen Nannoplanktons, der Mammalia, Charophyten und Sporomorphen. Gegenübergestellt sind auch die nordeuropäische Stufengliederung (links) und die neue internationale Gliederung (rechts). GC = Grande Coupure; HD = Hantkeninen-Datum.

einführte, zu verursachen, sind die relevanten Gliederungen und Fossilzonen für den Zeitraum oberstes Eozän und Oligozän in Abb. 4 zusammengestellt. Insbesondere muß festgestellt werden, daß die Latdorf-Stufe keineswegs mit der Priabon-Stufe zeitgleich ist, wie es manchmal behauptet wird. Als Grenze Eozän/Oligozän gilt das Hantkeninen-Datum (Grenze P 17/P 18) der planktonischen Foraminiferen-Gliederung, das im tieferen Teil der Standard Nannoplankton Zone NP 21 liegt, was an zahlreichen Profilen in Tiefseebohrungen (DSDP und ODP) überprüft wurde. In der Abb. 4 wurde bewußt auf Angaben zum absoluten Alter verzichtet, da sie immer noch schwanken. Neueste Näherungen liegen

bei ca. 23,5 Mio. Jahre für die Obergrenze und ca. 34 Mio. Jahre für die Untergrenze des Oligozäns (Berggren et al. 1995).

Die Entwicklung und Erhaltung der Lagerstätte Sieblos in einem mesozoischen Rahmen könnte tektonisch bedingt sein. So könnten die Hohlformen, die nachträglich zu isolierten Gewässern wurden, sowohl durch Grabenbildungen als auch durch Subrosionsvorgänge infolge von Auslaugungen der im Untergrund anstehenden Zechsteinablagerungen gesteuert sein. Damit wären diese Vorgänge Voraussetzung für die Bildung des aquatischen Tertiärs. Grundsätzlich möglich wäre auch eine vulkanisch entstandene Hohlform.

Für den möglichen zeitlichen Rahmen sind Hinweise bei Kaefer & Meiburg (1976) hilfreich, die eine beginnende, durch Absenkung gesteuerte, Subrosion seit dem Ober-Eozän/Unter-Oligozän für die Braunkohlen-Revire der Kasseler Senke wahrscheinlich machen. Damit scheint prinzipiell möglich, die Hohlform, in der sich die Lagerstätte von Sieblos entwickelt hat, auch durch Subrosionsvorgänge zu erklären. Hinweise auf Tektonik im Gebiet der Rhön infolge Subrosion geben bereits Hummel (1929) und Sobotha (1932).

So könnte auch der in der Bohrung Sieblos 1994/1 angetroffene Untere Muschelkalk, der weit unter der heutigen Röt/Muschelkalk-Grenze im benachbarten Abtsroda liegt, eine subrosiv versenkte Scholle darstellen. Denn die aus den Sieblos-Schichten beschriebenen Sedimentstrukturen (Rothe 1988: kleinräumige Verfaltungen, Brüche usw.) lassen Absenkungsvorgänge während der Bildung der Tertiär-Ablagerungen vermuten, wie sie bei Subrosionsvorgängen bekannt sind (Martini & Rothe 1993). Ein entsprechendes Einsturzgebilde ist in der näheren Umgebung von Sieblos beim Bau der Umgehungsstraße von Dietges angeschnitten worden (Laemmlen et al. 1979). Ebenso dürfte das tertiäre Ton-Vorkommen von Abtsroda mit Anreicherungen von Muschelkalk-(mo1)-Hornsteinen eine Subrosionsfüllung darstellen (Martini 1987). Unterstützt werden diese Vorstellungen durch die Abfolge in der nur 3,5 km entfernten Tiefbohrung Dietges 1, in der mehr als 75 m Sedimente des Zechsteins in vorwiegend gestörter Lagerung angetroffen wurden (Trusheim 1964).

Die heute feststellbare Verbreitung der tertiären Sedimente in der Rhön zeigt, daß die Vorkommen vom Westen (Sieblos) nach Osten (Kaltensundheim) offenbar \pm kontinuierlich jünger werden; auch dafür bieten sich in östlicher Richtung fortschreitende Subrosionsvorgänge als potentielle Erklärungsmöglichkeiten an (Martini et al. 1994). Ebenso hat Eissmann (1985) darauf aufmerksam gemacht, daß offenbar Subrosionsvorgänge in engem Zusammenhang mit der Braunkohlenbildung um Leipzig stehen.

Die Vorstellung Bückings (1912: 116) von klei-

nen Süßwasserseen und Sümpfen, auf einem hauptsächlich von Muschelkalk gebildeten Plateau, die „zu jener Zeit wohl an die 300 bis 400 m über dem damaligen Meeresspiegel lagen“, erscheint uns bezüglich der angenommenen Höhenlage abwegig. Die Nähe der marinen Ablagerungen des höheren Melanientons und später des Rupeltons, läßt eher an ein flaches Hinterland mit nur geringen Höhen über dem damaligen Meeresspiegel denken.

Die im frühen Tertiär entstandenen Hohlformen wurden zunächst mit Verwitterungsprodukten der triassischen Sedimente gefüllt (bis auf gelegentliche Pflanzenreste fossilfreie, liegende Sande und Tone). Darüber folgen nach den alten Profilen sowie denen der neuen Bohrungen vor Beginn der Dysodil-Bildung zunächst Mergel und Mergelkalke.

Die in den gebänderten Kalken und im Chara-Mergel enthaltenen Fossilien (Insektenlarven, Rückenschwimmer, Wasserasseln, Charophyten und Ostracoden) lassen auf reine Süßwasserablagerungen schließen. Die gebänderten Kalke besitzen eine Feinschichtung, die auf jahreszeitliche Abläufe zurückgeführt werden kann (Martini 1969, 1971). Erst mit verstärkter Dysodil-Bildung können in einzelnen Lagen „marine“ Einflüsse aufgrund von marinen Diatomeen, Dinoflagellaten, Chrysophyceen und Nannoplankton nachgewiesen werden (Martini & Schrader 1988, Martini & Weiler 1998). Ferner wird den nun häufigen Fischen der Gattung *Dapaloides* (= *Smerdis*) eine brackische bis marine Lebensweise zugeschrieben (Weiler 1963). Die Untersuchung der „Schneckenmergel“ erbrachte 8 Schnecken-Assoziationen, von denen sechs Gemeinschaften schwach brackische Bedingungen im Lebensraum Sieblos anzeigen (Kadolsky 1988).

Die Salinitätsunterschiede im Gewässer von Sieblos lassen sich auf zweierlei Weise erklären:

1. Der ursprüngliche Süßwassersee wurde gelegentlich von Vorstößen der nahen tertiären Meeresstraßen erreicht. Dabei kann zur Zeit des Oligozäns mit einer weitgehend flachen Topographie gerechnet werden, die Landschaft lag sicherlich nur wenig über Meeresniveau.

2. Ein ursprünglicher Süßwassersee erreicht infolge Verdunstung unter entsprechenden Klimaverhältnissen zeitweise höhere Salinitäten. Bei dem anzunehmenden kleinvolumigen Wasserkörper könnte dieser Mechanismus besonders wirksam gewesen sein. Die unterschiedlichen Salinitäten lassen sich aus dem Wechselspiel von Zufluß und Verdunstung erklären. Für die Einwanderung mariner Arten könnte die Einschleppung durch Wasservögel, möglicherweise auch Windtransport verantwortlich sein.

Hinweise zum Sauerstoffgehalt des Siebloser Gewässers geben sowohl die Fossilien als auch die Sedimente. Die Isopoden und Libellenlarven in den gebänderten Kalken deuten an, daß das Gewässer zeitweise bis zum Boden hin gut durchlüftet gewesen sein muß. Nach den alten Profilen zu urteilen, dürfte es sich dabei um ein frühes Stadium der Gewässerentwicklung handeln. Mit dem Einsetzen verstärkten Algenwachstums, dem die mächtigeren Dysodillagen der Profile zu entsprechen scheinen, dürfte sich der Sauerstoffgehalt auch im Wasser verringert haben; die C_{org} -reichen, pyritführenden Sedimente (Rothe 1988) zeigen an, daß zumindest am Boden reduzierende Verhältnisse gegeben waren. Die offenbar zeitweise zunehmende Eutrophierung des Gewässers scheint auch zu den Fischsterben beigetragen zu haben, die durch lagenweise Anreicherungen von Jungfischen belegt sind.

Die Befunde gestatten auch, eine vorläufige Fazies-Zonierung anzunehmen, die möglicherweise mehrere „Gürtel“ umfaßt, wie sie anhand der Schneckenassoziationen auch von Kadolsky (1988) vermutet wird: 1. den terrestrischen Uferbereich, in dem u.a. Sandsteine des Buntsandsteins anstanden, 2. einen ufernahen Bereich, mit Schilf etc. und Schlammboden, 3. einen uferfernen Bereich mit ruhiger Sedimentation von i.w. feinkörnigen Karbonaten, Algenskeletten und organischer Substanz.

Die Bereiche zwei und drei unterscheiden sich vor allem in zweierlei Hinsicht: der ufernahe ist durch Fehlen von Schichtung und middle-

re Gesamtkarbonatgehalte gekennzeichnet („Schneckenmergel“), während der uferferne durch Feinschichtung und besonders reine Karbonate und/oder algenreiche Sedimente bestimmt ist. Nach Abklingen der Subrosionsvorgänge wurde das Gewässer von Sieblos mit Abtragungsmaterial aus der Umgebung, Sand und Ton sowie auffallend vielen Sandsteinbrocken aus dem Mittleren Buntsandstein, zugeschüttet (vgl. Bohrung Sieblos 1994/2: 10,65–18,08 m). Die Überlagerung durch die vulkanische Abfolge schützte später das Vorkommen weitgehend vor der Abtragung.

Einige Fossilfunde geben Hinweise auf das Klima des Ablagerungszeitraumes zur Zeit des Unter-Oligozäns. Die Blätterflora von Sieblos läßt aride Einflüsse erkennen (Jähnichen & Rufflé 1988). Die auffallende Häufigkeit von Prachtkäfern mit z.T. recht großwüchsigen Formen zeigt ein relativ warmes Klima an, denn die Buprestiden kommen überwiegend in den Tropen und Subtropen vor (Willmann 1988). Ebenso deuten die Krokodil-Reste auf subtropische Verhältnisse (Schleich 1988).

Die weiteren Tertiär-Vorkommen von Feldbach, Kühnstein und Schwarzen Acker in der Rhön wurden früher als möglicherweise gleichaltrig mit den Sieblos-Schichten angesehen (Bücking 1916). Ein Beweis über Fossilfunde war jedoch nicht möglich. Für den Fundpunkt Feldbach konnte inzwischen eine stratigraphische Übereinstimmung mit den Sieblos-Schichten aufgrund einer Gastropodenfauna erbracht werden (Martini 1987b). Für das Braunkohlen-Vorkommen von Kühnstein ist dagegen aufgrund von Sporomorphem-Funden ein oberoligozänes Alter nachgewiesen (Hottenrott et al. 1998).

Sieblos als Beispiel für eine Fossilagerstätte des Unter-Oligozäns ist aufgrund der besonders schlechten Aufschlußverhältnisse zwar nur mit Bohrungen zu erkunden, damit ist die Materialausbeute stark eingeschränkt, aber als einziges Vorkommen dieses Alters und Typs in Mitteleuropa von überregionaler Bedeutung. Aufgrund der oben angedeuteten Schwierigkeiten kann Sieblos, trotz vieler Ähnlichkeiten mit der weltbekannten „Grube Messel“ keinem Vergleich

standhalten (Martini & Rothe 1993). Auch zu dem Tertiärvorkommen von Enspel im Westwald (Ober-Oligozän) bestehen Parallelen, aber dort sind die Verhältnisse für die Gewinnung von Material ebenfalls günstiger (z.B. Storch et al. 1996). Dennoch hoffen wir mit dem vorliegenden Band einiges zum limnischen Tertiär in

Deutschland beigetragen zu haben. Künftige Aufschlußarbeiten, wie eine geplante weitere Bohrung und eventuelle Schürfe, werden helfen, das hier gezeichnete Bild abzurunden. Wir danken allen, die in diesem Band zu seiner historischen Rekonstruktion beigetragen haben.

Dank: Die Finanzierung der 1. Bohrung erfolgte durch das Hessische Landesamt für Bodenforschung (Wiesbaden), während die 2. Bohrung über Mittel des LEADER-Programms des Biosphärenreservats Rhön (Amt für Regionalentwicklung, Landschaftspflege und Landwirtschaft, Fulda) und unter Beteiligung der Gemeinde Poppenhausen durchgeführt wurde. Die beauftragte Bohrfirma war die Günter Eder GmbH in D-84332 Hebertsfelden mit den Herren Alfred Knappe, Hein Kamps (1. Bohrung) und Ulrich Vogt, Camillo Schulze (2. Bohrung). Die Spülwasserversorgung erfolgte durch Herrn Michael Groß (Poppenhausen, Storchshof) mit Wasser aus dem Guckai-See. Allen Beteiligten, insbesondere auch dem Bürgermeister von Poppenhausen, Herrn Wolfgang Wehner, und dem Gemeinderat der Gemeinde Poppenhausen danken wir für die freundliche Unterstützung und gute Zusammenarbeit.

Ferner haben uns geholfen: Die Damen Martina Langlotz, Marianne Mitlehner, Roswitha Osthoff (Mannheim), Annette Schlapp (Frankfurt a.M.) und die Herren Dr. Michael Joachimski (Erlangen), Bernd Kahl (Frankfurt a.M.), Klaus-

Peter Kelber (Würzburg), Thomas Motzer, Dipl.-Geogr. Ulrich Scheffler (Mannheim), Hugo Schubert, Hubert Storch (Poppenhausen). Vorläufige Daten stellten freundlicherweise zur Verfügung: Dr. Manfred Horn (Wiesbaden), Dr. Michael Pirrung und Dipl.-Phys. Christina Müller (Jena).

Besonders danken wir dem Leiter des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, Herrn Prof. Dr. Andreas Hoppe für sein Interesse an unseren Arbeiten und die Möglichkeit, die Ergebnisse in den Geologischen Abhandlungen Hessen zu veröffentlichen.

Das dieser Studie zugrundeliegende Material wird an folgenden Stellen aufbewahrt: Die Bohrkerns Sieblos 1994/1 und 1994/2 im Kernlager des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung in Limbach. Alles übrige Material (überwiegend Aufsammlungen aus den Halden) befindet sich im Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Würzburg, im Forschungsinstitut und Natur-Museum Senckenberg, Frankfurt am Main, im Vonderau-Museum Fulda sowie im Sieblos-Museum Poppenhausen.

Schriftenverzeichnis

Teil A (Sieblos direkt betreffend)

- Aschenbrenner, C. (1988): Beiträge zur Geschichte des Bergbaues von Sieblos/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 27–36, 6 Abb.; Fulda.
- Blum, R. (1998): Geophysikalische Untersuchungen der alten Lagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 71–76, 8 Abb.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Borchert, H. (1944): Die Braunkohlenlagerstätte bei Sieblos in der Rhön. – Unveröff. Gutachten. Archiv Hess. L.-Amt Bodenforsch., 5425/3: 17 S.; Wiesbaden.
- Broschinski, A. (1998): Ein Lacertilier-Frontale aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 261–263, 2 Abb.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Bruhns, W. (1906) Die nutzbaren Mineralien und Gebirgsarten im Deutschen Reiche. – 859 S., 1 geol. Kt.; Berlin (Georg Reimer).
- Bücking, H. (1909a): Bl. Kleinsassen. – Erl. geol. Kt. Preußen, Lfg. **171**: 42 S.; Berlin.
- Bücking, H. (1909b): Bl. Gersfeld. – Erl. geol. Kt. Preußen, Lfg. **171**: 42 S.; Berlin.
- Bücking, H. (1912): Über vor- und nachbasaltische Dislokationen und die vorbasaltische Landoberfläche in der Rhön. – Z. dt. geol. Ges., **64**: 110–124; Berlin.
- Bücking, H. (1916): Geologischer Führer durch die Rhön. – Samml. geol. Führer, **21**: 262 S., 46 Abb., 3 Taf., 1 Kt.; Berlin.
- Daber, R. & Helms, J. (1980): Das große Fossilienbuch. – 264 S., 90 Abb.; Leipzig. [2. Aufl., S. 216 u. Abb. *Nymphacites rhoenensis*]
- Ehrenberg, K.-H., Hansen, R., Hickethier, H. & Laemmlen, M. mit Beiträgen von Anderle, H.-J., Barth, W., Blum, R., Müller, M., Prinz, H., Rosenberg, F., Sabel, K.-J. & Stengel-Rutkowski, W. (1994): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1 : 25 000, Bl. 5425 Kleinsassen. – 385 S., 55 Abb., 16 Tab., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- Ehrenberg, K.-H. & Hickethier, H. (1998): Vulkanische Bildungen in den Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2, mit Hinweisen auf prä-unteroligozänen Vulkanismus in der Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 77–84, 3 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Fischer, K. & Wenz, W. (1914): Das Tertiär in der Rhön und seine Beziehungen zu anderen Tertiärablagerungen. – Jb. kgl. preuß. geol. Landesanstalt, **35**(2): 37–75, 10 Abb., 1 Textaf.; Berlin.
- Freudenberger, W. & Schwerd, K. (1996): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 500 000. – 329 S., 67 Abb., 21 Tab., 8 Beil.; München (4. Auflage).
- Gahl, H. (1964): Paläontologie und Stratigraphie der tertiären Vorkommen von Sieblos und Obernhäusen in der Rhön. – Diss. Univ. Gießen: 50 S., 2 Abb., 3 Tab.; Gießen.
- Gahl, H. (1968): Die unteroligozäne Braunkohlenlagerstätte von Sieblos/Rhön. – Notizbl. Hess. L.-Amt Bodenforsch., **96**: 259–272, 3 Abb.; Wiesbaden.
- Gaudant, J. (1985): Mise au point sur les Vertébrés inférieurs de l'Oligocène de Sieblos (Hesse, Allemagne) – C.R. Acad. Sci. Paris, sér. 2, **300**(5): 185–188; Paris.
- Gaudant, J. (1987): Mise au point sur certains poissons Amiidae du Cénozoïque européen: le genre *Cyclurus* AGASSIZ (= *Kindleia* JORDAN). – Paläont. Z., **61**(3/4): 321–330, 6 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- Grande, L. & Bemis, W. E. (1998): A comprehensive phylogenetic study of amiid fishes (Amiidae) based on comparative skeletal anatomy. An empirical search for interconnected patterns of natural history. – Soc. Vertebr. Paleont., Memoir 4. Suppl. Journ. Vertebrate Paleont., **18**(1): I-X, 1-690, 434 Abb., 169 Tab., App. A-F; Chicago, Illinois.
- Gümbel, C. W. (1865): Die geognostischen Verhältnisse des fränkischen Triasgebiets. – Bavaria, **4**(9): 1–77; München.
- Gümbel, K. W. v. (1894): Geologie von Bayern. 2. Bd. Geologische Beschreibung von Bayern. – 1184 S., div. Abb., 1 geol. Kt.; Cassel.
- Hagemann, R. (1939): Der Hessische Braunkohlenbergbau, eine wirtschaftsgeographische Untersuchung. – Der hessische Raum, Schriftenr. Geogr. Inst. Univ. Marburg, **2**: 117 S., 8 Tab., 4 Kt.; Marburg.
- Hagen, H. A. (1858): Zwei Libellen aus der Braunkohle von Sieblos. – Palaeontographica, **5**: 121–125, Taf. 24; Cassel.
- Hassencamp, E. (1853): Beiträge zur geognostischen Kenntnis der jüngeren Gebirgsglieder des Rhön-Gebirges. – N. Jb. Miner. Geogn. Geol. Petrefactenkde., Jg. **1853**: 437–441; Stuttgart.
- Hassencamp, E. (1856): Mittheilungen an Professor Bronn gerichtet. – N. Jb. Miner. Geogn. Geol. Petrefactenkde., Jg. **1856**: 420–423; Stuttgart.
- Hassencamp, E. (1858): Geognostische Beschreibung der Braunkohlenformation in der Rhön. – Verh. phys. med. Ges. Würzburg, **8**: 185–211, Taf. 8; Würzburg.

- Hassencamp, E. (1860a): Über fossile Insekten der Rhön. - Würzburger naturwiss. Z., **1**: 78-81; Würzburg.
- Hassencamp, E. (1860b): Geologisch-Paläontologische Untersuchungen über die Tertiärbildungen des Rhöngebirges. - Würzburger Z., **1**: 193-213, Taf. 5; Würzburg.
- Hassencamp, E. (1861): Über neue Fundstellen von Tertiärconchylien in der Rhön. - Würzburger naturwiss. Z., **2**: 199-200; Würzburg.
- Hassencamp, E. (1878): Geologisches aus der Umgebung von Fulda. I-III. - 5. Ber. Verein Naturkde. Fulda: 21-30; Fulda.
- Hassencamp, E. (1880): Geologisches aus der Umgebung von Fulda. IV-VI. - 6. Ber. Verein Naturkde. Fulda: 29-47; Fulda.
- Heer, O. (1859): Flora tertiaria Helvetiae. Die tertiäre Flora der Schweiz. Band 3. Die gamopetalen und polypetalen Dicotyledonen. - VI + 377 S., Taf. 101-156, 1 Kt.; Winterthur.
- Heyden, C. v. (1858): Fossile Insekten aus der Braunkohle von Sieblos. - Paläontographica, **5**: 115-120, Taf. 23; Abb. 11-19; Cassel.
- Hirsch, L. (1937): Tertiärgeologische Untersuchungen in der Rhön. - 166 S., 14 Taf.; Würzburg-Aumühle (Triltsch).
- Hottenrott, M. (1988): Palynostratigraphische Untersuchungen im Oligozän von Sieblos/Rhön. - Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 93-98, 19 Abb.; Fulda.
- Hottenrott, M. (1998): Mikroflora aus den Bohrprofilen Sieblos 1994/1 und 1994/2 an der Wasserkuppe/Rhön (Eozän - Unter-Oligozän). - In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. - Geol. Abh. Hessen, **104**: 201-213, 1 Tab., 3 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Hottenrott, M., Martini, E. & Schiller, W.: Profilbeschreibungen der Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 an der Wasserkuppe/Rhön. - In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. - Geol. Abh. Hessen, **104**: 53-69, 1 Abb., 5 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Jähnichen, H. & Rüffle, L. (1988): Die alttertiäre Blätterflora aus dem Dysodil von Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. - Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 67-92, Taf. 1-8; Fulda.
- Kadolsky, D. (1988): Mollusken aus dem Oligozän von Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. - Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 99-129, 52 Abb., 2 Tab.; Fulda.
- Kohring, R. & Reitner, J. (1991): Fossilien aus dem Oligozän von Sieblos/Rhön. - Fossilien **8**(6): 359-366, 6 Abb.; Korb.
- Krutzsch, W., Blumenstengel, H., Kiesel, Y. & Rüffle, L. (1992): Paläobotanische Klimagliederung des Alttertiärs (Mitteleozän bis Oberoligozän) in Mitteleuropa und das Problem der Verknüpfung mariner und kontinentaler Gliederungen (klassische Biostratigraphien - paläobotanische Klimastratigraphie - Evolutions-Stratigraphie der Vertebraten). - N. Jb. Geol. Paläont., Abh. **186**(1/2): 137-253, 21 Abb., 6 Tab.; Stuttgart.
- Kuhn, O. (1937): Das Tertiär der Hohen Rhön und seine Braunkohle. - Zentralbl. Miner. Geol. Paläont., **1937**, Abt. B.: 337-344, 1 Abb.; Stuttgart.
- Kurtz, F. (1894): Eine neue Nymphaeacee aus dem unteren Miozän von Sieblos in der Rhön. - Jb. preuß. Geol. Landesanst., **14**: 17-18, 1 Abb.; Berlin.
- Laemmlen, M. (1971): Die 48 Tafeln des Geologischen Lehrpfades an der Wasserkuppe/Rhön. - Beitr. Naturkde. Osthessen, **4**: 65-115, div. Abb.; Fulda.
- Lutz, H. (1997): Taphozöosen terrestrischer Insekten in aquatischen Sedimenten - ein Beitrag zur Rekonstruktion des Paläoenvironments. - N. Jb. Geol. Paläont., **203**(2): 173-210, 2 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.
- Lutz, H. (1998): Die unteroligozäne Insekten-Taphozönose von Sieblos/Rhön - ein Schlüssel für die Rekonstruktion des aquatischen Paläoenvironments. - In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. - Geol. Abh. Hessen, **104**: 101-114, 4 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Mai, H. D. (1995): Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas. Methoden und Ergebnisse. - 691 S., 257 Abb., 23 Tab., 14 Taf.; Jena-Stuttgart-New York.
- Mai, H. D. (1998): Paläokarpologische Untersuchungen im Alttertiär von Sieblos/Rhön. - In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. - Geol. Abh. Hessen, **104**: 215-239, 1 Tab., 5 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Malz, H. (1988): Ostracoden aus dem Unter-Oligozän von Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. - Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 131-136, 1 Abb., Taf. 1-2; Fulda.
- Martini, E. (1965a): Die Fischfauna von Sieblos/Rhön (Oligozän). 1: *Smerdis*-Skelette mit Otolithen in situ. - Senckenbergiana lethaea, **46a** (Weiler-Festschrift): 291-305, 7 Abb., Taf. 19-21; Frankfurt am Main.
- Martini, E. (1965b): Die Fischfauna von Sieblos/Rhön (Oligozän). 2: Fischreste aus Koprolithen. - Senckenbergiana lethaea, **46a** (Weiler-Festschrift): 307-314, 12 Abb., 1 Tab.; Frankfurt am Main.
- Martini, E. (1967a): Die oligozäne Fossilfundstätte Sieblos an der Wasserkuppe. - Natur u. Museum, **97**(1): 1-8, 11 Abb.; Frankfurt am Main.
- Martini, E. (1967b): *Pararallus hassenkampi* n. sp., eine neue Rallen-Art (Aves) aus dem Oligozän von Sieblos/Rhön. - N. Jb. Geol. Paläont., Abh. **127**(3): 288-292,

- 1 Abb., Taf. 29; Stuttgart.
- Martini, E. (1969): Isopoden aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – *Senckenbergiana lethaea*, **50**(5/6): 399–409, 1 Abb., Taf. 1–2; Frankfurt am Main.
- Martini, E. (1970): Einführung in die Geologie des Gebietes zwischen Rhön und Vogelsberg. – *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **2**: 3–10; Fulda.
- Martini, E. (1971): Neue Insektenfunde aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – *Senckenbergiana lethaea*, **52**(4): 359–369, 1 Abb., Taf. 1–2; Frankfurt am Main.
- Martini, E. (1972): Die Gattung *Eospharoma* (Isopoda) im europäischen Alttertiär. – *Senckenbergiana lethaea*, **53**(1/2): 65–79, 4 Abb., Taf. 1–2; Frankfurt am Main.
- Martini, E. (1987a): Nannoplankton aus dem nordhessischen Melanionton und von Sieblos/Rhön (Unter-Oligozän). – *Geol. Jb. Hessen*, **115**: 161–169, 1 Abb., 1 Tab., Taf. 1; Wiesbaden.
- Martini, E. (1987b): Anreicherung von Muschelkalk-Hornsteinen im Tertiär von Abtsroda/Rhön. – *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **23**: 21–25, 5 Abb.; Fulda.
- Martini, E. (1987c): Fossilführendes Oligozän bei Feldbach/Rhön. – *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **23**: 27–30, 13 Abb.; Fulda.
- Martini, E. (1988a): Isopoden und ?Spinnen aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **24**: 137–142, 7 Abb.; Fulda.
- Martini, E. (1988b): Fische aus dem Unter-Oligozän von Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **24**: 149–160, 13 Abb.; Fulda.
- Martini, E. (1988c): Ein Schildkröten-Ei aus dem Unter-Oligozän von Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **24**: 169–173, 7 Abb.; Fulda.
- Martini, E. (1988d): Vogelreste aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **24**: 175–177, 3 Abb.; Fulda.
- Martini, E. (1990): The Rhinegraben system, a connection between northern and southern seas in the European Tertiary. – *Veröff. Übersee-Mus.*, **A 10**: 83–98, 208–211, 7 Abb.; Bremen.
- Martini, E. (1991): Endemische Vertreter der Gattung *Trochoaster* (kalkiges Nannoplankton) im westdeutschen Unter-Oligozän. – *Geol. Jb.*, **A 128**: 167–177, 5 Abb., Taf. 1–2; Hannover.
- Martini, E. (1995): Fragliche Medusen aus dem Unter-Oligozän von Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **31**: 3–6, 2 Abb.; Fulda.
- Martini, E. (1998a): Berichte über die Braunkohlen-Lager der Rhön im „Gersfelder Kreisblatt“ (1889–1920). – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – *Geol. Abh. Hessen*, **104**: 41–52; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Martini, E. (1998b): Erster Nachweis von Nacktschnecken (Limacidae) in den unteroligozänen Sieblos-Schichten der Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – *Geol. Abh. Hessen*, **104**: 249–252, 1 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Martini, E. (1998c): Reste von Vogel-Eischalen im Schneckenmergel von Sieblos/Rhön (Unter-Oligozän). – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – *Geol. Abh. Hessen*, **104**: 265–270, 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Martini, E. & Pflug, B. (1997): Die Fossilagerstätte Sieblos bei Poppenhausen (Wasserkuppe) in der Rhön. Lebensgemeinschaften in einer Ablagerung des Unter-Oligozäns im Landkreis Fulda. – *Paläontologische Denkmäler in Hessen*, **6**: 16 S., 13 Abb.; Wiesbaden.
- Martini, E. & Reichenbacher, B. (1996): Ungewöhnliche Anhäufung von Fisch-Otolithen in einem Kopolithen aus dem Oligozän von Sieblos/Rhön. – *Natur u. Museum*, **126**(4): 134–139, 6 Abb.; Frankfurt am Main.
- Martini, E. & Reichenbacher, B. (1998): Fisch-Otolithen aus den Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 (Rhön; Unter-Oligozän). – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – *Geol. Abh. Hessen*, **104**: 253–260, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Martini, E. & Richter, G. (1996): Gehäuse von Köcherfliegenlarven aus den Ablagerungen von Messel und Sieblos/Rhön. – *Natur u. Museum*, **126**(8): 262–266, 11 Abb.; Frankfurt am Main.
- Martini, E. & Rothe, P. (1988): Die unteroligozäne „Braunkohlen“-Lagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön (Geologie, Paläontologie, Paläoökologie, Paläogeographie). – *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **24**: 7–25, 7 Abb., 1 Tab.; Fulda.
- Martini, E. & Rothe, P. (1993): Sieblos - A Lower Oligocene Messel-Type Deposit. – *Kaupia. Darmstädter Beitr. Naturgesch.*, **2**: 39–53, 14 Abb.; Darmstadt.
- Martini, E., Rothe, P., Kelber, K.-P. & Schiller, W. (1994): Sedimentäres Tertiär der Rhön (Exkursion I am 9. April 1994). – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver.*, N.F. **76**: 219–244, 9 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- Martini, E. & Schaarschmidt, E. (1985): Verkieselte Holzreste aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **21**: 95–98, 4 Abb.; Fulda.
- Martini, E. & Schiller, W. (1995): Amphidischen der Schwammgattung *Ephydatia* im Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **31**: 7–11, 5 Abb.; Fulda.

- Martini, E. & Schiller, W. (1998): Kalziges Nannoplankton von Sieblos/Rhön und dem Neuwieder Becken (Unter-Oligozän). – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 165–172, 1 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Martini, E. & Schrader, H. (1988): Diatomeen, Chrysophyceen, Nannoplankton, Dinoflagellaten und Schwammnadeln aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 55–60, 10 Abb.; Fulda.
- Martini, E. & Tobien, H. (1984): Wichtige Wirbeltier-Neufunde im Tertiär der Rhön (Sieblos, Theobaldshof). – Beitr. Naturkde. Osthessen, **20**: 133–137, 7 Abb.; Fulda.
- Martini, E. & Weiler, H. (1998): Zum Vorkommen von kieseligen Dinoflagellaten in den unteroligozänen Sieblos-Schichten der Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 157–164, 1 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Meyer, H.v. (1856): Mittheilungen an Professor Bronn gerichtet. – N. Jb. Miner. Geogn. Geol. Petrefactenkde., Jg. **1856**: 824–829; Stuttgart.
- Meyer, H.v. (1857): Mittheilungen an Professor Bronn gerichtet. – N. Jb. Miner. Geogn. Geol. Petrefactenkde., Jg. **1857**: 554–557; Stuttgart.
- Meyer, H.v. (1858): *Palaeoniscus obtusus*, ein Isopode aus der Braunkohle von Sieblos. – Palaeontographica, **5**: 111–114, Taf. 23: Abb. 1–10; Cassel.
- Meyer, H.v. (1860): Fische aus den Tertiär-Gebilden Deutschlands. – Palaeontographica, **7**: 123–182, Taf. 16–22; Cassel.
- Meyer, H.v. (1863): Mittheilungen an Professor H. B. Geinitz. – N. Jb. Miner. Geogn. Geol. Petrefactenkde., Jg. **1863**: 186–190; Stuttgart.
- Mödden, C. (1998): Kleinsäuger-Reste aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 271–274, 2 Abb.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Müller-Stoll, W. R. (1936): Zur Kenntnis der Tertiärflora der Rhön. – Beitr. naturkdl. Forsch. SW-Deutschland, **1**: 89–128, Taf. 1–6; Karlsruhe.
- Pflug, B. (1995a): Sieblos-Museum Poppenhausen. Versteinertes Leben - Fossilfunde aus der Rhön. – Museumsführer Sieblos-Museum Poppenhausen: 26 S., 27 Abb.; Poppenhausen.
- Pflug, B. (1995b): Versteinertes Leben - Fossilfunde aus der Rhön. – Sieblos-Museum Poppenhausen, Museumsfaltblatt.
- Pflug, B. (1997): Lebendiges Alttertiär. Das Sieblos-Museum Poppenhausen. – Mitteilungen. Journ. Hess. Museumsverb., **16/97**: 26–29, 5 Abb.; Kassel.
- Pflug, B. (1998): Zur stratigraphischen Einstufung von Tertiärquarziten in der Umgebung der Wasserkuppe/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 127–132, 1 Abb., 1 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Radtke, G. (1998): Mikroendolithische Bohrspuren in Gastropoden-Schalen von Sieblos/Rhön (Unter-Oligozän). – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 143–155, 1 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Reichenbacher, B. (1995): Unteroligozäne Fische (Otolithen) aus dem Neuwieder Becken (Rheinisches Schiefergebirge, Westdeutschland). – Paläont. Z., **69** (1/2): 241–255, 4 Abb.; Stuttgart.
- Richter, G. & Storch, G. (1988): Ein Fledermaus-Fund im oligozänen Dysodil von Sieblos/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 197–203, 10 Abb.; Fulda.
- Rothe, P. (1988): Sedimente der oligozänen „Braunkohlen“-Lagerstätte von Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 37–54, 16 Abb., 1 Tab.; Fulda.
- Rothe, P. (1998): Der unteroligozäne See von Sieblos/Rhön. Salinitäts-Entwicklung nach geochemischen Untersuchungen an den Forschungsbohrungen 1994/1 und 1994/2. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 85–100, 7 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Rutte, E. (1965): Mainfranken und Rhön. – Samml. geol. Führer, **43**: 221 S., 28 Abb., 3 Taf.; Berlin.
- Rutte, E. (1974): Hundert Hinweise zur Geologie der Rhön. – Schriften Nat.wiss. Ver. Würzburg, **1**: 1–96, 56 Abb.; München (Delp-Verlag).
- Rutte, E. & Wilczewski, N. (1983): Mainfranken und Rhön. – Samml. geol. Führer, **74**: 217 S., 64 Abb., 2 Tab., 4 Taf.; Berlin–Stuttgart.
- Rutte, E. & Wilczewski, N. (1995): Mainfranken und Rhön. – Samml. geol. Führer, **74**: 232 S., 65 Abb., 3 Tab., 4 Taf., 1 Routenkt.; Berlin–Stuttgart (3. Aufl.).
- Sandberger, F. (1858–1863): Die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens. – 458 S., 1 Tab., 35 Taf.; Wiesbaden.
- Sandberger, F. (1870–1875): Die Land- und Süßwasser-Conchylien der Vorwelt. – 1000 S., 1 Tab., 36 Taf.; Wiesbaden.
- Sandberger, F. (1879): Über die Braunkohlenformation der Rhön. – Berg- u. huettenmaenn. Ztg., **38**: 177–181, 189–191, 200–202, 209–211, 225–231; Essen.
- Schellmann, T. (1968): Alte und

- neue Gedanken zur Altersstellung und Gliederung des marinen Tertiärs in Niederhessen. II. Teil. Die Beziehung des marinen Tertiärs zum sogenannten Melanionton. – Jber. Wetterau. Ges. ges. Naturkde., **119–120**. Jg.: 27–63, 1 Abb.; Hanau.
- Scheven, E. (1992): Sedimentäres Tertiär in der Umgebung der Wasserkuppe (Rhön) (TK 5525 Gersfeld und TK 5425 Kleinsassen). Unveröff. Dipl.-Arb. Frankfurt: 97 S., 16 Abb., 11 Tab., 41 Taf., 3 Kt.; Frankfurt am Main.
- Schiller, W. (1998a): Ein verkieselter Ostracoden-/Characeen-Kalk in der Forschungsbohrung Sieblos 1994/2 (Unter-Oligozän). – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 115–126, 4 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Schiller, W. (1998b): Kieselige Mikrofossilien aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 173–199, 1 Abb., 1 Tab., 9 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Schiller, W. & Lange-Bertalot, H. (1997): *Eolimna martinii* n. gen., n. sp. (Bacillariophyceae) aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön im Vergleich mit ähnlichen rezenten Taxa. – Paläont. Z., **71** (3/4): 163–172, 21 Abb.; Stuttgart.
- Schleich, H. H. (1988): Reptilien- und Amphibienreste von der oligozänen Fundstelle Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 161–167, 5 Abb.; Fulda.
- Schneider, M. (1998): Zur Geschichte des Braunkohlenbergbaues in Sieblos/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 29–40, 4 Abb.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Schwarz, J. (1988): Charophyten aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 61–66, 10 Abb.; Fulda.
- Schwarz, J. (1998): Neue Charophyten-Funde von der unteroligozänen Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 241–247, 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Seidel, G. (Hrsg. 1995): Geologie von Thüringen. – 556 S., 137 Abb., 36 Tab., 5 Taf.; Stuttgart (Schweizerbart).
- Sobotha, E. (1933): Geologische Wanderungen um Fulda. – 176 S., 53 Abb., 1 Kt.; Fulda.
- Speiser, E. (1912): Gutachten über die Teerschieferablagerung bei Sieblos in der Rhön. – Unveröff. Gutachten. Archiv Hess. L.-Amt Bodenforsch., 5425/1: 19 S.; Wiesbaden.
- Speiser, E. (1914): Die Braunkohlenformation von Sieblos in der Rhön. – Techn. Bl. (W.-Beil. dt. Bergwerks-Ztg.), **4**(1): 1–3; Essen.
- Stein, R. & Fahl, K. (1998): Organisch-geochemische Untersuchungen an oligozänen Sedimenten der Bohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 133–141, 3 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Tobien, H. (1988): Ein Traguloide (Artiodactyla, Mammalia) aus dem Alttertiär von Sieblos/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 179–195, 19 Abb.; Fulda.
- Wenz, W. (1921): Das Mainzer Becken und seine Randgebiete. – 351 S., 38 Abb., 36 Taf.; Heidelberg (W. Ehrig).
- Wenz, W. (1922): Das Tertiär im Vogelsberg und seine Beziehungen zu dem der Wetterau und zu anderen Tertiärablagerungen. – Wetterauische Ges. ges. Naturkde., Ber. **1909/1921**: 1–76, 2 Abb., 1 Tab., Taf. 1–3; Hanau.
- Willmann, R. (1988): Der oligozäne Lebensraum von Sieblos/Rhön im Spiegel seiner Insekten. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 143–148, 5 Abb.; Fulda.
- Winkler, T. C. (1880): Mémoire sur les poissons fossiles des lignites de Sieblos. – Arch. Mus. Teyler, **5**: 85–108, Taf. 3–4; Haarlem.

Teil B (weitere zitierte Schriften)

- Berggren, W. A., Kent, D. V., Swisher III, C. C. & Aubry, M.-P. (1995): A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. – In: Berggren, W. A., Kent, D. V., Aubry, M.-P. & Hardenbol, J.: Geochronology, time scales and global stratigraphic correlation. – SEPM, Spec. Publ., **54**: 129–212, 25 Abb., 17 Tab.; Tulsa, Oklahoma.
- Beyrich, E. (1856): Über den Zusammenhang der norddeutschen Tertiärbildungen zur Erläuterung einer geologischen Übersichtskarte. – Abh. Kgl. Akad. Wiss. Berlin f. **1855**: 1–20, 1 Kt.; Berlin.
- Blumenstengel, H., Krutzsch, W. & Volland, L. (1996): Revidierte Stratigraphie tertiärer Ablagerungen im südlichen Sachsen-Anhalt. Teil I. Raum Halle-Merseburg. – Hallesches Jb. Geo-

- wiss., B. Beiheft **1**: 1-101, 44 Abb., 1 Tab., 5 Taf.; Halle.
- Eissmann, L. (1985): 50 Millionen Jahre Subrosion. Über Persistenz und Zyklizität von Auslaugungsprozessen im Weißelsterbecken. - Geophys., Geol. Geophys. Veröff. KMU Leipzig, **3**(2): 31-65, 14 Abb., 1 Tab.; Berlin.
- Gad, J., Martini, E., Rothausen, K. & Tobien, H. (1990): *Theridomys pseudosiderolithicus* (Rodentia, Mammalia) aus den unteroligozänen Vorkommen von Bodenheim bei Mainz (Mainzer Becken), Neustadt, Kreis Marburg (Hessische Senke), der Isle of Wight (Hampshire Becken) und deren Beziehungen zur marinen Standard-Biostratigraphie. - Mainzer geowiss. Mitt., **19**: 163-182, 8 Abb.; Mainz.
- Hottenrott, M., Martini, E. & Nickel, B. (1998): Palynologische Datierung der Kühnstein-Schichten der Rhön in das Ober-Oligozän. - Geol. Jb. Hessen, **126**: 37-45, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- Hummel, K. (1929): Die tektonische Entwicklung eines Schollengebirgslandes (Vogelsberg und Rhön). - Fortschr. Geol. Paläont., **8**(24): 1-233, 12 Abb., 3 Taf.; Berlin.
- Kaever, M. & Meiburg, P. (1976): Stratigraphy of the Tertiary and its depositional sedimentary environments of the Diemel-Weserarea (Hessen Graben, W-Germany). - Bull. Soc. géol. France, **1976**(5): 1277-1282, 2 Abb.; Paris.
- Laemmlen, M., Prinz, H. & Roth, H. (1979): Folgeerscheinungen des tiefen Salinarkarstes zwischen Fulda und der Spessart-Rhön-Schwelle. - Geol. Jb. Hessen, **107**: 207-250, 29 Abb.; Wiesbaden.
- Micklich, N. & Böhme, M. (1997): Wolfsbarsch-Funde (Perciformes, Moronidae) aus den Süßwasser-Diatomiten von Kuclin (Böhmen) nebst Anmerkungen zur taxonomischen Stellung von „*Perca*“ *lepidota* aus den Süßwasser-Kalken von Öhningen (Baden). - Paläont. Z., **71**(1/2): 117-128, 15 Abb.; Stuttgart.
- Sobotha, E. (1932): Über Salzauslaugung, Tektonik und Oberflächenformen zwischen Westharz und Vogelsberg-Rhön. - Z. dt. geol. Ges., **84**: 725-732, 3 Abb.; Berlin.
- Storch, G., Engesser, B. & Wuttke, M. (1996): Oldest fossil record of gliding rodents. - Nature, **379**: 439-441, 4 Abb.; London.
- Trusheim, F. (1964): Über den Untergrund Frankens. Ergebnisse von Tiefbohrungen in Franken und Nachbargebieten 1953-1960. - Geol. Bavarica, **54**: 92 S., 11 Abb., 13 Beil.; München.
- Weiler, W. (1963): Die Fischfauna des Tertiärs im Oberrheinischen Graben, des Mainzer Beckens, des unteren Maintals und der Wetterau, unter besonderer Berücksichtigung des Untermiozäns. - Abh. Senckenberg. naturforsch. Ges., **504**: 1-75, 259 Abb., 2 Taf.; Frankfurt am Main.
- Wenz, W. (1922): Das Tertiär im Vogelsberg und seine Beziehungen zu anderen Tertiärablagerungen. - Jber. Wetterau. Ges. ges. Naturkde., **1909-1921**: 1-76, 2 Abb., 3 Taf.; Hanau.

Zur Geschichte des Braunkohlenbergbaues in Sieblos/Rhön

von
Martin Schneider*

Schneider, M. (1998): Zur Geschichte des Braunkohlenbergbaues in Sieblos/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 29–40, 4 Abb.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

Es wird ein Überblick über die Geschichte des sog. „Braunkohlen“bergbaus in Sieblos gegeben. Die wechselvolle Entwicklung, die den Zeitraum von 1856 bis zur endgültigen Schließung der Felder im Jahre 1919 umspannt, wird anhand von Bergbauakten dokumentiert.

Abstract

History of the brown coal mining at Sieblos / Rhoen mountains

A short review of the history of „browncoal“-mining at Sieblos is given. Starting with the first activities in 1856, the development of the exploitation and the changing ownerships is reflected along the mining acts until the final closure of the fields in 1919.

Die Geschichte des Braunkohlenbergbaues in Sieblos beginnt im Jahre 1856. Im Verlauf von 68 Jahren versuchten zwölf verschiedene Eigentümer den Betrieb rentabel zu führen. Dabei sollte die abgebaute Braunkohle in erster Linie als Rohstoff zur Gewinnung von Teer und Solaröl genutzt werden. Aufgrund der ungünstigen Verhältnisse (wechselnde Mächtigkeit der Braunkohleschichten, zu geringes Vorkommen, häufige Wassereinträge, usw.) war ein rentabler Betrieb nicht möglich. Das führte dazu, daß die Grube, von einem Bergwerk kann man wahrlich nicht sprechen, sehr häufig ihren Eigentümer wechselte. Anhand der Bergakten soll nachfolgend die Geschichte des Bergbaues in Sieblos beschrieben werden.

Der erste Nachweis über den Bergbau in Sieblos findet sich in dem Bericht des „Sudfaktors“

* Dipl.-Ing. M. Schneider, An der Bieber 8, D-36145 Langenbieber

Anton Strauß der Saline Kissingen vom 2. Juni 1856, der vom „Bergamtsverweser“ Martin des Königlichen Bergamtes Kissingen mit der Überprüfung der Abbauwürdigkeit des Braunkohlenvorkommens in Sieblos betraut wurde. Als besonders bemerkenswert findet er, daß auf diesem Gelände in Jahre 1843 der Staat Versuchsbaue auf „weißen Thon“ führte, welche bis zum Jahre 1847/48 ununterbrochen fortgeführt wurden. Wegen des äußerst geringen Erfolges auf „weißen mageren Thon“ wurde die Grube 1848 auflässig. In den „Rapporten“ des früheren Bergbauers Weickhardt der „Thongrube Abtsroda“ und seines Nachfolgers Röder aus Abtsroda über den Betrieb der Tongrube, geben diese an, Braunkohlen in einer Mächtigkeit von drei Lachter (ca. 6 m) angetroffen zu haben.

Aufgrund dieser Angaben werden zu Beginn des Jahres 1856 neue Versuchsarbeiten durch die Meyersche Grubenverwaltung vorgenommen. Am 19. April 1856 stellt der Steiger Emil Leo der Meyerschen Grubenverwaltung in Bischofsheim den ersten Antrag auf Mutung (Antrag auf Erteilung der Abbaurechte) von Braunkohlen bei dem zuständigen Bergamt Kissingen:

„Gehorsamft unterzeichnete Grubenverwaltung muthet und begehrt hier mit für den Herrn Joseph Meyer, Chef des Bibliographischen Instituts & Bergwerksbesitzer zu Hildburghausen von Seiner Majestät dem König von Bayern freies Feld auf Kohlen und zwar 1 Fundgrube und 100 Maße in der Markung der Gemeinde Sieblos, Königl. Landgerichtsbezirk Weiher nach allen bergmännischen Rechten nach der Königl. Bayer. Bergordnung vom 6. März 1784 als Bergbau mit der unterthänigsten Bitte diese Muthung anzuerkennen und hierüber die Bestätigung und Belehrnung zu erteilen.“

Obwohl die Abbauwürdigkeit seitens des Bergamtes bezweifelt wird, spricht es dennoch die Bestätigung der Mutung aus und erteilt die Belehrnung einer Fundgrube und 100 Maße, da es sich um ein altes, wieder aufgenommenes Grubenfeld handelt.

Vom August 1856 bis Februar 1857 ist die Zeche Sieblos in Betrieb. Die Grubenverwaltung hat für diesen Zeitraum an das Königliche Bergamt Kissingen Quatembergelder in Höhe von 37

Gulden und 52 Kreuzer zu entrichten. Die Ausgaben für Bretter, Grubenholz, Eisenwaren, Schmiedearbeiten und Fuhrlohn betragen 202 Gulden. Da sich die Prognosen nicht erfüllten, teilte der Steiger Emil Leo am 14. Februar 1857 dem Bergamt die gänzliche Einstellung des Betriebes mit.

Für das im „bergfreien liegende Blätterkohlenlager“ legen am 6. Juni 1857 die Witwe Adelheid Jacobson aus Fulda und Dr. jur. Rosenberg aus Gießen Mutung ein, die vom Bergamt aber nicht bestätigt wird.

Die nächsten Interessenten für Sieblos sind der Kaufmann J. Georg Wirsing aus Schweinfurt, der am 14. März 1859 Mutung für die Braunkohlgewerkschaft Einigkeitszeche am Bauersberg bei Bischofsheim einlegt und der Ingenieur und Gutsbesitzer Joseph Chary aus Gerolsheim in der „bergischen Rheinpfalz“, der am 1. März 1860 Mutung einlegt. Bemerkenswert ist, daß der Schichtmeister Samuel Sparrnberg, im Besitz eines Schurfscheines, am 24. Februar 1860 von der Gewerkschaft Einigkeitszeche zu Joseph Chary wechselt. Die Verleihung seitens des Bergamtes erfolgt am 14. Juni 1860 an die Braunkohlgewerkschaft Einigkeitszeche, Repräsentant J. Georg Wirsing. Am 10. Oktober 1860 wechselt das Eigentum von J. Georg Wirsing und Max Ebenauer von der Braunkohlgewerkschaft Einigkeitszeche an Joseph Chary als alleinigen Eigentümer. Der Steiger Karl Zirnvogel aus Kreisfeld bei Eisleben erklärt am 27. Oktober 1860 seinen Austritt. Zum neuen Steiger wird am 29. November 1860 Friedrich August Keil aus Dülau aufgestellt und vom Bergamt Kissingen vereidigt.

Im Betriebsplan für das Jahr 1860/61 wurden die Einnahmen auf 2 842 Kütz Kohlen zu 1 Gulden und 12 Kreuzer = 3 410 Gulden und 40 Kreuzer veranschlagt. Das Inventar- und Materialvermögen belief sich auf 5 206 Gulden und 52 Kreuzer.

Schon am 30. April 1861 wird Albert Spengler aus Großkamsdorf bei Saalfeld auf Antrag des Joseph Chary von der „Königlichen Generals Bergwerks und Salinen Administration in München im Namen Seiner Majestät des Königs von Bayern“ als neuer Steiger für die Grube aufge-

stellt. Er wird am 10. Mai 1861 vom „Bergamtsverweser“ Martin wie folgt vereidigt:

Ich Albert Spengler schwöre, daß ich Seiner Majestät den Könige Maximilian II von Bayern, meinem allgegenwärtigen Herrn, oder wer statt Allerhöchst deroselben mit mir billig zu befehlen hat, will treu und gewärtig sein, und des gemeinen Bergwerk Bestes getreu fördern, Schaden warnen und abwenden, und meinem Dienste, der mir anbefohlen ist, besonders auf meinen Gewerken getreu vorstehen; auf alles, womit ich ihren Nutzen mit Recht vermehren kann, auf's Höchste mich befeißeln, nichts thun und verhängen, was meinen Gewerken zum Schaden und Nachtheile gereicht, mich alenthalben der Bergordnung gemäß unverbrüchlich halten; wenn ich selbe übergangen finde, warnen und ansagen, keinen Genuß oder Nutzen, der mir nicht zugelassen und verordnet ist, gewarten; gegen dies soll mich keine Gabe, Gunst, Freundschaft oder Feindschaft bewegen; sondern ich will alles nach meinem besten Vermögen halten.

Stabung.

Getreu und ohne Gefährde, so wahr mir Gott helfe, und sein hl. Evangelium.

Im Mai und Juli wurde die Grube vom „Sudfaktor“ Wurmer der bergamtlichen Commission befahren.

Bereits am 18. November 1861 wird Armin Buchrucker aus Krentendorf, Kreis Ebersdorf als neuer Steiger vereidigt.

Der Betrieb auf der Grube wird jetzt vorange-
trieben. Ab Oktober 1861 wird durchgehend mit fünf Knappen in der Grube gearbeitet. Als Hauer sind T. Laise und G. Tischmann, als Förderknappen K. Weider, K. Krönung und G. Kümmel angestellt. Die Entlohnung erfolgte wöchentlich und betrug für jeden Ortsbetrieb (ein Hauer und ein bis zwei Förderknappen) je nach Förderleistung etwa zwei Gulden am Tag. Dazu kam für jeden Gulden ein Kreuzer „Lüchtengeld (Leuchtengeld)“. Der Steiger erhielt wöchentlich acht Gulden. Neben der Arbeit in der Grube war der rege Betrieb auch für Zulieferer ein Gewinn. So lieferten Adolf Burkhard und Joseph Will, beide aus Brand und Joh. Schleicher aus Abtsroda Bretter für die Stollen. Der Wagnermeister Johann Georg Heller aus Abtsroda lieferte „Laufkarn und Kohlengrubenstiele“. Zur Förderung des Bergbaues und der Industrie in Sieblos beantragt die Firma Chary - Eidam et Compagnie den Bau einer

Straße von Gersfeld über Schachen und Schwarzerden nach Sieblos. Damit soll der Transport des Materials von Sieblos zur Paraffinkerzen- und Solarölfabrik nach Gersfeld vereinfacht werden. Diese Paraffinkerzen- und Solarölfabrik wird in eine Aktiengesellschaft zur Aufbereitung und Verarbeitung der Siebloser Schieferkohlen umgewandelt, die am 12. März 1862 laut landgerichtlicher Urkunde genehmigt wird. In einem Grubenriß mit Profil des Betriebsführers und Bergwerkingenieurs A. Buchrucker sind die im Jahre 1860–1862 vorgetriebenen Stollen eingezeichnet (Abb. 1). In seiner Beschreibung der bituminösen Schieferlager bei Sieblos in der Rhön sind die Resultate der in der Bohrlöchern und Schächten vorgefundenen Schichten aufgeführt. Die Gesamtlänge des Stollensystems beträgt nun ca. 350 m. Die Tiefe der Schächte liegt zwischen 11,30 m und 13,00 m. Doch auch jetzt scheint die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens nicht gegeben, denn bereits am 20. Juli 1863 wird vom Königlich Bayerischen Bezirksgericht in Neustadt a/S der Konkurs eröffnet. Rechtsanwalt D. Stein aus Schweinfurt ist der Liquidator der Aktiengesellschaft.

Bis Juli 1865 finden durch den Steiger Weickhardt unter der Aufsicht des Königlichen Bergamtes Kissingen nur Unterhaltungsarbeiten auf dem Grubengelände statt. Es werden in dieser Zeit nur wenige Tage im Monat gearbeitet. Als Arbeiter sind aus Abtsroda Georg und Adam Leitsch, Valentin und Christian Schleicher, Valentin Baumbach und aus Sieblos Christian und Georg Hütsch beschäftigt. Die Entlohnung beträgt 40 Kreuzer am Tag.

Die zur Masse der Gesellschaft gehörenden Gruben (Sieblos, Lettengraben und Eisgraben) werden einem „Consortium“, bestehend aus dem Grafen Ludwig von Froberg, dem Kaufmann Jacob Kupfer, dem Gemeindevorsteher Johann Müller und dem Schreinermeister Georg Niebling zuerkannt.

Dieses „Consortium“ verkauft die Braunkohlengrube Sieblos am 28. September 1865 an Carl May aus Rothenburg an der Tauber, dessen Bevollmächtigter Samuel Sparrnberg, am 15. November 1865 für den Besitzer Mutung beantragt.

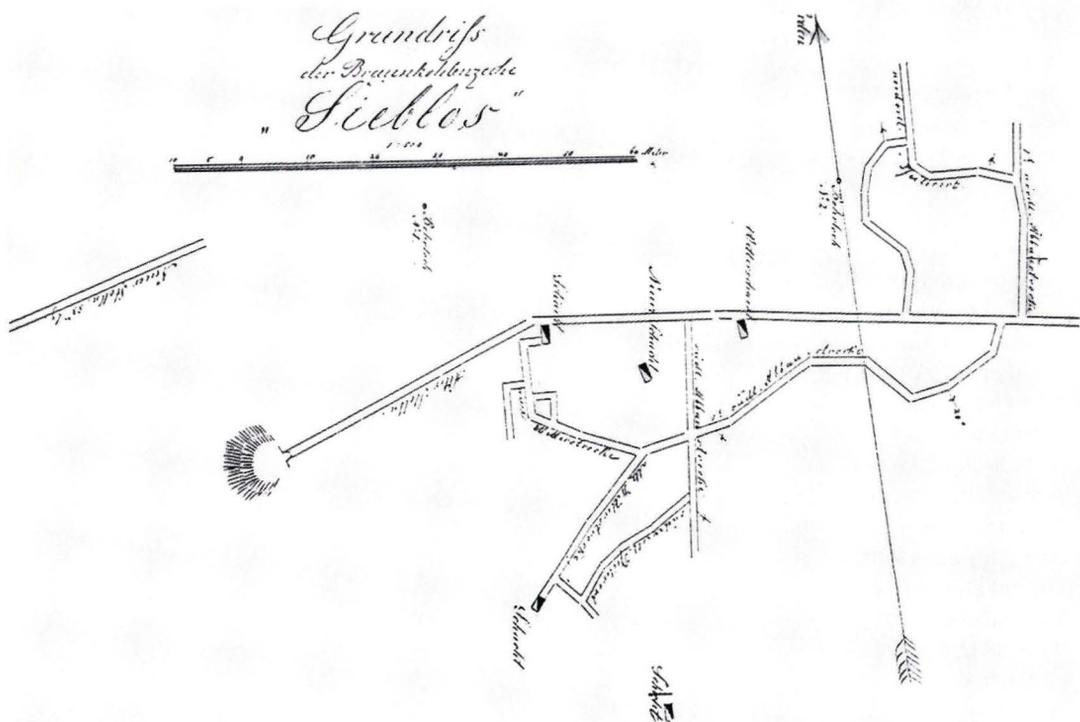


Abb. 1. Grundriß und Profil der Braunkohlenzeche Sieblos der Jahre 1860-1862 des Betriebsführers A. Buchrucker.

Der Betrieb auf der Grube wird erst im Januar 1871 wieder aufgenommen. Doch auch dieser Versuch ist nur von kurzer Dauer, denn bereits im November 1871 zeigt der Betriebsführer Oskar Neumann aus Hilders die Einstellung des Betriebes beim jetzt zuständigen Königlichen Bergamt Schmalkalden (Sieblos gehörte seit 1866 zum Königreich Preußen) an.

Am 5. April 1872 wird die Braunkohlengrube Sieblos vom Commerzienrath Burkhard Müller aus Fulda erworben. Unter dem neuen Eigentümer ist die Grube vom 1. Juli 1872 bis zum 10. Dezember 1873 in Betrieb. Für diese Zeit bescheinigt der Bergverwalter Oskar Neumann dem Steiger Karl Weider, daß er sich als fleißiger umsichtsvoller Beamter gezeigt habe. Im Jahre 1879 veröffentlicht Professor Sandberger aus Würzburg in der Berg- und Hüttenmännischen Zeitung, Jahrgang 1879, No. 21, eine Studie über die Braunkohlenformation in der Rhön. Die Studie fußt auf eigenen Untersuchungen in den Jahren 1861–1862.

Nach dem Tode des „Commerzienrathes“ Burkhard Müller wird die Braunkohlengrube am 23. Oktober 1883 von dessen Sohn, dem Fabrikanten Richard Müller, für 2 000 Reichsmark an den Mühlenbesitzer Johann Caspar Reinhard aus Hanau verkauft. Die Gemeinde Sieblos und der neue Eigentümer schließen am 1. Januar 1884 einen Vertrag, indem die Gemeinde dem Eigentümer alle zum Betrieb nötigen Grundstücke zur Nutzung überläßt. Dafür erhält die Gemeinde eine Abfindungssumme von 275 Reichsmark. Aufgrund der Auflassung vom 15. Januar 1884 wurde Johann Caspar Reinhard am 29. Oktober 1884 als Eigentümer der „Meyerschen Braunkohlengrube – eine Fundgrube & 100 Maaß“ in das Berggrundbuch von Abtsroda Band I Blatt 1 eingetragen. Da bei dem zuständigen Bergrevierbeamten Richter des Bergamtes Schmalkalden keine Anzeige zur Gewinnung von Braunkohlen eingegangen war, veranlaßte dieser beim Landratsamt in Gersfeld eine Untersuchung. Der „Fußgendarm“ Schäfer I berichtet daraufhin am 19. November 1884 dem Bergamt, daß der neue Eigentümer seit Oktober 1883 mit etwa sechs Arbeitern den Betrieb fort-

setzt, eine Verwendung der gewonnenen Kohlen aber zur Zeit noch nicht stattfände. Vom 17. bis 30. Oktober 1893 befährt der Markscheider und Bergingenieur R. George aus Frankfurt die Braunkohlengrube Sieblos und fertigt ein Gutachten an. Die Größe des Feldes beträgt 550 Meter in NS-Richtung und 285 Meter in OW-Richtung. Er beschreibt die Verhältnisse der einzelnen Schichten und die Mächtigkeit der Flöze. Er errechnet, daß bei einer jährlichen Förderung von 300 000 Zentnern die Lagerstätte mindestens 66 Jahre reicht. Sein Schlußsatz lautete:

„Nachden vorstehenden Erörterungen dürfte die Grube als eine mit reichlich wertvollen Materialien ausgestattet zu betrachten sein und einer großen Entwicklung fähig sein.“

In seinem Nachtrag zum Gutachten vom 4. April 1884 berichtet er von seinem Gespräch mit „Berghauptmann“ Ackerbock zu Clausthal, der seine Meinung über die Lagerstätte von Sieblos teile. Eine weitere Beschreibung der „Zeche Sieblos“ wird am 7. Januar 1885 dem Bergamt vom Steiger Karl Weider vorgelegt. Er beschreibt hauptsächlich die Ergebnisse der Bohrlöcher und der durchfahrenen Schichten. Der Markscheider R. George wird von dem Eigentümer beauftragt, ein neues Grubenbild zu erstellen, da bisher nur eine Zeichnung im Maßstab 1:500 nach einer Kompaßaufnahme von 1862 des damaligen Betriebsführers Buchrucker existiert. Am 5. Juni 1885 wird Karl Weider, der seit 1 1/2 Jahren als Verwalter tätig ist, als „verantwortlicher Betriebsführer und Steiger“ vom Bergamt bestätigt. In der Folgezeit wird der Betrieb allerdings wieder eingestellt, da sich die gewagten Prognosen des Gutachters nicht erfüllten. Erst Mitte August 1889 wird der Betrieb mit drei Arbeitern wieder aufgenommen. Im darauffolgenden Jahr ist die Grube von Mitte Juni bis Ende September mit acht Arbeitern in Betrieb. Auf Anfrage des Bergamtes teilt der Vorstand der Gemeinde Sieblos mit, daß die Schächte mit Wasser gefüllt sind, und die Stollen „ganz darnieder gebrochen sind“. Ab 1891 liegt der Betrieb gänzlich still, nur die vom Bergamt angemahnten Tagebrüche werden beseitigt. Erst im Okto-

ber 1895 wird der Betrieb wieder aufgenommen. Die Förderung beträgt jetzt zwischen 100 und 300 Tonnen im Monat. Die Gesamtbelegschaft schwankt je nach Förderung zwischen drei und 20 Arbeitern. Die Schichtzeit (eigentliche Arbeitszeit) beträgt zehn Stunden bei einem Lohn von 20 Pfennig in der Stunde. Der Abbau wird in Handbetrieb durchgeführt. Es werden weder Sprengstoffe und Dampfmaschinen, noch Pferde für den Transport in den Stollen eingesetzt. Für das Jahr 1896 wird erstmals ein Betriebsplan vorgelegt. Hauptziel sind weitere Versuchsbohrungen zum Befahren eines vermuteten Flözes. Die bisherige Karrenförderung soll beibehalten werden. Das Förderquantum ist unbestimmt, da zur Zeit keine regelmäßige Förderung stattfindet. Die Wasserführung der einbrechenden Wasser soll durch das Gefälle der Stollen erfolgen.

In diesem Jahr wechselt die Braunkohlengrube Sieblos abermals den Eigentümer. Aufgrund der Auflassung vom 8. Oktober 1896 wird der Bankier Gideon Heymann aus Berlin am 15. Dezember 1896 in das Berggrundbuch von Abtsroda Band I Blatt 4 als Eigentümer eingetragen. Auch im Königlichen Bergamt Schmalkalden findet ein Wechsel statt. Nachfolger des Königlichen Bergrevierbeamten Richter wird der Bergmeister Duszynski. Der neue Eigentümer teilt am 4. Februar 1897 dem Bergamt seine Absicht mit, eine größere Schwelerei zur Destillation des Teeres zu errichten. Karl Weider ist weiterhin Steiger und Betriebsführer. Der Steiger F. Hofmann tritt am 1. Mai 1897 seinen Dienst an. Im Juni 1897 wird der Obersteiger Beinroth Betriebsführer. Im Betriebsplan für den Zeitraum vom 1. August 1898 bis zum 31. Juli 1899 wird der Bau einer 570 m langen Kettenbahn zwischen dem Neuen Stollen und der geplanten neuen Schwelerei (System Ziegler) mit sechs Schwelöfen sowie einer Ziegelei aufgeführt.

Der Transport des gewonnenen Teeres erfolgt zu dieser Zeit mittels Fuhrwerken zur nächsten Bahnstation nach Lütter. Aufgrund des unzureichenden Wegenetzes kam es zu Streitigkeiten mit einem Landwirt aus Sieblos. Dieser berichtet diesen Vorfall am 1. Dezember 1898 dem Bergamt:

„Hoch Geerthter Herr OberBergrath. Da ich einen Acker besitze Plan 1655 in der Gemarkung Strutt wo ein Weg biß zur Hälfte des Ackers aufstößt die Andre Hälfte mir als Fußweg in der Karte aufgezeigt ist. auf diesem Weg läst Herr Obersteiger zu Sieblos von der Gemarkung Tränkhof Basaltsteine nach dem Fabrikgebäude Sieblos fahren. Da dieser Weg ein Weg für die Landwirtschaft also nicht für Industrin benutzt werden darf wie ich vom Königlichen Katasteramt von Gersfeld erfahren. So habe ich es ihm Verboten diesen Weg nicht zu Fahren. aber trotzdem Färth er jeden Tag mit 2 manchmal auch mit 4 Geschirr. Der Karte nach ist der Weg stellenweisß auf meinem Eigenthum ich also genöthigt bin den Antrag zu stellen auf Vermessung was aber bei jetziger Jahreszeit wird kostet uns wenn die Witterung umschlägt es lang ansteht bis die Sache in Ordnung kombt.

Bitte das Herr OberBergrath mir in dieser angelegenheit behilflich sein das Fahren auf dem obengenannten Wege dem Obersteiger zu Sieblos Einzustellen bis die Vermessung verüber ist.

Am 20. November dieses Jahres Nachmittags am obengenannten Acker in gegenwart des Herrn Vorstehers von Abtsroda hat Obersteiger zu meinem Sohn gesprochen mir solten uns nicht mehr auf den obengenannten Wege sehen lassen sonst würde er einen Knüppel nehmen und auf den Kopf schlagen was er dann auch den Arbeitern oder den Knechten Anbefohlen hat uns durch zu schlagen.

Die Verandwortung will er übernehmen was mir von Glaubwürdigen Männer gesagt worden ist.

Da wir aber auf keinem anderen Weg auf unser Acker kommen können als auf dem Wege wo die Fabrik Steht so bitte Ich den Herrn OberBergrath Sich der Sache anzunehmen Eh ein unglück Passiert ist.“

Daraufhin fordert das Bergamt eine Stellungnahme des Betriebsführers an. Der Betriebsführer Karbaum berichtet am 14. Dezember 1898 den Vorfall aus seiner Sicht:

„Eur. Hochwohlgeboren berichte ich auf die Verfügung alda 1366 vom 2. d. Mts. ‚die Beschwerde des W. in Sieblos über das Befahren eines Weges durch die Grubengespanne betreffend, ganz gehorsamst, daß der W. als Querulant bekannt ist und daß uns das Befahren des in beigefügter Skizze mit A.B. bezeichneten Weges nicht nur zusteht, sondern auf Ansuchen beim Ortsvorsteher Herrn Bürgermeister Hahl in Abtsroda noch besonders erlaubt worden ist. Der Weg ist nicht Eigentum des W. sondern Eigentum der Gemeinde; er hat die Flurnummer 1656 während W. die Nro. 1655 besitzt. Die Fortsetzung als Fußweg befindet sich auf dem Schiebelhutschen Plane Nro. 1661, von dem auch die Steine abgefahren werden. Es dürfte auch als gleichgültig anzusehen sein, ob Schiebelhut die Steine selbst

von seinem Grundstück abfährt oder abfahren läßt, immer bleibt er zur Benutzung des Weges berechtigt. W. hatte auch so lange als ich die Steine von seinem Plane Nro. 1655 abfahren ließ, nichts gegen die Benutzung gen. Weges einzuwenden, erst nachdem seine Steine abgefahren waren, vergrub er den Weg und sperrte ihn mit Stangen. Diese Hindernisse ließ ich zu wiederholten Malen beseitigen und beschwerte mich schließlich beim Bürgermeister, der W. bei Fortsetzung seiner Handlungsweise mit Strafe drohte, was endlich die Äußerung „mit dem Knüppel über den Kopf hauen“ „anlangt, so ist dies mindestens eine starke Uebertreibung, erst nachdem uns W. fast jeden Tag und immer in meiner Abwesenheit hinderlich war, habe ich den Geschirrführern gesagt, wenn er ihnen wieder Schwierigkeiten machen würde, sollen sie ihn mit der Peitsche um die Ohren hauen; hierbei wußte ich genau, daß dies nicht geschehen würde.“

Das Bergamt vermeidet es, sich in den Streit einzumischen und empfiehlt dem Beschwerdeführer W., sich zur Durchsetzung seiner vermeintlichen Interessen an ein ordentliches Gericht zu wenden.

Mit dem Nachtrag zum Betriebsplan 1898/99 legt der Betriebsführer Karbaum aus Tränkhof einen Grubenriß mit dem aktuellen Stollensystem vor (Abb. 2). Da der Neue Stollen nicht rechtzeitig bei Inbetriebnahme der neuen Schwelerei fertig wird, soll die Förderung über eine Schienenbahn vom Alten Stollen über ein Rolloch im Neuen Stollen zur Kettenbahn befördert werden. Das Stollensystem umfaßt nun ca. 400 m Länge. Die Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, Zweigniederlassung Frankfurt/Main baut im August 1899 eine Beleuchtungsanlage ein. Sie bestätigt dem Bergwerksdirektor Carl Albert Schultz, daß die zur Verwendung gelangte Spannung und Stromart durchaus ungefährlich für den menschlichen Körper ist. Im März 1900 wurde ein neuer Luftschacht abgeteuft. Die Zimmerung der Stollen wird mit Eichenholz durchgeführt. Die Kohleförderung ist schwierig, da das Flöz nur eine Stärke von 0,80 – 1,00 Meter hatte. Weiterhin soll südlich des Oberen Stollens der Versuch gemacht werden, den vorgefundenen Schwimmsand zu durchfahren. Da erst ein neuer Kohlenbrecher und eine Schleudermühle beschafft werden müssen, ist die Schwelerei größtenteils außer Betrieb. Die Ar-

beiter der Schwelerei werden deshalb zum Wegebau eingesetzt. Die Gesamtbelegschaft beträgt 40 Mann. Der Lohn für eine 12 Stunden-schicht (2 Stunden Pause) beträgt jetzt zwischen 2,25 und 3,25 Reichsmark. Gearbeitet wird in Tag- und Nachtschichten. Der produzierte Teer wird über die Bahnstation Lütter nach Halle versandt. Der Verkauf eines Doppelzentrners Teer erbringt den Erlös von 6,50 Reichsmark.

Da um die Jahrhundertwende die östliche Markscheide überschritten wird, legte der neue Betriebsführer Wünnenberg am 9. Januar 1901 Mutung für das östlich angrenzende Gebiet im Namen von Bankier Gideon Heymann ein. Der Steiger Karl Weider wird zum Hilfsaufseher ernannt. Im Betriebsplan für 1901 wird auf weitere Aufschlußarbeiten und die zukünftige Förderung eingegangen. Bis zum Mai 1901 wird das Stollensystem um ca. 900 m Länge erweitert (Abb. 3).

Im Frühjahr 1901 scheidet der Bankier Heymann aus der Gesellschaft aus. Die Leitung übernimmt Adolf Freund aus Berlin. Für das neue Bergwerkseigentum Sieblos I (Grundbuchblatt Nr. 17) wird am 29. Mai 1901 Kaufmann Adolf Freund aus Berlin als Eigentümer eingetragen.

Das Bergwerkseigentum umfaßt jetzt 2 188 883 m². Die Verleihung wird am 25. Juli 1901 vom „Königlichen Oberbergamt Clausthal“ ausgesprochen und am 7. August 1901 im Amtsblatt der Königlichen Regierung zu Cassel Nr. 32 veröffentlicht. Die Braunkohlenmutung umfaßt jetzt auch einen Teil der Gemarkung Schachen. Der Betrieb auf der Zeche wird allerdings eingestellt. Die Gründe hierfür dürften wiederum in der mangelnden Rentabilität zu vermuten sein.

Am 29. Mai 1903 wird der Rechtsanwalt Benno Pakscher aus Berlin neuer Eigentümer der Meyerschen Braunkohlengrube Sieblos Berggrundbuch Band I Blatt 19. Rechtsanwalt Benno Pakscher ist Liquidator der Theerkohlengrube Sieblos und vertritt „die Interessen der schwer geschädigten Anteilseigner“. Als letzter Betriebsführer fungiert zu dieser Zeit der frühere Betriebsführer Hofmann.

Zur Wahrung der Interessen der Anteilseigner wird die Braunkohlengrube Sieblos abermals verkauft.

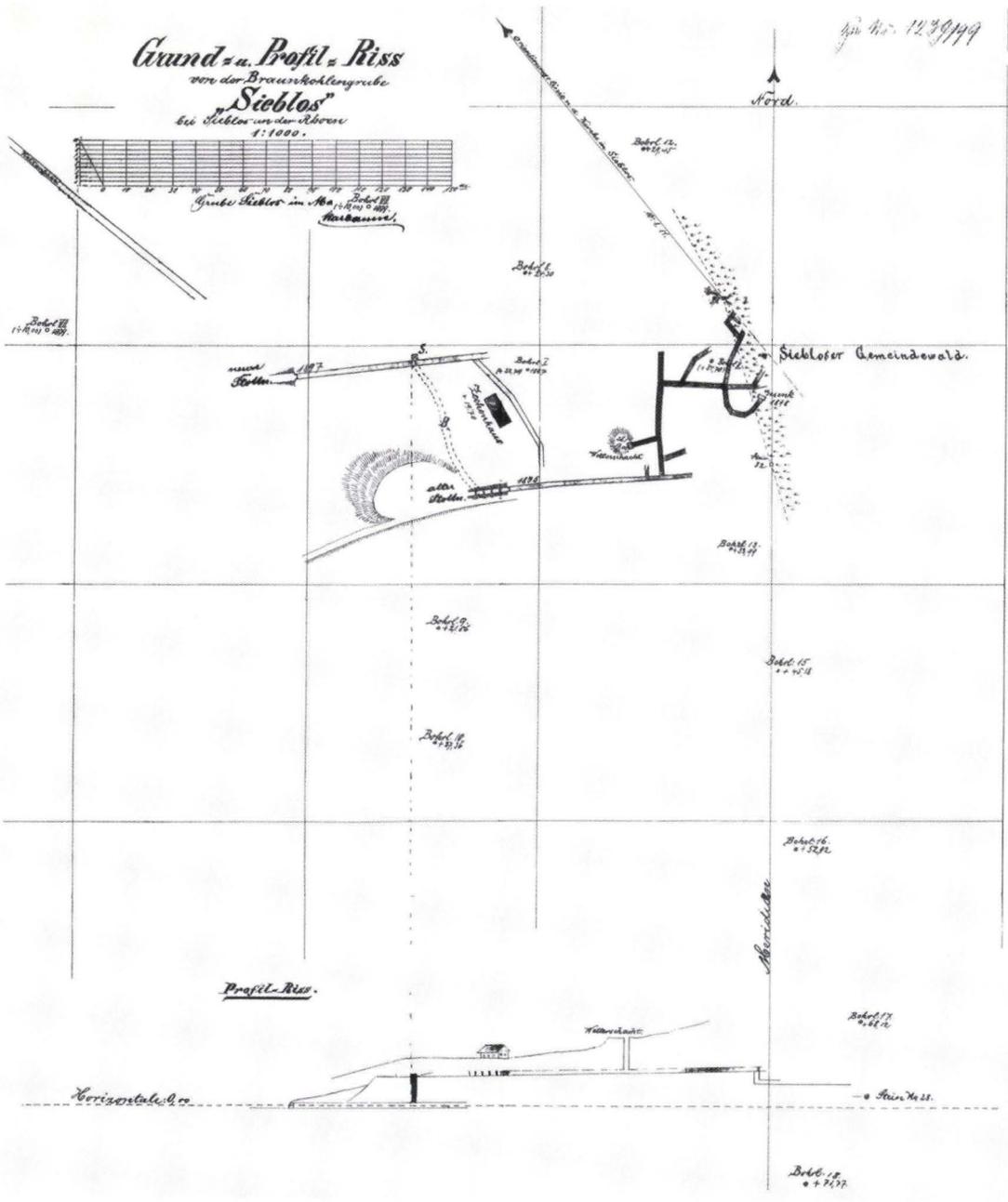
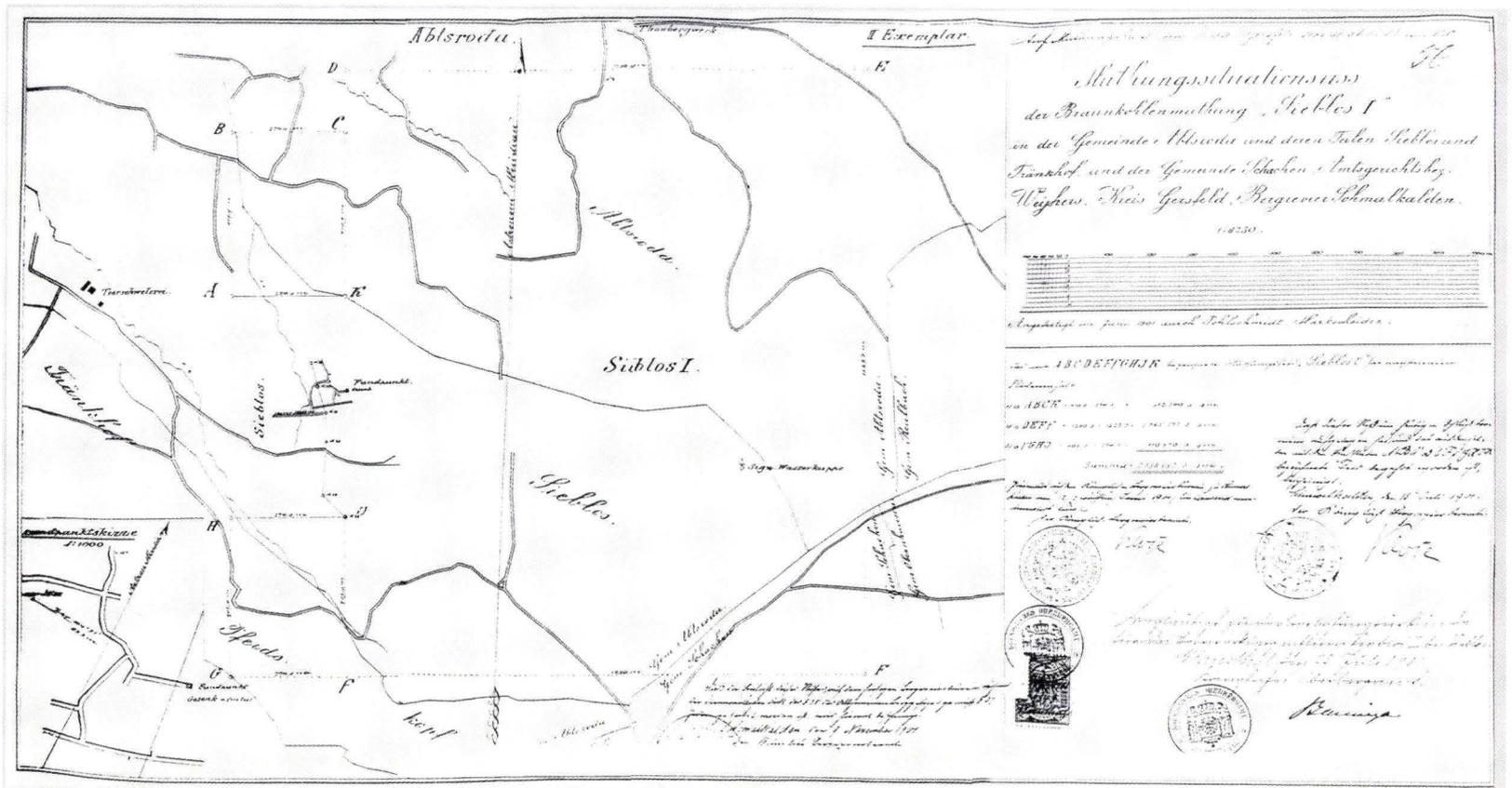


Abb. 2. Grund- und Profilriß der Braunkohlengrube des Betriebsführers Karbaum im Mai 1899.



Käufer ist der Maschinenfabrikant Johann Adam Hüfner aus Limburg an der Lahn, der am 18. Mai 1904 als Eigentümer von Sieblos und Sieblos I in das Berggrundbuch von Abtsroda (Blatt 17 und 19) eingetragen wird. Markscheider Pohlschmidt wird mit der Anfertigung eines Verleihungsrisses beauftragt.

In den kommenden Jahren ruht der Betrieb auf der Zeche. Im September 1913 wird der Deutschen Bergwerkszeitung in Essen eine Abhandlung über die Braunkohlenvorkommen in Sieblos vorgelegt. Der Redakteur, Bergassessor Berkhoff verzichtet jedoch nach Rücksprache mit dem Bergamt in Schmalkalden auf eine Veröffentlichung, da er die darin beschriebenen Vorkommen für übertrieben hält, und einem Täuschungsmanöver keinen Vorschub leisten will.

Erst im Frühjahr 1919, nach dem Ende des 1. Weltkrieges, beginnt wieder das Leben auf dem Grubengelände. Die Erdöl- und Kohleverwertungsgesellschaft Berlin beginnt im März 1919 als Optionsträger des Eigentümers mit dem erneuten Betrieb. Nach einer Befahrung der Grube durch den Betriebsführer Carl Buisson mit Bergat Klose vom Bergamt Schmalkalden gestattet dieser die Wiederaufnahme des Betriebes. Als Stellvertreter des Betriebsleiters wird der Hauer Reinhold Ziegenbalg bestellt. Er wird dem Bergamt wie folgt empfohlen:

„Wir schlagen den zu unserer Belegschaft gehörenden Häuer Reinhold Ziegenbalg vor, der bisher auch das Amt eines Aufsehers versah. Es handelt sich um einen alten, erfahrenen Bergmann mit grosser, langjähriger Erfahrung im Tiefbau im Braunkohlengebirge, was auch aus dem beiliegenden Führungszeugnis hervorgeht. Ziegenbalg ist ein ruhiger, zuverlässiger Mann & Abstinenzler.“

Weitere Versuchsbohrungen waren bereits im Jahr 1917 durchgeführt worden. Am 14. März 1919 wird der Betriebsplan mit den geplanten Arbeiten vorgelegt. Der Markscheider Clute-Simon aus Weidenhain wird mit den markscheiderischen Aufnahmen beauftragt. Der Betrieb beschränkt sich nun auf die Anlage des „Heinrichstollen“ und des „Oberen Neuen Stollen“ mit zusammen ca. 370 m Länge. Anfang August sind

die Aufschlußarbeiten beendet und der Betrieb wird stillgelegt. Die Belegschaft betrug während dieser Zeit durchschnittlich 12 Mann.

Im Juli 1924 erwirbt die Erdöl- und Kohleverwertungsgesellschaft Berlin das Bergwerkseigentum von Sieblos und Sieblos I und wird am 30. September 1924 als Eigentümer eingetragen. Ein Betrieb findet allerdings nicht mehr statt.

Da der im Berggrundbuch Blatt 19 für Sieblos verwendete Name „Meyersche Braunkohlengrube“ irreführend ist, wird er am 16. Mai 1939 von Amts wegen in Sieblos berichtigt.

Die Bergwerksfelder Sieblos (Blatt 19) und Sieblos I (Blatt 17) wurden danach öffentlich bekannt gegeben. Da keine fristgerechte Anzeige erfolgte, wurden die Braunkohlfelder auf Ersuchen des Hessischen Oberbergamtes in Wiesbaden am 10. Januar 1989 geschlossen.

Das Grubengelände und das Gelände der Schwelerei befinden sich heute im Eigentum der Gemeinde Poppenhausen.

Zur Zeit ist erst ein Teil der Bergakten ausgewertet. Die endgültige Fassung der Geschichte des Bergbaues auf Braunkohlen in Sieblos bleibt der Zukunft vorbehalten.

Für die Darstellung des gesamten Stollensystems in einer Karte, wurden die Grubenrisse der Markscheider Fox und Clute-Simon, sowie der des Bergwerkingenieurs Karbaum herangezogen. Von jedem Grubenriß wurden graphische örtliche Koordinaten erzeugt. Mittels einer Geländeaufnahme aller Formationen des Grubengeländes, besonders der teilweise noch sichtbaren Tagebrüche (Pingen), wurden die damit identischen Stollen- und Schachtpunkte in Gauß-Krüger-Koordinaten transformiert. Nach der Bildung von Mittelwerten wurden die Festpunkte für die Kartierung ausgewählt. Die Abweichung der Festpunkte beträgt max. 1,00 m. Damit liegt nun eine Karte vor, die alle in den Jahren 1856–1924 vorgetriebene Stollen, Schächte und Bohrlöcher, sowie die heutigen Grenzen enthält (Abb. 4).

Grundriß der Braunkohlengrube Sieblos bei Sieblos in der Rhön der Jahre 1895 bis 1919

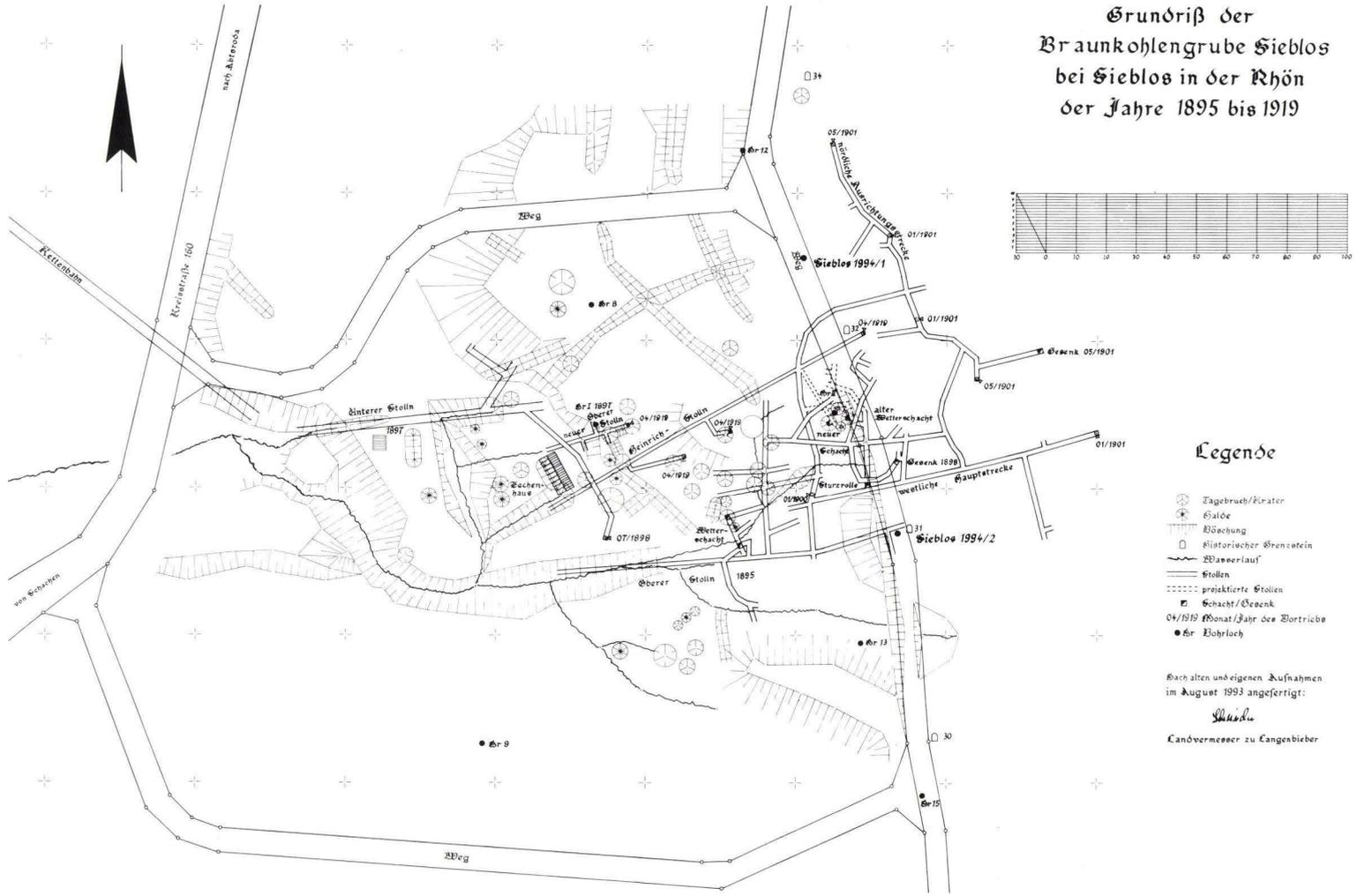


Abb. 4. Übersichtskarte des Grubengeländes der ehemaligen Zeche Sieblos mit Angaben zur heutigen Morphologie und Bezug zu den früheren Bergwerksanlagen aufgrund überlieferter Bergwerksakten. Eingezeichnet sind auch die neueren Untersuchungs- und Forschungsbohrungen.

Dank: Mein besonderer Dank gilt Herrn Bergvermessungsrat Jobst Knevels vom Oberbergamt Wiesbaden, der mir mit Rat und Tat geholfen hat.

Archivnachweis:

Akte der Braunkohlengrube Sieblos im Staatsarchiv Würzburg (Bergamt Kissingen 47).

Verzeichnis der Hypotheken- und Currentschulden im Staatsarchiv Würzburg (Bergamt Kissingen 37).

Akte der Braunkohlengrube Sieblos des Bergamtes Schmalkalden im Staatsarchiv Marburg (Bestand 56, Bergamt Schmalkalden, Acc. 1987/50, Paket 79, Nr. 1027).

Akte betreffend das Braunkohlenbergwerk Sieblos bei Sieblos (7183) im Oberbergamt Wiesbaden.

Akte betreffend den Betrieb des Braunkohlenbergwerks Sieblos (7183 b) im Oberbergamt Wiesbaden.

Akte betreffend das Braunkohlenbergwerk Sieblos I bei Sieblos (7184) im Oberbergamt Wiesbaden.

Berggrundbücher von Abtsroda im Oberbergamt Wiesbaden (B 7183 Sieblos, B 7184 Sieblos I).

Akten des Königl. Bayer. Bergamtes Kissingen (Betrieb, Fristung, Rechnungswesen & Schuldenwesen der Grube Sieblos) im Oberbergamt Wiesbaden.

Berichte über die Braunkohlen-Lager der Rhön im „Gersfelder Kreisblatt“ (1889–1920)

von
Erlend Martini*

Martini, E. (1998): Berichte über die Braunkohlen-Lager der Rhön im „Gersfelder Kreisblatt“ (1889–1920). – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossillagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 41–52; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

Nachrichten im „Gersfelder Kreisblatt“, die das Grubenfeld Sieblos an der Wasserkuppe sowie weitere Kohlevorkommen der Rhön betreffen, wurden für die Jahre 1889 bis 1920 zusammengestellt.

Abstract

Notes in the „Gersfelder Kreisblatt“ on brown coal occurrences in the Rhoean mountains (1889–1920)

News in the „Gersfelder Kreisblatt“ concerning the coal mine Sieblos on the westslope of the Wasserkuppe and some other occurrences are assembled for the years 1889 through 1920.

1. Einleitung

Neben Grabungen vor Ort, d.h. im alten Grubengelände, bieten vor allem die alten Akten in den jeweils zuständigen Bergämtern Möglichkeiten, sich über Besitzverhältnisse, Bauvorhaben, Beschäftigungsdaten, Fördermengen, Gesteinsmaterial und Streckenführungen zu informieren. Die Akten über die ehemalige Grube Sieblos sind weitgehend erhalten geblieben und lagern heute beim Bergamt in Bad Hersfeld und im Staatsarchiv Marburg (Schneider 1998).

Eine weitere Möglichkeit Informationen zu erhalten, sind Berichte in den örtlichen Zeitungen über die Tätigkeiten der Gesellschaft während ihrer Betriebszeit. Für Sieblos war der nächstgelegene Ort, in dem eine Zeitung regelmäßig herausgegeben wurde, Gersfeld. Hier erschien in den Jahren 1883 bis 1945 das „Gersfelder Kreisblatt“. Die Jahrgänge ab 1890 sind im Archiv der Stadtverwaltung vorhanden und können dort eingesehen werden.

* Prof. Dr. E. Martini, Geologisch-Paläontologisches Institut der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Senckenberganlage 32–34, D-60325 Frankfurt am Main

Nachstehend sind die Meldungen aus dem „Gersfelder Kreisblatt“ für das Grubenfeld Sieblos sowie für weitere Kohlevorkommen in der Rhön für den Zeitraum 1889 bis 1920 zusammengestellt. Sie bieten insbesondere für das Grubenfeld Sieblos eine gute Ergänzung zu den in Aschenbrenner (1988) veröffentlichten Daten. Zu bemerken ist hierzu, daß das dort für 1895 aufgeführte „Bohrprofil E am Waldrand (in Gahl 1968: No. 15)“ sich auf eine Bohrung bezieht, die von H. Bücking veranlaßt und die von Ende

April bis zum 5. Juni 1909 durchgeführt wurde. Diese Bohrung wurde fälschlicherweise in der Arbeit Speiser (1914) unter Verschweigung des Initiators in das Jahr 1895 verlegt, was eindeutig aus einem erst jüngst bekannt gewordenen, auf den 20. September 1912 datierten Gutachten von Speiser hervorgeht. Entsprechend beziehen sich alle Angaben über die ‘Bohrung 1895’ in nach Speiser (1914) erschienenen Arbeiten auf die Bohrung Bücking 1909.

2. Grube Sieblos an der Wasserkuppe

Quellennachweis:

- | | | | | | |
|-----|---------|---------------------|------|---------|---------------------|
| (1) | 14. Jg. | Nr. 77 / 25.09.1896 | (7) | 17. Jg. | Nr. 73 / 12.09.1899 |
| (2) | 15. Jg. | Nr. 19 / 05.03.1897 | (8) | 22. Jg. | Nr. 3 / 08.01.1904 |
| (3) | 15. Jg. | Nr. 50 / 22.06.1897 | (9) | 27. Jg. | Nr. 28 / 06.04.1909 |
| (4) | 17. Jg. | Nr. 4 / 13.01.1899 | (10) | 30. Jg. | Nr. 62 / 02.08.1912 |
| (5) | 17. Jg. | Nr. 10 / 03.02.1899 | (11) | 36. Jg. | Nr. 9 / 29.01.1918 |
| (6) | 17. Jg. | Nr. 33 / 25.04.1899 | | | |

1 Das am Fuße der großen Wasserkuppe gelegene Braunkohlenbergwerk, genannt Zeche Sieblos, ist sicherem Vernehmen nach gegen eine große Kauffumme von dem bisherigen Besitzer Herrn J. Reinhardt aus Hanau an eine Berliner Firma übergegangen. Letztere will vorerst 400,000 Mk. zu den nöthigen Bauten und Anlagen verwenden. Gegenwärtig werden 15—20 Mann, unter der Leitung des Herrn Obersteigers Karl Weida, beschäftigt.

2 Die vor einiger Zeit in den Besitz eines Konsortiums in Berlin übergegangene Zeche Sieblos bei Abtsroda in der Rhön, repräsentirt durch das Bankhaus Heimann und Freund in Berlin, beginnt bereits das Interesse weiter Kreise auf sich zu lenken. Neuertings sind weitere Bohrungen von dem Konsortium daselbst vorgenommen und bedeutende Kohlenfunde gemacht worden. Bereits im Frühjahr soll mit dem Bau der nöthigen Gebäude begonnen werden. Dieses Unternehmen ist für die dortige Bevölkerung als neue Erwerbsequelle mit Freuden zu begrüßen.

3

Heute wurde am Schwarzenacker an der Stelle wo früher schon nach Kohlen gegraben wurde, von der Bergwerksgesellschaft zu Sieblos mit Bohrversuchen begonnen. Die Unternehmer, welche in Sieblos einen sehr guten Erfolg hatten, versprechen sich denselben auch hier.

4

Ueber die „Theerkohlengrube Sieblos“ bei Pöppelhausen geht uns von gut unterrichteter Seite die Mittheilung zu, daß am 21. d. M., Namittags 4 Uhr, im Savoy-Hotel zu Berlin die dritte ordentliche Generalversammlung stattfanden wird, wobei die Neuwahl des Vorstandes auf der Tagesordnung steht. Die Gesellschaft hat den bei der Grube belagerten Bauernhof angekauft und zu Beamten- und Arbeiterwohnungen umgebaut. In Folge der günstigen Witterung ist der Bau der Schwellerei soweit gefördert, daß im März wahrscheinlich der Betrieb aufgenommen werden kann. Die Aufschlußarbeiten der Grube haben ergeben, daß große Mengen Kohlen vorhanden sind, welche einen weit größeren Theergehalt haben, wie Anfangs festgestellt wurde. Denn während die höher liegenden Schichten nur einen Theergehalt von 20,4% eigentlichen Theer enthielten, haben die beim weiteren Aufschluß gefundenen Kohlen 42% Theergehalt. Wenn man dagegen die Schwellereien des Halle'schen Reviers in Betracht zieht, welche bei ca. 10% Theergehalt gute Dividenden geben, berechtigt dies geradezu glänzende Ergebnisse zu den schönsten Hoffnungen, für die Rentabilität des Unternehmens.

5

Folgende Mittheilung dürfte für manche unserer Leser von Interesse sein. Die Bergbaugesellschaft Theerkohlengrube Sieblos bei Pöppelhausen wählte in der Generalversammlung am 21. d. M. folgenden Vorstand: Gideon Haymann-Berlin, Oberstabsarzt 1. Klasse Dr. Kleist-Berlin, Rechtsanwalt und Notar Dr. Spitta-Bremen, Rittergutsbesitzer Flemming-Dippoldiswalde, Adolf Freund-Berlin. Aus dem Bericht der Generalversammlung geht hervor, daß der Bau der Schwellerei unter Dach ist und die Kessel an Ort und Stelle einge-

mauert sind. Mit der fertig gestellten Anlage können in 6 Defen in 24 Stunden etwa 50,000 Kilogramm Kohle verarbeitet werden, welches einen täglichen voraussichtlichen Gewinn von 390 Mark oder bei 300 Arbeitstagen einen Jahresgewinn von 117,000 Mk. ergeben würde. Hierbei ist noch zu berücksichtigen, daß von den existirenden 1000 Anthteilen 145 Anthteile sich im Portefeuille der Gesellschaft befinden und der auf dieselben entfallende Gewinn den übrigen Anthteilen wieder zufließt und auch ferner, daß stets eine Vergrößerung der Produktion durch Anbau neuer Defen ohne erhebliche Schwierigkeiten durchzuführen ist, zumal die Dampfkessel zc. für eine größere Anlage vorgesehen sind. Eine weitere Einnahme dürfte der Gesellschaft zufließen durch die Verwerthung der mitgewonnenen Gokes. Diese Nebenproduktion beträgt täglich etwa 25000 Kilogramm. Der Betrieb soll am 1. April d. J. eröffnet werden.

6 Wie aus Sieblös berichtet wird, ist es gelungen, die Arbeiten auf der Grube „Bergbau-Gesellschaft Theerkohlengrube Sieblös“ so weit zu fördern, daß die Gebäude und Defen nunmehr fertig gestellt sind und die Anblasung der Defen in den nächsten Tagen erfolgen kann. Die Inbetriebsetzung der Schwelerei selbst dürfte dann ca. 3 Wochen später vorgenommen werden, da die Erwärmung der Defen und die Steigerung der in derselben herrschenden Temperatur im Interesse der Dauerhaftigkeit der Defen nur langsam ausgeführt wird.

7 **Verbot.** Das Betreten meiner bei der Grube Sieblös belegenen **Wiese**, sowie das Wasserholen ist strengstens verboten.

Boppenhausen, den 8. Septbr. 1899
Joh. Jos. Döll.

8 Die Fabrikanlage der „Theerkohlengrube Sieblös“ soll sobald die maschinelle Einrichtung veräußert ist, abgebrochen werden.

9 Siebloß, 5. April. Dem Vernehmen nach soll die jetzt im Besitze eines Herrn aus Limburg a. L. befindliche, seit Jahren außer Betrieb stehende Teerfabrik in nächster Nähe von Siebloß in diesem Frühjahr abgebrochen werden. Es ist im Interesse der umliegenden Orte wie der Rhön überhaupt zu bedauern, daß das mit enormen Kosten und großen Hoffnungen ins Leben gerufene Unternehmen einen solchen Ausgang nimmt. —

10 Das Kohlenbergwerk „Siebloß“ ist vor kurzem an eine andere Firma übergegangen, und wird sicherem Vernehmen nach jetzt wieder in Betrieb gesetzt, da schon Arbeiter gesucht und angenommen werden, was in hiesiger Gegend mit Freuden begrüßt wird. Hoffentlich kommt dadurch eine Bahnverbindung nach Poppenhausen zc. schneller zu Stande.

11 Auf dem bekannten, eine ergiebige Teerkohle bergenden Kohlenfeld Siebloß werden gegenwärtig wieder Bohrversuche, wie wir hören, mit bestem Erfolg, vorgenommen. Es ist eine Wiederaufnahme des vor Jahren bestandenen, aber weil nicht rationell genug betriebenen, insolgedessen unrentabel gewesenen Betriebes, zu erwarten. Eine Hebung der in unserm Rhöngebirge vorhandenen Schätze nach dem Kriege, läßt die Hoffnung auf eine gute Zukunft wachsen.

3. Weitere Kohlevorkommen in der Rhön

Quellennachweis:

(12)	7. Jg.	Nr. 58 / 23.07.1889	(20)	31. Jg.	Nr. 77 / 23.09.1913
(13)	14. Jg.	Nr. 16 / 25.02.1896	(21)	31. Jg.	Nr. 78 / 26.09.1913
(14)	15. Jg.	Nr. 42 / 25.05.1897	(22)	31. Jg.	Nr. 81 / 07.10.1913
(15)	24. Jg.	Nr. 46 / 08.06.1906	(23)	31. Jg.	Nr. 83 / 14.10.1913
(16)	29. Jg.	Nr. 102 / 22.12.1911	(24)	32. Jg.	Nr. 30 / 14.04.1914
(17)	30. Jg.	Nr. 35 / 30.04.1912	(25)	32. Jg.	Nr. 33 / 24.04.1914
(18)	30. Jg.	Nr. 59 / 23.07.1912	(26)	33. Jg.	Nr. 18 / 26.02.1915
(19)	31. Jg.	Nr. 72 / 05.09.1913	(27)	36. Jg.	Nr. 9 / 29. 01.1918

12

Tann. In dem Braunkohlenbergwerk bei Kaltennordheim ist man nach jahrelangen mühseligen Arbeiten auf ein starkes Kohlenlager gestoßen, welches sich bis in unsere Gegend ziehen soll. Die zu Tage geförderte Kohle wird als eine ganz vorzügliche bezeichnet, deren Heizkraft der böhmischen Braunkohle nichts nachgeben soll. Der Bergwerksbesitzer Schmelzer von Altenburg beabsichtigt, wie mag dem ‚Fld. Krbl.‘ mittheilt, das Zechenhaus mit dem Feldbahnhofe in Kaltennordheim durch eine Drahtseilbahn zu verbinden um den Kohlentransport zu vereinfachen.

13

Von der Rhön, 20. Febr. In der Nähe der historischen Sachsenburg bei dem Dörfchen Gerstengrund hat man ein mächtiges Kohlenlager entdeckt; es sind bereits die Vorkehrungen unter sachverständiger Leitung im Gange, um ein neues Kohlenbergwerk anzulegen. Der erste Schacht ist bereits bis zu einer Tiefe von 70 Fuß gediehen und soll zunächst bis 100 Fuß fortgeführt werden. Weitere Schächte von größerer Tiefe sollen noch in der sogenannten Kohlbach gebohrt werden. Man glaubt auf Grund der Feststellung ein sehr ausgedehntes Kohlenlager gefunden zu haben.

14

Ein bedauerliches Grubenunglück hat sich in dem Braunkohlenbergwerk „Bauersberg“ bei Bischofsheim v. d. Rhön zugetragen. Am Samstag den 22. Mai Vorm. halb 11 Uhr wurden durch einen einstürzenden Schacht 5 Arbeiter verschüttet. 3 vermochten sich noch zu retten während der Obersteiger Jung und der Arbeiter Henn verschüttet blieben. Es wurde sofort mit den Rettungsarbeiten begonnen und Tag und Nacht un-
aufhörlich unter sehr schwierigen Umständen nach den Verunglückten gegraben, doch ist es erst gestern gelungen, dieselben, leider todt, aus der Grube zu fördern. Während Ersterer eine Wittve mit 4 Kindern hinterläßt, soll der zweite Verunglückte Junggefelle sein.

Eine bayrische Gewerkschaft hat das Feld bei Bischofsheim ermutet, um in gründlicher fachmännischer Weise das ganze Tal mittels Kraftbetrieb nach Kohlen abbohren zu lassen. Nach Ansicht hervorragender Fachleute auf dem Gebiete des Kohlenbergbaues dürften die Aussichten, gute Bechglanzkohle im Tale zu erbohren, sehr günstig sein. Auf dem Bauerberg bei Bischofsheim wurde schon seit mehr als hundert Jahren nach Kohlen gegraben. Die dabelbit vorkommende Braunkohle ist schwefelreich und daher minderwertig und kam es bis heute zu keiner nennenswerten Aufschließung — abgesehen von dem dort vorkommenden Tonruß, — welchen ein norddeutscher Wichsiefabrikant zur Herstellung einer Steklamewicshie graben läßt. Auch diesseits der hohen Rhön am Schwarzenacker bei Gerzfeld wurde vor vielen Jahren nach Kohlen gesucht und solche in geringer Menge gefunden. Leider war die damalige Bohreinrichtung so primitiv, daß von einer gründlichen Erforschung einer nennenswerten Tiefe keine Rede sein konnte. Mögen die gegenwärtigen Bohrversuche bei Bischofsheim guten Erfolg haben.

(Kohlenlager in der preußischen Rhön). Seit etwa drei Monaten läßt Herr Richard Müller in Fulda bergmännische Arbeiten bei Wüstenjachsen an der hohen Rhön ausführen, um ein dort vermutetes Kohlenlager aufzuschließen. Nach großen Schwierigkeiten (es mußte ein 14 Meter starker Basaltfelsen durchteuft werden) ist der Schacht jetzt im Kohlenlager angelangt, welches sich als ziemlich mächtig und von ausgezeichnete Beschaffenheit erweist. Da bereits sämtliche Kohlenfelder nördlich bis nach Hilders und östlich (auf bayerischem Gebiet) bis nach Fladungen von Herrn Richard Müller erworben sind, wird ein Bergbaubetrieb in größerem Umfange eingerichtet werden können und dadurch auch die alsbaldige Fortführung der Eisenbahn von Hilders nach Wüstenjachsen gesichert werden. Die Kalwerke im südlichen Werratal und Illertal, welche für den Absatz der Kohle besonders günstig liegen, haben sie zumteil schon geprüft und für sehr gut befunden.

17

Die Aufschlußarbeiten zur näheren Erforschung des Braunkohlenlagers auf der hohen Rhön im sogenannten Lettengraben bei Wüstenachsen machen gute Fortschritte. Der angelegte Stollen ist durch sehr hartes Basaltgestein mittelst Pickel und Dynamit auf eine Länge von 110 Meter vorgetrieben. Bei etwas über 100 Meter zeigte sich das Ausgeh-Ende des Kohlenlagers. Die Mächtigkeit des Lagers nimmt von Meter zu Meter zu. Die sich zeigende Kohle ist von sehr guter Beschaffenheit, äußerst fest und hat fast die Eigenschaft der Steinkohle. Bei weiterem Vordringen in das Hauptflöz des Lagers erhofft man noch eine Steigerung der Güte der Kohle. An den Aufschlußarbeiten wird in 3 Schichten Tag und Nacht gearbeitet. — Zweifellos finden sich auch diesseits der hohen Rhön ergiebige Braunkohlenlager. Alte Leute von hier erinnern sich noch, daß am Schwarzenacker zwischen Sandberg und Mosbach oberflächliche Nachgrabungen nach Kohlen vorgenommen und Braunkohlen vorgefunden worden sind. Es fehlt hier nur an einem Unternehmer zur Anstellung von Bohrversuchen. Daraus, daß wir diesseits des Gebirgsstockes der hohen Rhön genau dieselben Gesteinarten haben, wie jenseits, läßt sich schließen, daß auch hier wie dort Kohlen lagern.

18

Die Kohlen aus dem neuerschlossenen Bergwerk Lettengraben oberhalb Wüstenachsen haben nach einer Untersuchung durch Herrn Dr. Uffermann aus Kassel folgende Bestandteile: Brennbare Substanz 58,32, Wasser 18,20, Asche 22,45 und Schwefel 1,03 Prozent. Die Kohle soll in ihrer ganzen Zusammensetzung einen guten Brickett aus Braunkohlen gleich sein. Das Kohlenlager soll bei einer täglichen Förderung von 20 Waggon mindestens 250 Jahre andauern. Man hofft, daß nach dem Bahnbau Wüstenachsen-Hilders auch die Streutalbahn Mellrichstadt-Fladungen bis zu dem Rhön-Kohlenrevier gebaut wird.

19

In Flieden ist durch zahlreiche Bohrungen ein sehr ausgedehntes Braunkohlenlager aufgeschlossen worden, das nun ausgenutzt werden soll.

20

Der Gewerkschaft „Hohe Rhön“ mit dem Sitze in Fladungen, welche durch die Verleihung des Bergwerk-Eigentums an die Mitbeteiligten Rentner Richard Müller und Verwalter Vinz. Jos. Schöpf, beide in Fulda, entstanden ist, wurde unter dem Namen „Hohe Rhön“ das Bergwerks-Eigentum in den in den Gemeinden Fladungen, Hausen, Roth und Oberelsbach gelegenen Felde von 800 Hektar Flächeninhalt zur Gewinnung der in diesem Felde vorkommenden Braunkohlen verliehen.

Die Braunkohlengrubenfelder im Bauersberg bei Bischofsheim, Glüdauf, Linazsche, Volkenstein und Hühnwald auf der langen Rhön sind in den Besitz des bayerischen Staates übergegangen. —

21

Nachdem der bairische Staat das Bauersberg'sche Rhön-Kohlenbergwerk bei Bischofsheim angekauft und in Bayern über den Ankauf kritisiert wurde, wenden amtliche Stellen in München sich wie folgt gegen die bestehenden Bedenken:

Die Kosten für die fraglichen Braunkohlengrubenfelder auf der langen Rhön sind nur eine Bagatelle. Der Staat hat sich die Kohlenfelder vorsichtshalber gesichert mit Rücksicht auf die unabweismbare Notwendigkeit, daß die Staatsbahn späterhin in dem wasserarmen Nordbayern eine Ueberlandzentrale errichten wird. Das wird in absehbarer Zeit eintreten, da außer der eventuellen Elektrifizierung von Bahnen wichtige Punkte in Franken in Frage kommen, die mit Elektrizität zu versehen sein werden und viel Strom brauchen, so Würzburg für seinen Bahnhof und für den Umschlaghafen, dann Würzburg und andere für die Staatsbahn wichtige Punkte. Da ist es dann von großem Werte, daß die Staatsbahn den nötigen Strom selbst erzeugt, und hierzu ist die Kohle von Bauersberg sehr geeignet, wenn sie an Ort und Stelle brifettiert wird. Diese Kohle hat sogar weniger Wassergehalt wie die Kohle von Wadersdorf bei Schwandorf die 50 Prozent Wasser enthält, sich aber ausgezeichnet bei der Brifettierung bewährt hat. — Danach scheint die Errichtung eines großen Kraftwerkes in der Rhön doch im Bereiche der Möglichkeit zu liegen.

22

In der „Frankf. Ztg.“ war die Nachricht verbreitet worden, in dem von der bair. Regierung angekauften Bauersberg bei Bischofsheim (Rhön) wüte ein ständiger Brand. Weiter hieß es, die vorhandene Braunkohle sei wässerig und unbrauchbar. Der bekannte Abg. Müller-Fulda habe den Bauers-

berg bei Bischofsheim (Rhön) wüte ein ständiger Brand. Weiter hieß es, die vorhandene Braunkohle sei wässerig und unbrauchbar. Der bekannte Abg. Müller-Fulda habe den Bauersberg vor einem Vierteljahr von einem Herrn aus Hannover gekauft, und nun habe ihn ihm das bayr. Verkehrsministerium abgenommen, ihm außerdem wertvolles Terrain bei Fladungen zu Mutungen überlassen. Man sei auf den Kaufpreis für den Bauersberg gespannt und sehe den Landtagsverhandlungen mit Interesse entgegen. — Das „Fränk. Volksblatt“ löst die Spannung, indem es mitteilt, daß sich der Gesamtkaufpreis für 1930 Hektar Grubenfelder auf nur 10 000 Mark stellt. Da der Bauersberg nur 330 Hektar groß ist, werden also, nach der Fläche verrechnet auf ihn Mark 1680 Kaufpreis kommen. Dazu treten noch einige Hundert Mark Gebühren. Auf die miterworbenen 1600 Hektar großen Grubenfelder Linageche und Glückauf entfallen also 8320 Mark Kaufpreis, wozu noch der Anteil an Gebühren usw. kommt. Die Grubenfelder waren Eigentum eines Fabrikanten in Welle, der den Bergbau bis Ende 1912 betrieb. Die Angabe, daß Bergwerk sei seit Jahren geschlossen, ist ebenso falsch, als diejenige, daß „das Feuer im Inneren des Berges wütet.“ Lediglich eine Schutthalde u. das Ausgehende des früheren Tagebaues „brennen“ oder glühen seit etwa 40 Jahren; das Innere des Berges ist überhaupt noch nicht aufgeschlossen, nach den vorliegenden Bohrprotokollen enthält es jedoch ungeheure Kohlenlager. Wichtig ist, daß Herr Müller den bayr. Eisenbahnminister vor Jahresfrist auf den Bauersberg und die anliegenden Felder aufmerksam machte. Der Besitzer verlangte anfangs 40 000 M. ging aber schließlich auf 10 000 M. herab. Herr Müller beanspruchte für den Erwerb nur seine baren Auslagen; daß ihm bei Fladungen Terrain überlassen worden sei, ist eine dreiste Erfindung. Der bayr. Staat besitzt jetzt in der hohen Rhön annähernd 3000 Hektar (12000) Morgen wertvolle Kohlenfelder, die ihm, alles zusammengerechnet, noch keine 14 000 M. kosten; so billig dürfte wohl noch Niemand in den Besitz solcher Felder gekommen sein!

23 Bischofsheim v. d. Rh., 11. Okt. Gestern sind ein Ingenieur und zwei Bohrmeister hier eingetroffen, um das Gelände um den Bauersberg abzubohren. Dort befinden sich bekanntlich die jüngst vom bayerischen Staat erworbenen Braunkohlenfelder.

24 Der „Würzb. Generalanz.“ meldet, die vom bayrischen Verkehrsministerium angestellten Handbohrungen nach Braun-

Kohlen im Gebiete des früheren Braunkohlenbergwerks auf dem Bauersberge bei Bischofsheim v. Rh. seien zum größten Teil wieder eingestellt, weil sie ein negatives Resultat ergeben hätten. Nur die Maschinenbohrung der Internationalen Bohrgesellschaft Erkelenz A.-G. auf dem Heidelberg ist noch im Gange. In der „Fuld. Ztg.“ wird das Nichtvorhandensein von Kohle in der Rhön widersprochen und betont, die Erfolglosigkeit der Bohrversuche habe ihre Ursache darin, daß sie sobald sich Basalt zeigte eingestellt wurden, während die Braunkohlen in der Rhön unter dem Basalt lagern, wie das im Bergwerk Lettengraben bei Wüstenachsen dargetan sei. Die Basaltschicht muß erst durchbrochen werden, um zu den Kohlen zu gelangen.

25 Bischofsheim (Rhön), 21. April. Der Generaldirektor der Berg-, Hütten- und Salzwerke in Bayern besichtigte vergangenen Samstag die bereits ruhenden Bohrfelder auf dem Bauersberge bei Bischofsheim vor der Rhön und die noch tätige Maschinenbohrung der Internationalen Bohrgesellschaft Erkelenz A.-G. am Heidelberg an der bayerisch-preussischen Landesgrenze. Seit dem Tage ist nun auch dieser letzte Bohrbetrieb eingestellt worden.

26 Auf der Grube Lettengraben bei Wüstenachsen wird jetzt der erste Generator aufgestellt. Dieser dient zur Vergasung der Kohlen unter Gewinnung von Nebenprodukten: Teer und schwefelsaurem Ammoniak (Stickstoff). Der Teer wird zu Benzol verarbeitet, das schwefelsaure Ammoniak dient als Düngemittel für die Landwirtschaft, der Stickstoff aber auch zu Weiterverarbeitung auf Salpeter zu Sprengstoffen für Kriegsbedarf. Da die Zufuhr von Salpeter aus dem Ausland abgeschnitten ist, gewinnt diese Fabrikation eine umso größere Bedeutung. Es werden im ganzen 10 Generatoren aufgestellt, welche täglich 6000 Zentner Kohlen vergasen können. Die Gase werden zur Herstellung von elektrischer Kraft verwendet, deren Kostenpreis sich durch die Nebengewinnung von Teer und Ammoniak nur auf $1\frac{1}{2}$ Pfg. für die Kilowattstunde stellen wird. Zur Einrichtung einer größeren Fabrikanlage im Anschluß an den Bahnhof Wüstenachsen ist bereits ein Gelände von 3 Hektar durch die Gewerkschaft Lettengraben angekauft worden.

Kohlenfelder in der Rhön. Weite Strecken des Rhöngebirges, sowohl preussischen wie bayerischen und weimarischen Anteils, werden von anbauwerten Kohlenfeldern durchzogen. Dieses weist auch neuerdings der bayerische Abgeordnete Osel in einer ausgezeichneten Broschüre mit dem Kapitel „Die Braunkohlen in der Rhön“ nach. Hauptsächlich hat sich von fiskalischer Seite aus bis jetzt nur das Königreich Bayern mit dem Abbau der Rhönkohlen befaßt. Gerade die Braunkohlen der Rhön sollen besonders geeignet sein für Zerlegung und Erzeugung brennender Gase, öligier Teerprodukte und anderer wertvoller Abfallstoffe, die gegenwärtig von größter Bedeutung sind. Auch das für die Landwirtschaft so wertvolle schwefelsaure Ammoniak wird aus diesen Stoffen gewonnen. Wie verlautet, handelt die „Deutsche Erdölgesellschaft“ um die oberhalb Bischofsheim gelegenen Bauerzberger Kohlenfelder und die Firma Siemens u. Halske um das Feld „Richard“, das sich von Bischofsheim über Frankenheim und von da bis zum Lettegraben bei Wüstenfachsen hinzieht, um eine große elektrische Heberlandzentrale in der Rhön zu errichten. Preußen hat kurz vor dem Kriege eine Sekundärbahn zu den Kohlenfeldern bei Wüstenfachsen abgebaut.

Dank: Für die Möglichkeit, die verschiedenen Jahrgänge des „Gersfelder Kreisblattes“ einsehen zu können, danke ich den Herren

Th. Helmer (Fulda) und K. Niebling (Stadtverwaltung Gersfeld).

4. Schriftenverzeichnis

- Aschenbrenner, C. (1988): Beiträge zur Geschichte des Bergbaues von Sieblos/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 27–36; Fulda.
- Gahl, H. (1968): Die unteroligozäne Braunkohlenlagerstätte von Sieblos/Rhön. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **96**: 259–272; Wiesbaden.
- Speiser, P. (1912): Gutachten über die Teerschieferablagerungen bei Sieblos in der Rhön. – Archiv Hess. L.-Amt Bodenforsch. 5425/1 bzw. 5525/70: 19 S.; Wiesbaden.
- Speiser, P. (1914): Die Braunkohlenformation von Sieblos in der Rhön. – Techn. Bl. (W.Beil. deutsch. Bergwerks-Ztg.), **4**(1): 1–3; Essen.
- Schneider, M. (1998): Zur Geschichte des Braunkohlenbergbaues in Sieblos. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 29–39; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).

Profilbeschreibungen der Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 an der Wasserkuppe/Rhön

von
Martin Hottenrott, Erlend Martini & Wolfgang Schiller*

Hottenrott, M., Martini, E. & Schiller, W. (1998): Profilbeschreibungen der Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 an der Wasserkuppe/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 53–69, 1 Abb., 5 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

Die Profile von zwei Bohrungen zur Erkundung der Fossilagerstätte Sieblos am Westhang der Wasserkuppe werden detailliert beschrieben.

Die Bohrung Sieblos 1994/1 erreichte eine Endteufe von 46,70 m und erbohrte quartäre

(8,50 m), tertiäre (30,30 m) und triassische (Unterer Muschelkalk 7,90 m) Sedimente.

In der Bohrung Sieblos 1994/2 wurden 10,65 m Vulkaniklastite und 46,41 m tertiäre Sedimente bis zur Endteufe von 57,06 m angetroffen.

Abstract

Description of the research-drillings Sieblos 1994/1 and 1994/2 near the Wasserkuppe, Rhoe mountains

The profiles of the two wells exploring the fossil deposit of Sieblos on the western slope of the Wasserkuppe are described in detail.

Well Sieblos 1994/1 penetrated 46,70 m of Quarternary (8,50 m), Tertiary (30,30 m) and

Triassic (Muschelkalk 7,90 m) sediments.

In well Sieblos 1994/2 10,65 m of volcanoclastics and 46,41 m of sediments of Tertiary age were cored. Terminal depth was 57,06 m.

1. Einleitung

Die bisherigen Untersuchungen zur stratigraphischen Abfolge, zur Verbreitung der tertiären Ablagerungen und zur Einordnung der paläontologischen Funde litten alle unter der ungenü-

genden Kenntnis der wirklichen Abfolge der Gesteine und der in ihnen enthaltenen Fossilien, zumal die überlieferten Bergwerksunterlagen nur unzureichende oder schwer nachvollzieh-

* Dr. M. Hottenrott, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, D-65193 Wiesbaden, Prof. Dr. E. Martini und Dipl.-Geol. W. Schiller, Geologisch-Paläontologisches Institut der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Senckenberganlage 32–34, D-60325 Frankfurt am Main

bare Angaben enthielten (Martini & Rothe 1993). Einige wichtige Profile sind von Gahl (1968) zusammengestellt worden, doch auch hier sind Zuordnungen zu bestimmten Sedimenttypen und Korrelationen innerhalb des Gesamtvorkommens mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Insbesondere betrifft dies die von Speiser (1914) angeführte Bohrung von 1895. In einem im Archiv des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung befindlichen unveröffentlichten Gutachten vom 20. September 1912, später verbessert auf 1914, zitiert Speiser seitenslang aus einem Gutachten von Bücking, der im April 1909 eine Detailkartierung vornahm und eine Bohrung am Waldrand zwischen den Grenzsteinen 31 und 32 veranlaßte, die von Ende April 1909 bis zum 5. Juni 1909 durchgeführt wurde. Das von Bücking in diesem Gutachten mitgeteilte Profil der Bohrung wird von Speiser (1914) plötzlich in das Jahr 1895 verlegt und außerdem werden ganze Passagen aus dem Gutachten ohne Nennung des Autors als eigene Untersuchungen veröffentlicht. Seitdem wird diese Bohrung „als wahrscheinlich am Waldrand stehend“ und von „1895 stammend“ in der Literatur zitiert (Hirsch 1937, Gahl 1968, Aschenbrenner 1988, Martini & Rothe 1988, 1993). Aufgrund einer Planskizze von Bücking, die in einem Bergbaubericht von Clute-Simon (1919) enthalten ist, kann diese Bohrung (1909 und nicht 1895) nunmehr als etwa in der Mitte zwischen den Bohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 gelegen lokalisiert werden. Sie gibt damit wertvolle Hinweise über die Gestaltung des Gesamtvorkommens und ist wichtig für weitere Planungen (Martini & Rothe 1998).

Die beiden nachstehend beschriebenen Bohrungen Sieblos 1994/1 und Sieblos 1994/2 wurden in der vermutlich nördlichen Randlage bzw. im Zentralteil des Tertiär-Vorkommens auf einem am Waldrand entlangführenden Weg angesetzt, wobei die Bohrung Sieblos 1994/2 direkt unterhalb des Grenzsteins 31 liegt. Typische Gesteine der erbohrten Abfolge sind auf Taf. 1-5 dargestellt.

Die Finanzierung der 1. Bohrung erfolgte durch das Hessische Landesamt für Bodenforschung

(Wiesbaden), während die 2. Bohrung über Mittel des LEADER-Programms des Biosphärenreservats Rhön (Amt für Regionalentwicklung, Landschaftspflege und Landwirtschaft, Fulda) und unter Beteiligung der Gemeinde Poppenhausen durchgeführt wurde. Die Bohrungen wurden ausgeführt von der Günter Eder GmbH in D-84332 Hebertsfelden mit den Herren Alfred Knappe, Hein Kamps (1. Bohrung) und Ulrich Vogt, Camillo Schulze (2. Bohrung). Die Spülwasserversorgung erfolgte durch Herrn Michael Groß (Poppenhausen, Storchshof) mit Wasser aus dem Guckai-See. Allen Beteiligten, insbesondere auch dem Bürgermeister von Poppenhausen, Herrn Wolfgang Wehner, danken wir für die freundliche Unterstützung und gute Zusammenarbeit.

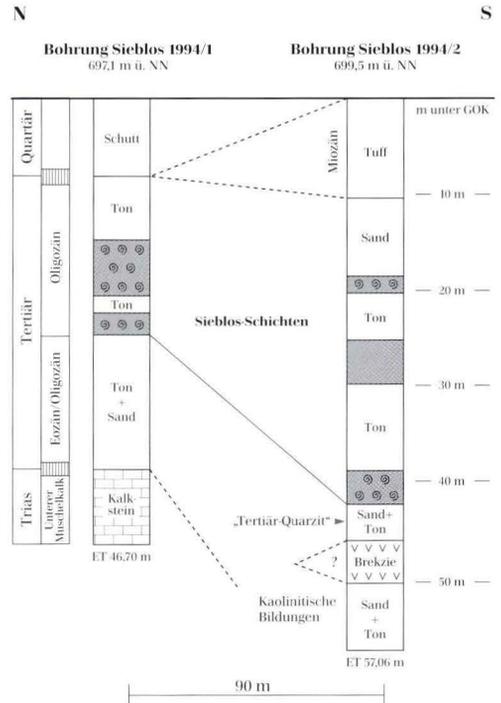


Abb. 1. Profile der Bohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2).

Fossilzeichen : „Schneckenmergel“; graue Flächen: fossilführende Sedimente, in Bohrung Sieblos 1994/2 zwischen 25,60 und 30,00 m Dysodil.

2. Beschreibung der Bohrung Sieblos 1994/1

Lage: TK 25, Bl. 5425 Kleinsassen, R 35 65 400,
H 55 96 370, Ansatzpunkt 697,1 m ü. NN.

Datum: 22. bis 24. August 1994.

Verfahren: Rotary (Seilkern), bis 13,26 m
Trockenbohrung, 13,25–46,70 m Naßboh-
rung, Endteufe 46,70 m. Kerndurchmesser
bis 13,26 m: 12 cm; nachfolgend 10 cm.
Kernverlust: 1,30 m = 2,8 %.

Aufbewahrung: Kernlager Hessisches Lan-
desamt für Bodenforschung (Limbach).

Nach Einstellung der Bohrung kam es am 25.
August 1994 zum Austritt brennbarer Gase aus
dem Bohrloch (vgl. auch Bericht in der Fuldaer
Zeitung vom 1. April 1995).

Die Profilaufnahme der Bohrkerns erfolgte
im bergfrischen Zustand.

Erbohrte Abfolge (m):

- 0,06 Schluff, braun bis dunkelbraun, durch-
wurzelt
- 0,80 Schluff, dunkelbraun, stellenweise san-
dig, untergeordnet mit rotbraunen Par-
tien, durchsetzt mit Muschelkalk-
brocken (Wegaufschotterung)
- 1,50 Schluff, rotbraun, etwas rostfarbig, mit
Basaltbröckchen, kalkfrei
- 4,65 Schluff, braun bis dunkelbraun, kalkfrei,
mit Basaltschutt (vorw. „Hornblende-Ba-
salt“), untergeordnet Lößlehm, teilweise
sandig
- 5,00 Basaltschutt, grau bis schwarzgrau („Horn-
blende-Basalt“)
- 7,60 Schluff, braun bis dunkelbraun, unten ver-
mehrt sandig, mit Basaltschutt („Horn-
blende-Basalt“), Tephrit, bei 7,50–7,60 m
mit Mittelsand, rotbraun (Buntsandstein-
material)
- 8,50 Mittel- bis Grobsand, braun und grau-
braun, schwach rötlich bis graubraun,
fein- bis grobkiesig
- 8,75 Feinsand, weißgrau, z.T. schluffig, mit
hellbraunen Verfärbungen
- 9,15 Ton, hellgrau, mit hellbraunen Verfär-

bungen, mit feinsandigen und schluff-
figen Partien (bei 8,80–8,90 m Nachfall
von Vulkanitmaterial)

- 9,55 Ton, hellgrau, schwach blaustichig, oben
mit feinsandigen Einschaltungen
- 9, 65 Feinsand, hellgrau, z.T. schluffig
- 10,00 Ton, hellgrau, mit meist schichtparalle-
len, dünnen Lagen, hellbraun und rot-
braun (Verfärbungen), mit Feinsandlage
bei 9,93 m (evtl. Nachfall)
- 10,90 Ton, hellgrau bis grau (bis 10,45 m mit
rötlichbraunen, violetten und hellbrau-
nen, schlierigen, geflammten und schich-
tungslosen Verfärbungen), ab 10,70 m ver-
einzelte dünne, dunkelgraue Schlieren
- 10,97 Feinsand, hellgrau
- 12,00 Ton, hellgrau bis grau, rötlichbraun, vio-
lett und hellbraun geflammt, meist
schichtungslos verbogen
- 12,05 Fein- bis Mittelsand, weißgrau, mit dün-
ner kohligter Lage an der Basis (Schichten
im gesamten Kernmeter etwas schlierig
verbogen, Bohrartefakt?)
- 12,48 Ton, bläulichgrau, z.T. schluffig, mit dün-
nen, geschichteten, dunkelgrauen Einla-
gerungen, einzelne schluffige bis fein-
sandige Einschaltungen, hellgrau, mit
kohligter Partie bei 12,45 m
- 12,52 Feinsand, weißgrau, mit bräunlichen
Verfärbungen
- 12,80 Schluff, blaugrau, oben hellgrünlich-
grau, z.T. tonig und feinsandig,
teilweise mit hellbraunen Verfärbungen
- 12,86 Fein- bis Mittelsand, hellbraun
- 12,98 Schluff, hellgrau, z.T. tonig
- 13,28 Ton, bläulichgrau, z.T. schluffig
- 13,95 Fein- bis Mittelsand, bläulichgrau, teil-
weise grobsandig, mit hellgrauen und
rostbraunen Einschaltungen und Sand-
steinbröckchen
- 14,15 Ton, bläulichgrau, z.T. schluffig
- 15,00 Ton und Feinsand, hellgrau, in Wechsel-
lagerung
- 15,20 Schneckenmergel, hellgraubraun, mit *Ny-
stia*, Landschnecken, Characeen, *Celtis*

- 15,33 Kalkschluff, beige bis hellgrau, mit *Nystia*, *Melanoides*, Characeen, *Celtis*
- 15,57 Kalkstein und Mergel, beige bis hellgrau, zerbohrt
- 15,65 Mergelton, braun, kalkschluffig, mit Gastropoden-Schill (*Nystia*)
- 16,00 Kalkstein, beige bis hellbraun, unten kompakt, oben mergelig, mit *Nystia*, *Hydrobia*, Landschnecken, Characeen
- 17,00 Kernverlust
- 17,50 Mergelkalk, beige bis hellgrau, bei 17,25 m grünliche Einlagerung, bis 17,10 m leicht kreidig mit einzelnen *Nystia*- und Characeen-Resten
- 17,75 Kalkschluff, beige bis hellgrau, mergelig, mit graubrauner, sandiger Lage mit *Nystia*, *Melanoides*, *Hydrobia* und Landschnecken von 17,57–17,65 m
- 18,60 Mergelkalk, untergeordnet Kalkschluff, beige bis hellgrau, teilweise mit dünnen, geschichteten Lagen, braun, bei 18,40–18,53 m mit Gastropoden-Resten
- 20,05 Mergel bis Mergelkalk, beige bis hellgrau und braun bis hellgrau, teilweise mit dünnen, schichtigen braunen Lagen, von 18,68–18,84 m schräggeschichtet, vereinzelt *Nystia*, *Hydrobia* und Landschnecken
- 20,50 Mergel bis Mergelkalk, beige bis hellgrau und hellbraungrau, teilweise mit Gastropodenschill, bei 20,48 m Kalkschluff, schwarzbraun, kohlig
- 20,60 Mergel bis Mergelkalk, graubraun und Mergel, braun und hellbraun, zerbohrt
- 21,00 Mergel bis Mergelkalk, nach unten toniger werdend, graubraun, mit Gastropoden-Schill (*Nystia*, *Hydrobia*, vereinzelt Landschnecken)
- 21,80 Tonmergel, braun bis dunkelbraun, nach unten sandiger werdend
- 22,00 Ton, grünlichblau, fett, übergehend in Ton dunkelgrau, hellbraune sandige Lage bei 21,90 m
- 22,10 Ton, dunkelgrau bis grünlichblau, mit kohligen Lagen, dunkelgraubraun
- 22,25 Schluff, grau, kalkhaltig, tonig, mit Gastropoden-Resten
- 22,36 Kalkschluff, hellgrau
- 22,65 Mergel bis Mergelkalk, hellgrau, unten hellgraubraun, bei 22,60–22,65 m Characeen, *Nystia*, *Melanoides*, *Hydrobia*
- 22,90 Kalkstein, hellbraun und grau, mergelig, mit Gastropoden-Resten
- 23,00 Mergelkalk bis Mergel, bräunlichgrau, übergehend in Mergelton, dunkelgrau, mit zahlreichen eingeschwemmten Landschnecken neben einzelnen *Nystia*- und *Hydrobia*-Exemplaren
- 23,15 Mergelkalk, bräunlichgrau, z.T. mit Gastropoden-Resten
- 24,25 Mergelkalk, bräunlichgrau, z.T. zerbohrt, unten mit Kalkschluff vermengt
- 24,65 Schluff, grau, kalkig bis mergelig, mit weißlichen bis hellgrauen und dunkelgrauen, geschichteten Einlagerungen, im höheren Teil mit Gastropoden (Lymnaeiden)
- 25,10 Ton, dunkelgrau und dunkelgraubraun, kalkhaltig, unten schluffig, mit Gastropoden-Resten
- 28,50 Fein- bis Mittelsand, hellgrau, beige und bräunlichgrau, z.T. etwas violettstichig (Kernverlust zwischen 26,50–26,90 m)
- 29,00 Feinsand, hellgrau und grau, z.T. tonig und mit grobsandigen Schlieren
- 29,85 Ton, grau, unten braungrau, im Wechsel mit Schluff, hellgrau, mit bläulichen Schlieren
- 30,15 Kernverlust
- 31,16 Ton, hellgrau, fett, mit einzelnen schwärzlichen (?Mn) Einlagerungen
- 31,35 Nachfall von Schneckenmergel-Stücken
- 31,80 Schluff, braungrau, tonig, von 31,52–31,73 m Feinsandeinlagerungen, bräunlich bis hellgrau, tonig, schwach kalkhaltig
- 32,90 Ton, graubraun bis braun, schluffig, unten stärker schluffig bis feinsandig, mit dunkelbraunen, geschichteten Einlagerungen, kohlig bei 31,87 m und bei 32,80 m
- 33,53 Feinsand, tonig, bräunlich bis hellgrau, bei 32,97 m pyritreiche Lage
- 33,83 Feinsand, braun, unten dunkelbraun, schluffig bis tonig, mit Braunkohle-Bröckchen bei 33,75 m

- 34,00 Mittelsand, grau und braungrau, mit xylitischen Braunkohle-Bröckchen bei 33,95 m
- 34,70 Mittelsand, dunkelgrau, z.T. feinsandig, mit tonigen bis schluffigen Lagen, braun bis dunkelbraun, kohlig mit xylitischen Braunkohle-Schmitzen, besonders bei 34,25 m, 34,45 m und 34,62–34,68 m
- 35,00 Schluff, bräunlich bis hellgrau, oben stärker tonig
- 35,62 Feinsand, grau und schwach bräunlichgrau, unten toniger
- 36,00 Mittel- bis Grobsand, grau und braungrau (Nachfall ?)
- 36,63 Schluff, beige bis grau, unten grau, mit deutlichem Versatz von 36,28 zu 36,35 m
- 38,00 Feinsand, grau und braungrau, teilweise braun, mit mittelsandigen Partien, mit zahlreichen dünnen kohlig-lagen (bei 36,75 m, von 37,28–37,32 m, von 37,68–37,70 m), Pyritknolle bei 36,70–36,75 m
- 38,12 Ton, graubraun, mit kohligen Pflanzenresten
- 38,80 Ton, bräunlichgrau, teilweise schluffig, mit Pyrit, zahlreiche kleine Harnischflächen (z.T. aufgearbeiteter Muschelkalk)
- 39,00 Tonmergel, bräunlichgrau, geschichtet, mit dunkelgrauen Partien
- 45,00 Tonmergel und Mergelkalk, grau und hellgrau, teilweise schlierig geschichtet, Schillhorizonte bei 40,10–40,20 m, 42,15–42,28 m, 43,19–43,29 m und 44,88–45,00 m, Sigmoidalklüftung bei 40,70 m und 45,38 m, Styolithen bei 40,78 m und 45,22 m, mit Kalkgeröllen und Grabspuren (Gänge)
- 45,25 Kalkstein, grau, oolithisch bis kavernös, mit Kalkgeröllen und Fossilschill (bonebed)
- 46,70 Tonmergel, grau und dunkelgraubraun, bituminös, feingeschichtet, Fossilhorizonte bei 45,90 m und 46,03 m

Stratigraphische Interpretation:

- 0,80 Wegschotter (Auffüllung)
- 8,50 Quartär, vermutlich Fließerde aus tertiärem Vulkanitmaterial
- 15,00 Tertiär, Unter-Oligozän (?)
- 25,10 Tertiär, Unter-Oligozän, Sieblos-Schichten
- 38,80 Tertiär, Mittel-Eozän bis Unter-Oligozän, kaolinitische Bildungen mit kohlig-xylitischen Lagen
- 46,70 Trias, Unterer Muschelkalk (Wellenkalk)

3. Beschreibung der Bohrung Sieblos 1994/2

Lage: TK 25, Bl. 5525 Gersfeld, R 35 65 430, H 55 96 280, Ansatzpunkt 699,5 m ü. NN.

Datum: 4. bis 18. Oktober 1994.

Verfahren: Rotary (Seilkern), bis 15,80 m Trockenbohrung, 15,80–57,06 m Naßbohrung, ab 36,80 m Spülzusatz, Endteufe: 57,06 m. Kerndurchmesser bis 15,80 m: 12 cm; nachfolgend 10 cm. Kernverlust: 6,75 m = 11,8 %.

Aufbewahrung: Kernlager Hessisches Landesamt für Bodenforschung (Limbach).

Erbohrte Abfolge (m):

- 0,50 Schluff, braun, sandig, mit Muschelkalkbrocken (Wegaufschotterung)
- 5,00 Pyroklastite (Aschen- bis Lapillituffe),

rotbraun, z.T. gelblichbraun bis grünlich und rot, bei 4,00–5,00 m mit Sandstein- und Tonstein-Klasten

- 9,85 Grobaschen-/Feinlapillituffe, braun, z.T. rötlich und gelblich, im unteren Teil grünlich bis hellbraun, mit stark zersetzten basaltischen Klasten und vereinzelt Sandstein-/Tonstein-Komponenten
- 10,65 Aschentuffe, gelblich- und grünlichgrau, mit kleinen Tonsteinklasten, rotbraun
- 10,75 Fein- bis Mittelsand, hellgrau mit rostbraunen Verfärbungen
- 16,00 Fein- bis Mittelsand, hellgrau, mit einzelnen zugerundeten, gebleichten Sandsteinen (von 13,60–13,80 m Sand, bräun-

- lich bis hellgrau; von 13,00–13,15 m rostfleckige Verfärbungen)
- 16,18 Mittelsand, hellgrau mit gebleichten Sandsteinen (bis 7 cm Ø), hellgrau, mittel- bis grobkörnig
 - 17,00 Kernverlust
 - 17,65 Mittelsand, hellgrau, z.T. mit Grobsand und Sandsteinbröckchen oben und unten, Sandsteine (bis 7 cm Ø)
 - 17,84 Ton, braun, schluffig
 - 17,92 Sandstein, schwach bräunlich bis hellgrau, mittel- bis grobkörnig, mit Ton, grünlich bis beige
 - 18,00 Ton, grünlich bis beige, bei 17,96 m mit Kalkschlufflage, hellgrau
 - 18,08 Sandsteine, hellgrau, mittel- bis grobkörnig, und Mittel- bis Grobsand
 - 18,70 Mergelkalk (Seekreide), beige bis hellgrau, sandig, vereinzelt *Nystia*, (Bohrverunreinigung mit Sandstein-Bröckchen bei 18,20 m)
 - 19,00 Mergelton, zum Teil laminiert, hellgrau und bläulichgrau, selten auch grüngrau, mit vereinzelt Gastropoden und Fisch-Otolithen
 - 19,80 Mergelton, braun und grünlichgrau, kalkschluffig, sandig, teilweise unten mit beige bis hellgrauen Einlagerungen, mit Gastropoden (*Nystia* und Landschnecken), Fisch-Otolithen und Eischalenbruchstücken
 - 19,88 Kalkschluff, beige
 - 20,00 Mergelton, grünlich bis dunkelgrau, kalkschluffig
 - 20,36 Mergelton, dunkelgrau, mit Kalkschluffeinlagerungen und kohligem Ton, Gastropoden bei 20,12–20,22 m
 - 20,45 Kohlestücke, schwarzbraun, mit Fruktifikationen
 - 21,00 Ton, dunkelgrau, mergelig, mit kalkschluffigen Einlagerungen, hellgrau, vereinzelt Kohlebröckchen, im oberen Teil sekundäre Gipsausblühungen
 - 21,60 Kernverlust (evtl. angefahrener Hohlraum; Stollen o.ä.)
 - 21,73 Ton, dunkelgrau und hellgrau, sandig, schwach mergelig
 - 22,03 Ton, dunkelbraungrau, schluffig, teilweise hellgrau bis grau, kalkfrei, mit Feinsandlagen unten
 - 23,10 Ton, dunkelgrau und hellgrau, im feinschichtigen Wechsel mit sandigeren Partien
 - 23,43 Kernverlust (wahrscheinlich Sand)
 - 23,50 Ton, grau und grünlichgrau, mit Feinsandlagen, hellgrau
 - 24,24 Kernverlust (vermutlich Sand)
 - 24,40 Ton, grau, untergeordnet hellgrau, teilweise mit Fein- bis Mittelsand
 - 25,60 Ton, hellgrau, mit feinsandigen Lagen, gebändert, zum Teil verwürgt
 - 26,00 Dysodil, dunkelbraun, feingeschichtet (bei 25,80 m und 25,85 m Koproolithen) und Kalkstein, weiß und grau, feingebändert
 - 27,00 Kernverlust (vermutlich im Dysodil)
 - 27,45 Dysodil, dunkelbraun, feingeschichtet, mit beige Lagen, Feinschichtung unten besonders ausgeprägt, Bohrkern durch Bohrvorgang zerstückelt
 - 27,65 Ton, grau, zerschert
 - 28,00 Kalkstein, beige, mit feinen grauen Bänderungen, z.T. gefältelt, einzelne dunkelgraubraune Lagen, diese unten mächtiger
 - 28,30 Dysodil, übergehend in Kalkstein, beigefarben, mergelig, kalkschluffig
 - 28,65 Dysodil, dunkelbraun, mit feinen beigefarbenen Laminae, z.T. mit Schlieren und Verfäلتelungen
 - 28,70 Kalkstein, grau, kompakt, ungeschichtet
 - 28,90 Kalkstein, grauweiß, gebändert
 - 29,40 Dysodil, dunkelbraun, mit Kalkschlufflagen, beige
 - 29,50 Kalkstein, hellgrau, mergelig, kalkschluffig
 - 30,00 Kernverlust
 - 30,10 Kalkstein, beige, mergelig bis kalkschluffig, mit dünnen, grauen, feingebänderten Lagen (Nachfall?)
 - 30,20 Ton, dunkelbraun und grauoliv, kohlig, z.T. feingeschichtet
 - 31,00 Mergelton, bläulichgrau, oben grau bis hellgrau, stark schluffig, gelegentlich sandig, mit dunkelbraunem Schluff, bis 30,25 m kohliges Material

- 31,08 Dysodil und Mergelkalk (vermutlich Nachfall)
 - 32,80 Ton, bläulichgrau, teils stark schluffig bis feinsandig
 - 38,80 Feinsand, grau, schluffig (oben) und Schluff, bläulichgrau, tonig, feinsandig (unten), mit einzelnen dunklen Partien und wenigen kohligen Schmitzen (33,25 m, 33,75–33,85 m, 35,45 m, 37,95 m), sowie gelegentlichen Sandstein-Bröckchen (bei 33,85 m, 33,90 m, 34,85 m, 36,05 m), Gastropoden bei 35,70–35,80 m, 36,80–37,00 m)
 - 39,10 Mittel- bis Feinsand, bräunlich bis hellgrau
 - 39,50 Schluff, braungrau, z.T. tonig, schwach kohlig, mit weißgrauen und grauen tonigen Einlagerungen
 - 39,60 Schluff, grau und hellgrau, kalkhaltig, mit Gastropoden-Schill unten
 - 39,80 Kalkstein, grüngrau, hart, massiv, mit zahlreichen Gastropoden-Schalen, unten mergelig
 - 40,50 Kernverlust
 - 41,95 Mergel, hellgrau, laminiert, 40,50–40,70 m mit *Nystia* und *Melanoides* sowie Holzkohlebröckchen, von 41,11–41,16 m Ostracoden-/Characeenkalk, verkieselt, kleiner Versatz bei 41,25–41,45 m, nach unten sandiger, mit Gastropoden-Resten bei 41,70–41,90 m
 - 43,35 Mittelsand, hellgrau, partiell mit Grob- und Feinsand, stellenweise dunkel geflammt
 - 43,90 Mittelsand, weißlich bis hellgrau, teilweise schluffig bis tonig, mit dunkelgrauen Partien unten
 - 44,10 Quarzit, hellgrau (Tertiärquarzit)
 - 44,60 Mittelsand, hellgrau, mit Quarzitbrocken und durch Bohrvorgang „verschmolzener“ toniger Sand zwischen 44,35 und 44,60 m
 - 45,10 Kernverlust
 - 45,38 Schluff, weißlich bis hellgrau, tonig, mit Feinsandeinlagerungen, grau, mit Quarzitstück bei 45,20 m (verschleppt)
 - 45,75 Feinsand, graubraun, schluffig
 - 46,00 Schluff, weißlich bis hellgrau
 - 46,50 Brekzie, rötlichbraun, nicht sortiert, schichtungslos, feinsandig bis tonig, matrixgestützt, Ton-/Schluffstein, grünlichgrau und rotbraun, Sandstein, hellgrau
 - 47,08 Kernverlust
 - 49,55 Brekzie, wie oben, zusätzlich mit ausgeschwänzten, weißgrauen trachytoiden Klasten und vereinzelte kleine schwarze xylitische Kohlestückchen
 - 50,42 Sand, grau, tonig, bei 50,35–50,42 m Sandstein, hellbeige
 - 50,70 Kernverlust
 - 52,80 Ton, graubraun, z.T. fleckig und zerschert
 - 53,53 Sand, grau, tonig, mit Sandsteinbröckchen und Glanzkohle bei 52,95 m
 - 56,00 Ton, hellgrau, brekziös, Versatz von 54,40 zu 54,50 m
 - 56,14 Kernverlust
 - 56,50 Ton, hellgrau, brekziös, mit mehreren verstellten dunklen Partien
 - 57,06 Kernverlust
- Stratigraphische Interpretation:
- 0,50 m Wegschotter (Auffüllung)
 - 10,65 m Tertiär, Miozän, Tuff
 - 18,08 m Tertiär, Unter-Oligozän (?)
 - 41,95 m Tertiär, Unter-Oligozän, Sieblos-Schichten
 - 46,00 m Tertiär, ?Eozän/Unter-Oligozän, kaolinische Bildungen
 - 49,53 m Tertiär, Brekzie, Zuordnung fraglich
 - 57,06 m Tertiär, ?Eozän/Unter-Oligozän, kaolinische Bildungen

4. Schriftenverzeichnis

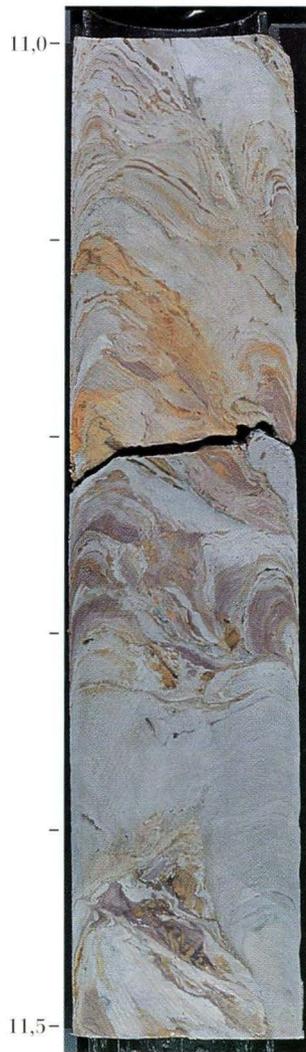
- Aschenbrenner, C. (1988): Beiträge zur Geschichte des Bergbaues von Sieblos/Rhön. - Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 27-36; Fulda.
- Gahl, H. (1968): Die unteroligozäne Braunkohlenlagerstätte von Sieblos/Rhön. - Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **96**: 259-272; Wiesbaden.
- Hirsch, L. (1937): Tertiärgeologische Untersuchungen in der Rhön. - Diss. Univ. Gießen, 166 S.; Würzburg-Aumühle (Triltsch).
- Martini, E. & Rothe, P. (1988): Die unteroligozäne „Braunkohlen“-Lagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön (Geologie, Paläontologie, Paläoökologie, Paläogeographie). - Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 7-25; Fulda.
- Martini, E. & Rothe, P. (1993): Sieblos - A Lower Oligocene Messel-Type Deposit. - Kaupia. Darmstädter Beitr. Naturgesch., **2**: 39-53; Darmstadt.
- Martini, E. & Rothe, P. (1998): Sieblos an der Wasserkuppe: Forschungsbohrungen in einem alttertiären See. - In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. - Geol. Abh. Hessen, **104**: 7-27; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Speiser, E. (1914): Die Braunkohlenformation von Sieblos in der Rhön. - Techn. Blätter (W.-Beil. deutsch. Bergwerks-Ztg.), **4** (1): 1-3; Essen.

Tafel I

Bohrung Sieblos 1994/1

11,00-11,50 m	geflammiter Ton
18,50-19,00 m	Schneckenmergel/Seekreide
20,50-21,00 m	toniger Mergel mit Gastropoden
23,50-24,00 m	Schneckenkalk
25,40-25,80 m	laminiertes sandiger Ton

Brg. Sieblos 1994/1

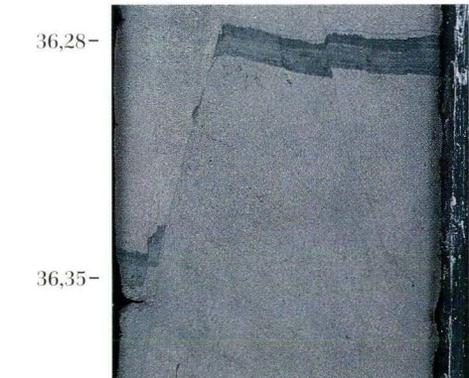
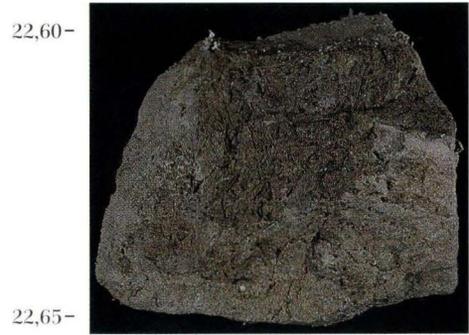
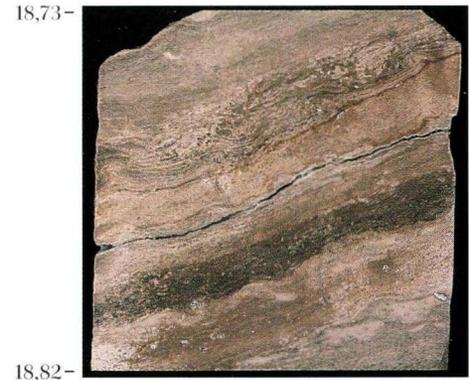
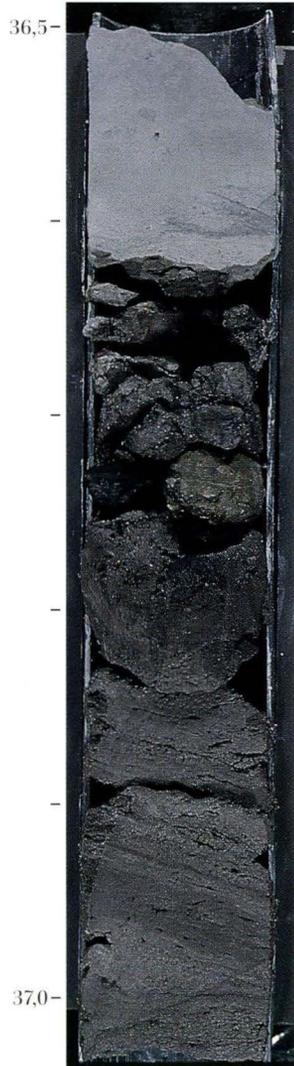


Tafel 2

Bohrung Sieblos 1994/1

33,50–34,00 m	Sand, z.T. tonig mit Kohlebröckchen	18,73–18,82 m	laminiertes Schneckenmergel
36,50–37,00 m	Schluff, kohliges Sand mit Pyritknolle (◀)	22,60–22,65 m	Characeenkalk
38,50–39,00 m	Übergang Tertiär: Ton/ Unterer Muschelkalk: Tonmergel (◀)	36,28–36,35 m	grauer sandiger Ton mit Versatz

Brg. Sieblos 1994/1

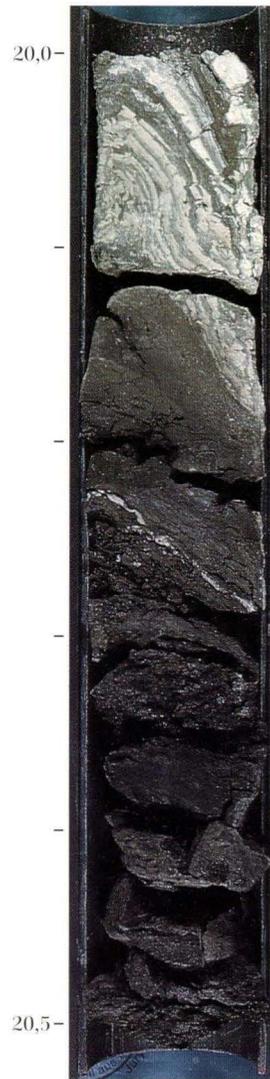


Tafel 3

Bohrung Sieblos 1994/2

8,00- 8,50 m	Lapillituff
13,00-13,50 m	Sand mit Buntsandstein(sm)-Geröllen
20,00-20,50 m	laminiertes Mergelton/Kalkschluff übergehend in kohlige Lagen
22,00-22,50 m	sandiger Ton, z.T. gebändert
25,00-25,50 m	gebänderter Ton , z.T. verwürgt

Brg. Sieblos 1994/2

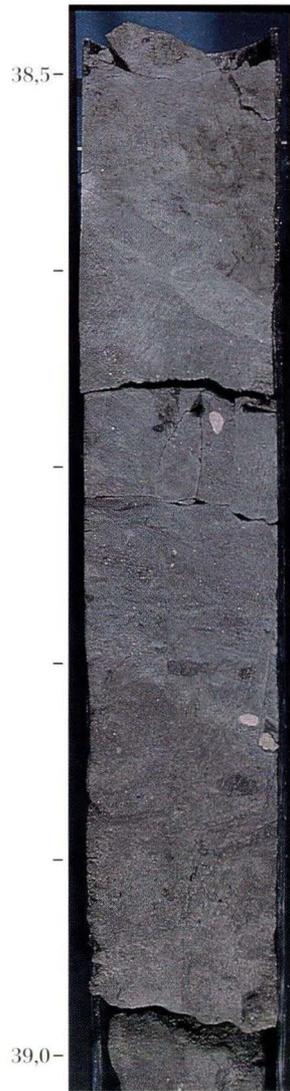
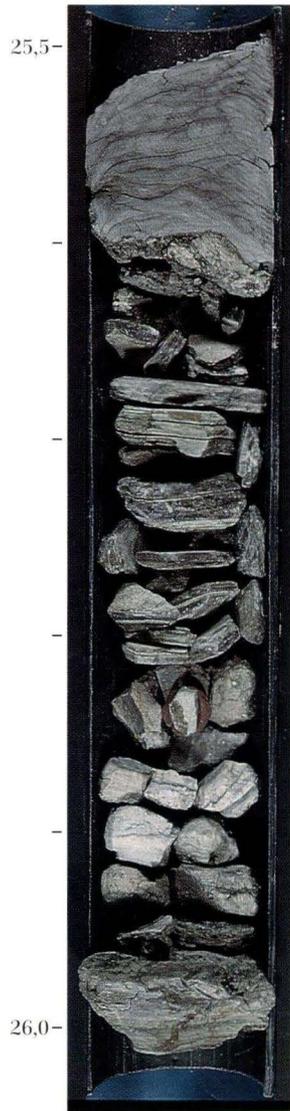


Tafel 4

Bohrung Sieblos 1994/2

25,50–26,00 m	Dysodil mit Kopolith (◀)
28,50–29,00 m	Dysodil und gebänderter Kalk (unten)
38,50–39,00 m	sandiger Ton mit Buntsandstein(sm)-Bröckchen
41,00–41,50 m	laminiertes Schneckenmergel, eingelagert Kohlestückchen und vekieselter Characeenkalk (◀)

Brg. Sieblos 1994/2



Tafel 5

Bohrung Sieblos 1994/2.

41,75–42,00 m	sandiger Schneckenmergel, z.T. gebändert
43,90–44,40 m	aus der Kernabfolge isoliert: Tertiärquarzite (oben) und toniger weißer Sand (unteres Stück)
49,00–49,50 m	Brekzie

Brg. Sieblos 1994/2

41,75-



42,0-

43,9-



44,4-

49,0-



49,5-

Geophysikalische Untersuchungen der alten Lagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön

von
Rainer Blum*

Blum, R. (1998): Geophysikalische Untersuchungen der alten Lagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 71–76, 8 Abb.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

Mit zehn refraktionsseismischen Kurzprofilen wurde die Tertiärstruktur vorerkundet. Dabei konnten Quartär, sandiges Tertiär, toniges Tertiär und Buntsandstein voneinander unterschieden werden. Die Tertiärunterkante wurde nicht nachgewiesen, eventuell könnte dies mit länge-

ren Profilen noch versucht werden.

Magnetische Messungen der Totalintensität zeigten bei einem starken Einfluß durch die benachbarten Vulkanite der Wasserkuppe Hinweise auf einen lokalen, Ost–West streichenden Vulkanitgang.

Abstract

Geophysical investigations at the abandoned mine Sieblos/Wasserkuppe (Rhoen mountains)

10 refraction seismic profiles have been observed as a reconnaissance survey of the Tertiary structure. Quaternary, sandy Tertiary, clayey Tertiary and Buntsandstein (Lower Triassic) could be distinguished. The Tertiary base was not recognized, probably this should be retried

with longer seismic lines.

Observed magnetic total field intensities are strongly influenced by neighbouring volcanics of the Wasserkuppe. They contain, however, indications of a local, E–W striking volcanic dike.

1. Einleitung

Refraktionsseismische Messungen wurden zur Vorerkundung der Tertiärstruktur der alten Lagerstätte Sieblos vor dem Abteufen der Boh-

rungen durchgeführt. Eine magnetische Übersichtsvermessung sollte später noch eventuelle Vulkanite im Tertiärgebiet aufspüren.

* Dr. R. Blum, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, D-65193 Wiesbaden

2. Seismische Messungen

2.1 Meßdurchführung

Vom 27.6. bis 29.6.1994 wurden mit einer 12-kanaligen hammerschlagseismischen Apparatur

kurven nicht durch Gerade anzunähern waren, mit einem „Time-Delay-Verfahren“ (z.B. Telford

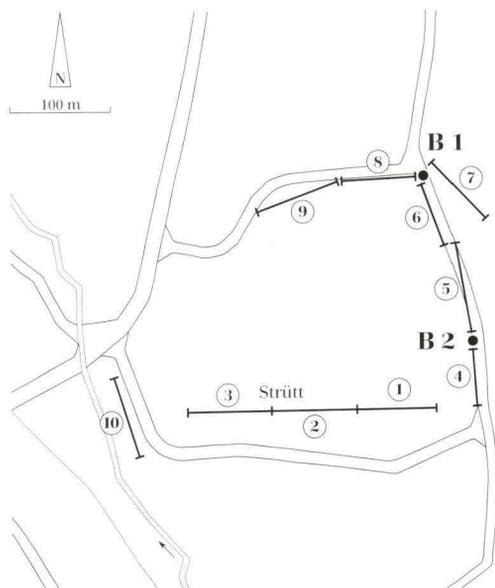
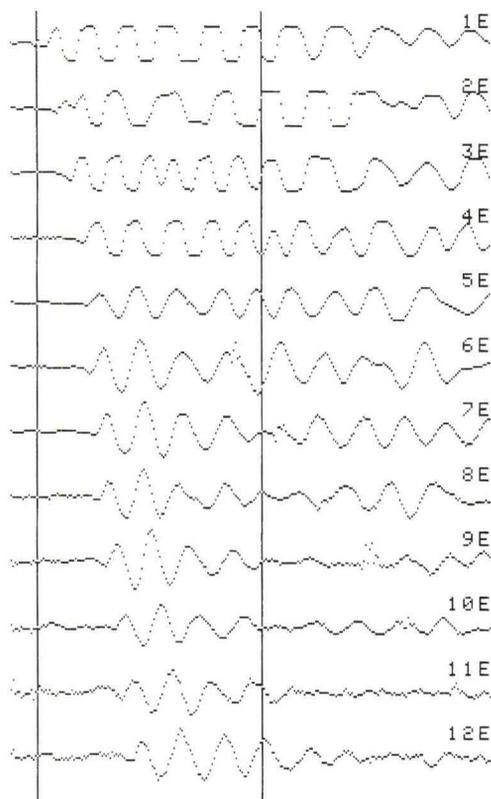


Abb. 1. Lageplan der seismischen Profile 1-10 mit Bohrpunkten B1 und B2.

vom Typ Bison GEOPRO zehn Profile von je 66 m Länge vermessen. Ihre Lage ist aus Abb. 1 ersichtlich. Der Geophonabstand auf den Profilen betrug 6 m. Angeregt wurde jeweils an vier Punkten, an den beiden Profilenden und 30 m auswärts.

Abb. 2 zeigt ein Seismogrammbeispiel mit 12 Geophonspuren, die Entfernung vom Schlagpunkt nimmt von oben nach unten zu. Bei der Auswertung werden durch Verschieben der einzelnen Spuren die Ersteinsätze mit einer der vertikalen Linien zur Deckung gebracht und in der ausgegebenen Liste die zugehörigen Laufzeiten abgelesen. Aus den Laufzeiten der Ersteinsätze in den Seismogrammen wird auf die Verteilung der seismischen Geschwindigkeiten im Untergrund geschlossen, wenn möglich unter der Annahme ebener Refraktoren, wenn die Laufzeit-



WAVEFORM	1	2	EN	EX
1	1	1	0.00	4
2	1	1	0.00	4
3	1	1	0.00	4
4	1	1	0.00	4
5	1	1	0.00	4
6	1	1	0.00	4
7	1	1	0.00	4
8	1	1	0.00	4
9	1	1	0.00	4
10	1	1	0.00	4
11	1	1	0.00	4
12	1	1	0.00	4

Abb. 2. Seismogrammbeispiel für Schußpunkt 1 bei Profil 10 zeigt die Bodenschwingungen für die Geophone 1-12. In der Tabelle darunter bedeuten „1“ und „2“ die zu den beiden vertikalen Linien gehörigen Zeiten, „EX“ = Verstärkungsmaß, „EN“ = Anzahl der gestapelten Schläge.

et al.1976: 418 ff.). Refraktoren sind grundsätzlich nur Schichtgrenzen, an denen die seismische Ausbreitungsgeschwindigkeit sprunghaft mit der Tiefe ansteigt.

Ein erhaltener Geschwindigkeits-Tiefenaufbau des Untergrunds enthält Hinweise auf den Materialaufbau hinsichtlich Verfestigungsgrad

und Materialtyp. Eindeutige Zuordnungen eines Materialtyps alleine aufgrund der seismischen Geschwindigkeit sind im allgemeinen nicht möglich. Mit Kenntnis der Bohrerergebnisse ist aber eventuell nachträglich eine solche Zuordnung möglich.

2.2. Seismische Strukturen

Profile 4-5-6 und Profil 7 (Abb. 3):

Die drei Profile 4, 5, 6 verlaufen am Ostrand der Tertiärstruktur über die beiden Bohrungen, was eine Deutung der seismischen Geschwindigkeiten erlauben sollte.

Die bei Profil 6 ausgewiesene 10 m mächtige Schicht mit 700-800 m/s paßt nach Geschwindigkeit und Mächtigkeit zu der in B1 erbohrten Schuttschicht. Beim Liegenden mit 1 400-1 600 m/s handelt es sich nach dem Bohrbefund um die tonige Tertiäroberkante. Ein weiterer Geschwindigkeitsanstieg wäre nach dem Bohrbefund erst beim Übergang zum Muschelkalk in ca. 40 m Tiefe zu erwarten und konnte deshalb mit refraktionsseismischen Kurzprofilen nicht erfaßt werden.

Bei Profil 7, das sich spitzwinklig an Profil 6 anschließt, wird eine gleichartige Struktur angetroffen.

Nach Süden anschließend (Profil 5) werden die niedrigen Schuttgeschwindigkeiten nicht mehr angetroffen. Unter der Überdeckung steigt die Geschwindigkeit hier sofort auf 1100-1300 m/s an, was durch die in B2 angetroffenen Vulkaniklastite und Sande erklärt werden kann. Ein tieferer Refraktor ist auf Profil 5 nicht erkennbar, allerdings war die Signalqualität hier trotz bis zu 20-facher Stapelung extrem schlecht, was eventuell auf einen stark gestörten Untergrund weist.

Bei Profil 4 wird schließlich ein gewellter Refraktor mit 1 865 m/s erkannt, dessen Tiefe in etwa zum Beginn tonigen Materials mit Fossilresten paßt. Nach dem Bohrprofil von B2 ist bis zur

Endteufe von 57 m kein seismischer Refraktor zu erwarten. An der mit einem Pfeil markierten Stelle lassen die Seismogramme eine Störung (Hohlraum, verstütztes Material) vermuten.

Profil 10:

Dieses Profil (Abb. 4) verläuft an der westlichen Begrenzung der Tertiärstruktur und zeigt unter der geringmächtigen Überdeckung einen klaren, ebenen Refraktor mit 2 200 m/s, der problemlos dem Buntsandstein zuzuordnen ist.

Profile 1-2-3:

Die Profile (Abb. 5) verlaufen in Ost-West-Richtung im Süden der Tertiärstruktur und zeigen eine relativ gleichmäßige Lagerung. Unter einer maximal 5 m mächtigen Überdeckung von langsamem Lockermaterial (< 500 m/s) werden von Osten nach Westen ansteigende Refraktorgeschwindigkeiten zwischen 1 550 und 1 950 m/s angetroffen, die tonigem Material entsprechen können. Signifikant ist ein horizontaler Sprung auf 920 m/s in der Refraktorgeschwindigkeit im Westteil von Profil 3, der eine steilstehende Störung anzeigt.

Profile 8-9:

Diese beiden Profile (Abb. 6) queren die Tertiärsenke im Norden von Westen nach Osten. Die Deckschicht schwankt zwischen 3 und 9 m Mächtigkeit und zeigt eine Geschwindigkeit von 500-550 m/s, wobei es sich um wasserfreies Quartär handeln dürfte. Der sanft gewellte Refraktor mit 1 850-1 900 m/s läßt sich wieder zwanglos dem tonigen Tertiär zuordnen.

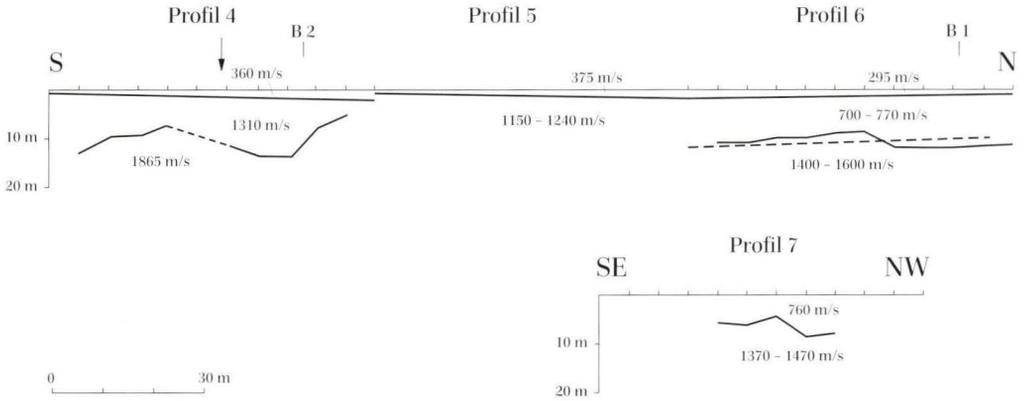


Abb. 3. Seismische Struktur für die Profile 4-6 und 7 mit Bohrpunkten B1 und B2, Pfeil=Störzone.

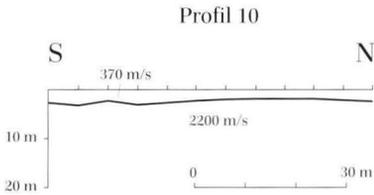


Abb. 4. Seismische Struktur für Profil 10.

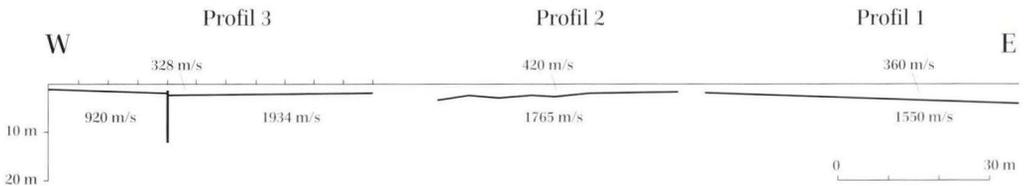


Abb. 5. Seismische Struktur für die Profile 1-3 mit Störung auf Profil 3.

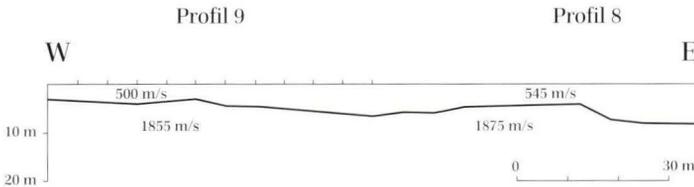


Abb. 6. Seismische Struktur für die Profile 8-9.

2.3. Zusammenfassende Würdigung der Seismikerggebnisse

Im Licht der Bohrergebnisse läßt sich für die seismischen Daten festhalten, daß Geschwindigkeiten unter 1000 m/s zum Quartär oder sandigen Tertiär gehören. Das tonige Tertiär wird durch Werte von ca. 1400 bis 1900 m/s gekennzeichnet. Die Geschwindigkeit im westlich angrenzenden Buntsandstein beträgt 2 200 m/s.

Das Liegende ist in der Tertiärsenke nicht erfaßt worden, seine Geschwindigkeit liegt vermutlich über 2 000 m/s.

Eine steilstehende Störung ist im Süden der Tertiärsenke auf einem Ost-West-Profil gequert worden.

3. Magnetische Messungen

Zum besseren Verständnis der geologischen Verhältnisse der durch Bohrungen untersuchten Tertiärstruktur sollte auch geklärt werden, ob im Untergrund Vulkanite existieren, die die Tertiärsenke eventuell unterteilen. Hierzu wurden im Oktober 1996 auf sechs Profilen (Lage s. Abb. 7, S. 76) die magnetische Totalintensität mit einem Protonenpräzessionsmagnetometer vermessen. Nach der aeromagnetischen Karte (Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung 1994) liegt das Untersuchungsgebiet in einer Fläche mit negativen Anomalien und auch ein erster Blick auf die Meßergebnisse (Abb. 8) zeigt sofort den starken Einfluß der benachbarten Vulkanite von Wasserkuppe und Pferdskopf. Lokale Störfelder müssen demnach aus großräumigen Anomalien extrahiert werden.

Die Beobachtungswerte (Abb. 8) bestätigen

zunächst ein Nullniveau von 48 250 nT, wie in etwa aus dem Normalfeld (Blum 1993) zu erwarten ist. Von diesem ausgehend läßt sich ein regionales Minimum durch die Meßwerte mitteln, das von den benachbarten Vulkaniten herrührt. Auf diesem reiten kleinere, von Einzelkörpern (Schuttbrocken) verursachte Störungen sowie ein über alle Profile verfolgbares Maximum. Eine mögliche Erklärung für dieses wäre ein gangförmiger Störkörper, etwa ein Vulkanitgang wie in Abb. 7 eingetragen, der auf Profil 2 der Oberfläche am nächsten kommt. Dieser angenommene Gang verläuft allerdings im Osten über einem ehemaligen Stollen des Grubenbetriebs und im Westen über einer Brunnenkammer; so daß künstliche Ursachen für diese Anomalie nicht ausgeschlossen werden können.

4. Schriftenverzeichnis

Blum, R. (1993): Das internationale geomagnetische Referenzfeld (IGRF 1990) in Hessen für 1993.0. - Geol. Jb. Hessen, **121**: 187-189; Wiesbaden.
Niedersächsisches Landesamt für

Bodenforschung (1994): Eine ergänzende aeromagnetische Vermessung von Westthüringen - Osthessen (Kuppenrhön) - Bericht; 17 S., Archiv-Nr. 112363; Hannover.

Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E. & Keys, D. A. (1976): Applied Geophysics. - 860 S.; Cambridge (Cambridge University Press).

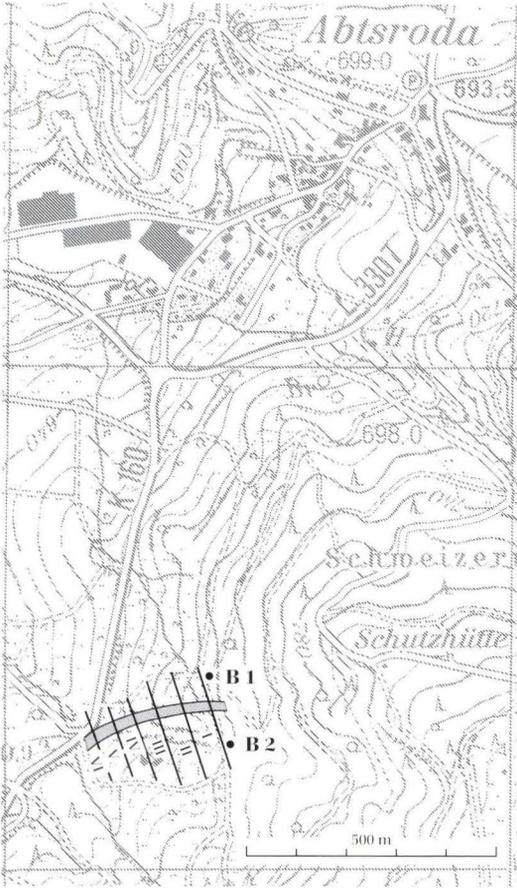


Abb. 7. Lageplan der Magnetikprofile mit magnetisch wahrscheinlichem Vulkanitgang.

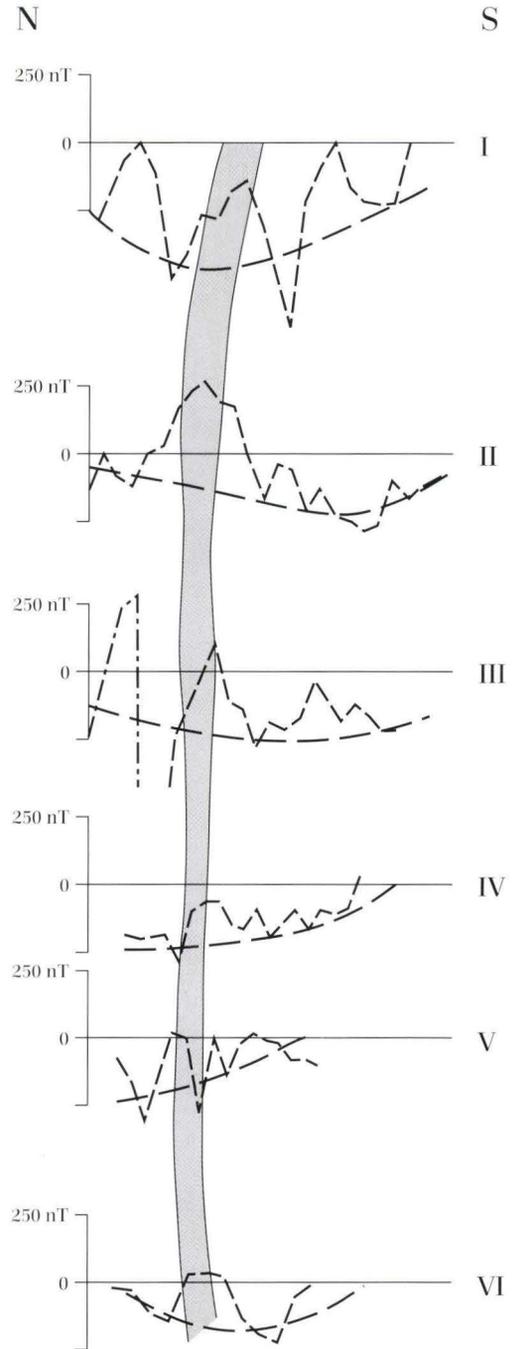


Abb. 8. Meßwerte der Totalfeldanomalien in nT; „0“ = 48 250 nT, gestrichelt = Regionaltrend, graue Zone = lokales Maximum.

Vulkanische Bildungen in den Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2, mit Hinweisen auf prä-unteroligozänen Vulkanismus in der Rhön

von
Karl-Heinz Ehrenberg & Helmut Hickethier*

Ehrenberg, K.-H. & Hickethier, H. (1998): Vulkanische Bildungen in den Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2, mit Hinweisen auf prä-unteroligozänen Vulkanismus in der Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 77–84, 3 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

Eine Kernbohrung im Gebiet der tertiären „Braunkohlen“-Lagerstätte Sieblos/Rhön, am westlichen Hangfuß der Wasserkuppe, erschloß geringmächtig unmittelbar den unteroligozänen Sieblos-Schichten auflagernde „basaltische“ Vulkaniklastite, die basisnahen Bildungen der bis 300 m mächtigen vulkanischen Abfolge der Wasserkuppenrhön zugerechnet werden kön-

nen. „Trachytoide“ Klasten in einer als prä-unteroligozäne Schuttstrom-Ablagerung gedeuteten Gesteinsbrekzie weisen auf einen Alttertiär/ Oberkreide-Vulkanismus in der Rhön hin. Damit läge der Beginn des Rhön-Vulkanismus wesentlich vor dem bisher schon bekannten Zeitraum vulkanischer Tätigkeit vom oberen Oligozän bis zum mittleren Miozän.

Abstract

Volcanic rocks in the research drillings Sieblos 1994/1 und 1994/2, with indications for a volcanism older than Lower Oligocene in the Rhoen mountains

A core drilling in the region of the abandoned „lignite“ mine Sieblos/Rhoen, at the western foot of the Wasserkuppe, found a thin layer of volcanoclastic rocks immediately above the Lower Oligocene Sieblos Beds. It is derived from the up to 300 m thick volcanic sequence of the Wasserkuppe/Rhoen. Trachytoid fragments

were detected in a debris flow deposit older than Lower Oligocene, indicating that volcanic activity in the Rhoen probably started earlier than suggested before. It could have been initiated already between earliest Tertiary and the Upper Cretaceous.

* Dr. K.-H. Ehrenberg, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, D-65193 Wiesbaden,
Dr. H. Hickethier, Schreiberstraße 11, D-96049 Bamberg

1. Einleitung

Die im Gebiet der unteroligozänen „Braunkohlen“-Lagerstätte Sieblos/Rhön, am westlichen Hangfuß der Wasserkuppe, zur Erforschung der tertiären Sedimente 1994 abgeteufte zwei Kernbohrungen „Sieblos 1994/1“ und „Sieblos 1994/2“ erlauben nicht nur – erstmalig – gesicherte Angaben zur tertiären Sedimentfolge und deren triassischem Liegenden, sondern ergänzen und erweitern unserer Ansicht nach auch die Kenntnisse über den Rhön-Vulkanismus.

In der im nördlichen Randbereich des tertiären Sedimentvorkommens am Südrand des Blattes 5425 Kleinsassen bei R 35 65 400, H 55 96 370 (Höhe 697,1 m ü. NN) bis in unterlagernden Unteren Muschelkalk abgeteufte Bohrung Sieblos 1994/1 (Endteufe 46,7 m) sind keine anstehenden vulkanischen Gesteine angetroffen worden. Die die unteroligozänen Sedimente unmittelbar überlagernden quartären Fließerden geben durch darin reichlich auftretende Steine aus Basalten (vorwiegend grobporphyrische „Hornblendebasalte“) lediglich Hinweise auf hangaufwärts vorkommende Gesteine der vulkanischen Abfolge des Wasserkuppengebietes (Ehrenberg et al. 1992, 1994).

Die Bohrung Sieblos 1994/2 wurde, etwa 80 m südlich der Bohrung Sieblos 1994/1, im Zentrum des Tertiärvorkommens, bei R 35 65 430, H 55 96 280 (Höhe 699,5 m ü. NN), am Nordrand des Blattes 5525 Gersfeld niedergebracht. Trotz der größeren Bohrtiefe von 57,06 m wurde das Liegende der Tertiär-Sedimente nicht erreicht. Unmittelbar über den Sedimenten wurden noch geringmächtige Vulkaniklastite erbohrt, die zu den basalen Bildungen der bis 300 m mächtigen vulkanischen Wasserkuppen-Abfolge gehören.

Im unteren Teil dieser Bohrung wurde in den tertiären Sedimenten im Liegenden der unteroligozänen Sieblos-Schichten eine Gesteinsbrekzie angetroffen, die einzelne weiße „trachytoide“ Klaster enthält. Der Nachweis dieser „Trachytoide“ hat möglicherweise erhebliche Auswirkungen auf die Zeitvorstellung über den Beginn des Rhön-Vulkanismus.



Gesteinsbrekzie mit kaolinitisierten „trachytoiden“ Klasten in der Bohrung Sieblos 1994/2

Im Liegenden der unteroligozänen Sieblos-Schichten wurden helle Sande und Tone angetroffen; zwischen ihnen ist von 46,0–49,55 m eine buntgefärbte, ungeschichtete, unsortierte, matrixgestützte Gesteinsbrekzie erbohrt worden (vgl. Hottenrott et al. 1998; Abb. 1 und 2). Ihre Hangendgrenze verläuft im Bohrkern nahezu horizontal und ist scharf ausgebildet, während die Liegendgrenze weniger deutlich festzulegen ist.

Die Gesteinsbrekzie besteht (Tab. 1) aus sehr unterschiedlich großen, verschiedenfarbigen, meist eckigen Sedimentklasten (9,5 cm max. Ø) vorwiegend des Oberen Buntsandsteins (Röt), die in einer meist rötlichbraunen, sandig-toni-

gen Matrix eingebettet sind. Zudem „schwimmen“ in dieser Matrix noch ganz vereinzelt, kleine, schwärzliche, ? tertiäre lignitische Kohlestückchen sowie – besonders auffallend – einzelne **weiße**, meist bizarr geformte (z.T. spitz ausgeschwänzte), dichte Klasten von wenigen mm bis max. 7,5 cm Ø (Abb. 1, Tab. 1).

Hervorzuheben ist, daß alle triassischen Sedimentklasten in benachbarten Schollen des Tertiärvorkommens oberflächennah anstehend sind und daß keine Klasten des tieferen Untergrundes, weder der Erdkruste noch des Oberen Erdmantels, nachgewiesen werden konnten.

Tab. 1. Gesteinsklastenspektrum in der Gesteinsbrekzie.

Gesteinstyp	Farbe	max. Ø in cm	geschätzte Häufigkeit	vermutetes Alter der Ausgangsgesteine
Kohlenstückchen, lignitisch	schwarz	1,5	•	Eozän (?)
„Trachytoide“, kaolinitisiert	weiß	7,5	••	Alttertiär/Oberkreide (?)
Kalksteine, dicht	grau	0,5	•	Muschelkalk
Ton- / Siltsteine (z.T. Klasten mit Wechsellagerung), ± feinsandig, ± glimmerreich, feinlagig	hellgrün-grau	7,0	•••	Röt
Ton- / Siltsteine (z.T. Klasten mit Wechsellagerung), feinlagig, z.T. feinsandig	rotbraun	3,5	•••	Röt
Ton- / Siltsteine	mittel-dunkel- grau	5,0	••	Röt
Feinsand-/Siltsteine, stark feinglimmerig, dünnblättrig	grau	4,0	••	Röt
Feinsandsteine, tonig, glimmerreich	hellgrau-grün	9,5	••	Röt
Feinsandsteine, schwach quarzitisches (± karbonatisiert)	hellgrau	2,0	•	Röt

• ganz selten, •• vereinzelt, ••• reichlich bis sehr reichlich

◀ **Abb. 1.** „Trachytoid“-Klasten (weiß) in einer als prä-unteroligozäner Schuttstom-Ablagerung gedeuteten Gesteinsbrekzie (Bohrung Sieblos 1994/2: 46–49,55 m; hier 48–48,5 m); an weiteren Gesteinsklasten vor allem Rötgesteine erkennbar: u.a. rotbraune, hellgrüngraue und middeldunkelgraue Ton-/Schluffsteine; graue, hellgraugrüne und hellgraue Feinsand-/Schluffsteine.

Weißer Klasten

Röntgenographisch (Rosenberg, Hessisches Landesamt für Bodenforschung) ließen sich in diesen weißen Klasten als Mineralphasen nur Kaolinit und ganz geringe Spuren von Alkalifeldspat nachweisen.

Mikroskopisch konnten in dieser Kaolinitmasse (aus vorwiegend parallel orientierten

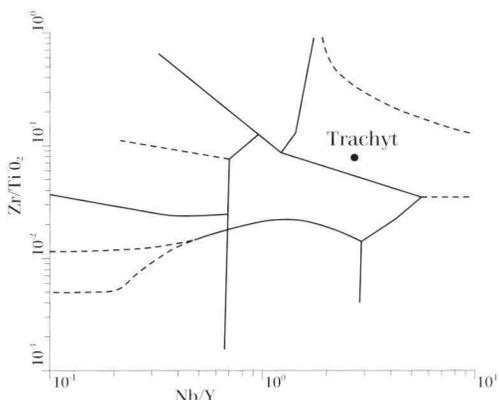


Abb. 2. Lage eines kaolinitisierten „Trachtyoid“-Klasten (Probe 32275) im Trachtyfeld des Zr/TiO_2 - Nb/Y -Diagramms (nach Winchester & Floyd 1977).

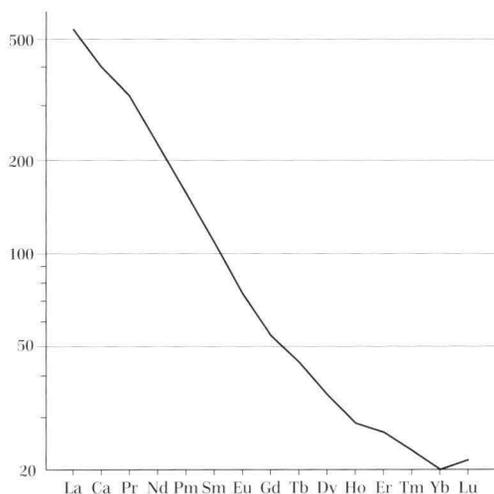


Abb. 3. Chondritnormiertes Seltene Erden Element-Spektrum [Probe 32275/ „recommended chondrite“ (Boynton 1984)].

Tab. 2. Chemische Zusammensetzung* eines kaolinitisierten „trachtyoiden“ Klasten (Probe 32275, Bohrung Sieblos 1994/2: 48–48,1 m u. Gel.).

	[Gew. %]		[ppm]		[ppm]
SiO ₂	49,53	As	1	La	163
TiO ₂	1,02	Ba	1670	Ce	331
Al ₂ O ₃	29,22	Cr	< 3	Pr	39,6
Fe ₂ O ₃	1,14	Cu	< 1	Nd	136
MnO	0,03	Ga	34	Sm	21
MgO	0,49	Nb	198	Eu	5,37
CaO	1,30	Ni	14	Gd	13,9
Na ₂ O	1,46	Pb	16	Tb	2,09
K ₂ O	2,09	Rb	23	Dy	11,1
H ₂ O ⁺	8,66	Sr	277	Ho	2,01
H ₂ O ⁻	4,56	Th	42	Er	5,51
P ₂ O ₅	0,18	U	17	Tm	0,74
CO ₂	0,98	V	9	Yb	4,15
Cl	0,00	Y	73	Lu	0,69
SO ₃	0,20	Zn	288		
		Zr	1009		
Summe	100,86				

* Haupt- und Spurenelemente (RF-Analysen): Susic (HLFB); Seltene Erden Elemente (ICP MS-Analysen, Schwefelsäure-Flußsäure-Aufschluß): Bickelmaier (Hessische Landesanstalt für Umwelt), Wenzel (HLFB); H₂O- und CO₂-Werte wurden im Chemischen Labor des HLFB ermittelt.

wurmformigen Kaolinit-Aggregaten) einzelne eingeregelt Apatit-Nadelchen (-0,1 mm) und - nur in wenigen Klasten - auch vereinzelt, frisch erscheinende Mikro-Einsprenglinge (nach geschätzter abnehmender Häufigkeit) von Biotit (-1,4 mm Ø), Alkalifeldspat (-1,4 mm Ø), getrübt Apatit (-0,25 mm Ø) und einmalig auch von Titanit (0,4 mm Ø) beobachtet werden. Die Einsprenglinge sind meist mit ihrer Längserstreckung ± parallel zu dem schon durch die Apatit-Nadelchen und Kaolinit-Aggregate der Grundmasse angedeuteten Fließgefüge orientiert. Die vollständige Umwandlung der Grundmasse, bei Erhalt der Einsprenglinge, könnte auf ihre ehemals glasige Ausbildung hinweisen.

Die Einsprenglingsphasen deuten auf ein „trachtyoides“ Ausgangsgestein hin. Dies wird durch die chemische Zusammensetzung eines

weißen Klasten (Tab. 2) anhand der hohen Gehalte der inkompatiblen Spurenelemente

Nb, Y, Zr, Ba (Abb. 2) und vor allem der Leichten Seltene Erden Elemente (Abb. 3) bestätigt.

„Basaltische“ Vulkaniklastite im Hangenden der unteroligozänen Sedimente der Bohrung Sieblos 1994/2

Wie dem Schichtenverzeichnis bei Hottenrott et al. (1998) zu entnehmen ist, handelt es sich bis ca. 5 m u. Gel. um schlecht sortierte, \pm matrixgestützte, sedimentgesteinsklastenreiche, aschen- und lapillikorngroße Vulkaniklastite, die durch Bohrarbeiten stark verwürgt sind.

Sie enthalten in einer teils rötlichbraunen, teils hellgrünlichgrauen, meist sehr quarkornreichen, tonigen Aschenmatrix hellgelbgraue, tonig (montmorillonitisch) zersetzte, ehemals \pm feinblasige, tachylitische basaltische Pyroklasten (-1,5 cm \emptyset) und einzelne, meist ebenfalls zersetzte, graue Basaltgesteinsklasten (einmalig mit noch erkennbarem Klinopyroxen-Einsprengling) sowie sehr reichlich größere Sedimentgesteinsklasten von vorwiegend Rötgesteinen, wie z.B. rotbraune Tonsteine (-7 cm); rotbraune, glimmerreiche, tonige Schluffsteine; graugrünliche, linsig-flaserige Ton-/Schluffsteine; fahlrote Feinsandsteine (-1,2 cm); hellgraue, glimmerführende, schwach feinsandige Tonsteine und ganz untergeordnet von grauen, dichten Kalksteinen (-0,5 cm) des Muschelkalks.

Im Sedimentgesteinsklastenspektrum ähneln diese nur mäßig sortierten Vulkaniklastite der Zusammensetzung der in den prä-unteroligozänen Sanden und Tonen erbohrten Gesteinsbrekzie.

In den magmatogenen Klasten dieser beiden Bildungen sind jedoch deutliche Unterschiede zu erkennen. In der Gesteinsbrekzie finden sich ausschließlich kaolinitisierte „trachytoide“ Klasten,

während in dem oberen Teil der erbohrten post-unteroligozänen Vulkaniklastitfolge nur basaltische Pyroklasten und Lithoklasten auftreten.

Zwischen ca. 5 m und 10,65 m u. Gel. besteht die Vulkaniklastit-Folge aus gut sortierten und \pm klastengestützten Aschen- und Feinlapillituffen, die aus vorwiegend gräulichgelben, tonig (montmorillonitisch) zersetzten, feinblasigen bis stark feinblasigen, juvenilen basaltischen Pyroklasten (identisch mit den basaltischen Pyroklasten der oberen Folge), einzelnen grauen Basaltgesteinsklasten und wenigen Quarz-/Quarzitkörnern sowie rotbraunen Ton-, Silt- und Feinsandstein-Klasten bestehen.

Zusammenfassend kann gefolgert werden, daß der obere Teil der durchbohrten Vulkaniklastite (-ca. 5 m u. Gel.) schon umgelagert ist, während es sich bei den unteren Vulkaniklastiten zwischen ca. 5 und 10,65 m u. Gel. wohl noch um primäre Fallablagerungen aus durch magmatische Entgasung fragmentierten, juvenilen basaltischen Pyroklasten handelt.

Die durchbohrten „basaltischen“ Vulkaniklastite gehören zu einer bis zu 25 m mächtigen Vulkaniklastitfolge, die außerhalb des Tertiärgrabens von Sieblos (Ehrenberg et al. 1994) Sedimenten des Röts oder des Unteren Muschelkalks unmittelbar auflagert oder in der Scholle an der äußersten NW-Ecke der Wasserkuppe auf Tephrit-Laven liegt, die die ältesten basaltischen Laven der vulkanischen Abfolge bilden (Ehrenberg et al. 1992, 1994).

2. Diskussion und Schlußfolgerungen

Die unmittelbar im Hangenden der unteroligozänen Sieblos-Schichten erbohrten „basaltischen“ Vulkaniklastite sind als frühe Bildungen

der bis zu 300 m mächtigen vulkanischen Abfolge der Wasserkuppen-Rhön aufzufassen. Deren Entstehung erfolgte – sowohl nach von der Was-

serkuppe bekanntgewordenen K-Ar-Gesamtgesteinsaltern von etwa 25–14 Ma (Lippolt 1978), als auch nach palynologischen Befunden (u.a. Gahl 1964) – ab dem obersten Oligozän, vor allem aber im Untermiozän.

Am Fuße der Wasserkuppenhänge unterlagern lokal noch Tephrit-Laven die Vulkaniklastite und stellen somit die ältesten basaltischen Förderprodukte dar.

Die Bildung einzelner trachyandesitischer und trachytischer Dome ist, wie u.a. der etwa 1 km nördlich der Bohrung Sieblös 1994/2 lokal unter Tephriten angeschnittene Trachyandesit-Dom von Abtsroda, der Entstehung der ältesten basaltischen Laven zeitlich noch vorausgegangen (Ehrenberg et al. 1994).

Durch den Nachweis kaolinitisierter „trachytoider“ Klasten in den Sanden und Tonen unterhalb der unteroligozänen Sieblös-Schichten eingeschalteten Gesteinsbrekzie ergibt sich unserer Ansicht nach die Möglichkeit, daraus zeitliche Hinweise auf diesen präbasaltischen „trachytoiden“ Vulkanismus abzuleiten.

Diese zeitliche Wertung hängt jedoch von der Entscheidung über die Entstehungsart der Gesteinsbrekzie ab, nämlich ob die Gesteinsbrekzie als nachträglich die unteroligozän-präunteroligozänen Tertiärsedimente durchschlagende, explosiv entstandene, intrusive Gangbrekzie oder als konkordant zwischengeschaltete Schuttstrom-Ablagerung aufzufassen ist.

Bei der Deutung der Gesteinsbrekzie als Gangbrekzie (wie von P. Rothe bei der ersten Geländeaufnahme vermutet) könnten sowohl die Gesteinsbrekzie als auch die „Trachytoid“-Klasten jünger sein als die im Hangenden erbohrte unteroligozäne Sedimentfolge.

Nach dieser „Gangbrekzien-Vorstellung“ müßte man folglich annehmen, daß bei dem Tuffitierungsprozeß im Untergrund des Tertiärvorkommens Buntsandgesteine und darin steckende Trachyte explosiv zertrümmert und in dem Gasstrom (Fluidisierung) nach oben, intrusiv in die Tertiärsedimente verlagert worden seien.

Für den Beginn des Rhön-Vulkanismus ergäbe somit die Gesteinsbrekzie mit ihren „Trachytoid“-Klasten keine verwertbaren neuen Hinweise.

Gegen die Deutung der Gesteinsbrekzie als Gangbrekzie sprechen jedoch mehrere Gründe.

Besonders bedeutungsvoll ist hierbei das völlige Fehlen ehemals juvenil-magmatischer Pyroklasten (sowohl in der Matrix als auch bei den größeren Klasten), die als Wärmelieferanten für phreatomagmatische Eruptionen angesehen werden könnten oder eine magmatische Fragmentierung belegen könnten.

Die einzigsten nachweisbaren magmatischen Klasten sind die weißen, immer gleichbleibend intensiv kaolinitisierten „Trachytoid“-Klasten (ob mm oder 7,5 cm groß), die theoretisch auch als Wärmequelle angenommen werden könnten. Dann könnte ihre Kaolinitisierung aber erst, nach der „heißen“ Fragmentierung und Verlagerung, in situ in der Gesteinsbrekzie erfolgt sein. Dagegen spricht jedoch, daß ausschließlich diese „trachytoiden“ Klasten eine Zersetzung zeigen, während die Sedimentklasten und auch die Matrix unverändert „frisch“ sind. Eine selektive Kaolinitisierung ausschließlich der „Trachytoid“-Klasten erscheint auch dadurch unwahrscheinlich, da sich trotz unterschiedlicher Klastendurchmesser keinerlei Intensitätsunterschiede im Grad der Zersetzung erkennen lassen. Auch die z.T. bizarre Außenform spricht sehr gegen einen Transport im Gasstrom, wo es durch gegenseitige Reibung der Klasten häufig zu Anrundungen kommt.

Wenn die Kaolinitisierung der „Trachytoide“ aber schon vor der Umlagerung erfolgt ist, scheiden die „kalten“ „Trachytoide“ als mögliche Wärmelieferanten ebenfalls für Tuffitierungsprozesse aus.

Die Annahme der Entstehung der Gesteinsbrekzie als Schuttstrom-Ablagerung kann hingegen alle Merkmale [keine Sortierung, durchgängig matrixgestütztes Gefüge bei sehr hohem Matrixanteil, nur Sedimentklasten wie sie auch oberflächennah aus benachbarten Schollen des Tertiärgrabens bekannt sind (vgl. u.a. GK 25 Bl. 5425 Kleinsassen (Ehrenberg et al. 1994) und GK 25, Bl. Gersfeld (Bücking 1909), „Trachytoid“-Klasten immer gleichbleibend intensiv kaolinitisiert, keine Klasten des tieferen Untergrundes] leicht durch Umlagerung von einer entspre-

chend gestalteten Landoberfläche in das Tertiärbecken erklären.

Es erscheint daher gerechtfertigt, die Gesteinsbrekzie als Schuttstrom-Ablagerung aufzufassen, die konkordant in die im Liegenden der unteroligozänen Sieblos-Schichten auftretenden Sande und Tone eingeschaltet ist. Verstärkt wird diese Auffassung durch die im Bohrkern erkennbare, nahezu horizontal verlaufende, scharfe Grenze zwischen hangenden weißen Sanden und Gesteinsbrekzie. (Die Untergrenze ist nicht so deutlich zu erkennen).

Nach unserer Ansicht repräsentiert somit die Lagerung der Gesteinsbrekzie auch ihre Altersstellung. Das Mindestalter der darin auftretenden „Trachytoid“-Klasten ist somit schon durch das Schuttstrom-Alter gegeben. Einen weiteren Altershinweis liefert die vollständige (bis auf einzelne frische Einsprenglingskristalle) Kaolinitisierung dieser Klasten, da, wie schon aufgeführt, die anderen Klasten (vorwiegend Sedimente des Röts) weitgehend unverändert – noch mit den braunroten bis graugrünlichen Primärfarben – vorliegen, d.h. keine der Umlagerung vorangegangenen vergleichbaren Verwitterungseinflüsse erkennen lassen.

Es ist anzunehmen, daß die Kaolinitisierung der „Trachytoide“ das Ergebnis einer sehr tiefgründigen, langfristigen Verwitterung war. Die Sedimentklasten aus vorwiegend Rötgesteinen innerhalb des prä-unteroligozänen Schuttstromes, bzw. ihr Liefergebiet, unterlagen dieser „Weißverwitterung“ offenbar nicht. Prädestiniert für weit in den Untergrund reichende kaolinitische Zersetzung waren sicherlich sich in die Tiefe erstreckende „Trachytoid“-Dome, in deren Umgebung oberflächennahe Verwitterungsbildungen sukzessive abgetragen wurden.

Die evtl. gang- bis stielartigen Rumpfe der Dome wurden erst auf „jüngerer“ (prä-unteroligozäner) Landoberfläche von Umlagerungen miterfaßt. Weite Transportwege der instabilen „trachytoiden“ Klasten sind dabei schon aufgrund der bizarren Formen unwahrscheinlich. Für die Nähe des Liefergebietes sprechen auch die Röt-Klasten, die den in der Umrahmung des Tertiärvorkommens anstehenden Röt-Sedimenten gleichen.

Zum Alter der „Trachytoide“

Überlegungen zum Entstehungsalter der „Trachytoide“ müssen nach den bisherigen Ausführungen folgendes zugrundelegen:

1. Prä-unteroligozäne Umlagerung schon kaolinitisierter „Trachytoide“
2. Vorangegangene tiefgründige Verwitterung
3. Aufstieg der Schmelze vor dieser Verwitterung

In der Rhön gelten Ablagerungen, wie z.B. die im Bereich der ehemaligen Porzellanerdegrube Abtsroda zusammengeschwemmten kaolinitischen Verwitterungsprodukte als älteste tertiäre, evtl. noch aus der Oberkreide stammende Sedimente (Laemmlen et al. 1979, Martini 1987).

Legt man all diese Erkenntnisse zugrunde, so ergibt sich für den Aufstieg der „Trachytoid“-Schmelze ein zeitlich vor der Kaolinitisierung gelegener Zeitrahmen vom frühen Tertiär bis in die Oberkreide. Hinweise auf solch frühe vulkanische Bildungen waren bisher aus der Rhön unbekannt. Trachyte von paläozän/oberkretazischem Alter sind jedoch nach Gesamtgesteins-Modellaltern von 65–69 Ma aus dem Bereich des Sprenglinger Horstes bekannt (Horn et al. 1972).

3. Schriftenverzeichnis

- | | | |
|---|--|--|
| Boynton, W. V. (1984): Cosmochemistry of the Rare Earth Elements: Meteorite studies. – In: Henderson, P (Ed.): Rare Earth | Element Geochemistry, Developments in Geochemistry, 2: 63–114; Elsevier. | ßen u. benachb. B-St., Lfg. 171, Bl. Gersfeld; Berlin. |
| | Bücking, H. (1909): Geol. Kt. Preu- | Ehrenberg, K.-H., Rosenberg, F., Strecker, G., Susic, M. & Wenzel. |

- G. (1992): Neue Ergebnisse zum tertiären Vulkanismus der Rhön (Wasserkuppenrhön und Kuppenrhön). – Beih. Eur. J. Mineral., Vol. 4 (2): 47–102; Stuttgart.
- Ehrenberg, K.-H. & Hickethier, H. (1994): Vulkanische Abfolge. – Erl. geol. Kt. Hessen 1 : 25 000, Bl. 5425 Kleinsassen, 2. Auflage: 102–215; Wiesbaden.
- Ehrenberg, K.-H., Hansen, R., Hickethier, H. & Laemmlen, M. (1994): Geol. Kt. Hessen 1 : 25 000, Bl. 5425 Kleinsassen, 2. Auflage; Wiesbaden.
- Gahl, H. (1964): Paläontologie und Stratigraphie der tertiären Vorkommen von Sieblos und Obernhäusen in der Rhön. – Diss., 51 S.; Gießen.
- Horn, P., Lippolt, H.-J. & Todt, W. (1972): Kalium-Argon-Altersbestimmungen an tertiären Vulkaniten des Oberrheingrabens. – Ecl. Geol. Helvetiae, 65 (1): 131–156; Basel.
- Hottenrott, M., Martini, E. & Schiller, W. (1998): Profilbeschreibungen der Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 an der Wasserkuppe/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, 104: 41–57; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Laemmlen, M., Prinz, H. & Roth, H. (1979): Neu erkannte geologische Strukturen in der Vorderrhön. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 95: 242–246; Wiesbaden.
- Lippolt, H.-J. (1978): K-Ar-Untersuchungen zum Alter des Rhönvulkanismus. – Fortschr. Mineral., 56, Beih. 1: 85; Stuttgart.
- Martini, E. (1987): Anreicherung von Muschelkalk-Hornsteinen im Tertiär von Abtsroda/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, 23: 21–25.; Fulda.
- Winchester, J. A. & Floyd, P. A. (1977): Geochemical Discrimination of Different Magma Series and their Differentiation Products using Immobile Elements. – Chem. Geol., 20: 325–343; Amsterdam (Elsevier).

Der unteroligozäne See von Sieblos/Rhön. Salinitäts-Entwicklung nach geochemischen Untersuchungen an den Forschungsbohrungen 1994/1 und 1994/2

von
Peter Rothe*

Rothe, P. (1998): Der unteroligozäne See von Sieblos/Rhön. Salinitäts-Entwicklung nach geochemischen Untersuchungen an den Forschungsbohrungen 1994/1 und 1994/2. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 85–100, 7 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

Limnische Sedimente des Unter-Oligozäns von Sieblos an der Wasserkuppe (Rhön) aus zwei Forschungsbohrungen gestatten erstmals, die umfangreichen früheren Haldenfunde dieser alten „Braunkohlen“-Lagerstätte im Schichtverband zu diskutieren. Aus den Kernstrecken dieser als „Sieblos-Formation“ zusammengefaßten Sedimente wurden vor allem die „Schneckenmergel“ und die laminierten Karbonate im Verband mit Dysodil näher untersucht.

Die Gesamtkarbonatgehalte pendeln von <10 (Ton) bis 100 %, mineralogisch überwiegt mikritischer Calcit, der wahrscheinlich im See selbst gefällt wurde; dabei ist eine biogene Beteiligung nicht auszuschließen (Algenblüten). Die Gastro-

podenschalen sind aragonitisch erhalten. In der Bohrung Sieblos 1994/2 sind fünf diskrete Dolomit-Horizonte nachweisbar, für die eine frühdiagenetische Entstehung in Zeiten starker Eindunstung des Wasserkörpers angenommen wird. Natrium und Lithium in den Karbonaten spiegeln in einer trendhaften Entwicklung die Änderungen der Salinität des Gewässers wider, die sich auch aus der Entwicklung der stabilen Sauerstoff-Isotope in diesen Karbonaten ableiten läßt. Die Daten stehen im Einklang mit den paläontologischen Befunden und gestatten es, die Entwicklung höherer Salzgehalte auch ohne marinen Einfluß zu erklären.

Abstract

The Lower Oligocene lake of Sieblos/Rhoen. Salinity trends from geochemical studies at the research drillings 1994/1 and 1994/2

Lacustrine Lower Oligocene sediments from two research drillings near Sieblos in the Rhoen mountains (Hesse, Germany) were studied for carbonate contents, mineral composition, and selected geochemical parameters. Whereas earlier

sampling was always restricted to mining dumps, the sedimentary record could be studied for the first time from small scale continuous sections.

These sediments altogether constitute the „Sieblos-Formation“. From the cored sections,

* Prof. Dr. P. Rothe, Lehrstuhl für Geologie, Universität Mannheim, Schloß, D-68131 Mannheim

particularly the „gastropod marls“, and laminated carbonates in close association with dysodil were studied in more detail.

Total carbonate contents range between <10 (clay) and 100%. The carbonates are essentially composed of micritic calcite, most probably precipitated within the lake with a possible participation of biological activity (algal blooms). Gastropod shells are still preserved as aragonite. Five discrete

dolomitic horizons were found within the drill-hole Sieblos 1994/2; dolomitisation is supposed to be early diagenetic during stages of strong evaporation. Both sodium and lithium contents within the carbonates reflect changing salinities of the water body; this is also paralleled by stable oxygen isotopes. The data support trends derived from paleontology. They allow for explaining higher salinities without any marine influence to the area.

1. Einführung

Die Lagerstätte von Sieblos wurde bei der Prospektion auf Kaolin entdeckt, ihre größte Bedeutung hatte sie aber schon im 19. Jahrhundert durch die dort gefundenen Fossilien (Hassenkamp 1856); man würde sie heute wahrscheinlich direkt dem Forschungsbereich „Fossilagerstätten“ zuordnen.

So ist es nicht verwunderlich, daß wir zu Beginn einer systematischen Neuerkundung 1987/88 in sedimentologischer Hinsicht nahezu bei Null beginnen mußten. Das Haldenmaterial, das durch Hugo Schubert durchgeklopft bzw. -gespalten worden war, bestand fast ausschließlich aus dem fossilführenden Dysodil und nur ganz gelegentlich wurden auch die fein gebänderten Karbonatgesteine bei der Fossilsuche mit einbezogen. Die frühen Publikationen (u.a. v. Gümbel 1894) und die wenig vollständigen Bergbau-Akten erwähnten aber immer auch Tone und Sande und die Bezeichnung „Schwimm-sand“ in den Steiger-Berichten (zitiert u.a. bei Speiser 1914) deutet auf entsprechende Probleme beim Abbau hin.

Der Versuch einer Rekonstruktion des Profils durch Gahl (1964, 1968) stützte sich auf Berichte des Steigers Buchrucker und eine Darstellung bei v. Gümbel (1894). Daraus ergibt sich einerseits ein sehr kleinräumiger Fazieswechsel, andererseits eine „wellige“ Lagerung! Gahl (1968) spricht schließlich sogar von einem nach Süden und Norden abtauchenden Sattel, „dessen Kohleschichten im umlaufenden Streichen abgebaut werden konnten“. Darüber hinaus ist aus einer Skizze des erwähnten Steigerberichtes

auch eine kleine Abschiebung im dm-Bereich erkennbar. Haldenfunde mit Brüchen und Faltungerscheinungen im cm–dm-Bereich legen einerseits synsedimentäre Rutschungen, andererseits postsedimentäre, bruchhafte Verformung der schon lithifizierten Sedimente nahe (Rothe 1988, Martini & Rothe 1993).

Unsere ersten Versuche, Profile mit Hilfe von Sondierungsbohrungen zu erfassen (Näheres dazu bei Rothe 1988), waren 1987 wenig erfolgreich, weil wir mit dem Schlagbohrgerät zwar auch Tone erbohrt hatten, im Falle größerer Mächtigkeiten aber technische Probleme damit bekamen. Für Sande bestand die Schwierigkeit, daß sie in Form von Schlitzproben kaum zusammenhängende Profilstrecken ergaben, weil der Sand gelegentlich das in den Akten erwähnte „Schwimmverhalten“ zeigte und nur in verschwindend geringer Menge überhaupt zutage kam. Immerhin haben wir in einer von vier solcher Sondierungsbohrungen das Liegende erreicht und partiell durchteufen können. In der damaligen Sondierungsbohrung I wurden tonige mürbe Feinsandsteine von rötlicher, meist aber weißlicher Farbe, zusammen mit weißen kaolinitischen Verwitterungsprodukten angetroffen, die die „kaolinige Verwitterungsrinde“ der älteren Literatur darstellen, die im vorliegenden Fall wahrscheinlich Röt als Basis hat.

Die Sondierungsbohrungen haben uns jedoch ermöglicht, eine Art von vorläufiger Tonmineral-Stratigraphie aufzustellen: In den Rötgesteinen des Liegenden kommt Corrensit vor, wie er auch aus entsprechenden me-

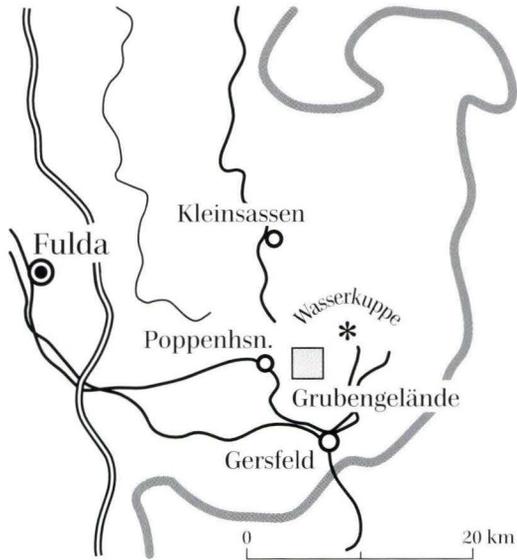
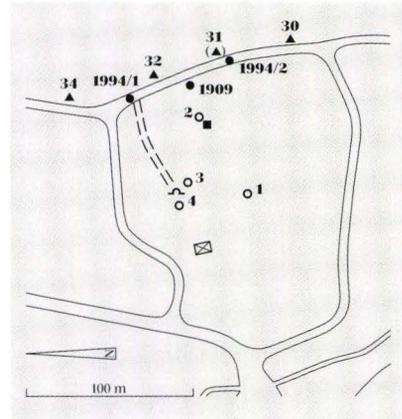


Abb. 1. Lageplan der Bohrungen.



- | | |
|------------------------------|--------------------|
| ● Kernbohrung | ☒ Kuhstall |
| ○ Sandierungsbohrung
1987 | ■ ehem. Mutschacht |
| | ▲ alter Grenzstein |
| | ⋯ Stollenmundloch |

sozoischen Sedimenten von anderen Lokalitäten beschrieben wurde (Lippmann 1956). Die darüber lagernden weißen Verwitterungsprodukte sind durch eine Vormacht von gut kristallisiertem Kaolinit gekennzeichnet, der auch in den eigentlichen See-Sedimenten, den „Sieblos-Schichten“ sensu stricto vorherrscht und dort als sedimentäres Umlagerungsprodukt aus der Umgebung des Gewässers angesehen werden muß. Das Hangende der Sieblos-Schichten bilden basaltische Tuffe bzw. quartäre Schutttablagerungen, die aus Produkten des jungtertiären Basaltvulkanismus bestehen; hier ist Smektit das kennzeichnende Tonmineral. Der Dysodil selbst, den wir im Verband mit den sonstigen Sedimenten, zu denen auch der eher massig (d.h. nicht feinschichtig) erscheinende „Schneckenmergel“ gehört, anzutreffen gehofft hatten, war allenfalls spurenhaf nachzuweisen; möglicherweise handelt es sich dabei schon um altes Halddenmaterial.

In einem weiteren Versuch, die Sedimente im stratigraphischen Verband zu erkunden, wurden an verschiedenen Stellen innerhalb des Grubengeländes Baggerschürfe angelegt, die uns die Gemeinde Poppenhausen ermöglichte;

sie reichten im Einzelfall fast bis 4 m unter Geländeoberkante. Ein technisches Problem war hier die Tatsache, daß seit Ende des Bergbaus nach dem 1. Weltkrieg Erlen gewachsen waren, die auch die an den Geländeformen im Ausnahmefall noch wahrnehmbaren Einsturzlöcher der alten Schächte bzw. Stollen als Standort hatten. Immerhin ist es durch die außerordentliche Geschicklichkeit des Baggerführers Hubert Storch damals gelungen, Teilbereiche der sedimentären Abfolge freizulegen: in einem Falle blauen Ton + Schneckenmergel, in einem anderen sogar Dysodil in Verbindung mit Karbonaten, der aber wahrscheinlich nicht wirklich anstehend ist. Infolge der damals noch ungenügend genauen Zuordnung der Fundpunkte zu den Lokalitäten der Bergbauakten (jetzt besser bei Schneider 1998) war das eine Art „Stochern im Nebel“ und so war es auch nicht verwunderlich, daß wir in einem Falle deutlich mehrere Meter mächtigen Abraume erschürft haben. Die technisch maximal erreichbare Tiefe betrug ohnehin nur knapp 4 m unter Geländeoberkante. Die Arbeiten wurden außerdem durch ständig in großen Mengen zuzitendes Hangzugwasser erschwert.

So waren wir allmählich zu der Überzeugung gelangt, daß nur Kernbohrungen das Profil würden erschließen können. Mittel des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung haben dann die erste, solche aus dem Biosphärenreservat Rhön und der Gemeinde Poppenhausen die zweite Bohrung ermöglicht (hier und im Nachfolgenden als „Kernbohrung Sieblos 1994/1 bzw. 1994/2“ bezeichnet, siehe Abb. 1). Über die Un-

tersuchungen an den erbohrten Sedimenten wird hier nachfolgend berichtet. Sie zielten zum einen auf eine Bestandsaufnahme der Profile (Petrographie, Mineralogie) zum anderen hatten sie die Entwicklung des Gewässers im Tertiär zum Gegenstand, wobei Fragen der Salinitätsentwicklung, die sich nicht zuletzt aus den von Sieblos bekannten Faunen ergeben hatten, besondere Aufmerksamkeit zugewandt wurde.

2. Die lithologischen Profile (siehe dazu auch Hottenrott et al. 1998)

Mit 46,70 m Endteufe erreichte die Kernbohrung Sieblos 1994/1 bei 38,80 m Karbonatfolgen des Muschelkalks, die nach Horn (mdl.) zum Unteren Wellenkalk gehören. Die darüber folgenden Tertiärsedimente umfassen etwa 15 m Ton und Sand, dann etwa 10 m Schneckenmergel mit einer Zwischenlage aus Ton, die ihrerseits nochmals von Tonen überlagert werden; darüber folgen 8,70 m Schuttmassen aus Tuffen und Basalten, die wir als Solifluktionsbildungen ansehen und dem Quartär zuordnen. Sowohl die tieferen, als auch die höheren Tonpakete enthalten gelegentlich kohlige Lagen. Ein Vergleich mit den Gamma-Logs zeigt sehr schön, daß sich die Tone durch höhere Strahlung von den übrigen Sedimenten unterscheiden lassen: Das ist wahrscheinlich mit der K-Strahlung infolge des Illit-Gehaltes zu begründen (Abb. 2).

Die nur etwa 90 m südlich der Bohrung Sieblos 1994/1 entfernt niedergebrachte Kernbohrung Sieblos 1994/2 erschloß ein über 40 m

mächtiges Tertiärprofil, in dem zusätzlich zu lithologisch ähnlichen Sedimenten wie in Bohrung Sieblos 1994/1 nun auch Lagen mit dem aus den Haldenfunden bekannten Dysodil und feingebänderten Karbonatgesteinen angetroffen wurden; dieses Tertiär ist mindestens 30 m mächtig, wahrscheinlich aber wesentlich mehr, denn die Tertiärbasis wurde nicht erreicht. Überlagert werden die oligozänen Sedimente von fast 11 m mächtigen basaltischen Tuffen, die zum basalen Teil des i.w. miozänen Wasserkuppelvulkanismus gestellt werden (Ehrenberg & Hickethier 1998). Im basisnahen Bereich der Bohrung wurde von 46 m bis 49,55 m eine bunte Brekzie angetroffen, deren Bearbeitung durch Ehrenberg & Hickethier (1998) erfolgt ist und auf die hier im folgenden nicht weiter eingegangen wird. Auch im Falle dieser Bohrung zeigt sich eine gute Korrelation zwischen höheren Werten bei den Gammalogs und tonigen Sedimenten (Abb. 3).

3. Sedimente

Aus den Kernbohrungen wurden insgesamt 92 Proben genauer untersucht, aus Bohrung Sieblos 1994/1 33 und aus Bohrung Sieblos 1994/2 59 Proben. An karbonatführenden Proben wurden die **Gesamtkarbonatgehalte** mit der Karbonat-Bombe (Müller & Gastner 1971) bestimmt; Vergleiche mit AAS-Ca-Analysen zeigen eine sehr gute Übereinstimmung in sämtlichen Fällen (Tab. 1, 2). Die Karbonatwerte haben

frühere Untersuchungen bestätigt, nach denen die sog. Schneckenmergel wegen ihrer hohen Gesamtkarbonatgehalte nicht mehr als Mergel im petrographischen Sinne angesprochen werden können, sondern als Kalke bezeichnet werden müssen (Rothe 1988). Die Tone in den Bohrungen sind dagegen praktisch karbonatfrei.

Röntgenographische Untersuchungen (Pulverdiffraktometrie an texturfreien Präparaten)

Bohrung Sieblos 1994/1
(697,1 m ü. NN)

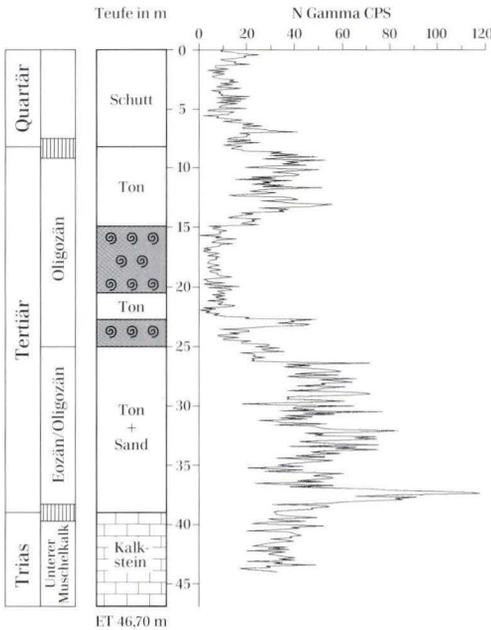


Abb. 2. Stratigraphie, Lithologie und Gamma-Log der Kernbohrung Sieblos 1994/1.

Bohrung Sieblos 1994/2
(699,5 m ü. NN)

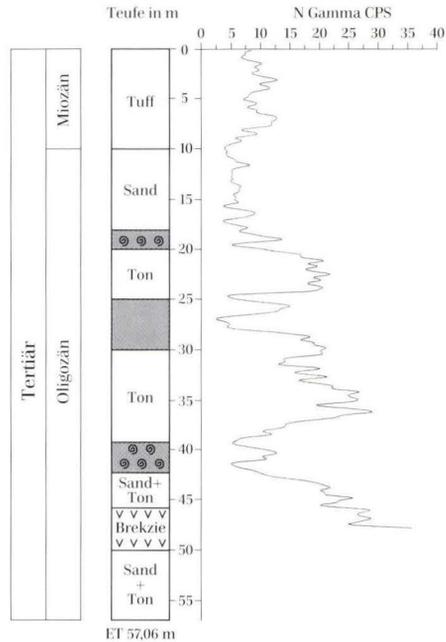


Abb. 3. Stratigraphie, Lithologie und Gamma-Log der Kernbohrung Sieblos 1994/2.

zeigen für die Karbonate normalen **Calcit** und – beschränkt auf Bohrung Sieblos 1994/2 – auch **Dolomit**, der dort in diskreten Horizonten vorkommt (Abb. 6). Obwohl die Gastropodenschalen, wie an ausgelesenen Proben im Einzelfall ermittelt, noch **aragonitisch** erhalten sind, ist der Aragonitgehalt entsprechender Gesamtproben (Schneckenmergel) zu niedrig, um in den Röntgen-Diagrammen zu erscheinen. Diese Proben sind aber durch besonders hohe Strontiumgehalte gekennzeichnet (vgl. Tab. 1, 2), **Quarz** dagegen, der gelegentlich auch innerhalb der Karbonatlagen in Form diskreter Körner mikroskopisch beobachtet werden kann, ist dann meist auch röntgenographisch nachweisbar. **Tonminerale** wurden an Texturpräparaten ausgewählter Proben bestimmt (Smear-Präparate, unbehandelt, mit Ethylenglykol und auf 350 °C geheizt). Die Tone innerhalb der Sieblos-Schichten sind von **Kaolinit** dominiert, führen aber fast immer

auch **Illit** und gelegentlich **I-M-mixed-layer** Minerale. In den basaltischen Hangendschichten sind auch quellfähige Phasen (**Smektit**) nachweisbar, die wir schon früher in den Proben der Sondierungsbohrungen gefunden hatten; sie scheinen in den älteren Abschnitten nicht vorzukommen. Die Probendichte bei den für Tonmineralanalysen ausgewählten Proben ist aber bisher zu gering, um zu endgültigen Aussagen zu kommen. In den Sondierungsbohrungen war an der Basis der Sieblos-Schichten in Röt-Gesteinen auch **Corrensit** gefunden worden, was gut zu anderen Ergebnissen aus mesozoischen Tonen paßt (Lippmann 1956, Rothe 1988).

Die erbohrten Sande bestehen überwiegend aus gut gerundeten Quarzkörnern, sie wurden aber zunächst nicht weiter untersucht; mit hoher Wahrscheinlichkeit stammen diese aus dem Mittleren Buntsandstein der Umgebung des Siebloser Gewässers. Die Aufmerksamkeit galt

in dieser Studie ohnehin den karbonatischen Anteilen innerhalb der Sieblos-Schichten. In diesen Kernstrecken erfolgte eine relativ enge Be-

probung, auch im Hinblick auf geochemische Fragestellungen, die sich nur an den Karbonaten untersuchen ließen.

4. Geochemie

Natrium in Karbonaten läßt sich als Faziesindikator diskutieren und kann Hinweise zur Paläosalinität liefern. Untersuchungen an mesozoischen Karbonatgesteinen (Ogorelec & Rothe 1979) hatten für den marinen Bereich Ansätze in dieser Richtung geliefert, die hier auch für den limnischen Bereich weiter zu verfolgen lohnend schien.

Aus dem paläontologischen Befund hatte sich schon früher ergeben, daß im Gewässer von Sieblos zeitweise brackische Bedingungen vorgelegen haben müssen; wir hatten seinerzeit mit einer möglichen Verlagerung der oligozänen Küstenlinie bis an den Rand der heutigen Rhön argumentiert, um die höheren Salzgehalte zu erklären (Martini & Rothe 1988).

Da diese Aussage auf der Interpretation von Haldenmaterial beruhte und damit ohnehin problematisch war, sollte anhand der Bohrkernprofile ermittelt werden, ob sich nicht Salinitätstrends innerhalb des Sieblos-Gewässers selbst entwickelt haben könnten.

Dazu wurden, dem Ansatz von Ogorelec & Rothe (1979) folgend, zunächst die **Natrium**-Gehalte untersucht. Die positive Korrelation von

Na mit den Gesamtkarbonatgehalten zeigt, daß dieses an die Karbonate gebunden ist. In Anlehnung an das Eindampfungsgeschehen bei der Entwicklung von Salinaren hatten wir auch Lithium analysiert und in den Profilen den Natriumtrends vergleichbare Verläufe beobachtet.

Diese Trends legten es nahe, die entsprechenden Karbonate auch auf die stabilen Isotope des Sauerstoffs und des Kohlenstoffs hin zu untersuchen; dabei bildeten frühere Untersuchungen an den Postimpakt-Sedimenten des Kratersees im Nördlinger Ries eine gute Basis (Forschungsbohrung Nördlingen 1973; Rothe & Hoefs 1977). An 40 ausgewählten Proben der Sieblos-Bohrungen, darunter auch einigen Dolomiten, wurden $\delta^{18}\text{O}$ - und $\delta^{13}\text{C}$ -Werte ermittelt; die angegebenen Werte sind auf VPDB (Vienna PDB) bezogen. Dabei zeigte sich eine fast lehrbuchartige Parallelentwicklung zu den Natrium- und Lithium-Trends, die die wechselnden Salinitäten in der Entwicklung des Gewässers abbilden. Sie werden nachfolgend zunächst für die beiden Kernbohrungen getrennt dargestellt und danach vergleichend diskutiert.

4.1 Bohrung Sieblos 1994/1

33 Proben (Tab. 1, Abb. 4). Außer einer Referenzprobe aus dem erbohrten Unteren Muschelkalk liegt der Schwerpunkt der untersuchten Proben im oberen Profilbereich zwischen etwa 15 und 25 m, wo „Schneckenmergel“ mit einer Zwischenlage aus Tonen angetroffen wurden. Die Gesamtkarbonatgehalte pendeln zwischen <40% und fast 100%. Nachdem eine deutliche Korrelation zwischen Karbonatgehalten und Natrium besteht, wurden die in den Gesamtproben ermittelten Na-Werte auf 100%

CaCO_3 umgerechnet; dabei ergaben sich Gehalte von >500 bis >1250 ppm Na in den Karbonaten (diese Werte sind in der Bohrung Sieblos 1994/2 im mittleren Profilabschnitt, der aus den laminierten Sedimenten besteht, z.T. wesentlich höher, vgl. Abb. 5). Dem Na-Trend in der Bohrung Sieblos 1994/1 entspricht auch der Verlauf der Kurve der Lithium-Konzentrationen. Auch hier wurde auf 100% Karbonat umgerechnet. Die absoluten Li-Gehalte sind mit Werten zwischen >7 bis 12 ppm zwar äußerst gering, aber

auch im Vergleich mit denen aus der Bohrung Sieblos 1994/2 aussagekräftig. Beide Elemente schienen jedenfalls wechselnde Salinitäten anzuzeigen; die Information dazu ist in den Karbonaten gespeichert worden.

Um das durch weitere Daten abzusichern bzw. zu überprüfen, wurde an jeweils identischem Probenmaterial die Isotopen-Zusammensetzung bestimmt ($\delta^{18}\text{O}$ und $\delta^{13}\text{C}$). Abb. 4 zeigt die entsprechende Kurve für die engbeprobte Kernstrecke und einen Vergleichswert aus dem Liegenden Unteren Muschelkalk; dieser ist mit einem $\delta^{18}\text{O}$ -Wert von fast -4 zu leicht für das entsprechende marine Milieu, was wahr-

scheinlich auf eine Isotopenfraktionierung durch meteorische Diagenese zurückzuführen ist: die mesozoischen Gesteine hatten ja bis zum Oligozän eine lange Festlandszeit hinter sich, während der ein Isotopen-Austausch durch Verwitterungslösungen erfolgen konnte. Der $\delta^{13}\text{C}$ -Wert ist, verglichen mit denen der Tertiärsedimente, mit etwa $+4$ eher schwer. Der Unterschied dürfte auf der für Süßwasserkarbonate allgemein festgestellten Anreicherung leichten Kohlenstoffs beruhen, zumal in den Tertiärsedimenten die pflanzliche Substanz ohnehin zu leichten Werten tendiert, die hier zwischen -4 und -8 pendeln.

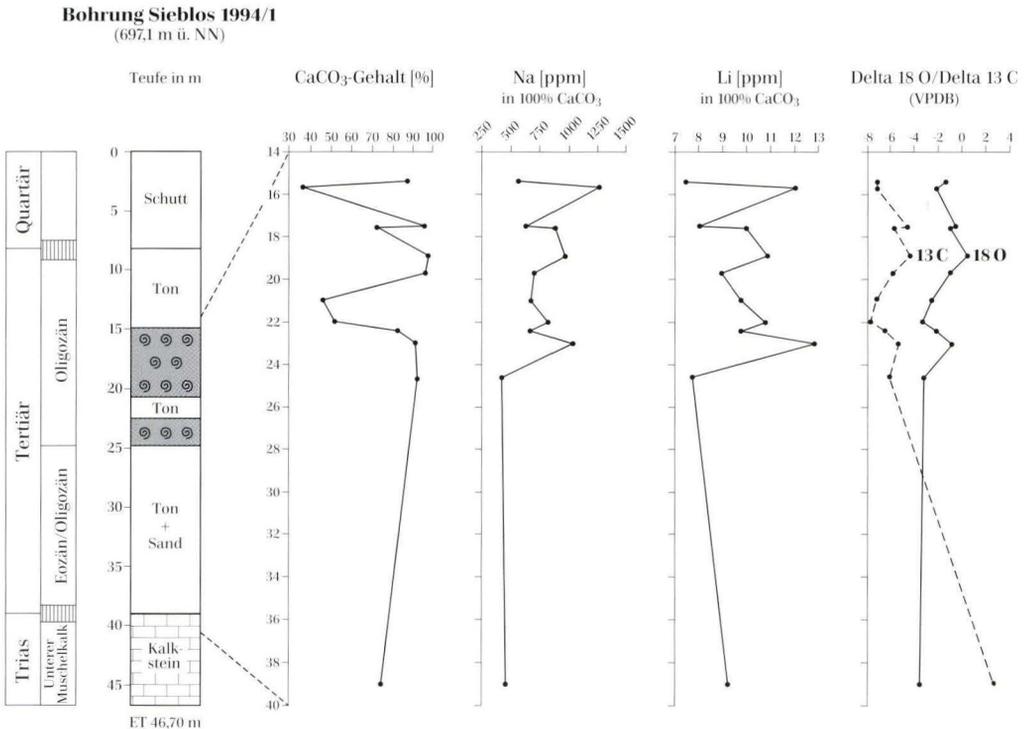


Abb. 4. Stratigraphie, Lithologie, Gesamtkarbonatgehalt, Natrium- und Lithiumgehalt (umgerechnet auf 100 % Karbonat) sowie $\delta^{13}\text{C}$ und $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der Karbonate in der Kernbohrung Sieblos 1994/1.

4.2 Bohrung Sieblos 1994/2

59 Proben (Tab. 2, Abb. 5). Beprobte wurden drei durch mächtige Tone voneinander getrennte Bereiche, die durch karbonatische Sedimente gekennzeichnet sind:

Aus dem tiefsten Teil der Bohrung gebänderte Schneckenergell bzw. -kalke (aus ~ 39–42 m Teufe), gebänderte bzw. laminierte Kalke mit tonigen Zwischenlagen (zwischen ~ 24 und >30 m Teufe) sowie Seekreide, Kalk und Ton (aus dem oberen Bereich zwischen 18 und 21 m). Die Gesamtkarbonatgehalte in den untersuchten Kernstrecken pendeln, von weitgehend kalkfreien Ausreißern (= Tonen) abgesehen, zwischen 60 und 100 %.

Auch in dieser Bohrung besteht eine deutliche Korrelation zwischen Karbonatgehalten

und Natrium, die entsprechend auf 100 % CaCO_3 umgerechneten Na-Gehalte sind im Einzelfall aber deutlich höher als in der Bohrung Sieblos 1994/1. Sie pendeln im oberen und im unteren Profilabschnitt zwischen etwa 500 und 1000 ppm und sind dort denen aus der Bohrung Sieblos 1994/1 vergleichbar, im mittleren Profilbereich liegt ein großer Teil über 1000 ppm und erreicht im Einzelfall über 4 400 ppm (vgl. Abb. 5).

Die Lithium-Gehalte zeigen eine entsprechende Tendenz, aber auch deren absolute Werte liegen im mittleren Profilabschnitt mit bis zu 80 ppm weit über denen der Bohrung Sieblos 1994/1. Dieser Bereich ist durch deutliche Trendkurven für Na und Li gekennzeichnet, die zudem parallel verlaufen (vgl. Abb. 5).

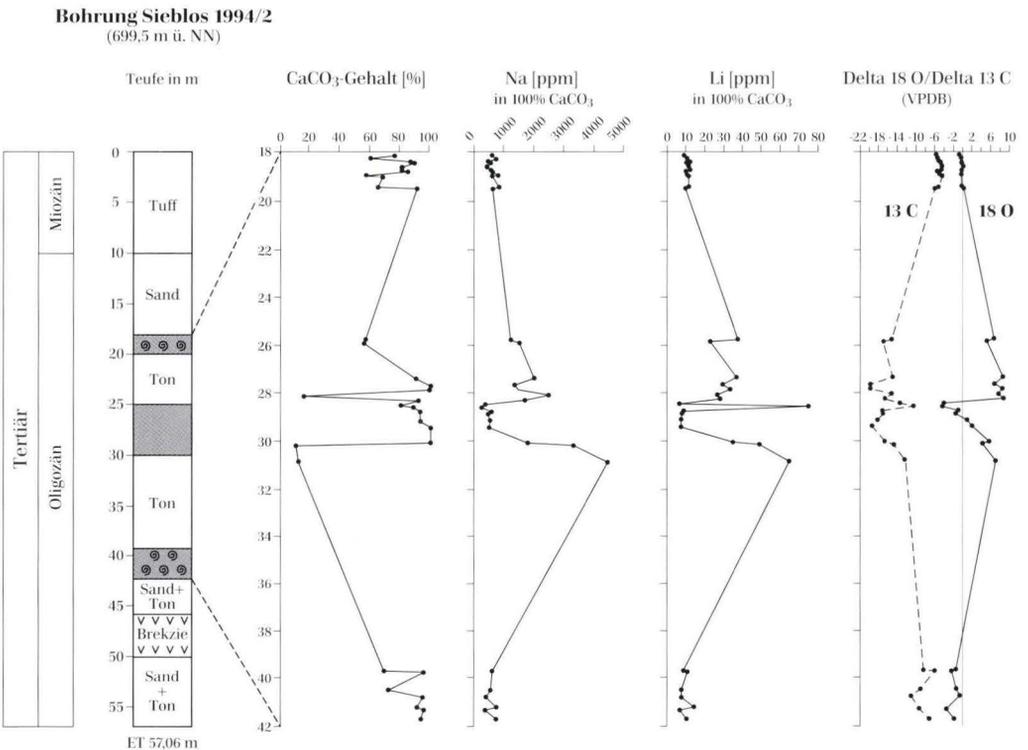


Abb. 5. Stratigraphie, Lithologie, Gesamtkarbonatgehalt, Natrium- und Lithiumgehalt (umgerechnet auf 100 % Karbonat) sowie $\delta^{13}\text{C}$ und $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der Karbonate in der Kernbohrung Sieblos 1994/2.

Bemerkenswert ist zunächst, daß auch hier die $\delta^{18}\text{O}$ -Kurve gleichsinnig mit den Na- und Li-Konzentrationen in den Karbonaten verläuft, gleichzeitig ist sie aber, im Gegensatz zur Bohrung Sieblos 1994/1, durch allgemein schwerere Isotopenzusammensetzungen bestimmt. Das entspricht den Erwartungen, nach denen der stärker eingedunstete Wasserkörper nicht nur höhere Salzkonzentrationen, sondern auch ein höheres Maß an dem schweren ^{18}O haben sollte, weil der isotopisch leichtere Sauerstoff durch die Verdunstung weggeführt wird.

Die Kohlenstoff-Isotope sind mit $\delta^{13}\text{C}$ -Werten

um $-5/-6$ im oberen und unteren Kernbereich denen der Bohrung Sieblos 1994/1 vergleichbar, im mittleren Bereich dagegen mit Werten zwischen -10 und -20 überwiegend leichter als sämtliche sonst untersuchten Proben. Diese Daten passen gut zu den Ergebnissen von Stein & Fahl (1998), die für diesen mittleren Bereich, d.h. den der Dysodile und verwandter Sedimente auch eigenständige, im aquatischen Bereich gebildete organische Verbindungen nachweisen konnten, die sich von denen der tonig-sandigen Partien in beiden Bohrungen grundsätzlich unterscheiden.

4.3 Vergleich der beiden Bohrungen

Wir sind z. Z. noch nicht in der Lage, die beiden Bohrungen feinstratigraphisch miteinander zu korrelieren. Daraus ergibt sich die Schwierigkeit, die geochemisch ermittelten Paläosalinitätsverhältnisse in eine räumliche Beziehung zueinander zu setzen, um daraus die Position der Bohrungen zu einem Rand- oder Zentralbereich des Gewässers festzulegen. In jedem Falle läßt sich aber sagen, daß die Karbonate in der Bohrung Sieblos 1994/1 in weniger salzigem Wasser als die des mittleren Abschnitts der Bohrung Sieblos 1994/2 gebildet wurden. Dabei bleibt außer acht, daß die Sedimente im Bereich der Bohrung Sieblos 1994/1 durch eine spätere Süßwasserdiagenese in ihrer Isotopenzusammensetzung verändert worden sein könnten. Wir gehen bei dieser Diskussion vielmehr davon aus, daß in den Karbonaten noch weitgehend die ursprüngliche Isotopensignatur vorliegt. Für die Bohrung Sieblos 1994/2 vor allem wird dies schon durch die trendhafte Entwicklung auch bei Na und Li wahrscheinlich gemacht, aber auch durch Hinweise aus der Karbonatmineralogie.

Der isotopisch relativ schwere, mittlere Profilbereich ist nämlich zusätzlich durch diskrete Horizonte von Dolomit gekennzeichnet. Es handelt sich um feinkörnige Dolomikrite, für die wir

in Analogie zu vielen bekannten Vorkommen limnischer Karbonatbereiche (Müller et al. 1972) eine autochthone Entstehung annehmen müssen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit in Nähe des Auftauchbereiches, evtl. sogar darüber stattfand, jedenfalls aber in einem Stadium, als das Gewässer relativ stark eingedunstet war. Das paßt gut zu hohen Na- und Li-Konzentrationen und zu den gefundenen $\delta^{18}\text{O}$ -Werten, die im Bereich der Dolomite praktisch ihre Maxima haben (Abb. 6).

In Analogie zum marinen Bildungsbereich handelt es sich bei diesen Dolomiten wahrscheinlich um autochthone Bildungen in einem feinkörnigen Karbonatschlamm, wobei Eindampfung eine Rolle gespielt haben dürfte. In Haldenfunden feinkörniger Karbonate von Sieblos hatten wir auch Pseudomorphosen von Calcit nach Gips beobachten können. Dolomitische Horizonte in limnisch gebildeten Karbonaten sind vielfach nachgewiesen und wir hatten entsprechende Bildungen auch aus dem miozänen Kratersee des Nördlinger Ries beschrieben (Förstner & Rothe 1977); die Postimpakt-Sedimente dieses Binnengewässers zeigen ohnehin viele Ähnlichkeiten zu Sieblos. Aus Platzgründen kann das aber hier nicht weiter ausgeführt werden.

Bohrung Sieblos 1994/2
(699,5 m ü. NN)

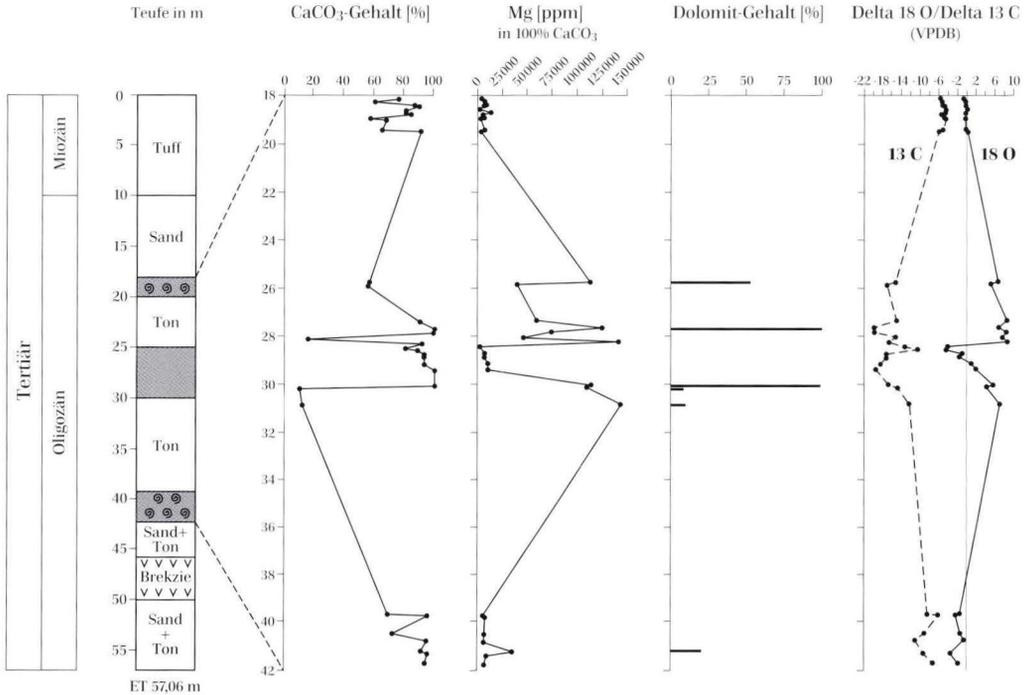


Abb. 6. Dolomit-Horizonte und Mg-Gehalte innerhalb der Kernbohrung Sieblos 1994/2.

5. Diskussion

Die Befunde der Paläontologie kennzeichnen das Gewässer von Sieblos durch die Tatsache, daß sowohl reine Süßwasser-Formen, als auch solche, die auf höhere Salinitäten hinweisen, in den Sedimenten zu finden sind (Martini & Schrader 1988). Schon in einer früheren Arbeit hatten wir deshalb die Möglichkeit erwogen, die Küstenlinie des Unter-Oligozäns bis in diesen Raum auszuweiten (Martini & Rothe 1988). Eine Alternative dazu wäre die auch von Kadolsky (1988) anhand von Siebloser Molluskenfaunen geäußerte Hypothese eines Eintrags durch Vögel, also eine Art „Luftbrücke“. Das vorgeschlagene Modell impliziert natürlich eine entsprechende Salinität, in der sich die eingetragenen Lebensgemeinschaften auch halten und weiterentwickeln konnten.

Nicht zuletzt nach den Arbeiten von Lutz (1997, 1998) über die Insekten-Taphozönosen ist davon auszugehen, daß es sich bei Sieblos um einen chemisch zeitweise geschichteten, d.h. meromikten Wasserkörper gehandelt haben muß. An dessen Boden herrschten zeitweise anaerobe Verhältnisse, die durch die Dysodilbildung bzw. verstärktes Algenwachstum im oberflächennahen Bereich gesteuert wurden. Die Anhäufung von Jungfisch-Skeletten in einzelnen Lagen von Dysodil (Martini 1988) macht es wahrscheinlich, daß der Sauerstoffmangel zeitweise sogar den gesamten Wasserkörper erfaßt hatte, der See also „umgekippt“ war; eine Alternative dazu wäre eine gelegentliche Durchmischung des Wasserkörpers, bei der H₂S-reiches Bodenwasser aufgerührt wurde. Aus

früheren Haldenfunden ist auch authigen gebildeter Pyrit bekannt (Rothe 1988).

Hinweise auf ungewöhnliche pH-Werte ergeben sich aus der Erhaltung von Diatomeen-Skeletten; diese sind in manchen Lagen aufgelöst und nur noch in Form von Abdrücken im feinkörnigen Sediment bewahrt geblieben. Die gelöste Kieselsäure hat offensichtlich Karbonate verkieselt, wobei SiO_2 auch in Form von Opal-CT nachgewiesen wurde (Rothe 1988). Inzwischen liegen detailliertere Daten vor, die an Material aus der Bohrung Sieblos 1994/2 gewonnen wurden (Schiller 1998):

Dort sind in einem tiefen Abschnitt der Kernstrecke, der wahrscheinlich auch den ältesten Anteilen der Sieblos-Schichten entspricht, verkieselte, harte Kalke mit zartschaligen Mikrofossilien (Characeen, Ostracoden u.a.) entwickelt, die keinerlei Deformations- bzw. Kompaktionserscheinungen zeigen; die Sedimente müssen daher in einem sehr frühen Stadium verkieselt worden sein. Schiller (1998) gibt kryptokristallinen Quarz bzw. Mikroquarz als SiO_2 -Phase an, die eine ursprüngliche, wahrscheinlich extrem feinkörnige Matrix verdrängt haben. Zu der entsprechenden Lösung von Kieselsäure, beispielsweise des Opals-A von Diatomeenschalen, gehören lokal extrem hohe pH-Werte, wie sie von abflußlosen Gewässern gelegentlich berichtet werden; dazu passen auch Kieselhölzer, wie sie Martini & Schaarschmidt (1985) aus Siebloser Haldenmaterial beschrieben haben.

Zu den frühdiagenetischen Erscheinungen der Sedimente von Sieblos gehören auch Dolomite. Sie waren bereits aus den früheren Untersuchungen an Haldenfunden als außerordentlich feinkörnige Dolomikrite mit um $2\ \mu\text{m}$ großen Kristallen beschrieben worden (Rothe 1988), liegen aber nun hier aus Bohrung 1994/2 im stratigraphischen Verband in Form diskreter Horizonte vor (Abb. 6); das hat die früher nur vermutete, frühdiagenetische Bildungsweise bestätigt, die auch durch die Befunde der Geochemie gestützt wird:

Dolomit-Horizonte korrelieren jeweils mit relativ hohen Na- bzw. Li-Gehalten in den Karbonaten, außerdem sind die Dolomite durch rela-

tiv schwere $\delta^{18}\text{O}$ -Verhältnisse gekennzeichnet [die angegebenen $\delta^{18}\text{O}$ -Werte für Dolomit sind bereits entsprechend Rosenbaum & Sheppard (1986) korrigiert (Joachimski, briefl.)]. So deutet alles darauf hin, daß diese Dolomite während der Phasen starker Einengung des Wasserkörpers entstanden sind. Entsprechendes hatten wir schon früher für die Salinitäts-Entwicklung bzw. die Eindunstung des Wasserkörpers im Ries-Kratersee gefunden (Förstner & Rothe 1977, siehe auch Jankowski 1977).

Die mineralogischen und geochemischen Befunde zusammenhängender Kernstrecken innerhalb der Sieblos-Formation eröffnen erstmals die Möglichkeit, die Entwicklung der Paläosalinität des (oder der) Gewässers von Sieblos näherungsweise kontinuierlich zu verfolgen. Die im Verlaufe der Entwicklung zunehmende Salinität läßt sich jetzt ohne Zufuhr von Meerwasser allein durch die Eindampfung eines primär süßen Gewässers erklären. Die Eindampfungsvorgänge haben, bei einem relativ kleinen Volumen des Wasserkörpers, vermutlich ziemlich schnell eine Zunahme der Salinität bewirkt, wie sie durch die Na- und Li-Gehalte in den Karbonaten belegt ist. Dafür spricht auch der kontinuierliche Verlauf der entsprechenden Konzentrationskurven innerhalb der stratigraphischen Abfolge. Den entscheidenden Hinweis liefern dann letztlich die stabilen Isotope des Sauerstoffs, wobei wir von einem Einbau auch in die nicht in letzter Konsequenz biogen gebildeten Karbonate ausgehen. Es ist wahrscheinlich, daß die feinkörnigen Karbonate Fällungsprodukte darstellen, die zumindest biogen induziert wurden (Algenblüten); diese Karbonate haben die Isotopensignatur des Wasserkörpers zur Zeit ihrer Bildung bewahrt. Der kontinuierliche Kurvenverlauf spricht dafür, daß innerhalb der Sieblos-Schichten keine wesentlichen diagenetischen Veränderungen stattgefunden haben. Hinweise zur Paläosalinität ergeben sich auch aus den Befunden der Paläontologie (siehe Lutz 1998, Martini & Weiler 1998, Martini & Rothe 1998).

In diesem Zusammenhang sind vor allem die Arbeiten von Lutz (1997, 1998) bedeutsam, der

die Taphozöosen terrestrischer Insekten untersucht hat und anhand umfangreichen Vergleichsmaterials aus sehr unterschiedlichen Vorkommen Europas zu Aussagen über den Elektrolytgehalt der Wässer kommt, in denen diese transportiert wurden. Die Aussagen von Lutz und unsere hier dargelegten Ergebnisse zur Entwicklung der Paläosalinität des Gewässers von Sieblos stützen sich gegenseitig (siehe Diskussion bei Lutz 1998). Danach unterscheiden sich die Insekten-Taphozöosen der gebänderten Karbonate der Bohrung Sieblos 1994/1 in ihrer spezifischen Zusammensetzung grund-

legend von denen der Dysodile der Bohrung 1994/2: Die Karbonate sind auch nach diesen Untersuchungen bei geringeren Salinitäten (= höheren Wasserspiegelständen) gebildet worden als die Dysodile. Dieses Ergebnis erfährt eine weitere Bestätigung durch die Fischfauna: Der eher brackische *Dapaloides* und das Nannoplankton (Martini 1988, Martini & Schiller 1998, Martini & Reichenbacher 1998) korrelieren mit schwereren, der Süßwasserfisch *Umbra* dagegen mit leichteren $\delta^{18}\text{O}$ -Werten in den entsprechenden Sedimenten (Abb. 7).

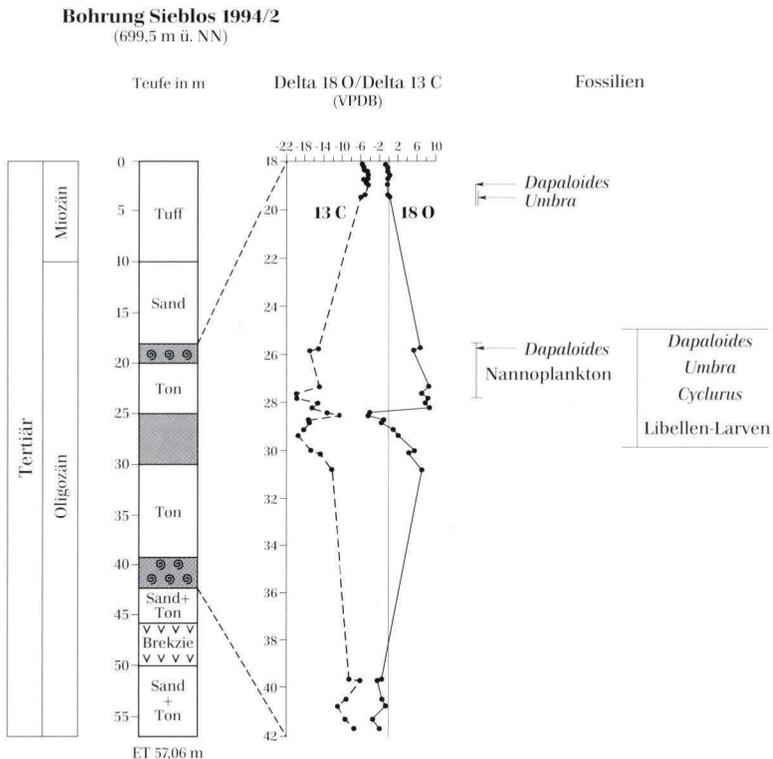


Abb. 7. Ausgewählte Fossilfunde aus der Kernbohrung Sieblos 1994/2 in Beziehung zu den Werten der stabilen Isotope in den Karbonaten. Das (brackische) Nannoplankton im mittleren Profilabschnitt und der Fisch *Dapaloides* korrelieren dort mit relativ schweren $\delta^{18}\text{O}$ -Verhältnissen. Kästen: Funde aus Haldenmaterial, das lithologisch dieser Kernstrecke entspricht.

Dank: Martina Langlotz danke ich für die sorgfältige Arbeit bei Durchführung der chemischen Analysen (AAS, Karbonat-Bombe), Susanne Topitsch für die röntgenographischen Mineralanalysen, Dipl.-Geogr. Ulrich Scheffler, Thomas Motzer und Jan Weintz für die am PC erstellten graphischen Darstellungen, Marianne Mitlehner für Abb. 1 (alle Mannheim). Die Isotopen-Analysen wurden am Institut für Geologie

und Mineralogie der Universität Erlangen-Nürnberg durch Herrn Dr. Michael Joachimski ausgeführt. Herr Kollege Dr. Rainer Blum vom Hessischen Landesamt für Bodenforschung (Wiesbaden) überließ mir großzügig die Gamma-Logs der Bohrungen.

Nicht zuletzt danke ich Herrn Kollegen Martini für die gute Zusammenarbeit, die uns nun schon über Jahre hinweg an die Rhön bindet.

6. Schriftenverzeichnis

- Ehrenberg, K.-H. & Hicketier, H. (1998): Vulkanische Bildungen in den Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2, mit Hinweisen auf prä-unteroligozänen Vulkanismus in der Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 77–84; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Förstner, U. & Rothe, P. (1977): Bildung und Diagenese der Karbonatsedimente im Ries-See (nach dem Profil der Forschungsbohrung Nördlingen 1973). – *Geologica Bavarica*, **75**: 49–58; München.
- Gahl, H. (1964): Paläontologie und Stratigraphie der tertiären Vorkommen von Sieblos und Obernhausen in der Rhön. – Diss. Univ. Gießen: 50 S.; Gießen.
- Gahl, H. (1968): Die unteroligozäne Braunkohlenlagerstätte von Sieblos/Rhön. – *Notizbl. Hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **96**: 259–272; Wiesbaden.
- Gümbel, K. W. v. (1894): Geologie von Bayern. 2. Bd. Geologische Beschreibung von Bayern. – 1184 S.; Cassel.
- Hassencamp, E. (1856): Mittheilungen an Professor Bronn gerichtet. – *N. Jb. Miner. Geogn. Geol. Petrefactenkde.*, Jg. **1856**: 420–423; Stuttgart.
- Hottenrott, M., Martini, E. & Schiller, W. (1998): Profilbeschreibungen der Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 an der Wasserkuppe/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 53–69; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Jankowski, B. (1977): Die Postimpekt-Sedimente in der Forschungsbohrung Nördlingen 1973. – *Geologica Bavarica*, **75**: 21–36; München.
- Kadolsky, D. (1988): Mollusken aus dem Oligozän von Sieblos a.d. Wasserkuppe/Rhön. – *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **24**: 99–129; Fulda.
- Lippmann, F. (1956): Clay Minerals from the Röt Member of the Triassic near Göttingen, Germany. – *J. sed. Petrol.*, **26**(2): 125–139; Tulsa, Oklahoma.
- Lutz, H. (1997): Taphozöosen terrestrischer Insekten in aquatischen Sedimenten – ein Beitrag zur Rekonstruktion des Paläoenvironments. – *N. Jb. Geol. Abh.*, **203**(2): 173–210; Stuttgart.
- Lutz, H. (1998): Die unteroligozäne Insekten-Taphozönose von Sieblos/Rhön – ein Schlüssel für die Rekonstruktion des aquatischen Paläoenvironments. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 101–114; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Martini, E. (1988): Fische aus dem Unter-Oligozän von Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **24**: 149–160, 13 Abb., Fulda.
- Martini, E. & Reichenbacher, B. (1998): Fisch-Otolithen aus den Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 (Rhön, Unter-Oligozän). – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 253–258; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Martini, E. & Rothe, P. (1988): Die unteroligozäne „Braunkohlen“-Lagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön (Geologie, Paläontologie, Paläoökologie, Paläogeographie). – *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **24**, 7–25; Fulda.
- Martini, E. & Rothe, P. (1993): Sieblos – A Lower Oligocene Messel-Type Deposit. – *Kaupia. Darmstädter Beitr. Naturgesch.*, **2**: 39–53; Darmstadt.
- Martini, E. & Rothe, P. (1998): Sieblos an der Wasserkuppe: Forschungsbohrungen in einem alttertiären See. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 7–27; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Martini, E. & Schaarschmidt (1985): Verkieselte Holzreste aus dem

- Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **21**: 95–98; Fulda.
- Martini, E. & Schiller, W. (1998): Kalziges Nannoplankton von Sieblos/Rhön und dem Neuwieder Becken (Unter-Oligozän). – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 165–172; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Martini, E. & Schrader, H. (1988): Diatomeen, Chrysophyceen, Nannoplankton, Dinoflagellaten und Schwammnadeln aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 55–60; Fulda.
- Martini, E. & Weiler, H. (1998): Zum Vorkommen von kieseligen Dinoflagellaten in den unteroligozänen Sieblos-Schichten der Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 157–164; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Müller, G., Irion, G. & Förstner, U. (1972): Formation and Diagenesis of Inorganic Ca-Mg Carbonates in the Lacustrine Environment. – Naturwiss., **59**: 158–164; Heidelberg.
- Müller, G. & Gastner, M. (1971): The „Karbonat-Bombe“, a simple device for the determination of the carbonate content in sediments, soils, and other materials. – N. Jb. Mineral., Mh. **1971**(10): 466–469; Stuttgart.
- Ogorelec, B. & Rothe, P. (1979): Diagenetische Entwicklung und faziesabhängige Na-Verteilung in Karbonat-Gesteinen Sloweniens. – Geol. Rdsch., **68**/3: 965–978; Stuttgart.
- Rosenbaum & Sheppard (1986): An isotopic study of siderites, dolomites and ankerites at high temperatures. – Geochim. Cosmochim. Acta, **50**, 1147–1150; Oxford.
- Rothe, P. (1988): Sedimente der oligozänen „Braunkohlen“-Lagerstätte von Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 37–54; Fulda.
- Rothe, P. & Hoefs, J. (1977): Isotopen-geochemische Untersuchungen an Karbonaten der Ries-See-Sedimente der Forschungsbohrung Nördlingen 1973. – Geologica Bavarica, **75**: 59–66; München.
- Schiller, W. (1998): Ein verkieselter Ostracoden-/Characeen-Kalk in der Forschungsbohrung Sieblos 1994/2 (Unter-Oligozän). – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 115–126; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Schneider, M. (1998): Zur Geschichte des Braunkohlenbergbaues in Sieblos. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 29–40; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Speiser, E. (1914): Die Braunkohlenformation von Sieblos in der Rhön. – Techn. Bl. (W.-Beil. dt. Bergwerks-Ztg.), **4** (1): 1–3; Essen.
- Stein, R. & Fahl, K. (1998): Organisch-geochemische Untersuchungen an oligozänen Sedimenten der Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 133–141; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).

Tab. 1. Probenliste und Analysendaten der Kernbohrung Sieblos 1994/1.

Probe	Teufe [m]	Lithologie	Karbonat Bombe [%]	CaCO ₃ AAS [%]	MgCO ₃ AAS [%]	Mg [ppm]	Sr [ppm]	Na [ppm]	Na [ppm] in CaCO ₃	Li [ppm]	Li [ppm] in CaCO ₃	δ ¹³ C VPDB	δ ¹⁸ O VPDB
PR 1/8	15,4	Schneckenmergel	87	86,7	1,0	2 774,2	1 186,0	496,6	570,8	6,5	7,5	-7,06	-1,38
PR 1/9	15,7	brauner Ton	36,5	32,7	0,8	2 301,4	1 294,0	461,1	1 263,4	4,4	12,1	-7,08	-2,14
PR 1/10	17,5	Schneckenmergel	96	86,2	1,7	4 824,1	1 833,5	612,3	637,8	7,7	8,0	-4,55	-0,55
PR 1/11	17,6	Schneckenmergel	73	63,9	1,3	3 674,3	2 141,0	645,9	884,8	7,3	10,0	-5,6	-0,95
PR 1/12	18,9	Schneckenmergel	97,5	88,7	2,3	6 586,6	2 690,9	943,8	968,0	10,6	10,9	-4,34	0,44
PR 1/13	19,7	Kalk	96	96,1	1,9	5 451,9	2 181,0	679,3	707,6	8,6	9,0	-5,71	-0,99
PR 1/14	20,98	grauer Schneckenton	46	41,7	0,9	2 542,7	1 198,8	312,3	679,0	4,5	9,8	-7,22	-2,48
PR 1/15	21,98	dklgr. Tonstein	52	49,2	1,1	3 151,7	1 617,3	427,2	821,5	5,6	10,8	-7,58	-3,28
PR 1/16	22,4	Mergel	82,5	78,4	1,4	3 963,0	1 883,1	548,9	665,4	8,1	9,8	-6,32	-2,09
PR 1/17	23	Schneckenmergel	91	84,7	2,2	6 431,1	3 841,5	935,2	1 027,7	11,7	12,9	-5,33	-0,83
PR 1/18	24,6	Kalk	92	82,7	0,9	2 656,4	1 223,1	388,8	422,6	7,1	7,7	-6,06	-3,16
PR 1/33	38,99	Muschelkalk	74	72,9	2,3	6 647,8	7 11,2	331,5	448,0	6,8	9,2	2,58	-3,56

Tab. 2. Probenliste und Analysendaten der Kernbohrung Sieblos 1994/2.

Probe	Teufe [m]	Lithologie	Karbonat Bombe [%]	CaCO ₃ AAS [%]	MgCO ₃ AAS [%]	Mg [ppm]	Sr [ppm]	Na [ppm]	Na [ppm] in CaCO ₃	Li [ppm]	Li [ppm] in CaCO ₃	δ ¹³ C VPDB	δ ¹⁸ O VPDB
PR 2/3	18,15	Seekreide	76	68,4	1,2	3 513,0	1 583,0	435,5	573,0	6,9	9,1	-5,79	-0,82
PR 2/4	18,28	Ton (dunkel) in hell	60	47,2	1,6	4 541,6	2 097,1	426,1	710,1	6,5	10,8	-5,47	-0,4
PR 2/4/1	18,4	Seekreide	87	80,5	2,6	7 473,0	2 161,0	416,0	478,2	10,5	12,1	-5,33	-0,39
PR 2/5	18,45	Seekreide / Kalk	89	78,4	1,9	5 470,7	2 919,8	471,4	529,7	9,5	10,7	-4,89	-0,3
PR 2/5/1	18,6	Seekreide	81	79,8	0,8	2 250,0	2 130,0	354,0	437,0	9,5	11,7	-4,58	0,03
PR 2/5/2	18,74	Seekreide	81	90,3	3,5	10 111,0	2 540,0	452,0	558,0	9,8	12,1	-4,78	-0,33
PR 2/6	18,8	Seekreide / Kalk	85	77,4	1,5	4 463,8	2 162,2	496,7	584,4	8,9	10,5	-5,51	-0,49
PR 2/7	18,94	Ton	57	50,2	1,3	3 632,1	2 082,2	438,2	768,7	6,2	10,9	-4,95	-0,35
PR 2/7/1	18,99	Seekreide	68	69,0	0,7	2 141,0	2 540,0	414,0	608,8	7,9	11,6	-4,7	-0,41
PR 2/8	19,43	Ton mergelig	65	58,9	1,5	4 335,4	2 573,0	537,1	826,3	7,5	11,5	-5,27	-0,26
PR 2/9	19,5	Seekreide / Kalk	91	79,4	1,3	3 619,9	1 776,3	551,0	605,5	9,4	10,3	-6,08	0,09
PR 2/17	25,8	lam. Kalk / Ton	57	27,2	22,3	64 259,8	283,5	683,3	1 198,8	21,5	37,7	-15,26	6,44
PR 2/17/1	25,9	lam. Kalk / Ton	56	55,0	7,7	22 299,0	368,0	833,0	1 487,5	13,0	23,2	-17,16	4,98
PR 2/18/1	27,4	Ton ?	90	53,8	18,7	53 796,0	416,0	1 775,0	1 972,2	33,0	36,7	-15,19	8,31
PR 2/19	27,7	lam. Kalk	100	49,9	43,5	125 258,2	1 999,8	1 340,0	1 340,0	29,4	29,4	-20,1	6,71
PR 2/19/1	27,88	Seekreide	99	74,0	25,2	72 517,0	2 730,0	1 431,0	1 445,5	33,0	33,3	-19,97	8,21
PR 2/19/2	28,11	lam. Ton / Kalk	15	14,5	2,4	6 832,0	107,0	369,0	2 460,0	4,0	26,7	-15,57	7,38
PR 2/19/3	28,3	lam. Kalk	92	52,3	45,0	129 793,0	388,0	1 535,0	1 668,5	26,0	28,3	-16,75	8,44
PR 2/20	28,5	lam. Ton	80	88,7	0,8	2 194,0	492,6	263,2	329,0	5,0	6,3	-13,51	-4,42
PR 2/20/1	28,6	Kalk	89	104,8	1,5	4 348,0	312,0	214,0	240,4	67,1	75,4	-10,63	-4,72
PR 2/21	28,8	lam. Kalk / Ton	93	100,9	2,6	7 442,6	1 526,5	512,1	550,7	8,0	8,6	-17,46	-1,24
PR 2/22	28,9	lam. Kalk	93	97,6	2,5	7 063,9	697,5	414,3	445,4	7,4	8,0	-17,31	-1,81
PR 2/22/1	29,2	lam. Kalk	93	96,0	3,4	9 819,0	707,0	467,0	502,2	7,1	7,6	-18,59	0,68
PR 2/22/2	29,45	Seekreide	100	90,8	3,7	10 569,0	701,0	466,0	466,0	7,4	7,4	-19,76	1,75
PR 2/23	30,1	Mergelkalk; dkl. Ton	100	62,7	39,1	112 851,0	411,4	1 747,9	1 747,9	34,7	34,7	-16,92	5,37
PR 2/24	30,2	kohliges Material	10	10,0	3,8	10 946,6	114,3	326,8	3 268,1	4,9	49,0	-15,13	3,87
PR 2/25	30,9	Ton	12	9,7	6,0	17 205,2	94,7	529,5	4 412,8	7,8	65,0	-12,53	6,77
PR 2/36	39,7	mergl. Schneckenkalk	68	72,9	1,1	3 202,8	928,7	370,0	544,2	5,6	8,2	-8,85	-2,04
PR 2/37	39,75	Schneckenkalk	95	128,4	2,0	5 813,9	1 373,0	516,2	543,4	9,7	10,2	-6,58	-2,93
Pr 2/38/1	40,51	Mergelkalk	71	70,0	1,4	3 907,0	1 184,0	348,0	490,1	4,9	6,9	-9,45	-2
PR 2/39	40,8	Mergelbrocken	94	101,1	1,6	4 640,6	941,1	326,6	347,4	6,8	7,2	-11,49	-0,86
PR 2/41	41,2	gebänd. Kalk	90	88,9	10,7	30 918,1	496,0	602,0	668,9	12,2	13,6		
PR 2/41/1	41,35	gebänd. Kalk	94	94,8	2,6	7 420,0	577,0	315,0	335,1	5,8	6,2	-9,77	-4,08
PR 2/42	41,7	gebänd. Kalk	93	98,4	1,8	5 141,2	1 076,6	622,8	669,7	9,0	9,7	-7,89	-2,5

Die unteroligozäne Insekten-Taphozönose von Sieblos/Rhön – ein Schlüssel für die Rekonstruktion des aquatischen Paläoenvironments

von
Herbert Lutz*

Lutz, H. (1998): Die unteroligozäne Insekten-Taphozönose von Sieblos / Rhön – ein Schlüssel für die Rekonstruktion des aquatischen Paläoenvironments. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**:101–114, 4 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

Der derzeitige Kenntnisstand der Insekten-Taphozönose von Sieblos/Rhön wird zusammengefaßt. Die Funde stammen aus zwei unterschiedlichen Faziestypen, 1) den Dysodilen und 2) den gebänderten Karbonaten. Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit bilden Aspekte der Taphonomie, wobei eine Analyse 36 weiterer Taphozönosen aus anderen aquatischen Paläoenvironments die Grundlage für eine Interpretation der Befunde von Sieblos bildet. Die bauplanspezifische Dauer der post-mortem Drift- und Sinkphase, d.h. die Länge des Transportweges und die spezifische Dichte des Wasserkörpers beeinflussen die Zusammensetzung der Taphozönosen. Folglich sind für altersgleiche Horizonte innerhalb eines Vorkommens ufernahe von uferfernen Taphozönosen zu unterscheiden und es sind Aussagen zum Elektrolytgehalt („Salinität“) des ehemaligen Wasserkörpers möglich. Dies gestattet, limnische von brackisch-marinen bis zu hypersalinaren Paläoenvironments zu unterscheiden. Bei kleinräumigen Vorkommen vulkanischer oder tektonischer Genese wie z.B. Sieblos und einigen Maa-

ren, wo zahlreiche aquatische Organismen auf ein Vorwiegen limnischer Verhältnisse hindeuten, während andere gleichzeitig salinare Einflüsse wahrscheinlich machen, handelt es sich um meromiktische (chemisch geschichtete) Seen. Führten in derartigen Seen Stürme oder andere Ereignisse zu einer partiellen Durchmischung von Mixo- und Monimolimnion, hatte dies einen mehr oder weniger starken Anstieg des Elektrolytgehaltes im limnischen bis oligohalinen Mixolimnion zur Folge. Besonders zu Zeiten verstärkter Evaporation konnte die partielle Durchmischung unter den stenohalinen Süßwasser-Organismen Massensterben auslösen. Eine nach einzelnen Faziestypen oder Fundhorizonten getrennte Analyse der Taphozönosen läßt Schwankungen der spezifischen Dichte im Verlaufe der See-Entwicklung erkennen. Aus den taphonomischen Befunden wird für Sieblos letztlich ein dynamisches See-Modell abgeleitet, das hydrologische und paläoklimatische Aspekte zur Zeit der Bildung der fossilführenden Faziestypen einbezieht.

* Dr. H. Lutz, Naturhistorisches Museum Mainz / Landessammlung für Naturkunde Rheinland-Pfalz, Reichklarastr. 10, D-55116 Mainz

Abstract

The Lower Oligocene insect-taphocoenosis of Sieblos / Rhoen – a key to the reconstruction of its aquatic paleoenvironment

This is an up to date summary of the insect-taphocoenosis from Sieblos/Rhoen. The specimens belong to two different facies types, 1) dysoxids and 2) laminated carbonates. The present paper focuses on aspects of taphonomy. An analysis based on the terrestrial insect component of the taphocoenoses from 36 other aquatic paleoenvironments is of fundamental importance for an interpretation of the taphonomical phenomena from Sieblos. The effects of post-mortem surface drifting and sinking, i.e. the length of transport and the water-density affect the composition of local taphocoenoses within a single lagerstätte. This allows for horizons of the same age at the same lagerstätte to differentiate between near-shore and off-shore sites. In addition, the average contents of electrolytes can be determined by correlating the specific density with the natrium-chloridic salinity of marine paleoenvironments. It should be kept in mind however, that both low water-temperatures and contents of suspended matter may also raise the water-density. Nevertheless, the analysis allows for the recognition of normal (non-saline) lakes on the one hand, and brackish-marine to hyper-

haline paleoenvironments on the other. Locally restricted lagerstätten of volcanic and/or tectonic origin like Sieblos and Maar-lakes, where many components of the aquatic flora and fauna indicate the predominance of freshwater, while others seem to point to an input of saline water, have been meromictic (salinity stratified) lakes with a high content of electrolytes in the monimolimnion. In these lakes storms or other events episodically caused partial turnovers that led to a more or less intensive increase of the contents of electrolytes within the lacustrine to oligohaline mixolimnion. Especially after periods of more intensive evaporation these partial turnovers may have caused mass mortalities among the stenohaline freshwater organisms. The comparison of the taphocoenoses of different facies or of single horizons within a lagerstätte makes changes of the specific density during the sedimentation of these facies or horizons obvious. Finally, on the basis of these taphonomical informations, a dynamic model is given for the Sieblos-lake, that takes into account hydrological und paleoclimatological changes during the sedimentation of the fossil-bearing facies.

1. Einleitung

Bereits von Meyer (1857), Hagen (1858), von Heyden (1858) und Hassencamp (1860) melden oder beschreiben aus Hassencamps Aufsammlung erste Funde fossiler Insekten aus den Braunkohlegruben von Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. Es handelte sich dabei um Vertreter der Odonata (2), Heteroptera (2), Coleoptera (5), Hymenoptera (1) und Diptera-Larven (2). Eine von Martini (mündl. Mitt.) erstellte Inventarliste der „Sammlung Hassencamp“ am Geologisch-Mineralogischen Institut der Universität Würzburg enthält, neben weiteren Odonata (3), Coleoptera (3) und unbestimmten Insektenre-

sten (6) noch Funde von Dipteren-Imagines (3) und -Larven (2), die offensichtlich ebensowenig valide beschrieben wurden wie ein Vertreter der Isoptera. Dieser lag nach von Heyden (1858) bereits Heer vor und muß heute ebenso als verschollen gelten, wie dies auch für Typusmaterial zutrifft. So ist unter anderem der ausgezeichnet erhaltene Holotypus zu *Heterophlebia jucunda* Hagen 1858, das sicher schönste und am meisten beachtete Insektenfossil von Sieblos, unauffindbar (zerstört?; Fischer 1974). Handlirsch (1906-1908) stellte für diesen Fund die Gattung *Sieblosia* auf, die heute Typusgattung der Fami-

lie Sieblosiidae Fischer 1974 ist. Nach Nel (1986) und Nel & Paicheler (1994) handelt es sich jedoch um ein jüngeres Synonym der Gattung *Stenolestes* Scudder 1895, deren systematische Stellung innerhalb der Sieblosiidae von Nel & Escaillé (1993) diskutiert wurde.

Einen Neufund eines Prachtkäfers (Buprestidae: *Buprestis* sp.; nach Willmann 1988 erscheint auch eine Zugehörigkeit zu den Scarabaeidae möglich) bildete Martini (1967) ab. Erste Funde von möglicherweise zu *Lestes vicina* gehörigen Zygoptera-Larven und einen Vertreter der Rückenschwimmer (Heteroptera: Notonectidae: *Notonecta sieblosensis*) sowie zwei nicht sicher bestimmbare Diptera-Larven (*Tipula?*, *Culex?*) beschrieb 1971 ebenfalls Martini. Bei den beiden von Martini (1988a) abgebildeten fraglichen Spinnenresten handelt es sich um unbestimmbare Reste von Ameisen (Hymenoptera: Formicidae). Willmann (1988) publizierte neue Funde von Coleoptera (darunter Curculionidae: cf. *Tanyzephyrus*) sowie eine Pilzmücke (Diptera: Mycetophilidae) und diskutierte Aspekte der Paläoökologie. Kohring & Reitner (1991) bildeten eine Insektenlarve ab und stellten sie mit Vorbehalt zu den Diptera. Höchstwahrscheinlich handelt es sich jedoch um eine der in den

gebänderten Kalken von Sieblos häufigen Kleinlibellenlarven (Zygoptera). Pflug gab 1995 eine Übersicht über die Flora und Fauna von Sieblos und bildete den Mycetophilidae-Fund erneut ab. Jüngst beschrieben Martini & Richter (1996) Trichoptera-Larvenköcher, die aus Makrosklenen von Süßwasserschwämmen (Spongillidae) bzw. Sandkörnern bestehen und verglichen diese mit Funden aus Messel.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden die Insektenfunde des Sieblos-Museums Poppenhausen sowie der Sammlungen E. Martini, Frankfurt, und E.-O. Pieper, Bebra-Breitenbach, erfaßt. Aufgrund der primär taphonomischen Zielsetzung der vorliegenden Arbeit wurden diese jedoch nur bis zur Ordnungsebene bestimmt. Nur in einigen Fällen erfolgt – unter Vorbehalt – eine weitergehende Zuordnung bis zur Familienebene. Das Material der „Sammlung Hassencamp“ am Geologisch-Mineralogischen Institut der Universität Würzburg wird hierbei nicht berücksichtigt, da im letzten Jahrhundert offensichtlich nur qualitativ herausragende Exemplare geborgen wurden und sich aus dem vorhandenen Sammlungsbestand ein verzerrtes Bild der Taphozönose ergäbe.

2. Zusammensetzung der neueren Aufsammlungen

Das von Willmann (1988) in Betracht gezogene Vorkommen von Coleoptera: Chrysomelidae kann bestätigt werden. Neu für Sieblos sind Larven von Diptera: Stratiomyidae und aus organischem Gespinst und Silt bestehende Larvenköcher von Trichoptera, wie sie auch aus Messel und dem Eckfelder Maar vorliegen. Ob es sich bei zahlreich auf einer Platte gebänderter Karbonate überlieferten wurmförmigen, nur schwach sklerotisierten und beinlosen Larven (vergleichbare Funde sind aus Messel sowie dem Randecker Maar bekannt) um Chironomidae- oder um Ceratopogonidae-Larven handelt, ist derzeit noch unklar. Ebenso bedarf die hier

getroffene vorläufige Zuordnung von Funden zu den ?Cantharidae und ?Scarabaeidae einer eingehenden Überprüfung.

Insgesamt liegen 97 Fundstücke vor. Die Zusammensetzung dieser Taphozönose ergibt sich aus Tabelle 1a–c. Da ein selektives Sammeln ausgeschlossen werden kann, sollten die bestimmten relativen Häufigkeiten der einzelnen Ordnungen die Zusammensetzung der Taphozönose(n) widerspiegeln. Dennoch sind mit weiteren Funden geringfügige Verschiebungen der prozentualen Anteile der einzelnen Taxa ebenso zu erwarten, wie Neunachweise weiterer Ordnungen.

In 57 Fällen (ohne die Chironomidae/Cerato-

pogonidae-Larven) handelt es sich um aquatische lebende Formen (Larven und Imagines), wogegen terrestrische Taxa nur durch 40 Individuen repräsentiert sind. Unter letzteren dominieren die Coleoptera mit 77,5%. Häufigste aquatische Gruppen sind die Larven der Odonata: Zygoptera und Diptera: Stratiomyidae so-

wie der Chironomidae/Ceratopogonidae. Aquatische Formen sind in den gebänderten Karbonaten mit 67% sehr viel häufiger als in den Dysodilen, wo sie nur 37% der Funde stellen. Dieser Befund entspricht der Situation im Randecker Maar (Lutz 1997) und ist für das Verständnis dieser beiden Seen von Bedeutung (s.u.).

Tab. 1. Zusammensetzung der Insekten-Taphozönose von Sieblos insgesamt (1a) und getrennt nach den beiden Faziestypen Dysodile (1b) und gebänderte Karbonate (1c). Gesondert ausgewiesen sind jeweils die Anteile terrestrischer Taxa bzw. Stadien.

Tab. 1a	Gesamt-Taphozönose			
	inkl. aquatische Formen		terrestrische Formen	
	N	%	N	%
Odonata	40	41,24	0	0,00
Heteroptera	1	1,03	0	0,00
Coleoptera	31	31,96	31	77,50
Hymenoptera	3	3,09	3	7,50
Trichoptera	4	4,12	0	0,00
Diptera	9	9,28	1	2,50
Sonst./Ord. indet.	9	9,28	5	12,50
Gesamt	97	100	40	100

Tab. 1b	Teil-Taphozönose der Dysodile (SiD)			
	inkl. aquatische Formen		terrestrische Formen	
	N	%	N	%
Odonata	0	0,00	0	0,00
Heteroptera	0	0,00	0	0,00
Coleoptera	14	51,85	14	82,35
Hymenoptera	1	3,70	1	5,88
Trichoptera	4	14,81	0	0,00
Diptera	4	14,81	1	2,50
Sonst./Ord. indet.	4	14,81	2	11,76
Gesamt	27	100	17	100

Tab. 1c	Teil-Taphozönose der gebänderten Karbonate (SiK)			
	inkl. aquatische Formen		terrestrische Formen	
	N	%	N	%
Odonata	40	57,14	0	0,00
Heteroptera	1	1,43	0	0,00
Coleoptera	17	24,29	17	73,91
Hymenoptera	2	2,86	2	8,70
Trichoptera	0	0,00	0	0,00
Diptera	5	7,14	1	4,35
Sonst./Ord. indet.	5	7,14	3	13,04
Gesamt	70	100	23	100

3. Taphonomie

3.1. Vorbemerkungen und Einführung in die Methodik

Bei der noch geringen Zahl der von Sieblos vorliegenden Funde terrestrischer Taxa erscheint eine weitergehende Diskussion taphonomischer Aspekte zunächst wenig sinnvoll. Im Rahmen einer Vergleichsstudie zur Taphonomie terrestrischer Insekten aus unterschiedlichen anderen aquatischen Environments wurden, neben Sieblos, eine kreidezeitliche und 35 tertiäre Vorkommen untersucht (Lutz 1997). In diesem Zusammenhang bieten die Befunde von Sieblos, insbesondere im Vergleich mit dem Randecker Maar, jedoch bemerkenswerte Ansatzpunkte für eine paläolimnologische und paläoökologische Interpretation.

Aktualistische Versuche (Lutz 1984, 1990, Martinell & Martinez-Delclos 1990, 1993) und erste taphonomische Erhebungen (Lutz 1991) haben gezeigt, daß, wenn auch individuelle Unterschiede wie der jeweilige Ernährungszustand eine wichtige Rolle spielen, die einzelnen Insektenordnungen durchschnittlich unterschiedlich lange an der Wasseroberfläche schwimmen, bevor sie die Oberflächenspannung überwinden und absinken. Dies bedeutet, daß der Faktor „Frachtsonderung während der post-mortem Oberflächen-Drift“ wesentlich die fundstellen- oder grabungsstellenspezifische Zusammensetzung einer Taphozönose bestimmt. Die vergleichende Auswertung der 37 Taphozönosen ergab zudem, daß auch die spezifische Dichte des Wasserkörpers die Zusammensetzung der Taphozönosen beeinflusst (Lutz 1997).

Als einheitliche Formtypen unter den terrestrischen Taxa, die im Experiment ein ähnliches Drift- und Sinkverhalten zeigen (Lutz 1990: 100 ff.), wurden die vergleichsweise kompakten Coleoptera und Heteroptera (CH; hier mit den Auchenorrhyncha und Sternorrhyncha als Hemiptera zusammengefaßt; vgl. Lutz 1997: 175) als schlecht driftende Formen den „filigranen“, länger schwimmfähigen Diptera und Hymenoptera (DH) gegenübergestellt.

Jüngste Untersuchungen von Wagner et al.

(1996) zur Benetzbarkeit von Insektenflügeln (bestimmt als Kontaktwinkel zwischen aufgebrachtem Wassertropfen und Flügeloberfläche) haben gezeigt, daß diese und der Quotient aus Flügelfläche und Körpergewicht (SM-Index) positiv korrelieren: Ordnungen mit durchschnittlich großem SM-Index (z.B. Lepidoptera, Trichoptera, Planipennia, Ephemeroptera, Odonata) besitzen auch schlechter benetzbare Flügel, als solche mit durchschnittlich kleinerem SM-Index (z.B. Hymenoptera, Diptera). Die Benetzbarkeit der Flügel hat für die lebenden Insekten eine wichtige funktionelle Bedeutung (Selbstreinigungseffekt, vgl. Wagner et al. 1996), doch spielt sie, wie auch der SM-Index, offensichtlich auch eine erhebliche Rolle, wenn es darum geht, wie schnell ein auf die Wasseroberfläche geratenes Insekt die Oberflächenspannung überwindet (Rust, mündl. Mitt., Tröster 1998).

Da alle taphonomisch relevanten Selektionsfaktoren stets am Individuum ansetzen und über dessen Eingang in den Fossilbericht entscheiden, wurden den Untersuchungen Individuen- und nicht Artenzahlen zugrunde gelegt. An einigen Fundstellen treten vollaquatische Insekten (Larven, Puppen und/oder Imagines) in hohen Individuenzahlen auf und überprägen den Eintrag an terrestrischen Taxa. Dies trifft auch für Sieblos zu, wo Zygotera- und Diptera-Larven zahlreich vertreten sind (vgl. Tab. 1). Da aquatische Insekten unter der Wasseroberfläche absterben, für sie also eine Frachtsonderung durch Oberflächendrift entfällt, wurden sie bei der Berechnung der prozentualen Häufigkeiten nicht berücksichtigt. Nicht abgetrennt wurden dagegen die terrestrisch lebenden Imagines der Odonata, Trichoptera, etc. Ebenfalls nicht ausgesondert wurden aquatische Coleoptera, da Käferfunde meist die Dorsalseite zeigen, so daß Wasserkäfer nicht ohne weiteres als solche erkennbar sind.

Die graphische Auswertung der Ergebnisse aus der Untersuchung der 37 Fundstellen er-

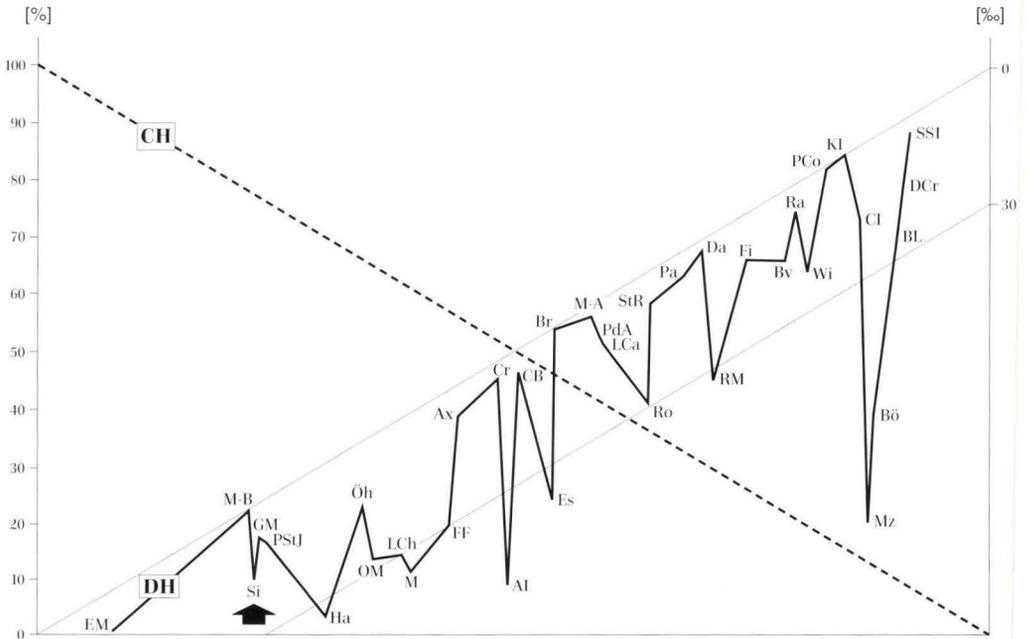


Abb. 1. Position der Insekten-Taphozönose von Sieblos (Si) als Gesamtkomplex im Vergleich zu 36 weiteren Taphozönosen aus aquatischen Paläoenvirments. Die Fundstellen sind nach abnehmendem prozentualen Anteil der Coleoptera + Hemiptera (CH) angeordnet. Die korrespondierenden Anteile der Diptera + Hymenoptera (DH) zeigen eine gegenläufige Tendenz. Vertikale Abweichungen der DH-Werte nach unten beruhen auf der durchschnittlichen spezifischen Dichte des Wasserkörpers. Die obere Grenzlinie der DH-Kurve entspricht der „Süßwasserlinie“. Süßwasserseen: Br, PCo, KI, schwach oligohaline Seen und lagunäre Environments: Ax, Cr, Da, meromiktische Seen: Si, EM, GM, Es, Ro, RM, Wi, brackische bis marine Environments: BL, Ha, FF, hypersalinare Environments: Al, Bö, Mz (aus Lutz 1997, dort auch Erläuterung der Fundstellen-Abkürzungen).

folgte in der Form, daß die Fundstellen bzw. Grabungsstellen innerhalb einzelner Fundkomplexe nach abnehmender relativer Häufigkeit (%) der Coleoptera-Hemiptera (CH) in eine Gerade eingetragen wurden, die der willkürlich festge-

legten Gleichung $y = -0,6x + 100$ folgt. Dagegen wurden dann die jeweils zugehörigen %-Werte der Diptera-Hymenoptera (DH) aufgetragen (Abb. 1, 2; vgl. Lutz 1997).

3.2. Grundlagen zur Interpretation der taphonomischen Befunde von Sieblos

Die Auswertung der 37 Insekten-Taphozönosen hat bereits vorliegende taphonomische Befunde und aktualistische Beobachtungen bestätigt: „Schwere, kompakte“ Formen mit unter (Hemi-)Elytren einfaltbaren Hinterflügeln, also

durchschnittlich kleinen SM-Indizes (Coleoptera und Hemiptera), sind gleichzeitig in der Regel gut benetzbar (vgl. Wagner et al. 1996). Diese werden während der post-mortem Drift mit wachsendem Transportweg zunehmend

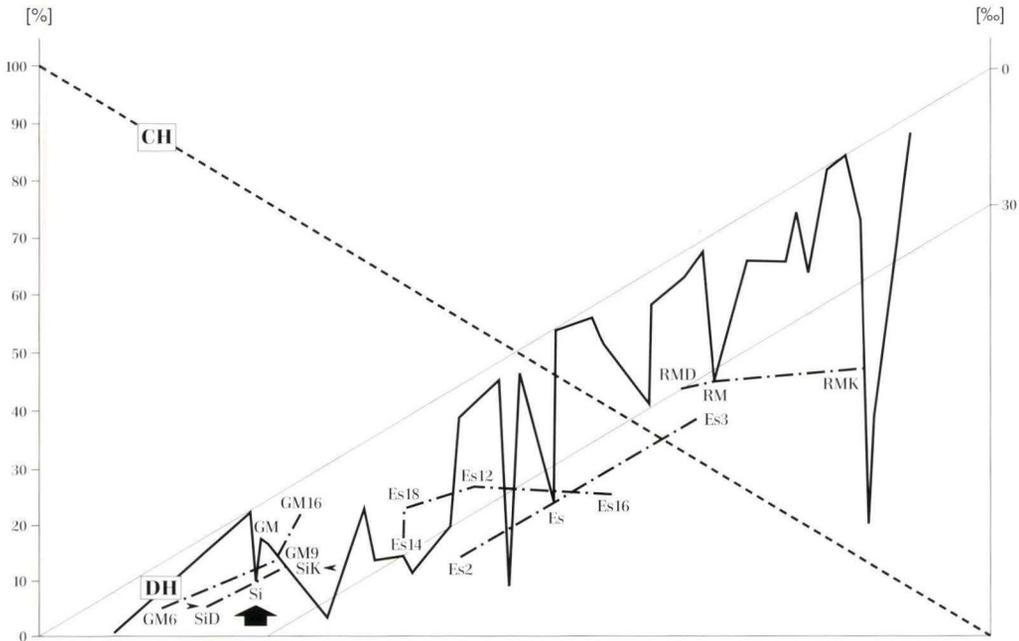


Abb. 2. Position der beiden Teil-Taphozönosen aus den Faziestypen Dysodil (SiD) und gebänderte Kalke (SiK). Ufernahe Taphozönosen liegen links (SiD, RMD, GM6, Es2), uferferne rechts (SiK, RMK, GM16, Es3). Deutlich werden die Schwankungen der spezifischen Dichte des Monimolimnion (aus Lutz 1997).

diskriminiert. Formen mit abgespreizten Flügeln und damit stets hohen SM-Indizes sowie mit meist langen Beinen (Diptera und Hymenoptera) sind dagegen meist auch schlechter benetzbar. Sie werden folglich mit wachsendem Transportweg relativ angereichert.

Dies gestattet für altersgleiche Horizonte innerhalb eines Vorkommens, ufernahe Taphozönosen von uferfernen zu unterscheiden: Ufernahe Fundstellen liegen im Diagramm links, uferferne dagegen weiter rechts. Beispiele sind in Messel die Grabungsstellen GM 6, 9 und 16 sowie in Enspel Es 2 und 3 (Abb. 2).

Darüber hinaus ergab die Untersuchung, daß Diptera und Hymenoptera nicht nur schwerer als Coleoptera und Heteroptera die Oberflächenspannung überwinden, sondern in der Wassersäule offensichtlich auch langsamer absinken. Ihr prozentualer Anteil an den Taphozönosen wird folglich zusätzlich von der spezifischen Dichte des Wasserkörpers bestimmt.

Wenn man zunächst den an einzelnen Lokalitäten sicher nicht unwesentlichen Einfluß von Wassertemperatur und Suspensionsfracht (s.u.) vernachlässigt, ist es auf diesem Wege möglich, zwischen limnischen Gewässern einerseits und brackischen, marinen oder auch hypersalinaren Paläoenvironments andererseits zu unterscheiden: Die limnischen bis schwach oligohalinen Gewässer (z.B. Cr, PCo, Br, Kl) liegen auf bzw. nur wenig unter der oberen Grenzlinie der DH-Kurve („Süßwasserlinie“), die brackischen bis euhalinen oder hypersalinaren Gewässer (z.B. PdA, FF, Mz) erscheinen dagegen mehr oder weniger weit unterhalb dieser Linie (Abb. 1).

Daneben gibt es eine Gruppe von Gewässern, deren aquatische Flora und Fauna zumindest ein Vorherrschen limnischer Verhältnisse belegen, deren Position im Diagramm jedoch eine erhöhte spezifische Dichte anzeigt. Beispiele hierfür sind Eckfeld (EM), Messel (GM), Öhningen (Öh), Orapa (OM), Menat (M), Enspel (Es),

Randeck (RM), Florissant (Fl), Willershausen (Wi) und nicht zuletzt auch Sieblos (Si; Abb. 1).

Dieser Widerspruch ist aufzulösen, wenn man annimmt, daß es sich in diesen Fällen um meromiktische (d.h. chemisch geschichtete) Seen mit einem gegenüber dem Mixolimnion spezifisch dichteren Monimolimnion handelt (eine allgemeine Charakterisierung meromiktischer Seen gibt z.B. Goth 1990). Für die meisten der hier untersuchten Beispiele wurde Meromixis in der Tat bereits nachgewiesen oder zumindest wahrscheinlich gemacht (bzgl. der Literatur vgl. Lutz 1997).

Unterstellt man einen linearen Zusammenhang zwischen der Position der DH-Punkte unterhalb der Süßwasserlinie und der spezifischen Dichte des Wasserkörpers, ist es möglich, anhand der euhalinen Fur-Formation (postuliert werden 30‰; vgl. Lutz 1997) das Ausmaß der Absenkung mit der natrium-chloridischen Salinität S brackisch-mariner Environments zu korrelieren und die unbekannt „Salinität“ ei-

nes Gewässers bzw. des Monimolimnion von meromiktischen Seen nach der Formel $S = (100 - \%_{\text{DH}} - \%_{\text{CH}}) \cdot 1,304 = \%_{\text{AO}} \cdot 1,304$ [‰] (AO = Andere Ordnungen) zu berechnen (zur Ableitung der Formel und Bestimmung des Korrelationskoeffizienten $K_s = 1,304$ vgl. Lutz 1997: 190–191).

Wie bereits angemerkt, ist hierbei allerdings zu berücksichtigen, daß die spezifische Dichte des Monimolimnion nicht allein durch den Elektrolytgehalt („Salinität“), sondern auch von der Wassertemperatur und dem Gehalt an suspendiertem Material bestimmt wird. Die Bedeutung dieser beiden Faktoren ist im Einzelfall nicht bekannt, doch dürfte besonders in kleinen, tiefen Seen mit instabilen Böschungen (junge Maare, tektonische Becken) die Suspensionsfracht im Monimolimnion zeitweise recht hoch gewesen sein, wenn man bedenkt, daß bei subaquatischen Rutschungen (s.u.) Sediment (re-)suspendiert wird und Tonminerale sowie organischer Detritus lange in Schwebe bleiben.

3.3. Die Befunde von Sieblos und deren Interpretation

Die Position der gesamten Taphozönose im Diagramm (Abb. 1: Si) belegt eine deutlich erhöhte spezifische Dichte des Monimolimnion, die etwa der eines brackischen Wasserkörpers von 16‰ natrium-chloridischer Salinität entspricht hat.

Die Tatsache, daß die Insekten in Sieblos in zwei verschiedenen Faziestypen (Dysodile, laminierte Karbonate) vorkommen, gestattet auch eine getrennte Analyse des Materials: Bezüglich ihrer horizontalen Position erscheint die Taphozönose der Dysodile links im Diagramm, die der gebänderten Karbonate dagegen rechts (Abb. 2: SiD, SiK). Die homologen Faziestypen des Randecker Maares (Abb. 2: RMD, RMK) zeigen eine entsprechende Anordnung.

Dies kann – in Analogie zu den Befunden von Messel und Enspel (s.o.) – nur bedeuten, daß die

Taphozönosen der Karbonatfazies (SiK, RMK) jeweils weiter transportiert wurden als die der Dysodile (SiD, RMD). D.h., beide Seen müssen zu Zeiten mit Karbonatbildung einen größeren Durchmesser besessen haben als zu Zeiten mit Dysodilbildung. Dies kann bei einem abflußlosen Maar (Randeck) oder einem tektonischen Becken, wie es bislang für Sieblos angenommen wird, nur gleichbedeutend mit einem Anstieg des Wasserspiegels sein.

Damit ist es – unter Einbeziehung geochemischer, sedimentologischer, und paläontologischer Befunde – möglich, für diese Entwicklungsphase des Sieblos-Sees ein dynamisches Seemodell zu formulieren, das auch auf die Bildungsphase der homologen Faziestypen des miozänen Randecker Maares übertragbar sein sollte (s.u.).

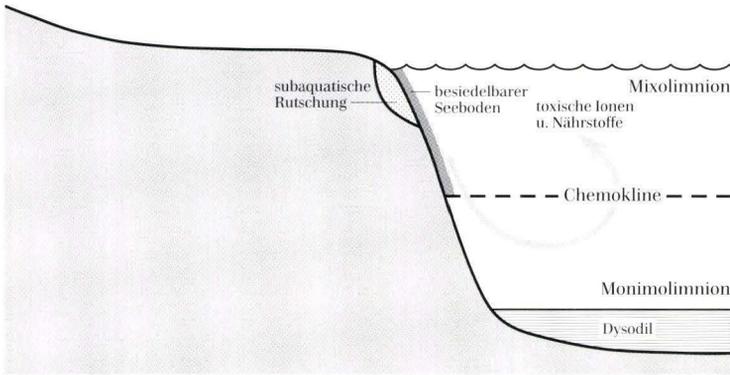


Abb. 3. Schematischer Schnitt durch den Sieblos-See zur Zeit der Dysodil-Bildung (SiD), d.h. während einer Evaporationsphase mit Niedrigwasserstand. Dem Benthos stand oberhalb der Chemokline nur ein schmaler und zudem instabiler Streifen des Seebodens zur Verfügung. Bei Stürmen und anderen Ereignissen, wie z.B. subaquatischen Rutschungen, kam es als Folge partieller Durchmischungen von Mixo- und Monimolimnion zu teils beträchtlichen Anstiegen der Salinität im Mixolimnion.

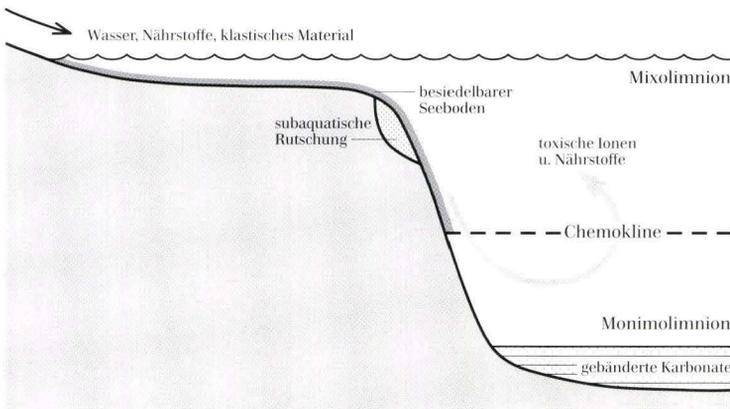


Abb. 4. Der Sieblos-See zur Zeit der Bildung der gebänderten Karbonate (SiK), d.h. während der relativ humideren Klimaperioden mit Hochwasserstand. Die breite, photische und nährstoffreiche Flachwasserzone oberhalb der Chemokline war dicht besiedelt. Bei Stürmen und anderen Ereignissen war das Mixolimnion aufgrund seines größeren Volumens gegen einen physiologisch wirksamen Anstieg der Salinität gepuffert.

4. Modell des Sees von Sieblos

Sowohl die Dysodile als auch die gebänderten Karbonate kamen in einem meromiktischen See zur Ablagerung. Die Böschungen des Seebeckens waren während dieser Phase der Seeentwicklung so beschaffen, daß selbst geringfü-

gige Wasserstandsschwankungen beträchtliche Veränderungen des Seedurchmessers zur Folge hatten (Rothe 1988). Die Dysodile entstanden dabei zu Zeiten verstärkter Evaporation, in denen der See einen kleineren (Abb. 3), die gebänder-

ten Karbonate dagegen während stärker humider Klimaperioden, zu denen er einen größeren Durchmesser aufwies (Abb. 4).

Ein Anstieg des Wasserspiegels führte zu einer Volumenzunahme und, sofern die Salinität zuvor erhöht war, zu einer Aussüßung des Mixolimnion. Wahrscheinlich kam es dabei zu keiner raschen Lageveränderung der Chemokline, so daß sich das Verhältnis der Volumina zugunsten des Mixolimnion verschob. Dadurch blieb bei einer z.B. durch subaquatische Rutschungen induzierten partiellen Durchmischung beider Wasserkörper die Menge der aus dem Monimolimnion ins Mixolimnion gelangten Elektrolyte meist unterhalb eines für Süßwasserorganismen physiologisch wirksamen Wertes. Zudem schirmte die größere Mächtigkeit des Mixolimnion den Tiefenwasserkörper gegenüber externen Einflüssen, wie z.B. Stürmen, zusätzlich ab.

Das im Vergleich zu den Dysodilen (SiD, RMD) häufigere Vorkommen benthischer Insektenlarven (Odonata, Diptera) in den laminierten mikritischen Karbonaten beruht offensichtlich darauf, daß während dieser Hochwasserphasen im Mixolimnion weitestgehend stabile Süßwasserverhältnisse herrschten und eine breite, aerobe Flachwasserzone vorhanden war, die einer benthischen Lebensgemeinschaft ungleich mehr Lebensraum bot, als die steilen subaquatischen Böschungen eines durch Evaporation eingeengten Sees. Eine hohe Populationsdichte ist aber eine Grundvoraussetzung für den verstärkten Eintrag von Individuen ins anaerobe Profundal. Eine hohe Funddichte in den Karbonaten muß somit nicht notwendigerweise auf eine synchrone Bildung beider Faziestypen und eine größere Ufernähe der Karbonate hindeuten (Fazieszonierung), wie dies von Jankowski (1981: 223) für das Randecker Maar angenommen bzw. von Degens & Stoffers (1976) für den marinen Bereich und ostafrikanische Rift-Seen beschrieben wurde. Die Befunde aus der Bohrung Sieblos 1994/2 (Hottenrott et al. 1998) belegen vielmehr die sukzessive (alternierende) Bildung beider Faziestypen in der Beckenregion des Sees. Angaben in Jankowski (1981: 216) machen dies im übrigen auch für das Randecker Maar zumindest wahrscheinlich.

Soweit die nachgewiesene aquatische Flora und Fauna Aussagen bezüglich ihrer Ansprüche an die Wasserbeschaffenheit gestatten, stützen sie das hier vorgestellte Modell. Im laminierten Kalzit-Mikrit von Sieblos (SiK) überlieferte stenohaline Süßwasser-Ostracoden, Charophyten wie auch die Fischfauna (Martini & Rothe 1993: 50, Martini, mündl. Mitt.) bele-

gen sehr niedrige Elektrolytgehalte des Mixolimnion zur Bildungszeit dieses Faziestyps.

Während regenärmerer („semiarider“: Jähni-chen & Rüfle 1988) Klimaperioden kam es dagegen zu einer Verringerung des Seedurchmessers. Der damit einhergehende Anstieg des Elektrolytgehaltes im Mixolimnion kann in der Regel allerdings nicht sehr groß gewesen sein, wie das regelmäßige Auftreten stenohaliner Süßwasserbewohner auch in den Dysodilen belegt:

So machen die in den Dysodilen (SiD) gelegentlich häufigen Nymphaeaceae [nach Remane & Schlieper (1971) tolerieren diese maximal 2,5 ‰ natrium-chloridische Salinität] und Charophyten (*Gyrogona*; Jähni-chen & Rüfle 1988; Schwarz 1988, Martini & Rothe 1993) sowie Süßwasserschwämme (Spongillidae; Martini & Richter 1996), die Wasserassel *Eosphaeroma* und die stenohalinen Süßwasserfische *Cyclurus* und *Umbra* (Gaudant 1982, Martini 1988b, Martini & Rothe 1993) ein Vorherrschen lakustrischer Bedingungen auch während der Dysodilbildung wahrscheinlich.

Andererseits deutet der in den Dysodilen häufige euryhaline Fisch *Dapaloides* auf Phasen geringfügig erhöhter Salinität (Gaudant 1982), während Vertreter des „marinen“ Nannoplankton sowie verschiedene Dinoflagellaten, Diatomeen und Gastropoden sogar auf zeitweilig stark erhöhte Salinitätswerte schließen lassen (Kadolsky 1988, Martini & Rothe 1993, Martini & Schrader 1988, Schiller, mündl. Mitt.). Aus diesem Grund wurde mehrfach ein mariner Einfluß auf den Sieblos-See diskutiert (z.B. Martini & Rothe 1993; s.u.).

Haben nun während solcher Niedrigwasser-Phasen der See-Entwicklung Stürme, Uferabbrüche und ähnliche Ereignisse zu einer partiellen Durchmischung von Monimo- und Mixolimnion geführt, so hatte dies aufgrund des relativ geringeren Volumens des Mixolimnion einen teils drastischen Anstieg des Elektrolytgehaltes zur Folge. Dadurch wurden einerseits unter den stenohalinen (Süßwasser-)Organismen Massensterben ausgelöst. Andererseits entstanden günstige Bedingungen für eine Massenvermehrung euryhaliner Algen wie *Botryococcus*, da diese nach dem Zusammenbruch der Populationen stenohaliner limnischer Arten das erhöhte Nahrungsangebot (Phosphat und Nitrat aus dem Monimolimnion) konkurrenzlos nutzen konnten (vgl. Degens & Stoffers 1976: 24). Auch

die limnisch bis oligo- bzw. schwach mesohaline Fischgattung *Dapaloides* war unter solchen Bedingungen gegenüber den stenohalinen Süßwasserarten im Vorteil. Ein extremer Anstieg der Ionenkonzentrationen bewirkte jedoch selbst unter den euryhalinen Taxa Massensterben. Aus dem Monimo- ins Mixolimnion gelangte toxische Verbindungen, wie z.B. Methan und Schwefelwasserstoff, der Anstieg des pH-Wertes und die Sauerstoffarmut des Tiefenwassers haben die aus dem Salinitätsanstieg resultierenden Effekte sicher weiter verstärkt. Daß in Sieblos die meisten artikulierten Fische in den Dysodilen gefunden werden, während sie in den gebänderten Karbonaten zu den Seltenheiten zählen (Martini 1988b) bzw. hier Fische hauptsächlich durch Otolithen nachweisbar sind (Martini, mündl. Mitt., s.u.), fügt sich in dieses Modell. Bemerkenswerterweise stammen auch die wenigen Fischfunde des Randecker Maeres ausschließlich aus den Dysodilen (Schweigert, mündl. Mitt.).

Auf einzelne Horizonte beschränkte, euhaline Vertreter des Plankton deuten auf die Existenz eines Meeresarmes (s.o.) in nicht allzu großer Entfernung zum Sieblos-See. Eine zeitweilige Verbindung des Sees zu diesem Meeresarm ist aber nicht notwendigerweise zu fordern. Diese Taxa können durchaus von Wasservögeln aus ihrem marinen Lebensraum in den episodisch „endogen salinaren“ Sieblos-See eingeschleppt worden sein.

Die homologen Faziestypen des Randecker Maeres, einem abflußlosen Endsee (Jankowski 1981), wurden offensichtlich unter vergleichbaren Verhältnissen abgelagert. Die in den laminierten Karbonaten (RMK) überlieferten Schnecken (Lymnaeidae und Planorbidae: *Gyraulus* sp.) sowie Kieselschwammnadeln (Spongillidae) machen für das Mixolimnion Süßwasserverhältnisse wahrscheinlich. Die verkieselten Dysodile (RMD) enthalten dagegen Reste von *Salsola* (Chenopodiaceae; Mai 1995: 563) und *Ruppia* (Potamogetonaceae; Gregor 1986), die auf eine zeitweilig erhöhte Salinität in der Uferregion und im Mixolimnion schließen lassen (bis 10 ‰; vgl. Remane & Schlieper 1971, Jankowski 1981: 215).

Bei allen in den Karbonaten und Dysodilen von Sieblos und Randeck vorkommenden Wasserinsekten (Odonata: Libellulidae- und Zygoptera-Larven; Diptera: Stratiomyidae-, Chironomidae-/Ceratopogonidae-, Culicidae-Larven; Heteroptera: Naucoridae, Notonectidae, Corixidae; Coleoptera: Dytiscidae, Hydrophilidae, Gyrrinidae; Ansorge & Kohring 1995, Lutz, eigene Beob.) handelt es sich auffälligerweise um Gruppen, in denen rezent auch euryhaline Taxa auftreten, die z.T. selbst mesohaline Verhältnisse tolerieren (Remane & Schlieper 1971, vgl. Illies 1978). Diese in den meisten aquatischen Insekten-Taphozönosen vertretenen Taxa können somit nur bedingt als Bioindikatoren dienen, wenn auch artenreiche Vergesellschaftungen durchaus für lakustrische Verhältnisse sprechen.

Untersuchungen zur Geochemie und Isotopie der Karbonate (Rothe 1988, mündl. Mitt., 1998) stützen dieses aus der Insekten-Taphozönose abgeleitete Seemodell. Bei den Insekten-führenden Karbonaten von Sieblos handelt es sich um nahezu reinen Kalzit mit niedrigen Na⁺- und Li⁺-Gehalten und negativen δ¹⁸O-Werten, in den Dysodilen sind dagegen die Na⁺- und Li⁺-Gehalte stark erhöht, die δ¹⁸O-Werte sind positiv und es wurde verstärkt Dolomit gebildet (Rothe 1988, 1998). Die Dolomitbildung erfolgte wahrscheinlich, wie in Willershausen, frühdiagenetisch aus dem aus dem Mixolimnion absinkenden biogenen Kalzit (Meischner 1994: 17). Der dazu notwendige Mg²⁺-Gehalt im Tiefenwasser spricht für eine verstärkte Evaporation während der Dysodilbildung. Eine weitere Bestätigung des hier vorgestellten Modells liefern jüngste Auswertungen von Otolithen aus Schlammproben: Das Auftreten des stenohalinen Süßwasserfisches *Umbra* korreliert mit „einigen Lagen mit niedrigen δ¹⁸O-Werten, während in Lagen mit höheren δ¹⁸O-Werten *Dapaloides* und das Nanoplankton vorherrschen“ (Martini, mündl. Mitt., Martini & Reichenbacher 1998, Martini & Rothe 1998).

In den laminierten Karbonaten von Randeck (RMK) überwiegen – im Unterschied zu Sieblos – Aragonit und Dolomit (Jankowski 1981), was

mit der Position dieser Karbonate im Diagramm korreliert. Die höhere Salinität im Monimolimnion und die, nach einer partiellen Durchmischung beider Wasserkörper, sicher höheren Elektrolytgehalte und pH-Werte im Mixolimnion könnten für die extreme Seltenheit selbst euryhaliner Fische verantwortlich sein.

Daß nach den vorliegenden Ergebnissen während der Hochwasserphasen des Sees von Sieblos (SiK) die Salinität geringfügig höher war als zu Zeiten verstärkter Evaporation (SiD) überrascht insofern, als nicht zuletzt nach den geo- und isopenchemischen Befunden (s.o.) die umgekehrte Situation zu erwarten wäre. Im Falle von Sieblos könnte dieser Effekt zunächst durchaus auf der mit 40 Fossilien noch extrem kleinen Datenbasis beruhen. Mit weiteren Funden ist eine geringfügige Verschiebung der vertikalen Positionen der beiden Faziestypen im Diagramm auch durchaus zu erwarten. Andererseits besteht eine auffällige Parallele zu den Verhältnissen im Randecker Maar, wo dieses Phänomen noch deutlicher wird. Da die Ergebnisse von Randeck auf einer Auswertung von insgesamt 1499 Insektenfunden, darunter 739 terrestrischen Formen, basieren, sind in diesem Fall keine grundlegenden Änderungen mehr zu erwarten. Damit stellt sich die Frage nach den möglichen Ursachen für dieses Phänomen.

Wahrscheinlich ergibt die Korrelation von spezifischer Dichte allein mit der natriumchloridischen Salinität brackisch-mariner Environments für einige der untersuchten Seen eine zu hohe „Salinität“. Die für große, relativ flache Seen oder brackisch-marine Lebensräume aus dem Diagramm abzuleitenden „Salinitäts“-Werte stehen in Einklang mit den bisherigen Re-

konstruktionen dieser Gewässer (vgl. Cr, Ax, Br, PCo, Ha: Lutz 1997). Bei Sieblos und Randeck handelt es sich dagegen um kleine, tiefe meromiktische Gewässer, d.h. um Becken mit vergleichsweise hoher Reliefdynamik. Damit könnte – neben dem Elektrolytgehalt – ein hoher Schwebstoffgehalt zur Erhöhung der spezifischen Dichte des Monimolimnion beigetragen haben (s.o., Lutz 1997: 190): Während humider Klimaperioden (SiK, RMK) erfolgte ein verstärkter Eintrag klastischen Materials. Dies erhöhte einerseits unmittelbar die Suspensionsfracht des Gewässers. Andererseits führte die hohe Sedimentationsrate zu einer zunehmenden Instabilität der subaquatischen Böschungen, die durch zahlreiche Rutschungen ausgeglichen wurde. In Sieblos und Randeck zeigen Handstücke aus dem Haldenmaterial entsprechende slumping-Strukturen (Rothe 1988: Abb. 5, 6, Jankowski 1981, eigene Beob.). Auch im Eckfelder Maar belegt der hohe Anteil der Turbidite und Debrite eine Vielzahl subaquatischer Rutschungen (Lutz 1993, Mingram 1994). Folge davon war eine Resuspension von Tonmineralen und biogenen Schwebstoffen (vgl. z.B. Negen-dank 1989). Diese Suspensionswolken blieben im Monimolimnion über lange Zeiträume hinweg in Schwebelage und erhöhten seine spezifische Dichte zusätzlich [vgl. die Überlegungen zur Genese der „Kaolinit-Sequenzen“ im Eckfelder Maar (Lutz 1993: 79 ff., Mingram 1994: 66–67)]. Die für meromiktische Seen errechneten „Salinitätswerte“ sind deshalb zumindest in einigen Fällen (insbesondere jungen Maaren mit hoher Beckendynamik) als jeweilige Obergrenze des Elektrolytgehaltes („Salinität“) zu sehen.

Dank: Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. E. Martini, Frankfurt a.M., für die großzügige Überlassung von Originaldaten zur Sammlung Hassencamp der Universität Würzburg, die Mitteilung noch unpublizierter Befunde, die Vermittlung der Sammlung Pieper sowie seine kon-

struktive Kritik. Herrn E.-O. Pieper, Bebra-Breitenbach, danke ich für die mir gestattete Durchsicht seiner Sammlung. Frau Dr. B. Pflug, Ortenberg, danke ich für die Möglichkeit, das Material des Sieblos-Museums sichten zu können. Ganz besonderen Dank schulde ich auch Herrn Prof.

Dr. P. Rothe, Mannheim, für die mir zur Verfügung gestellten noch unpublizierten geo- und isotoopen-chemischen Daten, konstruktive Diskussionen und die kritische Durchsicht des Manuskriptes. Herrn Dr. J. Rust, Göttingen, verdanke ich Literaturhinweise und Herrn Dr. G. Schweigert, Stuttgart, zahlreiche Hinweise zum Randecker Maar. Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes sowie konstruktive Diskussionen danke ich nicht zuletzt auch Frau Dr. G. Gruber, Darmstadt, den Herren Dres. H. Franken-

häuser und E.O. Neuffer, Mainz, und Herrn Dr. V. Wilde, Frankfurt a.M.. Bei der Abfassung des Abstract halfen dankenswerterweise die Herren Dr. D. Martill, Portsmouth, und E. Milsom, Mainz. Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen des Forschungsprojektes „Eckfelder Maar“, das dankenswerterweise vom Land Rheinland-Pfalz, der Stiftung Innovation Rheinland-Pfalz sowie der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützt wird.

5. Schriftenverzeichnis

- Ansorge, J. & Kohring, R. (1995): Insekten aus dem Randecker Maar - Fossilien, **1995** (2): 80-90; Weinstadt (Goldschneck).
- Degens, E. T. & Stoffers, P. (1976): Stratified waters as a key to the past. - *Nature*, **263**: 22-27; London.
- Fischer, Ch. (1974): Systematische Stellung der Gattung *Sieblasia* Handlirsch, 1906 (Zygoptera, Lestinoidea: Sieblasiidae). - *Odonatologica*, **3** (4): 211-220; Amsterdam.
- Gaudant, J. (1982): Apport de l'ichtyofaune à la caractérisation des milieux saumâtres cénozoïques. - *Mem. Soc. géol. France, N.S.*, **1982** (144): 139-146; Paris.
- Gregor, H. J. (1986): Zur Flora des Randecker Maars (Miozän, Baden-Württemberg). - *Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B.*, **122**: 29 S.; Stuttgart.
- Goth, K. (1990): Der Messeler Ölschiefer - ein Algenlaminit. - *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **131**: 143 S.; Frankfurt a.M.
- Hagen, H. A. (1858): Zwei Libellen aus der Braunkohle von Sieblös. - *Palaeontographica*, **5**: 121-124; Cassel.
- Handlirsch, A. (1906-1908): Die fossilen Insekten und die Phylogenie der rezenten Formen. - 1430 S.; Leipzig (Engelmann).
- Hassencamp, E. (1860): Ueber fossile Insekten der Rhön. - *Würzburger naturwiss. Z.*, **1**: 78-81; Würzburg.
- Heyden, C. von (1858): Fossile Insekten aus der Braunkohle von Sieblös. - *Palaeontographica*, **5**: 115-120; Cassel.
- Hottenrott, M., Martini, E. & Schiller, W. (1998): Profilbeschreibungen der Forschungsbohrungen Sieblös 1994/1 und 1994/2 an der Wasserkuppe/Rhön. - In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblös an der Wasserkuppe/Rhön. - *Geol. Abh. Hessen*, **104**: 53-69; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Illies, H., Hg. (1978): *Limnofauna Europaea*. - 2. Aufl.: 532 S.; Stuttgart-New York (Fischer), Amsterdam (Swets & Zeitlinger).
- Jähnichen, H. & Rufflé, L. (1988): Die alttertiäre Blätterflora aus dem Dysodil von Sieblös an der Wasserkuppe/Rhön. - *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **24**: 67-92; Fulda.
- Jankowski, B. (1981): Die Geschichte der Sedimentation im Nördlinger Ries und Randecker Maar. - *Bochumer geol. u. geotechn. Arb.*, **6**: 315 S.; Bochum.
- Kadolsky, D. (1988): Mollusken aus dem Oligozän von Sieblös a. d. Wasserkuppe/Rhön. - *Beitr. Na-*
- turkde. Osthessen, **24**: 99-129; Fulda.
- Kohring, R. & Reitner, J. (1991): Fossilien aus dem Oligozän von Sieblös/Rhön. - *Fossilien*, **91** (6): 359-365; Weinstadt (Goldschneck).
- Lutz, H. (1984): Parallelophoridae - isolierte Analfelder eozäner Schaben (Insecta: Blattoidea). - *Paläont. Z.*, **58** (1/2): 145-147; Stuttgart.
- Lutz, H. (1990): Systematische und palökologische Untersuchungen an Insekten aus dem Mittel-Eozän der Grube Messel bei Darmstadt. - *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **124**: 165 S.; Frankfurt a.M.
- Lutz, H. (1991): Qualitative und quantitative Verteilung von Kleinfossilien im Bereich des Nordwesthangs der Fundstätte Messel (Mittel-Eozän). - *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **139**: 83-97; Frankfurt a.M.
- Lutz, H. (1993): Zur Sedimentologie der Leithorizonte des „Eckfelder Maars“ bei Manderscheid/Eifel (Mittel-Eozän). - *Mainzer Naturwiss. Archiv*, **31**: 65-83; Mainz.
- Lutz, H. (1997): Taphozönosen terrestrischer Insekten in aquatischen Sedimenten - ein Beitrag zur Rekonstruktion des Paläoenvironments. - *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **203**: 173-210; Stuttgart.

- Mai, D. H. (1995): Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas. Methoden und Ergebnisse. – 691 S.; Jena–Stuttgart–New York (Fischer).
- Martinell, J. & Martínez-Delclos, X. (1990): Observaciones de laboratorio sobre la flotabilidad de los insectos. – Com. Reunión de Tafonomía y Fosilización: 201–209; Madrid.
- Martinell, J. & Martínez-Delclos, X. (1993): Insect taphonomy experiments. Their application to the Cretaceous outcrops of Lithographic Limestones from Spain. – *Kaupia*, Darmstädter Beitr. Naturgesch., **2**: 133–144; Darmstadt.
- Martini, E. (1967): Die oligozäne Fossilfundstätte Sieblos an der Wasserkuppe. – *Nat. u. Mus.*, **97** (1): 1–8; Frankfurt a.M.
- Martini, E. (1971): Neue Insektenfunde aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – *Senckenbergiana lethaea*, **52** (4): 359–369; Frankfurt a.M.
- Martini, E. (1988a): Isopoden und ? Spinnen aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 137–142; Fulda.
- Martini, E. (1988b): Fische aus dem Unter-Oligozän von Sieblos a.d. Wasserkuppe/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 149–160; Fulda.
- Martini, E. & Reichenbacher, B. (1998): Fisch-Otolithen aus den Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 (Rhön; Unter-Oligozän). – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – *Geol. Abh. Hessen*, **104**: 253–260; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Martini, E. & Richter, G. (1996): Gehäuse von Köcherfliegenlarven aus den Ablagerungen von Messel und Sieblos. – *Nat. u. Mus.*, **125** (8): 262–266; Frankfurt a.M.
- Martini, E. & Rothe, P. (1993): Sieblos – A Lower Oligocene Messel-Type Deposit. – *Kaupia*, Darmstädter Beitr. Naturgesch., **2**: 39–53; Darmstadt.
- Martini, E. & Rothe, P. (1998): Sieblos an der Wasserkuppe: Forschungsbohrungen in einem alttertiären See. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – *Geol. Abh. Hessen*, **104**: 7–27; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Martini, E. & Schrader, H. (1988): Diatomeen, Chrysophyceen, Nannoplankton, Dinoflagellaten und Schwammnadeln aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 55–60; Fulda.
- Meischner, D. (1994): Die ehemalige Tongrube Willershausen, ein Naturdenkmal von weltweiter Bedeutung. – In: Jäckel, H., Diesner, R. & Hillebrecht, W. (Hg.): Willershausen am Harz – Umriss einer Dorfgeschichte, Festschrift anlässlich der Feierlichkeiten des Jahres 1994 zur ersten urkundlichen Erwähnung Willershausens vor 700 Jahren: 9–30; Willershausen.
- Meyer, H. v. (1857): Mittheilungen an Professor Bronn gerichtet. – *N. Jb. Miner. Geognosie Geol. Petrefactenkde.*, **1857**: 554–557; Stuttgart.
- Mingram, J. (1994): Sedimentologie und Zyklizität laminiertes eozäner Ölschiefer von Eckfeld/Eifel. – *Mainzer naturwiss. Archiv, Beih.*, **16**: 55–85; Mainz.
- Negendank, J. F. W. (1989): Pleistozäne und holozäne Maarsedimente der Eifel. – *Z. dt. geol. Ges.*, **140**: 13–24; Hannover.
- Nel, A. (1986): Revision du genre cénozoïque *Stenolestes* Scudder, 1895, description de deux espèces nouvelles (Insecta: Odonata, Lestidae). – *Bull. Mus. Nation. Hist. Nat.*, 4 Sér., **8**: 447–461; Paris.
- Nel, A. & Escuillé, F. (1993): Découverte d'un nouveau genre de Sieblosiidae dans le Miocène supérieur de l'Ardèche (France) [Odonata, Zygoptera, Lestoidea, Sieblosiidae]. – *Nouv. Rev. Ent. (N.S.)*, **10** (3): 233–242; Paris.
- Nel, A. & Paicheler, J.-Cl. (1994): Les Lestoidea (Odonata, Zygoptera) fossiles: un inventaire critique. – *Ann. Paléont. (Vert.-Invert.)*, **80** (1): 1–59; Paris (Masson).
- Pflug, B. (1995): Bildungsurlaub in den Subtropen – das Sieblos-Museum Poppenhausen präsentiert ... – 26 S.; Poppenhausen (Sieblos-Museum).
- Remane, A. & Schlieper, C. (1971): *Biology of Brackish Water*. (2. Aufl.). – In: Thienemann, A.: *Die Binnengewässer*, Bd. **25**: 372 S.; Stuttgart (Schweizerbart), New York–Toronto–Sydney (Wiley).
- Rothe, P. (1988): Sedimente der oligozänen „Braunkohlen“-Lagerstätte von Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 37–54; Fulda.
- Rothe, P. (1998): Der unteroligozäne See von Sieblos/Rhön. Salinitätsentwicklung nach geochemischen Untersuchungen an den Forschungsbohrungen 1994/1 und 1994/2. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – *Geol. Abh. Hessen*, **104**: 85–100; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Schwarz J. (1988): Charophyten aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 61–66; Fulda.
- Tröster, G. (1998): Insekten. Fossilien mit vielerlei Aussagekraft. – In: Koenigswald, W. v. & Storch, G. (Hg.): *Messel. Ein Pompeji der Paläontologie*: 116; Sigmaringen.
- Wagner, Th., Neinhuis, Ch. & Barthlott, W. (1996): Wettability and contaminability of insect wings as a function of their surface sculptures. – *Acta Zool.*, **77**: 213–225; Stockholm (Pergamon).
- Willmann, R. (1988): Der oligozäne Lebensraum von Sieblos/Rhön im Spiegel seiner Insekten. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 143–148; Fulda.

Ein verkieselter Ostracoden-/Characeen-Kalk in der Forschungsbohrung Sieblos 1994/2 (Unter-Oligozän)

von
Wolfgang Schiller*

Schiller, W. (1998): Ein verkieselter Ostracoden-/Characeen-Kalk in der Forschungsbohrung Sieblos 1994/2 (Unter-Oligozän). – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die altertäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 115–126, 4 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

Von 41,11–41,16 m wurde in der Kernbohrung Sieblos 1994/2 ein an Mikrofossilien reicher, sekundär verkieselter Sedimentabschnitt gefunden. Neben Resten von Charophyten und Ostracoden enthält das Gestein auch Pollenkörner und die Chlorophycee *Botryococcus*. Die Fossilreste aus dieser Bohrtiefe zeigen keine Kom-

paktionsspuren, was auf eine frühdiagenetische Verkieselung des Sedimentes hindeutet. Charophyten und Ostracoden-Schalen sind in Calcit erhalten, während die Sedimentmatrix und die ehemaligen Fossilhohlräume in Mikroquarz umgewandelt, bzw. damit ausgefüllt wurden.

Abstract

A silicified ostracod-/characean-limestone in the research drilling Sieblos 1994/2 (Lower Oligocene)

Core drilling Sieblos 1994/2 penetrated at 41.11 to 41.16 m a secondary silicified sediment abundant in microfossils. The fossil remains consist of charophytes, ostracods, pollen grains and *Botryococcus* (Chlorophyceae) without any

signs of compaction. This sediment sequence seemed to be silicified during an early diagenetic stage. Charophytes and shells of ostracods are preserved in calcite while ground mass and former cavities consist of microquartz.

1. Einleitung

Die Kernbohrung Sieblos 1994/2 traf in einer Bohrtiefe von 41,11–41,16 m eine auffallend harte Gesteinsschicht an. Hierbei handelt es sich,

wie die späteren Untersuchungen zeigten, um ein sekundär verkieseltes, fossilführendes Sediment („Hornstein“, Chert), das hauptsächlich

* Dipl.-Geol. W. Schiller, Geologisch-Paläontologisches Institut der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Senckenberganlage 32-34, D-60325 Frankfurt am Main

Ostracoden-Schalen und Reste von Charophyten führt. Dieser nur geringmächtige, stark verkieselte Horizont unterscheidet sich deutlich von den über- und unterlagernden Schichten. Aufgrund der unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften (Härte, Scherfestigkeit etc.) der Gesteine wurde beim Bohrvorgang der Bohrkern in diesem Bereich fragmentiert, so daß die Übergänge zu dem verkieselten Sediment nicht lückenlos belegt sind. Das Hangende der verkieselten Schicht bildet ein heller, laminiertes Mergel, während die liegenden Sedimente sandig und tonig ausgebildet sind und zum Teil auch Gastropoden-Reste enthalten.

Ein weiterer verkieselter Horizont (Tertiärquarzit) wurde in der Kernbohrung 1994/2 bei

44,00–44,60 m angetroffen (vgl. Hottenrott et al. 1998, Pflug 1998).

Sekundäre Verkieselungen innerhalb tertiärer Sedimentabfolgen stellen keine unerwarteten Besonderheiten dar und sind auch bereits von Sieblos bekannt. Verkieselte tertiäre Holzreste aus den alten Bergwerks-Halden von Sieblos wurden von Martini & Schaarschmidt (1985) untersucht und beschrieben. Rothe (1988) und Martini & Rothe (1993) erwähnen (schwach) verkieselte, gebänderte, mikritische Kalke, die neben primärem biogenen Opal-A auch die diagenetisch gebildete SiO₂-Modifikation Opal-CT enthalten. Ferner sind auch Tertiärquarzite von der gleichen Fundstelle bekannt (Pflug 1993).

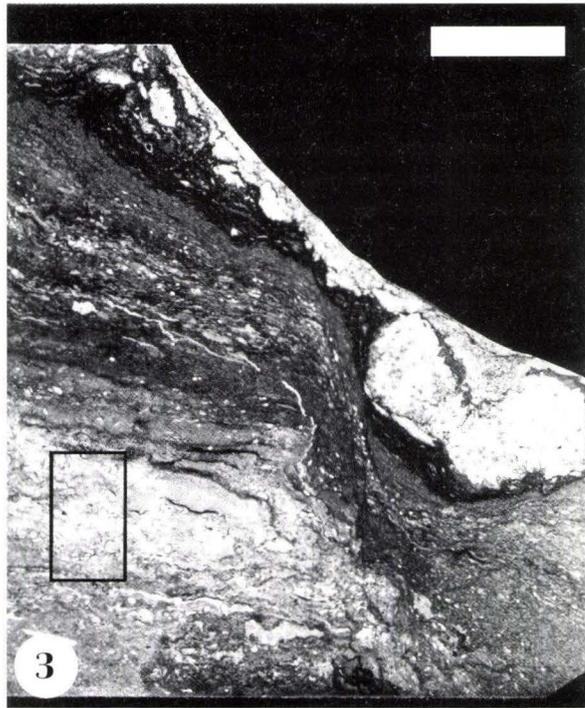
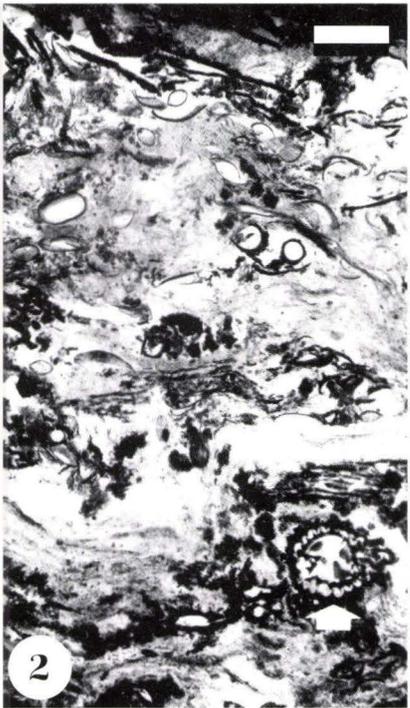
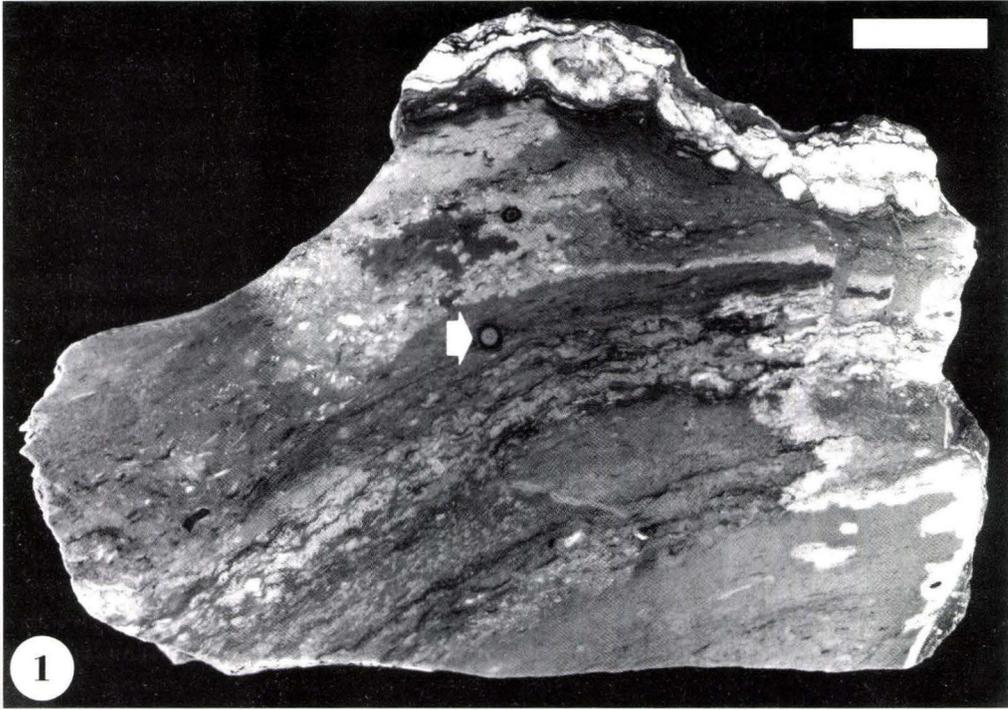
2. Untersuchungsmethoden

Die Kernbohrung 1994/2 lieferte relativ wenig Untersuchungsmaterial. Insgesamt stand nur eine ca. 8×6×5 cm große verkieselte Sedimentprobe mit unregelmäßiger Gestalt zur Verfügung. Dieses Probenmaterial wurde zunächst senkrecht zur Schichtung geschnitten und angeschliffen (Taf. 1, Fig. 1). Schon beim Sägevorgang wurde deutlich, daß sich dieses Gestein durch außergewöhnliche Eigenschaften auszeichnet. Trotz überdurchschnittlicher Wasserkühlung des Diamantsägeblattes konnte Funkenflug beobachtet werden. Außerdem verbreitete sich ein extrem starker Geruch von verbranntem Schwefel. Die angeschliffenen Gesteinsflächen wurden zunächst mit einem Stereomikroskop untersucht. Aufgrund der hohen Fossildichte

wurden flächendeckend Gesteinsdünnschliffe mit einer Dicke von ca. 35 µm angefertigt, deren Oberflächen anschließend feinpoliert wurden. Insgesamt wurden jeweils mehrere Dünnschliffe von einem Gesteinsklötzchen hergestellt, so daß sowohl mit Deckglas abgedeckte und auch nicht abgedeckte Dünnschliffe untersucht werden konnten. Die auf diese Weise vorbereiteten Gesteinsdünnschliffe wurden mit Hilfe folgender lichtmikroskopischer Verfahren untersucht und dokumentiert: Durchlicht mit unterschiedlichen Vergrößerungen bis hin zur Betrachtung mit Ölimmersions-Objektiven im polarisierten und unpolarisierten Licht, sowie Fluoreszenz-Aufflicht mit Trocken- und Immersionsobjektiven.

Tafel 1

- Fig. 1. Angeschliffenes Handstück, senkrecht zur Schichtung. Der Pfeil zeigt auf einen Stengelquerschnitt einer höheren Pflanze. Maßstab 1 cm.
- Fig. 2. Gesteinsdünnschliff, Durchlicht, senkrecht zur Schichtung; mit zahlreichen Ostracoden-Schalen und einem Characeenstengel-Querschnitt (siehe Pfeil). Maßstab 0,5 mm.
- Fig. 3. Gesteinsdünnschliff, Durchlicht, senkrecht zur Schichtung. Der schwarze Rahmen markiert den Bildausschnitt von Fig. 2. Maßstab 5 mm.



Aufgrund der Feinkörnigkeit des Gesteins lassen sich die Mineralkomponenten lichtoptisch nur unzureichend bestimmen. Korngrößen kleiner 30 μm zeigen nur untypische, bzw. keine Interferenzfarben. Zur genaueren Identifizierung der kryptokristallinen Komponenten wurde ein ausgesuchter, nicht abgedeckter Gesteinsdünnschliff mit Kohlenstoff bedampft und rasterelektronenmikroskopisch untersucht und mit einer EDX-Anlage analysiert. Mit Hilfe des Materialkontrastes lassen sich Komponenten mit unterschiedlicher Ordnungszahl anhand ihrer Graustufenwerte voneinander unterscheiden (Taf. 2, Fig. 1, 2). Auf diese Weise läßt sich z.B. das Silizi-

um des Quarzes (bzw. Opalsubstanz) gut gegen das Kalzium des Calcits abgrenzen. Das Klebemittel (Epoxidharz) für die Dünnschliffherstellung erscheint besonders dunkel und kann als Kriterium für die Gesteinsporosität herangezogen werden. Zur Überprüfung dieser Darstellung wurden auch Elementverteilungsbilder für Si und Ca angefertigt, die die Ergebnisse der Materialkontrasteinstellung bestätigen (Taf. 2, Fig. 3, 4).

Weiterhin wurden auch aufgebrochene Sedimentflächen mit Hilfe des REM's und der EDX-Analysenanlage untersucht.

Die mineralogische Gesteinszusammensetzung wurde röntgendiffraktometrisch bestimmt.

3. Gesteinsbeschreibung

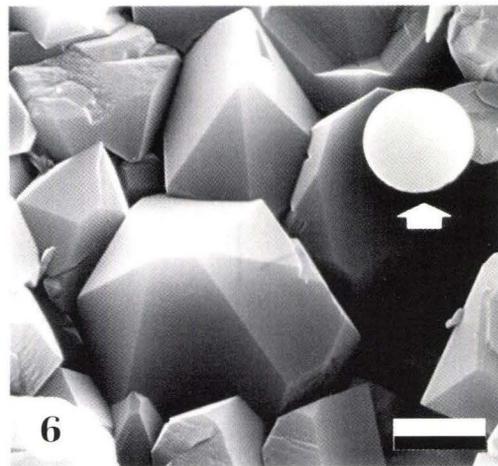
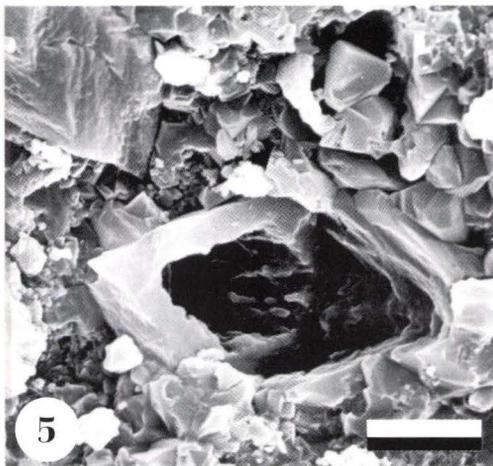
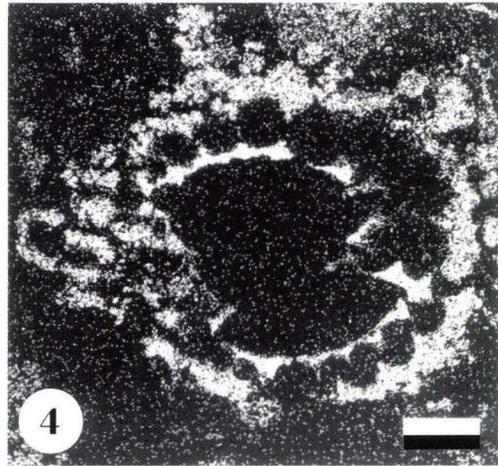
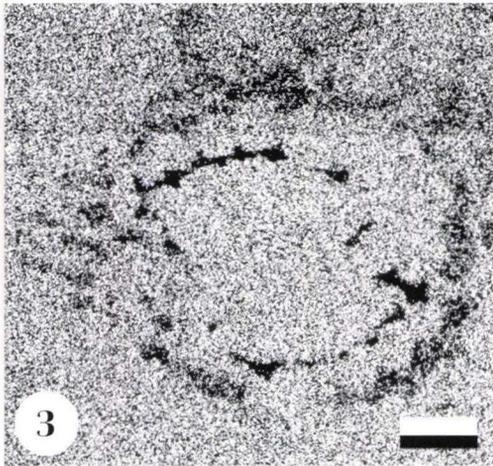
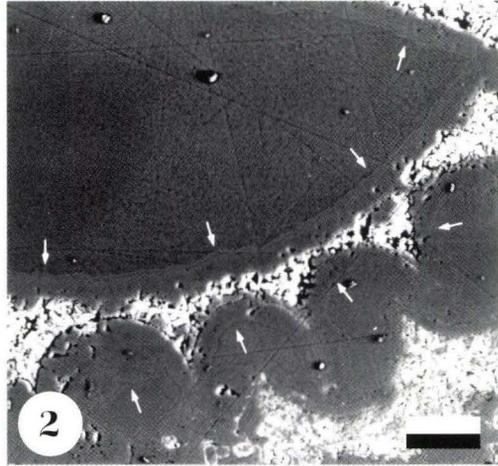
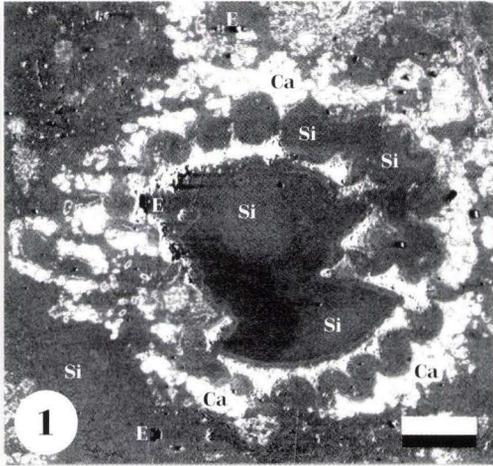
Der verkieselte Ostracoden-/Characeen-Kalk zeichnet sich durch seine außergewöhnliche Härte aus. Das untersuchte Probenmaterial ist jedoch nicht homogen verkieselt. Randliche Partien und auch einige schlierige Bereiche zur Mitte hin scheinen weniger verkieselt oder schon wieder entkieselt zu sein. Diese Bereiche heben sich auch durch ihre helle Farbe deutlich von dem sonst eher dunklen, bräunlichen bis schwärzlichen Gestein ab. Die dunkle Farbe rührt vermutlich von diffus verteiltem Pyrit her, der partiell auch makroskopisch in Form von schlierigen, opaken Aggregaten erkennbar ist. Feine Risse im Gestein sind mit klarem krypto-

kristallinem Quarz verheilt. Die ursprüngliche Schichtung des Sedimentes ist trotz der Verkieselung noch deutlich zu erkennen (Taf. 1, Fig. 3). Der primäre Materialwechsel ist gekennzeichnet durch massige und homogene Lagen sowie durch schlierige und inhomogene Bereiche mit Komponenten, die rundliche und röhrenförmige Querschnitte aufweisen. Hierbei handelt es sich um Fossilreste von Ostracoden und Charophyten. Als Besonderheit ist auch ein nicht bestimmbarer, silifizierter Stengelquerschnitt einer höheren Pflanze zu erwähnen (Taf. 1, Fig. 1).

Die mikroskopische Auswertung der Gesteinsdünnschliffe ergab, daß neben den beiden

Tafel 2

- Fig. 1. Gesteinsdünnschliff, REM: Materialkontrast. Übersicht eines Characeenstengel-Querschnitts. Schwarze Flächen = Epoxidharz (E); dunkelgraue Flächen = Kieselsubstanz (Si); hellgraue Flächen = Calcit (Ca). Maßstab 100 μm .
- Fig. 2. Gesteinsdünnschliff, REM: Materialkontrast. Detailaufnahme Characeenstengel-Querschnitt. Konzentrischer Aufbau der kieseligen Ausfüllung (siehe Pfeile). Maßstab 30 μm .
- Fig. 3. Gesteinsdünnschliff, REM-Darstellung: Elementverteilungsbild für Silizium. Die weißen Bildpunkte signalisieren das Vorhandensein von Si. Maßstab 100 μm .
- Fig. 4. Gesteinsdünnschliff, REM-Darstellung: Elementverteilungsbild für Kalzium. Die weißen Bildpunkte signalisieren das Vorhandensein von Ca. Maßstab 100 μm .
- Fig. 5. Aufgebrochene Sedimentfläche, REM. Reliktischer Calcitkristall, im Inneren hohl. Maßstab 3 μm .
- Fig. 6. Aufgebrochene Sedimentfläche, REM. Idiomorphe Quarzkristalle und eine anorganische kieselige Kugel ohne jegliche Oberflächenstruktur (siehe Pfeil). Maßstab 3 μm .



bereits erwähnten Fossilgruppen nicht unerhebliche Mengen von Sporomorphen sowie Reste der Chlorophyceae *Botryococcus* in den homogenen (im Durchlicht fast klaren) Sedimentbereichen vorhanden sind.

Polarisiertes Durchlicht zeigt, daß die Gesteinsmatrix fast ausschließlich aus kryptokristallinem Quarz und Mikroquarz besteht (Taf. 4, Fig. 2). Die Hohlräume größerer Fossilien sind mit Chalcedon und untergeordnet auch mit richtungslosem Mikroquarz ausgefüllt. In den transparenten, schlierigen Bereichen der Gesteinsdünnschliffe erkennt man bei sehr starker Vergrößerung mit Ölimmersions-Objektiven (ausschließlich) im nicht polarisierten Durchlicht zahlreiche kontrastarme, kugelige Aggre-

gate, mit unterschiedlich großen, kreisrunden Querschnitten ($< 10 \mu\text{m}$) und schwach sphärolithischen Strukturen. Diese Gebilde scheinen Phänorelikte ehemaliger Opal-CT-Lepisphären zu sein. Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen konnten diese Vermutung bislang nicht bestätigen. Alle mit dem REM untersuchten Proben zeigen Mikroquarz-Kristalle und Chalcedonfasern. Nur in einem einzigen Fall konnte ein kugelförmiges Gebilde ohne jegliche Oberflächenstruktur gefunden werden, welches aus SiO_2 besteht (Taf. 2, Fig. 6).

Die röntgendiffraktometrische Gesteins-Analyse ergab eine mineralogische Zusammensetzung aus Quarz, Smektit, Calcit, Dolomit, Illit und Pyrit. Opal-A konnte nicht nachgewiesen werden.

4. Fossilinhalt

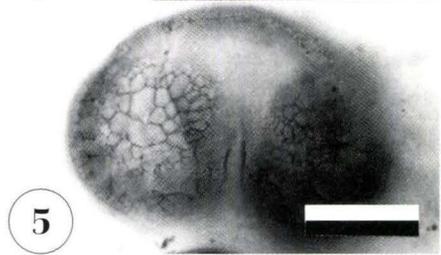
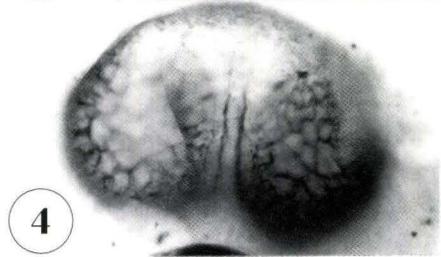
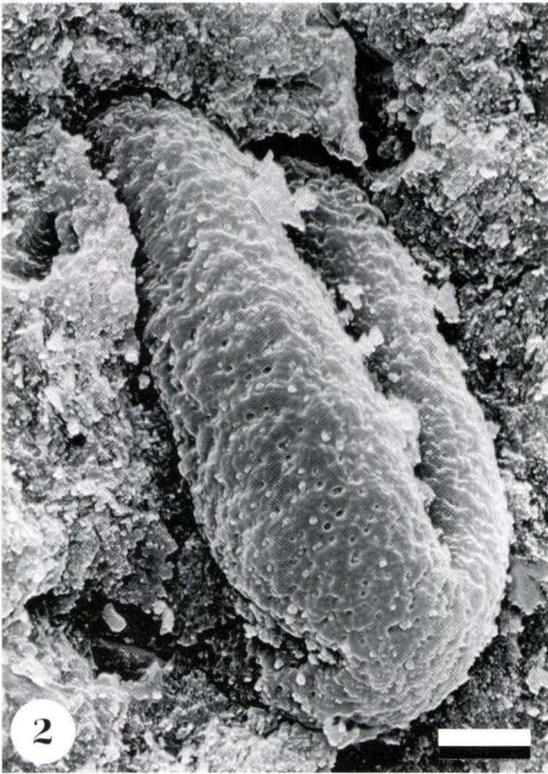
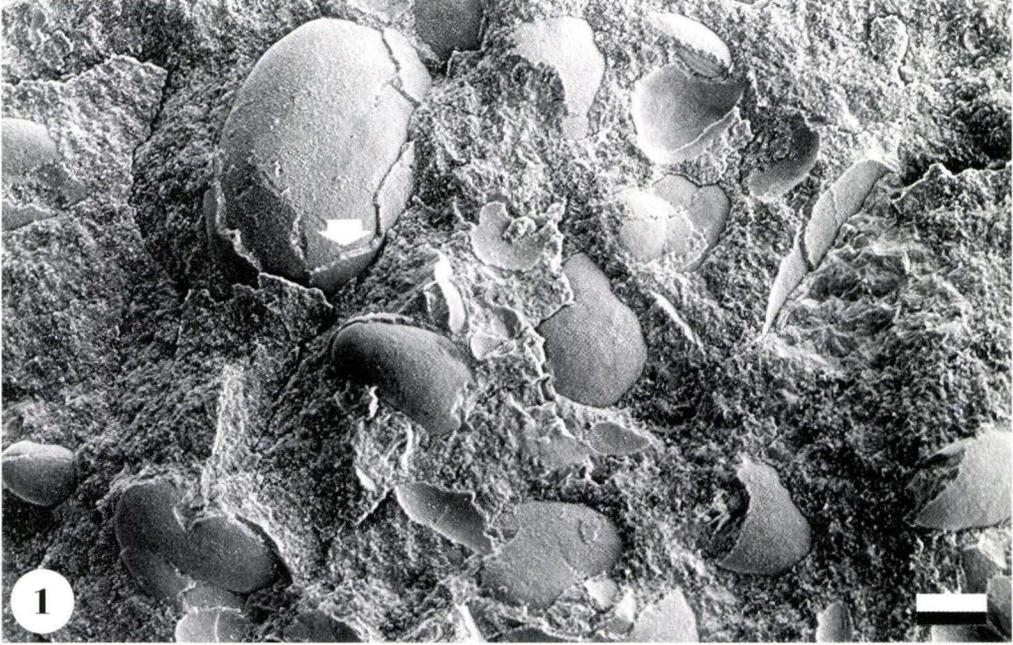
Ostracoden: Der untersuchte Sedimentabschnitt beinhaltet einen hohen Anteil an unterschiedlich großen Ostracoden-Schalen (vgl. Taf. 1, Fig. 2 und Taf. 3, Fig. 1). Die Schalen, meist zweiklappig erhalten und nicht kompaktiert, liegen in dichten Ansammlungen in einer feinkörnigen, kieseligen Sedimentmatrix eingebettet. Die ursprüngliche kalkige Schalensubstanz ist weitgehend erhalten. Die Schalen sind jedoch extrem dünnwandig und weisen keinerlei Skulptur auf der Innen- und Außenseite auf. Die Schalenhohlräume sind ausnahmslos mit Steinkernen aus Chalcedon oder kryptokristallinem Quarz ausgefüllt. Aufgebrochene Sedimentflächen zeigen, daß die Bruchflächen bevorzugt an den Diskontinuitätsflächen der Außen- oder Innenseiten der Ostracoden-Schalen verlaufen (Taf. 3, Fig. 1).

Eine vergleichbare Erhaltung der Ostracoden von Sieblos wurde von Malz (1988: 131 f.) aus den (nicht verkieselten) Chara-Mergeln beschrieben. Auch hier findet man: „regelrechte Ostracoden-„Nester“, in denen die glattschaligen Ostracodengehäuse von dem kalkigen Gestein umschlossen sind“ und Steinkerne enthalten. Malz (1988) bestimmte die monotypische Ostracoden-Population der Chara-Mergel von Sieblos als *Metacypris jacksoni* Keen 1972, eine Süßwasserform.

Die von Malz (1988) beschriebene Ostracodenfauna der Chara-Mergel besitzt eine große Ähnlichkeit mit der jetzt untersuchten Fauna des sekundär verkieselten Ostracoden-/Characeen-Kalks. Die überlieferten Schalenmerkmale reichen hier jedoch nicht für eine exakte Gattungs- und Artbestimmung aus.

Tafel 3

- Fig. 1. Aufgebrochene Sedimentfläche mit einer Vielzahl von Ostracoden-Resten, REM. Die ursprüngliche calcitische Schale der Ostracoden ist erhalten (Pfeil). Die Fossilhohlräume sind mit Kieselsubstanz ausgefüllt. Maßstab $100 \mu\text{m}$.
- Fig. 2. Aufgebrochene Sedimentfläche, REM. Pollenkorn *Tricolporopollenites* sp. (*T. cingulum*-Gruppe). Maßstab $3 \mu\text{m}$.
- Fig. 3– 5. Gesteinsdünnschliff, Durchlicht. Luftsack-Pollen *Pinus*-Typ, unterschiedlicher Fokus. Die Oberfläche des Pollenkorns weist scharfkantige ?Kristall-Korngrenzen auf. Maßstab $20 \mu\text{m}$.



Charophyten: Bei der Durchmusterung der Gesteinsdünnschliffe fällt der hohe Anteil der Charophyten-Reste besonders auf. Neben zahlreichen Querschnitten von Sproß- bzw. Astachsen (sowohl Radialschnitte als auch Tangential- und Längsschnitte) konnten auch zwei Schnittlagen von Gyrogoniten (mineralisierte Oogonien) beobachtet werden. Die Hohlräume der Charophyten-Reste sind sekundär mit Kieselsubstanz ausgefüllt (Taf. 4, Fig. 2). REM-Untersuchungen zeigen, daß die schraubenförmig gewundene Rinde der Charophyten-Thalli verkalkt ist (Taf. 2, Fig. 1, 2, 4). Nach Krause (1997) wird die Zellwand mancher rezenter Arten während des Wachstums dicht mit Kalziumkarbonat inkrustiert. Charophyten können somit auch als Produzenten von Seekreide in Frage kommen.

Vegetative Charophyten-Reste in Form von Stengelbruchstücken wurden von Schwarz (1988) aus dem stark verfestigten „Schaumkalk“ und von Gahl (1964) aus dem „Characeenmergel“ von Sieblös beschrieben.

Sporomorphen: Bei stärkerer lichtmikroskopischer Vergrößerung der sorgfältig polierten Gesteinsdünnschliffe erkennt man zahlreiche Pollenkörner innerhalb der schlierigen, transparenten Sedimentlagen. Die bräunlich gefärbten Pollenkörner scheinen gut erhalten zu sein und heben sich kontrastreich von dem umgebendem Sediment ab. Untersuchungen mit

Fluoreszenz-Anregung verliefen ergebnislos (vgl. Taf. 4, Fig. 3). Die Pollenkörner des verkieselten Ostracoden-/Characeen-Kalks zeigen keinerlei Fluoreszenz. Untersuchungen mit Ölimmersions-Objektiven deuten darauf hin, daß die ursprünglichen Pollenexinen womöglich auch sekundär verkieselt sind. Die Exinenwände besitzen deutliche, scharf begrenzte Korngrenzen, ähnlich Kristallkorngrenzen (Taf. 3, Fig. 3–5). Das Innere der Pollenkörner ist vermutlich auch mit Kieselsubstanz ausgefüllt. Untersuchungen mit dem REM an aufgebrochenen Sedimentflächen erwiesen sich als sehr langwierig. Obwohl gezielt pollenhöfliche Lagen untersucht wurden, konnten nur in wenigen Fällen die Oberflächen von Pollenkörnern gefunden werden (Taf. 3, Fig. 2). Es liegt die Vermutung nahe, daß sich mit dem REM die stark verkieselten Pollenkörner nicht von dem umgebenden, ebenfalls verkieselten Sediment unterscheiden lassen.

Die Pollenassoziation des verkieselten Ostracoden-/Characeen-Kalks wurde in der Arbeit von Hottenrott (1998) ausgewertet.

Botryococcus: Im Gegensatz zu den nicht fluoreszierenden Pollenkörnern leuchten zahlreiche kleinere Kolonien der Chlorophyceen *Botryococcus* bei Fluoreszenz-Anregung gelblich auf (Taf. 4, Fig. 3). Bei der normalen lichtmikroskopischen Untersuchung fallen diese Algenkolonie-Aggregate fast nicht auf (vgl. Taf. 4, Fig. 1).

5. Stratigraphische Stellung und Diagenese

Der Sedimentabschnitt 41,11–41,16 m der Kernbohrung 1994/2 zeigt deutliche Spuren einer diagenetischen Überprägung. Im Gegensatz

zu den über- und unterlagernden Sedimenten ist dieses Gestein sekundär verkieselt.

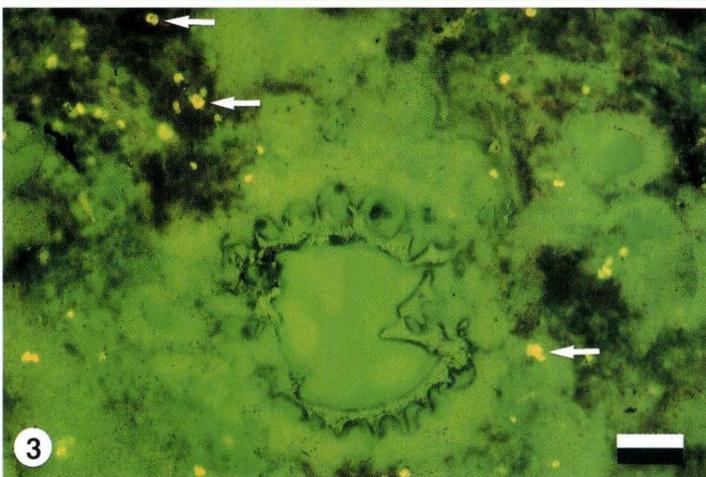
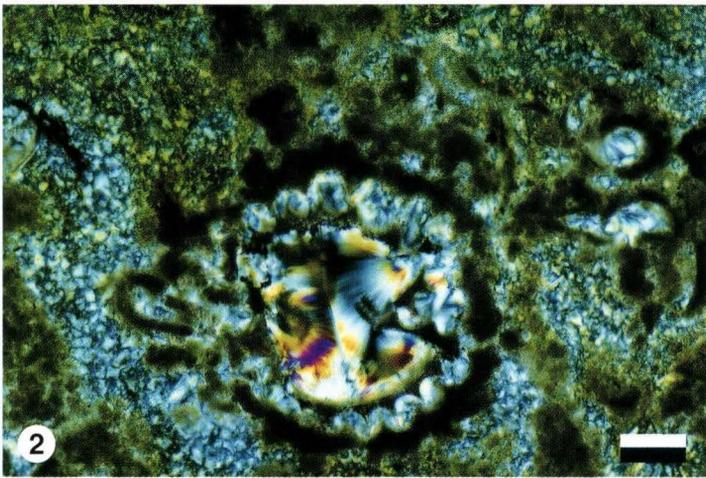
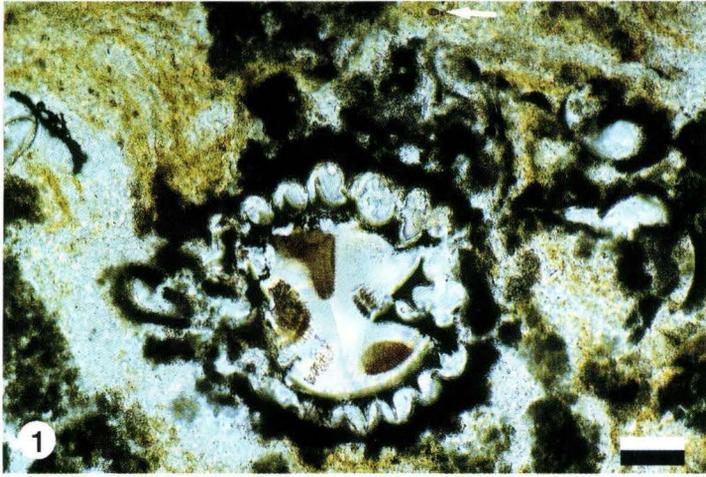
Die tiefsten und somit ältesten laminierten

Tafel 4

Fig. 1. Gesteinsdünnschliff, Durchlicht; Characeenstengel-Querschnitt mit Chalcedonfüllung; Pollenkorn (siehe Pfeil). Maßstab 100 µm.

Fig. 2. Gesteinsdünnschliff, polarisiertes Durchlicht. Maßstab 100 µm.

Fig. 3. Gesteinsdünnschliff, Fluoreszenz-Aufflicht. Zahlreiche *Botryococcus*-Kolonien fluoreszieren gelblich (siehe Pfeile). Pollenkörner zeigen keine Fluoreszenz (vgl. Fig. 1). Maßstab 100 µm.



Seesedimente der Kernbohrung 1994/2 (vorausgesetzt wir haben es mit ungestörten Lagerungsverhältnissen zu tun) wurden bei 41,95 m erbohrt. Diese Profiltiefe stellt die Übergangszone zwischen den fossilführenden Sieblos-Schichten und der karbonatfreien kaolinitischen Verwitterungsbildung dar (Hottenrott et al. 1998). Gleichzeitig markiert diese Profiltiefe eine grundlegende Veränderung in der Entwicklung des Gewässers von Sieblos. Während die tieferen Sedimentabschnitte weitgehend als fossilfrei angesehen werden können (Ausnahmen bilden vereinzelt xylitische Kohlestückchen), kamen in den höheren Sedimentabschnitten, den sogenannten Sieblos-Schichten, laminierte und fossilreiche Gesteine zur Ablagerung. Diese gebänderten und z.T. sehr feingeschichteten Sedimente wurden überwiegend von abgestorbenen Mikroorganismen und durch die Ausfällung von Seekreide in einer Stillwasser-Fazies gebildet.

Der untersuchte verkieselte Ostracoden-/Characeen-Kalk lieferte die ältesten aquatischen Mikrofossilien der Sieblos-Schichten, sowie eine Vielzahl von Sporomorphen. Das Sediment scheint nur unwesentlich von Kompaktion betroffen zu sein. Sowohl Ostracoden-Schalen, Characeen-Stengel als auch Pollenkörner liegen dreidimensional und undeformiert vor. Zumindest ein Teil des ursprünglichen Karbonatanteils am Sediment, wie z.B. die extrem dünnen

Schalen der Ostracoden und die verkalkten Characeen-Stengel blieb erhalten. Auffällig ist hingegen, daß vermutlich anorganisch gebildete Mikro-Karbonatkristalle (Taf. 2, Fig. 5), die man jedoch nur mit dem REM erkennen kann, sehr schlecht erhalten sind. Aufgebrochene Kristalle sind ausnahmslos hohl und zeigen, daß nur noch dünne Kristallhüllen als Relikte vorhanden sind. Die Porosität des verkieselten Gesteins kann als sehr gering bezeichnet werden. Alle Hohlräume der Fossilien und auch kleine Klüfte und Risse im Gestein sind sekundär mit Mikroquarz oder Chalcedon verfüllt und verheilt. Besonders auffallend ist auch die Tatsache, daß die Mehrzahl der Pollenkörner in einer schlierigen, fast farblosen, transparenten Matrix eingebettet ist (vgl. Taf. 4, Fig. 1). Im polarisierten Licht erkennt man, daß es sich hierbei um kryptokristallinen Quarz bzw. Mikroquarz handelt. Im nicht polarisierten Licht glaubt man zunächst, daß die Pollenkörner in einem künstlichen Einbettungsmedium eingeschlossen sind, dessen Brechungsindex sich ideal von den Sporomorphen unterscheidet. Diese Erscheinung deutet auf eine ursprünglich extrem feinkörnige Sedimentmatrix hin. Die Pollenkörner sind bräunlich gefärbt und noch durchscheinend. Die Morphologie der schwach inkohlten Pollen-Exinen setzt sich sehr kontrastreich von der kieseligen Sedimentmatrix ab.

6. Diskussion und Interpretation

Mit großer Wahrscheinlichkeit fand die Verkieselung dieses Sedimentabschnitts in einem frühen Stadium nach der Ablagerung statt. Hierfür sprechen sowohl die undeformierten Fossilreste, insbesondere die nicht kompaktierten Ostracoden-Schalen, Pollenkörner und Charophyten-Reste, als auch der geringe Inkohlungsgrad der Pollenkörner. Die ursprüngliche petrographische Zusammensetzung des Gesteins läßt sich heute nicht mehr eindeutig bestimmen. Während die karbonatischen Fossilreste und

auch die Pollenkörner sowie Algenkolonien von *Botryococcus* überliefert sind, gibt es keine eindeutigen Indizien für die ursprüngliche Sedimentmatrix. Im normalen Durchlicht liegen die Fossilreste scheinbar in einer „glasigen“ Matrix ohne deutlich ausgebildete Korngrenzen. Erst im polarisierten Durchlicht erkennt man ein kryptokristallines Korngefüge, welches sich auf diagenetische Sammelkristallisation zurückführen läßt. Vereinzelt lassen sich auch reliktische Karbonatkristalle nachweisen. Nahelie-

gend ist insbesondere die Vermutung, daß die Produktivität der Charophyten zur Bildung einer sehr feinkörnigen karbonatischen Seekreide führte, in deren Schlamm die Charophyten-Reste, Ostracoden-Schalen, *Botryococcus*-Kolonien und Pollenkörner eingebettet wurden. Eine sekundäre Verkieselung des Sedimentes durch migrierende, siliziumhaltige Lösungen bewahrte dann das Sediment vor weiterer diagenetischer Kompaktion. Eine relativ unverfestigte und durch hohe Porosität gekennzeichnete Seekreide, die fast ausschließlich Charophyten-Reste führt, wurde in der Bohrung Sieblos 1994/1 von ca. 22,60–22,65 m Profiltiefe beobachtet. Die Matrix dieses Sedimentes besteht überwiegend aus biogen gebildeten Calcitkörnern von ca. 0,1 µm Größe. Ähnliche Verhältnis-

se sind auch für den ursprünglichen verkieselten Ostracoden-/Characeen-Kalk vorstellbar.

Als mögliche Alternative zu dieser Modellvorstellung ist auch die Bildung eines Kieselgur-Sedimentes denkbar. Die oben erwähnten Fossilreste könnten auch in einem Diatomeen-, Chrysophyceen- und *Peridinites*-Schlamm eingebettet worden sein, wie er von ca. 30–25 m Profiltiefe der Kernbohrung Sieblos 1994/2 bekannt ist. Durch die diagenetische Umwandlung der metastabilen SiO₂-Modifikation Opal-A in die stabile Modifikation Quarz (inklusive Chalcidon, kryptokristalliner Quarz und Mikroquarz) könnten alle ursprünglich amorphen, biogenen Kieselschalen überprägt sein. Bislang gibt es aber keine Indizien für diese These.

Dank: Frau A. Giribaldi (Frankfurt/Main) stellte mit großer Sorgfalt polierte Oberflächen der Gesteinsdünnschliffe her. Die EDX-Analysen wurden in Zusammenarbeit mit Herrn J. Tochtenhagen (Frankfurt/Main) erstellt. Herrn Dr. R. Petschick (Frankfurt/Main) danke ich für die

röntgendiffraktometrische Analyse. Herrn Prof. Dr. P. Rothe (Mannheim) und Herrn Prof. Dr. E. Martini (Frankfurt/Main) bin ich für die kritische Durchsicht des Manuskriptes zum Dank verpflichtet.

7. Schriftenverzeichnis

- Gahl, H. (1964): Paläontologie und Stratigraphie der tertiären Vorkommen von Sieblos und Obernhäusen in der Rhön. – Diss. Univ. Gießen; 50 S.; Gießen.
- Hottenrott, M. (1998): Mikroflora aus den Bohr-Profilen Sieblos 1994/1 und 1994/2 an der Wasserkuppe/Rhön (Eozän–Unter-Oligozän). – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 201–213; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Hottenrott, M., Martini, E. & Schiller, W. (1998): Profilbeschreibungen der Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 an der Wasserkuppe/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 53–69; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Krause, W. (1997): Charales (Charophyceae). – In: Pascher, A., Hg.: Süßwasserflora von Mitteleuropa, **18**: 202 S.; Jena (G. Fischer).
- Malz, H. (1988): Ostracoden aus dem Unter-Oligozän von Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 131–136; Fulda.
- Martini, E. & Rothe, P. (1993): Sieblos – A Lower Oligocene Messel-Type Deposit. – Kaupia. Darmstädter Beitr. Naturgesch., **2**: 39–53; Darmstadt.
- Martini, E. & Schaarschmidt, F. (1985): Verkieselte Holzreste aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **21**: 95–98; Fulda.
- Martini, E. & Weiler, H. (1998): Zum Vorkommen von kieseligen Dinoflagellaten in den unteroligozänen Sieblos-Schichten der Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe,

- Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 157–164; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Pflug, B. (1993): Die Verbreitung kieseliger Gesteine in der hessischen Rhön und ihre Verwendung im Paläo- bis Neolithikum. – Materialien zur Vor- und Frühgeschichte von Hessen, **15**: VII + 1–101; Wiesbaden.
- Pflug, B. (1998): Zur stratigraphischen Einstufung von Tertiärquarziten in der Umgebung der Wasserkuppe/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 127–132; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Rothe, P. (1988): Sedimente der oligozänen „Braunkohlen“-Lagerstätte von Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 37–54; Fulda.
- Schwarz, J. (1988): Charophyten aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 61–66; Fulda.

Zur stratigraphischen Einstufung von Tertiärquarziten in der Umgebung der Wasserkuppe/Rhön

von
Brigitte Pflug*

Pflug, B.(1998): Zur stratigraphischen Einstufung von Tertiärquarziten in der Umgebung der Wasserkuppe/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 127–132, 1 Abb., 1 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

Nach Auswertung der am Westhang der Wasserkuppe niedergebrachten Forschungsbohrung Sieblos 1994/2 lassen sich für das Gebiet der Wasserkuppe erstmalig Angaben zur stratigra-

phischen Einstufung tertiärer Sedimentquarzite präzisieren. Sie können in den Übergangsbereich Ober-Eozän/Unter-Oligozän gestellt werden.

Abstract

Stratigraphic position of Tertiary silcretes from the area around the Wasserkuppe, Rhoe mountains

Based on the results of the research drilling Sieblos 1994/2 on the western slope of the Wasserkuppe the stratigraphic position of Tertiary silcretes in this area of the Rhoe mountains

can be determined precisely for the first time. They can be placed in the uppermost Eocene to lowest Oligocene.

1. Einleitung

Tertiärquarzite, auch als Knollensteine oder Braunkohlenquarzite bezeichnet, sind von verschiedenen Lokalitäten in der westlichen Rhön als Lesesteine bekannt (Zusammenstellung von Fundpunkten in Pflug 1993). Nachweise im Umfeld der Wasserkuppe betreffen:

1. Bachbett unterhalb der ehemaligen Grube Sieblos, TK 25 Bl. 5425 Kleinsassen, R 35 65 130 H 55 96 310, 650 m ü.NN.
2. Hemmhauck westlich Obernhäusen, TK 25 Bl. 5525 Gersfeld, R 35 66 620 H 55 94 280 bis R 35 66 900 H 55 94 380, 715 bis 790 m ü.NN.

* Dr. B. Pflug, Stechbahn 9, D-34497 Korbach



Abb. 1. Übersichtskarte der Tertiärquarzit-Vorkommen im Bereich der Wasserkuppe/Rhön. 1. Ehemalige Grube Sieblos. 2. Hemmhauck westlich Obernhäusen. 3. Bachbett südöstlich Obernhäusen (westlich Pflingstwald). 4. Kaskadenschlucht (Feldbach) nordöstlich Sandberg. Maßstab: 2 km.

3. Bachbett östlich Obernhäusen westlich Pflingstwald, TK 25 Bl. 5525 Gersfeld, R 35 67 540 H 55 93 830, 720 m ü.NN.
4. Störungsbereich der Kaskadenschlucht nordöstlich Sandberg, TK 25 Bl. 5525 Gersfeld, zwischen R 35 67 920 H 55 92 730, 690 m ü.NN, und

2. Materialbeschreibung

Die Bohrung Sieblos 1994/2 (TK 25 Bl. 5525 Gersfeld, R 3565430 H 5596280) erbrachte ab einer Teufe von 43,95 m, entspricht rund 655 m ü.NN, eine ca. 15 cm mächtige Zementquarzit-(silcrete-)bank. Unmittelbar liegend folgt im Profil weißer toniger Sand. Überlagert wird der Horizont durch blaugrau geflammte, hellgraue to-

R 3568070 H 5592540, 665 m ü.NN.

Insbesondere die Vorkommen am Hemmhauck und in der Nähe des Pflingstwaldes wurden durch verschiedene Autoren erwähnt (Bücking 1909: 24; 1916: 67; Hirsch 1937: 29, 36, 153; Pflug 1993: 56). Eine Detailkartierung von Scheven (1992: Abb. 5) dokumentiert eine beachtliche Verbreitung der Quarzite am Hemmhauck. Weniger bedeutend sind die übrigen Fundlokalitäten (Hedayat 1982: 70, Pflug 1993: 56). Das von Hansen & Laemmlen (1994) auf der Geologischen Karte Kleinsassen verzeichnete Vorkommen am Waldrand nördlich der Grube Sieblos existiert nicht.

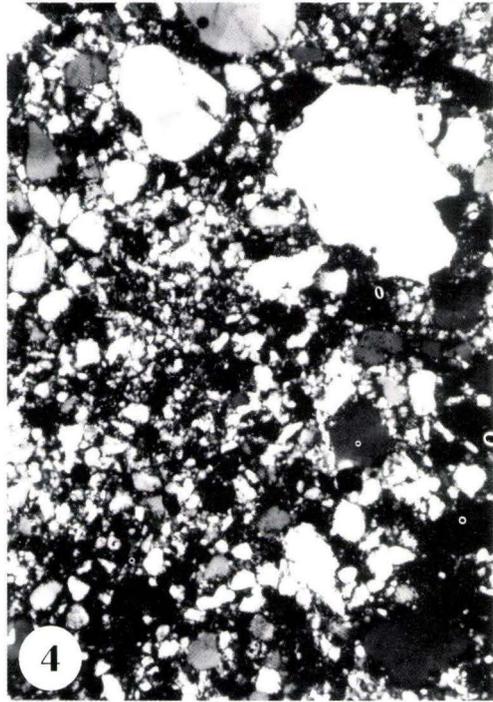
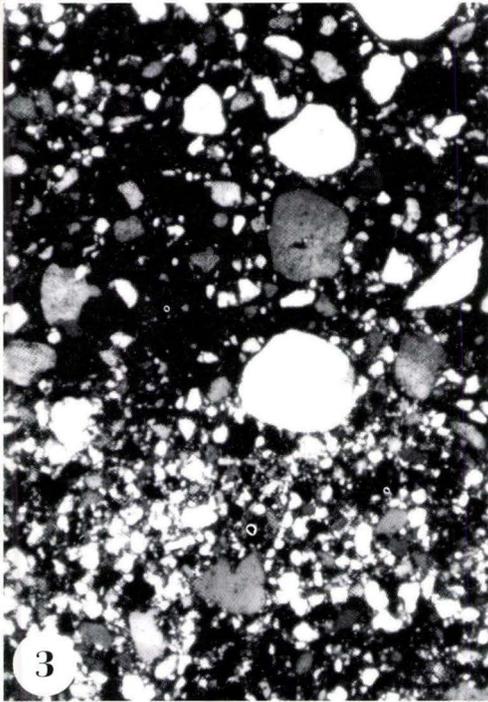
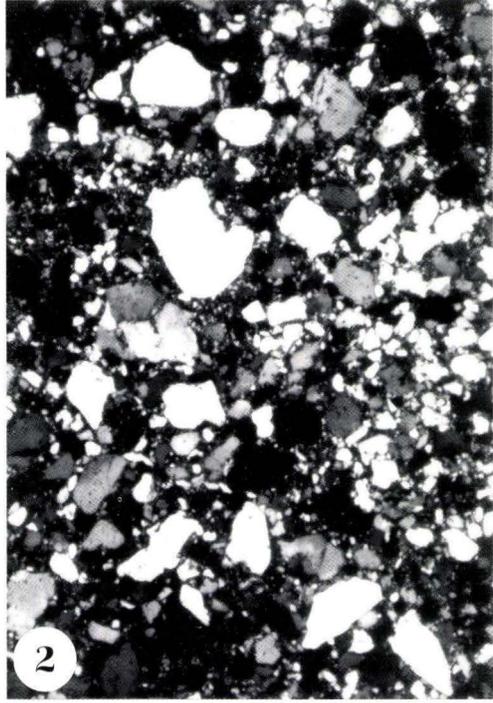
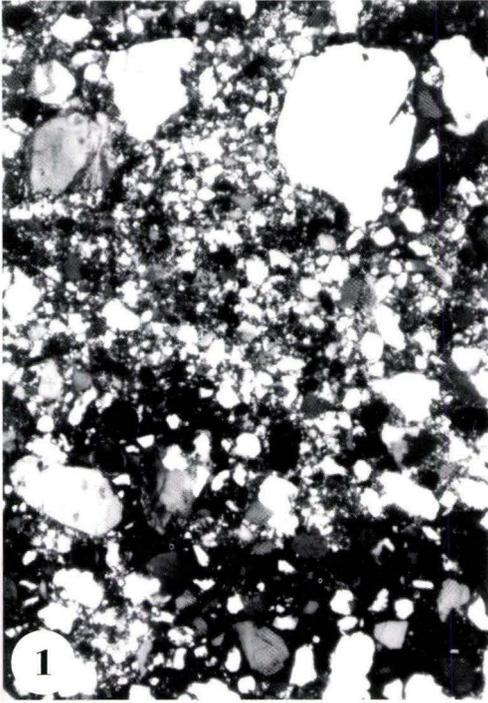
Bücking (1909, 1916) datierte die Tertiärquarzite in das vorbasaltische Miozän. Hirsch (1937) meinte, zwei verschiedene Bildungsphasen zu erkennen. Die Masse der Vorkommen entstand seiner Ansicht nach im Ober-Oligozän, während er für dasjenige am Hemmhauck ein fragliches Unter-Oligozän-Alter (in einer Fußnote zu seiner Tafel 1 zu Mittel-Oligozän verbessert) annahm. Hansen & Laemmlen (1994) geben als Bildungszeit „am ehesten das präbasaltische Oligozän“ an. Martini et al. (1994: 220) stellen die Tertiärquarzite im Vergleich mit ähnlichen Vorkommen im Raum Alsfeld (Zulauf 1987) in das höhere Eozän bis tiefere Oligozän.

nige Sande (Hottenrott, Martini & Schiller 1998). Die Begrenzungsflächen der eingekieselten Partie gegenüber der nicht verfestigten kaolinisierten Umgebung scheinen, bei offensichtlich scharf ausgebildeten Hangend- und Liegendübergängen, unregelmäßig uneben entwickelt zu sein. Zwei zusätzliche Quarziteinschaltungen

Tafel 1

Fig. 1-4. Dünnschliffe von Tertiärquarziten aus der näheren Umgebung der Wasserkuppe, die ausgeprägte Ungleichkörnigkeit und verschiedene Zurundungsgrade der allothigenen Quarzklasten erkennen lassen. Zahlreiche Körner weisen Korrosionsbuchten auf wie z.B. in Fig.4.

1. Bohrung Sieblos 1994/2: 44,55 m. 2. Hemmhauck westlich Obernhäusen. 3. Bachbett südöstlich Obernhäusen (westlich Pflingstwald). 4. Kaskadenschlucht nordöstlich Sandberg. Vergrößerung einheitlich 32-fach.



von ca. 2 cm Stärke ab 44,35 m bzw. etwa 7 cm (zwei Fragmente) bei 44,53 m wurden wahrscheinlich durch den Bohrvorgang aus höheren Lagen nach unten verschleppt. Eine natürliche Aufspaltung der silcrete-Front ist allerdings ebenfalls nicht mit Sicherheit auszuschließen.

Die ca. 90 m nördlich ansetzende Bohrung Sieblos 1994/1 läßt in stratigraphisch zu parallelisierendem Niveau keine Einkieselung erkennen. Sicherlich ist generell von klein- bis kleinst-räumig differenzierten Faziesbedingungen auszugehen. Auch die geringe Mächtigkeit des erbohrten Horizonts scheint auf ein partiell mögliches Auskeilen der zementierten Zone, d.h. eine mehr oder minder linsen- bis kissenförmige Ausformung der silcrete-Krusten hinzudeuten. So erwähnt beispielsweise Scheven (1992) bis 250×100×mind. 100 cm große Quarzitblöcke aus dem Hangschutt am Hemmhauck westlich Obernhausen. Es fällt in Übereinstimmung zu dem Bohrbefund ohnehin auf, daß Tertiärquarzit-Lesesteine nur außergewöhnlich selten im Hangschutt anzutreffen sind. Doch liegen mit den wenigen vorhandenen Lesesteinfunden aus dem Bachriß in sowie wenig unterhalb des Grubengeländes (umgelagert bis 650 m ü.NN), bei makroskopisch wie mikroskopisch erkennbar weitgehend identischem Habitus, mit Sicherheit Relikte des auch in der Bohrung angetroffenen Einkieselungshorizonts vor.

Makroskopischer Befund: Der vorliegende zementreiche Typ tertiärer Sedimentquarzite ('Zementquarzit', v. Freyberg 1926) enthält deutlich isolierte detritische Klasten in einer feinkörnigen hellen Matrix 'schwimmend'. Die dunkler gefärbten allothigenen Komponenten lassen individuell unterschiedlichste Rundungsgrade erkennen. Sie weisen in der Regel keine Kornkontakte auf. Ihre durchschnittliche Korngröße variiert zwischen 0,2 und 1,5 mm. Es ist keine eindeutige Kornsortierung oder Einregelung zu erkennen. Als Zeichen der Stabilität verleihenden Einkieselung weisen die silcretedefinitionsgemäß einen schneidenden Bruch auf, d.h. Matrix wie Klasten werden gleichermaßen durchschlagen.

Mikroskopischer Befund: Das Schlibfbild

zeichnet neben einer im allgemeinen ausgeprägten Ungleichkörnigkeit das Fehlen eindeutig erkennbarer Gefügeelemente aus. Lediglich die bei Sieblos erbohrte Probe (Sieblos 1994/2: 44,55 m) läßt in Form einer schlierig/lagigen Eisenpigmentverteilung mögliche Schichtungsrelikte erkennen. In sämtlichen Vergleichsproben (Hemmhauck, Pfingstwald, Kaskadenschlucht, vgl. Tafel 1) ist die detritische Komponente einer Matrix aus nahezu ausschließlich mikrokristallinem Quarz eingelagert. Während große Klasten in der Regel hohe Rundungsgrade zeigen, sind mit abnehmender Korngröße zunehmend Übergänge von subangulären zu eckigen Formen erkennbar (siehe oben). Die homoaxialen Fortwachsungssäume zahlreicher allothigener Großklasten weisen Korrosionsbuchten auf. Korngrenzen erscheinen oft unscharf. Vereinzelt sind polykristalline Körner zu beobachten. Gleiches gilt für undulös auslöschende Quarze. Eindeutig gestrefte Individuen fehlen. Nicht selten sind Quarzkörner mit eingeschlossenen Blasenzyklen. Auch Schwermineral-kristallite kommen als Einschlüsse in Klasten vor. Sämtliche untersuchten Sedimentquarzitproben sind im übrigen außergewöhnlich schwermineralarm, wobei sich die betreffenden Komponenten, so überhaupt vorhanden, durch geringe Korngrößen auszeichnen. Das Spektrum umfaßt neben Zirkon, Rutil und Epidot auch Phosphorit. Fein verteiltes Eisenpigment erscheint meist unregelmäßig konzentriert, die Ausnahme bildet Probe Sieblos 1994/2: 44,55 m (siehe oben).

Bei im übrigen vergleichbarem Gesteinshabitus läßt ein in der Kaskadenschlucht aufgefunder Tertiärquarzit im Dünnschliff zahlreiche 1–2 mm große, unregelmäßig bis rundlich geformte Phosphorit-Einschlüsse erkennen. Die radialstrahlig entwickelten Aggregate erscheinen aufgrund ihrer lediglich schlecht entwickelten Kristallinität nahezu amorph, d.h. zeigen optisch kaum Auslöschung. Wahrscheinlich ist Phosphorit auch zwickelfüllend vorhanden, dann jedoch wegen der äußerst geringen Korngröße nicht von Opal zu unterscheiden.

Ein Vorkommen lithofaziell auffallend ähnlich garteter Sedimentquarzite außerhalb der

unmittelbaren Wasserkuppen-Rhön liegt in der Umgebung von Edelzell im Fuldaer Graben.

Als pedogen beeinflusste Bildungen im oberflächennahen Grundwasserschwankungsbereich stellen silcrete-Krusten horizontbeständige Zementationszonen eines mehr oder minder tiefgründig verwitterten, infolgedessen für Lösungstransporte wegsamen Ausgangssediments

dar. Wesentliche Grundvoraussetzungen für ihre Entstehung bilden dabei neben Kieselsäurezufuhr und gleichzeitiger Entfernung von Eisen- und Aluminiumoxiden vor allem die langfristige Konstanz der erforderlichen pedogenen Prozesse sowie gleichbleibende Grundwasserstände und minimale Sedimentations- bzw. Erosionsraten (Wopfner 1978, 1983, Füchtbauer 1988).

3. Diskussion

Ausgehend von der Annahme, die aus der näheren Umgebung der Wasserkuppe beschriebenen Sedimentquarzite entstanden zeitgleich, muß vorausgesetzt werden, daß die Einkieselungsfront Ausgangssedimente innerhalb eines dem lokalen Grundwasserschwankungsbereich im Unter-Oligozän entsprechenden Niveaus erfaßte. Letzteres kann ursprünglich zur eigentlichen Schichtlagerung durchaus diskordant verlaufend sein. Die heute zu beobachtende Höhendifferenz von rund 130 m zwischen dem bei Sieblos im Anstehenden erbohrten Einkieselungshorizont sowie den Lesesteinfundpunkten speziell westlich bzw. nordwestlich Obernhausen (höchstgelegene Tertiärquarzit-Nachweise) do-

kumentiert vor diesem Hintergrund eine postgenetische Verstellung der Kieselkruste.

Die zeitliche Einstufung der silcrete-Bildung erfolgt aufgrund biostratigraphischer Befunde in die Übergangsphase Ober-Eozän/Unter-Oligozän, gleichbedeutend mit einer Zuordnung zur 'Älteren Sand- und Tonserie' im Sinne Gramanns (1960).

Nicht zuletzt vor dem Hintergrund des in dieser Periode hinreichend verfügbaren Kieselsäureangebots sind die Entwicklung der sogenannten „Kaolinigen Verwitterungsrinde“ und Einkieselungsprozesse, welche zur Quarzitisierung von Ausgangssedimenten führten, genetisch höchstwahrscheinlich zu korrelieren.

Dank: Für die Anfertigung von Dünnschliffen Herrn E. Gottwald, Geol.- Paläont. Inst. Univ. Frankfurt a.M.; Herrn Dr. Berthold Jäger, Korbach, für Untersuchung und Interpretation des Schwermineralspektrums; Herrn Prof. Dr. E.

Martini, Geol.-Paläont. Inst. Univ. Frankfurt a.M., der vielfältige Hilfestellungen leistete sowie Vergleichsproben und Dünnschliffe aus den Dipl. Arbeiten Scheven (1992) und Zulauf (1987) bereitstellte, ein herzliches Dankeschön.

4. Schriftenverzeichnis

Bücking, H. (1909): Bl. Gersfeld. – Erl. geol. Kte. Preußen und benachb. B.-Staaten, Lfg. 171: 42 S.; Berlin.

Bücking, H. (1916): Geologischer Führer durch die Rhön. – Sammlg. geol. Führer, 21: 262 S.; Berlin (Borntraeger).

Freyberg, B. v. (1926): Die Tertiärquarzite Mitteldeutschlands und ihre Bedeutung für die feuerfeste Industrie. – 214 S.; Stuttgart (Enke).

Füchtbauer, H. (1988): Sedimente und Sedimentgesteine. – 1141 S.; Stuttgart (Schweizerbart).

Gramann, F. (1960): Das ältere Tertiär im nördlichen Vorland des Vogelsberges. – Sitzber. Ges. gesamt. Naturwiss. Marburg, 82 (1): 3–118; Marburg.

Hansen, R. & Laemmlen, M. (1994): Gesteinsabfolge. – In: Ehrenberg, K.-H., Hansen, R.,

- Hickethier, H. & Laemmlen, M.: Erl.geol. Karte Hessen 1 : 25 000, Bl. 5425 Kleinsassen: 385 S.; Wiesbaden.
- Hedayat, P. (1982): Geologische Untersuchungen im Gebiet zwischen Obernhäusen und Sandberg (TK 5525 Gersfeld) Rhön. – Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. Frankfurt a.M.: 153 S.; Frankfurt am Main.
- Hirsch, L. (1937): Tertiärgeologische Untersuchungen in der Rhön. – Diss. Univ. Gießen: 166 S.; Würzburg (Tritsch).
- Hottenrott, M., Martini, E. & Schiller, W. (1998): Profilbeschreibungen der Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 an der Wasserkuppe/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 53–69; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Martini, E., Rothe, P., Kelber, K.-P. & Schiller, W. (1994): Sedimentäres Tertiär der Rhön (Exkursion I am 9. April 1994). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., **76**: 219–244; Stuttgart.
- Pflug, B. (1993): Zur Verbreitung kieseliger Gesteine in der Rhön und ihrer Verwendung im Paläo- bis Neolithikum. – Material. Vor- u. Frühgesch. Hessen, **15**: 101 S.; Wiesbaden.
- Scheven, E. (1992): Sedimentäres Tertiär in der Umgebung der Wasserkuppe (TK 5525 Gersfeld und TK 5425 Kleinsassen). – Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. Frankfurt a.M.: 97 S.; Frankfurt am Main.
- Wopfner, H. (1978): Silcretes of northern South Australia and adjacent regions. – In: Langford-Smith, T. (ed.): Silcrete in Australia: 93–141; Armidale (University of New England).
- Wopfner, H. (1983): Environment of silcrete formation: a comparison of examples from Australia and the Cologne Embayment, West Germany. – Geol. Soc. London, Spec. Pub., **11**: 151–158; London.
- Zulauf, G. (1987): Zur Geologie zwischen Rainrod und Brauerschwend/Oberhessen (Blatt 5221 Alsfeld und Blatt 5222 Grebenau). – Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. Frankfurt a.M.: 258 S.; Frankfurt am Main.

Organisch-geochemische Untersuchungen an oligozänen Sedimenten der Bohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2

von
Ruediger Stein & Kirsten Fahl*

Stein, R. & Fahl, K. (1998): Organisch-geochemische Untersuchungen an oligozänen Sedimenten der Bohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 133–141, 3 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

Die in den Sieblos-Bohrungen 1994/1 und 1994/2 erbohrten Schichten unterscheiden sich deutlich in Menge und Zusammensetzung des organischen Kohlenstoffs, was auf unterschiedliche Ablagerungsprozesse hindeutet. Die tonigen bis tonig-sandigen Lithologien zeichnen sich durch C_{org} -Gehalte $<1\%$ aus. Lediglich in Abschnitten mit kohligem Lagen kommen erhöhte C_{org} -Werte vor (max. Wert 34,8%). Das organische Material ist terrigener Herkunft, worauf die niedrigen Wasserstoffindexwerte und niedrige

Anteile an kurzkettigen n -Alkanen hinweisen. In den Faulschlammintervallen aus der Bohrung Sieblos 1994/2 erreichen die C_{org} -Gehalte Maximalwerte von 25%. Das organische Material ist zum großen Teil aquatischer Herkunft, was sich in sehr hohen Wasserstoffindexwerten und relativ hohen Anteilen an kurzkettigen n -Alkanen widerspiegelt. Erhöhte Produktion und Erhaltung von organischer Substanz unter anoxischen Bedingungen herrschten vor.

Abstract

Organic-geochemical investigations of Oligocene sediments from the drill holes Sieblos 1994/1 and 1994/2

The sediments recovered in the two drill holes Sieblos 1994/1 and 1994/2 are characterized by distinct variations in amount and composition of organic carbon, indicating different depositional conditions. The clayey and clay-sandy lithologies display low total organic carbon (TOC) values of $<1\%$. Oxidic conditions prevailed during deposition. The exception are intervals with coal horizons where TOC may reach maximum values of up to 34,8%. The origin of the organic matter is

terrigenous as indicated by low hydrogen index values and low amounts of short-chain n -alkanes. The finely laminated bituminous shales (dysoxil) recovered in drill hole Sieblos 1994/2, on the other hand, have TOC values of up to 25% with distinctly increased hydrogen index values and high amounts of short-chain n -alkanes, suggesting an increased production and/or preservation of aquatic organic matter and an anoxic depositional environment.

* Priv. Doz. Dr. R. Stein & Dr. K. Fahl, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Columbusstrasse, D-27568 Bremerhaven

1. Einleitung

Am Westhang der Wasserkuppe ist es im Unteroligozän zur Bildung von Faulschlammablagerungen (Dysodil) gekommen, die seit dem Beginn des letzten Jahrhunderts bergmännisch abgebaut wurden und die sich durch einen großen Fossilreichtum auszeichnen (Martini & Rothe 1988, 1993). Um die Ablagerungsgeschichte dieser sogenannten „Sieblos-Schichten“ bzw. die Bildungsbedingungen der Lagerstätte zu untersuchen und zu rekonstruieren, wurden 1994 auf dem Gelände der ehemaligen Grube Sieblos zwei Forschungsbohrungen abgeteuft. In Bohrung Sieblos 1994/1 (Endteufe 46,70 m) wurden zwischen 8,70 und 38,80 m Teufe tertiäre Tone, Sande, Schneckenmergel/-kalke und kohlige Lagen erbohrt (Abb. 1a, Hottenrott et al. 1998). In Bohrung 1994/2 (Endteufe 57,06 m) beginnen die tertiären Abfolgen unterhalb 10,65 m und bestehen aus Sanden, Seekreide mit Schnecken und kohlehaltigem Ton, sandigen Tonen, gebänderten Kalken, Mergeln und Tonen mit Faulschlammkohlen, einer Brekzie mit Komponenten mesozoischer Sedimentgesteine und trachytischen

Klasten sowie Tonen (Abb. 1b, Hottenrott et al. 1998).

Bisher galt die Aufmerksamkeit vor allem dem Fossilinhalt der Sedimente. Erste moderne sedimentologische Untersuchungen an den Sedimenten liegen seit 1988 vor (Rothe 1988). Ergänzend hierzu werden hier Ergebnisse von organisch-geochemischen Untersuchungen dargestellt. Das Hauptziel dieser organisch-geochemischen Untersuchungen an Probenmaterial der beiden Sieblos-Bohrungen war die Quantifizierung und Charakterisierung der organischen Substanz in den unterschiedlichen lithologischen Einheiten. Eine zusammenfassende Darstellung der neusten Untersuchungsergebnisse und des Kenntnisstandes 1997 der Fossilagerstätte Sieblos einschließlich einer weitergehenden Rekonstruktion der Ablagerungsgeschichte der organisch-kohlenstoffreichen Faulschlammablagerungen unter Berücksichtigung dieser geochemischen Daten als auch der umfangreichen mikropaläontologischen und sedimentologischen Datenbasis erfolgt in Martini & Rothe (1998).

2. Methodik

Für die organisch-geochemischen Untersuchungen wurden von Herrn Dr. Martin Hottenrott (Hess. Landesamt für Bodenforschung Wiesbaden) 18 Proben der Bohrung Sieblos 1994/1 und 28 Proben der Bohrung Sieblos 1994/2 zur Verfügung gestellt. An Proben aus den gleichen Teufenabschnitten wurden ebenfalls palynologische Untersuchungen durchgeführt (Hottenrott 1998).

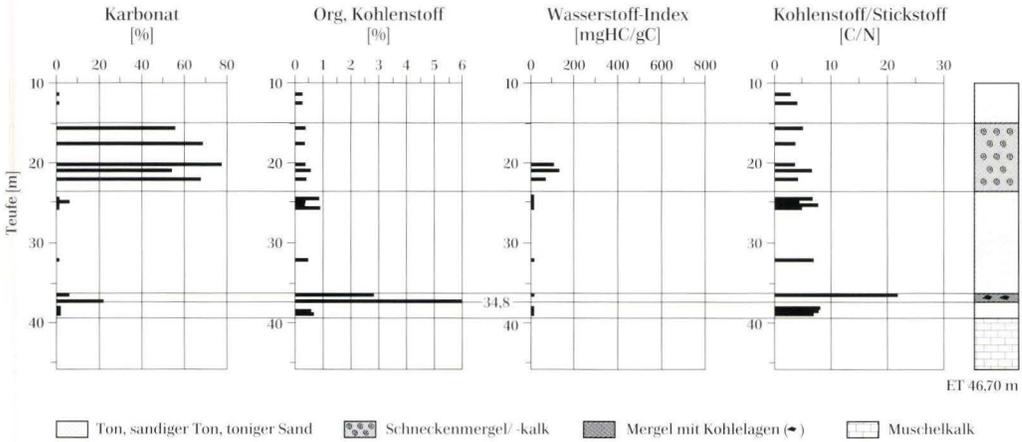
Die Bestimmung der Gehalte an Gesamtkohlenstoff (GK), organischem Kohlenstoff (C_{org}), Gesamtstickstoff (N) und Gesamtschwefel (S) erfolgte an gemörserten Gesamt- und karbonatfreien Proben im HERAEUS-CHN-Analysator bzw. im LECO-CS-Analysator (Details zur Methodik z.B. in Stein 1991). Der Karbonatgehalt wurde über Gesamtkohlenstoff (GK) und C_{org} berechnet:

$$CaCO_3 [\%] = (GK - C_{org}) \cdot 8,333$$

Für die Interpretation der C_{org} -Daten in Hinblick auf das Ablagerungsmilieu und die Anreicherungsprozesse sind weitere Informationen über die Zusammensetzung der organischen Substanz erforderlich. Die Anwendung unterschiedlicher Methoden ist hier wichtig, da die Ergebnisse einer einzelnen Methode oft mehrdeutig sind (siehe z.B. Stein 1991). Um eine erste Information über die Herkunft der organischen Substanz (d.h., aquatisch oder terrestrisch) zu erhalten, wurden zum einen die C/N-Verhältnisse bestimmt. C/N-Verhältnisse zwischen etwa 5 und 9 sind typisch für aquatisches/marines Phytoplankton und Zooplankton, höhere terrestrische Landpflanzen haben dagegen C/N-Werte von deutlich über 15 (Scheffer & Schachtschabel 1984). Zum anderen wurden für die Klassifi-

Bohrung Sieblos 1994/1

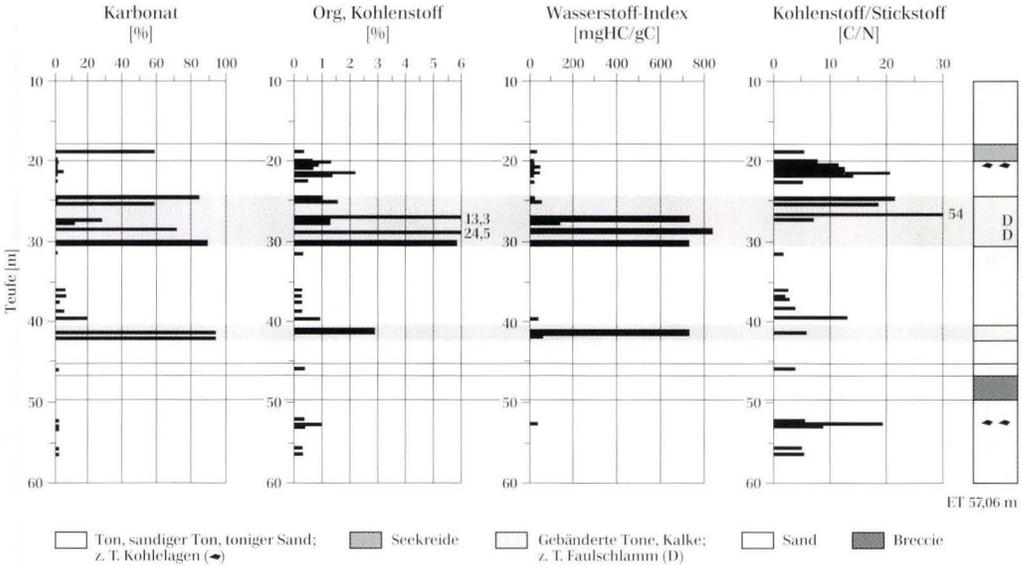
a



ET 46.70 m

Bohrung Sieblos 1994/2

b



ET 57.06 m

Abb. 1. Karbonatgehalt, organischer Kohlenstoff, Wasserstoff-Index, C/N-Verhältnis und lithologische Hauptanteile in den Bohrungen Sieblos 1994/1 (a) und Sieblos 1994/2 (b).

zierung der organischen Substanz Rock-Eval-Pyrolyse-Messungen durchgeführt (zur Methode siehe Espitalié et al. 1977). Die so bestimmten Wasserstoffindex- (HI in mg Kohlenwasserstoff / gC_{org}) und Sauerstoffindexwerte (OI in mg CO₂ / gC_{org}) erlauben die Unterscheidung „Kerogen-

Typ I/II“ (aquatisch/marin) und „Kerogen-Typ III“ (terrestrisch). Über den Parameter „T_{max}“, d.h., die Temperatur, bei der im Verlauf des Aufheizvorgangs während der Pyrolyse maximale Kohlenwasserstoffe generiert werden, sind Aussagen über die Reife der organischen Substanz

möglich (Tissot & Welte 1984, Stein 1991).

Neben den Routinebestimmungen von organischem Kohlenstoff, Karbonat und Rock-Eval-Parametern wurden an zwei ausgewählten Proben Biomarkerbestimmungen mittels Gaschromatographie (GC) durchgeführt. Aus dem Vorhandensein von bestimmten Biomarkern wie z.B. kurz- und langkettigen *n*-Alkanen können weitere detaillierte Aussagen über den Anteil von terrigenem bzw. aquatischem organischem Material gemacht werden (z.B. Prahl & Muehlhausen 1989, Fahl & Stein 1997). Die kurzkettigen *n*-Alkane C_{17} und C_{19} weisen so auf organisches Material hin, das von aquatischen/marinen Algen produziert wurde, während die langkettigen *n*-Alkane C_{27} , C_{29} und C_{31} Indikatoren für höhere Landpflanzen sind.

Für die GC-Analysen wurden 2 g des gefriergetrockneten, feingemörserten Sedimentes mit

100 μ l Squalan (Standard) versetzt, in 20 ml Methanol aufgenommen und 15 min im Ultraschallbad extrahiert. Nach einer dreiminütigen Zentrifugation folgten zwei weitere Extraktionsschritte mit Dichlormethan: Methanol (1 : 1, V/V) und Dichlormethan. Nach dem Trocknen und Abdampfen des Lösungsmittels wurde der Extrakt in Hexan aufgenommen und über eine Kieselgel-Säule eluiert. Die Alkan-Fraktion wurde anschließend gaschromatographisch (HP 5890, Säule 30 m \times 0,25 mm; Filmdicke 0,2 μ m; Phase: HP 5) qualifiziert und mit Hilfe des internen Standards quantifiziert. Hierbei wurde folgendes Temperaturprogramm verwendet:

60 °C (1 min), 150 °C (Rate: 10 °C/min), 300 °C (Rate: 4 °C/min), 300 °C (45 min isotherm). Die Injektion (1 μ l) erfolgte über ein Kaltaufgabesystem (60 °C (5 s), 300 °C (60 s, Rate: 10 °C/s). Als Trägergas wurde Helium benutzt.

3. Ergebnisse

Bohrung Sieblos 1994/1

Die untersuchten Proben stammen aus den Hauptlithologien (i) Ton, sandiger Ton und toniger Sand, (ii) Schneckenmergel und Schneckenkalk und (iii) Mergel mit Kohlelagen (Abb. 1a).

Die tonigen, tonig-sandigen und sandig-tonigen Abschnitte zeichnen sich durch Karbonatgehalte um 0% aus; einzige Ausnahme bildet Probe 2678 (24,95 m), wo der Karbonatgehalt auf 4% ansteigt (Tab. 1). Die C_{org}-Gehalte schwanken zwischen 0,2 und 0,8%. Sehr niedrige Wasserstoff- und hohe Sauerstoffindexwerte weisen auf die Dominanz von terrestrischer organischer Substanz hin („Kerogen-Typ III“; Abb. 2). Tmax-Werte von <400 °C weisen auf die thermische Unreife des organischen Materials hin (Tab. 1).

Der Kernabschnitt mit Schneckenmergel/-kalk wird durch die hohen Karbonatgehalte von 52–76% charakterisiert. Die C_{org}-Gehalte liegen um 0,3–0,5%. Es handelt sich auch hier hauptsächlich um unreifes terrestrisches Material, worauf die niedrigen Wasserstoffindexwerte und hohen Sauerstoffindexwerte und die niedrigen Tmax-Werte hinweisen (Tab. 1, Abb. 2).

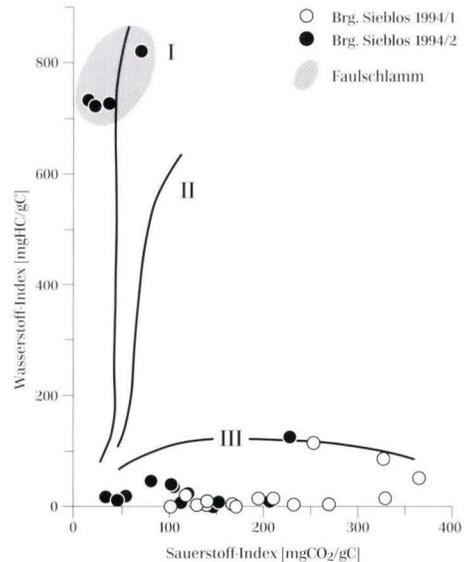


Abb. 2. Wasserstoff- und Sauerstoff-Indexwerte in den Sedimenten der Bohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2. Hohe Wasserstoff- und niedrige Sauerstoff-Indexwerte kennzeichnen Kerogen-Typ I (Dominanz von Algenmaterial), niedrige Wasserstoff-Indexwerte sind typisch für terrestrisches organisches Material höherer Pflanzen (Tissot & Welte 1984).

Die Mergel mit den Kohlelagen (Proben 2683 und 2684) sind durch hohe C_{org} -Gehalte (2,7 und 34,8%), niedrige Wasserstoffindexwerte und hohe C/N-Verhältnisse gekennzeichnet. Der Kohlenstoffgehalt liegt bei 3,8 und 20,4% (Abb. 1a).

Die nach den organisch-geochemischen Grundparametern festgestellte Dominanz von terrestrischer organischer Substanz wird auch durch die *n*-Alkan-Verteilung bestätigt. Die Zusammensetzung der *n*-Alkane in Probe 2683 (37,25 m) zeichnet sich durch niedrige Gehalte an kurzkettingen Komponenten ($C_{17}+C_{19}$) von $3,2 \mu\text{g/g}C_{org}$ aus. Die Gehalte an langkettingen *n*-Alkanen betragen $20,8 \mu\text{g/g}C_{org}$ (Abb. 3a).

Bohrung Sieblos 1994/2

Die untersuchten Proben stammen aus folgenden Hauptlithologien: (i) Seekreide; (ii) Ton, sandiger Ton, toniger Sand, z.T. Kohlelagen; (iii) gebänderte Tone und Kalke mit Faulschlammintervallen (Tab. 1, Abb. 1b).

Probe 2691 (Seekreide, Kerntiefe 18,9 m) zeichnet sich durch einen hohen Kohlenstoffgehalt von 57,1% aus. Der C_{org} -Gehalt ist niedrig und liegt bei 0,3% (Abb. 1b).

Die mehr tonigen Abschnitte (Ton, sandiger Ton, toniger Sand) haben einen sehr niedrigen Kohlenstoffgehalt (0–4%). Die C_{org} -Gehalte schwanken zwischen 0,2 und etwa 2%. Die Proben mit den erhöhten C_{org} -Gehalten (0,9–2%) fallen in den oberen tonigen bis sandig-tonigen z.T. kohligen Abschnitt (Proben 2697–2699, 20,6–21,9 m Tiefe) und den tonigen Sand mit Kohle (Probe 2719, 53 m Tiefe) (Tab. 1, Abb. 1b). Niedrige Wasserstoffindexwerte und hohe C/N-Verhältnisse weisen auf organisches Material terrigener Herkunft hin.

Die beiden Kernabschnitte mit gebänderten Tonen und Kalken (Kerntiefen von 24,2–30,5 m und 40,5–41,95 m) zeichnen sich sowohl durch hohe und variable Kohlenstoff- als auch durch hohe C_{org} -Gehalte aus (Abb. 1b). Die Kohlenstoffgehalte schwanken zwischen 9 und 93%; die C_{org} -Gehalte liegen zwischen 0,5 und 24,5%. Die Proben mit maximalem C_{org} -Gehalt (2703, 2705, 2706) fallen in den Faulschlammbereich zwischen 27 und 30 m Kerntiefe. Sehr hohe Was-

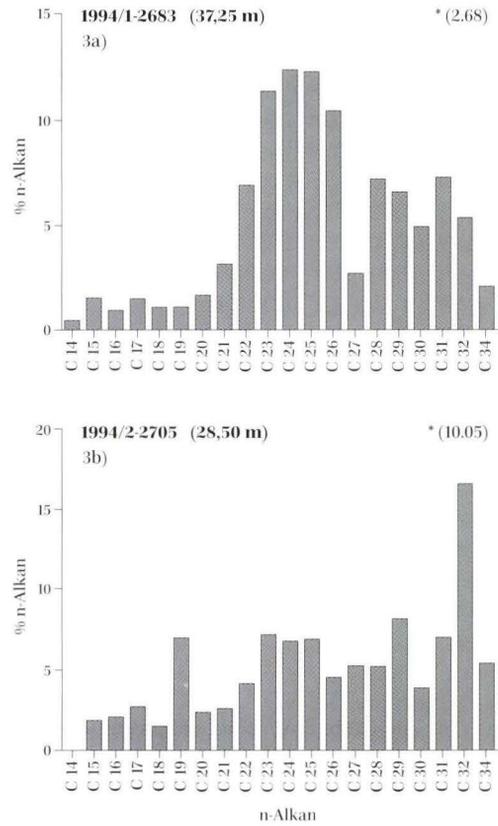


Abb. 3. Verteilungsmuster der *n*-Alkane in zwei ausgewählten Proben der Bohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2. Die in Klammern dargestellte Zahl ist der Anteil (in Prozent) der kurzkettingen *n*-Alkane $C_{17}+C_{19}$ an der Summe der langkettingen ($C_{27}+C_{29}+C_{31}$) und kurzkettingen ($C_{17}+C_{19}$) *n*-Alkane.

3a. Bohrung Sieblos 1994/1, Probe 2683 (37,25 m), Mergel mit kohligen Lagen und mit einer Dominanz von terrigener organischer Substanz (C_{org} -Gehalt 34,83%, Wasserstoffindex 70 mgHC/gC).

3b. Bohrung Sieblos 1994/2, Probe 2705 (28,50 m), Faulschlammablagerung (Dysodil) mit hohen Anteilen aquatischer organischer Substanz (C_{org} -Gehalt 24,47%, Wasserstoffindex 825 mgHC/gC).

serstoffindexwerte von 725–825 mgHC/gC weisen auf eine aquatische Herkunft des organischen Materials hin (Kerogen-Typ I; Abb. 2). Ähnliches gilt für Probe 2716 aus dem unteren gebänderten Abschnitt (Kerntiefe 41,3 m), in der ein hoher C_{org} -Gehalt von 2,7% und ein ho-

Tab. 1. Zusammenfassende Datentabelle der gemessenen organisch-geochemischen Grundparameter in den Bohrungen Sieblös 1994/1 und 1994/2: Probennummer, Kerntiefe (m), Gesamtstickstoff (%), Gesamtkohlenstoff (%), Karbonatgehalt (%), organischer Kohlenstoff (%), Gesamtschwefel (%), Organischer Kohlenstoff/Gesamtstickstoff (C/N)-Verhältnis, Wasserstoffindex (mgHC/gC), Sauerstoffindex (mgCO₂/gC), Temperatur maximaler Kohlenwasserstoff-Generierung während des Pyrolysevorgangs „Tmax“ (°C) und Hauptlithologie.

Sample	Depth	Ntot	TC	CaCO ₃	TOC	S	C/N	HI	OI	Tmax	Hauptlithologie
1994/1-2665	11,65	0,08	0,20	0,1	0,18		2,3				Ton. sandiger Ton
2666	12,43	0,05	0,21	0,3	0,17		3,7				Ton. sandiger Ton
2671	15,70	0,06	6,71	53,6	0,28		4,8	14	329	467	Schneckenmergel/-kalk
2672	17,60	0,07	8,27	66,8	0,25	0,14	3,4	4	270	324	Schneckenmergel/-kalk
2674	20,33	0,09	9,39	76,0	0,27		3,1	88	327	425	Schneckenmergel/-kalk
2675	20,93	0,08	6,68	51,6	0,49		6,1	117	253	431	Schneckenmergel/-kalk
2676	22,10	0,10	8,23	65,6	0,36		3,7	51	365	406	Schneckenmergel/-kalk
2677	24,68	0,13	0,68	0,0	0,80		6,2	10	141	359	Ton. sandiger Ton
2678	24,95	0,08	0,78	4,1	0,28		3,8	14	211	307	Ton. sandiger Ton
2679	25,38	0,08	0,31	0,0	0,36		4,5	0	171		Ton. sandiger Ton
2680	25,76	0,09	0,35	0,0	0,38		4,3	5	232	360	Ton. sandiger Ton
2681	25,58	0,10	0,73	0,0	0,78		7,8	3	167		Ton. sandiger Ton
2682	31,98	0,06	0,40	0,2	0,38		6,3	16	196	319	Ton. sandiger Ton
2683	37,25		37,28	20,4	34,83	2,13					Mergel, kohlige Lagen
2684	36,65	0,13	3,12	3,8	2,67	1,92	21,4	23	120	362	Mergel, kohlige Lagen
2685	38,28	0,07	0,42	0,0	0,53		7,7	2	130	311	Ton. sandiger Ton
2686	38,52	0,06	0,41	0,0	0,45		7,2	2	139		Ton. sandiger Ton
2687	38,73	0,09	0,55	0,0	0,56		6,5	2	103	356	Ton. sandiger Ton
1994/2-2691	18,93	0,05	7,09	57,1	0,24	0,52	5,1	12	407	427	Seekreide mit Schnecken
2694	20,18	0,07	0,71	1,5	0,53		7,4	9	208	338	Seekreide mit Schnecken
2696	20,71	0,07	0,60	0,0	0,74		11,2	7	152	369	Sandiger Ton
2697	20,65	0,11	1,29	0,8	1,19		11,1	23	122	398	Sandiger Ton
2698	21,74	0,10	2,07	2,7	2,03	6,23	20,3	35	104	411	Sandiger Ton
2699	21,85	0,09	1,02	0,0	1,26		13,5	6	127	391	Sandiger Ton
2700	22,55	0,07	0,27	0,0	0,35		5,0	0	147		Sandiger Ton
2701	24,63	0,04	11,00	84,4	0,87	0,65	20,8	6	112	365	gebänderter Ton/Kalk
2702	25,10	0,08	1,34	0,0	1,40		18,2	46	81	371	gebänderter Ton/Kalk
2703	27,40	0,25	16,78	25,6	13,71	6,28	54,2	724	21	352	gebänderter Ton/Kalk (D)
2704	27,60	0,17	2,24	9,3	1,12		6,6	128	229	369	gebänderter Ton/Kalk
2705	28,50		32,92	70,4	24,47	8,97		825	68	421	gebänderter Ton/Kalk (D)

2706	30,10	16,21	87,8	5,68	2,23	731	35	425	gebänderter Ton/Kalk (D)
2707	31,52	0,11	0,0	0,15					sandiger Ton
2709	35,95	0,05	1,7	0,12					sandiger Ton
2710	36,81	0,04	3,8	0,08					sandiger Ton; Schnecken
2711	37,32	0,05	0,2	0,10					sandiger Ton
2712	38,50	0,05	2,6	0,16					sandiger Ton
2713	39,55	0,06	17,3	0,78		17	33	416	gebänderte Abfolge
2716	41,28		92,8	2,72	1,30	737	13	427	gebänderte Abfolge (D)
2717	41,65	0,09	92,6	0,49	2,08	39	103	427	gebänderte Abfolge
2718	45,70	0,07	0,1	0,24		3,6			Ton. sandiger Ton
2719	52,98	0,05	1,3	0,85		18,8	47	363	Toniger Sand; Hangkohle
2720	53,08	0,03	0,1	0,22		8,3			Ton
2721	56,50	0,02	0,1	0,11		4,7			Ton
2722	55,85	0,03	0,1	0,13		4,6			Ton
2723	52,41	0,04	0,3	0,18		5,1			Ton
2724	20,92	0,05	0,0	0,66		12,2	55		Ton

her Wasserstoffindexwert von 730 mgHC/gC bestimmt wurden.

Die aquatische Herkunft der organischen Substanz wird ebenfalls durch das Vorkommen von Süßwasseralgen (*Botryococcus*) und kieseligen Dinoflagellaten bestätigt (Martini & Weiler 1998)

Die Zusammensetzung der *n*-Alkane in Probe 2705 (Kernteufe 28,5 m) zeichnet sich durch relativ hohe Gehalte an kurzkettingen Komponenten ($C_{17}+C_{19}$) von 8,1 $\mu\text{g/gC}_{\text{org}}$ aus. Die Gehalte an langkettingen *n*-Alkanen betragen 17,1 $\mu\text{g/gC}_{\text{a}}$ (Abb. 3b).

4. Diskussion

Die in den Sieblos-Bohrungen 1994/1 und 1994/2 erbohrten Schichten unterscheiden sich deutlich in Menge und Zusammensetzung des organischen Kohlenstoffs. Dies deutet auf unterschiedliche Ablagerungsprozesse bzw. unterschiedliche Faktoren, die zur Bildung C_{org} -reicher bzw. C_{org} -armer Sedimente geführt haben, hin. Zu den wichtigsten Faktoren für die Anreicherung von organischer Substanz gehören im allgemeinen (1) eine erhöhte organische Produktion, (2) eine erhöhte Erhaltungsrate unter anoxischen Bedingungen in der Wassersäule, (3) eine schnelle Einbettungsrate (Sedimentationsrate) und damit Sauerstoffabschluß und/oder (4) eine hohe Zufuhr terrigener organischer Substanz (z.B. Berger et al. 1989, Stein 1991).

Für die Entstehung der Sieblos-Schichten wird ein vor ca. 35 Millionen Jahren aktives Einbruchgebiet angenommen, in dem sich eine Seenlandschaft entwickelt hat (Martini & Rothe 1988, 1993). Während der Anfangsphase und in den Randgebieten kamen hier zunächst Verwitterungsprodukte der Umgebung (Sande, Tone) mit z.T. reichlich pflanzlichem Material zur Ablagerung. Der hohe Anteil an pflanzlichem Material spiegelt sich in den Kohlehorizonten wider, die sich durch hohe Gehalte an terrigener organischer Substanz auszeichnen (Abb. 1). Die

relativ hohen Gehalte an langkettigen *n*-Alkanen (Abb. 3a) in dieser Probe spiegeln deren terrigenen Charakter wider. Die Produktion von organischer Substanz im See selbst muß zu diesem Zeitpunkt noch sehr niedrig gewesen sein, da erhöhte Anteile aquatischer Substanz in den Proben aus dem liegenden Bereich der Bohrung nicht nachgewiesen wurden.

Im Laufe der Entwicklung hat sich ein reichhaltiges Leben in den Seen entwickeln können. Eine erhöhte aquatische organische Produktion ermöglichte die Bildung von Biogenkarbonat- und C_{org} -reichen Sedimenten. Die Zeitabschnitte maximaler Produktion spiegeln sich dabei in den beiden Faulschlammintervallen der Bohrung Sieblos 1994/2 wieder. Die Hauptproduzenten der organischen Substanz waren wahrscheinlich Algen vom Typ *Botryococcus*, Dinoflagellaten und Diatomeen (Martini & Rothe 1988, 1993, Martini & Weiler 1998), was sich in den extrem hohen Wasserstoffindexwerten (Kerogen-Typ I; Abb. 2) dokumentiert. Die relativ hohen prozentualen Anteile an kurzkettigen *n*-Alkanen

untermauern den aquatischen Charakter des Sediments (Abb. 3b). Die hohe Zufuhrate von organischer Substanz führte wahrscheinlich zur (fast) vollständigen Sauerstoffzehrung und fehlender Bioturbation. Die hohen Schwefelgehalte (Tab. 1) weisen ebenfalls auf anoxische Bedingungen hin. Saisonale Schwankungen der Primärproduktion blieben so in den „Warvenschichtungen“ erhalten.

In den Schneckenmergeln/-kalken bzw. der Seekreide scheint die Primärproduktion wieder niedriger gewesen zu sein, worauf die niedrigen C_{org} -Gehalte $<0,5\%$ hinweisen (Abb. 1).

Dank: Die Anregung zur Mitarbeit im „Sieblos-Projekt“ und die Beprobung der Bohrprofile erfolgte durch Herrn Dr. Martin Hottenrott (Hess. Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden), dem wir herzlich dafür danken. Für die Hilfe bei der Durchführung der Laborarbeiten danken wir Frau Martina Siebold (Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven).

6. Schriftenverzeichnis

- Berger, W. H., Smetacek, V., & Weiler, G. (1989): Ocean Productivity and Paleoproductivity – An Overview. – In: W. Berger et al. Eds.: Productivity of the Ocean: Past and Present, Dahlem Workshop Reports, **44**: 1–34; New York.
- Espitalié, J., Laporte, J. L., Madec, M., Marquis, F., Leplat, P., Paullet, J., & Boutefeu, A. (1977): Méthode rapide de caractérisation des roches mères, de leur potentiel pétrolier et de leur degré d'évolution. – Rev. Inst. Franç. Pétrol., **32**: 23–42; Paris.
- Fahl, K. & Stein, R. (1997): Modern organic-carbon-deposition in the Laptev Sea and the adjacent continental slope: Surface-water productivity vs. terrigenous supply. – Org. Geochemistry, **26**: 379–390; Oxford.
- Hottenrott, M. (1998): Mikroflora aus den Bohr-Profilen Sieblos 1994/1 und Sieblos 1994/2 an der Wasserkuppe/Rhön (Eozän - Unter-Oligozän). – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 203–213; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Hottenrott, M., Martini, E. & Schiller, W. (1998): Profilbeschreibungen der Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 an der Wasserkuppe/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 53–69; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Martini, E. & Rothe, P. (1988): Die unteroligozäne „Braunkohlen“-Lagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Beitr. Naturkd. Osthessen, **24**: 7–25; Fulda.
- Martini, E. & Rothe, P. (1993): Sieblos – A Lower Oligocene Messel-Type Deposit. – Kaupia. Darmstädter Beitr. Naturgesch., **2**: 39–53; Darmstadt.
- Martini, E. & Rothe, P. (1998): Sieblos an der Wasserkuppe: Forschungsbohrungen in einem alttertiären See. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 7–27; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Martini, E. & Weiler, H. (1998): Zum Vorkommen von kieseligen Dinoflagellaten in den unteroligozänen Sieblos-Schichten der Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe,

- Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 157–164; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Prahl, F. G. & Muehlhausen, L. A. (1989): Lipid Biomarkers as Geochemical Tools. – In: W. Berger et al. Eds.: Productivity of the Ocean: Past and Present, Dahlem Workshop Reports, **44**: 271–289; New York.
- Rothe, P. (1988): Sedimente der oligozänen „Braunkohlen“-Lagerstätte von Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 37–54; Fulda.
- Scheffer, F. & Schachtschabel, P. (1984): Lehrbuch der Bodenkunde. – 442 S.; Stuttgart (Enke).
- Stein, R. (1991): Accumulation of organic carbon in marine sediments. – Lecture Notes in Earth Sciences, **34**: 217 S.; Heidelberg (Springer).
- Tissot, B. P. & Welte, D. H. (1984): Petroleum Formation and Occurrence. – 699 S.; Heidelberg (Springer).

Mikroendolithische Bohrspuren in Gastropoden-Schalen von Sieblos/Rhön (Unter-Oligozän)

von
Gudrun Radtke*

Gudrun Radtke (1998): Mikroendolithische Bohrspuren in Gastropoden-Schalen von Sieblos/Rhön (Unter-Oligozän): – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 143–155, 1 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

Die Verteilung von Mikrobohrspuren in Molluskenschalen wurde in vier verschiedenen Horizonten (15,6 m, 17,6 m, 20,6 m und 25,0 m) aus den Schneckenmergeln der Bohrung Sieblos 1994/1 bei Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön untersucht. In den Molluskenschalen von *Nystia*, *Hydrobia* und *Melanoides* konnten sieben verschiedene Bohrspuren unterschieden werden; als ihre Erzeuger werden Bakterien, Cyanobakterien, Chlorophyceen und Pilze angenommen.

Die Auswertung des Bohrspureninventars läßt zwei unterschiedliche Ablagerungsverhält-

nisse erkennen: Die tieferen Schichten (25,0 m und 20,6 m) spiegeln die Entwicklung eines schwach brackischen, ruhigen und schlecht durchlichteten, tieferen Ablagerungsraumes wider, bis hin zu anoxischen Verhältnissen belegt durch das Vorkommen der „Coccoïd-Form A“. In den oberen Schichten (17,6 m und 15,6 m) sind mit den cyanobakteriellen Spuren von *Fasciculus* sp. und „Sphaeroid-Form“ Anzeiger limnisch-brackischer, gut durchlichteter und flacher, vermutlich ufernäher Ablagerungsbereiche anzunehmen.

Abstract

Microborings in molluscan shells from the early Oligocene lake Sieblos/Rhoen mountains

The distribution of microbial borings in bivalve shells were investigated in 4 different layers of the „Schneckenmergel“ in cores of the drilling Sieblos 1994/1 at Sieblos, Rhoen mountains. There are 7 different ichnotaxa in mollusk shells of *Nystia*, *Hydrobia* and *Melanoides*. Their comparable producers are bacteria, cyanobacteria, chlorophyceae and fungi.

Two different paleoenvironments are distinguished by using microbial borings as a tool for

environmental reconstruction: A calm and brackish, disphotic, deeper environment, with probable anoxic influences defined by „Coccoïd-Form A“ in the lower layers (25,0 and 20,6 m) and a freshwater to brackish, shallow water environment defined by cyanobacterial ichnotaxa *Fasciculus* sp. and „Sphaeroid-Form“ in the upper layers (17,6 and 15,6 m). The latter is probably located near shore of the former lake of Sieblos.

* Dr. G. Radtke, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, D-65193 Wiesbaden

1. Einleitung

Ablagerungen fossiler Seen spielen in der Erdgeschichte eine wichtige Rolle. Die zumeist kompletten sedimentären Abfolgen dokumentieren zum einen das Ökosystem See, zum anderen geben sie uns wertvolle Informationen über geologische Zeitabschnitte, die sonst nur lückenhaft überliefert sind.

Kalkbohrende Organismen in Hartsubstraten können makroskopisch Schwämme, Mollusken und Würmer und mikroskopisch Bohrthallophyten sein. Bohrspuren solcher mikrobiellen Thallophyten sind seit dem Präkambrium bekannt (Zhang & Golubic 1987). Bohrorganismen aus marinen Ablagerungsbereichen, insbesondere aus Riffarealen sind in den letzten Jahren intensiv untersucht worden (Budd & Perkins

1980, Günther 1990, Radtke 1993, Chazottes et al. 1995, Kiene et al. 1995, Le Champion-Alsumard et al. 1995, Peyrot-Clausade et al. 1995, Vogel et al. 1996). Über Bohrorganismen aus limnischen Milieu ist bisher nur wenig bekannt.

Es wurden erstmals fossile limnische Bohrspuren aus Gastropodenschalen verschiedener Bohrteufen des Sieblos-Sees beschrieben. Diese können durch den Vergleich mit den Lebensbedingungen rezenter Erzeuger ähnlicher Spuren, als bathymetrische Anzeiger und paläoökologische Werkzeuge dienen. Die limnischen Bohrspuren des Sieblos-Sees werden mit Bohrspuren mariner Ablagerungsbereiche verglichen (Radtke 1991, 1992, Vogel et al. 1995).

2. Material und Methoden

Die alte „Braunkohle“-Grube Sieblos aus dem Unter-Oligozän am Westhang der Wasserkuppe/Rhön ist schon lange als Fossilagerstätte bekannt und wurde von Martini (Koord. Martini, 1988) zusammenfassend dargestellt. Auf dem Gelände der ehemaligen Grube wurden 1994 zwei Forschungsbohrungen (Sieblos 1994/1 und Sieblos 1994/2) abgeteuft, die erstmals die zuvor nur durch Haldenfunde bekannte Schichtenfolge im Verband erbrachte.

Das hier untersuchte Material ist aus Bohrkernen der Bohrung Sieblos 1994/1 (Bohrmeter 15,6 m, 17,6 m, 20,6 m und 25,0 m) entnommen, deren Abfolge von Martini & Rothe (1998) näher beschrieben wird. Bohrmeter 15,5–25,0 m schließen die Schneckenmergel der Sieblos-Schichten (Sieblos-Formation) auf, unterteilt von einem ca. 1,1 m mächtigen Ton (Bohrmeter 21,0–22,1 m, siehe Martini & Rothe 1998: 13, Abb. 3). Es handelt sich um fossilschillführende Kalkmergel bis Mergelkalke mit Schalen von Gastropoden. Die Sedimente führen in unterschiedlicher Häufigkeit Bruchschill von Landschnecken und gut gerundete Quarzkörner, die eingeschwemm-

tes, transportiertes Material darstellen (Kadolsky 1988b).

Aus den verschiedenen Bohrtiefen wurden 15 Proben mit jeweils 4–5 Gastropodenschalen (*Nystia* (*Nystia*) *duchastelii* (Nyst), *Hydrobia gregaria* (Schlotheim), *Melanoides fasciata* (J. Sowerby) und Lymnaeiden [nach Kadolsky (1988b)] zur weiteren Untersuchung entnommen.

Präparation:

Für die 3-dimensionale Darstellung und Betrachtung von Mikrobohrspuren wurden Gießharz-„Steinkerne“ nach der Cast-Embedding Methode (Golubic et al. 1970, 1983) angefertigt. Die Gastropodenschalen wurde zuerst unter dem Binocular nach mikroendolithisch befallebenen Stellen selektiert und markiert. Aufgrund der geringen Größe der Schalen wurden die ausgesetzten Substrate komplett in Glutaraldehyd eingebettet.

Nach dem Aushärten des Kunstharzes wurde, nach Ansägen des eingebetteten Schalenmaterials, die kalkige Substanz mit 3 %iger Salzsäure

weggelöst. Der Kunstharz-Block mit den erhaltenen Bohrspur-„Steinkernen“ kann dann, goldbedampft, unter dem Rasterelektronenmikroskop photographiert werden. Anhand dieser REM-Photos erfolgt die Bestimmung der Mikrobohrspuren. Morphologische Vergleiche mit Bohrgängen rezenter endolithischer Organismen lassen dann Rückschlüsse auf bestimmte Ablagerungsbedingungen während der Entstehung der fossilen Gegenstücke zu.

Bildanalyse-Auswertung:

Als Basis für die Identifikation von Bohrspuren, statistische Analysen, morphologische Vergleiche und ihrer Zuordnung zu rezenten Analoga, dienen die REM-Aufnahmen der Bohrspuren. Grundsätzliche Fragen der Charakterisierung, Namensgebung und Identifizierung von mikroendolithischen Ichnofossilien diskutierten schon Tavernier & Golubic (1993). Darauf basierend wurde ein Verfahren zur Untersuchung und Charakterisierung von Bohrspuren weiterentwickelt und angewandt (siehe Al-Thukair & Go-

lubic 1991a, b), das hier vorgestellt werden soll.

Die REM-Photos wurden digitalisiert und mit Hilfe der „Sigma-Scan Image“ Bildanalyse Software vermessen. Die gewonnenen Daten wurden nach den Regeln der einfachen Statistik (Mittelwert, Standardabweichung, Standard-Error, Anzahl der Messungen und Abweichung von der Varianz zweier zuverlässiger Bereiche) ausgewertet. Die Charakterisierung von Ichnotaxa wurde aufgrund dieser Datensätze vorgenommen. Vergleichbarkeiten von Ichnotaxa und Ausgußformen rezenter Organismen wurden durch statistische Testmethoden wie Student T-Test und ANOVA-Test analysiert und erkennbar. Die statistischen Messungen werden in der folgenden Art und Weise dargestellt: Mittelwert \pm Standardabweichung (Anzahl der Messungen): $M \pm S.A. (n)$, oder in Reichweiten „Minimum zu Maximum“ oder in Stufen „je nach Wert“.

Für jede identifizierte Bohrspur wurde ihr eigenartiges, charakteristisches Bohrmuster vermessen, morphometrisch ausgewertet und durch die oben beschriebene Vorgehensweise verglichen.

3. Ergebnisse

Es wurden sieben unterschiedliche Spuren von endolithischen Mikrobohrern gefunden. Diese fossilen Bohrgänge sind vergleichbar mit Spuren, die von rezenten Bakterien, Cyanobakterien, Chlorophyceen und Pilzen erzeugt werden.

Die ichnotaxonomische Einstufung der hier beschriebenen Spuren, basiert auf den Arbeiten von May & Perkins (1979) und Radtke (1991, 1993). Die Interpretationen der Bohrspuren und ihrer möglichen Erzeuger werden durch folgende Literaturquellen gestützt: Perkins & Tsentas 1976, Schneider 1976, Le Campion-Alsumard 1978, 1979, Zeff & Perkins 1979, Budd & Perkins 1980, Lukas & Golubic 1983, Le Campion-Alsumard & Golubic 1985, Anagnostidis & Pantazidou 1988, Nielsen 1988, Akpan 1990, Günther 1990, Al-Thukair & Golubic 1991a, b, 1996.

Beschreibung der Mikroendolithen:

Fasciculus sp. (Radtke 1991: 79 ff.)

Tafel I, Fig. 1 und 2

Die Spur erscheint als ein isoliertes, dreidimensional ausgebildetes System, das in der Aufsicht rund bis oval erscheint. Die Gesamterstreckung ist variabel, sie beträgt ca. 45 bis 125 μm . Von einem zentralen Bereich aus erstrecken sich in alle Richtungen gerade bis leicht gebogene Gänge, meist parallel zur Substratoberfläche. Die meist kuppigen Enden der Gänge besitzen Durchmesser von 6,2 bis 8,8 μm [Gesamt: $7,4 \pm 0,9 \mu\text{m}$ (68)]. Die Ganglängen sind variabel [30 bis 45 μm , $38,5 \pm 6,6 \mu\text{m}$ (45)]. Die Gänge sind selten verzweigt.

Der Eintrittsbereich der Form ist im Zentrum des Gangsystems zu vermuten. Mit zunehmender

der Grundfläche des Systems erhöht sich die Anzahl der Einzelgänge. Bei juvenilen Systemen (kleine Grundfläche) sind keine Abzweigungen zu beobachten (Taf. 1, Fig. 2), diese kommen nur bei großen Formen vor. In fortgeschrittenen Stadien sind kleine Zweige im Zentrum der Spur angelegt, die sich z.T. senkrecht tiefer ins Substrat ausrichten (Taf. 1, Fig. 1).

Die beschriebene Spur weist Ähnlichkeiten mit Kunsttharzaugüssen der Gangsysteme des Cyanobakteriums *Hyella* sp. auf. Größtenteils werden *Hyella*-Arten durch senkrechte, büschelartige Gänge charakterisiert. Insbesondere die fehlenden Verzweigungen der Gänge sind ein Charakteristikum von *Hyella caespitosa* Bornet & Flahault, deren Gangdurchmesser ähnliche Werte zeigen (Lukas & Hoffman 1984, Le Campion-Alsumard & Golubic 1985). *Hyella caespitosa* kommt in marinen Bereichen von der intertidalen Zone bis zu 100 m Wassertiefe vor (Lukas 1978, Le Campion-Alsumard & Golubic 1985, Kiene et al. 1995). Vergleichbare Spuren sind im Pariser Becken häufig im flachen Subtidal an-

zutreffen (Radtke 1991, 1992).

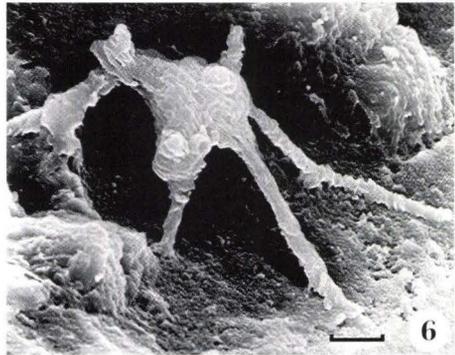
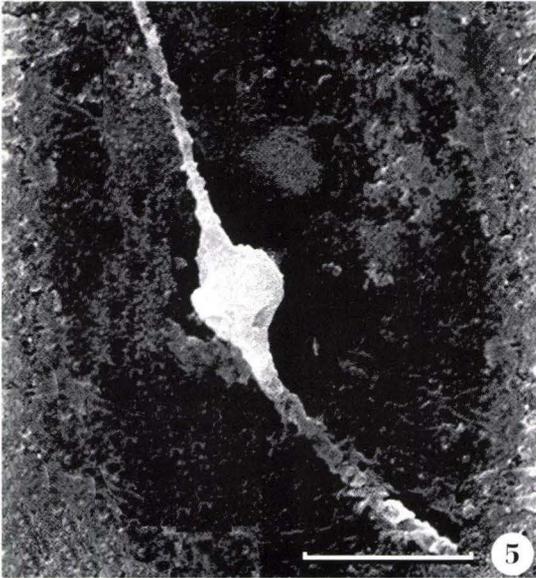
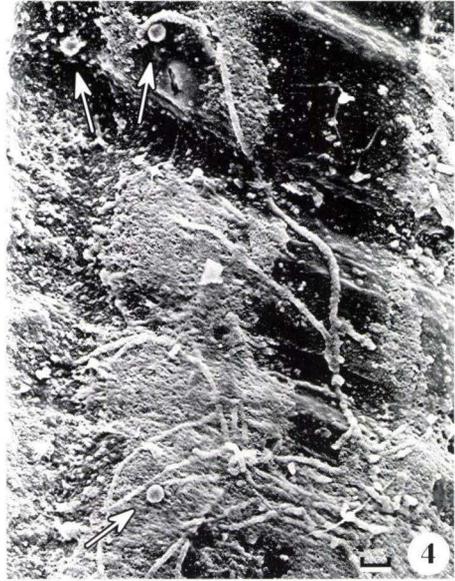
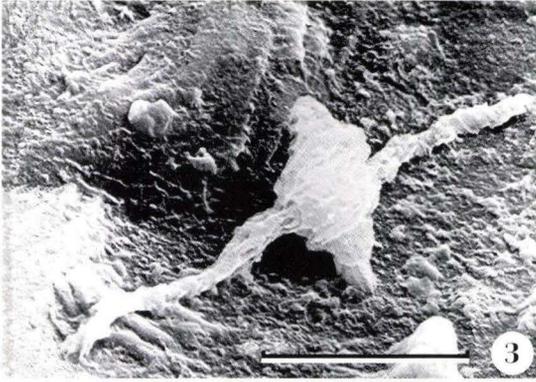
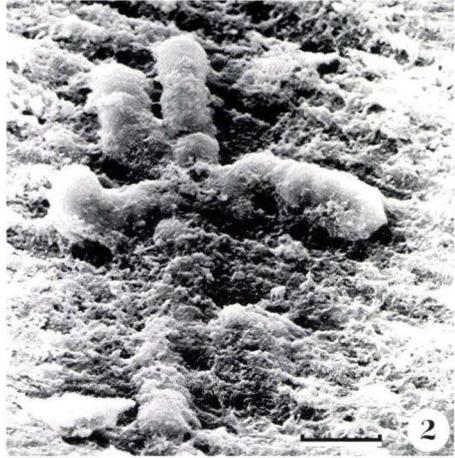
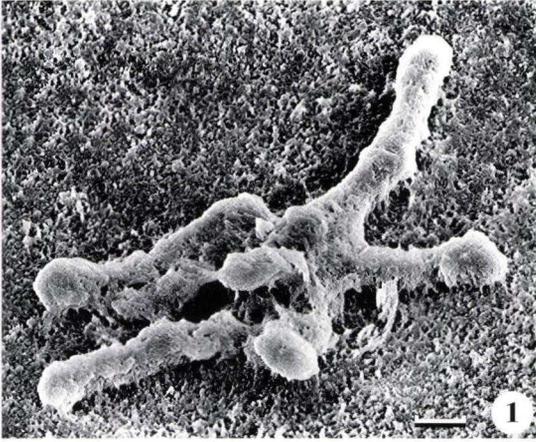
Anagnostidis & Pantazidou (1988) beschreiben limnische Morphotypen des *Hyella*-Genus Bornet & Flahault aus Griechenland. Aufgrund der Vielzahl der Formen führen sie die Subgenera „*Mikrohyella*“ und „*Makrohyella*“ ein. Die oben beschriebene Form mit den mehr oder weniger konstanten Durchmessern und wenig verzweigten Gängen ist demnach dem Subgenus „*Mikrohyella*“ zuzuordnen.

Diese zu den Cyanobakterien zugehörigen Organismen sind mit ihrem differenzierten Zellaufbau mit Heterozysten in der Lage, elementaren Stickstoff und Phosphor direkt aus der Wassersäule (oder auch Luft) in ihr System einzubauen. Diese Fähigkeit erlaubt es Cyanobakterien in fast allen, auch in besonders extremen Lebensbereichen, zu existieren.

Fasciculus sp. ist häufig in den Schneckenmergeln der Bohrung Sieblos 1994/1 aus 15,6 m und 17,6 m, in geringer Anzahl in 25,0 m Teufe zu finden.

Tafel 1

- Fig. 1. *Fasciculus* sp. zeigt ein isoliertes parallel zur Substratoberfläche ausgerichtetes Gangsystem. Substrat: Schalenbruchstück einer *Nystia* (*Nystia*) *duchastelii* (Nyst), Bohrung Sieblos 1994/1, Sieblos-Schichten, 17,6 m Teufe; Balkenlänge: 10 µm.
- Fig. 2. *Fasciculus* sp. zeigt ein von einem zentralen Bereich ausgehendes Gangsystem mit kuppigen Enden. Substrat: Schalenbruchstück einer Hydrobiidae, Bohrung Sieblos 1994/1, Sieblos-Schichten, 15,6 m Teufe; Balkenlänge: 10 µm.
- Fig. 3. *Saccomorpha* sp. ist mit der Spur des Pilzes *Dodgella* sp. vergleichbar. Ein „Fuß“ verbindet das kugelförmige „Sporangium“ mit der Substratoberfläche; die sich gegenüberliegenden Abzweigungen werden als „Hyphen“ bezeichnet. Substrat: Schalenbruchstück einer *Nystia* (*Nystia*) *duchastelii* (Nyst), Bohrung Sieblos 1994/1, Sieblos-Schichten, 25,0 m Teufe; Balkenlänge: 10 µm.
- Fig. 4. Dünnes, weitständiges Tunnelsystem der „Filum-Form“ mit langen peitschenartigen Zweigen. Die mit Pfeilen markierten Spuren sind isolierte, kugelförmige Aushöhlungen der „Sphaeroid-Form“. Substrat: Molluskenbruchstück indet., Bohrung Sieblos 1994/1, Sieblos-Schichten, 25,0 m Teufe; Balkenlänge: 10 µm.
- Fig. 5. *Saccomorpha* sp., vergleichbar mit der Spur des Pilzes *Dodgella* sp., weist hier einen kugelförmigen Hohlkörper („Sporangium“) und leicht ausgezogene, gegenüberliegende Abzweigungen („Hyphen“) auf. Substrat: *Melanoides*-Bruchstück, Bohrung Sieblos 1994/1, Sieblos-Schichten, 17,6 m Teufe; Balkenlänge: 10 µm.
- Fig. 6. *Saccomorpha* sp., vergleichbar mit der Spur des Pilzes *Dodgella* sp., hier durch ein isoliertes „Sporangium“ dokumentiert, von dem strahlenartig mehrere „Hyphen“ abgehen. Substrat: *Hydrobia gregaria* (Schlotheim), Bohrung Sieblos 1994/1, Sieblos-Schichten, 15,6 m Teufe; Balkenlänge: 10 µm.



Rhopalia catenata Radtke (Radtke 1991: Taf. 9/1-6)
Tafel 2, Fig. 7-11

Die Spur besteht aus einem z.T. dicht gepackten, aufzweigenden Gangsystem, das parallel zur Substratoberfläche angelegt ist. Die Gänge verlaufen gerade bis leicht gebogen und bilden in unregelmäßigen Abständen Verbindungsgänge zur Substratoberfläche, so daß die Gänge im Ausguß wie auf Stelzen verlaufen oder auch kleine Bögen schlagen (Taf. 2, Fig. 8). Abzweigungen von Haupt- und Nebenästen erfolgen unregelmäßig und sind recht- oder spitzwinklig angelegt.

In manchen Bereichen des Gangsystems sind die verschiedenen Tunnel so eng ineinander verschachtelt, in- und untereinander verzweigt und übereinander angelegt, daß die Unterseite der Substratoberfläche vollständig verdeckt ist (Taf. 2, Fig. 10). Hier folgen die Abzweigungen dicht aufeinander, die Gänge sind in mehreren Schichten tief ins Substrat gebohrt.

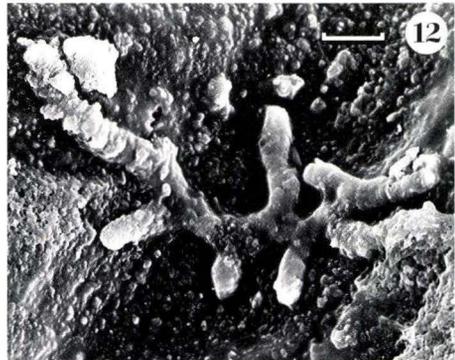
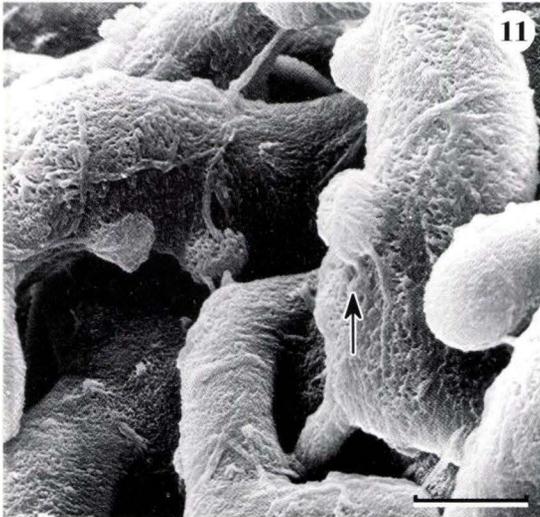
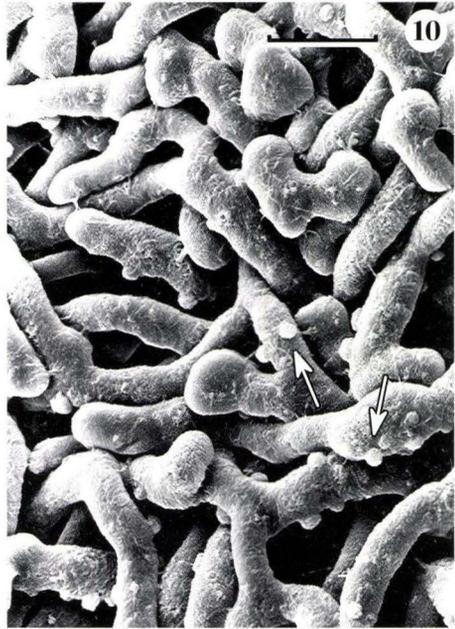
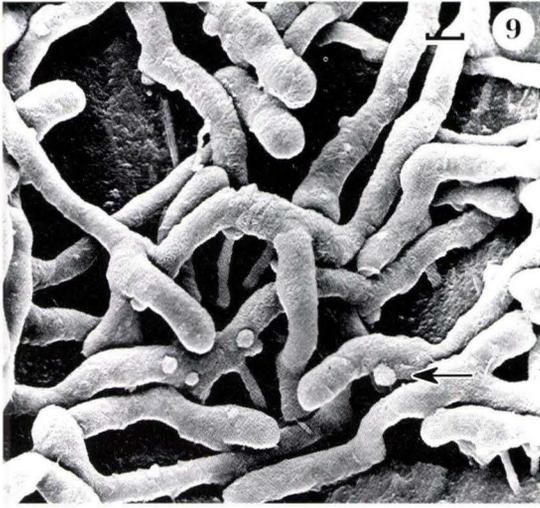
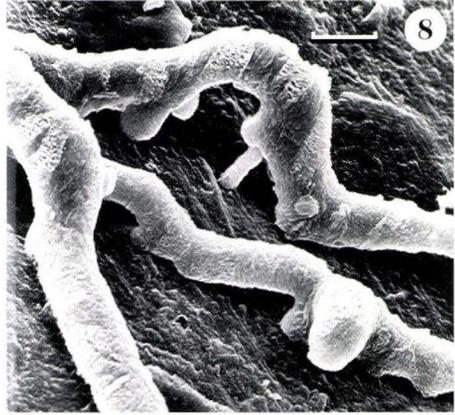
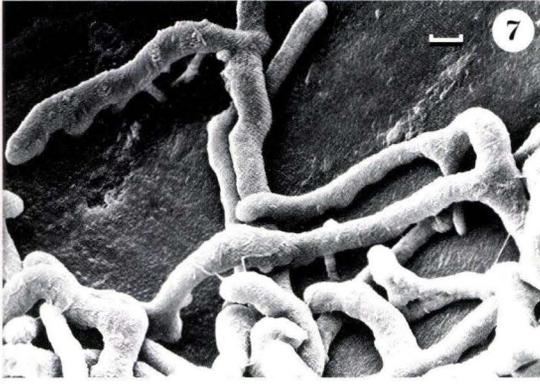
Die Gänge weisen z.T. Schwellungen auf [$11,2 \pm 1,8 \mu\text{m}$ (28)], die besonders an Abzweigungen deutlich werden. Die Gangenden sind leicht verdickt [$9,1 \pm 1,0 \mu\text{m}$ (44)]. Innerhalb eines Ganges

fallen diese Verdickungen kaum auf, sie sind vom normalen Gang [$7,9 \pm 1,3 \mu\text{m}$ (36)] nur undeutlich, z.T. gar nicht zu unterscheiden. In weniger dicht gepackten Bereichen sind auf der zur Substratoberfläche hin gerichteten Seite der Gänge Haare [Durchmesser $4,7 \pm 1,9 \mu\text{m}$ (12)] zur Substratoberfläche hin ausgebildet, die beachtliche Längen erreichen können (von $12,8$ - $30,3 \mu\text{m}$; Taf. 2, Fig. 9, Bildmitte).

Bei der oben beschriebenen Spur handelt es sich vermutlich um ein in seiner Entwicklung weit fortgeschrittenes Gangsystem, bei dem kein zentraler Bereich und damit kein Zentrum und Ausgangspunkt der Bohrung mehr zu erkennen ist. Im juvenilen Entwicklungsstadium der Spur wurde vermutlich ein deutlich gegliedertes Gangsystem mit aufzweigenden Gängen angelegt. Schwellungen und dünne Verbindungen zur Substratoberfläche waren vorhanden. In einem späteren Stadium sind dann in diesem System weitere Gänge eingebaut worden. Dies führte zu der dichten, in mehreren Lagen gepackten und nicht mehr gegliederten Ausbildung. In diesem Stadium sind Haare und Schwellungen, die charakteristischen Eigenschaften des Systems, unterdrückt. Vermutlich

Tafel 2

- Fig. 7. *Rhopalia catenata* Radtke zeigt ein verzweigtes Gangsystem mit nur undeutlichen Schwellungen im Gangverlauf. Substrat: *Nystia* sp., Bohrung Sieblos 1994/1, Sieblos-Schichten, 20,6 m Teufe; Balkenlänge: $10 \mu\text{m}$.
- Fig. 8. Detailaufnahme eines bogenschlagenden Ganges von *Rhopalia catenata* Radtke mit dicken „Stützpfählen“ (oberer Gang, links) und dünneren „Haaren“ (oberer Gang, rechts) zur Substratoberfläche. Auf dem oberen Gangausguß sind die Kreuzlamellen der Molluskenschale als Steinkern erhalten. Substrat: *Nystia* sp., Bohrung Sieblos 1994/1, Sieblos-Schichten, 20,6 m Teufe; Balkenlänge: $10 \mu\text{m}$.
- Fig. 9. *Rhopalia catenata* Radtke mit Gangendschwellungen und deutlich langen Haarverbindungen zur Substratoberfläche (Bildmitte). Substrat: *Nystia* sp., Bohrung Sieblos 1994/1, Sieblos-Schichten, 20,6 m Teufe; Balkenlänge: $10 \mu\text{m}$.
- Fig. 10. Detailaufnahme aus dem proximalen Bereich von *Rhopalia catenata* Radtke mit dicht angeordneten, in mehreren Schichten übereinanderliegenden Gangtunneln und deutlichen Schwellungen im Gangverlauf. Ein kolonieartiger, parasitärer Befall durch die „Coccoid-Form A“ ist erkennbar (siehe Pfeile). Substrat: *Nystia* sp., Bohrung Sieblos 1994/1, Sieblos-Schichten, 20,6 m Teufe; Balkenlänge: $10 \mu\text{m}$.
- Fig. 11. Runde, isolierte Hohlkörper (Pfeil) der „Coccoid-Form A“ der Spur *Rhopalia catenata* Radtke aufsitzend. Substrat: *Nystia* sp., Bohrung Sieblos 1994/1, Sieblos-Schichten, 20,6 m Teufe; Balkenlänge: $10 \mu\text{m}$.
- Fig. 12. *Reticulina elegans* Radtke mit typischem „zick-zack“ Muster der Gangtunnel. Substrat: Schalenbruchstück einer Hydrobiidae, Bohrung Sieblos 1994/1, Sieblos-Schichten, 17,6 m Teufe; Balkenlänge: $10 \mu\text{m}$.



hat sich das Gangsystem in seiner Ausdehnung verbreitert; in den peripheren Bereichen befinden sich die jüngsten Ausbildungsformen.

Die beschriebene Spur ist mit dem Kunstharzausguß der Chlorophycee *Phacophila engleri* Reinke bzw. *P. tenuis* (Kylin) Nielsen (Nielsen 1988) zu vergleichen. Insbesondere die Ähnlichkeiten in der Ausbildung und Form sind eindeutig. Allerdings nennt Radtke (1991) dünnere Gangdurchmesser von 4–6 μm , die Durchmesser der Schwellungen sind identisch. *Phacophila tenuis* ist aus brackischen Bereichen Süd-Finnlands beschrieben (Nielsen 1988). Die Form wurde hier in Molluskenschalen beobachtet. *Phacophila engleri* ist bisher nur aus vollmarinen Ablagerungsbereichen bekannt und dominiert hier in 10–45 m Wassertiefe (Perkins & Tsentas 1976, Budd & Perkins 1980). *Rhopalia catenata* kommt gehäuft im flachen Subtidal des Pariser Beckens vor (Radtke 1991, 1992).

Die Spur ist auf Schneckenmergel-Proben der Bohrung Sieblos 1994/1 aus 20,6 m Teufe beschränkt, dort ist sie jedoch häufig.

Reticulina elegans Radtke (Radtke 1991:
Taf. 7/1–5)
Tafel 2, Fig. 12

Die Spur besteht aus einem im Verlauf immer stärker aufzweigenden Gangsystem mit gleichbleibenden Gangdurchmessern [$3,8 \pm 0,4 \mu\text{m}$ (15)] parallel zur Schalenoberfläche. Charakteristisch für die Spur ist ihr zickzack-förmiger Gangverlauf. Dieser entsteht durch Richtungsänderung an den wechselständig anliegenden Abzweigungen. Die abzweigenden Gänge besitzen variable Längen von 7,6–17,2 μm [$12,1 \pm 4,0 \mu\text{m}$ (22)].

Die Spur ist mit rezenten Bohrspuren der Chlorophycee *Ostreobium quekettii* Bornet & Flahault zu vergleichen (Kornmann & Sahling 1980). *O. quekettii* ist überwiegend aus vollmarinen Ablagerungsbereichen und Tiefen von 18–75 m bekannt. Sie wurde aber auch in bis 275 m Wassertiefen beobachtet (Lukas 1974, Vogel et al. 1996).

Im alttertiären westeuropäischen Raum kommt das Ichnotaxon *Reticulina elegans* meist im mittleren bis unteren Sublitorals vor. Es ist Salinitätsschwankungen gegenüber tolerant (Radtke 1991, 1992). In den Bahamas als auch in Polynesien (Pazifik) konnte *O. quekettii* auch aus ganz flachen Ablagerungsbereichen, bis zur mittleren Tidenhochwasserzone nachgewiesen werden (Radtke et al. 1996, 1997).

Diese Spur wurde in den untersuchten Proben nur einmal bei 17,6 m Teufe gefunden.

Saccomorpha sp. (Radtke 1991: 92 ff.)
Tafel 1, Fig. 3, 5 und 6

Diese Spur bildet ein parallel zur Substratoberfläche angelegtes System von fadenförmigen Gängen aus, die unregelmäßig auftretende Schwellkörper von kugelig bis keulenartiger Form [$4,9$ – $5,7 \mu\text{m}$, $5,4 \pm 0,3 \mu\text{m}$ (32)] miteinander verbindet. Die dünnen Fäden weisen einen konstanten Durchmesser von $0,8$ – $1,2 \mu\text{m}$ [$0,9 \pm 0,4 \mu\text{m}$ (54)] auf. Meist besitzen die Schwellkörper nur zwei gegenüber angelegte Verbindungsgänge (Taf. 1, Fig. 3 und 5). In seltenen Fällen sind drei bis fünf Austrittspunkte aus den Schwellkörpern zu beobachten, die meist symmetrisch, mit gleichem Abstand zueinander, angelegt sind (Taf. 1, Fig. 6). Der Ansatzbereich Schwellkörper–Faden ist bis zu $2 \mu\text{m}$ verbreitert. Die Schwellkörper stehen mit einem „Fuß“ zur Substratoberfläche hin in Verbindung [Durchmesser $1,7 \pm 0,5 \mu\text{m}$ (10)] (Taf. 1, Fig. 3).

Die Spur ist mit Bohrungen von *Dodgella* sp. zu vergleichen (Zebrowski 1936, Höhnk 1969). Es handelt sich um Spuren niederer Pilze mit Sporangien (Fruchtkörper) und verbindenden Hyphen. Zeff & Perkins (1979) und Budd & Perkins (1980) beschreiben sie aus der Tiefsee, Höhnk (1969) findet sie in der Tiedenzone der Nordsee. Radtke (1991, 1992) beschreibt die Form aus allen untersuchten Ablagerungsbereichen, auch aus brackischen Horizonten des Pariser Beckens.

Die Spur wurde im untersuchten Probenmaterial häufiger bei 15,6 m und 17,6 m beobachtet, besonders häufig in 25,0 m Teufe.

„Sphaeroid-Form“ (Radtke 1993: Taf. 17/3)
Tafel 1, Fig. 4 (Pfeile)

Diese Spur besteht aus einer einzelnen „sphäroiden“ Hohlform [Durchmesser $9,8 \pm 0,2 \mu\text{m}$ (9)] direkt unter der Substratoberfläche. Die kugelförmigen Körper scheinen lokal gehäuft vorzukommen. Mit der vermutlich zur Substratoberfläche hin geöffneten Form scheint es sich um einen „chasmolithischen“ Erzeuger dieser Spur zu handeln (Golubic et al. 1975).

Der Erzeuger dieser Spur ist unbekannt, ihre Form läßt auf ein Cyanobakterium schließen.

Vergleichbare Formen sind bisher nur aus marinen Ablagerungsbereichen beschrieben worden. Radtke (1993) beschreibt ähnliche Formen mit größeren Durchmessern aus dem vollmarinen Bereich der Bahamas aus 5 bis 30 m Wassertiefe (häufig bei 30 m). Günther (1990: Taf. 58/6) benennt ähnliche Formen als „uncertain form 1“ aus 4–47 m Wassertiefe (häufig in 25–47 m) vor Cozumel/Mexiko.

Die oben beschriebene Form kommt in Proben aus 15,6 m und 17,6 m Teufe vor.

„Coccoïd-Form A“ (May & Perkins 1979: 361 ff., Fig. 2A, B)
Tafel 2, Fig. 9–11 (Pfeile)

Es handelt sich um runde, isolierte, coccoïdale, abgeflachte kleine Hohlkörper von $6,2 \pm 0,8 \mu\text{m}$ (12) Durchmesser und $2,3 \pm 0,5 \mu\text{m}$ (5) Höhe. Diese Spur ist nur im untersuchten Material auf Bohrgängen von *Rhopalia catenata* zu beobachten.

May & Perkins (1979) beschreiben vergleichbare Formen aus Untersuchungen vor Nord-Carolina, Florida Bay und Belize. Ihre gefundenen coccoïden Formen interpretieren sie als Procaryonten bakteriellen oder cyanobakteriellen Ursprungs. In Größe und morphologischer Ausbildung ist die „Coccoïd-Form A“ den vermutlich eher von Bakterien gebildeten Aushöhungen von May & Perkins (1979) sehr ähnlich.

Bakterien wurden schon lange als „Parasiten von anderen endolithischen Algenfilamenten“ beschrieben (Margolis & Rex 1971). Dort können sie das organische Conchiolin der Mollusken-Schale als Energiequelle nutzen. Auch für Cavaliere & Alberte (1970) und Zeff & Perkins (1979) sind Bakterien u.a. durch ihren Parasitismus bekannt, der sich auch durch den Befall anderer Bohrorganismen und Abbau deren organischer Produkte widerspiegelt.

Aufgrund seiner heterotrophen Ernährungsweise besitzt der Organismus dieser Spuren nur einen eingeschränkten bathymetrischen Aussagewert. Er ist bis in aphotische Bereiche dokumentiert (May & Perkins 1979). Der parasitäre Charakter des Organismus zeigt sich an dem koloniehafte Aufsitzen auf anderen Mikroendolithen.

Das Vorkommen dieser Spur ist auf Proben aus 20,6 m Teufe beschränkt.

„Filum-Form“
Tafel 1, Fig. 4

Die Spur zeigt ein dünnes, parallel zur Substratoberfläche ausgebreitetes fädiges Gangsystem von einer Gesamterstreckung von ca. 200–400 μm . Ein zentraler Eintrittsbereich ist nicht zu lokalisieren. Es existieren lange, peitschenartige Gänge mit konstanten Durchmessern von $3,3 \pm 0,3 \mu\text{m}$ (21). Abzweigungen sind ohne erkennbare Ordnung angelegt. Auch die Seitenzweige treten in erheblichen Längen von bis zu 130 μm auf. Wenige kurze Abzweigungen sind zwischen den langen, vermutlich älteren Gängen eingebaut, sie sind bis 25 μm lang [$8,5 \pm 3,5 \mu\text{m}$ (11)]. Die Abzweigungswinkel sind stumpf bis spitz zum Hauptgang ausgerichtet.

Der Organismus, der diese Spur erzeugte, ist unbekannt. Spuren eines solch polygonalen Gangsystems mit seinem gleichbleibenden Gangdurchmesser werden von May & Perkins (1979) auf fungoide Organismen zurückgeführt.

Die Spur kommt in Proben aus 15,6 m und 25,0 m Teufe vor.

4. Diskussion

Es sind Gastropodenschalen aus vier verschiedenen Horizonten der Schneckenmergel auf ihr Bohrspureninventar untersucht worden.

Die mikroendolithische Auswertung der Proben erbrachte sieben verschiedene Bohrspuren, was eine geringe Diversität widerspiegelt. Brackische bzw. limnische Ablagerungsverhältnisse sind durch Individuenreichtum in Verbindung mit Artenarmut charakterisiert. Dabei konnten kleinere Gangdurchmesser der beschriebenen Spuren im Verhältnis zu Spuren aus vollmarinen Bereichen beobachtet werden, die möglicherweise auf die limnisch-brackischen Ablagerungsverhältnisse zurückzuführen sind.

Die Diversität der Mikrobohrer in den einzelnen Proben aus verschiedenen Teufen zeigt deutliche Unterschiede sowohl in der Anzahl der beobachteten Bohrer als auch in der Häufigkeit einzelner Ichnospezies in bestimmten Teufen (siehe Tab. 1).

Die größte Anzahl von Ichnospezies besitzen Gastropodenschalen aus 15,6 m und 17,6 m mit je vier Ichnospezies, 3 verschiedene Ichnospezies kommen in Schalen aus 25,0 m Teufe vor und 2 in Schalen aus 20,6 m Teufe. Zwei Ichnospezies kommen in fast allen Substraten vor: *Fasciculus* sp. und *Saccomorpha* sp. (in 15,6 m, 17,6 m und 25,0 m) gefolgt von „Sphaeroid-Form“ in 15,6 m und 17,6 m und „Filum-Form“ in 15,6 m

und 25,0 m. Die Spuren *Rhopalia catenata* und „Cocoid-Form A“ sind ausschließlich in Schalen aus 20,6 m Teufe zu finden.

Von den untersuchten Spuren sind zwei Formen mit Spuren von Cyanobakterien (*Fasciculus* sp., „Sphaeroid-Form“), 2 Formen mit Spuren von Chlorophyceen (*Rhopalia catenata*, *Reticulina elegans*), zwei Formen mit Spuren von Pilzen (*Saccomorpha* sp., „Filum-Form“) und eine Form vermutlich mit Spuren von Bakterien („Cocoid-Form A“) zu vergleichen. Einige Spuren besitzen eine selektive Dominanz in bestimmten Proben, so *Fasciculus* sp. in 15,6 m und 17,6 m und *Rhopalia catenata* in 20,6 m.

Die Gastropodenschalen aus 25,0 m Teufe enthalten sowohl in geringer Anzahl *Fasciculus* sp. hingegen auch Pilz-Spuren wie *Saccomorpha* sp. und „Filum-Form“ in größerer Häufigkeit. Diese geringe Anzahl von Algen-ähnlichen Bohrern und die gleichzeitige Dominanz von Pilzen läßt insgesamt einen eingeschränkten, ruhigen, wenig durchlichteten und damit evtl. tieferen Ablagerungsraum vermuten. Dies stimmt mit den Beobachtungen der Mollusken-Assoziation *Melanoides*/Lymnaeiden von Kadolsky (1988b: 22) überein. Er nimmt für seine Assoziation einen schwach brackischen, ruhigen und schlecht durchlichteten, tieferen Ablagerungsraum an.

Eine sehr eingeschränkte phototrophe Energieversorgung des Ablagerungsraums in 20,6 m

Tab. 1. Verteilung der Mikroendolithen und ihre Erzeuger in Mollusken-Schalen [*Nystia* (*Nystia*) *duchastelii*, *Hydrobia gregaria*, *Melanoides fasciata* und Lymnaeiden] aus den Schneckenmergeln der Sieblos-Schichten (Unter-Oligozän) in Bezug zu den verschiedenen Teufen der Bohrung Sieblos 1994/1.

Mikrobohrer	Erzeuger	15,6 m	17,6 m	20,6 m	25,0 m
„Cocoid-Form A“	Bakterium?			••	
<i>Fasciculus</i> sp.	Cyanobakterium	•••	•••		•
„Sphaeroid-Form“	Cyanobakterium	•	•		
<i>Reticulina elegans</i>	Chlorophycee		•		
<i>Rhopalia catenata</i>	Chlorophycee			•••	
<i>Saccomorpha</i> sp.	Pilz	•	•		••
„Filum-Form“	Pilz	•			•

• = selten, •• = mäßig, ••• = häufig

Teufe dokumentiert insbesondere die mit Bakterien vergleichbare „Coccoïd-Form A“ (May & Perkins 1979). Es ist zu vermuten, daß die ausschließlich von Chlorophyceen-Spuren wie *Rhopalia catenata* befallenen Gastropoden in der Sediment/Wasser-Grenzschicht in anoxische Verhältnisse gelangten, in denen sich eine bakterielle Mikroendolithen-Fauna/Flora mit der „Coccoïd-Form A“ entwickelte. Das ausschließliche Vorkommen der beiden Spuren in den Mollusken läßt die Interpretation eines tieferen, vermutlich anoxischen Milieus zu.

Die Dominanz von *Fasciculus* sp. in Molluskenschalen aus Teufen von 15,6 m und 17,6 m der Schneckenmergel entspricht den Verteilungen ihrer Erzeugerspur *Hyella* (*Mikrohyella*) in brackischen bzw. limnischen Ablagerungsbereichen (Anagnostidis & Pantazidou 1988). Sie findet ihre optimale Wuchszone in gut durchlichteten Bereichen. Auch die weitere beobachtete Spur „Sphaeroid-Form“, vergleichbar mit der Spur eines Cyanobakteriums, kommt in 15,6 m und 17,6 m Teufe vor. Damit ist das Milieu der Schichten in diesen Teufen mit flach und gut durchlichtet und als vermutlich ufernah anzunehmen.

Diese Beobachtungen stimmen mit den Ergebnissen von Kadolsky (1988b) überein. In den Schneckenmergeln wird für die *Nystia*-Assoziation aufgrund ihrer begleitenden Mollusken-Assoziationen ein „leicht salinärer Lebensraum in der Nähe der Uferzone im subtidalen Brackwasser“ angenommen (Kadolsky 1988b).

Der Ablagerungsraum der Schneckenmergel wurde beeinflusst durch saisonale Schwankungen der Salinität, des Wasserspiegelstandes ho-

her bzw. geringer Verdunstungsraten. Damit verbunden sind Relieferung der Umgebung des ehemaligen Sieblos-Sees und die damit einhergehende Erosionskraft der Zuflüsse. Kadolsky (1988a) postulierte für die Sieblos-Schichten einen abflußlosen Brackwassersee.

Der mikroendolithische Befall der Molluskenschalen in verschiedenen Teufen der Schneckenmergel dokumentieren verschiedene Seestadien und damit unterschiedliche Ablagerungsbedingungen. Intensivere Untersuchungen der mikroendolithischen Diversität in kalkigen Substraten aus limnischen Sedimenten wird zukünftig verstärkt ein mögliches Werkzeug sein, um Milieuveränderungen in einem Ablagerungsraum zu deuten. Dies gilt insbesondere für die noch wenig bekannten Mikrobohrspuren limnisch/brackischer Ökosysteme. Dabei bietet sich ein Vergleich der Mikrobohrspuren aus fossilen Seeablagerungen, die unter ähnlichen Bedingungen entstanden sind, an.

Dank: Diese Arbeit wurde von Herrn Prof. Dr. E. Martini angeregt, dem ich für Diskussionen, Hinweise und dem ausgelesenen und zur Verfügung gestellten Material danke. Hilfreiche Unterstützung bei der Präparation bzw. bei den Arbeiten am Rasterelektronenmikroskop am Geol.-Paläont. Institut der Universität Frankfurt erhielt ich von Frau M. Rosado und Herrn J. Tochtenhagen. Herr B. Holstein danke ich für die Datenerfassung zur Bildanalyse. Für die Durchsicht des Manuskripts danke ich Herrn Dr. K. Hofmann.

5. Schriftenverzeichnis

- Akpan, E. B. (1990): Bioerosion of oyster shells in brackish modern mangrove swamps, Nigeria. - *Ichnos*, **1**: 125-132; Harwood.
- Al-Thukair, A. A. & Golubic, S. (1991a): New endolithic cyanobacteria from the Arabian Gulf. I. *Hyella immanis* sp. nov. - *J. Phycol.*, **27**: 766-780; New York.
- Al-Thukair, A. A. & Golubic, S. (1991b): Five new *Hyella* species from the Arabian Gulf. - In: B. Hickel, K. Anagnostidis & J. Komárek, eds.: *Cyanophyta/Cyanobacteria-Morphology, Taxonomy, Ecology*. - *Algological Studies*, **64**: 167-197; Stuttgart (Schweizerbart).
- Al-Thukair, A. A. & Golubic, S. (1996): Characterization of *Hyella caespitosa* var. *arbuscula* var. nov. (Cyanophyta, Cyanobacteria) from shoaling ooid sand grains, Arabian Gulf. - *Nova Hedwigia*, **112**: 83-91; Stuttgart.
- Anagnostidis, K. & Pantazidou, A. (1988): *Hyella kalligrammos* sp. nov., *Hyella maxima* (Geitl.) comb. nov., and other freshwater morphotypes of the genus *Hyella* Born. et Flah. (Chroococcales, Cyanophyceae). - *Algological Studies*, **50/53**: 227-247; Stuttgart.
- Budd, D. A. & Perkins, R. D. (1980): Bathymetric zonation and paleoecological significance of microborings in Puerto Rican shelf and slope sediments. - *J. Sed. Petrol.*, **50**: 881-904; Tulsa.
- Cavaliere, A. R. & Alberte, R. S. (1970): Fungi in animal shell fragments. - *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.*, **86**: 203-206; Chapel Hill.
- Chazottes, V., Le Campion-Alsumard, T. & Peyrot-Clausade, M. (1995): Bioerosion rates on coral reefs: interactions between macroborers, microborers and grazers (Moorea, French Polynesia). - *Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol.*, **113**: 189-198; Amsterdam.
- Golubic, S., Brent, G. & Le Campion-Alsumard, T. (1970): Scanning electron microscopy of endolithic algae and fungi using a multipurpose casting-embedding technique. - *Lethaia*, **3**: 203-209; Oslo.
- Golubic, S., Campbell, S. E. & Spaeth, C. (1983): Kunstharzausgüsse fossiler Mikroben-Bohrgänge. - *Der Präparator*, **29**: 197-200; Bochum.
- Golubic, S., Perkins, R. D. & Lukas, K. J. (1975): Boring microorganisms and microborings in carbonate substrates. - In: R. W. Frey, ed.: *The Study of Trace Fossils*: 229-259; Berlin-New York (Springer).
- Günther, A. (1990): Distribution and bathymetric zonation of shell-boring endoliths in Recent reef and shelf environments: Cozumel, Yucatan (Mexico). - *Facies*, **22**: 233-262; Erlangen.
- Höhnk, W. (1969): Über den pilzlichen Befall kalkiger Hartteile von Meerestieren. - *Ber. Dt. Wiss. Komm. Meeresforsch.*, **20**: 129-140; Hamburg.
- Kadolsky, D. (1988a): Stratigraphie und Molluskenfaunen von „Landschneckenkalk“ und „Cerithiensichten“ im Mainzer Becken (Oberoligozän bis Untermiozän?): Stratigraphische, paläogeographische und paläoökologische Ergebnisse. - In: K. Rothausen, Hg.: *Das Kalktertiär des Mainzer Beckens - Oberoligozän bis Untermiozän*. *Geol. Jb.*, **A 110**: 69-133; Hannover.
- Kadolsky, D. (1988b): Mollusken aus dem Oligozän von Sieblos a. d. Wasserkuppe/Rhön. - *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **24**: 99-129; Fulda.
- Kiene, W. E., Radtke, G., Gektidis, M., Golubic, S. & Vogel, K. (1995): Factors controlling the distribution of microborers in Bahamian reef environments. - In: H. Schuhmacher, W. E. Kiene & W.-C. Dullo, eds.: *Factors controlling Holocene reef growth: An interdisciplinary approach*, *Facies*, **32**: 174-188; Erlangen.
- Kornmann, P. & Sahling, P.-H. (1980): *Ostreobium quekettii* (Codiales, Chlorophyta). - *Helgol. Wiss. Meeresunters.*, **34**: 115-122; Hamburg.
- Le Campion-Alsumard, T. (1978): Les cyanophycées endolithiques marines. Systématique, ultrastructure, écologie et biodestruction. - Unpubl. Ph. D. Thesis, Univ. Aix-Marseille II., T. I (texte); T. II (atlas): 198 S.; Marseille.
- Le Campion-Alsumard, T. (1979): Les cyanophycées endolithes marines: Systématique, ultrastructure, écologie et biodestruction. - *Oceanologica Acta*, **2**: 143-156; Paris.
- Le Campion-Alsumard, T. & Golubic, S. (1985): *Hyella caespitosa* Bornet & Flahault and *Hyella balani* Lehman (Pleurocapsales, Cyanophyta): a comparative study. - In: S. Golubic, J. Komárek & O. Lhotsky, eds.: *Cyanophyta (Cyanobacteria) Morphology, Taxonomy, Ecology*. *Algological Studies*, **38/39**: 119-148; Stuttgart (Schweizerbart).
- Le Campion-Alsumard, T., Golubic, S. & Hutchings, P. (1995): Microbial endoliths in skeleton of live and dead corals: *Porites lobata* (Moorea, French Polynesia). - *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **117**: 149-157; Halstenbeck.
- Lukas, K. J. (1974): Two species of the Chlorophyte genus *Ostreobium* from skeletons of Atlantic and Caribbean reef corals. - *J. Phycol.*, **10**: 331-335; New York.
- Lukas, K. J. (1978): Depth distribution and form among common microboring algae from the Florida continental shelf. - *Geol. Soc. Am., Abstr. Progr.*, **10**: 448; Boulder.
- Lukas, K. J. & Golubic, S. (1983): New endolithic Cyanophytes from the North Atlantic Ocean:

- II. *Hyella gigas* sp. nov. from the Florida continental margin. - J. Phycol., **19**: 129-136; New York.
- Lukas, K. J. & Hoffman, E. J. (1984): New endolithic cyanophytes from the North Atlantic Ocean. III: *Hyella pyxis* Lukas & Hoffman sp. nov. - J. Phycol., **20**: 515-520; New York.
- Margolis, S. & Rex, R. W. (1971): Endolithic algae and micrite envelope formation in Bahamian oolite as revealed by scanning electron microscopy. - Geol. Soc. Am. Bull., **82**: 843-851; New York.
- Martini, E. (Koord.) (1988): Geologie und Paläontologie der oligozänen Ablagerungen von Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. - Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 5-203; Fulda (Parzeller).
- Martini, E. & Rothe, P. (1998, Hg.): Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. - Geol. Abh. Hessen, **104**: 274 S.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- May, J. A. & Perkins, R. D. (1979): Endolithic infestation of carbonate substrates below the sediment-water interface. - J. Sed. Petrol., **49**: 357-378; Tulsa.
- Nielsen, R. (1988): Small green algae from brackish water in the Tvärminne area southern Finland. - Ann. Bot. Fennici, **25**: 237-257; Helsinki.
- Perkins, R. D. & Tsentas, C. I. (1976): Microbial Infestation of Carbonate Substrates Planted on the St. Croix Shelf, West Indies. - Geol. Soc. Am. Bull., **87**: 1615-1628; New York.
- Peyrot-Clausade, M., Le Campion-Alsumard, T., Hutchings, P. A., Le Campion, J., Pary, C. & Fontaine, M.-F. (1995): Initial bioerosion and bioaccretion on experimental substrates in high island and atoll lagoons (French Polynesia). - Oceanologica Acta, **18**: 531-541; Paris.
- Radtke, G. (1991): Die mikroendolithischen Spurenfossilien im Alt-Tertiär West-Europas und ihre palökologische Bedeutung. - Courier Forsch.-Inst. Senckenberg, **138**: 185 S., Frankfurt am Main.
- Radtke, G. (1992): Microendolithic trace fossils of Paris Basin as facies indicators. - Proc. 7th Int. Coral Reef Symp., **1**: 419-426; Mangilao, Guam.
- Radtke, G. (1993): The distribution of microborings in molluscan shells from Recent reef environments at Lee Stocking Island, Bahamas. - Facies, **29**: 81-92; Erlangen.
- Radtke, G., Le Campion-Alsumard, T. & Golubic, S. (1996): The bioerosional notch along tropical limestone coasts. - Algological Studies, **83**: 469-482; Stuttgart.
- Radtke, G., Le Campion-Alsumard, T. & Golubic, S. (1997): Microbial assemblages involved in tropical coastal bioerosion: an Atlantic-Pacific comparison. - Proc. 8th. Int. Coral Reef Symp., **2**: 1825-1830; Panama City.
- Schneider, J. (1976): Biological and inorganic factors in the destruction of limestone coasts. - Contr. Sed., **6**: 112 S., Stuttgart.
- Tavernier, A. & Golubic, S. (1993): Pliocene microboring assemblages in shells of the Purisima Formation (Capitola, California). - In: F. Bartolo, P. De Castro & M. Parente, eds.: Studies on Fossil Benthic Algae, Boll. Soc. Paleont. Ital. Spec., **1**: 405-414; Modena (Mucchi).
- Vogel, K., Bundschuh, M., Glaub, I., Hofmann, K., Radtke, G. & Schmidt, H. (1995): Hard substrate ichnocoenoses and their relations to light intensity and marine bathymetry. - N. Jb. Geol. Paläont. Abh., (Festschrift A. Seilacher) **195**: 49-61; Stuttgart.
- Vogel, K., Kiene, W. E., Gektidis, M. & Radtke, G. (1996): Scientific results from investigation of microbial borers and bioerosion in Reef environments. - In: J. Reitner, F. Neuweiler & F. Gunkel, eds.: Global and regional controls on biogenic sedimentation. I. Reef evolution. Research reports. - Gött. Arb. Geol. Paläont., **Sb2**: 139-143; Göttingen.
- Zebrowski, G. (1936): New genera of Cladochytriaceae. - Ann. Missouri Bot. Garden, **23**: 553-564; St. Louis, MO.
- Zeff, M. L. & Perkins, R. D. (1979): Microbial Alteration of Bahamian Deep-Sea Carbonates. - Sedimentology, **26**: 175-201; Oxford.
- Zhang, Y. & Golubic, S. (1987): Endolithic microfossils (Cyanophyta) from Early Proterozoic Stromatolites, Hebei, China. - Acta Micropal. Sin., **4**: 1-12; Beijing.

Zum Vorkommen von kieseligen Dinoflagellaten in den unteroligozänen Sieblos-Schichten der Rhön

von
Erlend Martini & Helmut Weiler*

Martini, E. & Weiler, H. (1998): Zum Vorkommen von kieseligen Dinoflagellaten in den unteroligozänen Sieblos-Schichten der Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 157–164, 1 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

Kieselige Dinoflagellaten-Theken, die in dem gebänderten Abschnitt der Sieblos-Schichten häufig sind, können wahrscheinlich der Art *Peridinites sphaericus* Lefèvre 1933 zugeordnet werden. Massenvorkommen in bestimmten La-

gen werden als saisonale Algenblüten gedeutet. Ihre Verbreitung in den Sieblos-Schichten, die Erhaltung und Lösungserscheinungen werden diskutiert.

Abstract

On the occurrence of siliceous dinoflagellates in the Sieblos Beds of the Rhoen area (Lower Oligocene)

Siliceous dinoflagellates common in the laminated interval of the Sieblos Beds may belong to *Peridinites sphaericus* Lefèvre 1933. Mass-occurrences in certain layers seem to represent

saisonal algal blooms. Their distribution in the Sieblos beds, the preservation and dissolution pattern are discussed.

1. Einleitung

Bei der Untersuchung von Probenserien verschiedener heller, feinkörniger und gebänderter Sedimente aus den alten Bergwerkshalden der ehemaligen Grube Sieblos an der Wasserkuppe wurden isolierte Plättchen mit auffallender Morphologie, die aus kieseliger Substanz aufgebaut

waren, gefunden (Martini 1987, Martini & Schrader 1988). Sie bilden in einigen Lagen Massenvorkommen und drängten begleitende kieselige Organismen (Diatomeen, Chrysophyceen und Schwammnadeln) in den Hintergrund. Die unregelmäßig geformten isolierten Platten zeigten ei-

* Prof. Dr. E. Martini, Geologisch-Paläontologisches Institut der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Senckenberganlage 32-34, D-60325 Frankfurt am Main.
Prof. Dr. H. Weiler, Adam-Riese-Straße 13, D-55124 Mainz

ne auffallende Ähnlichkeit mit Panzerplatten der kieselschaligen Dinoflagellaten-Gattung *Peridinites* Lefèvre 1933 (Eisenack 1964), die bisher nur aus marinen Ablagerungen des Eozäns und tieferen Oligozäns bekannt war (Sarjeant 1967). Bestätigt wurde diese Vermutung durch den Fund ei-

nes kompletten Exemplars in einem feinschichtigen hellen Mikrit (Martini & Rothe 1988). Weitere Exemplare, z.T. in deutlicher Anreicherung, wurden in Wechsellagerung mit Chrysophyceen-Zysten bei der rasterelektronenmikroskopischen Untersuchung von einzelnen Lagen in gebänder-

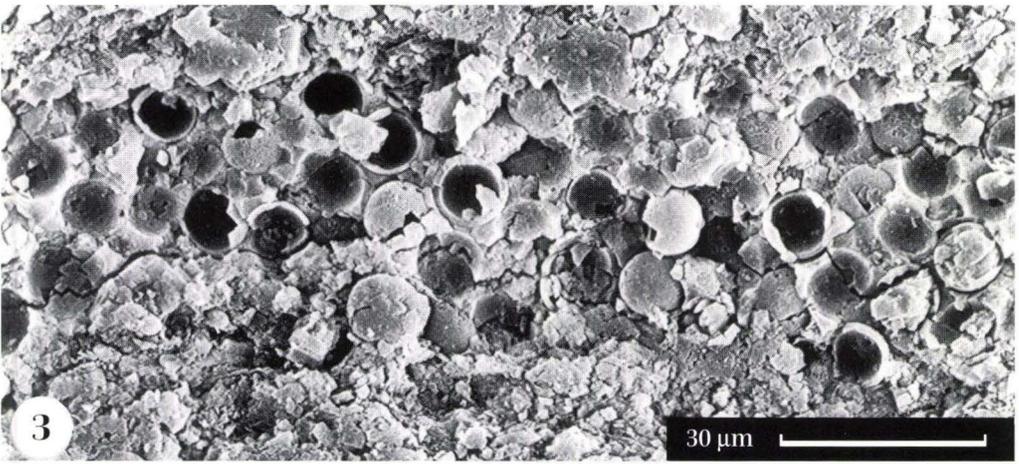
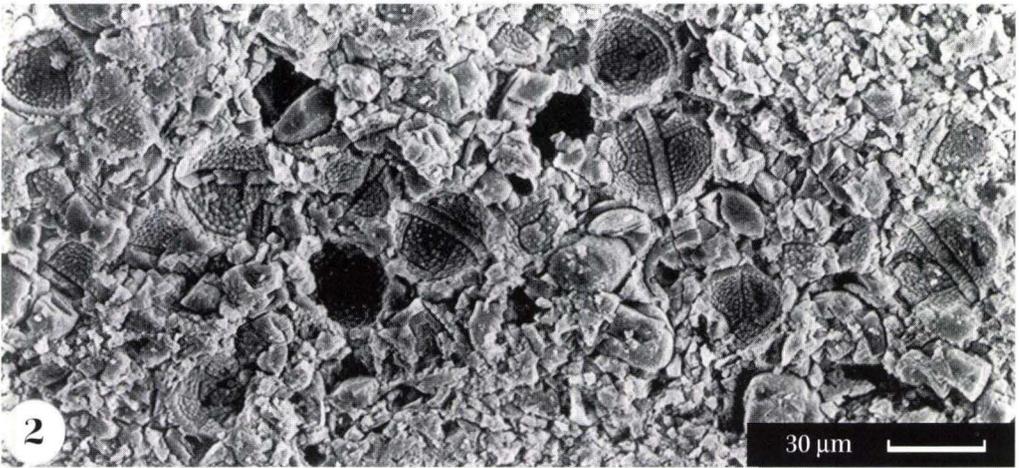
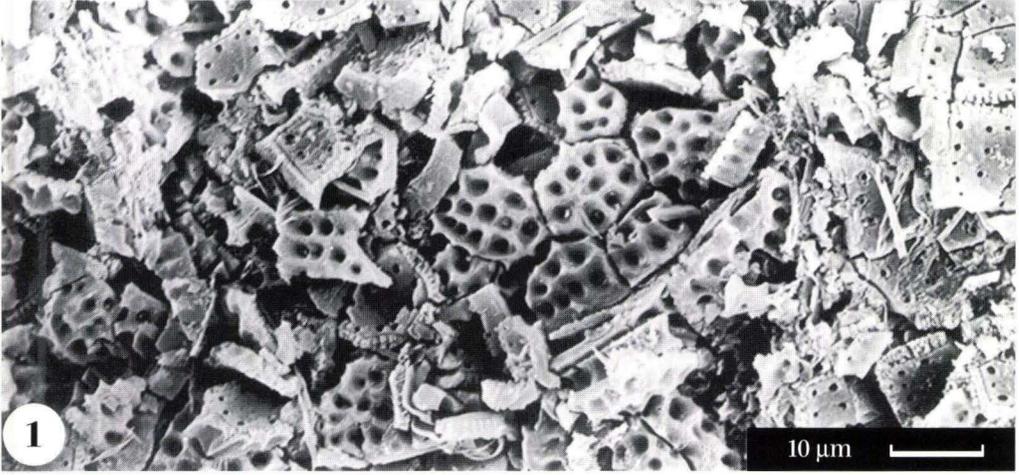
Tab. 1. Vorkommen verschiedener Fossil-Gruppen in dem gebänderten Abschnitt der Sieblos-Schichten in der Forschungsbohrung Sieblos 1994/2.

Bohrung Sieblos 1994/2	Diatomeen	Schwammnadeln	Chrysophyceen	Dinoflagellaten	Nannoplankton
25,30–25,40 m	•••				
25,65–25,90 m A	•••	•	••	••	•
B	•••		•••	••	
C	•••	••	•••	•	
D	••	•	•	•••	••
E	••		•	•••	•
F	••	•	•	•••	••
G	•••		••	•••	••
25,90 m	••		••		
27,00 m			•	••••	••
27,35 m	•		•		•••
27,40 m	••				••
27,50 m					
27,88–27,89 m	•••				
27,90 m			•	•••	•
28,05–28,06 m	•••	•	•	••	
28,10–28,12 m	•		•	••	
28,30–28,31 m	••		•	••••	
28,40 m		•		•	
28,63 m					
28,75–28,90 m					
29,20 m	•		•	•••	
29,00–29,40 m A	•			•••	
B	•	••	•	•	
C	••		••	•	
29,45–29,50 m					
30,05 m	•••			•	
30,40–30,42 m					
30,70–30,72 m					
30,90 m					

• = selten, •• = mäßig häufig, ••• = häufig, •••• = massenhaft

Tafel 1

- Fig. 1. Zerfallene *Peridinites*-Theken in einer hellen Schlufflage. Ehemalige Grube Sieblos an der Wasserkuppe, Haldenprobe EM 14, Sieblos-Schichten, Unter-Oligozän.
- Fig. 2. Anreicherung von *Peridinites*-Theken in einer hellen Lage der laminierten Karbonate in den Sieblos-Schichten. Ehemalige Grube Sieblos, Halde am Bach.
- Fig. 3. Anreicherung von Chrysophyceen-Zysten in einer dunklen Lage der laminierten Karbonate in den Sieblos-Schichten. Gleiches Stück wie von Fig. 2.



ten Mikriten nachgewiesen, wobei die Dinoflagellaten vorzugsweise in den hellen und die Chrysophyceen-Zysten in den dunklen Lagen vorkamen (Scheven 1992, Martini & Rothe 1993).

Vergleichbare Sedimente sind in der Forschungsbohrung Sieblos 1994/2 in dem gebänderten Abschnitt der Sieblos-Schichten zwischen 25,30 und 30,90 m erbohrt worden. Tab. 1 gibt eine Übersicht über die in Schmierpräparaten ein-

zelner Proben gefundenen zumeist kieselschaligen Mikrofossil-Gruppen und deren Häufigkeit, wobei auffällt, daß die Dinoflagellaten und Chrysophyceen-Zysten gegenläufige Daten erkennen lassen. Einige dieser Proben wurden anschließend zusammen mit Vergleichsmaterial aus den Halden elektronenmikroskopisch untersucht. Die Ergebnisse sind im Anschluß dargestellt.

2. Erhaltung der Dinoflagellaten

Die in Tab. 1 aufgelisteten Proben aus der Forschungsbohrung Sieblos 1994/2 und die früher von Martini & Schrader (1988) untersuchten Sedimente bestehen aus weitgehend unverfestigten Schlufflagen, die leicht zu Schmierpräparaten verarbeitet werden konnten. Die hier gefundenen Dinoflagellaten-Reste stellen ein Gewirr von zerbrochenen Panzerteilen dar, bei denen selten mehr als 2-3 Platten noch im Zusammenhang stehen. Die einzelnen Platten sind körperlich erhalten und aus kieseligem Substrat aufgebaut (Taf. 1, Fig. 1).

In den stärker verfestigten gebänderten Mikriten, die häufig dünne Dysodillagen enthalten, sind die Dinoflagellaten in der Regel unverseht. Allerdings ist hier die Schalensubstanz weggelöst, so daß nur Innenausgüsse oder

Außenabdruck der Theken vorliegen (Taf. 2, Fig. 1-6). Auch andere kieselige Gruppen wie die Chrysophyceen, Diatomeen und Schwammnadeln zeigen starke Lösungsspuren oder sind ebenfalls vollständig gelöst und nur als Abdrücke überliefert. Nähere Angaben hierzu sind in Schiller (1998) enthalten.

In Vergleichsproben aus Barbados (Quarry at Springfield, WRTR 44 und WRTR 45, Oceanic Formation, *Podocyrthis mitra* Zone), die reichlich Radiolarien und untergeordnet Diatomeen, aber kein kalkiges Nannoplankton führen, wurden mit unseren Funden übereinstimmende Dinoflagellaten-Platten gefunden. Diese stammen von der von Lefèvre (1933a, b) aufgestellten kieseligen Dinoflagellaten-Gattung *Peridinites*. Fast gleichzeitig beschrieb Deflandre (1933) ähnliche

Tafel 2

Peridinites cf. *sphaericus* Lefèvre 1933.

Fig. 1. Abdruck der Oberfläche einer Thekenaußenseite.

Fig. 2. Seitenverkehrte Kopie des Negatives von Fig. 1. Dadurch entsteht eine scheinbar positive Abbildung der Außenseiten-Oberfläche. Gleicher Maßstab wie Fig. 1.

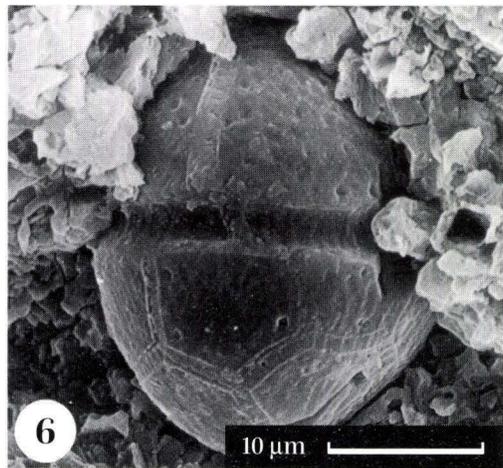
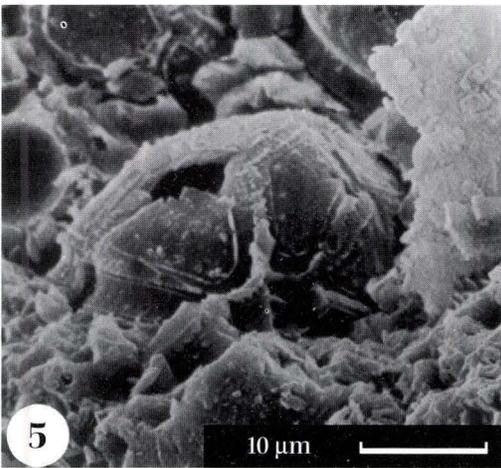
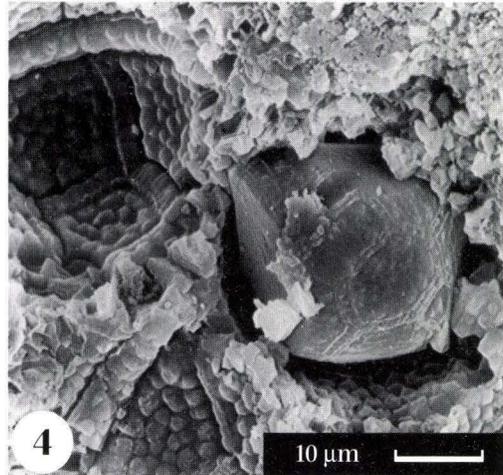
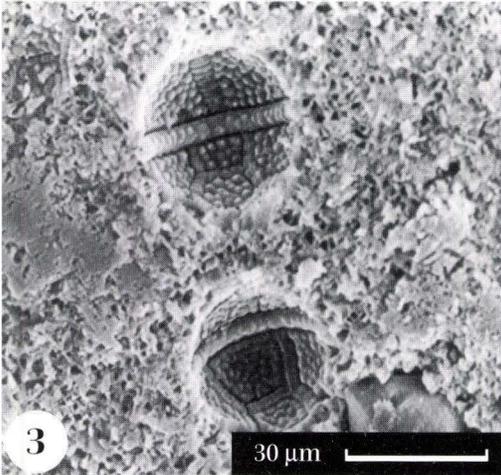
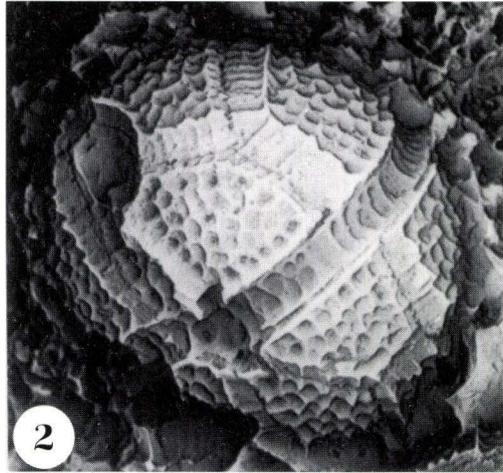
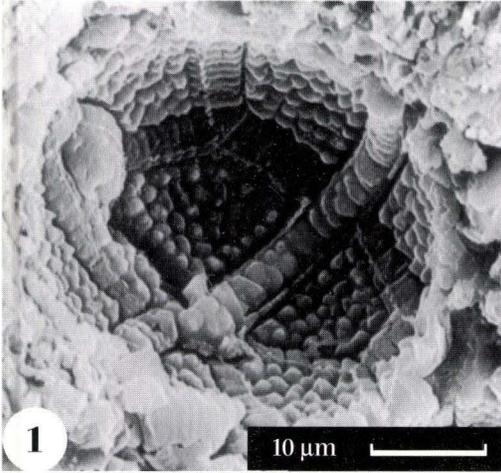
Fig. 3. Teilabdrücke von Thekenaußenseiten sowie ein Steinkern.

Fig. 4. Ausschnitt aus Fig. 3. Hier wird deutlich, daß es sich um Abdrücke handelt. Auf dem Steinkern ist das Plattenmuster gut erkennbar.

Fig. 5. Steinkern einer Theka, auf dem im Plattenmuster die Platte 1' auszumachen ist.

Fig. 6. Steinkern einer Theka mit Plattenmuster.

Alle Stücke von laminierten Karbonaten aus dem Haldenmaterial der ehemaligen Grube Sieblos/Rhön. Sieblos-Schichten, Unter-Oligozän.



kieselige Formen unter dem Gattungsnamen *Lithoperidinium* aus dem Paläogen von Neu-Seeland. Die seinerzeit diskutierte Frage, ob die Kieselsubstanz primär sei oder ob die Theken sekundär verkieselt wären (u. a. Deflandre 1949, Vozzhennikova 1963), scheint inzwischen dahin-

gehend beantwortet zu sein, daß man eine primäre Kieselsubstanz der Panzer annimmt (Harding & Lewis 1994). Die vorliegenden Befunde aus den Sieblos-Schichten sprechen ebenfalls für diese Deutung.

3. Beschreibung

Bei der Beschreibung der vorliegenden Dinoflagellaten-Gehäuse muß bedacht werden, daß es sich fast immer nur um Abdrücke der Außenwandung im Sediment oder um Steinkerne (Ausfüllungen) der Theken handelt. Jedoch sind die Abdrücke, besonders der Außenseite des Dinoflagellaten-Gehäuses von so hervorragender Qualität, daß man durch eine Umkehr der s/w Tonwerte ein scheinbar positives Bild der Außenseite-Oberfläche erhält.

Bei allen untersuchten und mit dem REM aufgenommenen Exemplaren scheint die Originalwandung weggelöst zu sein. Nun erlauben aber die in SiO_2 wohl erhaltenen Einzelplatten (Taf. 1, Fig. 1) den Rückschluß, daß diese in einigen Lagen nicht von der Lösung betroffen wurden und somit Reste der Originalwandung darstellen. Die gute Übereinstimmung des Oberflächenmusters mit den Negativ-Abdrücken der ganzen Dinoflagellaten-Gehäuse, besonders wenn sie phototechnisch ins Positiv umkopiert sind, ermöglicht eine partielle Rekonstruktion, wenn auch keine endgültige Beschreibung.

Die Dinoflagellaten-Gehäuse sind immer nur teilweise, bestenfalls zur Hälfte sichtbar, der andere Gehäuseteil ist beim Aufspalten mit dem Gegenstück weggebrochen oder im Fall der Steinkerne nicht erkennbar. So ist es vorerst nicht möglich, die genaue Zahl der Intercalarplatten und die Anzahl der auffallend langgestreckten Cingularplatten zu erfassen. Die Außenseite der Platten besteht aus zahlreichen eingetieften Gruben, die die gesamte Platte bedecken. Sie erscheinen in den Abdrücken als rundliche Warzen. Die Innenseite ist verhältnis-

mäßig glatt. Porenkanäle sind vorzugsweise im Randbereich, weniger im zentralen Teil zu erkennen. Auf mindestens einer Aufnahme (Taf. 2, Fig. 5) ist die rautenförmige Platte 1' zu erkennen. Wir haben es demnach mit Vertretern von *Peridinium* sensu lato zu tun. Der Äquatorial-Durchmesser liegt zwischen 20 und 30 μm , die Länge zwischen 30 und 40 μm . Alle gefundenen Dinoflagellaten-Reste scheinen einer einzigen Art anzugehören.

H. Gocht (Tübingen), der Einsicht in das umfangreiche REM-Bildmaterial nahm, machte noch auf folgende Merkmale aufmerksam: Die Platten werden von den Poren voll durchstoßen und lösen sich vollkommen voneinander ab. Die Überlappung einzelner Platten ist gut ausgeprägt. Beide Beobachtungen lassen erkennen, daß es sich bei den vorliegenden Stücken nicht um Zysten, sondern um Theken handelt.

Die geschilderten Merkmale (geringe Größe, die Bausubstanz SiO_2 zumindest der isolierten Platten, die langgezogenen Cingularplatten) erinnern stark an die von Lefèvre 1933 beschriebene Art *Peridinites sphaericus*. Die Stücke zeigen weiterhin eine gute Übereinstimmung mit der Neubeschreibung dieser Art durch Harding & Lewis (1994) und den dort veröffentlichten REM-Aufnahmen. Es erscheint daher erlaubt, die Exemplare aus den Sieblos-Schichten der Rhön mit Vorbehalt als *Peridinites cf. sphaericus* Lefèvre zu bezeichnen. Eine endgültige Klärung ist erst nach weiterer und eingehender Untersuchung von Material aus der Lagerstätte Sieblos, die von I. C. Harding (Southampton) begonnen wurde, zu erwarten.

4. Diskussion

Das Massenvorkommen der kieseligen Dinoflagellaten in den Sieblos-Schichten wirft eine Reihe von Fragen auf, die zur Zeit nur ungenügend beantwortet werden können.

Einmal sind Vertreter der Gattung *Peridinites* bisher nur aus vollmarinen Ablagerungen bekannt. Sie scheinen jedoch, wie der vorliegende Fall zeigt, anpassungsfähig zu sein. Im Vergleich mit der Delta 18 O-Kurve der Bohrung Sieblos 1994/2 (Rothe 1998) kommen sie allerdings nur in dem Bereich vor, der einen gewissen Salzgehalt zeigt. Selbst der Negativ-Ausschlag (= Süßwasser) bei ca. 28,50–29,00 m ist in der Verbreitungstabelle (Tab. 1) durch das Fehlen von Dinoflagellaten in den Proben 28,63 m und 28,75–28,90 m erkennbar. Zusätzliche Proben aus den nicht gebänderten Abschnitten der Bohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 (insgesamt 48 Proben) führten keine *Peridinites*-Reste.

Weiterhin ist die Herkunft der Primärpopulation im Siebloser Gewässer unklar. Keine der untersuchten zahlreichen Sedimentproben aus den marinen Latdorf-Schichten Norddeutschlands, dem nordhessischen Melanienton oder den Mittleren Pechelbronn-Schichten des Oberrheingrabens enthielt Reste dieser Dinoflagellaten-Gattung. Am ehesten könnte an eine Herkunft aus dem Oberrheingraben gedacht werden, da Doebl (1969) für die Mittleren Pechelbronn-Schichten zumindest Diatomeen als kieselschaliges Plankton in einer Tabelle auf-

führt. Allerdings wird für das Originalmaterial von Barbados angegeben, daß *Peridinites* außerordentlich selten ist. Auf 100 000 Radiolarien kommt gerade ein Exemplar von *Peridinites* (Harding & Lewis 1994). Desto mehr verwundert das Massenvorkommen in den Sieblos-Schichten. Die Massenvorkommen der vorliegenden *Peridinites*-Art scheinen saisonal bedingt zu sein, da im allgemeinen eine Wechsellagerung zwischen ihnen und der Anreicherung von Chrysophyceen-Zysten zu beobachten ist. *Peridinites* ist in hellen Lagen häufig (Taf. 1, Fig. 2), während die Chrysophyceen-Zysten in den dunklen Lagen dichte Packungen bilden (Taf. 1 Fig. 3). Ähnliche saisonale Abfolgen in Seesedimenten sind von verschiedenen Lokalitäten beschrieben worden, u. a. mit Chrysophyceen-Zysten vom Meerfelder Maar (Poth & Negendank 1993). Leider ist das Kernmaterial in dem gebänderten Abschnitt der Sieblos-Schichten in der Bohrung Sieblos 1994/2 stark zerstückelt, so daß diese Wechsellagerungen nicht über längere zusammenhängende Strecken verfolgt werden konnten.

Dank: Für Diskussionen und Hinweise danken wir Herrn Dr. H. Gocht (Tübingen), für die REM-Aufnahmen den Herren Dipl. Geol. W. Schiller und J. Tochtenhagen (Geol. Paläont. Inst. Univ. Frankfurt am Main).

5. Schriftenverzeichnis

- Deflandre, G. (1933): Note préliminaire sur un Péridinien fossile *Lithoperidinium oamaruense* n. g. n. sp. – Bull. Soc. Zool. France, **58**: 265–273; Paris.
- Deflandre, G. (1949): Les Dinoflagellés à thèque minéralisée. – 13. Congr. internat. Zool. Paris 1948, 3. sect.: 210–211; Paris.
- Doebl, F. (1969): Ein Oberflächen-Aufschluß in den Pechelbronn-Schichten (Sannois) bei Nackenheim (Westliches Mainzer Becken). – Oberhein. geol. Abh., **18**: 47–51; Karlsruhe.
- Eisenack, A. (1964): Katalog der fossilen Dinoflagellaten, Hystrichosphären und verwandten Mikrofossilien. Bd. 1. Dinoflagellaten. – 881 S; Stuttgart.
- Harding, I. C. & Lewis, J. (1994): Siliceous dinoflagellate thecal fossils from the Eocene of Barbados. – Palaeontology, **37**(4): 825–840; London.
- Lefèvre, M. (1933a): Recherches sur les Péridiniens fossiles des Barbades. – Bull. Mus. Paris, 2. ser., **5**: 415–418; Paris.
- Lefèvre, M. (1933b): Les *Peridinites* des Barbades. – Ann. Crypt. exot., **6**: 215–229; Paris.
- Martini, E. (1987): Nannoplankton

- aus dem nordhessischen Melanionton und von Sieblos/Rhön (Unter-Oligozän). – Geol. Jb. Hessen, **115**: 161–169; Wiesbaden.
- Martini, E. & Rothe, P. (1988): Die unteroligozäne „Braunkohlen“-Lagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön (Geologie, Paläontologie, Paläoökologie, Paläogeographie). – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 7–25; Fulda.
- Martini, E. & Rothe, P. (1993): Sieblos – A Lower Oligocene Messel-Type Deposit. – Kaupia. Darmstädter Beitr. Naturgesch., **2**: 39–53; Darmstadt.
- Martini, E. & Schrader, H. (1988): Diatomeen, Chrysophyceen, Nannoplankton, Dinoflagellaten und Schwammnadeln aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 55–60; Fulda.
- Poth, D. & Negendank, J. F. W. (1993): Paleoclimate reconstruction at the Pleistocene/Holocene transition - A varve dated microstratigraphic record from lake Meerfelder Maar (Westefel, Germany). – Lecture Notes in Earth Sciences, **49**: 207–222; Berlin–Heidelberg.
- Rothe, P. (1998): Der unteroligozäne See von Sieblos/Rhön. Salinitäts-Entwicklung nach geochemischen Untersuchungen an den Forschungsbohrungen 1994/1 und 1994/2. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die altpaläozoische Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 85–100; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Sarjeant, W. A. S. (1967): The stratigraphical distribution of fossil dinoflagellates. – Rev. Palaeobot. Palynol., **1**: 323–343; Amsterdam.
- Scheven, E. (1992): Sedimentäres Tertiär in der Umgebung der Wasserkuppe (Rhön) (TK 5525 Gersfeld und TK 5425 Kleinsassen). – Unveröff. Dipl. Arbeit Univ. Frankfurt a.M.: 97 S.; Frankfurt am Main.
- Schiller, W. (1998): Kieselige Mikroorganismen aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die altpaläozoische Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 173–199; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Vozzhennikova, T. F. (1963): Klass Peridineae (Dinoflagellateae). Peridinei, ili dinoflagellaty. – In: Y. A. Orlov: Osnovy Paleontologii, **14**: 171–186; Moskau (Russ.).

Kalkiges Nannoplankton von Sieblos/Rhön und dem Neuwieder Becken (Unter-Oligozän)

von

Erlend Martini & Wolfgang Schiller*

Martini, E. & Schiller, W. (1998): Kalkiges Nannoplankton von Sieblos/Rhön und dem Neuwieder Becken (Unter-Oligozän). – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 165–172, 1 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

Aus dem Unter-Oligozän der Fossilagerstätte Sieblos/Rhön und des Neuwieder Beckens werden drei Nannoplankton-Arten beschrieben und durch REM-Aufnahmen dokumentiert: *Coccolithus pelagicus* (Wallich), *Trochoaster simplex*

variabilis Martini, und *Nannoserratolithus dissolutus* n. gen. n. sp.. Ihr Vorkommen innerhalb nichtmariner Abfolgen wird zusammen mit den paläogeographischen Gegebenheiten diskutiert.

Abstract

Calcareous nannoplankton from Sieblos/Rhoen and the Neuwied Basin (Lower Oligocene)

Three nannoplankton species from the Lower Oligocene of the Fossilagerstätte Sieblos/Rhoen and the Neuwied Basin are described and documented by SEM pictures: *Coccolithus pelagicus*

(Wallich), *Trochoaster simplex variabilis* Martini, and *Nannoserratolithus dissolutus* n. gen. n. sp.. Their occurrence in non-marine sequences and the paleogeographic setting is discussed.

1. Einleitung

Erste Hinweise auf kalkiges Nannoplankton in den unteroligozänen Ablagerungen von Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön geben Best & Müller (1972) und Martini (1978). Nach Martini (1987) und Martini & Schrader (1988) handelt es sich bei den Funden aus dem Haldenmaterial eines

ehemaligen Dysodilabbaus um nur eine Art, die zunächst als *Trochoaster* sp. bezeichnet wurde. Die Untersuchung weiterer Formen der Gattung *Trochoaster* Klumpp 1953 aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten und dem nordhessischen Melanienton ergab, daß die Stücke von Sieblos

* Prof. Dr. E. Martini und Dipl.-Geol. W. Schiller, Geologisch-Paläontologisches Institut der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Senckenberganlage 32-34, D-60325 Frankfurt am Main

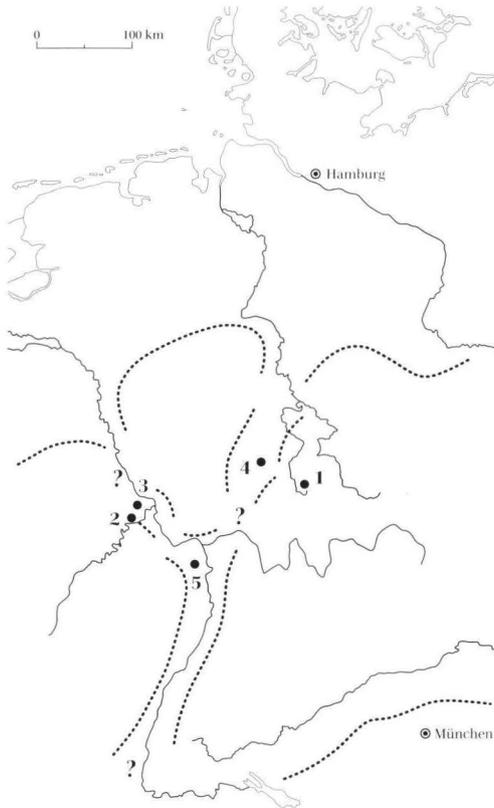


Abb. 1. Übersichtskarte mit den im Text erwähnten Lokalitäten: 1. Sieblos/Rhön, Bohrung Sieblos 1994/2 (TK 25, Bl. 5425 Kleinsassen, R 3565415, H 5596310). 2. Schrumpfbachtal bei Metternich (TK 25, Bl. 5710 Münstermaifeld, R 2599340, H 5568260). 3. Kärlicher Tongrube (TK 25, Bl. 5610 Bassenheim, R 2604750, H 5584200). 4. Bahneinschnitt bei Ziegenhain (TK 25, Bl. 5021 Ziegenhain, R 3517200, H 5644460). 5. Ehem. Tongrube Bodenheim-Nackenheim (TK 25, Bl. 6015 Mainz, R 3451700, H 5531800).
 = vermutliche ehemalige Küstenlinie.

zu der im Melanienton örtlich verbreiteten Unterart *Trochoaster simplex variabilis* Martini 1991 gehören. Das jetzt vorliegende neue Material stammt aus dem gebänderten Abschnitt der Sieblos-Schichten in der Forschungsbohrung Sieblos 1994/2 (Abb. 1, Loc. 1) und ermöglicht eine genauere Einordnung des *Trochoaster*-Vorkommens in die Abfolge von Sieblos.

Aus dem Neuwieder Becken wurden fast alle in Kadolsky (1975), Schäfer (1986) und Reichenbacher (1995) erwähnten Proben sowie zusätzliches Material auf Nannoplankton untersucht; jedoch konnte nur in einer Probe solches gefunden werden. Auch hier ist wieder ein Vertreter der Gattung *Trochoaster* häufig anzutreffen, untergeordnet kommt noch *Coccolithus pelagicus* (Wallich) vor. Die Probe „S 8, coll. Löhnertz“ stammt aus einem kleinen Profil im Schrumpfbachtal bei Metternich (Abb. 1, Loc. 2). Schließlich konnte bei eigenen Probennahmen (17.7.1995) in der Kärlicher Tongrube (Carl Heinrich Grube) im Aushub des Sumpfes auf der tiefsten Sohle eine weitere nannoplanktonhaltige Probe festgestellt werden (Abb. 1, Loc. 3). Bei dieser Probe „95/NW 12“ handelt es sich um einen hellen Ton, der weißlich trocknet und in kleine Plättchen zerfällt. Stratigraphisch gehört er wie auch die graugrünlichen Sedimentproben aus dem Sumpfaushub, die reichlich *Nystia duchastelii* (NYST), *Melanoides fasciata* (Sowerby) und Otolithen von *Dapaloides sieblosensis* (Winkler) führen, zum sogenannten G-Ton (Heizmann & Mörs 1994). Beide Vorkommen stammen aus den unteroligozänen Maifeld-Schichten, die von Meyer (1988) ohne überzeugende Begründung in das Mittel-Oligozän gestellt wurden.

Tafel 1

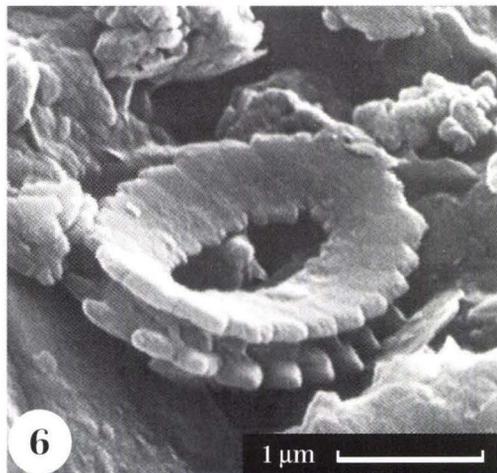
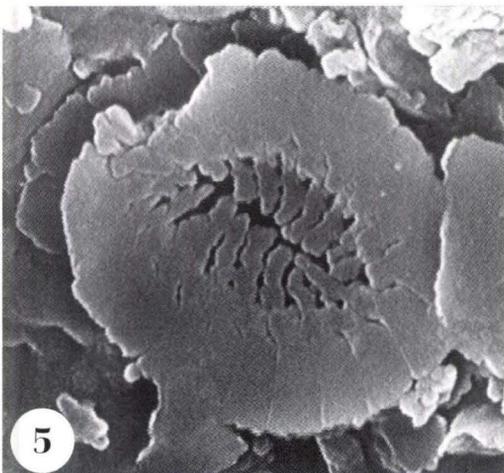
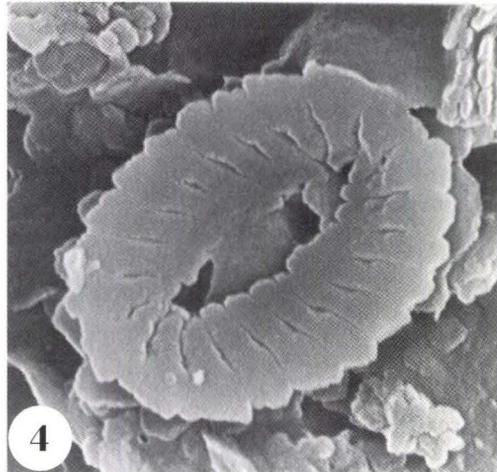
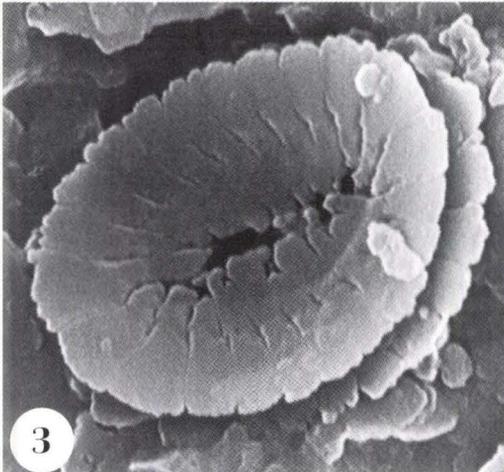
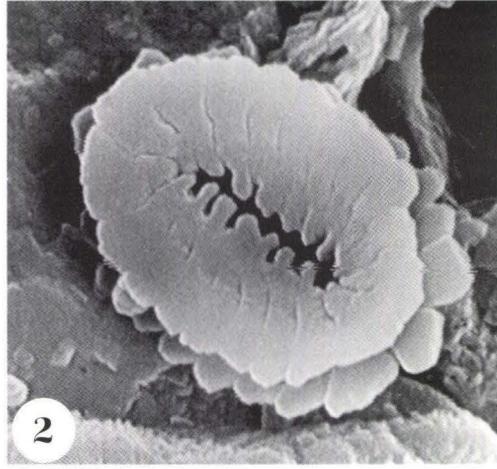
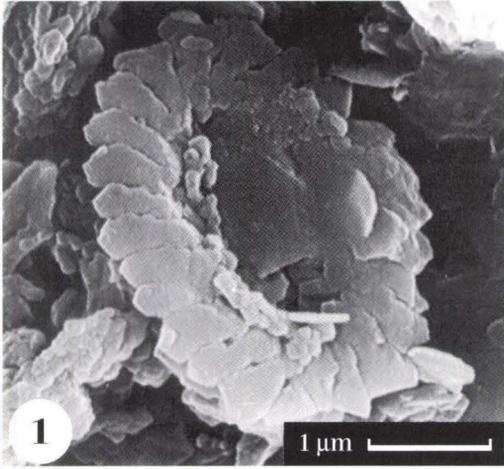
Fig. 1–6. *Nannoserratolithus dissolutus* n. gen. n. sp.

1. Distale Seite. 2–6. Proximale Seiten. REM.

2. Holotypus S.M.B 16196.

Alle Stücke aus Probe 95/NW 12, Kärlicher Tongrube, Sumpfaushub Tiefsohle, G-Ton (Maifeld-Schichten, Unter-Oligozän).

Maßstab Fig. 2, 3, 4, 5 siehe Fig. 6.



2. Beschreibung der Nannoplankton-Arten

Familie Coccolithaceae Kämtner 1928

Gattung *Coccolithus* Schwarz 1894

Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller
1930

ohne Abbildung

*1877 *Coccosphaera pelagica* n. sp. – Wallich, Observations on the Coccosphere, 348, Abb. 1, 2, 5, 11, 12.

1930 *Coccolithus pelagicus* (Wallich). – Schiller, Coccolithineae, 246, Abb. 123–124.

Bemerkungen: *C. pelagicus* ist eine Durchläuferart, die in vielen marinen Ablagerungen des Tertiärs vorhanden ist. Sie ist jedoch auch in nicht vollmarinen Schichten anzutreffen und bildet dort unter Umständen Massenvorkommen wie in den Cerithien-, *inflata*- und Hydrobien-Schichten des Oberrheingrabens, des Mainzer- und Hanauer Beckens (Martini 1978, 1988).

Im Neuwieder Becken wurde *C. pelagicus* bisher nur in einer Probe aus den unteroligozänen Maifeld-Schichten im Schrumpfbachtal bei Metternich beobachtet (Tab. 1). Die gefundenen Stücke entsprechen dem in Martini (1987: Taf. 1, Fig. 1) abgebildeten Exemplar aus dem nordhessischen Melanienton.

Familie Prinsiaceae Hay & Mohler 1967

Gattung *Nannoserratolithus* n. gen.

Diagnose: Kleine Formen, die aus 2 Schilden bestehen und ein grillähnliches Zentralfeld besitzen. Die einzelnen Sektoren der Schilde sind verhältnismäßig breit und dick.

Diagnosis: Small forms consisting of two shields and a rib-like central area. The elements of the shields are relatively broad and thick.

Typus-Art: *Nannoserratolithus dissolutus* n. sp.

Bemerkungen: Vertreter der Gattung *Reticulofenestra* Hay, Mohler & Wade 1966 sind dünnplattiger und ihre beiden Schilde besitzen wesentlich mehr Sektoren. Das Zentralfeld ist von den Schilden deutlich abgesetzt und feinmaschiger.

Vertreter der neuen Gattung *Nannoserratolithus* könnten auf limnische, bzw. auf schwach brackische Bereiche beschränkt sein.

Nannoserratolithus dissolutus n. sp.

Taf. 1, Fig. 1-6

Holotypus: Das auf Taf. 1, Fig. 2 abgebildete Exemplar SM. B 16196.

Locus typicus: Kärlicher Tongrube (TK 25, Bl. 5610 Bassenheim, R 2604750, H 5584200).

Stratum typicum: G-Ton (=Maifeld-Schichten), Unter-Oligozän.

Derivatio nominis: *dissolutus* (lat.) = gelockert.

Beschreibung: Kleine Form aus zwei Schilden bestehend, wobei der distale Schild den proximalen geringfügig überragt. 20–26 Sektoren, die an den äußeren Rändern schräg zugespitzt sind. Auf der Unterseite sind zwischen den Sektoren jeweils Schlitzte ausgebildet. Die Sektoren des proximalen Schildes gehen mit einem Knick in eine grillartige Struktur im zentralen Teil über, die in der Längsachse nicht geschlossen ist.

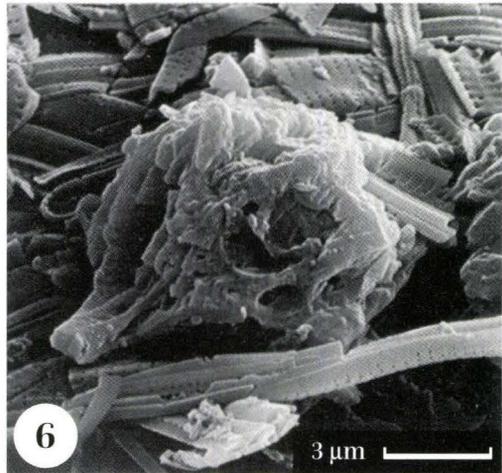
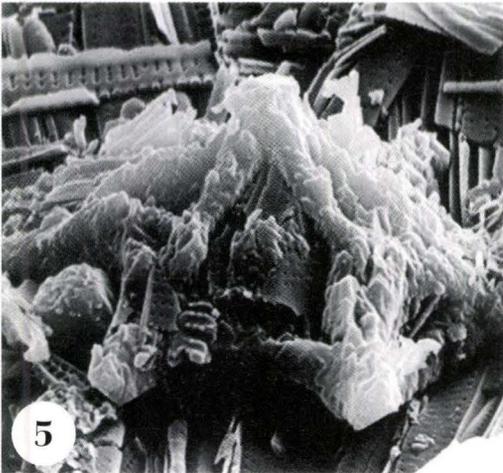
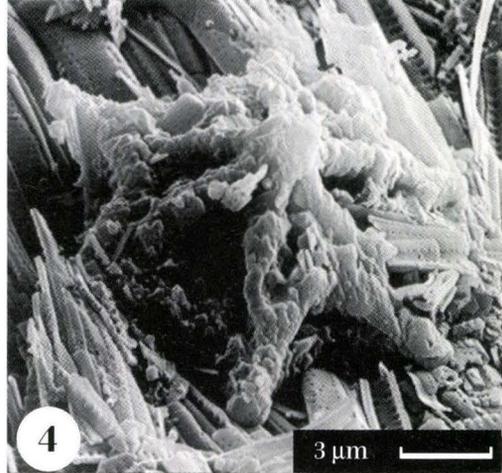
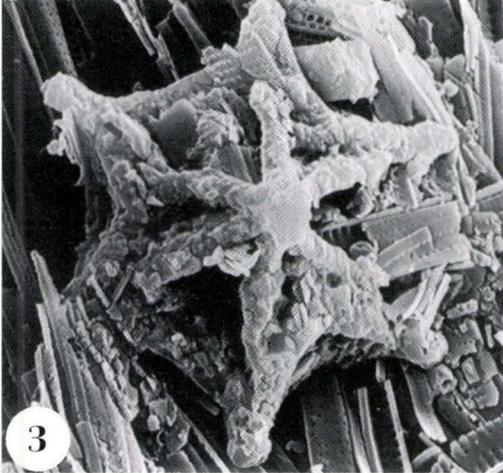
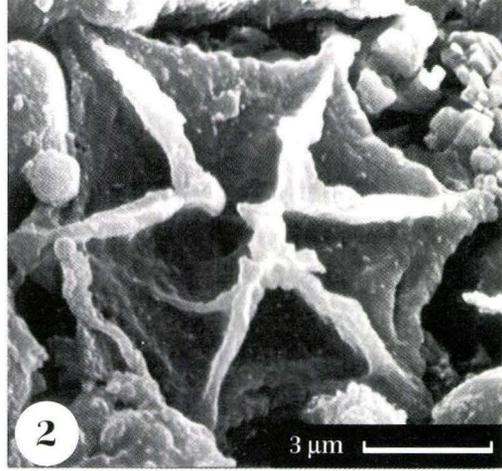
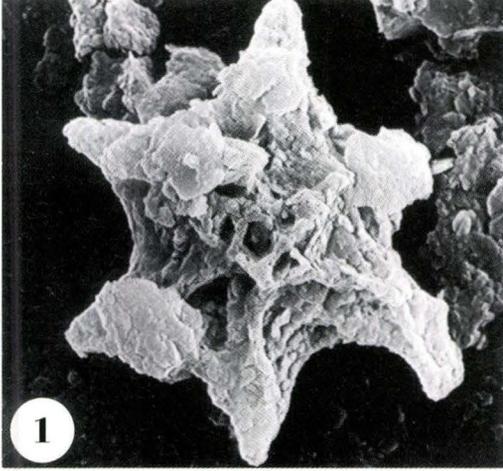
Diagnosis: Small forms consisting of two shields with a distinct central area. The distal shield overlaps the proximal one slightly. Each shield is built out of 20 to 26 elements, which are tapering with a central offset at their outer

Tafel 2

Fig. 1–6. *Trochoaster simplex variabilis* Martini 1991.

1. Gewölbte Seite. REM. Probe S 8, Schrumpfbachtal bei Metternich, Maifeld-Schichten, Unter-Oligozän.
2. Flache Seite. REM. Probe Si 20, gebänderter Mikrit. Ehemalige Grube Sieblos, Halde am Bach.
3–6. Gewölbte Seite. REM. Bohrung Sieblos 1994/2: 27,35 m. Sieblos-Schichten, Unter-Oligozän.

Maßstab Fig. 1 und 3 siehe Fig. 4; Maßstab Fig. 5 siehe Fig. 6.



margin. On the proximal side slits are present between the elements of the lower shield. The elements of this shield are slightly bent inwards to form a rib-like central structure, which is not closed along the main axis.

Maße: Länge 3–4 µm. Breite 2–3 µm.

Vorkommen: Bisher nur von dieser Lokalität bekannt. Möglicherweise auch in den weniger marinen Bereichen der Mittleren Pechelbronn-Schichten im Oberrheingraben.

Familie Lithostromatiaceae Deflandre

1959

Gattung *Trochoaster* Klumpp 1953

Trochoaster simplex variabilis Martini 1991

Taf. 2, Fig. 1-6

1987 *Trochoaster* sp. – Martini, Nannoplankton Melanienton und Sieblos, 166, Taf. 1, Fig. 10-12.

1988 *Trochoaster* sp. – Martini & Schrader, Diatomeen usw. Unter-Oligozän Sieblos, 59, Abb. 10.

*1991 *Trochoaster simplex variabilis* n. subsp. – Martini, Endemische Vertreter *Trochoaster*, 171, Taf. 1, Fig. 1-8, Taf. 2, Fig. 1-12.

Bemerkungen: Die Siebloser Exemplare entsprechen weitgehend der Beschreibung der Population aus dem Melanienton von Ziegenhain (Martini 1991). Sie sind im allgemeinen sechsstrahlig, es kommen jedoch auch fünf-, sieben- und neunstrahlige Formen vor. Alle Stücke sind kompakter als die Exemplare von Ziegenhain; außerdem ist eine deutliche Tendenz zu rundlichen Formen – ähnlich *Trochoaster operosus* (Deflandre) – erkennbar. In der Abfolge der Bohrung Sieblos 1994/2 wurde der Anfang der Entwicklung der *Trochoaster*-Population in Form von kleinen rudimentären Exemplaren bei 27,90 m gefunden. Am besten ausgebildet und am häufigsten ist die Unterart in den Proben 27,40 m und 27,35 m (Taf. 2, Fig. 3–6). Im weiteren Verlauf der *Trochoaster*-Entwicklung im Gewässer von Sieblos werden die Exemplare rundlicher und dicker, die Konstruktion auf der gewölbten Seite wird länger und turmartig (Taf. 2, Fig. 6). In

Tab. 1. Häufigkeit der Nannoplankton-Arten in den häufigen Proben der Forschungsbohrung Sieblos 1994/2 und aus dem Neuwieder Becken.

Proben	<i>Coccolithus pelagicus</i>	<i>Nannoseriatolithus dissolutus</i>	<i>Trochoaster simplex variabilis</i>
a) Bohrung Sieblos 1994/2			
25,65–25,90 m A			•
B			•
F			••
G			••
27,00 m			••
27,35 m			•••
27,40 m			••
27,90 m			•
b) Neuwieder Becken			
Schrumpfbachtal S 8	•		••
Kärlicher Tongrube 95/NW 12		••	

• = selten, •• = mäßig häufig, ••• = häufig

den Schmierpräparaten liegen sie aufgrund ihres Schwerpunktes umgekippt auf der Seite. Insgesamt nimmt die Häufigkeit wieder ab und in der Probe 25,65–25,90 m A sind nur noch einige rudimentäre Exemplare (?Kümmernformen) vorhanden. Damit scheint die Population erloschen zu sein. Die Stücke aus dem Schrumpfbachtal (Neuwieder Becken) sind etwas besser erhalten. Neben sechsstrahligen (Taf. 2, Fig. 1) wurden in Einzelfällen vier- und neunstrahlige Exemplare gefunden. Aber auch hier hat man den Eindruck, daß möglicherweise sekundär angelagerter Kalzit die filigrane Struktur wie bei den Siebloser Stücken überprägt.

Vorkommen: Neben zahllosen Proben aus den Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 wurden 30 Proben zwischen 25,30 m und 30,90 m aus dem gebänderten Abschnitt der Sieblos-Schichten in der Bohrung Sieblos 1994/2 genauer untersucht. Von diesen enthielten nur

acht Proben *Trochoaster simplex variabilis* (Tab. 1). Kieselige Fossilien (Diatomeen, Schwammnadeln, Chrysophyceen und kieselige Dinoflagellaten) kamen dagegen in 23 Proben dieses Abschnittes vor (vgl. Tab. 1 in Martini & Weiler 1998). Weitere Exemplare von *T. simplex variabi-*

lis stammen aus vergleichbarem gebändertem Material der Bergwerkshalden der ehemaligen Grube Sieblos (Taf. 2 Fig. 2). *T. simplex variabilis* ist bisher nur aus dem Unter-Oligozän (Sieblos-Schichten, Melanienton, Mittlere Pechelbronn-Schichten, Maifeld-Schichten) bekannt.

3. Diskussion

Wohl ausgebildete Exemplare der Gattungen *Trochoaster* und *Lithostromation* sind aus verschiedenen küstennahen marinen Ablagerungen des Tertiärs beschrieben worden (Klumpff 1953, Martini 1961, Stradner & Papp 1961, Sherwood & Levin 1972). In nicht vollmarinen Ablagerungen neigen *Trochoaster*-Arten bisweilen zur Massenvermehrung und Ausbildung von endemischen Formen (Best & Müller 1972, Martini 1978, 1988, 1991). Aufgrund der Anwesenheit einer *Trochoaster*-Art, einiger Diatomeen sowie kieseliger Dinoflagellaten wurden marine Einflüsse ausgehend aus dem Ablagerungsgebiet des nordhessischen Melanientons für das Siebloser Gewässer für möglich gehalten (Martini & Schrader 1988, Martini & Rothe 1988, 1993). Allerdings gründete sich dieser Verdacht nur auf unhorizontiertes Probenmaterial aus den alten Bergwerkshalden. Die Begrenzung dieser Arten auf den gebänderten Abschnitt der Sieblos-Schichten in der Bohrung Sieblos 1994/2 und die dort gemessenen Delta 18 O-Werte (Rothe 1998), machen einen Salzgehaltanstieg durch Eindampfung des Gewässers wahrscheinlicher. In diesem Fall wären die „marine Einflüsse“ anzeigenden Arten vermutlich aus dem ca. 60 km bzw. ca. 120 km entfernten Ablagerungsräumen des Melanientons bzw. der Mittleren Pechelbronn-Schichten eingeschleppt worden und hätten sich unter den nur vorübergehend günstigen Bedingungen vermehrt. Als Transportmittel dis-

kutierte Kadolsky (1988) den Eintrag dieser Organismen durch Wasservögel. Für einige Formen käme wegen geringer Partikelgröße auch Windtransport in Frage.

Für das Neuwieder Becken wurde eine zeitweilige Verbindung zum Oberrheingraben und dem Mainzer Becken aufgrund von Gastropoden (Kadolsky 1975), Ostracoden und Foraminiferen (Schäfer 1986), Charophyten (Schwarz 1994) und Fischen (Reichenbacher 1995) angenommen. Das nun vorliegende Nannoplankton aus dem Schrumpfbachtal scheint diese Möglichkeit zu bestätigen. Ob eine weitergehende Verbindung nach NW zum Nordseebecken bestand, bleibt jedoch weiterhin fraglich (Martini 1990). Die Funde der neuen Nannoplankton-Art im G-Ton der Kärlicher Tongrube können zunächst nichts zur Beantwortung dieser Frage beitragen, da sie bisher nur von dieser Lokalität bekannt ist. In den Mittleren Pechelbronn-Schichten gibt es jedoch eine vergleichbare kleine Art, die noch nicht elektronenmikroskopisch untersucht wurde. Hier müssen weitere Ergebnisse abgewartet werden.

Dank: Für Diskussionen und Hinweise danken wir Frau Prof. Dr. K. von Salis (Geol. Inst. ETH Zürich) und für Photoarbeiten Herrn B. Kahl (Geol.-Paläont. Inst. Univ. Frankfurt am Main).

6. Schriftenverzeichnis

- Best, G. & Müller, C. (1972): Nannoplankton-Lagen im Unter-Miozän von Frankfurt am Main. – *Senckenbergiana lethaea*, **53** (1/2): 103–107; Frankfurt am Main.
- Heizmann, E. P. J. & Mörs, T. (1994): Neue Wirbeltierfunde aus dem Oberoligozän der Tongrube Kärlich und ihre Bedeutung für die Tertiär-Stratigraphie des Neuwieder Beckens (Rheinland-Pfalz, Deutschland). – *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **192**(1): 17–36; Stuttgart.
- Kadolsky, D. (1975): Zur Paläontologie und Biostratigraphie des Tertiärs des Neuwieder Beckens. I. Taxonomie und stratigraphische Bedeutung von Mollusken. – *Decheniana*, **128**: 113–137; Bonn.
- Kadolsky, D. (1988): Mollusken aus dem Oligozän von Sieblos a. d. Wasserkuppe/Rhön. – *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **24**: 99–129; Fulda.
- Klumpp, B. (1953): Beitrag zur Kenntnis der Mikrofossilien des Mittleren und Oberen Eozän. – *Palaeontographica*, **A103**(5/6): 377–406; Stuttgart.
- Martini, E. (1961): Der stratigraphische Wert der Lithostromatoiden. – *Erdoel-Z.*, **77**(3): 100–103; Wien.
- Martini, E. (1978): Massenvorkommen von Nannoplankton in den Cerithien-Schichten des Mainzer Beckens und des Oberrheingrabens (Ober-Oligozän). – *Mainzer geowiss. Mitt.*, **7**: 155–169; Mainz.
- Martini, E. (1987): Nannoplankton aus dem nordhessischen Melanionten und von Sieblos/Rhön (Unter-Oligozän). – *Geol. Jb. Hessen*, **115**: 161–169; Wiesbaden.
- Martini, E. (1988): Nannoplankton-Massenvorkommen in den Corbicula- (= Schichten mit *Hydrobia inflata*) und Hydrobienstschichten des Oberrheingrabens, des Mainzer- und des Hanauer Beckens (Miozän). – *Geol. Jb.*, **A 110**: 205–227; Hannover.
- Martini, E. (1990): The Rhinegraben system, a connection between northern and southern seas in the European Tertiary. – *Veröff. Übersee-Mus.*, **A 10**: 83–98, 208–211; Bremen.
- Martini, E. (1991): Endemische Vertreter der Gattung *Trochoaster* (kalkiges Nannoplankton) im westdeutschen Unter-Oligozän. – *Geol. Jb.*, **A 128**: 167–177; Hannover.
- Martini, E. & Schrader, H. (1988): Diatomeen, Chrysophyceen, Nannoplankton, Dinoflagellaten und Schwammnadeln aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **24**: 55–60; Fulda.
- Martini, E. & Rothe, P. (1988): Die unteroligozäne „Braunkohlen“-Lagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. (Geologie, Paläontologie, Paläoökologie, Paläogeographie). – *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **24**, 7–25; Fulda.
- Martini, E. & Rothe, P. (1993): Sieblos - A Lower Oligocene Messel-Type Deposit. – *Kaupia. Darmstädter Beitr. Naturgesch.*, **2**: 39–53; Darmstadt.
- Martini, E. & Weiler, H. (1998): Zum Vorkommen von kieseligen Dinoflagellaten in den unteroligozänen Sieblos-Schichten der Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – *Geol. Abh. Hessen*, **104**: 157–164; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Meyer, W. (1988): Geologie der Eifel. – 618 S.; Stuttgart (Schweizerbart).
- Reichenbacher, B. (1995): Unteroligozäne Fische (Otolithen) aus dem Neuwieder Becken (Rheinisches Schiefergebirge, West-Deutschland). – *Paläont. Z.*, **69**(1/2): 241–255; Stuttgart.
- Rothe, P. (1998): Der unteroligozäne See von Sieblos/Rhön. Saliinitätsentwicklung nach geochemischen Untersuchungen an den Forschungsbohrungen 1994/1 und 1994/2. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – *Geol. Abh. Hessen*, **104**: 85–100; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Schäfer, P. (1986): Eine unteroligozäne Mikrofauna von Bubenheim bei Koblenz (Tertiär, Neuwieder Becken). – *Mainzer geowiss. Mitt.*, **15**: 65–76; Mainz.
- Schwarz, J. (1994): Unteroligozäne Charophyten aus dem Neuwieder Becken (Mittelrhein, West-Deutschland). – *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.* **191**(3): 445–459; Stuttgart.
- Sherwood, R. W. & Levin, H. L. (1972): A closer look at *Trochoaster simplex* Klumpp. – *J. Paleont.*, **46**(4): 591–594; Tulsa/Oklahoma.
- Stradner, H. & Papp, A. (1961): Tertiäre Discoasteriden aus Österreich und deren stratigraphische Bedeutung. – *Jb. Geol. Bundesanst., Sonderbd.* **7**: 160 S.; Wien.

Kieselige Mikrofossilien aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön

von
Wolfgang Schiller*

Schiller, W. (1998): Kieselige Mikrofossilien aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 173–199, 1 Abb., 1 Tab., 9 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

Ein extrem feinlaminiertes Sedimentabschnitt bei ca. 28,05 m Bohrtiefe der Kernbohrung Sieblos 1994/2 enthält gut erhaltene kieselige Mikrofossilien. Die Fossilvergesellschaftung setzt sich zusammen aus archaischen limni-

schen, brackischen und marinen Diatomeen, Zysten von Chrysophyceen, kieseligen Resten einer Dinoflagellaten-Art, kieseligen Schalenplättchen von Thekamöben und Schwammnadeln von Süßwasserschwämmen.

Abstract

Siliceous microfossils from Lower Oligocene deposits of Sieblos/Rhoen

An extremely thin laminated sequence of core drilling Sieblos 1994/2 at 28.05 m depth contains well preserved siliceous microfossils. This fossil assemblage consists of archaically limnic,

mesohaline and marine diatoms, chrysophycean cysts, siliceous remains of a dinophycean species, siliceous shell-plates of testate amoebae and spicules of freshwater sponges.

1. Einleitung und Stand der Forschung

Die feingeschichtete „Papierkohle“ der unteroligozänen Fossilfundstätte Sieblos/Rhön, wurde bereits von Hassenkamp (1858: 203 f.) als mögliche Infusorienablagerung (= Diatomit) eines klaren Süßwassersees gedeutet. Obwohl dem Autor zur damaligen Zeit keine Möglichkeit einer mikroskopischen Untersuchung zur Verfügung stand, erkannte er bereits die im Ge-

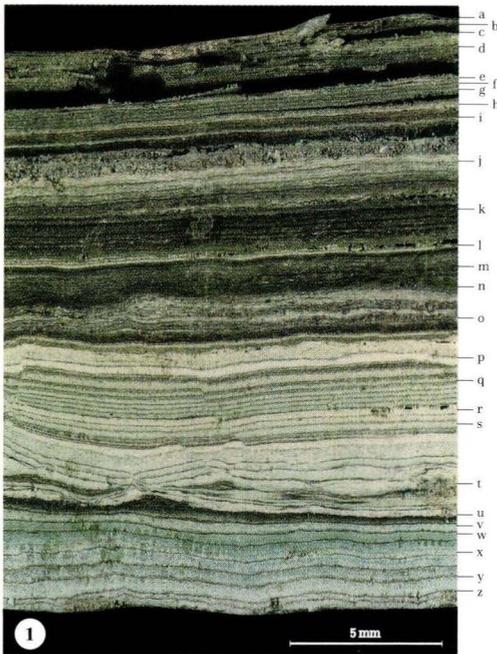
gensatz zu anderen kohligten Ablagerungen der Rhön stehende außergewöhnliche Ausbildung dieses Sedimentes und verglich die Papierkohle von Sieblos mit dem „Polirschiefer“ von Bilin und Kassel. Ein weiterer Hinweis auf Kieselalgen stammt von Sandberger (1879: 180), der eine Papierkohle und „weisse Diatomeenschiefer“ mit gut erhaltenen Fischresten von Sieblos be-

* Dipl.-Geol. W. Schiller, Geologisch-Paläontologisches Institut der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Senckenberganlage 32-34, D-60325 Frankfurt am Main

schrrieb. Speiser (1914: 1) bezeichnete die laminierten Sedimente von Sieblos als Sapropelit und Teerschieferkohle, deren Bitumengehalt er auf tierische und pflanzliche Makrofossilien zurückführte. Diese Organismenreste wurden in einem „stillstehenden See“ unter anaeroben Bedingungen zu einem „organischen Schlamm“ umgewandelt, der mit „Kalk- und Kieselschalen kleiner Wassertiere“ vermischt ist. Das Vorhandensein von Diatomeen wird dann erst wieder bei Weber (1955: 159) und Martini (1967) erwähnt. In Martini (1987: 166) befindet sich der erste Hinweis auf (kieselige) Panzerplatten eines möglichen Dinoflagellaten. Schließlich wurde von Martini & Schrader (1988) eine nähere Beschreibung der Diatomeen und weiterer kieseliger Mikrofossilien gegeben. Scheven (1992) beschäftigte sich im Rahmen ihrer Diplomarbeit unter anderem auch mit den Dinophyceen- und

Chrysophyceen-Resten einer ausgewählten feingeschichteten Sedimentprobe von den alten Bergwerkshalden der Grube Sieblos. Weitere Untersuchungen an dem Dysodil von Sieblos führten zu dem Nachweis von Gemmula-Nadeln des Süßwasserschwamms *Ephydatia* (Martini & Schiller 1995). Die Kernbohrung Sieblos 1994/2 durchörterte von ca. 26 bis 30 m diatomeenführende Gesteine. Bei ca. 28,05 m Profiltiefe wurde ein extrem feinelaminiertes Sediment angetroffen, das fast ausschließlich aus kieseligen Mikroorganismen aufgebaut wird. Nach eingehender Untersuchung dieses Materials wurde von Schiller & Lange-Bertalot (1997) die neue Diatomeen-Gattung und -Art *Eolimna martinii* aufgestellt. Die kieselige Mikrofossil-Vergesellschaftung aus dieser Profiltiefe soll in der hier vorliegenden Arbeit näher beschrieben werden.

2. Untersuchungsmethoden



Die Kernbohrung Sieblos 1994/2 traf von 25,30–30,90 m gebänderte und feinelaminierte Sedimentabschnitte der Sieblos-Schichten an (vgl. Hottenrott et al. 1998), wie sie auch seit langer Zeit in ähnlicher Ausbildung von den alten Halden der „Braunkohlen“-Grube Sieblos bekannt sind. Diese feingeschichteten Sedimente neigen ganz besonders bei Druckentlastung und Austrocknung zum Aufblättern. Bedingt durch den Bohrvorgang wurden die Sedimentlagen sehr häufig abgeschert, so daß der Bohrkern aus diesem Bereich stark fragmentiert wurde. Das vorhandene Bohrkernmaterial läßt aber noch deutlich erkennen, daß neben nahezu ungestört abgelagerten Sedimenten (vereinzelt mit slumping-Strukturen) auch stark aufgearbeitetes Material in dem ehemaligen Gewässer von Sieblos

Abb. 1. Feinelaminiertes Kieselgur-Sediment, Kernbohrung Sieblos 1994/2, Profiltiefe 28,05 m. Die Buchstaben a bis z an der rechten Seite markieren die mit dem REM untersuchten Schichtflächen. Auflichtaufnahme, Maßstab 5 mm.

resedimentiert wurde. Die Untersuchung wurde bewußt auf einen sehr kleinen Sedimentabschnitt beschränkt, der einerseits extrem feinlaminiert ist und gut erhaltene kieselige Mikrofossilreste lieferte und andererseits ohne sichtbare Aufarbeitung zur Ablagerung kam. Das Probenmaterial wurde zunächst senkrecht zur Schichtung angeschnitten und dokumentiert (Abb. 1). Bei Lupenvergrößerung erkennt man, daß die einzelnen Laminae z.T. deutlich dünner

als 100 µm sind. Das Probenklötzchen wurde dann in Richtung der Schichtflächen aufgespalten und die auf diese Weise gewonnenen Sedimentflächen (siehe Abb. 1, Proben a bis z) für REM-Untersuchungen vorbereitet. Die hierfür nicht benötigten Probenreste wurden zu einem Teil aufgeschlämmt und als lichtmikroskopische Schmierpräparate weiterverarbeitet. Der andere Teil diente als Präparat für eine röntgendiffraktometrische Gesteinsanalyse.

Tab. 1. Fossil-Verteilung der kieseligen Mikroorganismen; Kernbohrung Sieblos 1994/2, Profiltiefe 28,05 m. Die Buchstaben a-z entsprechen den Sedimentflächen von Abb. 1.

	<i>Hyalodiscus</i> sp.	<i>Chaetoceros</i> sp.	<i>Fragilaria</i> cf. <i>capucina</i>	<i>Fragilaria</i> sp.	<i>Achnanthes</i> cf. <i>minutissima</i>	<i>Cocconeis</i> sp.	<i>Frustulia</i> sp.	<i>Pinnularia</i> sp.	<i>Eolimna martinii</i>	<i>Cadoneis</i> sp.	<i>Amphora</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.	<i>Peridinites</i> cf. <i>sphaericus</i>	<i>Cysta sphaerica</i>	<i>Trinema</i> cf. <i>lineare</i>	Monaxone
a		•	•	•	••	•						••••	••••			•
b			•	•	•	•						••••	••••			
c	•	•••				•		•				••••	••••			
d	•			•••	•	•••	•••	•	•••		••	•		••••		••
e		•							•		•			••••		
f	•					•					•		••••	••••		•
g				•		•••			•		•		••••			
h				•••		•••			••		•		••••	••••		•
i	•	•••	•	•••				•	•		•		••	••••	•••	••
j			•	••	•			•	•••	••	•		••••	••••	•••	•
k				•		•	•	•••	•••		••	•	•••			•
l	••	••••			•••	•		••	•••		•			••••		••
m				•••		•								••••		•
n	••	••••	•	•••		•••		••					••	••••		••
o	•	••••	•			•••		••						••••		•
p		••••												•••		
q		••••												••		
r		••••												••••		
s		••••				•								•		•
t		••	•	•	•			•			•			•••		
u		•••												•••		
v	•		•		•	••		••			•	•	••••	••••		
w		•••	•			•		•					••••	••••		
x		•••											••••	••••		
y		•••	•	•	•	••		•			•	•	••••			•
z		••••				•		•					•			••

• = selten, •• = mäßig häufig, ••• = häufig, •••• = massenhaft

3. Gesteinsbeschreibung

Die feinlaminierten, kieseligen und fossilreichen Sedimente der Sieblos-Schichten wurden in der Literatur mit unterschiedlichen Namen belegt. Während in den älteren Publikationen die Bezeichnungen „Papierkohle“, „Braunkohle“, „Blätterkohle“, „Teerschieferkohle“ und „Dy-sodil“ häufig verwendet wurden, setzt sich im modernen Schrifttum der Begriff „Shale“ immer mehr durch (vgl. Martini & Rothe 1988 und Martini & Rothe 1993). Dieser neutrale Gesteinsname bietet sich besonders an, da die Ausbildung der laminierten Sieblos-Schichten keinesfalls einheitlich oder homogen ist. Sowohl die Farbe als auch die petrographische Zusammensetzung des Gesteins kann bereits kleinmaßstäblich stark variieren. Besonderen Einfluß auf das makroskopische Erscheinungsbild übt der unterschiedliche Anteil an organischer Substanz („Bitumen“) aus. Die Farbe von Kieselgur-Lagen ist je nach Anteil der organischen Substanz sehr verschieden. Das große Porenvolumen dieser Sedimentlagen kann von migrierendem Bitumen eingenommen werden. Einen besonderen Anteil an der Bildung der organischen Substanz lieferten natürlich auch die Algen mit ihren Zellinhaltsstoffen selbst. Durch Oxidationsprozesse kann der Bitumengehalt auch (völlig) herabgesetzt werden und das Sediment wird deutlich heller.

Das untersuchte Probenmaterial ist sehr feingeschichtet (siehe Abb. 1). Der Wechsel von hellen und dunklen Lagen verleiht dem Gestein ein laminiertes Erscheinungsbild. Die dunkle, grün-

lichgraue Farbe ist auf den Anteil der organischen Substanz zurückzuführen. Vorzugsweise spaltet das Gestein in den dunklen Lagen auf. Von der Bildmitte abwärts dominieren helle, kompakte und karbonatische Laminae, die von sehr dünnen, dunklen Kieselgur-Lagen begrenzt werden. Im Anschnitt senkrecht zur Schichtung erkennt man, daß das Sedimentgefüge von zahlreichen kleinen Störungen durchsetzt ist. Größere Sedimentblöcke lassen zahlreiche Strukturen erkennen, die auf Mikroturbidite, subaquatische Rutschungen und Sedimentsetzung zurückzuführen sind.

Die mikroskopischen Untersuchungen ergaben, daß die Kieselgur-Lagen fast ausschließlich aus stark zerbrochenen Schalen von Diatomeen, Thekenplatten des Dinoflagellaten *Peridinites* cf. *sphaericus* und den Zysten von Goldalgen bestehen. Größere Schalen von Diatomeen sind besonders stark von Kompaktion betroffen. Lediglich kleine und dickwandige Organismen-Reste sind nicht zerknackt. Kieselsäure-Lösung als Folge diagenetischer Überprägung fand in dem untersuchten Sedimentabschnitt fast nicht statt. Die Auswertung der Fossil-Vergesellschaftung wurde weitgehend mit Hilfe des Rasterelektronenmikroskops (REM) durchgeführt. Lichtmikroskopische Präparate zeigen nur sehr schwer identifizierbare Schalenfragmente. Die röntgendiffraktometrische Analyse ergab eine petrographische Zusammensetzung des Sedimentes aus Opal-A, Calcit und Quarz.

4. Fossilinhalt

Das untersuchte Kieselgur-Sediment der Kernbohrung Sieblos 1994/2, Profiltiefe 28,05 m, enthält sowohl pflanzliche als auch tierische kieselige Fossilreste von aquatisch lebenden Mikroorganismen. Den überwiegenden Anteil am Gesteinsaufbau stellen die Schalen von Kieselalgen, Panzerplatten der Dinoflagellaten-Art

Peridinites cf. *sphaericus* (vgl. Martini & Weiler 1998) und die Zysten von Goldalgen. Schwammnadeln von Süßwasserschwämmen und die nestartigen Ansammlungen der Schalenplättchen von Thekamöben wurden nur sehr viel seltener gefunden.

4.1. Beschreibung der Kieselalgen

Reich Protista Haeckel 1866

Stamm Bacillariophyta Hustedt 1930

Klasse Bacillariophyceae Dangeard 1933

Ordnung Melosirales Crawford 1990

Familie Hyalodiscaceae Crawford 1990

Gattung *Hyalodiscus* Ehrenberg 1845

Hyalodiscus sp.

Taf. 2, Fig. 2, Taf. 5, Fig. 1-2

Dimensionen: Durchmesser ca. 28–34 μm , Thekenhöhe ca. 12 μm , Wandstärke ca. 3 μm , Umbilicus 12–15 μm (ca. halber Schalendurchmesser), ca. 40 Areolenreihen in 10 μm .

Beschreibung: Die dickwandigen Schalen sind kreisrund und konvex gewölbt (hemisphärisch); Umbilicus flach oder konkav und nicht perforiert. Am inneren Mantelrand erkennt man einen Ring von einfachen Rimoportulae.

Häufigkeit: Selten bis mäßig häufig.

Bemerkung: *Hyalodiscus* sp. von Sieblos besitzt eine gewisse Ähnlichkeit mit *H. scoticus* (Kützing 1844) Grunow 1879, der z.B. aus der westlichen Ostsee (Pankow 1976) und aus den miozänen Sedimenten des Nördlinger Ries (Schauderna 1983) bekannt ist. Als besonderer Unterschied ist jedoch die feinere Areolierung der alttertiären Form besonders zu erwähnen. Simonsen (1962: 23) beschreibt *H. scoticus* als „Aufwuchsform auf Algen und ähnlichen Substraten, die einen leicht herabgesetzten Salzgehalt bevorzugt (untere Toleranzgrenze ca. 8 ‰)“.

Ordnung Chaetocerotales Round & Crawford 1990

Familie Chaetocerotaceae Ralfs in Prichard 1861

Gattung *Chaetoceros* Ehrenberg 1844

Chaetoceros sp.

Taf. 4, Fig. 1-2, Taf. 6, Fig. 1-2

Dimensionen: Länge ca. 17 μm , Breite ca. 12 μm , Zellenhöhe (ohne Borsten) ca. 16 μm , Wandstärke ca. 0,5 μm .

Beschreibung: Bei den vorliegenden *Chaetoceros*-Schalen handelt es sich fast aus-

schließlich um Dauersporen. Der Umriss der Schalen ist oval, schwach asymmetrisch und bikonvex. Die Außenseite der Epivalva und der Schalenmantel sind glatt und strukturlos; die Schalenaußenseite der Hypovalva ist von zahlreichen Borsten bedeckt, die jedoch aufgrund von Sedimentkompaktion überwiegend abgebrochen sind. Der Schalenmantel der Hypovalva ist innen, am Rand zum Diskus, mit einem Kranz von unregelmäßigen Poren besetzt.

Häufigkeit: Massenvorkommen der Dauersporen.

Ökologie: Nach Hustedt (1930: 626) leben alle Arten der Gattung *Chaetoceros* im Salzwasser, vorwiegend pelagisch, teils neritisch im Meer.

Stratigraphische Verbreitung: Dauersporen von *Chaetoceros*-Schalen sind aus den obermiozänen Seesedimenten des Nördlinger Ries beschrieben (Schauderna 1983).

Bemerkung: Die Dauersporen von *Chaetoceros* sp. von Sieblos stimmen teilweise morphologisch mit *C. teres* Cleve 1896 (vgl. Hargraves 1979) überein. In Abweichung hierzu scheint die Form von Sieblos bedeutend kräftigere Borsten zu besitzen.

Ordnung Fragilariales Silva 1962

Familie Fragilariaceae Greville 1844

Gattung *Fragilaria* Lyngbye 1819

Fragilaria cf. *capucina* Desmazières 1925

Taf. 8, Fig. 4-5

Dimensionen: Die Länge der Schalen ist äußerst variabel. Die kleinsten Exemplare von Sieblos messen ca. 12 μm . Lange Schalen sind durch die Sedimentkompaktion stark zerbrochen.

Beschreibung: Der Umriss der Schalen ist stark variabel zwischen linear und lanzettlich. Die Punktstreifen verlaufen bei kleinen Formen leicht radial, ca. 13 Streifen in 10 μm . An beiden Polen befinden sich Porenfelder, jedoch findet man nur eine Rimoportula.

Bemerkung: Die Unterscheidung zwi-

schen den Gattungen *Fragilaria* Lyngbye 1819 und *Synedra* Ehrenberg 1832 ist nicht immer möglich, da beide Gruppen anscheinend identische Schalen hervorbringen können. Während *Fragilaria*-Schalen zu bandförmigen Aggregaten verkettet sind, sind *Synedra*-Schalen büschelartig angeordnet (Krammer & Lange-Bertalot 1991). In Anlehnung an Lange-Bertalot (1980) wird deshalb nur der Gattungsname *Fragilaria* verwendet. Die kleineren, meist unversehrten Schalen von Sieblos lassen sich *F. cf. capucina* zuordnen, während die größeren Exemplare (die vermutlich zur gleichen Gruppe gehören) nicht mit Sicherheit identifiziert werden können, da bislang nur lückenhafte Bruchstücke vorliegen. Aus diesem Grund werden die längeren Schalen-Fragmente als *Fragilaria* sp. aufgeführt.

Häufigkeit: Häufig bis Massenvorkommen.

Ökologie: Süßwasserform, selten auch im Brackwasser.

Stratigraphische Verbreitung: Nahezu identische Formen beschreibt Schauderna (1983) unter dem Namen *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg 1838 aus den miozänen Sedimenten des Nördlinger Ries.

Fragilaria sp.

Taf. 2, Fig. 1, Taf. 7, Fig. 3 oben

Dimensionen: *Fragilaria* sp. bildet sehr lange Schalen. Prinzipiell gleichen die nur in Bruchstücken überlieferten Schalenresten *F. cf. capucina* (vgl. dort). Schätzungsweise können die Schalen bis zu 150 μm lang werden.

Beschreibung: *Fragilaria* sp. besitzt manchmal regellose Punkte oder annähernd parallel verlaufende Punktstreifen, ca. 16 in 10 μm .

Häufigkeit: Zum Teil Massenvorkommen.

Ordnung Achnanthes Silva 1962

Familie Achnantheaceae Kützing 1844

Gattung *Achnanthes* Bory 1822

Achnanthes cf. minutissima Kützing 1833

Taf. 7, Fig. 1

Dimensionen: Die Länge der Schalen schwankt von ca. 18–22 μm , die Schalenbreite von ca. 3,6–4 μm .

Beschreibung: Der Umriss der Schalen ist langgestreckt elliptisch, die Raphe ist fadenförmig und gerade ausgebildet. Die Punktstreifen sind schwach radial angeordnet, ca. 35 in 10 μm .

Häufigkeit: Überwiegend selten.

Ökologie: Kosmopolitische Süßwasserform.

Stratigraphische Verbreitung: Ohne Angabe.

Familie Cocconeidaceae Kützing 1844

Gattung *Cocconeis* Ehrenberg 1838

Cocconeis sp.

Taf. 6, Fig. 3

Dimensionen: Die Schalenlänge erreicht 27–29 μm , die Schalenbreite 16–17 μm .

Beschreibung: *Cocconeis* sp. von Sieblos ist sehr filigran aufgebaut. Der Schalenumriss ist elliptisch, die Raphe gerade, fadenförmig und endet an den Polen in kleinen knotenförmigen Verdickungen. Der Zentralbereich ist sehr eng. Nahezu alle Raphen-Schalen von *Cocconeis* sp. sind an dieser Stelle durch Sedimentkompaktion auseinander gebrochen. Die Raphen-Schale enthält ca. 35 leicht radial verlaufende Streifen in 10 μm .

Häufigkeit: In vielen der untersuchten Proben einzeln zu finden.

Ökologie: Epiphytisch, sehr wahrscheinlich eine Süßwasserform.

Stratigraphische Verbreitung: Ohne Angabe.

Ordnung Naviculales Bessey 1907

Familie Amphipleuraceae Grunow 1862

Gattung *Frustulia* Rabenhorst 1853

Frustulia sp.

Taf. 8, Fig. 3

Dimensionen: Die Schalen von *Frustulia* sp. besitzen eine Länge von ca. 80–90 μm und eine Breite von ca. 13–14 μm .

Beschreibung: Der Umriss der Schalen ist elliptisch-lanzettlich. Im Schaleninneren erkennt man massive, durchgehende Axialrippen. Fast alle Exemplare sind stark zerbrochen, so

daß sich der Raphenverlauf nicht eindeutig erkennen läßt. Die Schalen sind fein areoliert mit ca. 32 Streifen in 10 µm.

Häufigkeit: Selten, nur in den Sedimentlagen d und k zu finden.

Ökologie: Süßwasserform.

Stratigraphische Verbreitung: Ohne Angabe.

Familie Pinnulariaceae Mann 1990

Gattung *Pinnularia* Ehrenberg 1843

Pinnularia sp.

Taf. 7, Fig. 3

Dimensionen: Die in der Regel sehr stark zerbrochenen Schalen von *Pinnularia* sp. lassen eine Länge von ca. 70–80 µm sowie eine Breite von 15 µm erkennen.

Beschreibung: Der Schalenumriß ist vermutlich lanzettlich. Die Punktstreifen sind im Zentrum radial und zu den Polen hin konvergent angeordnet; ca. 11 Streifen in 10 µm.

Häufigkeit: In vielen der untersuchten Proben einzeln zu finden.

Ökologie: Wahrscheinliche Süßwasserform.

Stratigraphische Verbreitung: Ohne Angabe.

Familie Naviculaceae Kützing 1844

Gattung *Eolimna* Lange-Bertalot & Schiller 1997

Eolimna martinii Schiller & Lange-Bertalot 1997

Taf. 6, Fig. 4

Dimensionen: Die Schalenlänge variiert von 10–14 µm, die Schalenbreite von 3,4–3,8 µm.

Beschreibung: Der Umriß der Schalen ist elliptisch bis linear elliptisch, man erkennt ca. 15–16 Alveolen in 10 µm (vgl. Schiller & Lange-Bertalot 1997).

Häufigkeit: In den Sedimentlagen d bis l (Ausnahme f) selten bis häufig.

Ökologie: Süßwasserform.

Stratigraphische Verbreitung: Bislang noch keine Aussage möglich.

Gattung *Caloneis* Cleve 1894

Caloneis sp.

Taf. 7, Fig. 4

Dimensionen: Die Länge der Schalen schwankt von 18–35 µm, die Schalenbreite von 5,5–6,6 µm.

Beschreibung: *Caloneis* sp. von Sieblos ist außerordentlich kleinwüchsig. Die Schalenaußenseite zeigt 2 mondfleckenähnliche kurze Schlitze im Bereich der Zentralarea, parallel zur Raphe. Im Gegensatz zu gewöhnlichen Vertretern von *Caloneis* besitzt die alttertiäre Form von Sieblos Doppelpunktstreifen mit ca. 22 Doppelpunktstreifen in 10 µm.

Häufigkeit: Nur in der Sedimentlage j mäßig häufig zu finden.

Bemerkung: Mit großer Sicherheit handelt es sich hierbei um eine neue Art, so daß keine Angaben über Ökologie und stratigraphische Verbreitung möglich sind.

Ordnung Thalassiophysales Mann 1990

Familie Catenulaceae Mereschkowsky 1902

Gattung *Amphora* Ehrenberg in Kützing 1844

Amphora sp.

Taf. 8, Fig. 1–2

Dimensionen: Die Länge der Schalen schwankt von ca. 35–70 µm.

Beschreibung: Schalen von *Amphora* sp. sind in den untersuchten Sedimentlagen fast bis zur Unkenntlichkeit zerbrochen. Die Schalen sind dorsiventral ausgebildet und die Anzahl der Punktstreifen entspricht ca. 20 in 10 µm.

Häufigkeit: Selten.

Ökologie: Die meisten Arten der Gattung *Amphora* leben marin.

Stratigraphische Verbreitung: Ohne Angabe.

Ordnung Bacillariales Hendey 1937

Familie Bacillariaceae Ehrenberg 1831

Gattung *Nitzschia* Hassall 1845

Nitzschia sp.

Taf. 7, Fig. 2

Dimensionen: Die Länge der Schalen läßt

sich nur anhand weniger Bruchstücke abschätzen und entspricht wahrscheinlich ca. 70 μm . In der Mitte beträgt die Breite ungefähr 6–8 μm .

Beschreibung: Die Schalen sind vermutlich linear und langgestreckt. Der Raphenkiel ist dickwandig ausgebildet mit annähernd kreis-

runden, weit auseinanderstehenden Kielöffnungen. Die Schale enthält ca. 26 Streifen in 10 μm .

Häufigkeit: Sehr selten.

Ökologie: Ohne Angabe.

Stratigraphische Verbreitung: Ohne Angabe.

4.2. Beschreibung der Goldalgen

Stamm Heterokontophyta Cavalier-Smith 1981

Klasse Chrysophyceae Pascher 1931

Hilfsfamilie Chrysostomataceae Chodat 1922

Cysta sphaerica sensu Nygaard 1956

cf. „Stomatocyst 150“ sensu Duff et al. 1995
Taf. 1, Fig. 2, Taf. 2, Fig. 2, Taf. 3, Fig. 2,
Taf. 9, Fig. 3

Dimensionen: Der Durchmesser der Zy-

sten schwankt zwischen 10 und 15 μm .

Beschreibung: Die kugeligen Zysten sind glatt, ohne jegliche Skulptur und besitzen einen leicht konisch erweiterten Porus mit einem Durchmesser von ca. 1 μm .

Häufigkeit: Bildet Massenvorkommen in Form von annähernd monotypischen Laminae.

Ökologie: Ohne Angabe.

Stratigraphische Verbreitung: Ohne Angabe.

4.3. Beschreibung der Thekamöben

Reich Animalia Whittaker & Margulis 1978

Klasse Rhizopodea von Siebold 1845

Unterklasse Filosia Leidy 1879

Ordnung Gromida Claparède & Lachmann 1859

Überfamilie Euglyphacea Loeblich & Tappan 1961

Familie Euglyphidea Wallich 1864

Gattung *Trinema* Dujardin 1841

Trinema cf. *lineare* Penard 1890

Taf. 3, Fig. 1

Dimensionen: Die Länge der Plättchenansammlungen erreicht ca. 60 μm , die Breite ca. 35 μm . Der Durchmesser der Schalenplättchen ist variabel und mißt ca. 2–8 μm .

Beschreibung: Die Plättchenansamm-

lungen bestehen aus meist runden, selten auch schwach ovalen, kieseligen Schalenplättchen ohne jegliche Struktur. Gezahnte Marginalplättchen konnten nicht beobachtet werden.

Häufigkeit: Nur in den Sedimentlagen i und j häufig.

Ökologie: Kosmopolitische Süßwasserform.

Stratigraphische Verbreitung: Mittelmiozäne Kieselgur von Beuern/Vogelsberg (Schiller 1997).

Bemerkung: Die Funde kieseliger Schalenplättchen von Thekamöben in den unteroligozänen Sieblos-Schichten stellen bislang den ältesten sicheren Nachweis von kieseligen Vertretern der Familie Euglyphidea dar.

4.4. Beschreibung der Schwämme

Unterreich Metazoa Haeckel 1868

Stamm Porifera Grant 1872

Klasse Silicea Bowerbank 1862

Unterklasse Demospongida Sollas 1875

Ordnung Haplosclerida Topsent 1898

Familie Spongillidae Gray 1867

Taf. 9, Fig. 1-2

Dimensionen: Die Länge der Monaxone erreicht maximal ca. 300 μm .

Beschreibung: Die untersuchten Monaxone sind gerade ausgebildet und an beiden Enden zugespitzt. Die Oberflächen der kieseligen Schwammnadeln zeigen Anlösungsspuren aber keine Hinweise auf Bedornung.

Häufigkeit: Selten bis mäßig häufig.

Die überlieferten Monaxone von Sieblos erlauben weder Rückschlüsse auf die Gattung bzw. Art noch Aussagen über Ökologie oder Stratigraphie. Artspezifische Amphidiskiten, wie sie von Martini & Schiller (1995) beschrieben wurden, konnten trotz intensiver Suche nicht gefunden werden.

5. Diskussion und Interpretation

Die untersuchte Diatomeen-Flora von Sieblos setzt sich insbesondere aus archaischen Elementen von limnischen, brackischen und marinen Kieselalgen zusammen. Für die Rekonstruktion des ehemaligen Gewässers von Sieblos stellt sich die Frage, inwieweit marine Einflüsse vorgeherrscht haben müssen. Erstaunlicherweise kommen in den feinlaminierten Sedimenten von Sieblos Organismenreste mit unterschiedlichen Salz-Toleranzgrenzen direkt nebeneinander vor. Die Fossilvergesellschaftung spiegelt jedoch nicht unbedingt die Lebensgemeinschaft eines Biotops wider. Als Hauptverbreitungsmechanismus von Kieselalgen wird zunehmend Windtransport angesehen. Geht man von der Annahme aus, daß das ehemalige Gewässer von Sieblos aufgrund der „kaolinitischen Verwitterung“ im Ober-Eozän/Unter-Oligozän einen hohen Anteil an gelöster Kieselsäure enthielt, so ist es auch leicht vorstellbar, daß sich in diesem Gewässer eingewehte Mikroorganismen mit ausgesprochenem Kieselsäurebedarf stark vermehren konnten. Periodische Niederschläge, bzw. Eindampfungsphasen sind aus verschiedenen tertiären Fossilfundstätten be-

kannt (z.B. Nördlinger Ries – Schauderna 1983, Beuern/Vogelsberg – Krasske 1934) und zeugen von zeitweiligen Salzseen. Eingetragene marine Kieselalgen bzw. andere Mikroorganismen waren zumindest zeitweise lebensfähig und reagierten wie im Beispiel von *Chaetoceros* sp. auf wechselnde Salzgehalte mit der Massenproduktion von Dauersporen oder Zysten. Bedingt durch die geringe Komponentengröße und damit relativ lange Absinkdauer nach dem Absterben der Mikroorganismen und bedingt durch eine große Wassertiefe läßt sich auch die gemeinsame Einbettung von Mikrofossilien aus unterschiedlichen Biotopen erklären.

Dank: Herrn Prof. Dr. H. Lange-Bertalot (Frankfurt/Main) bin ich für zahlreiche Hinweise bei der Bestimmung der Diatomeen zu besonderem Dank verpflichtet. Herrn Dr. R. Petschick (Frankfurt/Main) danke ich für die röntgendiffraktometrische Gesteinsanalyse.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft unterstützte diese Untersuchung im Rahmen des Projektes Ma 199/30-1.

6. Schriftenverzeichnis

Duff, K. E., Zeeb, B.A. & Smol, J. P. (1995): Atlas of chrysophycean cysts. - Developments Hydrobiology, **99**: VII+189 S.; Dordrecht.
Hargraves, P. E. (1979): Studies on marine plankton diatoms. IV.

Morphology of *Chaetoceros* resting spores. - Nova Hedwigia Beih., **64**: 99-120; Vaduz.
Hassenkamp, E. (1858): Geognostische Beschreibung der Braunkohlenformation in der Rhön. -

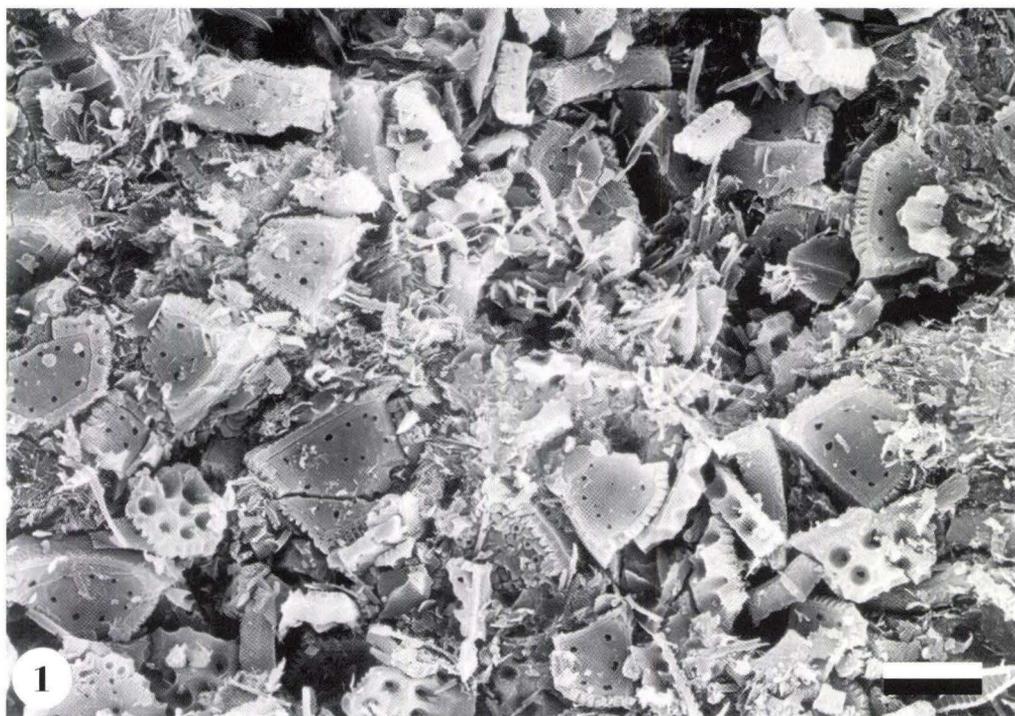
Verh. phys. med. Ges. Würzburg, **8**: 185-211; Würzburg.
Hottenrott, M., Martini, E. & Schiller, W. (1998): Profilbeschreibungen der Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 an der

- Wasserkuppe/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 53–69; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Hustedt, F. (1930): Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. – In: L. Rabenhorst, Hg.: Kryptogamen-Flora, **7(1)**: 920 S.; Leipzig.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1991): Bacillariophyceae. – In: A. Pascher, Hg.: Süßwasserflora von Mitteleuropa, **2(3)**: XIII+576 S.; Stuttgart (G. Fischer).
- Krasske, G. (1934): Die Diatomeenflora der hessischen Kieselgur-lager. – Sber. heid. Akad. Wissensch., **5**: 3–27; Heidelberg.
- Lange-Bertalot, H. (1980): Zur systematischen Bewertung der bandförmigen Kolonien bei *Navicula* und *Fragilaria*. Kriterien für die Vereinigung von *Synedra* (subgen. *Synedra*) Ehrenberg mit *Fragilaria* Lyngbye. – Nova Hedwigia, **33**: 723–787; Braunschweig.
- Martini, E. (1967): Die oligozäne Fossilfundstätte Sieblos an der Wasserkuppe. – Natur u. Museum, **97(1)**: 1–8; Frankfurt am Main.
- Martini, E. (1987): Nannoplankton aus dem nordhessischen Melanionten und von Sieblos/Rhön (Unter-Oligozän). – Geol. Jb. Hessen, **115**: 161–169; Wiesbaden.
- Martini, E. & Rothe, P. (1988): Die unteroligozäne „Braunkohlen“-Lagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön (Geologie, Paläontologie, Paläoökologie, Paläogeographie). – Beitr. Naturkd. Osthessen, **24**: 7–25; Fulda.
- Martini, E. & Rothe, P. (1993): Sieblos – A Lower Oligocene Messel-Type Deposit. – Kaupia. Darmstädter Beitr. Naturgesch., **2**: 39–53; Darmstadt.
- Martini, E. & Schiller, W. (1995): Amphidiskten der Schwammgattung *Ephydatia* im Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – Beitr. Naturkd. Osthessen, **31**: 7–11; Fulda.
- Martini, E. & Schrader, H. (1988): Diatomeen, Chrysophyceen, Nannoplankton, Dinoflagellaten und Schwammadeln aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – Beitr. Naturkd. Osthessen, **24**: 55–60; Fulda.
- Martini, E. & Weiler, H. (1998): Zum Vorkommen von kieseligen Dinoflagellaten in den unteroligozänen Sieblos-Schichten der Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 157–164; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Nygaard, G. (1956): Ancient and recent flora of diatoms and Chrysophyceae in Lake Gribso. – Folia Limnol. Scandinavica, **8**: 32–94; København.
- Pankow, H. (1976): Algenflora der Ostsee, II. Plankton. – 493 S.; Jena (G. Fischer).
- Sandberger, E. (1879): Über die Braunkohlenformation der Rhön. – Berg- und huettenmaenn. Ztg., **38**: 177–181, 189–191, 200–202, 209–211, 225–231; Essen.
- Schauderna, H. (1983): Die Diatomeenflora aus den miozänen Seeablagerungen im Nördlinger Ries. – Palaeontographica, Abt. B, **188**: 83–193; Stuttgart.
- Scheven, E. (1992): Sedimentäres Tertiär in der Umgebung der Wasserkuppe (Rhön) (TK 5525 Gersfeld und TK 5425 Kleinsassen). – Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. Frankfurt a.M.: 97 S.; Frankfurt am Main.
- Schiller, W. (1997): Kieselige Thekamöben aus der miozänen Kieselgur von Beuern/Vogelsberg im Vergleich mit rezentem Material von Borneo (Malaysia). – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **201**: 385–392; Frankfurt am Main.
- Schiller, W. & Lange-Bertalot, H. (1997): *Eolimna martinii* n. gen., n. sp. (Bacillariophyceae) aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön im Vergleich mit ähnlichen rezenten Taxa. – Paläont. Z., **71(3/4)**: 163–172; Stuttgart.
- Simonsen, R. (1962): Untersuchungen zur Systematik und Ökologie der Bodendiatomeen der westlichen Ostsee. – Internat. Rev. ges. Hydrobiol. System. Beih., **1**: 8–144; Berlin.
- Speiser, P. (1914): Die Braunkohlenformation von Sieblos in der Rhön. – Techn. Bl. (W. Beil. dt. Bergwerks-Ztg.), **4(1)**: 1–3; Essen.
- Weber, H. (1955): Einführung in die Geologie Thüringens. – 201+42 S.; Berlin (Deutscher Verlag der Wissenschaften).

Tafel 1

Fig. 1. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage b, REM: Massenvorkommen von isolierten und teilweise zerbrochenen Dinoflagellaten-Panzerplatten von *Peridinites* cf. *sphaericus* Lefèvre 1933. Maßstab 10 µm.

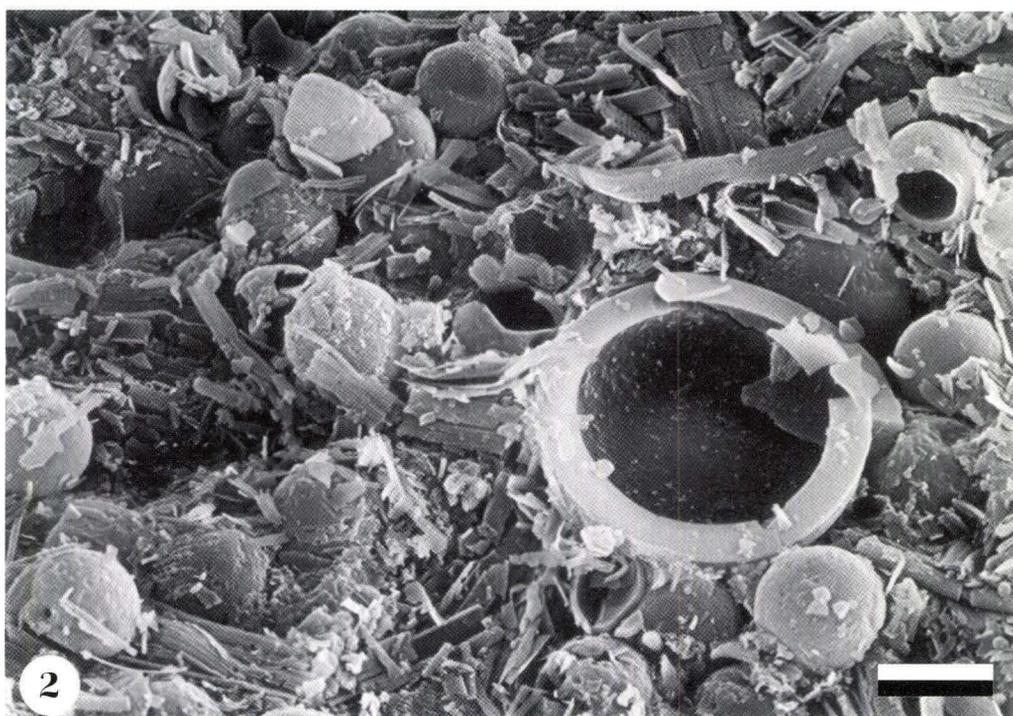
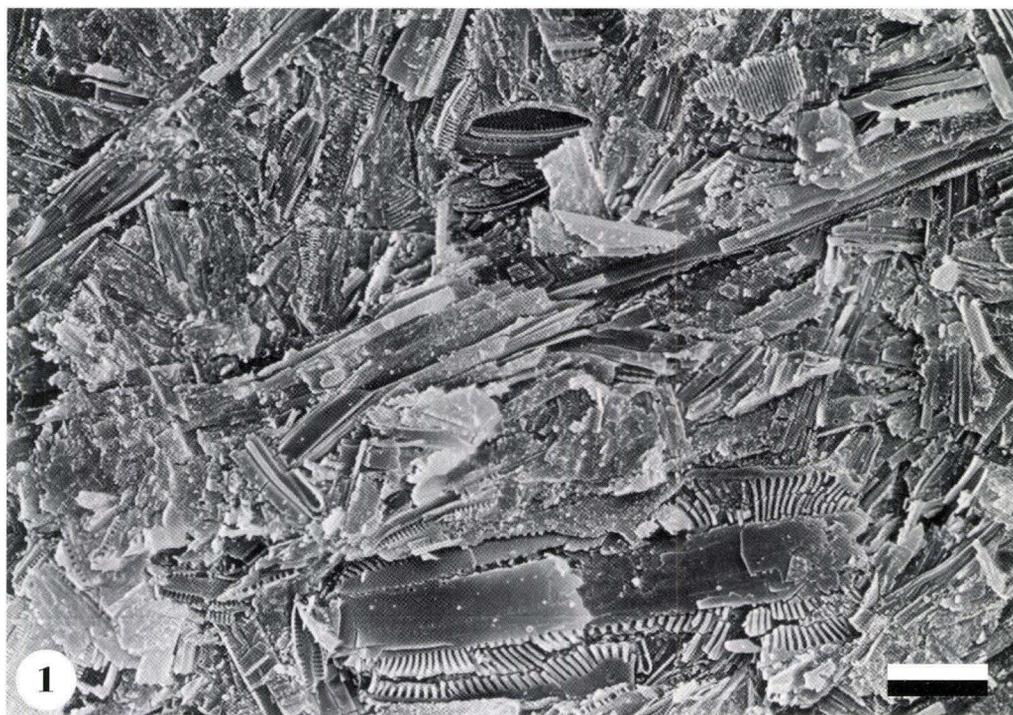
Fig. 2. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage d, REM: Massenvorkommen von Chrysophyceen-Zysten vom Typ *Cysta sphaerica* sensu Nygaard 1956. Maßstab 30 µm.



Tafel 2

Fig. 1. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage d, REM: Diatomeen-Lage mit weitgehend zerbrochenen Schalen von *Pinnularia* sp. Ehrenberg 1843, *Eolimna martinii* Schiller & Lange-Bertalot 1997 und *Fragilaria* sp. Lyngbye 1819. Maßstab 10 μm .

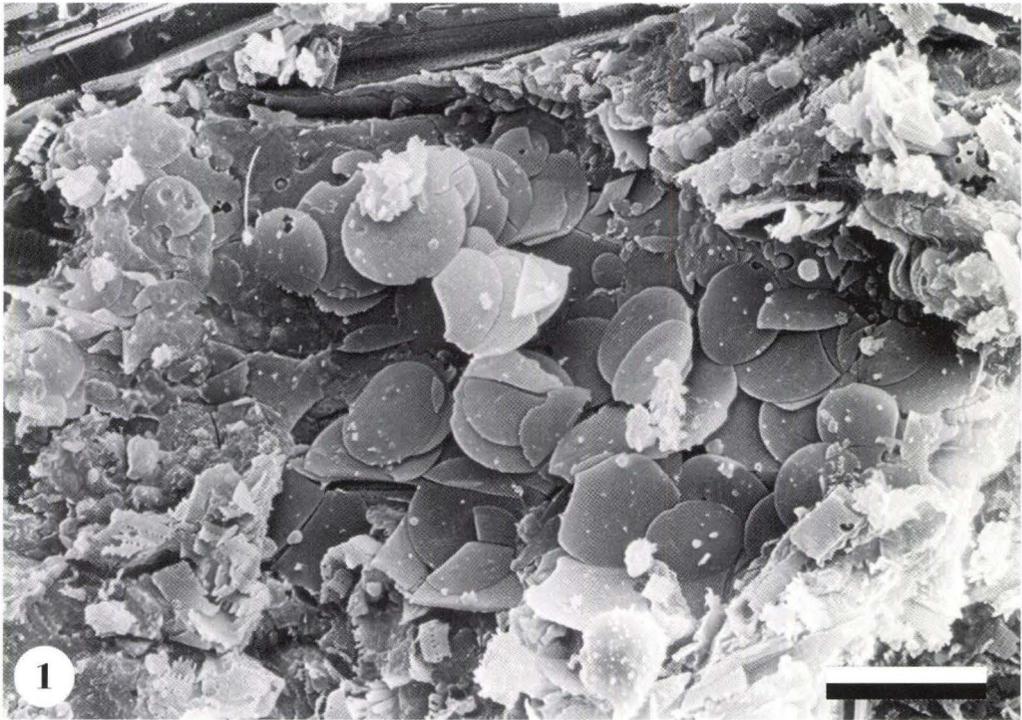
Fig. 2. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage d, REM: Kieselgur-Lage mit *Hyalodiscus* sp. Ehrenberg 1845 und Chrysophyceen-Zysten vom Typ *Cysta sphaerica* sensu Nygaard 1956. Maßstab 10 μm .



Tafel 3

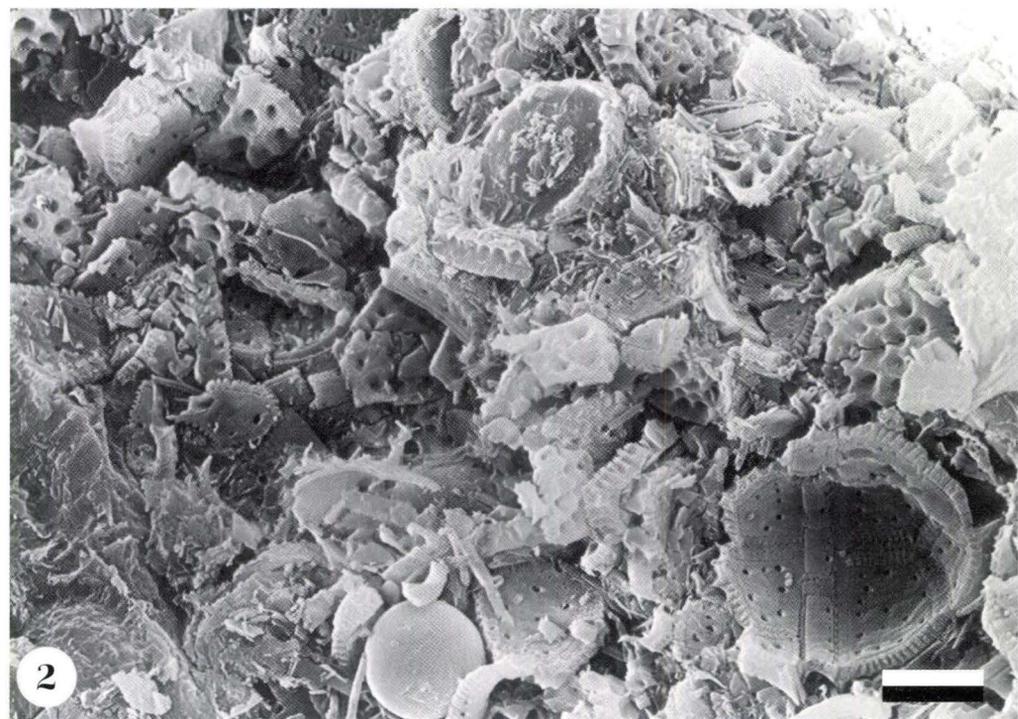
Fig. 1. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage i, REM: Kieselgur-Lage mit Plättchen der Thekamöbe *Trinema cf. lineare* Penard 1890. Maßstab 10 μm .

Fig. 2. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage j, REM: Kieselgur-Lage mit isolierten Dinoflagellaten-Panzerplatten, Chrysophyceen-Zysten und Schalen von *Caloneis* sp. Cleve 1894. Maßstab 10 μm .



Tafel 4

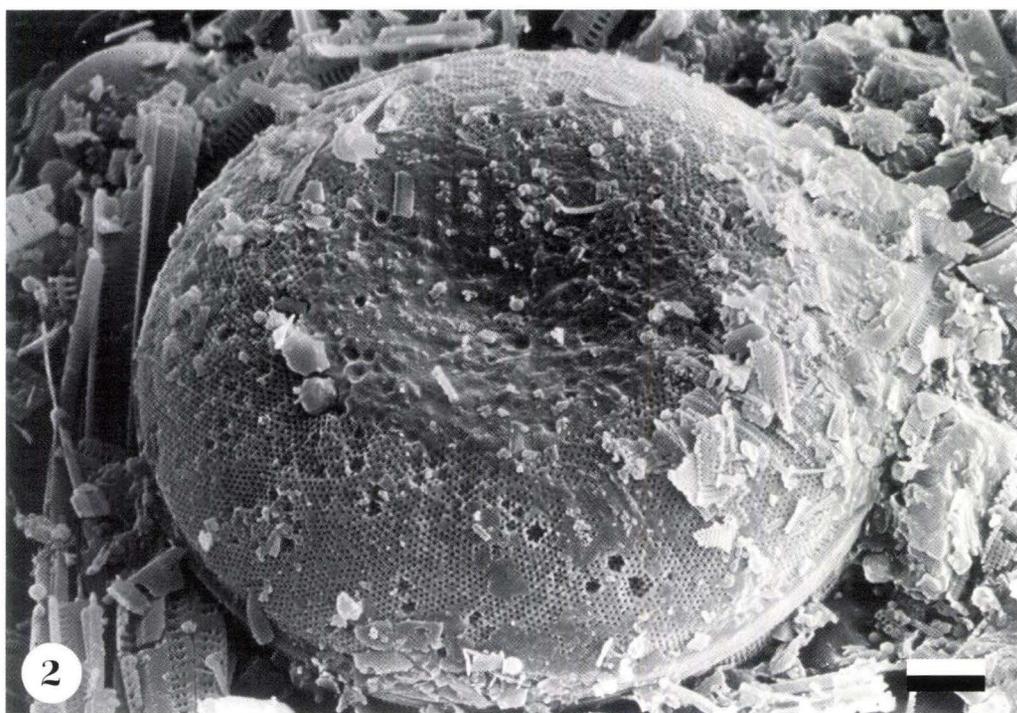
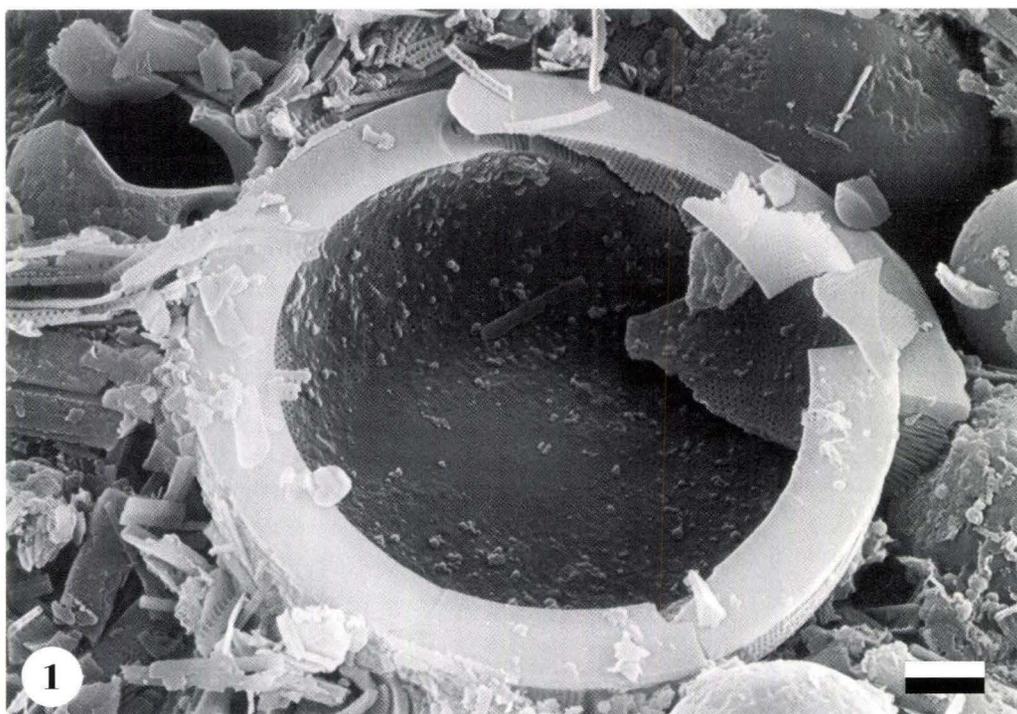
- Fig. 1. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage I, REM: Massenvorkommen von Dauersporen der Kieselalge *Chaetoceros* sp. Ehrenberg 1844. Maßstab 10 μm .
- Fig. 2. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage w, REM: Kieselgur-Lage mit einer aufgebrochenen Dinoflagellaten-Theke von *Peridinites* cf. *sphaericus* Lefèvre 1933 sowie Dauersporen von *Chaetoceros* sp. Ehrenberg 1844 und *Cysta sphaerica* sensu Nygaard 1956. Maßstab 10 μm .



Tafel 5

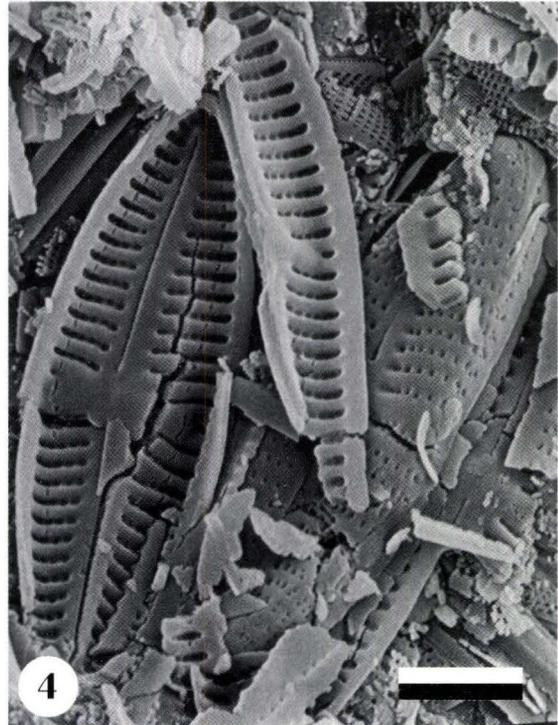
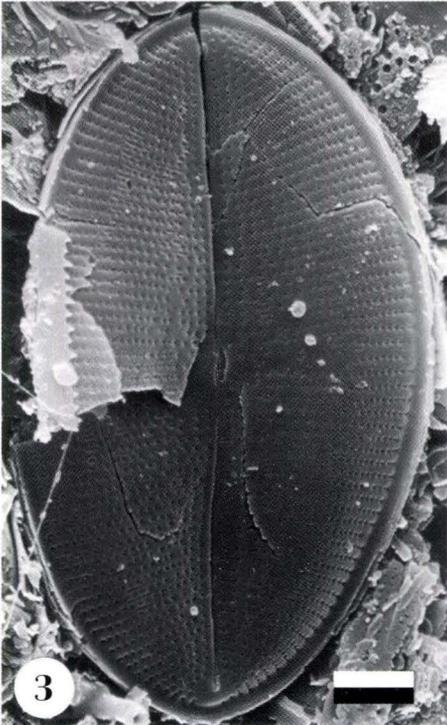
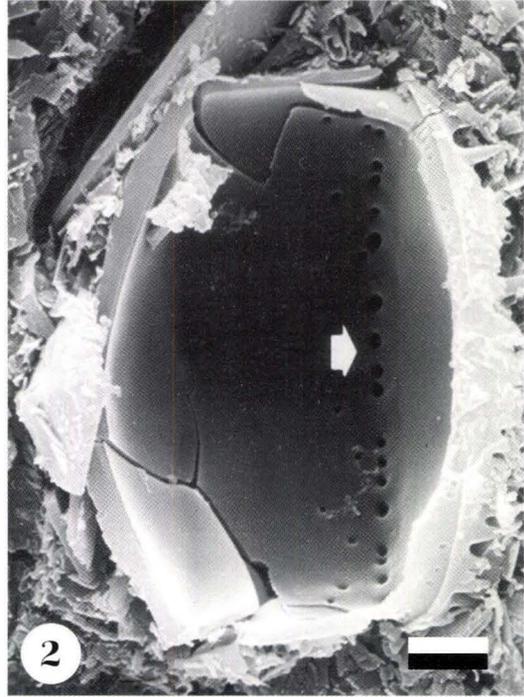
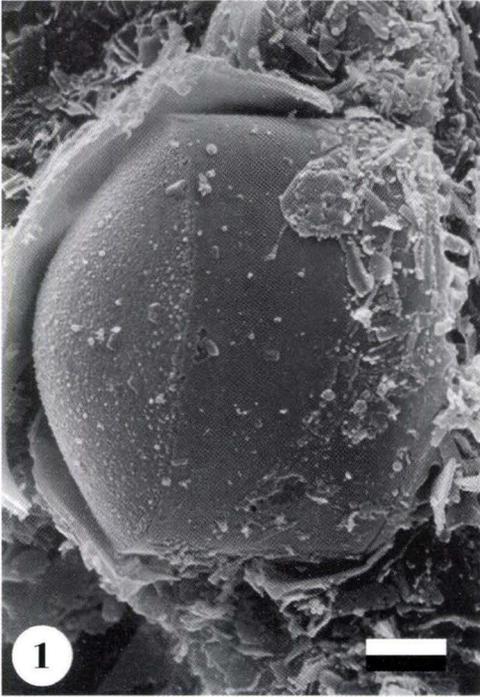
Fig. 1. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage d, REM: Schalen-Innenseite von *Hyalodiscus* sp. Ehrenberg 1845. Maßstab 10 μm .

Fig. 2. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage I, REM: Schalen-Außenseite von *Hyalodiscus* sp. Ehrenberg 1845. Maßstab 10 μm .



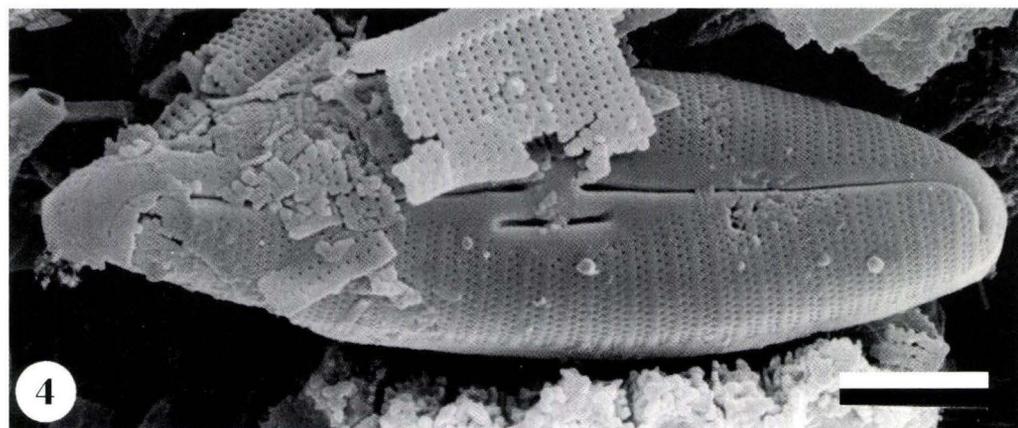
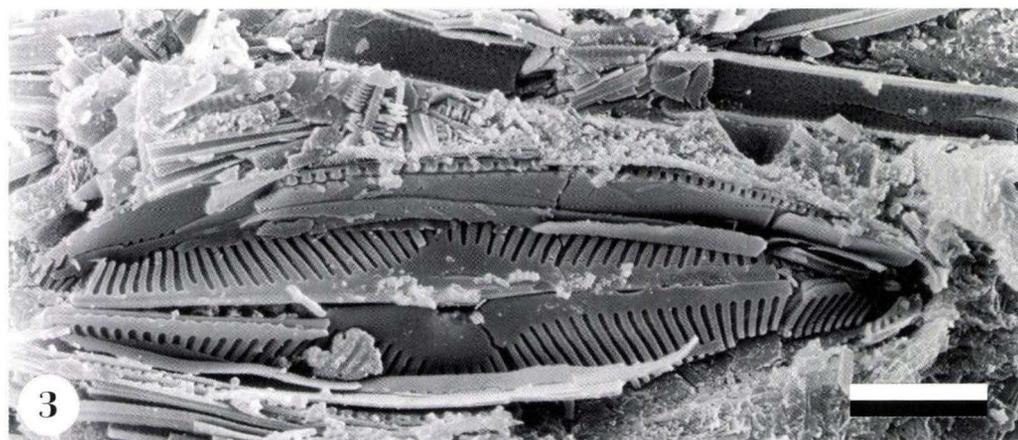
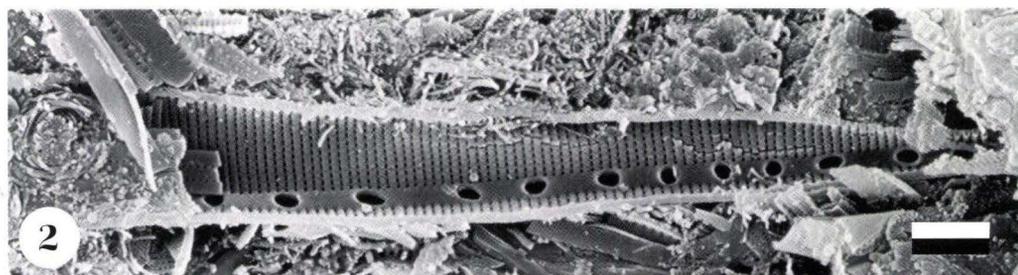
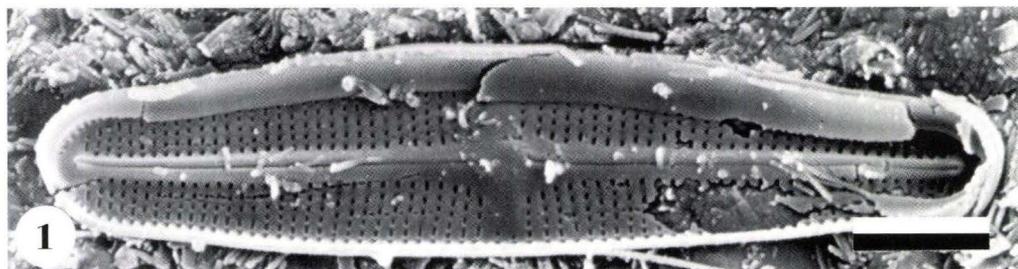
Tafel 6

- Fig. 1. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage l, REM: Gürtelansicht, Schalen-Außenseite einer Dauerspore von *Chaetoceros* sp. Ehrenberg 1844. Maßstab 3 μm .
- Fig. 2. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage l, REM: aufgebrochene Schale einer Dauerspore von *Chaetoceros* sp. Ehrenberg 1844. Der Pfeil deutet auf einen feinen, unregelmäßigen Porenkranz. Maßstab 3 μm .
- Fig. 3. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage y, REM: *Cocconeis* sp. Ehrenberg 1835, Raphenschale. Maßstab 3 μm .
- Fig. 4. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage k, REM: verschiedene Schalenansichten von *Eolimna martinii* Schiller & Lange-Bertalot 1997. Maßstab 3 μm .



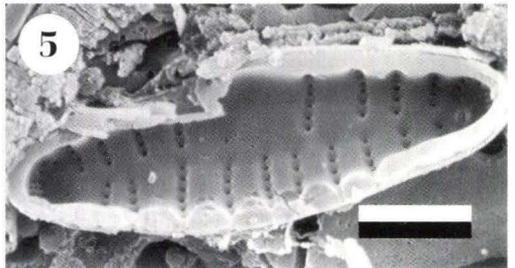
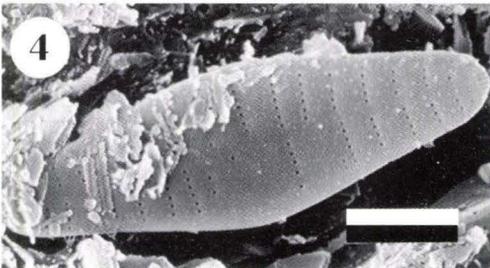
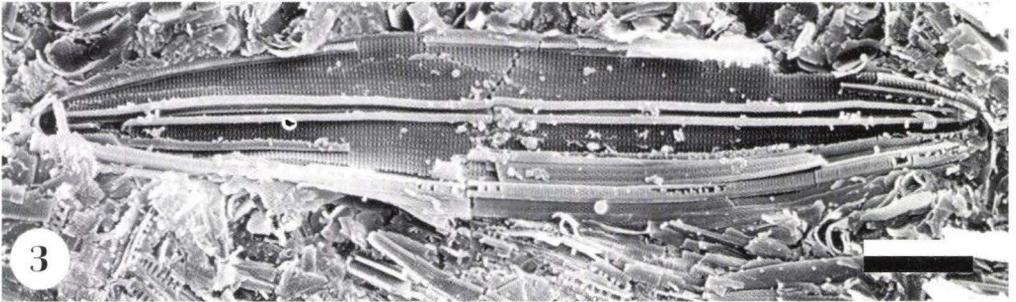
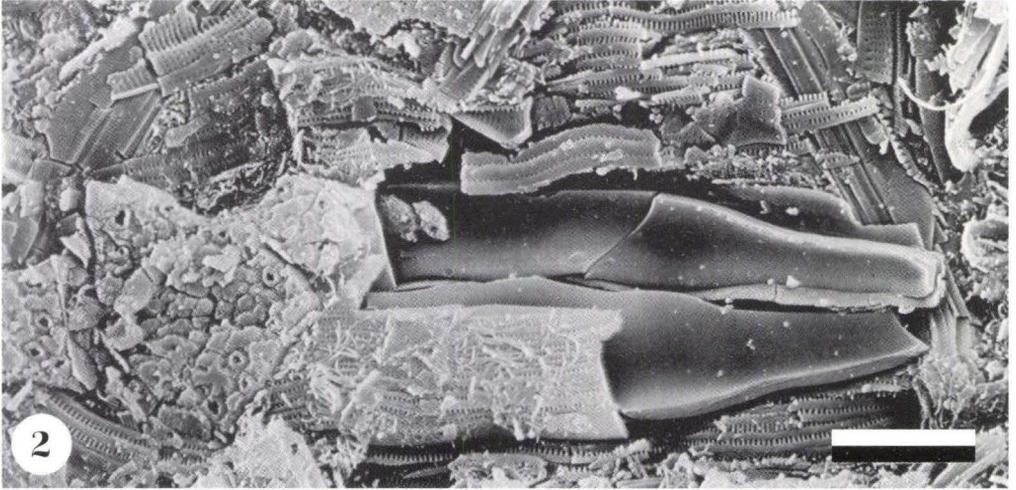
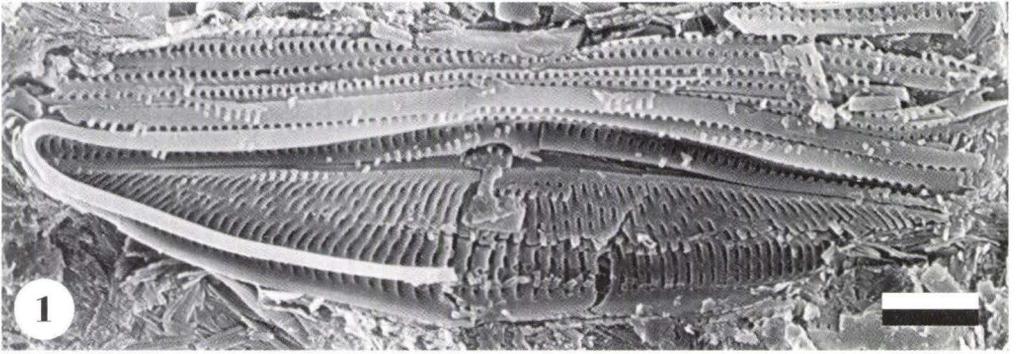
Tafel 7

- Fig. 1. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage y, REM: *Achnanthes* cf. *minutissima* Kützing 1833, Raphenschale. Maßstab 3 μm .
- Fig. 2. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage k, REM: *Nitzschia* sp. Hassall 1845. Maßstab 3 μm .
- Fig. 3. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage d, REM: *Pinnularia* sp. Ehrenberg 1843 und oben Fragment von *Fragilaria* sp. Lyngbye 1819. Maßstab 10 μm .
- Fig. 4. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage j, REM: *Caloneis* sp. Cleve 1894. Maßstab 3 μm .



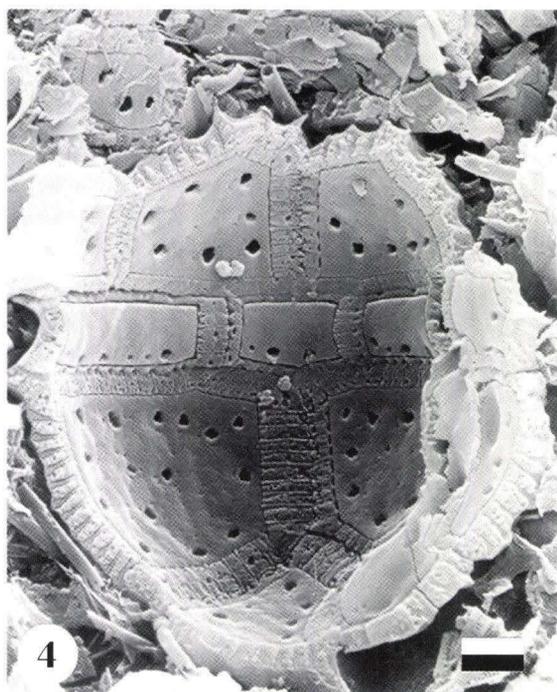
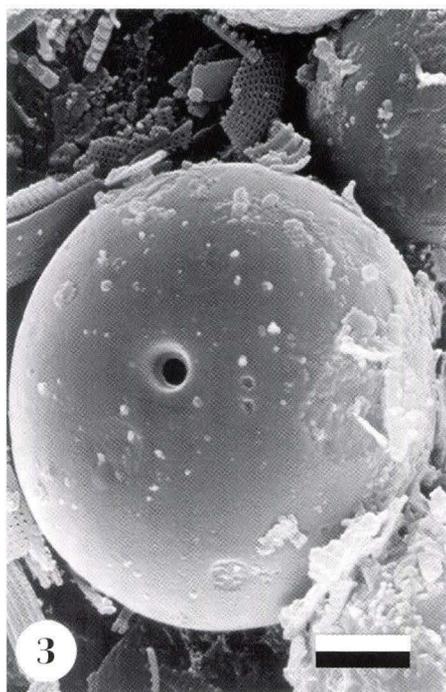
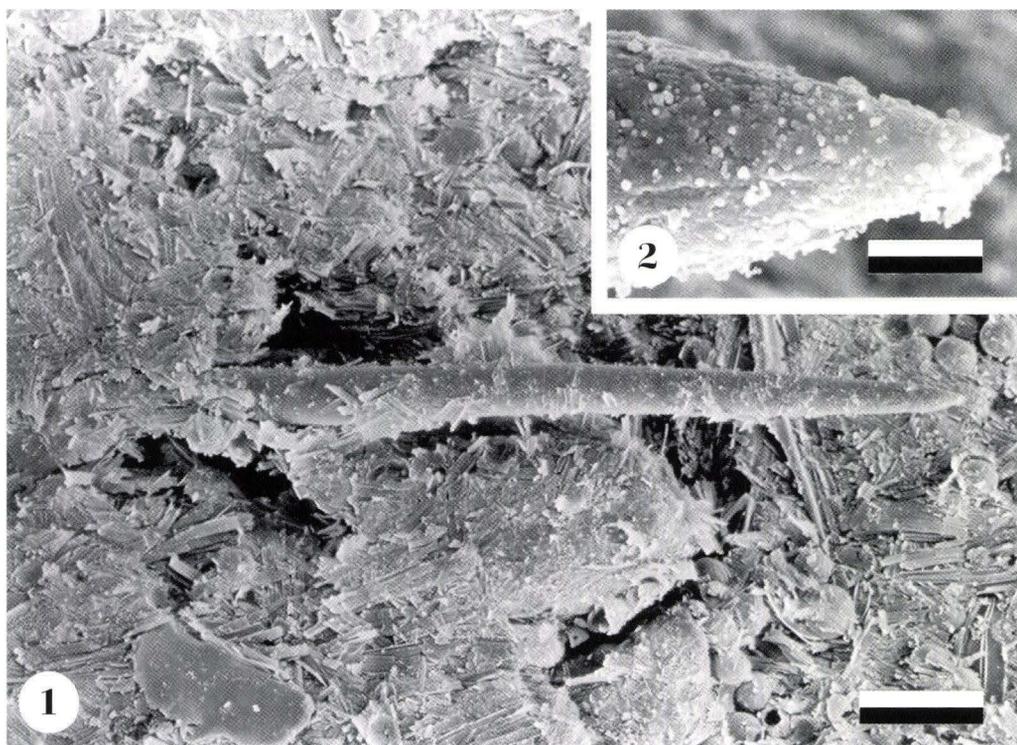
Tafel 8

- Fig. 1. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage t, REM: Schalen-Innenseite von *Amphora* sp. Ehrenberg in Kützing 1844. Maßstab 3 μm .
- Fig. 2. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage k, REM: Aufgebrochene Schale von *Amphora* sp. Ehrenberg in Kützing 1844. Maßstab 3 μm .
- Fig. 3. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage k, REM: Aufgebrochene Schale von *Frustulia* sp. Rabenhorst 1853. Maßstab 10 μm .
- Fig. 4. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage y, REM: Schalen-Außenseite von *Fragilaria* cf. *capucina* Desmazières 1925. Maßstab 3 μm .
- Fig. 5. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage y, REM: Schalen-Innenseite von *Fragilaria* cf. *capucina* Desmazières 1925. Maßstab 3 μm .



Tafel 9

- Fig. 1. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage d, REM: Oberflächlich leicht korrodierter Monaxon. Maßstab 30 μm .
- Fig. 2. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage d, REM: Detail von Fig. 1: Monaxon-Spitze. Maßstab 3 μm .
- Fig. 3. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage d, REM: Chrysophyceen-Zyste vom Typ *Cysta sphaerica* sensu Nygaard 1956. Maßstab 3 μm .
- Fig. 4. Sedimentfläche Sieblos 1994/2: 28,05 m, Lage w, REM: aufgebrochene Dinoflagellaten-Theke von *Peridinites* cf. *sphaericus* Lefèvre 1933. Maßstab 3 μm .



Mikroflora aus den Bohrprofilen Sieblos 1994/1 und Sieblos 1994/2 an der Wasserkuppe/Rhön (Eozän–Unter-Oligozän)

von
Martin Hottenrott*

Hottenrott, M. (1998): Mikroflora aus den Bohrprofilen Sieblos 1994/1 und Sieblos 1994/2 an der Wasserkuppe/Rhön (Eozän–Unter-Oligozän). – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 201–213, 1 Tab., 3 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

Die palynologische Untersuchung beider Bohrprofile hat trotz zahlreicher aufbereiteter Proben nur eine geringe Anzahl ergiebiger Spektren erbracht.

Das Profil Sieblos 1994/1 lieferte Mikroflora ausschließlich aus dem Liegendabschnitt. Diese

gestatten eine Einstufung der tertiären Basisschichten in das mittlere- bis höhere Eozän.

Spektren aus der Bohrung 1994/2 datieren die eigentlichen Sieblos-Schichten in das tiefere Oligozän.

Abstract

Microflora from the research drillings Sieblos 1994/1 and Sieblos 1994/2 near the Wasserkuppe/Rhön (Eocene-Lower Oligocene)

The palynological investigation of both boreholes resulted in only very few reliable pollen-spectra, despite the processing of numerous samples. Section 1994/1 yielded microfloras only

from the underlying substratum, putting the Tertiary basal layers into Middle to Upper Eocene. Pollen-spectra from borehole 1994/2 yielded an early Oligocene age for the actual Sieblos Beds.

1. Einleitung

Insgesamt wurden 45 Proben aus den beiden Bohrprofilen auf Sporomorphen hin aufbereitet und durchgesehen.

Sieblos 1994/1: 15,65–15,75; 17,55–17,65; 20,85–21,00; 20,95–21,00; 22,05–22,15; 23,35–23,40; 24,65–24,70; 24,90–25,00; 25,55–25,60; 37,25–37,30; 38,00–38,10; 38,25–38,30; 38,50–38,53; 38,72–38,74; 38,73–38,75; 38,90–39,00; 41,25–41,30; 43,70–43,75;

45,65–45,70; 45,65–45,75; 46,50–46,60 m.

Sieblos 1994/2: 18,90–18,95; 20,15–20,20; 20,30–20,40; 20,35–20,38; 20,60–20,70; 20,90–20,93; 21,71–21,76; 21,80–21,90; 21,95–22,00; 25,00–25,15; 25,55–25,60; 27,40–27,50; 28,20–28,30; 28,45–28,55; 30,00–30,20; 30,20–30,30; 38,25–38,30; 39,50–39,60; 39,80–39,90; 41,25–41,30; 41,60–41,70; 45,65–45,75; 52,95–53,00; 56,20 m.

* Dr. M. Hottenrott, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, D-65193 Wiesbaden

2. Spektren der Bohrung Sieblos 1994/1

Die Proben aus dem triassischen Liegendabschnitt der Bohrung Sieblos 1994/1 wurden untersucht, um teils noch während der Bohrphase den angefahrenen Muschelkalk biostratigraphisch zu belegen und um eine exaktere Grenzziehung zum Tertiär zu ermöglichen. Sechs dieser Proben (38,25–38,30; 38,50–38,53; 38,73–38,75; 43,70–43,75; 45,65–45,75 und 46,50–46,60 m) haben altertümliche disaccate Pollenkörner und teilweise Acritarchen (*Verhachium*) geliefert, die eine Einstufung der Abfolge in den marinen Unteren Muschelkalk nahelegen.

Der tiefere tertiäre Abschnitt der Bohrung Sieblos 1994/1 (kaolinitische Bildungen, hat im Teufenbereich zwischen 36,65 m und 38,10 m Fruktifikationen geliefert, die nach Mai (1998) für mittel- bis obereozänes Alter sprechen. Zwei Proben aus diesem Bereich (in Teufe 37,25–37,30 m, 38,0–38,10 m) haben Mikroflora geliefert. Die an Sporomorphen sehr armen Präparate (es handelt es sich um vereinzelte meist kleine Pollenkörner in xylitischem Material) enthalten neben einer Anzahl nicht näher bekannter Typen (Taf. 1 und 2), einige Formen, die ein mittel- bis obereozänes Alter anzeigen. Nach Krutzsch (freundl. mündl. Mitt. nach der Durchsicht von Photographien) kommt dafür evtl. die SPP-Zone 16/17 der Gliederung nach Krutzsch (1966, 1992) in Betracht (Bartonium; jüngeres Mittel-Eozän). Eine Stellung im jüngsten Eozän bzw. im Grenzbereich Eozän/Oligozän ist nicht wahrscheinlich (im Sinne der SPP-Zonen 18, 19).

Die Spektren enthalten häufiger kleine tilioider Pollenkörner (*Intratropopollenites minimus*, *Intratropopollenites ceciliensis*). Diese Formen sind im mitteldeutschen Tertiär (z.B. Raum Halle–Merseburg) in der oberen SPP-Zone 18 (Ober-Eozän) nur noch fraglich vorhanden und fehlen in den jüngeren Zonen (Krutzsch 1966, 1992, Blumenstengel et al. 1996). Ihre Hauptverbreitung liegt in den SPP-Zonen 16 und 17 (Krutzsch 1992: Tab. 3). Vergleichbare Befunde zum Borkener

Bild sind von Pflug (1986: Tab. 2) aus westdeutschen Tertiärbecken mitgeteilt worden.

Labrapollis labraferus geht nach neueren Erkenntnissen bis in die SPP-Zone 19, nach älterer Anschauung nur bis in die SPP-Zonen 16/17 (Krutzsch 1968, Blumenstengel et al. 1996, Pflug 1986).

Ein typisch eozänes Element ist auch *Plicatopollis plicatus*. Die Form hat ihre Hauptverbreitung im mittleren Eozän und erfährt ab SPP-Zone 19 einen starken Rückgang (Krutzsch 1970). Ähnliches gilt für *Plicapollis pseudoexcelsus*. *Compositoipollenites rhizophorus* hat seinen Schwerpunkt im mittleren- und höheren Eozän und reicht noch bis in die SPP-Zone 19 hinein (Blumenstengel et al. 1996).

Die Zusammensetzung der spärlichen Spektren der Bohrung Sieblos 1994/1, mit ihren Vertretern warmer klimatischer Verhältnisse (z.B. diverse Juglandaceae- und häufiger Sapotaceae-Typen) spricht deutlich für ein eozänes Alter dieses Profilabschnittes und unterscheidet sich von den Mikroflora der Sieblos-Schichten im Hangenden (Bohrung Sieblos 1994/2). Eine Altersstellung im Bereich der SPP-Zonen 16/17 evtl. SPP-Zone 18 sensu Krutzsch (1966, 1970, 1992) dürfte für den tertiären Basisabschnitt (kaolinitische Bildungen) der Bohrung Sieblos 1994/1 am wahrscheinlichsten sein.

Drei der von Gahl (1964) angeführten Pollen-Typen könnten ebenfalls als Hinweis für ein eventuell eozänes Alter von Teilen seiner Halden-Fundstücke gewertet werden (*Pentapollenites pentangulus*, *Spinaepollis spinosus*, *Mediocolpopollis* sp.), die übrigen von ihm genannten Formen hingegen sprechen für ein (unter)-oligozänes Alter (Sieblos-Schichten s.u.).

Die Proben aus den überlagernden Sieblos-Schichten der Bohrung 1994/1 haben trotz teils wiederholter Labor-Aufbereitung keine Sporomorphen erbracht (s.u.).

3. Spektren der Bohrung Sieblos 1994/2

Hier sind die Resultate zur Palynologie der Sieblos-Schichten ebenfalls, ungeachtet zahlreicher aufbereiteter Proben unbefriedigend geblieben, vor allem weil sich die Gewinnung von Sporomorphen aus Dysodilen bekanntermaßen schwierig gestaltet. Auch die übrigen, meist karbonatischen Horizonte haben nur eine ganz geringe Ausbeute ergeben.

Etwa 15 Proben haben Sporomorphen geliefert, zumeist sind allerdings nur wenige Exemplare der häufigeren Typen in den Präparaten enthalten. Der Erhaltungszustand ist meist schlecht. In die Tab. 1 gelangten daher nur die Befunde von fünf höffigeren Proben aus dem Profil Sieblos 1994/2 (einschließlich der Ergebnisse von Dünnschliffuntersuchungen aus dem verkieselten Ostracoden/Characeen-Kalk; Bohrung Sieblos 1994/2: bei 41,10–41,18 m; vgl. Schiller 1998) und den Ergebnissen der Neudurchsicht einer Haldenprobe. Die Sporomorphen aus dem verkieselten Ostracoden/Characeen-Kalk sind gut erhalten, aufgrund der Zufälligkeiten der Einbettung und Schnittlage sind allerdings auch hier nur die charakteristischen Vertreter gut zu erkennen.

Die Befunde aus den sporomorphenarmen übrigen Proben widersprechen nicht den nachfolgend gezogenen Schlußfolgerungen.

Die Spektren bestätigen im wesentlichen die bereits vorliegenden Ergebnisse von Gahl (1964) und Hottenrott (1988), einige Formen waren von Sieblos noch nicht bekannt.

Es handelt sich um „typisch oligozäne“ Mikroflora, wobei die Anwesenheit von *Boehlen-sipollis hohli*, *Momipites quietus* und *Cicatricosisporites paradorogensis* eindeutig für älteres Oligozän spricht. Die wichtige und häufiger anzutreffende Form *Boehlen-sipollis hohli* (schon von Gahl 1964 genannt) ist vom unteren Oligozän bis zum tiefen Eo-Chatt verbreitet und kennzeichnet das untere- und mittlere Oligozän (Kruttsch 1992 u.a.). Im hessischen Tertiär kommt der Pollen letztmalig im Cyrenenmergel des tieferen Ober-Oligozäns vor (Hottenrott 1993). *Cicatricosisporites paradorogensis* erlischt

mit dem Ende der SPP-Zone 20 c (jüngeres Rupelium), *Momipites quietus* wird nach Ende dieser Zone selten (Kruttsch 1992, Blumenstengel et al. 1996). Ein Einzelfund von *Polycolpites helmstedtensis* (Bohrung Sieblos 1994/2: 21, 80–21, 90 m) spricht in diesem Zusammenhang ebenfalls für eine Altersstellung der Sieblos-Schichten im älteren Oligozän. Die Form setzt im Tertiär des Raumes Halle–Merseburg bereits im Bereich der SPP-Zone 19 aus (Blumenstengel et al. 1996). Innerhalb der *Momipites*-Gruppe überwiegt in den Spektren immer noch der altertümliche *Engelhardtia*-Vertreter *Momipites quietus*, der im Laufe der SPP-Zone 20 (Rupelium) vom „modernerer“ Vertreter *Momipites punctatus* abgelöst wird (Kruttsch 1992, Blumenstengel et al. 1996).

Kennzeichnend für die Sieblos-Schichten ist auch die regelmäßige Anwesenheit von Vertretern gemäßigter Klima-Verhältnisse und sogenannten intermediären Typen (z.B. *Ulmus*, *Carpinus*, *Alnus*, „moderne“ *Carya*-Typen; Hottenrott 1988) im Gegensatz zum Liegendabschnitt der Bohrung Sieblos 1994/1 mit seinen Elementen einer wärmeliebenden Eozän-Vegetation.

Bemerkenswert erscheinen die Funde von Pollenkörnern vom Compositae-Typ (*Tricolporopollenites macroechinatus*) in den Proben Sieblos/2 (20,35–20,38 m, 20,40–20,50 m). Compositoide Formen setzen nach Kruttsch (1970) etwa im Mittel-Oligozän als sehr seltene Elemente ein und werden ab dem Ober-Oligozän etwas häufiger (Kruttsch 1992). Die Proben bei 21,80–21,90 m und bei 41,25–41,30 m haben Reste mutmaßlicher schlecht erhaltener Dinoflagellaten-Zysten geliefert.

Nach den nicht sehr ergiebigen palynologischen Ergebnissen (Tab. 1) kommt den Sieblos-Schichten eine Altersstellung im Bereich der SPP-Zone 19 bis evtl. noch SPP-Zone 20 nach Kruttsch zu. Letztere Zone entspricht dem Rupelium bzw. „early Oligocene“ der internationalen Gliederung. Die SPP 19 kennzeichnet das „klassische Unter-Oligozän“ traditioneller Auffassung (Heskemer Bild, Bild der Melanien-

Tab. 1. Mikroflorenspektren (qualitativ) aus den Kaolinitischen Bildungen (Bohrung Sieblos 1994/1) und den Sieblos-Schichten (Bohrung Sieblos 1994/2 und Haldenmaterial).

	Sieblos 2 (20,35–20,83 m)	Sieblos 2 (20,40–20,50 m)	Sieblos 2 (20,60–20,70 m)	Sieblos 2 (21,80–21,90 m)	Sieblos 2 (28,05 m)	Sieblos 2 (41,100–41,18 m)	Sieblos (Halde)	Sieblos 1 (37,25–37,30 m)	Sieblos 1 (38,00–38,10 m)
<i>Leiotriletes maxoides</i> Krutzsch 1962 (Schizaeaceae: <i>Lygodium</i>)			•					•	
<i>Trilites multivallatus</i> (Pf. 1953) Krutzsch 1959 (Schizaeaceae: ? <i>Lygodium</i>)			•						
<i>Trilites</i> sp. (Schizaeaceae)				•					
<i>Cicatricosisporites paradoxogensis</i> Krutzsch 1959 (Schizaeaceae: <i>Ruffordia</i>)				•					
<i>Polypodiaceoisporites marlheimensis</i> (Mürr. & Pf. 1952) Krutzsch 1959 (Polypodiaceae, Cyatheaceae, Selaginellaceae)	•	•	•	•					
<i>Polypodiaceoisporites</i> sp. (Polypodiaceae, Cyatheaceae, Selaginellaceae)	•		•	•					•
<i>Verrucingulatisporites</i> sp. (Polypodiaceae, Cyatheaceae, Selaginellaceae)				•					
<i>Neogenisporis</i> sp. (? Gleicheniaceae)			•						
<i>Camarozonosporites heskemensis</i> (Pflanzl 1955) Krutzsch 1959 (Lycopodiaceae: <i>Lycopodium</i>)					•				
<i>Echinatisporis longechinus</i> Krutzsch 1959. (Selaginellaceae: <i>Selaginella</i>)		•							•
<i>Verrucatosporites favus</i> (R. Pot. 1931) Th. & Pf. 1953 (Polypodiaceae: ? <i>Polypodium</i>)			•						
<i>Pityosporites</i> sp. (Pinaceae: <i>Pinus</i>)	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Pityosporites microalatus</i> (R. Pot. 1931) Th. & Pf. 1953 (Pinaceae: ? <i>Cathaya</i>)			•	•			•		•
<i>Inaperturopollenites concedipites</i> (Wodehouse 1933) Krutzsch 1971 (Taxodiaceae)	•	•		•	•	•	•	•	
<i>Cyperaceapollis</i> sp. (Cyperaceae)							•		
<i>Dicolpopollis kockeli</i> Pflanzl 1956 (Palmae: <i>Calamus</i>)	•		•	•					
<i>Milfordia hungaricus</i> (Kedves 1965) Krutzsch & Vanhoorne 1977 (Restionaceae)		•		•					•
<i>Milfordia incerta</i> (Th. & Pf. 1953) Krutzsch 1961 (Restionaceae)			•						
<i>Sparganiaceapollenites</i> sp. (Sparganiaceae)		•					•		
<i>Aglaoreidia cyclops</i> Erdtman 1960							•		
<i>Minorpollis nachterstedtensis</i> sensu Krutzsch (Normapolles)									•
<i>Plicapollis pseudoexcellus</i> (Krutzsch 1957) Krutzsch 1961 (Normapolles)									•
<i>Triatriopollenites ruensis</i> Th. & Pf. 1953 (Myricaceae: <i>Myrica</i>)	•	•	•	•	•		•		•
<i>Plicatopollis plicatus</i> (R. Pot. 1934) Krutzsch 1962 (Juglandaceae)								•	•
<i>Momipites quietus</i> (R. Pot. 1931) Nichols 1973 (Juglandaceae: <i>Engelhardtia</i>)		•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Momipites punctatus</i> (R. Pot. 1931) Nagy 1969 (Juglandaceae: <i>Engelhardtia</i>)	•	•	•	•	•		•		•
<i>Platycaryapollenites</i> sp. (Juglandaceae: <i>Platycarya</i>)	•	•		•				•	•
<i>Pterocaryapollenites stellatus</i> (R. Pot. 1931) Thierygart 1937 (Juglandaceae: <i>Pterocarya</i>)							•		
<i>Caryapollenites simplex</i> (R. Pot. 1931) R. Pot. 1960 (Juglandaceae: <i>Carya</i>)	•	•		•			•		
cf. <i>Caryapollenites</i> sp. (Juglandaceae: ? <i>Carya</i>)									•
<i>Trixestibulopollenites betuloides</i> Pf. 1953 (Betulaceae: <i>Betula</i>)	•						•		
<i>Carpinuspollenites carpinoides</i> (Pf. 1953) Nagy 1969 (Betulaceae: <i>Carpinus</i>)							•		

tone; Mürriger & Pflanzl 1955, Brosius & Gramann 1959, Pflug 1957, 1986). Zur exakten stratigraphischen Stellung dieses Zeitabschnittes im eozän/oligozänen Grenzbereich siehe Martini & Rothe (1998).

Nach der größeren palynostratigraphischen Zonengliederung des IGCP-Projektes 114 (Meyer 1988) für Nordwesteuropa gehören die Sieblos-

Schichten (mit *Boehlensipollis hohli*), in die Zone SP 7 (jüngeres Unter-Oligozän/Mittel-Oligozän).

Die Mikrofloren der Sieblos-Schichten unterscheiden sich durch ihren Anteil altertärer Formen deutlich von den noch jüngeren (oberoligozänen) Spektren der nahegelegenen Lokalität Kühnstein (Hottenrott et al. 1998).

4. Korrelationen

Zwischen den erbohrten Abfolgen bei Sieblos, die offensichtlich den Übergang vom Oligozän zum Eozän erschlossen haben (Sieblos 1994/1) und den Profilen des Oberrheingrabens müßten enge stratigraphische Zusammenhänge bestehen. Eine mir vorliegende Probe aus den Oberen Pechelbronn-Schichten aus einem Aufschluß in der Nähe von Pechelbronn (Ziegelei-grube Herold bei Merkwiller im Elsaß, leg. Griefemer, Mainz, vgl. Schwarz & Griessemer 1992) hat ein Spektrum ergeben, das große Ähnlichkeit mit den Mikrofloren der Sieblos-Schichten zeigt. Die palynologischen Untersuchungen von Nickel (1996) an Bohrprofilen der Pechelbronn-Schichten im nördlichen Oberrheingraben gestatten hierzu einige nähere Vergleiche.

Nickel (1996) gelangt zu einer mikrofloristisch begründeten Dreiteilung der Pechelbronn-Schichten, die der lithologischen Gliederung in Untere Pechelbronn-Schichten (UPS), Mittlere Pechelbronn-Schichten (MPS) und Obere Pechelbronn-Schichten (OPS) nicht entspricht. Die UPS und der tiefere Teil der MPS werden von ihr in das Ober-Eozän (evtl. SPP-Zone 18 nach Krutzsch) gestellt, die höheren MPS und die tieferen OPS zeigen unteroligozäne Spektren (mit *Boehlensipollis hohli* ab Basis OPS). Die höheren OPS sollen noch jüngere, evtl. bereits mitteloligozäne Züge erkennen lassen. Ähnliche Ergebnisse hat Schuler (1988) aus dem südlicheren Oberrheingraben bekanntgemacht, hier wurde

Boehlensipollis hohli bereits in den tieferen Mittleren Pechelbronn-Schichten festgestellt.

Nach den vorliegenden palynologischen Befunden zu Sieblos, die allerdings die Profile nur bruchstückhaft erfassen, können die Sieblos-Schichten (s.str.) sehr wahrscheinlich stratigraphisch mit den Oberen Pechelbronn-Schichten (evtl. inkl. höhere Mittlere Pechelbronn-Schichten) verbunden werden, ein geringfügig jüngerer Zeitabschnitt wäre auch noch möglich. Der tertiäre Liegendabschnitt (kaolinitische Bildungen) der Bohrung Sieblos 1994/1 könnte eventuell noch mit den Unteren Pechelbronn-Schichten korrelieren aber er ist wahrscheinlich älter (vgl. auch die Makrofloren-Befunde von Mai 1998).

Die stratigraphische Verbindung zwischen den Sieblos-Schichten und dem Melanienton des nördlichen Hessen ist durch die Ergebnisse anderer Disziplinen (u.a. Nannoplankton) nachgewiesen (Martini 1987). Grundsätzliche Gemeinsamkeiten beider Schichtglieder lassen auch die älteren palynologischen Untersuchungen erkennen (Mürriger & Pflanzl 1955; Pflug 1957, 1986; Brosius & Gramann 1958, 1959; Holtz 1962; Sittler 1965; v. d. Brelie 1969 u.a.). Nach den aktuellen Untersuchungen von Schuler (1990), die erstmalig die einzelnen Abschnitte des Melanientones palynologisch differenziert, läßt sich nur die Hangendabteilung (Melanienton E) mit *Boehlensipollis hohli* und *Caryapolleni*

tes simplex mit den Sieblos-Schichten (s.str.) mikrofloristisch verbinden. Der Melanienton A enthält nach Schuler u.a. *Plicatopollis plicatus*, *Labrapollis labraferus* und *Intratripoporollenites ceciliensis* sowie noch Vertreter der ausklingenden Normapollis-Gruppe. Die Anwesenheit dieser Formen legt eine Korrelation des Melanienton A mit dem tertiären Liegendabschnitt (kaolinitische Bildungen) der Bohrung Sieblos 1994/1 nahe. Die Eozän/Oligozän-Grenze liegt

nach Schuler (1990) innerhalb des Melanienton D oder zwischen den Abschnitten C und D.

Dank: Ich danke den Herren Dr. H. Blumenstengel (Halle) und Prof. Dr. W. Krutzsch (Berlin) für wichtige Hinweise zur Palynologie und Dr. R. Blum (Wiesbaden) für die Übersetzung der Kurzfassung ins Englische.

5. Schriftenverzeichnis

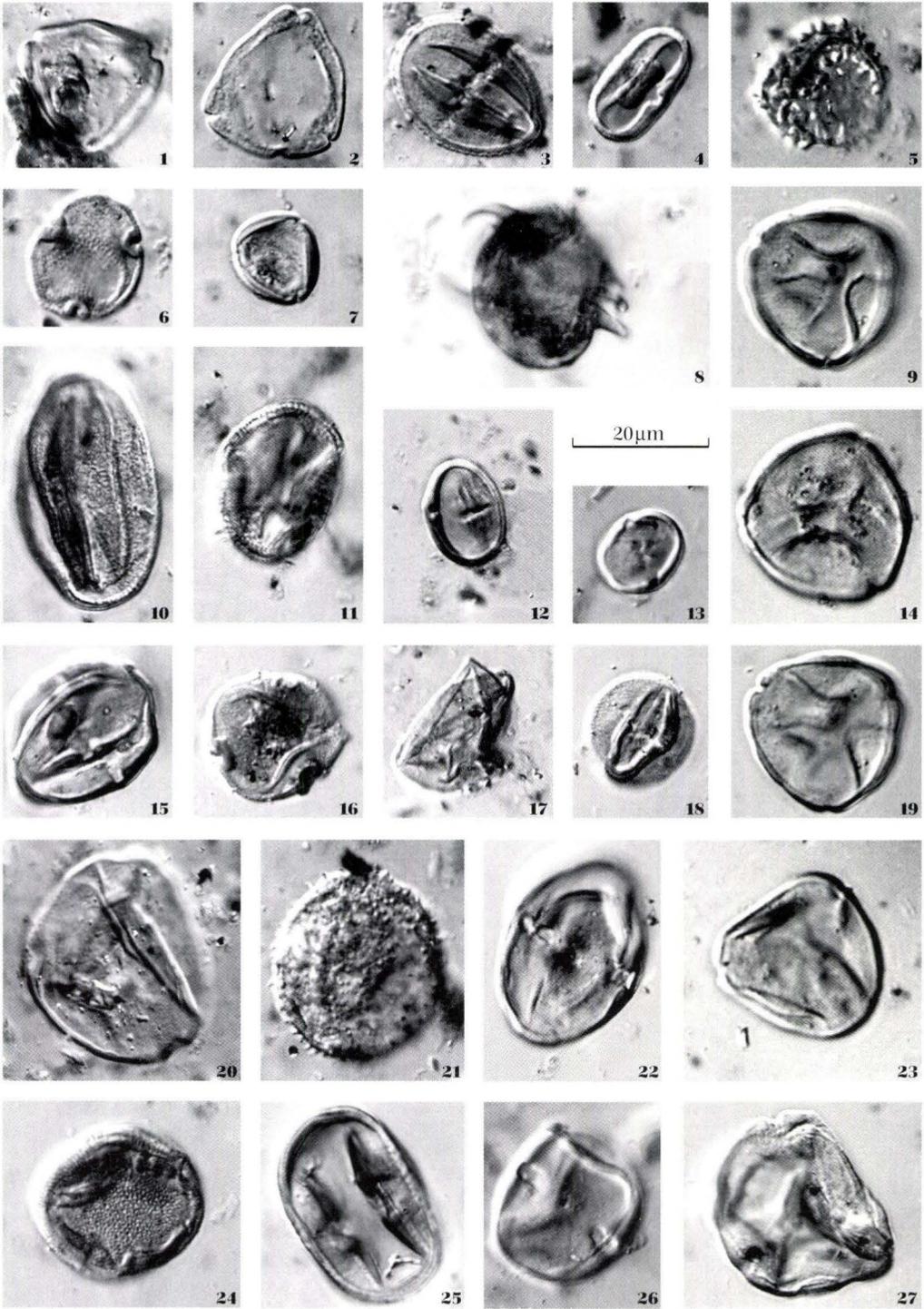
- Blumenstengel, H., Krutzsch, W., & Volland, L. (1996): Revidierte Stratigraphie tertiärer Ablagerungen im südlichen Sachsen-Anhalt. Teil 1: Raum Halle-Merseburg. – Hallesches Jb. Geowiss., B, Beiheft **1**, 101 S.; Halle (Saale).
- Brelie, G. v. d. (1969): Mikroflora aus dem Melanienton von Borken (Unteroligozän, nördliches Hessen). – In: Anderson, H.-J., Gramann, F., Ritzkowski, S., Sonne, V. & Tobien, H. (Hrsg.): Führer zur Oligozän-Exkursion 1969: 74-76; Marburg/Lahn.
- Brosius, M. & Gramann, F. (1958): „Heskemer Pollenbild“ und Melanienton am Nordrand des Vogelsberges. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **87**: 162-167; Wiesbaden.
- Brosius, M. & Gramann, F. (1959): Die stratigraphische Reichweite des Heskemer Pollenbildes in Borken (Tertiär, Niederhessen). – Z. dt. geol. Ges., **111**: 182-197; Hannover.
- Gahl, H. (1964): Paläontologie und Stratigraphie der tertiären Vorkommen von Sieblos und Obernhausen in der Rhön. – Diss. Univ. Gießen, 50 S.; Gießen.
- Holtz, S. (1962): Sporen-stratigraphische Untersuchungen im Oligozän von Hessen. – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **40**: 46 S.; Wiesbaden.
- Hottenrott, M. (1988): Palynostratigraphische Untersuchungen im Oligozän von Sieblos/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 93-98; Fulda.
- Hottenrott, M. (1993): Mikrofloristische Gliederung und Charakterisierung der Tertiärschichten von Frankfurt a.M. – In: E. Kümmerle (1993): Erl. geol. Kt. Hessen 1 : 25000, Bl. 5818 Frankfurt a.M. Ost, 3. Aufl.: 54-69; Wiesbaden.
- Hottenrott, M., Martini, E. & Nickel, B. (1998): Palynologische Datierung der Kühnstein-Schichten der Rhön in das Ober-Oligozän. – Geol. Jb. Hessen, **126**: 37-45; Wiesbaden.
- Krutzsch, W. (1966): Die sporenstratigraphische Gliederung des älteren Tertiärs im nördlichen Mitteleuropa (Paläozän-Mitteloligozän). – Abh. Zentr. Geol. Inst., **8**: 112-149; Berlin.
- Krutzsch, W. (1968): *Brosipollis* und *Labrapollis*, zwei neue Pollengenera aus dem Tertiär Mitteleuropas. – Review of Paleobotany and Palynology, **6**: 61-70; Amsterdam.
- Krutzsch, W. (1970): Die stratigraphisch verwertbaren Sporen- und Pollenformen des mitteleuropäischen Alttertiärs. – Jb. Geol., **3** (für 1967): 309-379; Berlin.
- Krutzsch, W. (1992): Paläobotanische Klimagliederung des Alttertiärs (Mitteleozän bis Oberoligozän) in Mitteldeutschland und das Problem der Verknüpfung mariner und kontinentaler Gliederungen (klassische Biostratigraphien – paläobotanisch-ökologische Klimastratigraphie – Evolutions-Stratigraphie der Vertebraten). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **186** (1/2): 137-253; Stuttgart.
- Mai, D. H. (1998): Paläokarpologische Untersuchungen im Alttertiär von Sieblos/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 215-239; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Martini, E. (1987): Nannoplankton aus dem nordhessischen Melanienton und von Sieblos/Rhön (Unter-Oligozän). – Geol. Jb. Hessen, **115**: 161-169; Wiesbaden.
- Martini, E. & Rothe, P. (1998): Sieblos an der Wasserkuppe: For-

- sungsbohrungen in einem alttertiären See. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 7–27; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Meyer, K.-J. (1988): Pollen and Spores (Compilation). – In: Vinken, R. (ed.): The Northwest European Tertiary Basin. Results of the International Geological Correlation Programme Project 124. – Geol. Jb., **A 100**: 288–320; Hannover.
- Mürriger, F. & Pflanzl, G. (1955): Pollenanalytische Datierung einiger hessischer Braunkohlen. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **83**: 71–89; Wiesbaden.
- Nickel, B. (1996): Palynofazies und Palynostratigraphie der Pechelbronn Schichten im nördlichen Oberrheingraben. – Palaeontographica, **B 240** (1/6): 151 S.; Stuttgart.
- Pflug, H. D. (1957): Zur Altersabfolge und Faziesgliederung mitteleuropäischer (insbesondere hessischer) Braunkohlen. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **85**: 152–178; Wiesbaden.
- Pflug, H. D. (1986): Palyno-Stratigraphie des Eozän/Oligozän im Raum von Helmstedt, in Nordhessen und im südlichen Anschlußbereich. – In H. Tobien Hg.: Nordwestdeutschland im Tertiär. – Beitr. Reg. Geol. Erde, **18**: 567–582; Berlin–Stuttgart (Borntraeger).
- Schiller, W. (1998): Ein verkieselter Ostracoden-/Characeen-Kalk in der Forschungsbohrung Sieblos 1994/2 (Unter-Oligozän). – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 115–126; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Schuler, M. (1988): France – the Federal Republic of Germany. The Rhine Graben. – In: R. Vinken ed.: The Northwest European Tertiary Basin. Results of the International Geological Correlation Programme Project 124. Geol. Jb. **A 100**: 300–302; Hannover.
- Schuler, M. (1990): Environnements et Paléoclimats Paléogènes. Palynologie et biostratigraphie de l'Eocène et de l'Oligocène inférieur dans les fossés rhénan, rhodanien et de Hesse. – Doc. B.R.G.M., **190**: 1-503; Orléans.
- Sittler, C. (1965): Le paléogène des fossés rhénan et rhodanien. Études sédimentologiques et paléoclimatiques. – Mem. Serv. Carte géol. Alsace-Lorraine, **24**: 392 S.; Strasbourg.
- Schwarz, J. & Griessemer, Th.W. (1992): Charophyten-Massenvorkommen aus den Oberen Pechelbronn-Schichten (Unteroligozän) von Merkwiller-Pechelbronn im Elsaß (Dépt. Bas-Rhin, Frankreich). – Paläont. Z., **66** (1/2): 23-27; Stuttgart.

Tafel 1

Sporomorphen aus den kaolinitischen Bildungen (Bohrung Sieblos 1994/1).

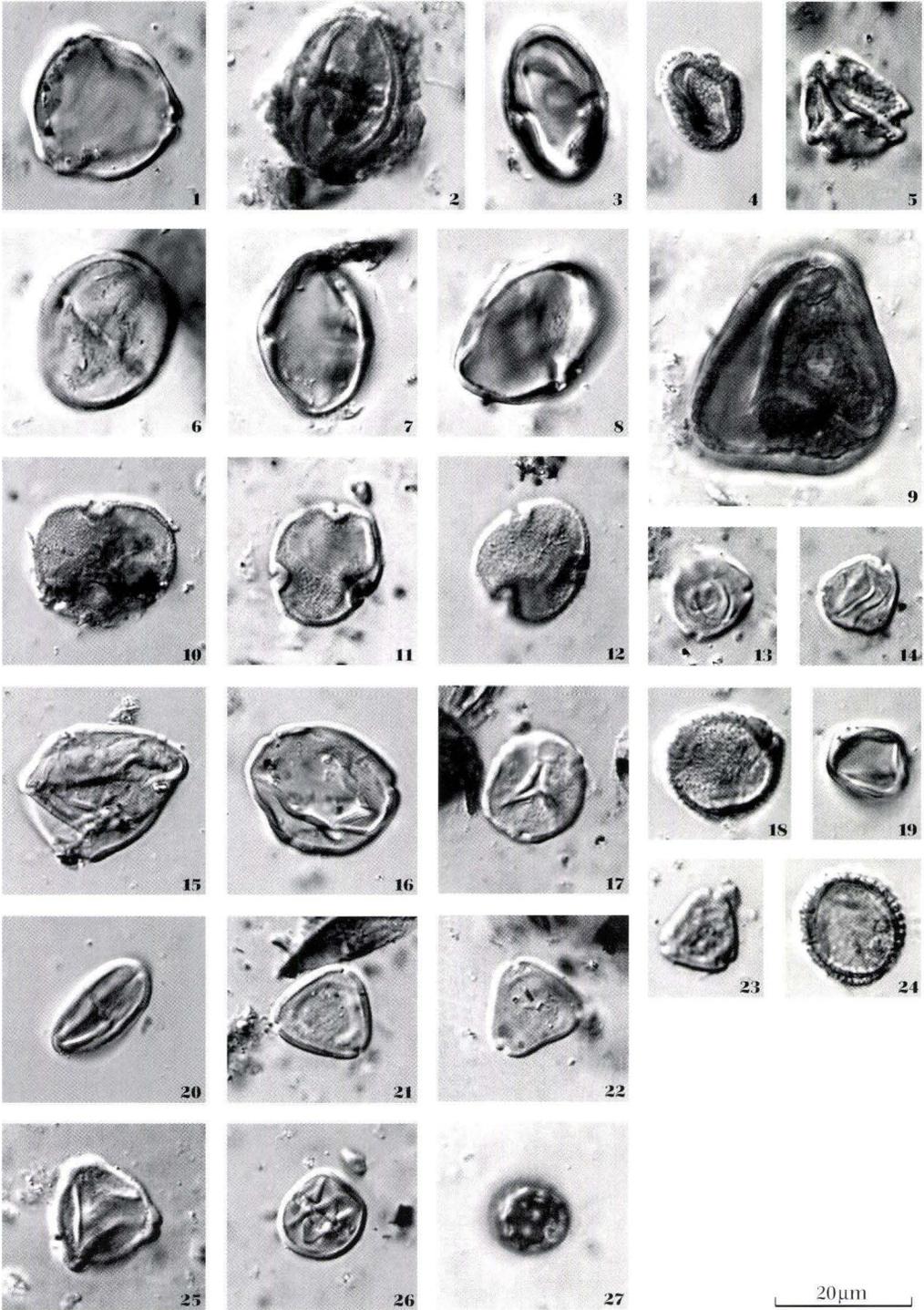
- Fig. 1. *Triatriopollenites ruvensis* Thomson & Pflug 1953.
 Fig. 2. *Plicatopollis pseudoexcelsus* (Krutzschn 1961).
 Fig. 3. *Tricolporopollenites* sp. 1.
 Fig. 4. *Tricolporopollenites cingulum* (R. Potonié 1931) Thomson & Pflug 1953.
 Fig. 5. *Compositoipollenites rhizophorus* (R. Potonié 1934) R. Potonié 1960.
 Fig. 6. *Intratroporopollenites ceciliensis* Krutzschn 1961.
 Fig. 7. *Tricolporopollenites* sp. 2 (Pollfigur).
 Fig. 8. *Echinatisporis longechinus* Krutzschn 1959.
 Fig. 9. *Plicatopollis plicatus* (R. Potonié 1934) Krutzschn 1962.
 Fig. 10. *Tricolporopollenites* sp. 3.
 Fig. 11. *Tricolporopollenites* sp. 4.
 Fig. 12. *Tetracolporopollenites* sp. 1.
 Fig. 13. *Tetracolporopollenites* sp. 1.
 Fig. 14. *Plicatopollis plicatus* (R. Potonié 1934) Krutzschn 1962.
 Fig. 15. *Tricolporopollenites* sp. 5.
 Fig. 16. *Intratroporopollenites minimus* Mai 1961.
 Fig. 17. *Inaperturopollenites concedipites* (Wodehouse 1933) Krutzschn 1971.
 Fig. 18. *Tricolporopollenites* cf. *eichensis* Nickel 1996.
 Fig. 19. *Plicatopollis plicatus* (R. Potonié 1934) Krutzschn 1962.
 Fig. 20. cf. *Plicatopollis* sp.
 Fig. 21. cf. *Compositoipollenites rhizophorus* (R. Potonié 1934) Thomson & Pflug 1953.
 Fig. 22. *Tetracolporopollenites* sp. 2.
 Fig. 23. *Plicatopollis plicatus* (R. Potonié 1934) Krutzschn 1962.
 Fig. 24. *Tricolporopollenites* cf. sp. 4.
 Fig. 25. *Tricolporopollenites* sp. 6.
 Fig. 26. *Tetracolporopollenites* sp. 3.
 Fig. 27. cf. *Caryapollenites* sp.
 Fig. 9, 14, 16, 18, 19, 23, 24: Sieblos 1994/1 (37,25-37,30 m).
 Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 20, 21, 22, 25, 26, 27: Sieblos 1994/1 (38,00-38,10 m).



Tafel 2

Sporomorphen aus den kaolinitischen Bildungen (Bohrung Sieblos 1994/1).

- Fig. 1. *Plicatopollis plicatus* (R. Potonié 1934) Krutzsch 1962.
Fig. 2. *Tricolporopollenites* sp. 7.
Fig. 3. *Tetracolporopollenites* sp. 4.
Fig. 4. *Tricolporopollenites* sp. 8.
Fig. 5. *Minorpollis nachterstedtensis* sensu Krutzsch.
Fig. 6. *Tetracolporopollenites* sp. 5.
Fig. 7. *Tetracolporopollenites* sp. 4.
Fig. 8. *Tetracolporopollenites* sp. 4.
Fig. 9. *Polypodiaceoisporites* sp.
Fig. 10. *Intratrisporopollenites minimus* Mai 1961.
Fig. 11. *Intratrisporopollenites ceciliensis* Krutzsch 1961.
Fig. 12. *Intratrisporopollenites ceciliensis* Krutzsch 1961.
Fig. 13. *Platycaryapollenites* sp.
Fig. 14. *Platycaryapollenites* sp.
Fig. 15. cf. *Plicatopollis* sp.
Fig. 16. *Plicatopollis* sp.
Fig. 17. *Labrapollis labraferus* (R. Potonié 1931) Krutzsch 1968.
Fig. 18. *Porocolpopollenites calauensis* Krutzsch 1961.
Fig. 19. *Tricolporopollenites* sp. 9.
Fig. 20. *Tricolporopollenites cingulum* (R. Potonié 1931) Thomson & Pflug 1953.
Fig. 21. *Momipites quietus* (R. Potonié 1931) Nichols 1973.
Fig. 22. *Momipites quietus* (R. Potonié 1931) Nichols 1973.
Fig. 23. cf. *Momipites quietus* (R. Potonié 1931) Nichols 1973.
Fig. 24. *Tricolporopollenites* sp. 9.
Fig. 25. *Plicapollis pseudoexcelsus* (Krutzsch 1957) Krutzsch 1961.
Fig. 26. *Tetracolporopollenites* sp. 6.
Fig. 27. *Chenopodipollis multiplex* (Weyland & Pflug 1957) Krutzsch 1966.
- Fig. 1, 7, 8, 10, 12, 15, 16, 19, 20, 27: Sieblos 1994/1 (37, 25-37, 30 m).
Fig. 2, 3, 4, 5, 6, 9, 11, 13, 14, 17, 18, 21, 22, 25, 26: Sieblos 1994/1 (38,00-38,10 m).



20µm

Tafel 3

Sporomorphen aus den Sieblos-Schichten (Bohrung Sieblos 1994/2).

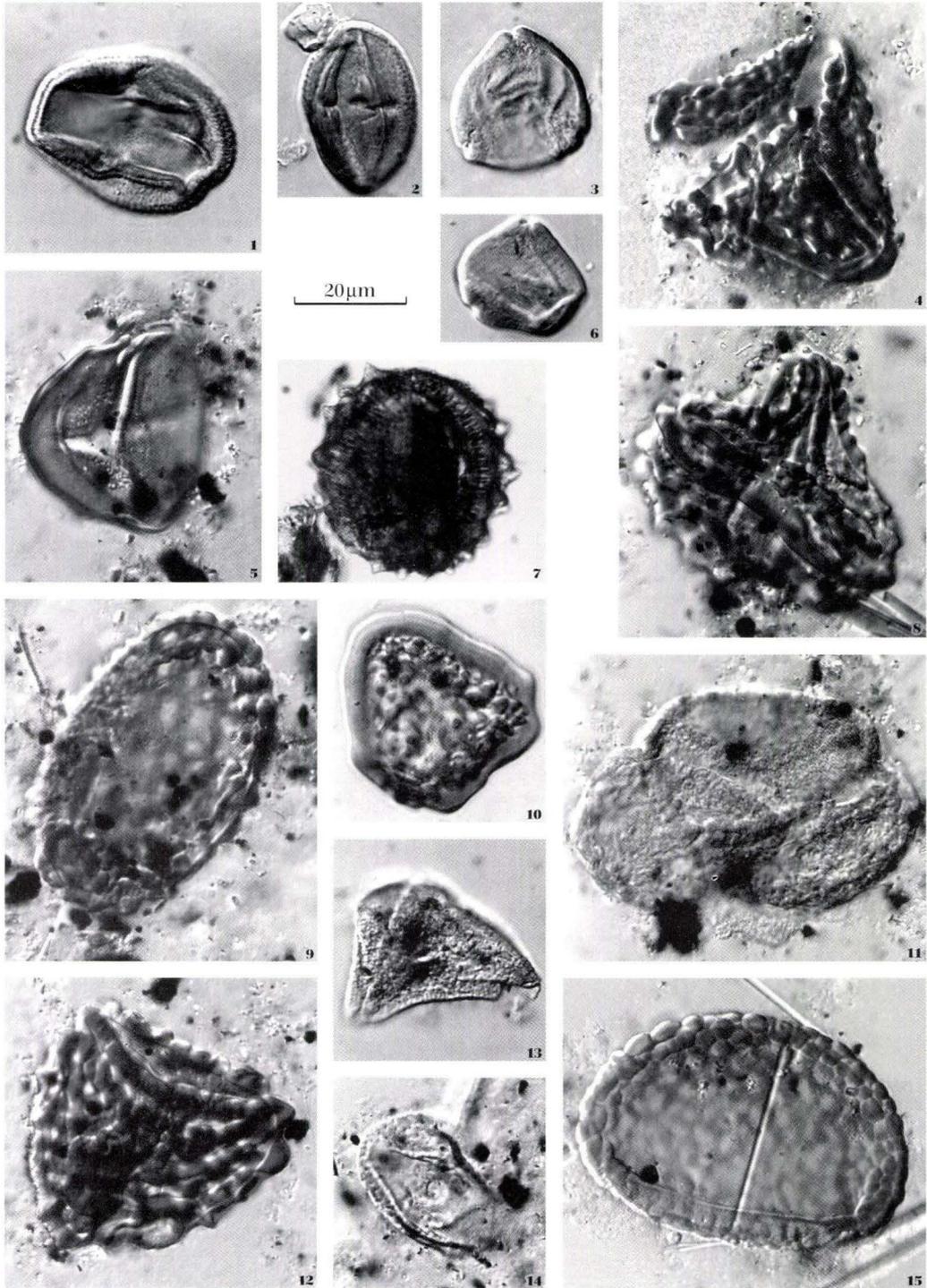
- Fig. 1. *Tricolporopollenites edmundi* (R. Potonié 1931) Thomson & Pflug 1953.
Fig. 2. *Tricolporopollenites pseudocingulum* (R. Potonié 1931) Thomson & Pflug 1953.
Fig. 3. *Triatriopollenites rurensis* Thomson & Pflug 1953.
Fig. 4. *Trilites multivallatus* (Pflug 1953) Krutzsch 1959.
Fig. 5. *Leiotrilites* cf. *maxoides* Krutzsch. 1962.
Fig. 6. *Triatriopollenites rurensis* Thomson & Pflug 1953.
Fig. 7. *Tricolporopollenites macrochinatus* Trevisan 1967.
Fig. 8. *Trilites multivallatus* (Pflug 1953) Krutzsch 1959.
Fig. 9. *Verrucatosporites favus* (R. Potonié 1931) Thomson & Pflug 1953.
Fig. 10. *Polypodiaceoisporites* sp.
Fig. 11. *Pityosporites* sp.
Fig. 12. *Trilites multivallatus* (Pflug 1953) Krutzsch 1959.
Fig. 13. *Boehlensipollis hohli* Krutzsch 1962.
Fig. 14. *Milfordia hungaricus* (Kedves 1965) Krutzsch & Vanhoorne 1977.
Fig. 15. *Verrucatosporites favus* (R. Potonié 1931) Thomson & Pflug 1953.

Fig. 1, 2, 3: Sieblos 1994/2 (20,35-20, 8 m).

Fig. 7: Sieblos 1994/2 (20,40-20,50 m).

Fig. 4, 5, 8, 9, 11, 12, 14, 15: Sieblos 1994/2 (20,60-20, 70 m).

Fig. 6, 10, 14: Sieblos 1994/2 (21,80-21,90 m).



Paläokarpologische Untersuchungen im Alttertiär von Sieblos/Rhön

von
Dieter H. Mai*

Mai, D. H. (1998): Paläokarpologische Untersuchungen im Alttertiär von Sieblos/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 215–239, 1 Tab., 5 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

Aus der Kernbohrung Sieblos 1994/1 werden aus dem Teufenbereich von 36,65–38,10 m paläokarpologische Reste beschrieben. Die Flora von 16 Arten spricht für mittel- bzw. obereozänes Al-

ter der unmittelbar über Muschelkalk liegenden tertiären Sedimente (Kaolinitische Bildungen). Sehr wichtig sind *Beckettia mastixioides*, *Steinhauera subglobosa* und *Sterculia subovoidea*.

Abstract

Paleocarpological investigations in the Lower Tertiary of Sieblos (Rhoen)

Paleocarpological remains were described from the core drilling Sieblos 1994/1 in a depth of 36,65 to 38,10 m. The flora of 16 species of the Tertiary sediments (Kaolinitic formation) lying

immediately above Muschelkalk indicates a middle to late Eocene age. *Beckettia mastixioides*, *Steinhauera subglobosa*, and *Sterculia subovoidea* are most important.

1. Einleitung

Die Fossilfundstelle Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön war wiederholt Gegenstand wissenschaftlichen Interesses. Aus einer Folge von hellen Tonen, Sanden, Kohlen und Mergeln, deren stratigraphische Beziehungen nicht in allen Fällen geklärt werden konnten, ist neben einer Fauna aus Wasserinsekten, Fischen, Fröschen

und Krokodilen mit wenigen Leitfossilien des Unter-Oligozäns (NP 22; Martini 1967, 1972, Martini & Rothe 1988) eine Vielzahl höherer Pflanzen (Heer 1859, Hassencamp 1860, Schimper & Schenk 1891, Kurtz 1894, Müller-Stoll 1936, Kirchheimer 1937, Martini & Schaarschmidt 1985, Jähnichen & Rüffle 1988) sowie deren Pol-

* Prof. Dr. D. H. Mai, Paläontologisches Institut, Museum für Naturkunde, Zentralinstitut der Humboldt-Universität, Invalidenstr. 43, D-10115 Berlin

len und Sporen (Gahl 1964, Hottenrott 1988) gefunden worden. Anfangs sprachen Heer (1859) und Kurtz (1894) von Unter-Miozän. Der Flora wurde aber schon von Müller-Stoll (1936) ein „altertümliches Gepräge“ nachgesagt. Eine genauere stratigraphische Einordnung versuchte Gahl (1964), der die Siebloser Pollenfloren ins untere Heskemer Pollenbild (= Kaufunger Unterflöz; Unter-Oligozän) einordnete. Dieser Einstufung schlossen sich auch Jähnichen & Rüffle (1988) nach Bearbeitung der Blätterflora aus dem Dysodil an, bemerkten aber, daß die Anwesenheit von *Mediocolpopollis compactus* bei Gahl auch Ober-Eozän beweisen könnte. Weitere wichtige Pollen und Sporen nannte Hottenrott (1988) und präziserte damit die Einstufung des Dysodils als höheres Unter-Oligozän bis tiefes Mittel-Oligozän.

Paläokarpologisches Material ist bisher sehr wenig beschrieben. Durch Abbildungen bei Müller-Stoll (1936), Mai (1981) und Jähnichen & Rüff-

le (1988) sind bisher fünf Arten mehr oder weniger gut bekannt, die nur eine geringe stratigraphische Signifikanz besitzen.

Es war darum eine besondere Überraschung, als durch die Aufmerksamkeit von Dr. M. Hottenrott aus der Kernbohrung Sieblos 1994/1 gut erhaltene Früchte an mich gegeben wurden, die sehr wohl zu einer Alterseinstufung der Schichten geeignet schienen. Durch weitere Bemühungen von Prof. Dr. E. Martini ist aus kohligem Tonen und Schluffen im Teufenbereich von 36,65–36,75 m (nur *Selaginella*), 37,20–37,35 m und 38,00–38,10 m so viel paläokarpologisches Material vorhanden, daß jetzt eine Bearbeitung vorgelegt werden kann. Beiden genannten Herren danke ich herzlich für die Bereitstellung des Probenmaterials.

Die paläokarpologischen Reste sind im Museum für Naturkunde unter den Nummern 1996/11–21; 1996/213–222 hinterlegt.

2. Beschreibung der Pflanzenreste

Familie Selaginellaceae
Gattung *Selaginella* Beauvois

Morphologie auf. Fossil bisher nur wenige Arten beschrieben.

Mit 700 Arten hauptsächlich subtropisch-tropisch verbreitete Gattung, aber auch einzelne boreal-montane Arten. Nördlichstes Vorkommen heute Grönland, Nordeuropa, Sibirien, Tschuktschenhalbinsel. Verbreitungsschwerpunkte in Südostasien und Äquatorialamerika. Überwiegend ombrophile Pflanzen an schattigen, feuchten Plätzen, besonders in den montanen Regenwäldern der tropischen Gebirge. Sowohl wichtige Arten der Krautschicht als auch der Epiphytenvegetation; häufig endemisch.

Die Systematik der Gattung *Selaginella* wird durchaus unterschiedlich gehandhabt. Bei der Gattung werden je nach Bearbeiter meistens 2–4 Untergattungen unterschieden. Diese werden in Arten-Gruppen oder Serien weiter aufgeteilt, wobei die Unterscheidung auf vegetativen Merkmalen beruht. Die Mikro- und Makrosporen weisen bei der gleichen Art oft eine unterschiedliche

Selaginella sp. ex gr. *lusatica* Mai
Taf. 1, Fig. 1–2

Beschreibung: Trilete Megasporen kugelig, 0,3–0,5 mm im Durchmesser, mit krönchenförmig hervorgehobener Y-Marke. Sporenkörper durch ein mehr oder weniger aufgelöstes Retikulum (imperfektes R.) skulpturiert. Muri kantig, gewunden, von mittlerer Höhe, nicht ausgefranst. Oberfläche des Exospors in den Lumina glänzend, stahlblau iridisierend, Lumina ohne Capilli, zellig-wabig strukturiert. Kontaktarea besonders abgesetzt.

Material: 2 Exemplare.

Bemerkungen: Durch das imperfekte Retikulum und die starke Iridisation des Exospors sind die Sporen dieser Art gut von den übrigen retikulaten fossilen Selaginellen zu unterscheiden. In die Gruppe gehören zweifellos *Selaginella*

lusatica (Mai; Mittel-Oligozän) nach dem imperfekten Retikulum und *Selaginella moravica* Knobloch (1986; Ober-Miozän) nach der krönchenförmig hervorgehobenen Y-Marke, die manchmal zur Imperfektion des Retikulums neigt. Offenbar sind auch die von Chandler (1961a) aus dem untereozänen London Clay und von Chandler (1963) aus dem Boscombe und Highcliff (Mittel-Eozän) abgebildeten Sporen von *Selaginella* sp. in die Nähe unserer Art zu stellen. Möglicherweise handelt es sich um eine neue Art, die aber nicht klar abgegrenzt werden kann, da nur eine einzige vollständig erhaltene Megaspore vorliegt.

Vorkommen: Megasporen von *Selaginellen* mit imperfekten Retikulum sind besonders häufig im Paläogen, treten aber auch im Unter- und Mittel-Miozän (Mai & Walther 1991) bis ins Pont (Ober-Miozän; Knobloch 1986) auf.

Familie Taxodiaceae

Gattung *Athrotaxis* D. Don

Heute mit vier Arten aus Tasmanien und Australien ausschließlich südhemisphärische Gattung. Hauptverbreitung in Bergwäldern, meist nahe an Gewässern.

Zuordnung des fossilen Materials aus dem europäischen Tertiär durch Gardner (1884) oder Dorofeev & Sveshnikova (1963) nicht ganz zweifelsfrei und unwidersprochen. Nach dem Zapfenbau und der Sicheladeligkeit bestehen Möglichkeiten der Zuordnung auch zur mesozoischen Gattung *Sphenolepis* Schenk oder in die Verwandtschaft von *Cryptomeria* D. Don, nicht aber die früher vorgenommene Unterstellung unter *Sequoia* Endlicher.

Athrotaxis couttsiae (Heer) Gardner

Taf. 1, Fig. 3–26

1862 *Sequoia couttsiae* Heer, Fossil flora Bovey Tracey: 1051, Taf. 59–61, Bovey (Mittel-Oligozän).

1884 *Athrotaxis couttsiae* Gardner, Monograph Brit. Eoc. flora II: 90–91, Taf. 6, Fig. 1–9, Hampstead (Mittel-Oligozän).

Beschreibung: Zapfenschuppen bis 5 mm im Durchmesser, mit rhombischen bis polygonalen Apophysen, im Zentrum ein kurzes Spitzchen tragend, terminal aber bei immer dünner werdender Samenschuppe mehr oder weniger stark stachelspitzig; Oberfläche runzelig; Innenfläche streifig, mit abgesetztem, wulstigem Rand, bisweilen mit länglichen Harzgängen in Randnähe.

Zweigstücke mit spiralig gestellten Schuppenblättern, diese dick, klein, am Zweige anliegend, gekielt auf der Unterseite, mit sichelförmig eingekrümmter Spitze, Rand scharfkantig bis häutig. Länge der Nadeln maximal 2 mm, Breite maximal 1,5 mm. Epidermiszellen in Längsreihen, mit geraden bis gewellten Zellwänden. Unterseite mit Stomata, welche nicht in Längsreihen, sondern ungeordnet in Gruppen beiderseits der Mittelrippe stehen; auf der Oberseite nur gelegentlich einzelne Spaltöffnungen. Stomata nur amphizyklisch, im Mittel 24 µm lang und 12 µm breit. Nebenzellen drei bis fünf, meist vier, abgerundet, öfters benachbart. Polare Nebenzellen zwei bis drei. Außenwände gebogen, selten gerade. Gelegentlich Papillen an den randlichen Zellen entwickelt und kristallführende Zellen auf dem Mittelstreifen der unteren Epidermis.

Material: 20 Zapfenschuppen, 8 Zweigstücke, zahlreiche Nadelbruchstücke.

Bemerkungen: Die fossilen Reste wurden von verschiedenen Autoren bereits ausführlich morphologisch und auch kutikularanalytisch untersucht, ohne daß dadurch Zuordnung und Nomenklatur zur Ruhe gekommen sind. Eine ausführliche Erörterung diesbezüglicher Fragen befindet sich bei Chandler (1962) und bei Dorofeev & Sveshnikova (1963). Ohne den Standpunkt der beiden letzten Autoren voll zu teilen, wird hier deren Zuordnung oder Benennung der fossilen Reste gefolgt.

Es bleibt darauf hinzuweisen, daß die Kombination *Athrotaxis taxiformis* (Unger) Dorofeev & Sveshnikova (1963) nicht benutzbar ist, da das älteste Epitheton „taxiformis“ schon Sternberg (1833) für sichelnadelige Koniferenzweige aus Häring in Tirol (Unter-Oligozän) gebrauchte. Diese gehören nach Kvacek (1971) eindeutig zu *Doliosirobus* Marion.

Vorkommen: Vom Paläozän (Makulbekov 1977) bis Ober-Miozän (Pinggen 1994), von England bis Kasachstan.

Familie Moraceae

Gattung *Ficus* Tournefort ex Linné

Gattung mit 800 Arten, die pantropisch verbreitet ist und nach Norden bis in die temperierten Waldgebiete Südjapans, Koreas, Mittelchinas, Vorderasiens und des Balkans reicht. Allein 100 Arten in Südchina. Meist immergrün, nur wenige Arten laubwerfend (*F. carica*, *F. hircana*). Sehr verschiedene Wuchsformen, z. B. Bäume, Sträucher, Lianen, Epiphyten, z. T. Baumwürger.

Ficus chandleri Mai

Taf. 2, Fig. 1-7

1985 *Ficus chandleri* Mai in Mai & Walther, Floren Weißelster-Becken: 60, Taf. 14, Fig. 4-9, Nobitz b. Altenburg (Ober-Eozän).

Beschreibung: Sehr kleine, schief-eiförmige bis nierenförmige oder fast halbkreisförmige, gewöhnlich flachgedrückte Endokarprien, apikal nahezu ohne Griffelfortsatz, schief abgerundet, nur mit warziger Stylamarbe; Plazenta subapikal, selten mit kleinem Propf; Dehiscenz in zwei gleiche Klappen; Oberfläche nahezu glatt; Endokarp dünnwandig, stets zusammengedrückt oder verfaltet, aus großen, stark getüpfelten Sklereiden. Länge 0,6-1,0 mm, Breite 0,-0,9 mm.

Material: 12 Endokarprien.

Bemerkungen: Eine Art mit kleinen dünnwandigen Endokarprien. Bei 800 heutigen Arten ist es nicht praktikabel, auf einem zutreffenden Vergleich zu bestehen.

Von heutigen Arten kommen die nordamerikanischen *Ficus aurea* Nuttall und *F. brevifolia* Nuttall den fossilen Endokarprien nahe.

Aus Hartau (Miozän) hat Mai (1964, Taf. 13, Fig. 19, 20, 22) Exemplare dieser neuen *Ficus*-Art mit *Ficus potentilloides* Mai vermischt, die sich aber gut durch eine deutliche Griffelspitze und

dickeres, unverfaltetes Endokarp unterscheiden läßt.

Vorkommen: Unter-Eozän bis Ober-Eozän von England (Chandler 1962, 1963), Ober-Eozän von Bulgarien (Palamarev 1973) und Mitteldeutschland (Mai & Walther 1985). Auch im Unter-Miozän der Oberlausitz (Mai 1964).

Familie Menispermaceae

Gattung *Wardensheppeya* Eyde

Ausgestorbene Gattung der Menispermaceae-Cocculineae mit drei Arten im Eozän. Mit naher Verwandtschaft zu *Sinomenium* Diels und *Menispermum* L., aber mit unterschiedlicher marginaler Skulptur und anderen Dimensionen der zentralen Area der Steinkerne. Als *Wardenia* Chandler (1961a) beschrieben, aber Homonym zu *Wardenia* King (1898; Araliaceae). Mit *Palaeosinomenium* Chandler (1961a) einen schwer abgrenzbaren Verwandtschaftskreis bildend, der besser ohne Gattungsrang als Sect. *Palaeosinomenium* (Chandler) nov. sect. zu *Sinomenium* oder *Menispermum* zu stellen ist. Unter- bis Ober-Eozän in England (Chandler 1961 a, b, 1962, 1963) und der Ukraine (Dorofeev 1974).

Wardensheppeya marginata (Chandler) Eyde
Taf. 2, Fig. 8-13

1963 *Wardenia marginata* Chandler, Lower Tert. floras. III: 84-85, Taf. 12, Fig. 17-22, Southbourne (Mittel-Eozän).

1970 *Wardensheppeya marginata* Eyde, New name *Wardenia*: 650, Southbourne (Mittel-Eozän).

Beschreibung: Steinkerne sehr stark abgeflacht, aber mit breitem marginalen Kranz; Ventralante gerade; Foramen nahe dieser Kante. Hufeisenförmige Rippe der Dorsalseite ziemlich abrupt und stumpf endend, über 2/3 ihrer Breite mit einer knötchenförmig verzierten Seitenrippe, die durch eine Furche zur Zentralarea abgegrenzt wird. Knötchen quergestellt, oft ziemlich scharfkantig. Durchmesser der Endokarprien etwa 3,5 mm; Durchmesser der Zentralarea 2 mm.

Material: 8 Bruchstücke von Endokarprien.

Bemerkungen: Die Endokarprien dieser Art unterscheiden sich von den verwandten Arten *W. davisi* (Chandler 1961a) Eyde durch geringere Größe und einen stärker ornamentierten Rand; von *W. poolensis* (Chandler 1962) Eyde ebenfalls durch die Größe, die Ventralkante und das Fehlen eines Styларfortsatzes. Insgesamt sind die Unterschiede aber so gering, daß man das eozäne Material aus England vielleicht artlich zusammenfassen könnte.

Vorkommen: Bisher nur Eozän in England (London Clay, Lower Bagshot, Boscombe und Bournemouth Marine Beds; Chandler 1961a, 1962, 1963).

Familie Altingiaceae

Gattung *Steinhauera* Presl

Ausgestorbene Gattung mit sehr naher Verwandtschaft zur südostasiatischen Gattung *Altingia* Noronha. Nur im europäischen Alttertiär (bis ins Ober-Eozän) typisches Glied der paläo-(sub)-tropischen Primärflora Europas; verbindet die laurophyllen Eozänfloren ganz Europas miteinander, da sie sowohl in sog. „Poltawa-Floren“ der Ukraine, den „Älteren Mastixioideenfloren“ Mitteleuropas und „Tethyan Floras“ Englands vorkommen. Wichtiger Bestandteil der Vegetation in den Stromauen mit Leitfossilcharakter.

Steinhauera subglobosa Presl

Taf. 3, Fig. 1–9

1838 *Steinhauera subglobosa* Presl in Sternberg, Versuch Flora Vorwelt. II: 202, Taf. 49, Fig. 4, Taf. 58, Fig. 1–4, Staré Sedlo (Ober-Eozän).

Beschreibung: Samen kantig-spindelförmig, 1–3 mm lang, 0,8–1,2 mm breit, primär zusammengedrückt, mit gewölbtem Rücken und eingezogener Bauchseite. Hilum subbasal, als unscheinbare, längliche Narbe. Eine Kante am Hilum mit unregelmäßiger, warziger Struktur, aber ungeflügelt. Oberfläche glänzend, längs-

streifig. Streifen wellig und anastomosierend, dorsal und ventral unterschiedlich in Streifenbreite und Anastomosenlänge. Ventral großmaschig-streifig, dorsal feinstreifig. Testa dünn, zerbrechlich.

Material: 10 Samen und Samenbruchstücke.

Bemerkungen: Die kleinen, kantig-spindelförmigen, ungeflügelten Samen, die dorsal und ventral verschieden gestreift sind, sind sehr typisch für die Art und wurden durch Mai (1968) sehr oft aus den Endokarprien der Früchte isoliert, welche charakteristische Fruchtköpfchen bilden. Sowohl Kirchheimer (1943) als auch Chandler (1961 b, 1962) kamen übereinstimmend zu dem Resultat, diese Fruchtköpfchen bei den Liquidambaroideae – nach moderner Anschauung besser Altingiaceae Hayne – unterzubringen. Während Kirchheimer noch an einer Zuordnung der Fruchtköpfe zu *Liquidambar* L. festhält, nach der faserigen Achse der Fruchtköpfe und den fehlenden Griffelresten der Kapsel schon damals sehr anfechtbar, kommt Chandler (1962) völlig richtig zu der Ansicht, daß es sich bei den Fossilien um Vertreter einer ausgestorbenen Gattung handelt, die *Altingia* Noronha viel näher steht als *Liquidambar*. Sie wurde von Mai (1968) mit dem ältesten Namen *Steinhauera subglobosa* Presl (1838) determiniert und blieb bisher monotypisch. Über Verwandtschaftsbeziehungen, Verbreitung und Bedeutung für die Florengeschichte Europas wurden ausführliche Bemerkungen bei Mai (1968) gemacht.

Vorkommen: Paläozän (Südustral; Baikovskaja 1953), im übrigen Europa vom Unter-Eozän bis ins Ober-Eozän (Reid & Chandler 1933, Chandler 1961b, Vaudois-Miéja 1979, Mai & Walther 1985). Leitfossil für das prä-oligozäne Paläogen in Eurasien

Familie Caryophyllaceae

Gattung *Hantsia* Chandler

Ausgestorbene Gattung der Caryophyllaceae. Früher zu *Corydalis* L. (Fumariaceae) gestellt (Chandler 1925). Nur im Eozän bekannt.

Hantsia pulchra (Chandler) Chandler
Taf. 2, Fig. 14

1925 *Corydalis pulchrum* Chandler, Eocene flora Hordle: 25, Taf. 3, Fig. 10 a-b, Hordle (Ober-Eozän).

1960 *Hantsia pulchra* Chandler, Plant remains: 209, Taf. 31, Fig. 39, Hordle (Ober-Eozän).

Beschreibung: Schief subovaler, campylotroper Samen, seitlich etwas zusammengedrückt, mit langer, flacher Depression in der Mitte und zwei unegaligen Loben; (Hilum und kurzer Fortsatz zwischen den Loben bei unserem Bruchstück nicht erhalten); Testaoberfläche mit dicken, gerundeten Warzen dicht bedeckt, die unregelmäßig in Größe und Anordnung sind. Durchmesser etwa 1,75 mm.

Material: 1 Samen-Bruchstück.

Bemerkung: Die zunächst als *Corydalis* L. bestimmten Samen aus dem Ober-Eozän von Hordle/Hants (Chandler 1925) werden später von der Autorin zu einer ausgestorbenen Gattung *Hantsia* Chandler (1960) gestellt. Diese Gattung besitzt zwei Arten und kommt nur im Eozän vor. Alle Funde, die von Knobloch (1970, 1971) und von Jung et al. (1978) aus der oberen Kreide/Paläozän hier untergebracht wurden, gehören nach Knobloch & Mai (1986) zu *Eurya carpatica* Knobloch & Mai (1983) (Theaceae). Die botanische Zuordnung der eozänen Reste zur Familie der Caryophyllaceae scheint mir etwas unbegründet, zumindest *H. glabra* Chandler (1961 b) sieht sehr Fumariaceen-ähnlich aus.

Vorkommen: Eozän von England (Bournemouth Marine Beds, Boscombe, Barton Beds, Headon; Chandler 1925, 1960, 1963) und von Velky Luh in Westböhmen (Kvacek & Holy 1977).

Familie Theaceae

Gattung *Eurya* Thunberg

Gattung mit 120 Arten, die oft in einige Gattungen bzw. Untergattungen zerlegt wird. Verbreitet in Südostasien, Mittel- und Südamerika,

isoliert auf Hawaii und Fidji-Inseln. Nördlich bis Hondo (Japan), Ostchina, Südkorea. Sträucher und Bäume, die besonders in subtropischen, immergrünen Waldtypen eine bemerkenswerte Rolle spielen. Wenige Arten auch in asiatischen Sommerlaubwäldern, aber stets als immergrünes Unterholz. Im Gebirge bis in die Koniferenwälder reichend. Fossil in Europa mit mehr als 10 Arten im Tertiär, 3 Arten in der Oberkreide.

Eurya obliqua (Chandler) Mai

Taf. 3, Fig. 10-11

1962 *Cleyera* ? *obliqua* Chandler, Lower Tert. floras Southern England II: 111-112, Taf. 17, Fig. 7, Lake/Dorset (Mittel-Eozän).

1971 *Eurya obliqua* Mai, Fossile Lauraceae: 331, Taf. 35, Fig. 34-35, Egelin-Süd (Mittel-Eozän).

Beschreibung: Samen rundlich triangular im Umriss, mit einem schief in das hufeisenförmige Fach ragenden Kondylus, der die Samen in zwei ungleiche Loben teilt. Testa mehr oder weniger stark glänzend, aus gleichseitigen Zellen von etwa 0,03 mm Breite gebildet, die an einigen Stellen in der Nähe des Hilums nahezu punktat und obscur erscheinen. Rand etwas kantig. Durchmesser der Samen 1,2-1,5 mm.

Material: 2 Samen.

Bemerkungen: *Eurya obliqua* (Chandler) Mai gehört nach Mai & Walther (1985) in das Subgen. *Cleyera* (Thunberg) A. Candolle, die durch folgende Merkmale charakterisiert ist: Samen mit wenig oder nicht verdickten Seitenwänden, Ornamentation regelmäßig und exzentrisch, Kondylus hoch, Samenfach hufeisenförmig bis geschlossen-hufeisenförmig. Mai (1971) stellte alle Arten zu *Eurya* Thunberg s. lato., Chandler (1960, 1962) brachte alle Arten des englischen Eozäns zu *Cleyera* Thunberg, die sie zunächst als Genus, später (Chandler 1963) nur noch als Subgenus gebrauchte.

Vorkommen: Nur Mittel-Eozän von England (Chandler 1962) und Unter- bzw. Mittel-Eozän in Deutschland (Mai 1971, Harbke = Coll. Mai (MfN, Nr. 1993/ 8745).

Familie Saurauiaceae
Gattung *Saurauia* Willdenow

Mit etwa 280 Arten im wesentlichen in den tropischen Gebieten Asiens (etwa 170 Arten) und im nördlichen Südamerika (etwa 80 Arten), Zwischengebiet zwischen den Arealen nur durch ein vereinzelt Vorkommen auf den Fidji-Inseln ausgefüllt; Bäume und Sträucher mit immergrünem Laub, in den Regenwäldern der Erde bisweilen eine bemerkenswerte Rolle spielend, wenige Arten auf der Nordhemisphäre den Wendekreis überschreitend und in temperierte Wälder vordringend, in SüdJapan, China, Mexiko; Höhengrenze bei 2300 m ü. NN. Nach ihrem Verbreitungsbild ist *Saurauia* Willdenow ein eindeutig tropisch-subtropisches Element besonders im stark humiden Bereich. Fossil in Europa nach Früchten und Samen mit drei Arten (Mai 1970) im Alttertiär und zwei Arten in der Oberkreide (Knobloch & Mai 1986). Blätterfunde aus dem Miozän von Hessen (Schindehütte 1907) und aus dem Rheinland (Weyland 1934) bedürfen einer detaillierten morphologischen und kuttikularanalytischen Bestätigung.

Saurauia subhercynica Mai
Taf. 4, Fig. 2

1970 *Saurauia subhercynica* Mai, Funde *Saurauia* Alttertiär: 391, Abb. 1, Fig. 11–12, Egelns-Süd (Mittel-Eozän).

Beschreibung: Samen schief-eiförmig, apikal aufgeblasen gerundet, 1,6 mm lang und 1,2 mm breit, anatrop, basal Hilum und Mikropyle eng benachbart, ventrale Kante von der Raphe durchzogen. Testa außen grubig gefeldert, Gruben meist in excentrischen Reihen, polygonal, groß, etwa 15 in einer Längsreihe übereinander.

Material: 1 Samen.

Bemerkungen: Samen durch die großgrubige Oberfläche und die aufgeblasene Form deutlich von den anderen kretazischen und alttertiären Arten zu unterscheiden und wohl zur Art *S. subhercynica* Mai (1970) zu stellen, aber insgesamt etwas größer als die größten Exemplare

vom Locus typicus. Rezent mit *Saurauia nudiflora* A. De Candolle (Bergregenwald von Java) zu vergleichen.

Vorkommen: Bisher nur vom Locus typicus Bohrung Egelns-Süd 66/59 (Mittel-Eozän, Helmstedter Oberflöz-Niveau) bekannt.

Familie Ericaceae
Gattung *Leucothoe* D. Don

Umfaßt nach Angaben von Sleumer (1959) 43 Arten, davon 35 Arten in den Gebirgen des tropischen Amerika (Sect. *Agastia* De Candolle), die damit sekundäres Entfaltungszentrum der Gattung sind, neun Arten aus fünf weiteren Sektionen in eng begrenzten, jeweils außertropischen Gebieten: Pazifische Küstenregion von Kalifornien und Oregon, atlantische Küste von Nordamerika, himalajisch-sinische Gebirgsregion und Japan. Drei von diesen Arten sind sommergrün, alle anderen Arten immergrüne Sträucher. Auf Sonderstandorten in sandigen oder versumpften Küstengebieten, in Moorgebüschen, auf Felsen, Geröllhängen der Gebirge bis in den subalpinen Bereich, in Nebelwäldern.

Früchte fossil in Europa mit Sicherheit ab Oberkreide, mindestens sieben Arten, z. T. noch unbeschrieben, meist in Braunkohlenflözen. Blattreste in der Zuordnung noch nicht einmal sicher bis zur Unterfamilie Andromedeae.

Leucothoe cf. *profensis* Mai
Taf. 3, Fig. 12–17; Taf. 4, Fig. 1

1985 *Leucothoe profensis* Mai in Mai & Walther, Floren-Weiße-Becken: 84, Taf. 21, Fig. 19–22, Profen (Ober-Eozän).

Beschreibung: Kapseln loculicid, nahezu globos, bis 2,0 mm lang und breit; mit glockig verwachsenem, stark querrunzeligem Kelch, dessen Lappen bis zur Spitze der Klappen reichen, ebenfalls runzelig, die ganze Kapsel mehr oder weniger einhüllend; Pedicellus sehr kurz, ohne Artikulation, Bracteolennarben am Kelch, Plazenta median, mit einfachen Leisten; Griffelrest

abgebrochen, aber wohl dünn; Samen zahlreich, oval bis keilförmig, zellig-längsretikulat, 0,4–0,6 mm lang, 0,2 mm breit.

Material: 3 Samen, 4 Kapselreste.

Bemerkungen: Eine Art der Sect. *Eubotrys* (Nuttall) Gray mit anliegenden, die Kapsel umhüllenden Kelchlappen. Von der häufigen *L. narbonensis* (Saporta) Weyland durch die globose Form der Früchte und die starke Querrunzelung aller Teile des Kelches und die einfachen Plazentaleisten gut unterscheidbar, was bei dem Material aus Sieblos aber nicht ganz eindeutig ausgebildet ist.

Vorkommen: Obereozäne Fundorte im Weifselster-Becken und dort häufig (Mai & Walther 1985).

Familie Sterculiaceae
Gattung *Sterculia* Linné

Etwa 100 Arten von immergrünen oder regengrünen Bäumen in den Tropen beider Hemisphären, besonders artenreich in Ostindien und Indomalaysien; nördliche Grenze in China, Oberburma und am Gebirgsfuß des Westhimalaja, in Mittelamerika nur bis ins Tiefland von Mexiko und Kleine Antillen; Höhengrenze bei 2300 m in Yünnan. An der Nordgrenze des Areales in Lorbeerwäldern, subtropischen Gebirgsregenwäldern und paratropischen Regen- und Savannenwäldern, oft in der obersten Baumschicht. In den Tropen auch gelegentlich in Sumpf- und Uferwäldern.

Fossil in Europa bisher im Alttertiär, nach typischen Blattresten bestimmt, von den 20 beschriebenen Arten aber nur wenige sicher (Unger 1851, Friedrich 1883, Rüffle 1976), seltener Holzreste (Müller-Stoll & Müller-Stoll 1949).

Sterculia subovoidea (Reid & Chandler) Mai
Taf. 2, Fig. 15–26

1933 *Euphorbiospermum subovoideum* Reid & Chandler, London Clay flora: 294, Taf. 12, Fig. 34–36, Sheppey (Unter-Eozän).

1985 *Sterculia subovoidea* Mai in Mai & Walther, Floren Weifselster-Becken: 91–92, Taf. 23, Fig. 31–34, Neumark-Süd und Espenhain (Ober-Eozän).

Beschreibung: Samen und Samenbruchstücke bis 3,5 mm Länge, 3 mm Breite, am spitzeren Pol des mikropylaren Bezirks facettenartig eingedrückt, ventral mit Raphe als lineare Rinne, die an eine große, rundliche Chalaza heranzuführt; Sklerotesta dünn, glänzend schwarz, an der Oberfläche punktiert, zweischichtig; äußere Schicht aus radialen Sklereiden, mit rundlicher Kristall-Lücke am oberflächennahen Pol der Zellen, innere Schicht aus rundlich-polygonalen Elementen, beide Schichten sich bisweilen voneinander trennend.

Material: 15 Bruchstücke von Samen.

Bemerkungen: Die Bruchstücke der Samen zeigen die typische zweischichtige Struktur, wie sie von sehr zahlreichen Fundstücken im Weifselster-Becken (Ober-Eozän, Mai & Walther 1985) belegt ist. Durch Vergleich ist die botanische Zuordnung einer als *Euphorbiospermum* Reid & Chandler (1933) bestimmten Art zur Gattung *Sterculia* L. gelungen. Als rezentes Vergleichsmaterial diente *S. diversiloba* Boerlage (Hort. Bot. Antibes), die größere, verkehrteiförmige Samen mit dickerer Radialsklereidtesta besitzt.

Zur Gattung *Euphorbiospermum* Reid & Chandler stellen Reid & Chandler (1933), Chandler (1961a, 1962) 14 Arten, von denen zumindest ein Teil zur Gattung *Sterculia* L. gehören dürfte. *S. subovoidea* (Reid & Chandler) Mai ist in ihrem Vorkommen auffällig an Fundstellen mit Blattresten der *Sterculia labrusca* Unger (1851) gebunden, so daß eine korrelative Bindung beider Arten möglich erscheint. Die Blattart ist in Zentraleuropa vom Unter-Eozän bis ins Ober-Eozän, in Südosteuropa noch bis ins obere Oligozän vorhanden.

Vorkommen: Unter-Eozän London Clay (Reid & Chandler 1933), Mittel-Eozän des Geiseltales (Mai 1976), Ober-Eozän im Weifselster-Becken (Mai & Walther 1985).

Familie Rosaceae
Gattung *Rubus* Linné

Nach Focke (1877) mit mindestens 300 Arten, bei enger Fassung des Artbegriffes aber über 3000 Arten, in 12 Untergattungen, davon heute nur vier in Europa. Mit Ausnahme der trockensten und heißesten Gebiete fast über die ganze Erde verbreitet, am artenreichsten in der nördlichen gemäßigten Zone und in den Hochgebirgen Mittel- und Südamerikas. Sträucher und Stauden (Hemikryptophyten), südlichste Arten auch Lianen in Bergregen- und Lorbeerwäldern, sonst in nahezu allen Landpflanzengesellschaften, laubwerfend, winter- und immergrün.

Fossil in Europa nach Steinkernen sicher ab Mittel-Eozän (Chandler 1963), ab Oligozän bereits eurosibirische Verbreitung von Artengruppen (Subgen. *Ideobatus* Focke) bekannt (Dorofeev 1963), im Pleistozän starke Ausdehnung der Areale subarktisch-alpiner Arten der Subgen. *Chamaemorus* Hill und *Cylactis* (Rafinesque-Schmaltz) Focke. Fossil mindestens 20 Arten nachgewiesen.

Rubus acutiformis Chandler

Taf. 5, Fig. 4–5

1925 *Rubus acutiformis* Chandler, Upper Eocene flora Hordle: 26, Taf. 4, Fig. 2, Hordle (Ober-Eozän).

Beschreibung: Steinkerne nahezu pyriform bis apfelsinenscheibenförmig, abgeflacht, apikal zugespitzt, Spitze nach ventral abgebogen, aber nicht oder nur sehr wenig über die Ventral-kante hinausragend, Ventral-kante nahezu gerade, Dorsalseite gerundet; Oberfläche netzgrubig mit großen Gruben und schmalen Rippen, scharf hervortretend, aber ventral sich verlierend, mit deutlichem ventralem Saum. Länge 1,2–1,5 mm; Breite 1–1,2 mm.

Material: 2 Steinkerne.

Bemerkungen: Nach Chandler (1925) eine sehr gut kenntliche Art der Sekt. *Pungentes* Focke aus der Untergattung *Ideobatus* Focke, die heute typisch für subtropische Waldgebiete von Kaschmir bis Japan ist.

Vorkommen: Mittel- bis Ober-Eozän in England (Chandler 1925, 1962, 1963), auch häufig im Ober-Eozän des Weifelder-Beckens (Mai & Walther 1985).

Familie Hydrangeaceae
Gattung *Dichroa* Loureiro

Die Gattung besitzt zehn Arten im südostasiatischen Monsungebiet, im Himalaja und in China, wo sie die Nordgrenze in den Provinzen Kansu und Shensi erreicht. Durch mehr als drei Arten zeichnen sich Sulawesi und Neuguinea aus. Die Pflanzen sind Sträucher mit dicken, runden Trieben und immergrünen, eiförmigen oder lanzettlichen Blättern. Sie sind vor allem aus subtropischen Berg- und Moosnebelwäldern von 800–3000 m und aus immergrünen Lorbeerwäldern bekannt. In Kultur ist in Europa nur *D. febrifuga* Loureiro, die unter unseren klimatischen Bedingungen nur im Warmhaus gehalten werden kann.

Dichroa bornensis Mai

Taf. 4, Fig. 3

1985 *Dichroa bornensis* Mai, Beiträge Saxifragales-Gattungen: 81–82, Taf. 5, Fig. 1–4, Borna-Ost (Mittel-Oligozän).

Beschreibung: Samen länglich bis eiförmig, abgeflacht, apikal abgestutzt, basal gerundet bis sanft zugespitzt, oft mit einer Kante, an der die Raphe läuft, 1–1,5 mm lang, 0,5–0,8 mm breit, Testa spröde, mit fazettenartig abgesetzten, großlumigen, länglichen, in Längsreihen angeordneten Oberflächenzellen, die an der Basis und Spitze oft über den Samenrand hinaus verlängerte Auswüchse zeigen, glänzend schwarz; Hilum als apikales Närbchen; Mikropyle stets undeutlich und von Zellenden überdeckt.

Material: 2 Samen.

Bemerkungen: Die Samen sind denen der heutigen *D. febrifuga* Loureiro ziemlich ähnlich, aber etwas größer, länglicher und glänzend schwarz. Die Vergleichsart ist heute weit verbreitet im asiatischen Monsungebiet.

Vorkommen: Bisher nur im Mittel-Oligozän von Borna-Ost/Weißelster-Becken und in den Calauer Schichten der Lausitz (Mai 1985).

Familie Cornaceae–Mastixioideae
Gattung *Beckettia* Reid & Chandler

Ausgestorbene Gattung der Mastixioideae bisher nur im eozänen London. Synonyme sind *Lanfrancia* Reid & Chandler (1933) und *Portnallia* Chandler (1961a). Auch mit zwei Arten in der Oberkreide Mitteleuropas (Knobloch & Mai 1986).

Beckettia mastixioides Reid & Chandler
Taf. 5, Fig. 1–3

1933 *Beckettia mastixioides* Reid & Chandler, London Clay flora: 456–457, Taf. 25, Fig. 28–36, London Clay (Unter-Eozän).

1933 *Lanfrancia subglobosa* Reid & Chandler, London Clay flora: 457–458, Taf. 25, Fig. 37–40, London Clay (Unter-Eozän).

Beschreibung: Endokarpium eiförmig, 3-fächrig, syncarp, das dritte Fach stets schwächer entwickelt, mit breiten, deutlich abgesetzten Keimklappen, in deren Mitte stets eine deutliche Längseinfaltung mehr oder weniger breit, mit Rippen und Leitbündelspuren. Fach breit U-förmig im Querschnitt. Samen nicht gefunden. Länge 9–11 mm, Breite 6,5–9 mm.

Material: 3 Steinfrüchte.

Bemerkung: Nach Kirchheimer (1936: 284) ist *Lanfrancia subglobosa* Reid & Chandler (1933), der unsere Steinfrüchte am nächsten kommen (vgl. besonders Chandler 1961a, Taf. 28, Fig. 36–38), eine der *Beckettia mastixioides* Reid & Chandler (1933) vergleichbare, 3- bis 4-fächrige Form. Ihr Zerfall in einfächrige Pyrenen dürfte auf nachträglichen Zerstörungsvorgängen beruhen. Im oberen Maastricht kommt mit *Beckettia samuelis* Knobloch & Mai (1986) noch eine kleinere Art mit nur halb so großen Steinfrüchten, anderer Oberflächenrunzelung und Leitbündelfurchung vor.

Vorkommen: Nur untereozäner London Clay (Reid & Chandler 1933, Chandler 1961a).

Familie Rutaceae
Gattung *Toddaliospermum* Chandler

Von Chandler (1963) wurde für Samen der Rutaceae-Toddalioideae, deren nähere Verwandtschaft nicht feststellbar war, eine Formgattung geschaffen. Sie umschließt im Gegensatz zu *Rutaspermum* Chandler Samen jener Gattungen, die sich durch eine wenig ornamentierte Oberfläche und mehr oder weniger halbmondförmige Gestalt auszeichnen. Als vergleichbare Gattungen werden z.B. *Toddalia* Jussieu und *Araliopsis* Engler genannt.

Toddaliospermum neomarcense Mai
Taf. 4, Fig. 4–5

1976 *Toddaliospermum neomarcense* Mai, Fossile Früchte Geiseltal: 117, Taf. 5, Fig. 10–16, Neumark-Süd (Mittel-Eozän).

Beschreibung: Samen apfelsinenscheibförmig, etwa 3,5 mm lang, 2,5 mm breit und 2 mm dick, mit subapikaler, 1,5 mm kurzer, spitzbogenförmiger Hilargrube. Testa dick, auf der Oberfläche punktat strukturiert, Zellen länglich isodiametrisch, in Reihen angeordnet. Inneres des Faches glatt, glänzend.

Material: 1 Samenbruchstück.

Bemerkung: Diese Art ist in erster Linie durch die stärker gerundete Form, die kleineren Abmessungen und die sehr dicke Testa der Samen gut charakterisiert. Eine ähnliche, aber noch kleinere Form mit mehr medianer Hilargrube ist aus den englischen Highcliff Sands bekannt (Chandler 1963). Letztere wurde von Gregor (1975: 124) zur Gattung *Toddalia* Jussieu gestellt. Für unseren Rest ist diese Zuordnung wegen der anders gestalteten und mehr subapikal gelegenen, kleinen Hilargrube nicht möglich.

Vorkommen: Bisher nur Mittel-Eozän des Geiseltals (Mai 1976).

Incertae sedis

Gattung *Carpolithus* Linné

Sammelgattung für unbestimmte Früchte und Samen

Carpolithus heerii (Ettingshausen) Mai

Taf. 4, Fig. 6–14

1866 *Butomus heerii* Ettingshausen, Flora Tertiärbecken v. Bilin, I: 27, Taf. 6, Fig. 12–14, Kuclin (Unter-Oligozän).

1978 *Carpolithus heerii* Mai in Mai & Walther, Floren Haselbacher Serie: 150–151, Taf. 6, Fig. 4; Taf. 25, Fig. 25–29, Schleenhain (Mittel-Oligozän).

Beschreibung: Frucht aus drei Karpellen, verwachsen, oberständig, nußartig, sich nicht öffnend, oval oder breit-eiförmig, selten mit drei erkennbaren Nähten der Karpelle, ledrig, mit zweischichtigem Perikarp, dessen dünnhäutiges runzeliges, glänzendes Epikarp sich leicht von dem dickeren, matten, großzelligen Endokarp ablöst. Terminal mit Stylussäule, die sich nahe der Basis in drei säulige Äste spaltet; basal mit breitem, scheibenförmigem Diskus, von dem fünf (selten vier) ledrige, bleibende, postfloral über die Frucht hinausreichende, eiförmige, zugespitzte Kelchlappen ausgehen, die äußerlich eine schwache reticulate Nervatur zeigen; am Rande des Diskus mehr oder weniger verwachsen, mit einem Rand jeweils den benachbarten Kelchzipfel schwach deckend. Pedicellus kräftig. Im Inneren der Frucht parietale Scheidewände als Reste, vermutlich 1-fächrig (lysi- oder parakarp), Plazentation und Samen unbekannt. Durchmesser der Früchte und Kelchlappen bis 3 mm.

Material: 12 Früchte und Bruchstücke.

Bemerkungen: Anhand umfangreichen Materiales von verschiedenen Fundorten ließ

sich die Art (oder Artengruppe) gut definieren, ohne daß ihre botanische Zuordnung gelungen ist. Kucliner Material, das wir in Prag sahen, bestärkte uns in der Annahme, daß unter den Originalen von Ettingshausen (1866–1869) die Art nachweisbar sei. In Frage für ein Basionym kommt „*Butomus*“ *heerii* Ettingshausen (1866) und möglicherweise auch „*Macreigthia*“ *microcalyx* Ettingshausen (1868). Die Fossilien gehören weder zu den Butomaceae noch zu den Ebenaceae.

Vorkommen: Bereits im mittleren Paläozän (Wassmannsdorf, Walkmühle; Mai 1987), ab Unter-Eozän regelmäßig und bisweilen häufig im Ober-Eozän (Weißelster-Becken) (Mai & Walther 1985), seltener in der Haselbacher Serie (Mittel-Oligozän; Mai & Walther 1978).

Carpolithus sp.

Taf. 4, Fig. 15

Beschreibung: Samen scheibenförmig abgeflacht, im Umriss oval, mit einer geraden Kante, an dessen Ende punktförmig die Mikropyle angeordnet ist. Oberfläche durch große, grubige Zellen skulpturiert, die oval bis polygonal erscheinen und einen breiten Außenrand besitzen, im Inneren und an diesem Rande feine punktate Zellstruktur sichtbar. Länge etwa 0,75 mm, Breite 0,6 mm.

Material: 1 Samen, etwas angebrochen.

Bemerkungen: Dieser sehr typisch gestaltete und skulpturierte Samen war bisher botanisch nicht zuzuordnen. Eine nomenklatorische Behandlung soll bei diesem Einzelexemplar zunächst unterbleiben.

Vorkommen: Nur in Bohrung Sieblos 1994/1: 37,20–37,35 m.

Tab. 1. Übersicht der in Sieblos 1994/1 gefundenen Arten und deren paläökologische und biostratigraphische Bedeutung.

Art	Familie	Organ	Verbreitungsmechanismus	Lebensform	Laubabwerfend L Immergrün I	Blattform-Klasse	Biostratigraphische Reichweite
<i>Selaginella spec.gr.lusatica</i>	Selaginellaceae	Sporen	Wind	Hemikryptophyt	I	Nanophyll	Paläozän–Pont
<i>Athrotaxis couttsiae</i>	Taxodiaceae	Zapfen, Blätter	Wind	Phanerophyt	I	Nanophyll	Paläozän–Ober-Miozän
<i>Ficus chandleri</i>	Moraceae	Endokarp	Endozoochorie	Phanerophyt; Liane	(L) I	Notophyll	Unter-Eozän– Unter-Miozän
<i>Wardensheppeya marginata</i>	Menispermaceae	Endokarp	Endozoochorie	Phanerophyt; Liane	I	Notophyll	Unter- bis Mittel-Eozän
<i>Steinhauera subglobosa</i>	Altingiaceae	Samen	Wind	Phanerophyt	I	Notophyll	Paläozän–Ober-Eozän
<i>Hantsia pulchra</i>	Caryophyllaceae	Samen	Wind	Hemikryptophyt	(?L)	Mesophyll	Mittel- bis Ober-Eozän
<i>Eurya obliqua</i>	Theaceae	Samen	Endozoochorie	Phanerophyt	I	Microphyll	Unter- bis Mittel-Eozän
<i>Saurauia subherycyna</i>	Saurauiaceae	Samen	Endozoochorie	Phanerophyt	I	Notophyll	Mittel-Eozän
<i>Leucothoe profensis</i>	Ericaceae	Samen, Früchte	Wind	Phanerophyt	L/I	Meso/Notophyll	Ober-Eozän
<i>Sterculia subovoidea</i>	Sterculiaceae	Samen	Endozoochorie	Phanerophyt	I	Notophyll	Unter- bis Ober-Eozän
<i>Rubus acutiformis</i>	Rosaceae	Endokarp	Endozoochorie	Phanerophyt; Liane	L/I	Mesophyll	Mittel- bis Ober-Eozän
<i>Dichroa bornensis</i>	Hydrangeaceae	Samen	Wind	Phanerophyt	I	Notophyll	Mittel-Oligozän
<i>Beckettia mastixioides</i>	Cornaceae	Endokarp	Endozoochorie	Phanerophyt	(?)	Notophyll	Unter-Eozän
<i>Toddaliospermum neomarcense</i>	Rutaceae	Samen	Endozoochorie	Phanerophyt; Liane	(?)	–	Mittel-Eozän
<i>Carpolithus heerii</i>	indet.	Früchte	–	–	–	–	Paläozän– Mittel-Oligozän
<i>Carpolithus sp.</i>	indet.	Samen	–	–	–	–	–

3. Paläoökologie und Biostratigraphie

Die kleine, nur 16 bestimmbare Arten umfassende Flora aus den „Kaolinitischen Bildungen“ der Kernbohrung Sieblos 1994/1 steht gerade an der Untergrenze der paläoökologischen und stratigraphischen Auswertbarkeit. Aber immerhin zeigt die Florenliste einige sehr bedeutende und aussagekräftige Arten, allen voran *Beckettia mastixioides*, *Steinhauera subglobosa* und *Sterculia subovoidea*, die für subtropisch-tropische, laurophylle Vegetationsformen des Eozäns sprechen. Allgemein ist eine solche Vegetation als „Ältere Mastixioideenflora“ in Europa ansprechbar. Ihren subtropischen Charakter unterstreichen auch immergrüne Phanerophyten, wie *Ficus chandleri*, *Wardensheppeya marginata*, *Eurya obliqua*, *Saurauia subhercynica* und *Toddaliospermum neomarcense* genauso wie die Lorbeerwaldkonifere *Athrotaxis couttsiae*. Es sind allesamt alttertiäre Florenelemente. Eine Tendenz zu laubwerfenden oder immergrünen Lebensformen vermitteln *Leucothoe* D. Don und *Rubus* L., die aber mit den typisch eozänen Arten *Leucothoe profensis* und *Rubus acutiformis* wahrscheinlich noch immergrün waren. Krautige Lebensformen sind nur durch *Selaginella* sp. und *Hantsia pulchra* (Caryophyllaceae) sehr unbedeutend vertreten. *Ficus*, *Wardensheppeya*, *Toddaliospermum* und vielleicht *Rubus* mögen eine gut entwickelte Lianenschicht des immergrünen Waldes widerspiegeln. Dieser Wald läßt sich als Lorbeer-Koniferenwald charakterisieren (Mai 1995), der mit der monodominanten *Athrotaxis couttsiae* und Vertretern der Altingiaceen, Ericaceen, Theaceen, Moraceen, Mastixioideen, Saurauiaceen, Sterculiaceen wichtig für das west- und mitteleuropäische Alttertiär war. Er setzt ein mindestens subtropisches Paläoklima mit mittleren Jahrestemperaturen zwischen 19 bis 13 °C, tiefsten Monatsmitteln über + 5 bis + 6 °C und mittleren Jahresniederschlägen über 1000 mm/a voraus. Die Frucht- und Samenverbreitung in einem solchen

Walde war nur wenig vom Wind abhängig und geschah meist durch Interaktion mit Säugetieren und Vögeln (Endozoochorie). Die Blattformen gehörten in der Mehrzahl der Fälle zur nophyllen Klasse mit ganzrandigen Blättern. Derartige Formen waren im mittleren Europa im jüngeren Tertiär (ab Ober-Oligozän) äußerst selten, sind aber typisch für das ganze ältere Tertiär.

Aus dem Unter-Eozän stammen die Typen von *Beckettia mastixioides*, *Sterculia subovoidea* (2), aus dem Mittel-Eozän *Eurya obliqua*, *Saurauia subhercynica*, *Toddaliospermum neomarcense*, *Wardensheppeya marginata* (4), aus dem Ober-Eozän *Ficus chandleri*, *Hantsia pulchra*, *Leucothoe profensis*, *Rubus acutiformis*, *Steinhauera subglobosa* (5), aus dem Unter- bzw. Mittel-Oligozän *Athrotaxis couttsiae*, *Dichroa bornensis* und *Carpolithus heerii* (3). Tab. 1 gibt die bisher bekannte stratigraphische Reichweite der gefundenen Arten an. Nach unseren Funden in Sieblos muß die Reichweite von *Dichroa bornensis* in das Eozän ausgedehnt werden. Insgesamt dürfte es sich um eine mittel- bis obereozäne Flora in den untersuchten Proben handeln.

Diese Einstufung liegt in einem zeitlichen Abschnitt, der sehr günstig für die Ablagerung fossiler Floren auf einer ausgedehnten Landoberfläche war. Nach Eissmann & Hänsel (1991) lebte schon im Mittel-Eozän infolge optimaler klimatischer Bedingungen in ganz Mitteldeutschland die Subrosion im prätertiären Untergrund auf. Das könnte erklären, warum auch in der Rhön im Siebloser Gebiet eine lokale Doline mit Muschelkalk im Röt entstanden ist, die sich mit terrestrischen Sedimenten aus der Nachbarschaft füllte und unsere kleine Flora einschloß. Später wurde diese Senke zusammen mit jüngeren Sedimenten durch die Tuffe und Basalte der Wasserkuppe bedeckt und vor der erosiven Zerstörung geschützt.

4. Schriftenverzeichnis

- Baikovskaja, T. N. (1953): K paleocenovoi flore Juznogo Urala (*Steinhauera subglobosa* Presl) - Ezegodnik vsesojuzn. paleont. Obscestva, **14**: 257-263; Moskva-Leningrad.
- Chandler, M. E. J. (1925): The Upper Eocene Flora of Hordle, Hants I. - Monogr. Palaeontogr. Soc., **77**: 1-32; London.
- Chandler, M. E. J. (1960): Plant Remains of the Hengistbury and Barton Beds. - Bull. Brit. Mus. Nat. Hist., Geol., **4** (6): 193-238; London.
- Chandler, M. E. J. (1961a): The Lower Tertiary Floras of Southern England. I. Palaeocene Floras, London Clay Flora (Supplement). - Brit. Mus. Nat. Hist.: 354 S.; London.
- Chandler, M. E. J. (1961b): Flora of the Lower Headon Beds of Hampshire and the Isle of Wight. - Bull. Brit. Mus. Nat. Hist., Geol., **5** (5): 93-157; London.
- Chandler, M. E. J. (1962): The Lower Tertiary Floras of Southern England II. Flora of the Pipe-Clay Series of Dorset (Lower Bagshot). - Brit. Mus. Nat. Hist.: 176 S.; London.
- Chandler, M. E. J. (1963): The Lower Tertiary Floras of Southern England III. Flora of Bournemouth Beds; The Boscombe, and the Highcliff Sands. - Brit. Mus. Nat. Hist.: 169 S.; London.
- Dorofeev, P. I. (1963): Treticnye flory Zapadnoj Sibiri. - Izd. Akad. Nauk. SSSR: 345 S.; Moskva-Leningrad.
- Dorofeev, P. I. (1974): Menispermaceae p. p. - In: A. L. Takhtajan Hg.: Iskopaemye cvetkovye rastenija SSSR, I., Izd. Nauka: 96-97; Leningrad [Russ.].
- Dorofeev, P. I. & Sveshnikova, I. N. (1963): Über Vertreter der Gattung *Athrotaxis* aus dem Palaeogen des Kaliningrader Gebietes. - Paleont. Z.: 116-125; Moskau [Russ.].
- Eissmann, L. & Hänsel, C. (1991): Klimate der geologischen Vorzeit. - In: Hupfer, P. (Hg.): Das Klimasystem der Erde.; Berlin (Akad. Verl.).
- Ettingshausen, C. v. (1866-69): Die fossile Flora des Tertiär-Becken von Bilin. I. Denkschr. Akad. Wiss. Math. - naturwiss. Cl., **26**: 1-98, **28**: 191-242, **29**: 1-100; Wien.
- Eyde, R. H. (1970): New name for *Wardenia* Chandler. - Taxon, **19**: 650; Utrecht.
- Focke, W. O. (1877): Synopsis Ruborum Germaniae. - Die deutschen Brombeerarten ausführlich beschrieben und erläutert; Bremen.
- Friedrich, P. (1883): Beiträge zur Kenntnis der Tertiärflora der Provinz Sachsen. - Abh. geol. Spezialkarte Preussen, **4** (3): 305 S.; Berlin.
- Gahl, H. (1964): Paläontologie und Stratigraphie der tertiären Vorkommen von Sieblos und Oberhausen in der Rhön. - Inaug. Diss. Gießen: 50 S.; Gießen.
- Gardner, J. S. (1883-1886): A monograph of the British Eocene flora. II. Gymnospermae. - Palaeont. Soc.: 159 S.; London.
- Gregor, H.-J. (1975): Die mittelmiozäne Mastixioideen-Flora aus dem Braunkohlen-Tagebau Oder II bei Wackersdorf (Oberpfalz). - Diss. München: 250 S.; München.
- Hassencamp, E. (1860): Geologisch-Palaeontologische Untersuchungen über die Tertiärbildung des Rhöngebirges. - Würzburger naturwiss. Z., **1**: 193-213; Würzburg.
- Heer, O. (1859): Flora tertiaria Helvetiae (Die tertiäre Flora der Schweiz). - 3: 378 S.; Winterthur (Wurster & Co.).
- Heer, O. (1862): On the fossil flora of Bovey Tracey. - Philos. Trans Roy. Soc. London, **152**: 1039-1086; London.
- Hottenrott, M. (1988): Palynostratigraphische Untersuchungen im Oligozän von Sieblos/Rhön. - Beitr. Naturkd. Osthessen, **24**: 93-98; Fulda.
- Jähnichen, H. & Rufflé, L. (1988): Die alttertiäre Blätterflora aus dem Dysodil von Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. - Beitr. Naturkd. Osthessen, **24**: 67-92; Fulda.
- Jung, W., Schleich, H. H., & Kästle, B. (1978): Eine neue, stratigraphisch gesicherte Fundstelle für Angiospermen-Früchte und -Samen in der oberen Gosau Tirols. - Mitt. Bayer. Staats-Samml. Paläont. hist. Geol., **18**: 131-142; München.
- King, G. (1898): Materials for a flora of the Malayan Peninsula. - Journ. Asiat. Soc. Bengal, **67** (2): 1-63; Kalkutta.
- Kirchheimer, F. (1936): Zur Kenntnis der Früchte rezenter und fossiler Mastixioideen. - Beih. Botan. Centralbl., Abt. B, **55**: 275-300; Dresden.
- Kirchheimer, F. (1937): Grundzüge einer Pflanzenkunde der deutschen Braunkohlen. - 153 S.; Halle (W. Knapp).
- Kirchheimer, F. (1943): Über *Steinhauera subglobosa* Presl und die Reste von *Liquidambar*-Fruchtständen aus dem Tertiär Mitteleuropas. - N. Jb. Min. Geol. Pal., Abt. B, Mh. **1943**: 216-236; Stuttgart.
- Knobloch, E. (1970): Ermöglicht die Paläokarpologie Aussagen zur Genese und Biostratigraphie der jungen Flyschsedimente? - Mitt. Bayer. Staats-Samml. Paläont. hist. Geol., **10**: 297-308; München.
- Knobloch, E. (1971): Fossile Früchte und Samen aus der Flyschzone der mährischen Karpaten. - Sborn. geol. Ved., Paleont., **13**: 7-46; Praha.
- Knobloch, E. (1986): Megasporen der Gattung *Selaginella* Beauvois aus dem Neogen von Mähren und der Slowakei. - Cas. mineral. geol. **31** (2): 113-124; Praha.
- Knobloch, E. & Mai, D. H. (1983): Carbonized seeds and fruits from the Cretaceous of Bohemia and Moravia and their stratigraphical significance. - Knihovnicka Zemního plynu a nafty, **4**: 305-332; Hodonín.

- Knobloch, E. & Mai, D. H. (1986): Monographie der Früchte und Samen aus der Kreide von Mitteleuropa. – Rozpr. Ústř. úst. geol., **47**: 1–220; Praha.
- Kurtz, F. (1894): Eine neue Nymphaeacee aus dem unteren Miozän von Sieblos in der Rhön. – Jb. Preuß. Geol. Landesanst., **14**: 17–18; Berlin.
- Kvacek, Z. (1971): Supplementary notes on *Doliostrabus* Marion. – Palaeontographica, Abt. B, **135**: 115–126; Stuttgart.
- Kvacek, Z. & Holy, F. (1977): Soucasny stav a perspektivy paleobotanického vyzkumu chebske a sokolovské pánve. – In: Sb. 8. celostátní paleont. konf.: 8–12; Sokolov.
- Mai, D. H. (1964): Die Mastixioiden-Floren im Tertiär der Oberlausitz. – Paläont. Abh., Abt. B, **2**(1): 1–192; Berlin.
- Mai, D. H. (1968): Zwei ausgestorbene Gattungen im Tertiär Europas und ihre florensgeschichtliche Bedeutung. – Palaeontographica, Abt. B (Weyland-Festschrift), **123**: 184–199; Stuttgart.
- Mai, D. H. (1970): Funde von *Saurauia* Willd. im europäischen Alttertiär. – Wiss. Z. Friedrich Schiller-Univ. Jena, Math.-naturwiss. R., **19** (3): 385–392; Jena.
- Mai, D. H. (1971): Über fossile Lauraceae und Theaceae in Mitteleuropa. – Feddes Rep., **82** (5): 313–341; Berlin.
- Mai, D. H. (1976): Fossile Früchte und Samen aus dem Miozän des Geiseltales. – Abh. zentr. geol. Institut, **26**: 93–149; Berlin.
- Mai, D. H. (1981): Der Formenkreis der Vietnam-Nuß [*Carya poilanei* (Chev.) Leroy] in Europa. – Feddes Rep., **92** (5/6): 339–385; Berlin.
- Mai, D. H. (1985): Beiträge zur Geschichte einiger holziger Saxifragales-Gattungen. – Gleditschia, **13** (1): 75–88; Berlin.
- Mai, D. H. (1987): Neue Früchte und Samen aus paläozänen Ablagerungen Mitteleuropas. – Feddes Rep., **98** (3/4): 197–229; Berlin.
- Mai, D. H. (1995): Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas. – 691 S.; Jena. (Gustav Fischer).
- Mai, D. H., & Walther H. (1978): Die Floren der Haselbacher Serie im Weißelster-Becken (Bezirk Leipzig DDR). – Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden, **28**: 1–200; Leipzig.
- Mai, D. H., & Walther, H. (1985): Die obereozänen Floren des Weißelster-Beckens und seiner Randgebiete. – Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol., Dresden, **33**: 1–260; Leipzig.
- Mai, D. H., & Walther, H. (1991): Die oligozänen und untermiozänen Floren NW-Sachsens und des Bitterfelder Raumes. – Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden, **38**: 1–230; Dresden.
- Makulbekov, N. M. (1977): Paleogene floras of the Western Kazakhstan and the lower reaches of the Volga River. – Izd. Nauka: 232 S.; Alma Ata [Russ.].
- Martini, E. (1967): Die oligozäne Fossilfundstätte Sieblos an der Wasserkuppe. – Natur und Museum, **27**: 1–8; Frankfurt am Main.
- Martini, E. (1972): Die Gattung *Eosphaeroma* (Isopoda) im europäischen Alttertiär. – Senckenbergiana lethaea, **53** (1/2): 65–79; Frankfurt am Main.
- Martini, E. & Rothe, P. (1988): Die unteroligozäne „Braunkohlen“-Lagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 7–25; Fulda.
- Martini, E. & Schaarschmidt, F. (1985): Verkieselte Holzreste aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **21**: 95–98; Fulda.
- Müller-Stoll, W. R. (1936): Zur Kenntnis der Tertiärfloren der Rhön. – Beitr. naturkundl. Forsch. Südwestdschsl., **1** (1): 89–128; Karlsruhe.
- Müller-Stoll, W. R. & Müller-Stoll, H. (1949): *Sterculioxyton rhenanum* nov. sp. aus dem Alttertiär Südwestdeutschlands. – Palaeontographica, Abt. B, **89**: 204–217; Stuttgart.
- Palamarev, E. (1973) Fossilnata flora na v'glenosnija Eocen v Burgasko Becken (Die fossile Eozänflora aus dem Becken von Burgas). – Izvest. bot. Inst. bulg. Akad. Nauk., **24**: 75–124; Sofia.
- Pingen, M. (1994): *Athrotaxis couttsiae* (Heer) Gardner – Ein reiches Vorkommen in obermiozänen Kohlen des Tagebaus Hambach b. Düren (Rheinland). – Documenta nat., **84**: 24–30; München.
- Presl, J. S. (1838): In: K. Sternberg: Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt. II. Teil, (7/8): 81–220; Prag.
- Reid, E. M. & Chandler, M. E. J. (1933): The London Clay Flora. – Brit. Mus. (Natur. Hist.): 561 S.; London.
- Rüffle, L. (1976): Sterculiaceae. – In: Eozäne Floren des Geiseltales. – Abh. zentr. geol. Inst., **26**: 362–369; Berlin.
- Schimper, Ph. W. & Schenk, A. (1891): Paläophytologie. – In: Zittel, K. A.: Handbuch der Paläontologie II: 958 S.; München–Leipzig.
- Schindehütte, G. (1907): Die Tertiärfloren des Basalttuffes vom Eichelskopf bei Homberg (Bez. Kassel). – Abh. preuß. geol. Landesanst., N. F., **54**: 1–81; Berlin.
- Sleumer, H. (1959): Studien über die Gattung *Leucothoe* D. Don. – Bot. Jb., **78** (4): 435–480; Stuttgart.
- Sternberg, K. M. v. (1820–33): Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt. –H. 1–6; Regensburg–Leipzig–Prag.
- Unger, F. (1851): Die fossile Flora von Sotzka. – Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Cl., **2**: 131–197; Wien.
- Vaudois-Miéja, N. (1979): Sur un fruit d'Hamamelidacées dans les grès à Sabals de l'Ouest de la France. – Compt. Rend. du 104e Congr. Nat. Soc. Savantes, Scienc. fasc. I: 263–273; Bordeaux.
- Weyland, H. (1934): Beiträge zur Kenntnis der rheinischen Tertiärfloren. I. – Floren aus den Kieselolith- und Braunkohlenschichten der niederrheinischen Bucht. – Abh. preuß. geol. Landesanst., N. F., **161**: 1–122; Berlin.

Tafel 1

Fig. 1-2. *Selaginella* sp. ex gr. *lusatica* Mai.

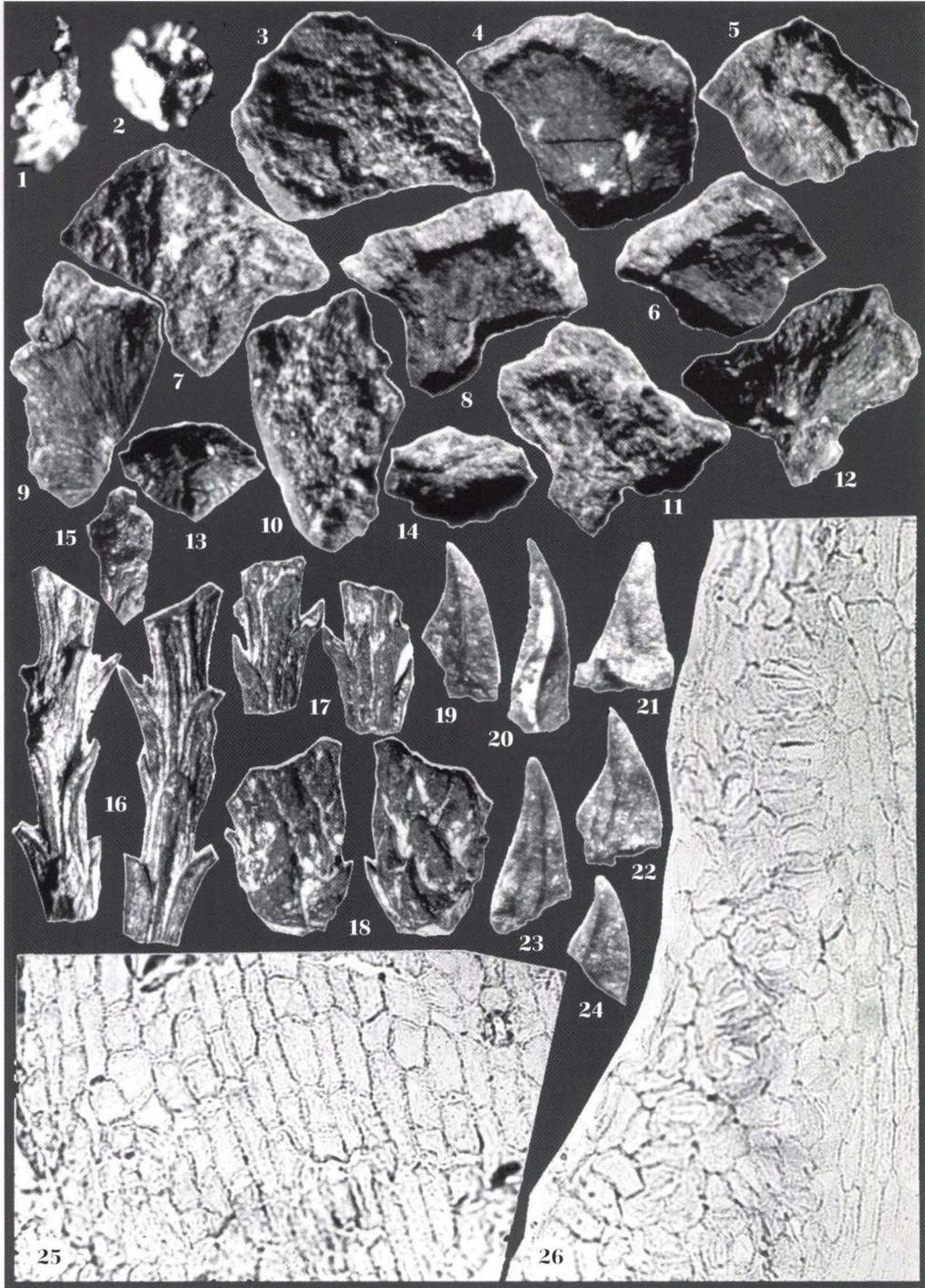
Megasporen verschiedener Größe. Coll. Mai, Museum für Naturkunde Berlin (MfN), Nr. 1996/213. Vergr. 50-fach.

Fig. 3-26. *Athrotaxis couttsiae* (Heer) Gardner.

Fig. 3-14. Zapfenschuppen von abaxial und adaxial. Coll. Mai (MfN), Nr. 1996/214. Vergr. 6,5fach.

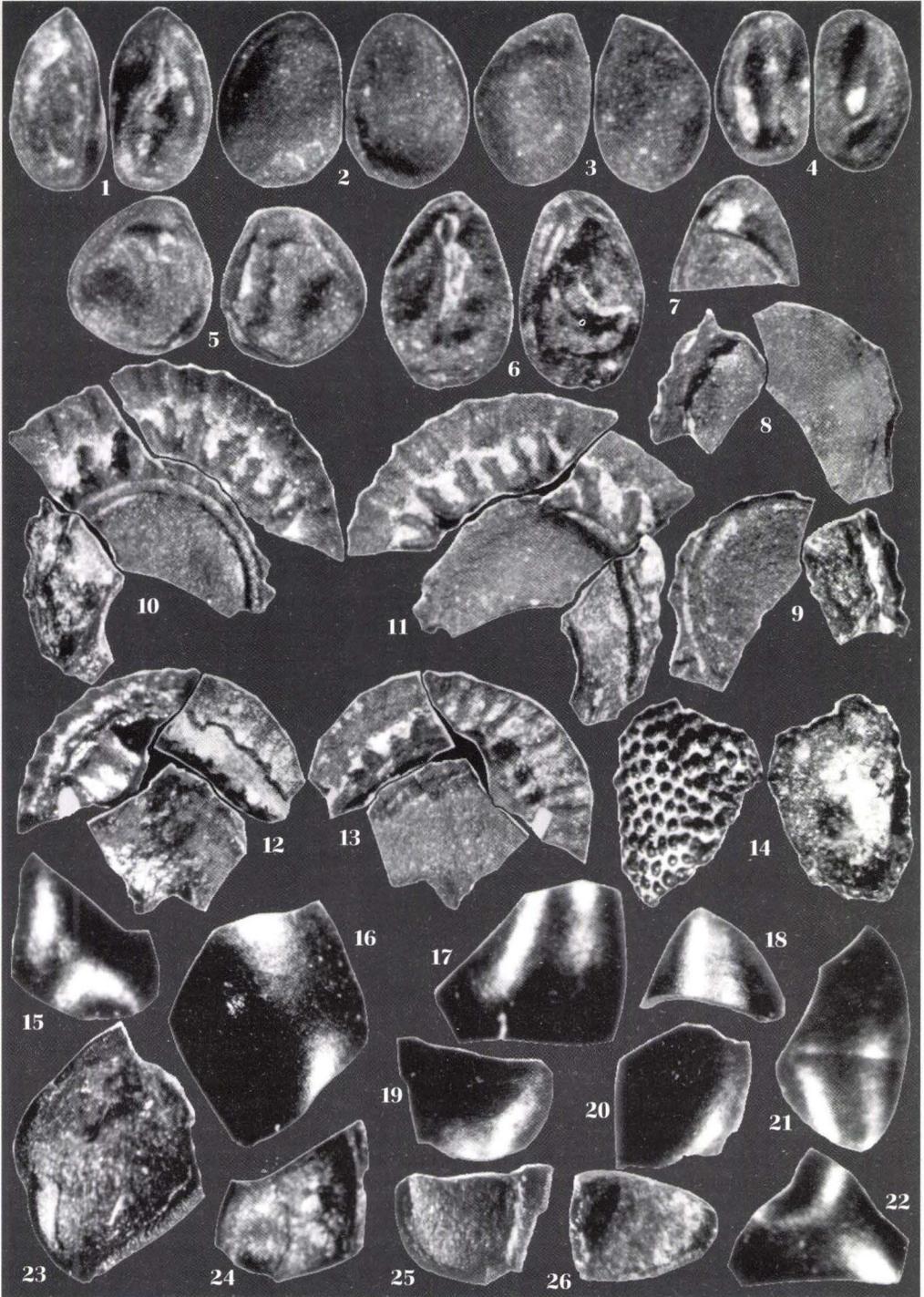
Fig. 15-24. Zweige und Nadelblätter. Coll. Mai (MfN), Nr. 1996/14. Vergr. 6,5-fach und 15-fach.

Fig. 25-26. Epidermen von Ober- und Unterseite der Nadelblätter. Coll. Mai (MfN), Nr. 1996/14. Vergr. ca. 300-fach.



Tafel 2

- Fig. 1-7. *Ficus chandleri* Mai.
Endokarprien verschiedener Form und Größe von beiden Seiten. Coll. Mai (MfN), Nr. 1996/16. Vergr. 25-fach.
- Fig. 8-13. *Wardensheppeya marginata* (Chandler) Eyde.
Bruchstücke von drei Steinfrüchten, aneinandergepaßt, jeweils von beiden Seiten. Coll. Mai (MfN), Nr. 1996/13. Vergr. 15-fach.
- Fig. 14. *Hantsia pulchra* (Chandler) Chandler.
Bruchstücke eines Samens von außen und innen. Coll. Mai (MfN), Nr. 1996/19. Vergr. 25-fach.
- Fig. 15-26. *Sterculia subovoidea* (Reid & Chandler) Mai.
Fig. 15-22. Bruchstücke von Samen mit glänzender Testa. Coll. Mai (MfN), Nr. 1996/20. Vergr. 25-fach.
Fig. 23-26. Dgl. von innen mit rauher Schicht. Coll. Mai (MfN), Nr. 1996/20. Vergr. 25-fach.



Tafel 3

Fig. 1-9. *Steinhauera subglobosa* Presl.

Samen verschiedener Form und Größe jeweils von beiden Seiten. Coll. Mai (MfN), Nr. 1996/215. Vergr. 25-fach.

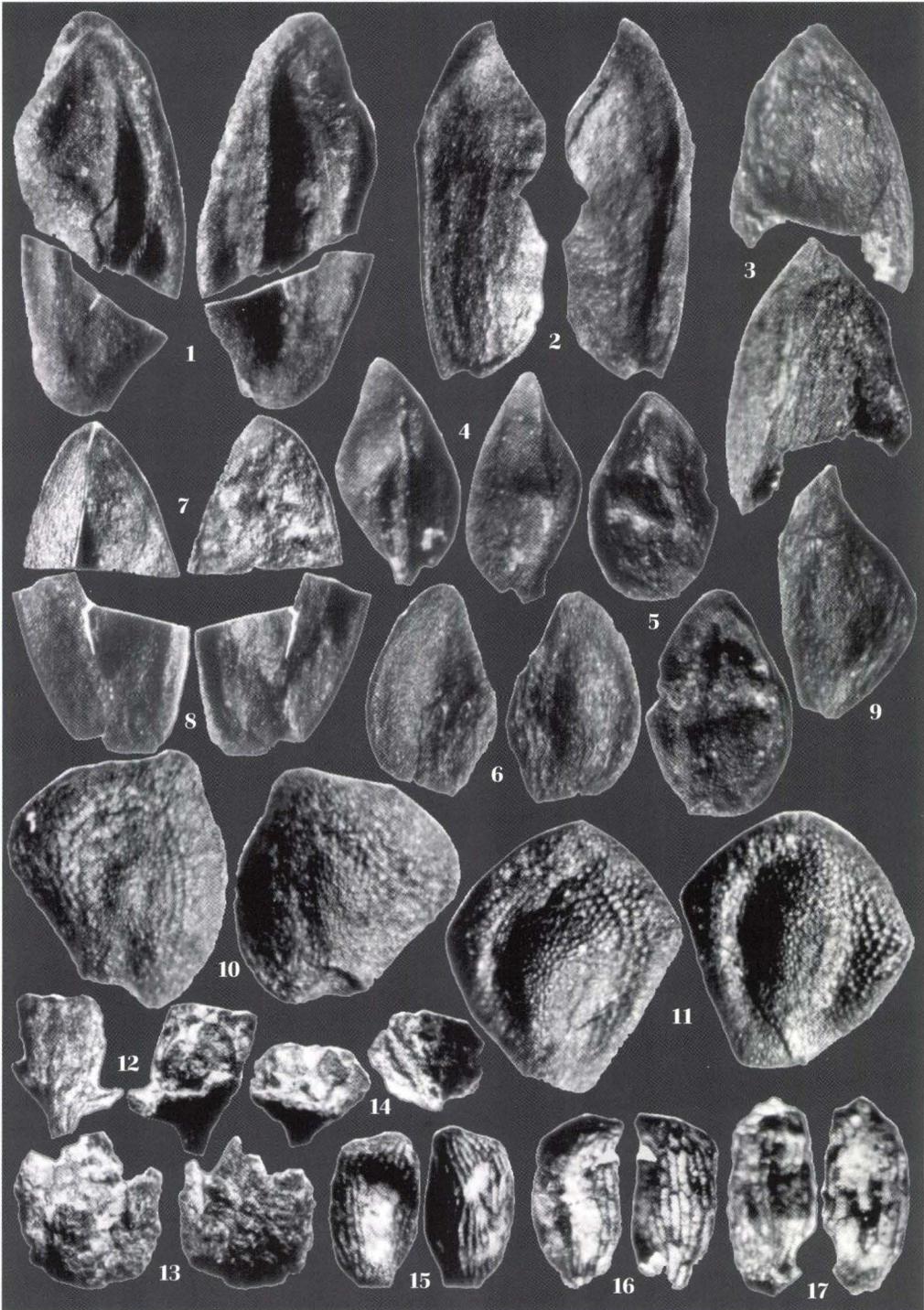
Fig. 10-11. *Eurya obliqua* (Chandler) Mai.

Zwei Samen von beiden Seiten. Coll. Mai (MfN), Nr. 1996/217. Vergr. 20-fach.

Fig. 12-17. *Leucothoe* cf. *profensis* Mai.

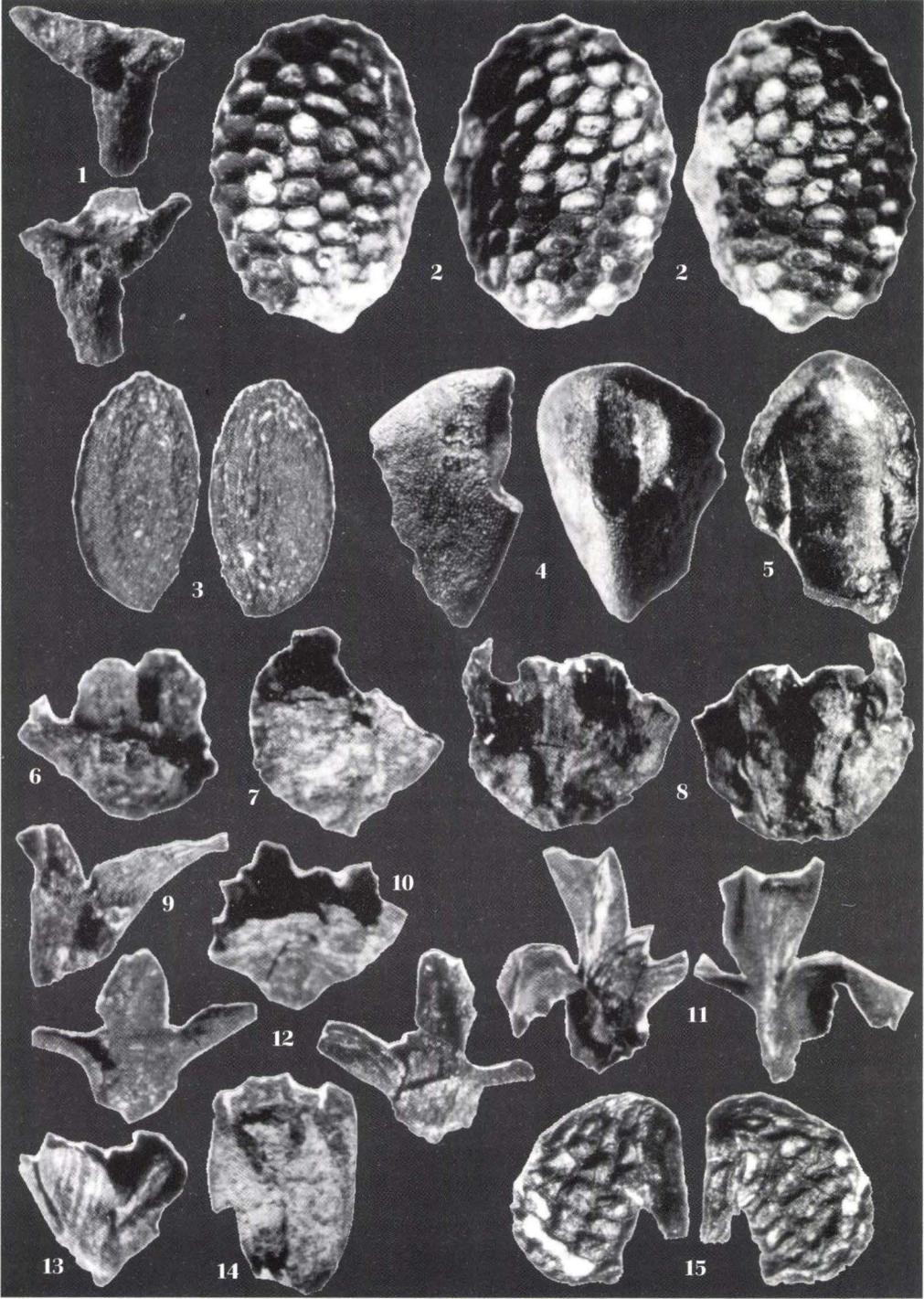
Fig. 12-14. Kapsel Früchte, teilweise zerbrochen, von zwei Seiten. Coll. Mai (MfN), Nr. 1996/218. Vergr. 15-fach.

Fig. 15-17. Samen jeweils von beiden Seiten. Coll. Mai (MfN), Nr. 1996/216. Vergr. 25-fach.



Tafel 4

- Fig. 1. *Leucothoe* cf. *profensis* Mai.
Gestielte Kapselbruchstücke mit Kelchlappen. Coll. Mai (MFN), Nr. 1996/218. Vergr. 15-fach.
- Fig. 2. *Saurauia subhercynica* Mai.
Samen von verschiedenen Seiten. Coll. Mai (MFN), Nr. 1996/219. Vergr. 25-fach.
- Fig. 3. *Dichroa bornensis* Mai.
Samen von zwei Seiten. Coll. Mai (MFN), Nr. 1996/17. Vergr. 25-fach.
- Fig. 4-5. *Toddaliospermum neomarcense* Mai
Bruchstücke eines Samens mit Hilargrube in zwei Ansichten und mit Ansicht des Faches von innen.
Coll. Mai (MFN), Nr. 1996/220. Vergr. 15-fach.
- Fig. 6-14. *Carpolithus heerii* (Ettingshausen) Mai.
Früchte mit verschiedenen großen Kelchlappen, verschiedener Größe und Form. Coll. Mai (MFN), Nr. 1996/15 und 1996/221. Vergr. 15-fach.
- Fig. 15. *Carpolithus* sp.
Samen von beiden Seiten. Coll. Mai (MFN), Nr. 1996/222. Vergr. 25-fach.



Tafel 5

Fig. 1-3. *Beckettia mastixioides* Reid & Chandler.

Drei Steinfrüchte verschiedener Form und Größe in jeweils charakteristischen Ansichten. Coll. Mai (MFN), Nr. 1996/11. Vergr. 6,5-fach.

Fig. 4-5. *Rubus acutiformis* Chandler.

Zwei Steinkerne verschiedener Form von beiden Seiten. Coll. Mai (MFN), Nr. 1996/18. Vergr. 25-fach.



Neue Charophyten-Funde von der unter-oligozänen Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön

von
Jürgen Schwarz*

Schwarz, J. (1998): Neue Charophyten-Funde von der unteroligozänen Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 241–247, 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

Seit der letzten Bearbeitung der Charophyten-Flora der unteroligozänen Lokalität Sieblos/Rhön konnte eine Reihe von gut erhaltenen Neufunden getätigt werden. Es ließen sich bestimmen: *Chara tornata*, Übergangsformen von *Gyrogonia medicaginula*/*G. wrighti* und ? *Psilochara* sp.

Nach der Charophyten-Biozonierung von Riveline et al. (1996) können die Sieblos-Schichten möglicherweise mit dem oberen Teil der *Stepha-*

nochara vectensis-Zone parallelisiert werden, entsprechend dem Mammalier-Niveau MP 20.

Als Ablagerungsraum der Charophyten-führenden Sedimente kommt das relativ flache, doch bewegte Wasser einer Brackwasserlagune im randmarinen Bereich in Frage oder aber ein abflußloses, zeitweise verbrackendes Gewässer im (semi-)ariden Klima.

Abstract

New findings of charophytes from the Lower Oligocene fossiliferous site of Sieblos at the Wasserkuppe/Rhoen mountains

Since the last study of the charophyte flora of the Lower Oligocene fossiliferous site of Sieblos/Rhoen a number of well preserved new specimens has been gathered. *Chara tornata*, intermediate forms of *Gyrogonia medicaginula*/*G. wrighti* and ? *Psilochara* sp. could be determined.

According to the charophyte biozonation of Riveline & al. (1996) the Sieblos beds could possibly be correlated with the upper part of the

Stephanochara vectensis zone (Latdorfian), equivalent to the mammalian level MP 20.

The charophyte bearing sediments have possibly been deposited in rather shallow, but somewhat moving waters of brackish water lagoons in the immediate vicinity of an ocean or in waters becoming temporarily brackish due to the prevailing (semi-) arid conditions.

* Dr. J. Schwarz, Habsburgerallee 106, D-60385 Frankfurt am Main

1. Allgemeines

Eine zusammenfassende Darstellung über die Charophyten-Flora von Sieblos, die den damaligen Kenntnisstand widerspiegelt, vermittelt Schwarz (1988b). Diese Arbeit geht aus von den ersten Hinweisen über die Existenz dieser Pflanzengruppe in Sieblos (Hassenkamp 1861), berücksichtigt die erste ansatzweise taxonomische Erfassung des Materials (Gahl 1964) und bezieht eine Anzahl jüngerer Aufsammlungen mit ein, die sich aus dem Haldenmaterial (Dysodil und „Schaumkalke“) der Braunkohlengrube zusammetragen ließen. Leider waren damals aus den stark verfestigten Sedimenten keine vollständigen Gyrogonite zu gewinnen, so daß man ausschließlich auf die Beobachtung teilweise bruchstückhafter Gyrogonite auf den Schicht- und Bruchflächen des Gesteines angewiesen war.

Seither konnten aus schlammbarem Material aus den alten Halden und besonders aus der Forschungsbohrung Sieblos 1994/1, kaum aus der 1994/2, zahlreiche vollständige Gyrogonite isoliert werden (Tab. 1), die das Artenspektrum der Flora ein wenig erweiterten, so daß nachfolgend ein aktualisierter Kenntnisstand dokumentiert wird.

Die Charophyten wurden vorzugsweise in hellen, seltener dunkel gefärbten, zum Teil sandig ausgebildeten Schneckenmergeln, seltener in Seekreiden gefunden. Teilweise ist die Matrix des sehr porösen Gesteines fast ausnahmslos aus den vegetativen Resten (Stengelbruchstücke) von Charophyten aufgebaut, so daß man von regelrechten Charophyten-Mergeln sprechen kann; in dieses „Grundgerüst“ sind dann die Gyrogonite sowie zahlreiche Gastropoden eingestreut.

2. Beschreibung der Charophyten

Auf Synonymielisten wird hier aus Platzgründen verzichtet; solche findet man zum Beispiel bei Rivelino (1986) und Schwarz (1997).

Das bearbeitete Material wurde in der Botanisch-Paläobotanischen Abteilung des Forschungsinstitutes Senckenberg, Frankfurt am Main, hinterlegt (Katalog-Nr. SM.B 16 183–16 195 und SM.B 16 642–16 653).

Abteilung Charophyta Migula 1890

Klasse Charophyceae G. M. Smith 1938, emend. Schudack 1993

Ordnung Charales Lindley 1836

Familie Characeae Richard ex Agardh 1824, emend. Martin-Closas & Schudack 1991

Gattung *Chara* Vaillant 1719

Chara tornata Reid & Groves 1921

Taf. 1, Fig. 1–2

Tafel 1

Fig. 1–2. *Chara tornata* Reid & Groves 1921.

1. Probe Sieblos 1994/1: 15,20–15,40 m; Nr. SM.B 16 189a; 2. Probe EM 1996/2; Nr. SM.B 16 186a.

Fig. 3–5. *Gyrogona medicaginula* Lamarck 1804 ex Lamarck 1822.

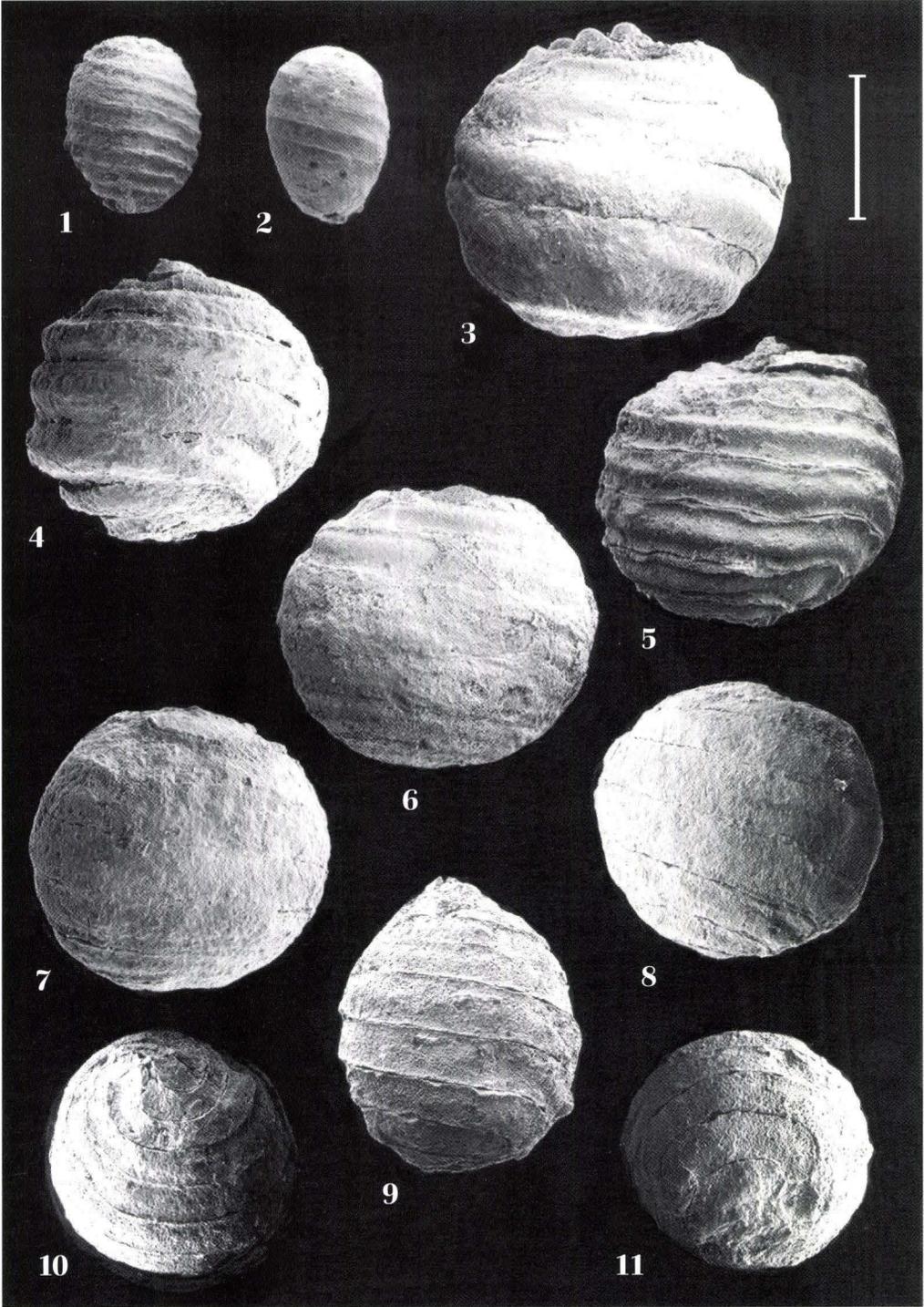
3. Probe EM 1996/1; Nr. SM.B 16 185b; 4. Probe EM 1996/1; Nr. SM.B 16 185c; 5. var. *polygyrata* Dollfus & Fritel 1919; Probe Sieblos 1994/1: 17,10–17,20 m; Nr. SM.B 16 193a.

Fig. 6. Übergangsform zwischen *Gyrogona medicaginula* und *Gyrogona wrighti*; Probe EM 1996/1; Nr. SM.B 16 185d.

Fig. 7–8. *Gyrogona wrighti* (Salter ex Reid & Groves 1921) Pia 1927; 7. Probe EM 1996/1; Nr. SM.B 16 185e; 8. Probe EM 1996/1; Nr. SM.B 16 185f.

Fig. 9–11. ? *Psilochara* sp.; Probe EM 1996/1; Nr. SM.B 16 185a. 9. Lateralansicht; 10. Apikalansicht; 11. Basalansicht.

Alle abgebildeten Gyrogonite stammen aus den Sieblos-Schichten. Vergrößerungs-Maßstab einheitlich 500 µm.



Beschreibung: Umriß der Gyrogonite oval. Apex abgerundet, Basis ebenso bis etwas verschmälert. Leicht konkave, glatte Spiralzellen, diese periapikal merklich verengt, zentral deutlich erweitert. Basalpore innerhalb eines kleinen Trichters.

Maße: Länge: 580–640 µm; Breite: 430–480 µm; Isopolaritäts-Index: 135–145; Breite der Spiralzellen: 60–70 µm; Anzahl der seitlich sichtbaren Windungen: 10–12; Durchmesser der Basalpore: 30–40 µm.

Bemerkungen: Inwieweit die von Gahl (1964: 25) beschriebene *Chara* sp. hierher gehört, bleibt unklar. Zwar stimmen die Maße seines Materials mit den hier ermittelten Werten in etwa überein, doch spricht er von „anscheinend skulpturierten“ Spiralzellen.

Material: 8 Gyrogonite (vgl. Tab. 1).

Gattung *Gyrogona* Lamarck 1804 ex Lamarck 1822, emend. Grambast 1956

Gyrogona medicaginula Lamarck 1804 ex Lamarck 1822 und

Gyrogona wrighti (Salter ex Reid & Groves 1921) Pia 1927

Taf. 1, Fig. 3–8

Beschreibung: Gyrogonite von fast kugelig bis breitovaler, gelegentlich sogar fast subquadratischer Gestalt. Apex und Basis stets abgeplattet. Spiralzellen schwach konkav bis fast eben, sehr selten ganz glatt, sondern überwiegend mit einem leicht konvexen Medianband versehen. Dieses kann individuell von unterschiedlicher Breite sein: es nimmt gelegentlich, bis auf einen ganz schmalen Streifen im Bereich der Suturen, fast die gesamte Breite der Spiralzelle ein und läßt diese damit insgesamt schwach konvex erscheinen (*Gyrogona wrighti*; Taf. 1, Fig. 7–8). Andererseits kann das Medianband nur dem zentralen Bereich der Spiralzelle aufliegen und ist mitunter in Dicke und Breite etwas unregelmäßig (*Gyrogona medicaginula*; Taf. 1, Fig. 3–4). Schließlich wird bei Gyrogoniten mit extrem schmalen Medianband in Verbindung mit den hervorstehenden Suturen durch die zahlreichen

Leisten eine hohe Anzahl von seitlich sichtbaren Windungen vorgetäuscht (*Gyrogona medicaginula* var. *polygyrata* Dollfus & Fritel 1919; Taf. 1, Fig. 5). Suturen überwiegend gerade, seltener unregelmäßig wellig verlaufend. In der apikalen Peripherie sind die Spiralzellen zusammengeschnürt, verlieren ihr Relief und sind über eine kurze Strecke etwas eingesenkt. Die apikalen Enden sind deutlich verbreitert, meist auch wieder verdickt und bilden oft deutlich hervorstehende Apikalknoten. Die basalen Enden der Spiralzellen verlieren ebenfalls ihr Relief und werden ±eben, sind abgestutzt und bilden zusammen einen flachen Basaltrichter.

Maße: Länge: 790–1130 µm; Breite: 940–1200 µm; Isopolaritäts-Index: 78–101; Breite der Spiralzellen: 160–240 µm; Anzahl der seitlich sichtbaren Windungen: 7–8; Durchmesser der Basalpore: 50–110 µm.

Bemerkungen: Das vorliegende Material umfaßt ein Formenspektrum, dessen „Endglieder“ die „guten Arten“ *Gyrogona medicaginula* und *G. wrighti* darstellen. Eine sichere Zuordnung zur einen oder anderen Spezies ist vor allem in größeren Populationen kaum möglich, dafür gibt es zu viele Übergangsformen. Auf die engen verwandtschaftlichen Beziehungen beider Arten verwiesen schon Salter in Forbes (1856) und Reid & Groves (1921).

Unter dieses Formenspektrum fällt auch die bei Gahl (1964: 24) beschriebene *Brevichara* sp.

Material: 468 Gyrogonite (vgl. Tab. 1).

Gattung *Psilochara* Grambast 1959

?*Psilochara* sp.

Taf. 1, Fig. 9–11

Beschreibung: Gyrogonite rundlich-oval, Apex ganz deutlich zugespitzt (Taf. 1, Fig. 10), Basalpol gut abgerundet (Taf. 1, Fig. 11). Spiralzellen fast eben bis deutlich konkav, aber mit unregelmäßiger, leicht wellig-knotiger Oberfläche; periapikal kaum verengt, nicht eingesenkt, im apikalen Zentrum ein wenig verbreitert. Suturen etwas erhaben. Basalpore pentagonal, leicht eingesenkt.

Tab. 1. Charophyten-Gyrogonite in schlämbaren Proben aus dem Haldenmaterial und den Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2.

Probe	Sediment	<i>Chara tornata</i>	<i>Gyrogonia medicaginata</i>	<i>Gyrogonia medicag./wrighti</i>	<i>Gyrogonia wrighti</i>	? <i>Psilochara</i> sp.
a) Haldenmaterial (n = 9)						
EM 18.10.1966	dunkler Schnecken-Mergel			5		
EM 1995/1	heller Schnecken-Mergel		1			
EM 1996/1	heller Schnecken-Mergel			41		1
EM 1996/2	heller Schnecken-Mergel	2		6		
b) Bohrung Sieblos 1994/1 (n = 24)						
15,00–15,20 m	sandiger, heller Schnecken-Mergel				2	
15,20–15,40 m	sandiger, heller Schnecken-Mergel	5			3	
15,60–15,70 m	sandiger, heller Schnecken-Mergel				1	
15,70–15,80 m	sandiger, heller Schnecken-Mergel			3		
17,10–17,30 m	Charac.-/ Schnecken-Mergel			33		
18,84–18,95 m	weiße Seekreide		5			
22,60–22,65 m	Charac.-/ Schnecken-Mergel		2			
24,00–24,17 m	grauer Mergelkalk			283		
24,17–24,30m	grauer Mergelkalk			55		
24,30–24,50 m	grauer Mergelkalk			13		
c) Bohrung Sieblos 1994/2 (n = 28)						
18,82–18,94 m	grauer, geschichteter Ton					1
19,16–19,37 m	sandiger Tonmergel	1				
39,33–39,40 m	dunkler Ton, sandig				3	
39,40–39,55 m	dunkler Ton, sandig				11	
40,68–40,76 m	sandiger, mergeliger Ton			1		

Maße: Länge: 960–980 μm ; Breite: 740–840 μm ; Isopolaritäts-Index: 116–129; Breite der Spiralzellen: 120–180 μm ; Anzahl der seitlich sichtbaren Windungen: 8–9; Durchmesser der Basalpore: 80 μm .

Bemerkungen: Die zugespitzte Apikalpartie in Verbindung mit den periapikal kaum veränderten und im Zentrum nur wenig erweiterten Spiralzellen läßt an eine Art der Gattung *Psilochara* denken.

Mit ihren Größenverhältnissen fallen die vorliegenden Exemplare in die Variationsbreite von *P. conspicua* Grambast in Riveline 1986, weichen allerdings durch ihren zugespitzten Apex vom Habitus deren Gyrogonite ganz erheblich ab.

Material: 2 Gyrogonite (vgl. Tab. 1).

3. Bemerkungen zur Biostratigraphie

Übergangsformen zwischen *Gyrogona medicaginula* und *G. wrighti* sind von zahlreichen Fundorten verschiedener Regionen West- und Mitteleuropas beschrieben worden: Pariser Becken (Grambast & Paul 1965), Provence (Feist-Castel 1977), Belgien und Südengland (Grambast & Grambast-Fessard 1981), Nordhessen (Riveline 1986) und Mainzer Becken (Schwarz 1988a). Allen Lokalitäten gemeinsam ist, daß sie sich dem Zeitintervall oberer Teil der *Stephanochara vectensis*-Zone bis basaler Teil der *Chara microcera*-Zone zuordnen lassen (Riveline 1986). Dies entspricht nach Riveline et al. (1996) dem Bereich „terminal part of the Priabonian“ bis „terminal part of the Rupelian“. Bemerkenswert ist jedoch, daß die mitteleuropäischen Fundorte einem sehr engen Zeitrahmen angehören: Melanienon B und Mittlere Pechelbronn-Schichten (oberer Teil der *Stephanochara vectensis*-Zone), entspre-

chend dem Mammalier-Niveau MP 20.

Chara tornata hat in Mitteleuropa eine weitaus größere Vertikalverbreitung. Im Oberrheingraben beispielsweise ist sie von den oberen Lagen der Mittleren Pechelbronn-Schichten bis in den Landschneckenmergel hinein bekannt (Schwarz 1997). Diese Schichten können nach der Biozonierung von Riveline et al. (1996) mit dem Zeitraum *Stephanochara vectensis*-Zone bis *Nitellopsis ginsburgi*-Zone parallelisiert werden.

Beide Arten erlauben also keine genaue Altersdatierung der Sieblos-Schichten nach Charophyten. Konform mit der stratigraphischen Reichweite der Übergangsformen *Gyrogona medicaginula*/*G. wrighti* in Mitteleuropa stünde einer Parallelisierung der Sieblos-Schichten mit dem oberen Teil der *Stephanochara vectensis*-Zone (Latdorfium) allerdings nichts entgegen.

4. Ansätze zur Paläoökologie

Die Charophyten-Mergel (z.B. Bohrung Sieblos 1994/1: 17,10–17,20 m, 22,60–22,65 m) sind fast ausschließlich aus biogenen Kalken aufgebaut. Die immense Anreicherung von Bruchstücken von Charophyten-Stengeln spricht für eine Ablagerung dieser Mergel in relativ flachem, aber dennoch mäßig stark bewegtem Wasser („Zusammenschwemmung“).

Zur Beurteilung der Salinität des Paläo-Milieus sind folgende Anhaltspunkte maßgeblich:

Gyrogona medicaginula und *G. wrighti* scheinen, wie alle *Gyrogona*-Arten, leicht erhöhte Salzgehalte (oligohalines Brackwasser) zu ertragen, wenn nicht gar zu bevorzugen.

Chara tornata gehört ebenfalls zu den ökologisch toleranteren, euryöken Arten, die erhöhte Salinitäten und vor allem Salzgehaltsschwankungen gut vertragen können. Dies zeigt sich ein-

drucksvoll im Tertiär des Oberrheingrabens, wo sie immer dann vermehrt vorkommt, wenn die streng „halophoben“ Florenelemente nicht mehr (über-)leben können (Schwarz 1997).

Als Ablagerungsraum der Charophyten-Mergel kommen mehrere Möglichkeiten in Betracht. Denkbar wäre zum Beispiel eine im randmarinen Bereich gelegene, flache, vom offenen Meer durch einen Strandwall abgeschnürte Brackwasserlagune; diese verdankt ihren brackischen Charakter einerseits der wiederholten Süßwasserzufuhr aus dem Hinterland, andererseits dem episodischen Eindringen von Meerwasser bei Springflut oder Stürmen. Möglich wäre aber auch eine Sedimentation im (semi-)ariden Klima, wo Abflußlosigkeit und starke Evaporation ebenfalls zu zeitweiser Verbrackung führen.

5. Vergleich mit dem Oligozän von Feldbach/Rhön

Im fossilführenden Oligozän von Feldbach/Rhön (Martini 1987) sind ebenfalls Charophyten nachweisbar (SM.B 16 652–16 653). Beim Zerschlagen der weißen bis ockerfarbenen, teilweise sehr harten und splittigen Kalke waren auf den frischen Bruchflächen neben einigen Stengelbruchstücken auch verhältnismäßig häufig Reste von Gyrogoniten sichtbar. Meist ist nur deren innerer Hohlraum zu beobachten, in Einzelfällen ist aber auch die Oberfläche der Spiralzellen und die Apikalpartie der Gyrogonite erkennbar. Die morphologischen Merkmale sprechen für die Übergangsform *Gyrogona medicaginula*/ *G. wrighti*. Nach Charophyten kann für die vorliegenden Stücke, Lesesteine aus dem nordöstlich Feldbach gelegenen Wäldchen (TK 25, Bl.

5525 Gersfeld, R 3568320, H 5593500), das gleiche stratigraphische Alter wie für die Sieblos-Schichten (Unter-Oligozän) angenommen werden.

Dank: Für Unterstützung bei den Untersuchungen danke ich sehr herzlich folgenden Herren vom Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Frankfurt am Main: Herr Prof. Dr. E. Martini stellte das Untersuchungsmaterial zur Verfügung und unterzog das Manuskript einer kritischen Durchsicht; Herr A. Schaub stand mit praktischer Hilfe während der Aufbereitung einiger Proben zur Seite; Herr Dipl.-Geol. W. Schiller fertigte die Aufnahmen mit dem Raster-elektronenmikroskop an; Herr B. Kahl führte die Fotoarbeiten aus.

6. Schriftenverzeichnis

- Feist-Castel, M. (1977): Étude floristique et biostratigraphique des Charophytes dans les séries du Paléogène de Provence. – Géol. Méditerranéenne, **4**(2): 109–138; Marseille.
- Forbes, E. (1856): On the Tertiary fluvio-marine formation of the Isle of Wight. – Mem. Geol. Survey G.B., 1 vol.: 162 S.; London.
- Gahl, H. (1964): Paläontologie und Stratigraphie der tertiären Vorkommen von Sieblos und Obernhausen in der Rhön. – Inaug. Diss. Univ. Gießen: 50 S.; Gießen.
- Grambast, L. & Grambast-Fessard, N. (1981): Étude sur les Charophytes tertiaires d'Europe occidentale, III: Le genre *Gyrogona*. – Paléobiol. contin., **12**(2): 1–35; Montpellier.
- Grambast, L. & Paul, P. (1965): Observations nouvelles sur la flore de Charophytes du Stampien du Bassin de Paris. – Bull. Soc. géol. France, sér.7, **7**: 239–247; Paris.
- Hassenkamp, E. (1861): Über neue Fundstellen von Tertiärconchylien in der Rhön. – Würzburger Naturwiss. Z., **2**: 199–200; Würzburg.
- Martini, E. (1987): Fossilführendes Oligozän bei Feldbach/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **23**: 27–30; Fulda.
- Reid, C. & Groves, J. (1921): The Charophyta from the Lower Headon Beds of Hordle (Hordwell) Cliffs (South Hampshire). – Quart. J. Geol. Soc. London, **77**: 175–192; London.
- Riveline, J. (1986): Les Charophytes du Paléogène et du Miocène inférieur d'Europe occidentale. Biostratigraphie des formations continentales. – Cah. Paléont., **227** S.; Paris (Edit. C.N.R.S.).
- Riveline, J., Berger, J.-P., Feist, M., Martin-Closas, C., Schudack, M. & Soulié-Marsche, I. (1996): European Mesozoic-Cenozoic charophyte biozonation. – Bull. Soc., géol. France, **167**(3): 453–468; Paris.
- Schwarz, J. (1988a): Revision der Charophyten-Floren des „Prä-Aquitaniens“ (Unter- bis Oberoligozän) im Mainzer Becken. – Palaeontographica, Abt. B, **210**(4/6): 151–191; Stuttgart.
- Schwarz, J. (1988b): Charophyten aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 61–66; Fulda.
- Schwarz, J. (1997): Charophyten aus dem Tertiär des Oberrheingrabens (Mittelozeän–Untermiozän). – Palaeontographica, Abt. B, **243**(1/3): 1–84; Stuttgart.

Erster Nachweis von Nacktschnecken (Limacidae) in den unteroligozänen Sieblos-Schichten der Rhön

von
Erlend Martini*

Martini, E. (1998): Erster Nachweis von Nacktschnecken (Limacidae) in den unteroligozänen Sieblos-Schichten der Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 249–252, 1 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

Reste von Nacktschnecken, die zu der Gattung *Limax* zu zählen sind, wurden in den Sieblos-Schichten der Forschungsbohrung Sieblos 1994/1 zwischen 22,00 und 23,00 m gefunden. Sie stellen den ersten Nachweis der Gattung *Limax* im europäischen Unter-Oligozän dar.

Abstract

First proof of slugs (Limacidae) in the Lower Oligocene Sieblos Beds of the Rhoen mountains

Remains of slugs which can be placed with the genus *Limax*, were found in the Sieblos Beds of the scientific well Sieblos 1994/1 between 22,00 and 23,00 meters. They are the first proof of the genus *Limax* in the European Lower Oligocene.

1. Einleitung

Der Nachweis von fossilen Nacktschnecken gelingt nur mit Hilfe des Kalkplättchens, das auf der dorsalen Seite der Schnecke als Rest eines Gehäuses eingelagert ist. Insbesondere berichteten Fischer & Wenz (1914a, b) und Wenz (1917) über derartige Reste von Hochheim (Ober-Oligozän, Landschneckenkalk), Theobaldshof (Miozän, Kaltennordheim-Schichten) und Tuschorchitz (Miozän, Süßwasserkalk). Zilch (1959/60), der das Wenzsche Handbuch fortführte, teilt als weitere präquartäre Funde mit : ?Ober-Eozän/Oligozän von Europa für Milacidae und Pleistozän von Europa und Nordafrika für die Limacidae. Zusätzliche Fundpunkte sind aus dem Sammlungsmaterial des Senckenberg-Museums, Frankfurt am Main, ersichtlich. So *Limax* sp. aus dem Schleichsand (Mittel-Oligozän) von Sulzheim/Rhh. (Slg. Kinkelin, SMF 258395) und Els-

* Prof. Dr. E. Martini, Geologisch-Paläontologisches Institut der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Senckenberganlage 32–34, D-60325 Frankfurt am Main

heim/Rhh. (Slg. Boettger, SMF 258394) sowie *Limax crassitesta* Reuss aus dem Landschnecken-Mergel (Ober-Oligozän) von Neudorf b. Oppeln, Oberschlesien (Slg. Boettger, SMF 258400). Diese Fundstätte müßte heute nach Säugetierfunden, zitiert in Nordsieck (1981), wohl der Säugerzone MN 6 zugeordnet und entsprechend in das Mittel-Miozän gestellt werden.

Fossil können somit zwei Gruppen unterschieden werden. Einmal die der rezenten Gattung *Milax* nahestehende Gruppe mit einem Apex, der auf der Mittellinie des Kalkplättchens liegt, und andererseits solche Formen mit einem seitlich versetzten Apex, die zu der rezenten Gattung *Limax* gestellt werden können.

2. Beschreibung

Familie Limacidae

Gattung *Limax* Linnaeus 1758

Limax sp.

(Fig. 3–8)

Fundort: Forschungsbohrung Sieblos 1994/1 am Westhang der Wasserkuppe/Rhön bei 22,00–22,13 m und 22,90–23,00 m

Material: 8 beschädigte Stücke.

Beschreibung: Gestreckt oval. Oberseite konvex mit deutlichen Zuwachsstreifen, die rechtsseitig weiter ausholen – bei Platzierung der Stücke auf den Abbildungen mit dem Apex oben (= hinten) links –, da der Apex nicht auf der Mittellinie liegt. Unterseite konkav, im Apexbereich verdickt. Farbe gelblichbraun mit weißer ober-

Reste von Nacktschnecken wurden bisher noch nicht von Sieblos erwähnt (Kadolsky 1988). In der Forschungsbohrung Sieblos 1994/1 wurden jetzt in einem Tonmergel-Bereich, der durch zahlreiche eingeschwemmte Landschnecken-Reste gekennzeichnet ist, mehrere Kalkplättchen von Nacktschnecken bei 22,00–22,13 m und 22,90–23,00 m gefunden. Die Abfolge gehört zu den unteroligozänen Sieblos-Schichten der Rhön.

Die vorliegenden Stücke von Sieblos sind im Forschungsinstitut und Naturmuseum Senckenberg, Frankfurt am Main, unter der Katalognummer SMF 311239/6 und 311375/2 hinterlegt.

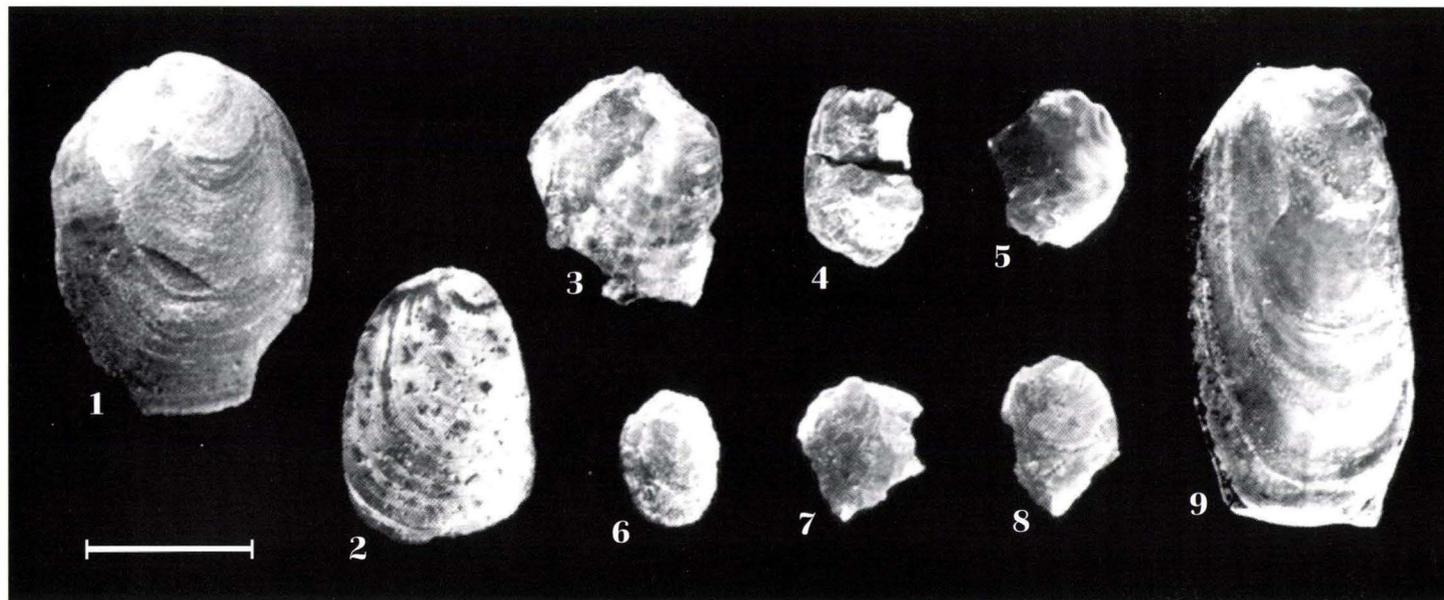
ster Schicht. Die Länge des größten beschädigten Exemplars (Fig. 3) beträgt 4 mm, die Breite 3 mm (vollständig wohl 5 mm auf 4 mm).

Beziehungen: Als Vergleichsstücke lagen *Limax crassitesta* Reuss (Fig. 1) aus dem Mittel-Miozän und *Limax* sp. (Fig. 2) aus dem Mittel-Oligozän vor. *Limax crassitesta* ist dickschaliger und auf der Unterseite weniger konkav, auch scheint der Apex näher an der Mittellinie zu liegen. Der mitteloligozäne *Limax* sp. (Fig. 2) ist dagegen auf der Unterseite stärker konkav, insgesamt dünn-schaliger und der Apex liegt weiter von der Mittellinie entfernt als bei den Stücken aus Sieblos. Als rezenter Vertreter wird zusätzlich *Limax maximus* L. abgebildet (Fig. 9), der sich schon aufgrund der schlankeren Form von den fossilen *Limax*-Arten unterscheiden läßt.

3. Diskussion

Die Begleitfauna der *Limax*-Reste aus den Abschnitten 22,00–22,13 m und 22,90–23,00 m besteht aus vereinzelt *Nystia duchastelii* (Nyst) und *Hydrobia gregaria* (Schlotheim) sowie zahlreichen *Neobembridgia* sp. und Stylommato-phora-Bruchstücken, die gattungsmäßig nur schwierig zuzuordnen sind. Der Horizont wird

unterlagert durch eine Abfolge von Schneckenmergeln/-kalken zwischen 23,00 und 25,10 m, die im tieferen Teil vorwiegend Lymnaeiden und im höheren Teil *Nystia* führen. Überlagert wird der untere Fundhorizont bis ca. 22,00 m durch eine hellbräunliche kalkig/tonige Folge mit einem auffallenden Characeen/Schneckenmergel bei



Tafel 1

Fig. 1-9. Limacidae. 1. *Limax crassitesta* Reuss, Mittel-Miozän, Landschneckenmergel, Neudorf b/Oppeln, SMF 258400/21. 2. *Limax* sp., Mittel-Oligozän, Schleichsand, Elsheim/Rheinessen, SMF 258394/1. 3-8. *Limax* sp., Unter-Oligozän, Sieblos-Schichten, Forschungsbohrung Sieblos 1994/1: 22,90-23,00 m, SMF 311239/6. 9. *Limax maximus* Linnaeus, rezent, Bremen, SMF 311240/2. Maßstab = 3 mm.

22,60–22,65 m, der neben Characeen *Nystia duchastelii* (Nyst), *Melanoides fasciata* (Sowerby), *Hydrobia gregaria* (Schlotheim), selten Reste von *Neobembriidgia* sp. enthält. Bei 22,00–22,13 m (oberer Fundhorizont) wurden nochmals *Limax*-Reste gefunden. Nach einer tonigen Einschaltung folgt ab 21,00 m wieder Schneckenmergel-/kalk, der bis 15,00 m anhält und dann in eine fossilfreie tonig/sandige Ablagerung mit eingestreuten Buntsandstein-Brocken übergeht.

Die *Limax*-führenden Einschaltungen scheinen in dieser Folge Ereignisse darzustellen, die in die ufernahen Schneckenmergel-/kalke eines Gewässers (vgl. Kadolsky 1988) kurzfristig zahlreiche Gehäuse von Landschnecken zusammen

mit einigen Nacktschnecken einschwemmten, wie es z.B. rezent bei anhaltenden starken Regenfällen beobachtet werden kann.

Die heutigen Vertreter der Limacidae bevorzugten Waldgebiete und ernähren sich vorwiegend von Pilzen, Algen und abgestorbenem Pflanzenmaterial (Geyer 1927, Kerney et al. 1983).

Dank: Für Hinweise und Diskussion danke ich Herrn Dr. R. Janssen (Senckenberg-Museum, Frankfurt am Main) und für Photoarbeiten Herrn B. Kahl (Geol.-Paläont. Inst., Frankfurt am Main).

4. Schriftenverzeichnis

- Fischer, K. & Wenz, W. (1914a): Die Landschneckenkalke des Mainzer Beckens und ihre Fauna. – Jb. Nass. Ver. Naturkde., **67**: 22–154; Wiesbaden.
- Fischer, K. & Wenz, W. (1914b): Das Tertiär in der Rhön und seine Beziehungen zu anderen Tertiärablagerungen. – Jb. kgl. preuß. L.-Anst., **35**(II/1): 37–75; Berlin.
- Geyer, D. (1927): Unsere Land- und Süßwasser-Mollusken. – 224 S.; Stuttgart (K. G. Lutz).
- Kadolsky, D. (1988): Mollusken aus dem Oligozän von Sieblos a. d. Wasserkuppe/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 99–129; Fulda.
- Kerney, M. P., Cameron, R. A. D. & Jungbluth, J. H. (1983): Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas. – 384 S.; Hamburg–Berlin (Parey).
- Nordsieck, H. (1981): Fossile Clausilien, V. Neue Taxa neogener europäischer Clausilien, II. – Arch. Moll., **111**(1/3): 63–95; Frankfurt am Main.
- Wenz, W. (1917): Zur Altersfrage der böhmischen Süßwasserkalke. – Jb. Nass. Ver. Naturkde., **70**: 39–83; Wiesbaden.
- Zilch, A. (1959/60): Gastropoda Teil 2, Euthyneura. – In: Schindewolf, O. H.: Handbuch der Paläozoologie, **6**(2): 834 S.; Berlin (Borntraeger).

Fisch-Otolithen aus den Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 (Rhön; Unter-Oligozän)

von

Erlend Martini & Bettina Reichenbacher*

Martini, E. & Reichenbacher, B. (1998): Fisch-Otolithen aus den Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 (Rhön; Unter-Oligozän). – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 253–260, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

Die Otolithen der Fischfauna von Sieblos werden aus den Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 sowie aus den Schneckenmergeln der alten Bergwerkshalden beschrieben und mit REM-Aufnahmen dokumentiert. Die Fauna besteht aus *Dapaloides sieblosensis* (Winkler), *Umbra weileri* Martini, *Otolithus* inc. sed.

sp. 2 und *Cyclurus oligocenicus* Winkler. Mit *Cyclurus oligocenicus* liegen erstmals fossile Amiid-Otolithen aus dem europäischen Raum vor. Die Fischfauna indiziert ein Gewässer, dessen Salinität durch Verdunstung und Zeiten höheren Süßwasser-Zuflusses Schwankungen unterlag.

Abstract

Fish-otoliths from the research drillings Sieblos 1994/1 und 1994/2 (Rhoen mountains; Lower Oligocene)

Otoliths of the Sieblos fish fauna are described and figured by SEM-pictures from the research drillings Sieblos 1994/1 and 1994/2 as well as from gastropod marls of the old mining dumpings. They include *Dapaloides sieblosensis* (Winkler), *Umbra weileri* Martini, *Otolithus* inc.

sed. sp. 2 and *Cyclurus oligocenicus* Winkler. This is the first proof of fossil Amiid otoliths in Europe. The fish fauna seems to reflect changing water bodies due to evaporation and times of high freshwater inlet.

1. Einleitung

Die Fischfauna von Sieblos wurde bisher weitgehend aufgrund von Skelettfunden beschrieben. Nach ersten Mitteilungen über Fischreste in den unteroligozänen Ablagerungen von Sieblos

durch Hassencamp (1856), H. v. Meyer (1857) und wiederum Hassencamp (1858, 1860), erfolgte eine umfassende Bearbeitung durch Winkler (1880), der acht Arten beschrieb, die er als neu

* Prof. Dr. E. Martini, Geologisch-Paläontologisches Institut der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Senckenberganlage 32–34, D-60325 Frankfurt am Main,
Priv. Doz. Dr. B. Reichenbacher, Geologisches Institut der Universität, Kaiserstraße 12, D-76131 Karlsruhe

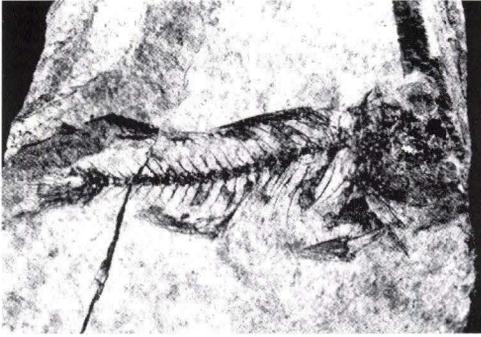


Abb. 1. Fast vollständiges Skelett eines juvenilen *Dapaloides sieblosensis* (Winkler 1880) mit Otolithen in situ. Länge 1,8 cm. Forschungsbohrung Sieblos 1994/2: 25,85 m, gebänderter Abschnitt der Sieblos-Schichten, Unter-Oligozän.

ansah. Spätere Revisionen durch Martini (1965a, b), der erstmals die Otolithen beschrieb, und Gaudant (1985, 1987) reduzierten den Artenbestand beträchtlich. Übrig blieben nach Martini (1988a) 3 Arten: *Dapaloides sieblosensis* (Winkler), *Umbra weileri* Martini und *Cyclurus oligocenicus* Winkler. Von *Dapaloides sieblosensis* und *Umbra weileri* lagen inzwischen in situ-Funde von Otolithen in Skeletten sowie Otolithen aus Koprolithen vor (Martini 1965a, b). Zwei weitere Fisch-Arten könnten hinzukommen, von denen allerdings nur einige nicht näher bestimmbare Lapilli (Otolithus (inc. sed.) sp. 1 und sp. 2) gefunden wurden. Otolithen von *Dapaloides sieblosensis* und *Umbra weileri* sind mittlerweile auch

in den unteroligozänen Maifeld-Schichten des Neuwieder Beckens nachgewiesen worden (Reichenbacher 1995).

Sämtliche bisherigen Funde von der ehemaligen Grube Sieblos stammten aus dem gebänderten Dysodil der Sieblos-Schichten und waren von den Bergwerkshalden abgesammelt worden. Die Erhaltung der Skelette war in den meisten Fällen gut, nur bei größeren Exemplaren wegen der Kleinstückigkeit des Haldenmaterials fragmentarisch. Isolierte Otolithen oder Otolithen in situ in Skeletten wurden nur in den hellbraun gefärbten Dysodilen angetroffen, in den dunkleren Dysodilen waren sie regelmäßig weggelöst. Die Otolithen waren in allen überprüften Fällen in ihrem Feinbau umkristallisiert und zur genauen Altersbestimmung der Fische nicht mehr verwendbar. Besser erhalten waren *Dapaloides sieblosensis*-Otolithen in einer ungewöhnlichen Anhäufung in einem Koprolithen aus dem gebänderten Dysodil (Martini & Reichenbacher 1996). Die nachfolgend beschriebenen, noch besser erhaltenen Otolithen stammen weitgehend aus den schlammigen Abschnitten (vorwiegend Schneckenergell) der beiden Forschungsbohrungen Sieblos. Erstmals konnten dabei auch Otolithen von *Cyclurus oligocenicus* nachgewiesen werden. Eine Übersicht über Fundhäufigkeit und Artenzusammensetzung vermittelt Tab. 1.

Das vorliegende Material ist im Forschungsinstitut und Naturmuseum Senckenberg, Frankfurt am Main, unter den Katalog-Nummern SMF PO 64038–64041 hinterlegt.

2. Beschreibung der Fisch-Otolithen

Familie Amiidae Bonaparte 1837

Gattung *Cyclurus* Agassiz 1844

Cyclurus oligocenicus Winkler 1880

Taf. 1, Fig. 14–15

*1880 *Cyclurus oligocenicus*. – Winkler: 99, Taf. 4, Fig. 11–12.

1880 *Notaeus longistriatus*. – Winkler: 101, Taf. 4, Fig. 13.

1894 *Amia oligocaenica* (Winkler). – Andreae: 362.

1894 *Amia longistriata* (Winkler). – Andreae: 362.

1965a *Notaeus longistriatus* Winkler. – Martini: 293.

1965a *Cyclurus oligocenicus* Winkler. – Martini: 293.

1985 *Amia oligocenicica* (Winkler). – Gaudant: 185.

1987 „*Amia*“ *oligocenicica* (Winkler). – Gaudant: 324.

1988a *Cyclurus oligocenicus* Winkler. – Martini: 150, Abb. 10.

Material: 3 Asterisci. SMF PO 64038.

Fundschicht: Sieblos-Schichten, Unter-Oligozän.

Tab. 1. Fisch-Otolithen und einige andere Fischreste in geschlämmten Proben aus dem Haldenmaterial und den Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2. Aus gespaltenem Material isolierte Otolithen in Klammern. n = Anzahl der ausgelesenen Proben.

Probenbezeichnung	Sediment	Fischarten					Kegelfähne
		<i>Dapalooides sieblosensis</i> (Sag.)	<i>Dapalooides sieblosensis</i> (Lap.)	<i>Umbra weileri</i> (Sag.)	<i>Cyclus oligocentrus</i> (Ast.)	Otol. (inc. sed.) sp. 2 (Lap.)	
a) Haldenmaterial (n = 9)							
EM 18.10.1966	dunkler Schneckenmergel	3			1		
EM 1996/1	heller Schneckenmergel			6			1
EM 1996/2	heller Schneckenmergel						2
b) Bohrung Sieblos 1994/1 (n = 24)							
15,63–15,67 m	sandiger heller Schneckenmergel			1			
20,38–21,00 m	grauer mergeliger Ton			1			
24,00–24,17 m	grauer Mergelkalk			1			
24,17–24,30 m	grauer Mergelkalk			1			
c) Bohrung Sieblos 1994/2 (n = 39)							
18,10–18,20 m	Seekreide	16					3
18,20–18,40 m	Seekreide	3					1
18,40–18,55 m	Seekreide	5	1				
18,82–18,94 m	mergeliger Ton, z.T.gebändert	30					4
19,00–19,16 m	grauer Schneckenmergel	89	1			1	2
19,16–19,37 m	sehr sandiger Tonmergel	41	1		1		1
19,37–19,57 m	grauer sandiger Tonmergel	37		2			2
19,57–19,69 m	sandiger heller Schneckenmergel	22		2			
19,69–19,80 m	sandiger heller Schneckenmergel	8		2	1		
19,80–20,00 m	sandiger heller Schneckenmergel	13		4			
20,00–20,12 m	heller, gebänderter Mergel	9	1	3			
20,12–20,22 m	heller, gebänderter Mergel	5					
25,80 m	hellbrauner Dysodil	(1)					
25,85 m	hellbrauner Dysodil	(2)					
39,40–39,55 m	sandiger dunkler Ton				1		
41,78–41,98 m	grauer sandiger Tonmergel	2					

Beschreibung: Der auf Taf. 1, Fig. 14 abgebildete Asteriscus ist von dreieckiger Form und auf der Außenseite im Zentrum stark verdickt. Der Dorsal- und der Hinterrand sind fein gewellt. Der rundliche Sulcus ist vorne offen, erweitert sich nach hinten und biegt dann zum Ventralrand um. Er ist mäßig vertieft und mit kleinen warzenartigen Höckern (Colliculi?) besetzt. Eine vergleichbare Form zeigt auch der auf Taf. 1, Fig. 15 dokumentierte Otolith. Allerdings

ist der Sulcus bei diesem Exemplar nur sehr schwach vertieft und die Außenseite nicht nur zentral, sondern insgesamt stark verdickt. Von dem dritten, sehr großen Exemplar, ist nur die untere Hälfte erhalten.

Maße (in mm): Länge = 1,35/1,45/3,9; Höhe = 1,85/1,90/nicht meßbar; Dicke = 0,72/0,75/1,45.

Beziehungen: Asterisci der rezenten *Amia calva* Linnaeus 1766, von der uns Vergleichsstücke aus der Slg. Schwarzthans vorlagen (siehe

auch Nolf 1985: Fig. 31A), sind rundlicher und im Zentrum der Außenseite weniger verdickt als die hier vorliegenden Asterisci. Ein weiterer fossiler Amiidae-Asteriscus wurde von Nolf (1991) aus dem Mittel-Eozän der Bridger Formation in SW-Wyoming, U.S.A., als *Amia* sp. beschrieben. Im Vergleich mit den Exemplaren aus Sieblos ist dieser Asteriscus rundlicher, sein Sulcus ist fast kreisrund und nicht zum Ventralrand umgeben.

Stratigraphische Reichweite: Unter-Oligozän.

Familie Percichthyidae

Gattung *Dapalooides* Gaudant 1985

Dapalooides sieblosensis (Winkler 1880)

Taf. 1, Fig. 1–7, 17

* 1880 *Smerdis sieblosensis*. – Winkler: 91, Taf. 3 Fig. 3–4.

1880 *Smerdis sandbergeri*. – Winkler: 89, Taf. 3 Fig. 1–2.

1880 *Smerdis rhoenensis*. – Winkler: 92, Taf. 3 Fig. 5–6.

v 1880 *Perca macracantha*. – Winkler: 94, Taf. 3, Fig. 7–8.

1880 *Lichia secunda*. – Winkler: 96, Taf. 3, Fig. 9–10.

v 1965a *Smerdis sieblosensis* Winkler. – Martini:

295, Taf. 19–21, Abb. 1–2.

v 1965b *Smerdis sieblosensis* Winkler. – Martini: 310, Abb. 6, 10.

v 1985 *Dapalooides sieblosensis* (Winkler). – Gaudant: 186.

v 1988a *Dapalooides sieblosensis* (Winkler). – Martini: 154, Abb. 1–5, 7–9, 11, 12a–b.

v 1995 *Dapalooides sieblosensis* (Winkler). – Reichenbacher: 243, Abb. 2 A–H.

Material: 286 Sagitten und 4 Lapilli. SMF PO 64039.

Fundschicht: Sieblos-Schichten, Unter-Oligozän.

Beschreibung: Länglich-ovale Sagitten mit mäßig gewölbter Innenseite und flacher bis konkaver Außenseite. Die Ränder sind glatt oder gewellt, bei juvenilen Sagitten meistens feingezackt. Der kaum gewölbte Dorsalrand ist mit einer posterodorsalen Ecke versehen, die bei juvenilen Sagitten noch wenig entwickelt ist. Die Form des Hinterrands ist variabel: einfach gerundet, abgestutzt, oder stumpf zugespitzt. Der Ventralrand ist tief gewölbt und zeigt vor Erreichen des Hinterrands meistens eine Einkerbung. Das kräftige Rostrum ragt gegenüber dem wenig entwickelten bis markantem Antirostrum weit hervor. Die Excisura ist flach. Der Sulcus ist median bis suprmedian gelegen und in ein etwas vertieftes Ostium und eine flachere lange Cauda

Tafel 1

Die Sagitten und Asterisci sind von innen, die Lapilli von außen abgebildet. Der Maßstab bezieht sich jeweils auf die darüber befindlichen Objekte.

Fig. 1. *Dapalooides sieblosensis* (Winkler 1880), linke Sagitta. Bohrung Sieblos 1994/2: 19,0–19,16 m.

Fig. 2–3. *Dapalooides sieblosensis* (Winkler 1880), linke (Fig. 2) und rechte (Fig. 3) Sagitta. Bohrung Sieblos 1994/2: 19,16–19,37 m.

Fig. 4–7. *Dapalooides sieblosensis* (Winkler 1880), linke Sagitten. Bohrung Sieblos 1994/2: 19,0–19,16 m.

Fig. 8. *Umbra weileri* Martini 1965, rechte Sagitta. Bohrung Sieblos 1994/2: 19,37–19,57 m.

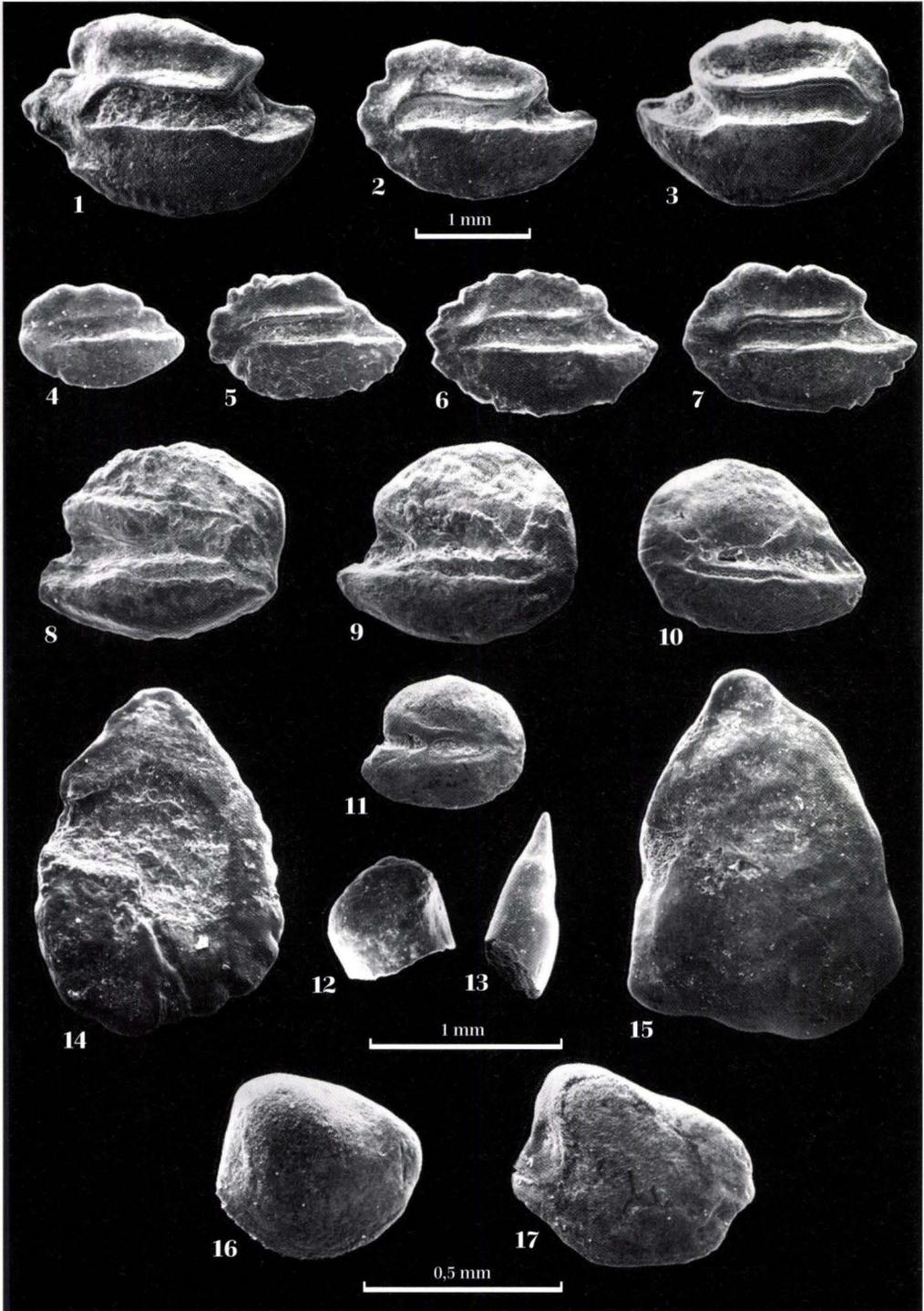
Fig. 9–11. *Umbra weileri* Martini 1965, rechte (Fig. 9, 11) und linke (Fig. 10) Sagitten. Heller Schneckenmergel (Haldenfund, Probe EM. 1996/1).

Fig. 12–13. Unbestimmte Kegelezähnchen. Bohrung Sieblos 1994/2: 19,37–19,57 m.

Fig. 14–15. *Cyclurus oligocenicus* Winkler 1880, rechte Asterisci. Bohrung Sieblos 1994/2: 19,16–19,37 m (Fig. 14) und 19,57–19,69 m (Fig. 15).

Fig. 16. *Otolithus* (inc. sed.) sp. 2, linker Lapillus. Bohrung Sieblos 1994/2: 19,0–19,16 m.

Fig. 17. *Dapalooides sieblosensis* (Winkler 1880), linker Lapillus. Bohrung Sieblos 1994/2: 19,0–19,16 m.



gegliedert. Die Cauda ist gerade und nur am Ende ein klein wenig nach unten abgebogen. Vergleiche auch Reichenbacher (1995: 243).

Maße (in mm): Länge: 0,64–3,10; Höhe: 0,44–2,00; Dicke: 0,15–1,10; L/H: 1,4–1,6. Ein Schliff durch eine der größten Sagitten von *Dapaloides sieblosensis* (L = 3,0 mm) aus der Probe Sieblos 1994/2: 19,37–19,57 m ergab für den Fisch ein Alter von 7 Jahren.

Variabilität: Die Variabilität ist verhältnismäßig hoch. Juvenile Sagitten sind gestreckter und mit fein gewellten oder gezackten Rändern versehen (vgl. Taf. 1, Fig. 4–7). Bei adulten Sagitten sind vor allem das Länge/Höhe-Verhältnis, die Dicke und die Form des Hinterrands variabel.

Sonstiges Vorkommen: Maifeld-Schichten des Neuwieder Beckens.

Stratigraphische Reichweite: Unter-Oligozän.

Familie Umbridae Bleeker 1859

Gattung *Umbra* Scopoli 1777

Umbra weileri Martini 1965

Taf. 1, Fig. 8–11

1880 *Lebias eisgrabensis*. – Winkler: 98 (pro parte).

v* 1965b *Umbra weileri* n. sp. – Martini: 310, Abb. 4, 7, 11–12.

v 1985 *Umbra weileri* Martini. – Gaudant: 186.

v 1988a *Umbra weileri* Martini. – Martini: 153, Abb. 6, 12d–e, 13.

v 1995 *Umbra weileri* Martini. – Reichenbacher: 246, Abb. 3A–B.

Material: 23 Sagitten. SMF PO 64040.

Fundsicht: Sieblos-Schichten, Unter-Oligozän.

Beschreibung: Abgerundet-rechteckig bis rundliche Sagitten mit glatten Rändern, steil abfallendem Hinterrand und mäßig vorspringendem Rostrum. Der Sulcus ist im allgemeinen median gelegen und gerade, bei manchen Sagitten steigt er nach hinten/oben an. Das kleine, ovale Ostium ist vertieft, die Cauda ist verhält-

nismäßig lang und mündet in eine postcaudale Bucht. Die Crista superior ist nur bei manchen Sagitten erkennbar. Im Gegensatz dazu ist die Crista inferior gut entwickelt. Weitere Details siehe Martini (1965b: 312).

Maße (in mm): Länge: 0,90–1,34; Höhe: 0,72–1,10; Dicke: 0,20–0,50; L/H: 1,2–1,4.

Variabilität: Juvenile Sagitten zeigen einen abgerundet-rechteckigen Umriß (Taf. 1, Fig. 10–11). Adulte oder subadulte Sagitten sind mit einem kräftig gewölbten Ventralrand versehen und dadurch rundlicher (Taf. 1, Fig. 8–9). Mit zunehmender Größe wachsen die Sagitten positiv allometrisch in die Höhe.

Sonstiges Vorkommen: Maifeld-Schichten des Neuwieder-Beckens.

Stratigraphische Reichweite: Unter-Oligozän.

Familie inc. sed.

Otolithus (inc. sed.) sp. 2

Taf. 1, Fig. 16

Material: 1 Lapillus. SMF PO 64041.

Fundsicht: Sieblos-Schichten, Unter-Oligozän.

Bemerkung: Aus den Sieblos-Schichten wurde aufgrund von isolierten Lapilli aus Koprolithen bereits Otolithus (inc. sed.) sp. 1 beschrieben (Martini 1988a). Aus diesem Grund wird der hier aus den Sieblos-Schichten vorliegende Lapillus als Otolithus (inc. sed.) sp. 2 bezeichnet.

Beschreibung: Der rundliche gedrungene Lapillus weist eine stark konvexe Außenseite auf. Seine Innenseite ist flach und mit einer seichten Depression im unteren Teil versehen. Durch seine gedrungene Form unterscheidet er sich von den Lapilli des Otol. (inc. sed.) sp. 1 und von den Lapilli von *Umbra weileri* und *Dapaloides sieblosensis* (vgl. Martini 1988a: Abb. 12b–d).

Maße (in mm): Länge: 0,55; Höhe: 0,50; Dicke: 0,28.

Stratigraphische Reichweite: Unter-Oligozän.

3. Diskussion

Bemerkenswert ist zunächst der deutliche Unterschied zwischen den beiden Bohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 in Bezug auf den Gehalt an Fischresten. Vorausgesetzt wird dabei allerdings, daß die Ablagerungen beider Bohrungen im Bereich der „Sieblos-Schichten“ wirklich zeitgleich sind, was nicht unbedingt zutreffend sein muß. Die schlämbaren hellen Schneckenmergel der Bohrung 1994/1 (fossilführend zwischen 15,00 und 25,10 m), die als „ufernah“ interpretiert werden können, enthalten nur in vier Proben je eine Sagitta von *Umbra weileri*. Dagegen lieferte die Bohrung 1994/2 (fossilführend in den Abschnitten 18,08–20,25 m, 24,24–30,10 m, 35,70–35,80 m, 36,80–37,00 m und 39,50–41,95 m), die mehr im „zentralen“ Teil des Gewässers liegen dürfte, aus mehreren Proben teilweise reichlich Otolithen. In diesen Faunen sind alle bisher bekannten Fisch-Arten vertreten, wobei *Dapalooides sieblosensis* deutlich dominiert (Tab. 1).

Die aus geschlammten Schneckenmergeln von den alten Halden gewonnenen Ergebnisse scheinen die Tendenz der „Fisch-Armut“ im ufernahen Gewässer zu bestätigen. In diesen hellen Schneckenmergeln kommen fast keine Otolithen vor, nur eine Probe (1996/1) enthielt Otolithen, die erneut ausschließlich zu *Umbra weileri* gehören. Eine andere Probe eines dunklen Schneckenmergels (EM 18.10.1966), die das früher beschriebene Schildkröten-Ei (Martini 1988b) und neben *Nystia duchastelii* und *Melanoides fasciata* einige wenige eingeschwemmte Landschnecken lieferte, führte Otolithen von *Dapalooides sieblosensis* und *Cyclurus oligocenicus* und dürfte daher eher aus dem „zentralen“ Bereich des Gewässers – vergleichbar mit der Bohrung 1994/2 – stammen (Tab. 1).

Betrachtet man das geschlammte Material der Bohrung Sieblos 1994/2, das am ehesten an die bisher aus den Haldenfunden gewonnenen Ergebnisse anschließt (Martini 1988a), dann stammt der älteste Fund einer *Dapalooides sieblosensis*-Sagitta im Profil aus einem grauen sandigen Tonmergel bei 41,98–41,78 m. Im Hangenden folgen erst zwischen 30,10 m und 24,24 m in

dem gebänderten, nicht schlämbaren Dysodil Fischreste. So wurde bei 25,85 m in einem hellen Dysodil ein fast vollständiger juveniler *Dapalooides* mit Otolithen in situ gefunden (Abb. 1). Weiterhin enthielten Koprolithen bei 25,80 m, 25,75 m und 25,70 m ausschließlich Fischreste, darunter auch eine Sagitta von *Dapalooides sieblosensis*. Otolithen sowie vereinzelte spitze und stumpfe, nicht näher bestimmbare Kegelzähne (Taf. 1, Fig. 12–13) wurden dann erst wieder in dem schlämbaren Abschnitt zwischen 20,22 und 18,10 m angetroffen. Auffallend innerhalb dieses Abschnitts ist die zunehmende Häufigkeit der *Dapalooides*-Otolithen zum Hangenden (Tab. 1). Bei 18,10 m scheint die Fischfauna des Sieblos-Gewässers dann ihr Ende gefunden zu haben, denn in den darüber folgenden Sedimenten kommen Otolithen nicht mehr vor.

Interessant ist in diesem Zusammenhang die Häufigkeit der einzelnen Arten zueinander. Aufgrund der Skelettfunde im gebänderten Material aus den alten Halden war das Verhältnis *Dapalooides*: *Umbra*: *Cyclurus* = 200: 1 : 1, in den Koprolithen des gleichen Sediments dagegen 3: 1 : 0 (Martini 1965b). Nach den nun vorliegenden Otolithen-Funden aus schlämbaren Sedimenten ohne den gebänderten Dysodil ist das Verhältnis etwa 71 : 6 : 1. Vergleicht man die Fundhorizonte in den beiden Bohrungen mit den Delta 18 O-Kurven (Rothe 1998), liegen alle *Umbra weileri*- und *Cyclurus oligocenicus*-Funde im negativen, d.h. im „süßen“ Bereich. Der Hauptteil der im tieferen Teil abgelagerten gebänderten Sedimente weist dagegen positive Delta 18 O-Werte auf, die „salzigeres“ Wasser anzeigen. Von hier stammen die zahlreichen bisher bekannten Skelette von *Dapalooides sieblosensis*, darunter Platten mit Ansammlungen von Jungfischen, die auf Massensterben von Jahrgangsgruppen – möglicherweise durch Sauerstoffmangel in bestimmten Teilen des Sees – schließen lassen. Auch der bei ca. 25,80 m in der Bohrung Sieblos 1994/2 gefundene Koprolith mit einer Sagitta von *Dapalooides sieblosensis* und das fast vollständige *Dapalooides*-Skelett bei 25,85 m gehören hierher. Wir müssen

wohl von einem sich mehrfach ändernden Wasserkörper ausgehen, der durch Evaporation „salziger“ wurde und damit beste Bedingungen für die Entwicklung von *Dapaloides sieblosensis* bot, während in Zeiten vermehrter Süßwasserzufuhr genügend Raum für die Ausbreitung der Süßwasserarten *Umbra weileri* und *Cyclurus oligocenicus* in den flacheren Teilen des Gewässers gegeben war. Bei Verflachung des Lebensraums durch verstärkte Sedimentzufuhr aus der Um-

gebung könnte schließlich das Endstadium erreicht worden sein (Abschnitt 19,90–18,10 m in der Bohrung Sieblos 1994/2), dokumentiert durch die steigende Zahl von *Dapaloides*-Otolithen (Tab. 1) aller Altersklassen, denen in einem nach den Delta 18 O-Werten „süßen“ Abschnitt die Lebensgrundlage entzogen wurde. Danach erfolgte die endgültige Zuschüttung dieses Lebensraums (vgl. Profil bei Hottenrott et al. 1998).

4. Schriftenverzeichnis

- Gaudant, J. (1985): Mise au point sur les Vertébrés inférieurs de l'Oligocène de Sieblos (Hesse, Allemagne). – C. R. Acad. Sci. Paris, **300** (sér. 2): 185–188; Paris.
- Gaudant, J. (1987): Mise au point sur certain poissons Amiidae du Cénozoïque européen: le genre *Cyclurus* Agassiz (= *Kindleia* Jordan). – Paläont. Z., **61**(3/4): 321–330; Stuttgart.
- Hassencamp, E. (1856): Mittheilungen an Professor Bronn gerichtet. – N. Jb. Miner. Geogn. Geol. Petrefactenkde., Jg. **1856**: 420–423; Stuttgart.
- Hassencamp, E. (1858): Geognostische Beschreibung der Braunkohlenformation in der Rhön. – Verh. phys. med. Ges. Würzburg, **8**: 185–211; Würzburg.
- Hassencamp, E. (1860): Geologisch-Paläontologische Untersuchungen über die Tertiärbildungen des Rhöngebirges. – Würzburger naturwiss. Z., **1**: 193–213; Würzburg.
- Hottenrott, M., Martini, E. & Schiller, W. (1998): Profilbeschreibungen der Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 an der Wasserkuppe/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 53–59; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Martini, E. (1965a): Die Fischfauna von Sieblos/Rhön (Oligozän). 1: *Smerdis*-Skelette mit Otolithen in situ. – Senckenbergiana lethaea, **46a** (Weiler-Festschrift): 291–305; Frankfurt am Main.
- Martini, E. (1965b): Die Fischfauna von Sieblos/Rhön (Oligozän). 2: Fischreste aus Koproolithen. – Senckenbergiana lethaea, **46a** (Weiler-Festschrift): 307–314; Frankfurt am Main.
- Martini, E. (1988a): Fische aus dem Unter-Oligozän von Sieblos a.d. Wasserkuppe/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 149–160; Fulda.
- Martini, E. (1988b): Ein Schildkröten-Ei aus dem Unter-Oligozän von Sieblos a.d. Wasserkuppe/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 169–173; Fulda.
- Martini, E. & Reichenbacher, B. (1996): Ungewöhnliche Anhäufung von Fisch-Otolithen in einem Koproolithen aus dem Oligozän von Sieblos/Rhön. – Natur u. Museum, **126**(4): 134–139; Frankfurt am Main.
- Meyer, H.v. (1857): Mittheilungen an Professor Bronn gerichtet. – N. Jb. Miner. Geogn. Geol. Petrefactenkde., Jg. **1857**: 554–557; Stuttgart.
- Nolf, D. (1985): Otolithi Piscium. – Handbook of paleoichthyology, **10**: 1–145; Stuttgart-New York (Enke).
- Nolf, D. (1991): Palaeontology and geology of the Bridger Formation, southern Green River Basin, S.W. Wyoming, U.S.A. Part 8. Fish otoliths from the Twin Buttes Member, Upper Bridger Formation. – Contr. Tert. Quatern. Geol., **28**(1): 29–33; Leiden.
- Reichenbacher, B. (1995): Unteroligozäne Fische (Otolithen) aus dem Neuwieder Becken (Rheinisches Schiefergebirge, West-Deutschland). – Paläont. Z., **69**(1/2): 241–255; Stuttgart.
- Rothe, P. (1998): Der unteroligozäne See von Sieblos/Rhön. Salinitäts-Entwicklung nach geochemischen Untersuchungen an den Forschungsbohrungen 1994/1 und 1994/2. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 85–100; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).

Ein Lacertilier-Frontale aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön

von
Annette Broschinski*

Broschinski, A. (1998): Ein Lacertilier-Frontale aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 261–263, 2 Abb.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

Der bisher einzige Abdruck eines Lacertilier-Frontale aus der Fossilfundstelle Sieblos kann mit hoher Wahrscheinlichkeit einem Varanoiden zugesprochen werden. Die Präsenz von Wa-

ran-Verwandten paßt in das rekonstruierte Lebensraum-Bild von Sieblos als oligozänem subtropischem Lebensraum.

Abstract

A lacertilian frontal from the Lower Oligocene of Sieblos, Rhoen mountains

With a high probability, the single impression of a lacertilian frontal from the fossil-bearing locality Sieblos belongs to the Varanoidea. The pre-

sence of relatives of monitors fits into the reconstructed subtropical environment of Sieblos during Oligocene times.

1. Einleitung

In den als Unter-Oligozän datierten Sedimenten der Sieblos-Schichten wurden bereits verschiedene Reptilien-Reste gefunden (Schleich 1988, Martini 1988b). So sind bisher Schildkröten, Krokodile und Schlangen nachgewiesen worden. Diese Fauna kann nunmehr um ein La-

certilier-Frontale ergänzt werden, das mit hoher Wahrscheinlichkeit von einem Waran-Verwandten (Varanoidea) stammt. Das Stück, ausgestellt im Sieblos-Museum Poppenhausen/Rhön, ist allerdings nur in Form eines fragmentierten Abdrucks erhalten, was die Ansprache erschwert.

* Dr. A. Broschinski, Niedersächsisches Landesmuseum Hannover, Naturkunde-Abteilung, Willy-Brandt-Allee 5, D-30169 Hannover

2. Material und beschreibende Analyse

Es handelt sich um ein kleines, plattiges Stück Tonstein (3 cm), auf dem ein insgesamt 1,8 cm langer Abdruck eines Frontale zu erkennen ist. Der hintere Teil des Stücks ist eine Art „Hohlform-Erhaltung“; der eigentliche Knochen liegt nicht vor, sondern nur die verbleibende innere Sediment-Ausfüllung der Innenseite blieb erhalten. Der vordere Teil ist lediglich ein flacher Abdruck der Unterseite der anschließenden Elemente, der Nasalia oder der Vomeri.

Die gesamte Struktur ist deutlich von einer bilateralsymmetrischen Suture bzw. einem Grat durchzogen (Abb. 1, 2). Der anteriore (rostrale) Anteil des überlieferten Elementes ist deutlich schmaler als das sich nach posterior (caudal) weitende, plattige Areal. Dies ist ein Charakteristikum der Squamata (Estes et al. 1988), da es den breitflächigen Kontakt zwischen Frontale

und Parietale widerspiegelt. Die beiden Ränder hin zu den Orbitae sind deutlich ausgeprägt. Die im Vergleich zu Schlangen schmale Gestalt des Elements definiert es als zu einem Lacertilier zugehörig. Der genaue Übergangsbereich zwischen dem Frontale und dem darauf folgenden Element ist nicht auszumachen. Wahrscheinlich handelt es sich um den Ventralflächen-Abdruck der beiden Vomeri.

In der Mitte des Stücks endet die Hohlform-Erhaltung, und von diesen Bruchstellen ausgehend zieht eine mediane Kerbe weit nach posterior. Diese Schwächezone dürfte die ventrale Ausprägung der Suture zwischen den offensichtlich mindestens zu einem Teil noch paarigen Frontalia auf dem Abdruck darstellen; sie ist wohl deswegen zu einem so großen Teil weggebrochen.

Die Paarigkeit der Frontalia, ihre nicht sehr

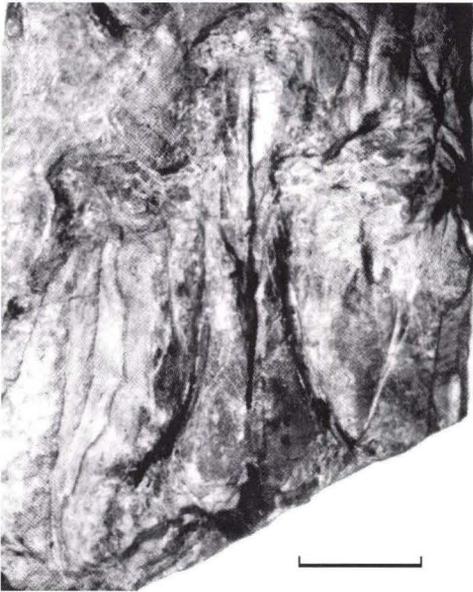


Abb. 1. Abdruck eines Lacertilier-Frontale im Tonstein. Länge: 5 mm.

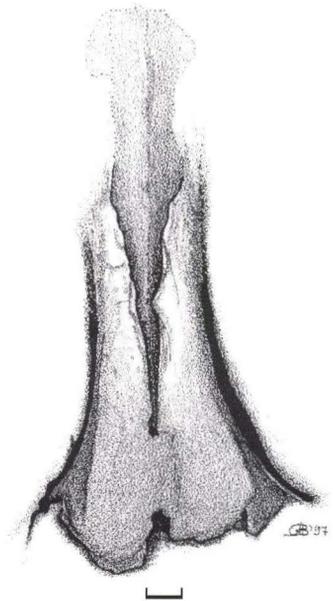


Abb. 2. Zeichnerische Interpretation des Lacertilier-Frontale. Schwarze Ränder: Hohlräume (ehemalige Lage des Knochens). Anteriorer Teil (oben): Abdruck der davor gelegenen paarigen Knochen (? Vomeri). Maßstab: 1 mm.

starke Einschnürung und die durch die Hohlräume angedeuteten ventralen Fortsätze (Cristae cranii frontalis) im hinteren Bereich sowie deren recht starke Abwinkelung (ca. 40°) sprechen sehr dafür, das Stück einem Waran-Verwandten (Varanoidea sensu lato) zuzuschreiben. Die für Necrosauriden typischen dorsalen Skulpturierungen der Schädeldach-Elemente (Keller & Schaal 1988) sind naturgemäß auf dem vorliegenden „Ventralflächen-Abdruck“ nicht erhalten, obwohl diese Lacertilier-Familie sonst durchaus ähnliche Frontalia ausbildet. Eventuelle Suturen zwischen den Frontalia z.B. von Lacertiden sind erheblich unregelmäßiger und

würden somit andere Abdrücke hinterlassen (Rauscher 1992). Die Frontalia von Iguaniden sind zumeist stark eingeschnürt, die von Agamiden deutlich „schmetterlingsförmig“; beide letztere hätten praktisch keine ventralen Fortsätze. Das unpaare Frontale der Gekkos zeichnet sich durch die meist vollständige Verschmelzung der beiden Ventralfortsätze aus, was gerade bei einem Abdruck ein unverwechselbares Bild ergäbe (Estes et al. 1988).

Da das vorliegende Stück jedoch sehr unvollständig ist, kann diese Deutung nur vorläufige Geltung haben und wird sicherlich durch neue Funde ergänzt werden müssen.

3. Bedeutung des Fundes für den Lebensraum „Sieblos“

Der Fund eines wahrscheinlichen Varanoiden fügt sich lückenlos in die Deutung des unteroligozänen Lebensraums für die Lokalität Sieblos. Die angenommene subtropische, von Sumpflvegetation umgebene Süßwasserseen-Landschaft (Martini 1988a) kann für einen Waranartigen durchaus eine passende Umgebung darstellen. Die heutigen „Warane“ (also die noch zur Sammelgattung *Varanus* gezählten Arten) zeigen jedoch sogar eine recht hohe Variabilität des Lebensraumes von feuchten bis hin zu sehr trockenen Habitaten. Die generell höheren Jahresdurchschnittstemperaturen sind für eine Präsenz von Varanoiden sensu lato im aktualistischen Vergleich demnach ausreichend.

Dank: Herrn Prof. Dr. Martini, Frankfurt/Main, sei an dieser Stelle für die Vermittlung des Stückes und die Beschäftigung mit der Lokalität Sieblos gedankt. Herr Priv. Doz. H. H. Schleich, Wuppertal, ermöglichte es, Teile seines rezent-osteologischen Materials während eines Aufenthalts in München einzusehen, wofür ihm zu danken ist. Herr Dr. M. Wuttke, Mainz, gebührt Dank, da er mich bereits zu einem früheren Zeitpunkt mit dem Fundstück in Kontakt brachte, mich in die Diskussion dieses und anderer Funde aus Sieblos einführte und auch das Fehlen des eigentlichen Knochenmaterials diskutierte.

4. Schriftenverzeichnis

Estes, R., Gauthier, J. & De Queiroz, K. (1988): Phylogenetic relationships within Squamata. – In: R. Estes, R. & G. Pregill, G. (eds.): Phylogenetic relationships of the lizard families: 119–281; Stanford (Stanford University Press).

Keller, T. & Schaal, S. (1988): Schuppenechsen – Reptilien auf Erfolgskurs. – In: S. Schaal & W. Ziegler: Messel – Ein Schaufenster in die Geschichte der Erde und des Lebens: 119–133; Frankfurt/Main (Waldemar Kramer).

Martini, E.; Koord. (1988a): Geologie und Paläontologie der oligozänen Ablagerungen von Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 5–203; Fulda.

Martini, E. (1988b): Ein Schildkröten-Ei aus dem Unter-Oligozän von Sieblos a. d. Wasserkuppe/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 169–173; Fulda.

Rauscher, K. L. (1992): Die Echsen (Lacertilia, Reptilia) aus dem Plio-Pleistozän von Bad Deutsch-Altenburg, Niederösterreich. – Beitr. Paläont. Österr., **17**: 81–178; Wien.

Schleich, H. H. (1988): Reptilien- und Amphibienreste von der oligozänen Fundstelle Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 161–167; Fulda.

Reste von Vogel-Eischalen im Schneckenmergel von Sieblos/Rhön (Unter-Oligozän)

von
Erlend Martini*

Martini, E. (1998): Reste von Vogel-Eischalen im Schneckenmergel von Sieblos/Rhön (Unter-Oligozän). - In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. - Geol. Abh. Hessen, **104**: 265-270, 1 Tab., 1. Taf.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

In mehreren Proben der Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 sowie in Schneckenmergel-Proben aus den alten Halden wurden neben Bruchstücken von Schildkröten-

Eiern auch solche von Vogeleiern gefunden. Einige gehören möglicherweise zu der bereits von Sieblos beschriebenen Rallen-Art.

Abstract

Remains of bird eggs in the gastropod-marl of Sieblos, Rhoen mountains (Lower Oligocene)

In several samples from the research drillings Sieblos 1994/1 and 1994/2 as well as in samples of the gastropod-marl from the old mining dum-

pings remains of bird eggs were found besides remains of turtle eggs. Some of them may belong to the rail species already described from Sieblos.

1. Einleitung

Bei der Untersuchung von schlämbbarem Material aus den Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 sowie Schneckenmergeln aus den alten Halden wurden in verschiedenen Proben Bruchstücke von Eischalen gefunden. Bisher war lediglich ein verdrücktes Schildkröten-Ei aus einem dunklen Schneckenmergel von einer Halde bekannt, das nach der Schalenstruktur zur Gattung *Emys* gestellt wurde (Martini 1988a). Unter den neuen Funden befinden sich

mehrere Fragmente, die ebenfalls von Eiern der Sumpfschildkröte (*Emys* sp.) stammen. Erstmals wurden auch Bruchstücke von Vogeleiern festgestellt, die im Anschluß beschrieben werden. Die Häufigkeit der Bruchstücke von Schildkröten- und Vogeleiern in den geschlammten Sedimentproben der beiden Forschungsbohrungen und aus den Halden ist in Tab. 1 dargestellt. Die Proben-Menge war in allen Fällen annähernd gleich. Das Gegenstück des dunklen Schnecken-

* Prof. Dr. E. Martini, Geologisch-Paläontologisches Institut der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Senckenberganlage 32-34, D-60325 Frankfurt am Main

mergels mit dem verdrückten Sumpfschildkröten-Ei, in dem sich noch einige Bruchstücke befanden, wurde in die Untersuchungen mit einbezogen und geschlämmt (Probe EM 18.10.1966). Das Hauptstück ist im Sieblos-Museum in Poppenhausen/Rhön ausgestellt.

Die Gastropoden-Faunen aller eischalenhaltigen Proben sind gekennzeichnet durch *Nystia duchastelii* (Nyst) und eingeschwemmte Landschnecken. In einigen Schneckenmergel-Proben

wurde zusätzlich *Hydrobia gregaria* (Schlotheim) gefunden. Nach Kadolsky (1988) entspricht diese Zusammensetzung der *Nystia duchastelii* f. 80-Assoziation (Ass. 1) und der *Hydrobia*-Assoziation (Ass. 8), die schwach bis sehr schwach „brackische“ Verhältnisse im ufernahen Bereich anzeigen. Die isoliert aufgefundenen Eischalen von Sumpfschildkröten und Vögeln wurden wohl bereits weitgehend zertrümmert in diese Schneckenmergel eingeschwemmt.

Tab. 1. Anzahl der Bruchstücke von Sumpfschildkröten- (*Emys* sp.) und Vogeleiern in schlämbaren Proben aus dem Haldenmaterial und den Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2.

Probe	Sediment	Schildkröte	Vogel
a) Haldenmaterial (n = 9)			
EM 18.10.1966	dunkler Schneckenmergel	20	1 ?
EM 1995/1	heller Schneckenmergel	•	1
EM 1995/6	heller Schneckenmergel	•	16
EM 1996/1	heller Schneckenmergel	•	1
EM 1996/2	heller Schneckenmergel	1	•
b) Bohrung Sieblos 1994/1 (n = 15)			
15,63–15,69 m	sandiger heller Schneckenmergel	1	•
20,88–21,00 m	grauer mergeliger Ton	•	1
c) Bohrung Sieblos 1994/2 (n = 12)			
19,00–19,16 m	grauer Schneckenmergel	7	7
19,16–19,37 m	sehr sandiger Tonmergel	4	2
19,37–19,57 m	grauer sandiger Tonmergel	1	11

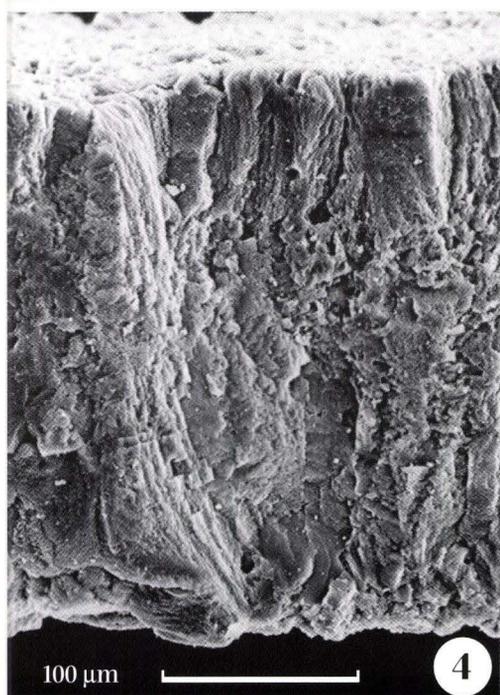
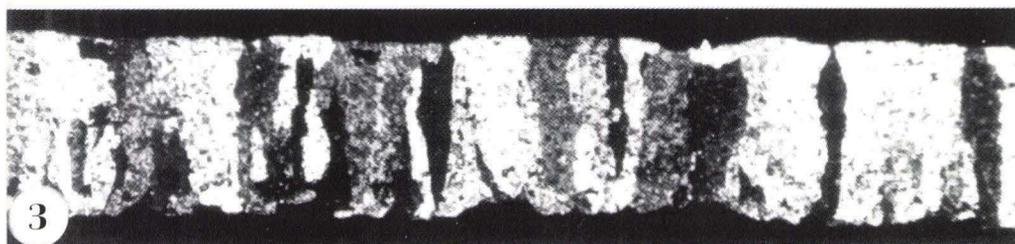
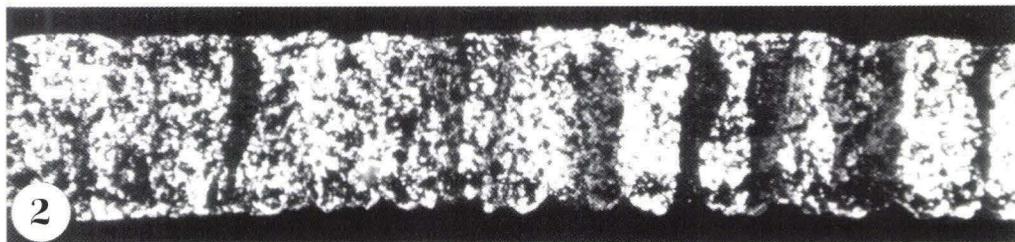
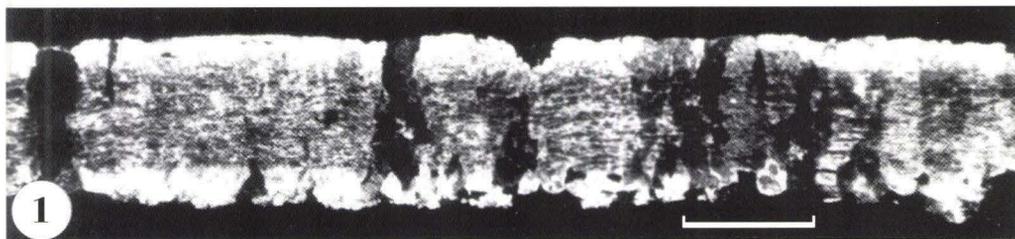
Tafel 1

Bruchstücke von Vogeleiern aus den unteroligozänen Sieblos-Schichten von Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. ▶

Fig. 1. Schliff senkrecht zur Oberfläche einer Eischale der Bleßralle (*Fulica atra* L.) im polarisierten Licht. Rücken, rezent. Maßstab für Fig. 1–3 = 0,2 mm.

Fig. 2–3. Schliffe senkrecht zur Oberfläche von Bruchstücken von Vogeleiern aus einem hellen Schneckenmergel der Sieblos-Schichten im polarisierten Licht. Ehemalige Grube Sieblos, Halde am Bach, Probe EM 1995/6.

Fig. 4–5. Elektronenmikroskopische Aufnahmen von senkrechten Bruchflächen der Schalenreste von Vogeleiern aus dem hellen Schneckenmergel der Probe EM 1995/6. Erkennbar die für Vogeleier typischen Globular-Inklusionen (Fig. 5).



2. Beschreibung

Dünnschliffe von Schalenresten der Sumpfschildkröten-Eier (Probe EM 18.10.1966 und Bohrung Sieblos 1994/2 : 19,00–19,16 m) entsprechen der Beschreibung von Martini (1988a). Zunächst wachsen von den Sphärokristallen ausgehend aragonitische Kristallnadeln in alle Richtungen, bis sie an die Schalenhaut oder an die Kristallenden eines Nachbarsphärokristalles stoßen, damit ist nur noch ein Wachstum nach Außen möglich. Es entstehen breit angelegte, langgestreckte Sphärokristalle mit deutlichen Zuwachsstreifen, die Wachstumsrichtungen der Eischale reflektieren. Im polarisierten Licht ist eine unscharfe Auslöschung innerhalb der langgestreckten Sphärokristalle und ein ausgeprägtes Auslöschungskreuz im basalen Teil um das Bildungszentrum herum zu erkennen. Bruchstücke von Sumpfschildkröten-Eiern sind auf der Außenseite glatter als solche von Vogeleiern und sind in etwas größere Felder aufgeteilt, die an den Grenzen zueinander leicht eingetieft erscheinen.

Vogeleier sind dagegen aus Kalzitprismen mit einer charakteristischen Vertikalabfolge aufgebaut und lassen entsprechend auf der Außenseite keine deutliche Felderung erkennen. Sie zeigen im Dünnschliff ein sogenanntes „Fischgrätenmuster“ und besitzen im polarisierten Licht unregelmäßige, aber scharf begrenzte Auslöschungsflächen (Schmidt 1960, Hirsch & Packard 1987).

Bisher konnten drei verschiedene Typen von Vogeleiern aufgrund von Dünnschliffuntersuchungen in den Ablagerungen von Sieblos festgestellt werden.

Typ 1: Bei Bruchstücken aus der Probe EM 1995/6 folgen über der im normalen Durchlicht

heller erscheinenden Mammillen-Zone nach außen unregelmäßig breite, leicht bräunliche Kalzitprismen, die eine schwache Streifung parallel zur Oberfläche erkennen lassen (Spongiosa-Zone). Im polarisierten Licht löschen die Prismen unregelmäßig, aber scharf begrenzt aus (Fig. 3). Ein weiteres Stück (Fig. 2) ist etwas stärker umkristallisiert und macht im polarisierten Licht einen fleckigen Eindruck, zeigt ansonsten aber die gleichen Merkmale. Die Dicke dieser Stücke beträgt 0,29 mm. Unter dem Rasterelektronenmikroskop sind im Anbruch senkrecht zur Oberfläche die Prismen und Porenkanäle gut erkennbar (Fig. 4), bei stärkerer Vergrößerung auch die von Erben (1970) als Globular-Inklusion bezeichneten runden Hohlräume (Fig. 5) in der Spongiosa-Zone.

Typ 2: Ein Bruchstück aus der Schlämprobe EM 1995/1 zeigt im Dünnschliff über einer dünnen Mammillen-Zone bis knapp über die Hälfte der Schalendicke eine deutliche Prismenschicht. Danach folgt ein lagiger Abschnitt ohne im normalen Durchlicht erkennbare Prismen. Im polarisierten Licht sind die Auslöschungseffekte der Prismen jedoch durchgängig und reichen bis an die Außenseite. Ein „Fischgrätenmuster“ ist bei diesem Stück erkennbar. Dicke der Schale 0,21 mm.

Typ 3: Ein Eischalenrest aus der Probe 19,37–19,57 m der Bohrung Sieblos 1994/2 besitzt eine deutliche Mammillen-Zone, der eine Zone mit einem unregelmäßigen Aufbau folgt. Den Abschluß nach außen bildet eine helle Lage von Kristalliten. Im polarisierten Licht ist die typische Auslöschung einzelner Prismen erkennbar. Dicke des Stückes 0,25 mm.

3. Diskussion und Zuordnung

Bisher sind von Sieblos zwei Vogelreste beschrieben worden. Der schon von Hassenkamp (1858: 207) erwähnte Rest, der später als verschollen galt, wurde 1965 in der Sammlung des Geologisch-Paläontologischen Institutes der Uni-

versität Würzburg ausfindig gemacht und als neue Rallen-Art (*Pararallus hassenkampii*) beschrieben (Martini 1967). In der Größe dürfte *Pararallus hassenkampii* etwa der rezenten Teichralle (*Gallinula chloropus*) entsprochen haben. In

der Morphologie der Fußknochen wurden Übereinstimmungen zu *Gallinula* wie auch zu *Rallus* festgestellt. Als weiterer Fund, ausgestellt im Sieblos-Museum in Poppenhausen, konnte ein fast vollständiges Bein, das sich auf einem ca. 75 x 45 mm großen Dysodil-Stück befand, vor einigen Jahren geborgen werden (Martini & Tobien 1984). Nach Martini (1988b) handelt es sich wahrscheinlich um ein Bein eines Vogels aus der Familie der Scolopacidae (Schnepfenartige).

Die gefundenen Bruchstücke von Vogeleiern stammen aufgrund ihrer Dicke und des Feinbaues wohl von mehreren Vogelarten. Am häufigsten sind Bruchstücke, die den auf Taf. 1 gezeigten Dünnschliffen bzw. Bruchstücken entsprechen.

Vergleiche dieser Stücke mit vorhandenen Dünnschliffen von Eischalen der Bleßralle (*Fulica atra*), der Teichralle (*Gallinula chloropus*) und des Wachtelkönigs (*Crex crex*) ergaben gute Übereinstimmungen zwischen den häufigeren Bruchstücken von Eischalen von Sieblos mit denen der Bleßralle (Fig. 1). Da die Schalenreste von Sieblos bereits leicht umkristallisiert sind, ist das „Fischgrätenmuster“ nicht mehr erkennbar. Die Dicke der Stücke stimmt mit der der Eischalen von *Fulica atra* mit 0,29 mm überein, während die Dicke der Eischalen von *Gallinula chloropus* mit 0,18 mm und *Crex crex* mit 0,14 mm deutlich unter diesem Wert liegen. Eine Zuordnung dieser Stücke zu *Pararallus hasenkampi* kann nicht mit Bestimmtheit erfolgen, dürfte aber wahr-

scheinlich sein. Die übrigen beschriebenen Bruchstücke von Vogeleiern mit Schalendicken von 0,25 und 0,21 mm können zur Zeit nicht zugeordnet werden.

Die Bruchstücke von Vogeleiern in den untersuchten Proben zeigen eine eher gleichmäßige Verteilung während die von Schildkröten-Eiern in den dunklen Schneckenmergeln häufiger zu sein scheinen (Tab. 1). Auffallend ist das verstärkte Vorkommen beider Sorten in dem Abschnitt zwischen 19,00 und 19,57 m der Bohrung Sieblos 1994/2, der möglicherweise während der Endphase des Gewässers von Sieblos gebildet wurde. Denn ab 18,08 m folgen nach oben sandige Tone mit Buntsandstein-Brocken, die den Abschluß bilden. Details sind der Profilbeschreibung bei Hottenrott et al. (1998) zu entnehmen. Insgesamt passen die vorliegenden Funde von Vogel- und Sumpfschildkröten-Eiern gut in die Lebensgemeinschaft und Sedimentationsbedingungen des unteroligozänen Gewässers (Martini & Rothe 1993).

Dank: Für Hinweise und Diskussionen danke ich Herrn Dr. R. Kohring (Institut für Paläontologie, FU Berlin), für die Herstellung der Dünnschliffe Herrn E. Gottwald, für Photoarbeiten Herrn B. Kahl und für die REM-Aufnahmen Herrn Dipl. Geol. W. Schiller (alle Geologisch-Paläontologisches Institut, Frankfurt am Main).

4. Schriftenverzeichnis

- Erben, H. K. (1970): Ultrastrukturen und Mineralisation rezenter und fossiler Eischalen bei Vögeln und Reptilien. - *Biominalisation Forschungsberichte*, **1**: 1-66; Stuttgart.
- Hassenkamp, E. (1858): Geognostische Beschreibungen der Braunkohlenformation in der Rhön. - *Verh. phys.-medicin. Ges. Würzburg*, **8**: 185-211; Würzburg.
- Hirsch, K. F. & Packard, M. J. (1987): Review of eggs and their shell structure. - *Scanning microscopy*, **1**: 383-400; New York.
- Hottenrott, M., Martini, E. & Schiller, W. (1998): Profilbeschreibungen der Forschungsbohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2 an der Wasserkuppe/Rhön. - In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. - *Geol. Abh. Hessen*, **104**: 53-69; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung).
- Kadolsky, D. (1988): Mollusken aus dem Oligozän von Sieblos a. d. Wasserkuppe/Rhön. - *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **24**: 99-129; Fulda.
- Martini, E. (1967): *Pararallus hasenkampi* n. sp., eine neue Rallenart (Aves) aus dem Oligozän von Sieblos/Rhön. - *N. Jb. Geol.*

- Paläont., Abh. **127** (3): 288-292; Stuttgart.
- Martini, E. (1988a): Ein Schildkröten-Ei aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. - Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 169-173; Fulda.
- Martini, E. (1988b): Vogelreste aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. - Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 175-177; Fulda.
- Martini, E. & Rothe, P. (1993): Sieblos - A Lower Oligocene Messel-Type Deposit. - Kaupia. Darmstädter Beitr. Naturgesch., **2**: 39-53; Darmstadt.
- Martini, E. & Tobien, H. (1984): Wichtige Wirbeltier-Neufunde im Tertiär der Rhön (Sieblos, Theobaldshof). - Beitr. Naturkde. Osthessen, **20**: 133-137; Fulda.
- Schmidt, W. J. (1960): Polarisationsoptik und Bau der Kalkschale des Hühnereies. - Z. Zellforsch., **52**: 715-729; Würzburg.

Kleinsäuger-Reste aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön

von
Clemens Mödden*

Mödden, C. (1998): Kleinsäuger-Reste aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – In: E. Martini & P. Rothe, Hg.: Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 271–274, 2 Abb.; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Bodenforschung). [ISBN 3-89531-806-X]

Kurzfassung

Es werden drei Zahnfragmente von Kleinsäu-
gern beschrieben, die zur Familie Theridomyi-
dae (Rodentia) gestellt werden. Biostratigraphi-

sche Aussagen auf der Basis dieser Fragmente
sind nicht möglich.

Abstract

Fragments of small mammals from the Lower Oligocene of Sieblos (Wasserkuppe, Rhoen mountains)

Three teeth fragments of small mammals be-
longing to the Theridomyidae (Rodentia) are de-

scribed. It is not possible to give biostratigraphic
evidence based on these remains.

1. Einleitung

Zähne von fossilen Kleinsäu-
gern, insbesondere Backenzähne (Molaren und Prämolaren) sind
in terrestrischen Sedimenten des Tertiärs nicht
gerade als Seltenheiten zu bezeichnen. Deshalb
ist auch das Vorkommen von solchen Zahnfrag-
menten in den unteroligozänen Schichten von
Sieblos/Rhön keine Überraschung. Zähne sind
jedoch in einer Schicht selten so stark angerei-
chert, daß eine gezielte Grabung nach ihnen den

Aufwand lohnt. Die hier vorliegenden Zahnfrag-
mente sind deshalb als Zufallsfunde zu bezeich-
nen. Das große Interesse, das Kleinsäugerzähnen
entgegengebracht wird, hängt damit zusammen,
daß man mit statistisch relevanten Mengen von
Zähnen einiger Kleinsäugergruppen das strati-
graphische Alter der Schichten, in denen sie ge-
funden wurden, sehr genau bestimmen kann.

* Dr. C. Mödden, Institut für Geowissenschaften der Universität Mainz, Saarstraße 21, D-55099 Mainz

2. Beschreibung der Funde

Das mir freundlicherweise zur Bearbeitung überlassene Material enthält drei Zahnfragmente, von denen angenommen werden kann, daß sie Mitgliedern der Theridomyidae zuzuordnen sind. Biostratigraphisch gesehen, gehört die Familie Theridomyidae (Rodentia) im gesamten Oligozän sicherlich zu den bedeutendsten Kleinsäugergruppen (Vianey-Liaud 1972, 1979, Mödden 1993, 1994). Die Fragmente stammen teilweise aus Haldenmaterial der ehemaligen Teerkohlengrube Sieblös und teilweise aus Bohrungen.

Das zur Zeit vorliegende Material aus den Sieblös-Schichten (hinterlegt im Senckenberg-Museum in Frankfurt unter der Katalognummer SMF 97/1) besteht aus:

- a) dem lingualen Bruchstück eines oberen rechten, ersten oder zweiten Molaren ($M^{1,2}$),
- b) dem distalen Bruchstück eines unteren linken Milchzahnes (D_4),
- c) dem nicht weiter zuordnungsfähigen Bruchstück eines Backenzahnes.

Zu a): das Zahnbruchstück hat die Probennummer: EM 1995/1 und stammt aus einem hellen Schneckemergel von der Halde am Bach. In diesem Schneckemergel sind die Mollusken-Arten *Nystia duchastelii* (Nyst) und *Hydrobia gregaria* (Schlotheim) häufig, dagegen sind *Neobembrodigia* sp. bzw. Schalenreste von Stylommatorpha-Verebratern selten (Assoziation 8, Hydrobien-Ass. nach Kadolsky 1988); außerdem wurde eine Characee und ein Vogeleischalenbruchstück gefunden (Martini, briefl. Mitt.).

Das Zahnfragment bestand ursprünglich aus drei Teilstücken, wie dies auch aus Abb. 1 hervorgeht. Dort sieht man außen-unten den Zahnschmelz (fein gepunktet). Bei dem weißen Band, das den Zahnschmelz oben begrenzt, handelt es sich um die durch natürlichen Gebrauch entstandene Abkautungsfläche des Schmelzes. Die von außen nach innen erfolgte Einbuchtung des Schmelzes in der Mitte des Bruchstückes wird als Sinus bezeichnet und ist, wie häufig bei unteroligozänen Theridomyinae, relativ kurz. Die klei-

ne erhaltene Fläche des durch natürliche Abnutzung freigelegten, innenliegenden Dentins ist schwarz angelegt.

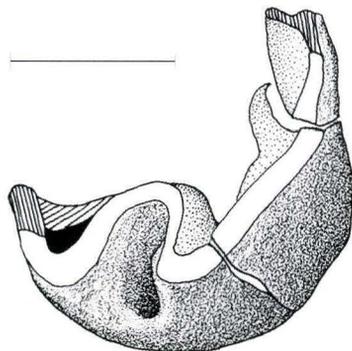


Abb. 1. Fragment (Occlusalansicht) eines rechten, oberen, ersten oder zweiten Molaren ($M^{1,2}$) eines Vertreters der Theridomyini (wahrscheinlich aus der Gattung *Theridomys* oder *Blainvillimys*). Weitere Angaben im Text. Maßstab 1 mm.

Aufgrund des äußeren Umrisses und der Größe des Zahnes wird angenommen, daß dieses Zahnbruchstück der Gattung *Theridomys* oder *Blainvillimys* zuzuordnen ist. Abgesehen von den großen Unsicherheiten, mit denen diese Zuordnung ganz allgemein verbunden ist, können diese beiden Gattungen auch an vollständigerem Material nur schwer auseinandergehalten werden (Vianey-Liaud & Ringead 1993).

Zu b): Das Milchzahnbruchstück (Abb. 2) stammt aus einem dunklen Schneckemergel, in dem auch ein zerdrücktes Schildkrötenei gefunden wurde (Martini 1988) und trägt die Probennummer EM 18.10.1966. Erhalten ist lediglich das hinterste Synklinid (trichterförmige Einsenkung). Der Zahn ist ontogenetisch gesehen sehr jung, was an der kleinen Öffnung in der Schmelzkappe erkennbar ist, die auf der rechten Teilabbildung als schwarzer Fleck (Dentin) dargestellt ist. Bei ontogenetisch älteren Zähnen wird die Schmelzkappe immer weiter abgeschliffen und immer größere Teile des innenlie-

genden Dentins werden sichtbar. Die Bruchfläche zwischen dem erhaltenen und dem fehlenden Zahnteil ist auf der linken Teilabbildung (weiß dargestellt) zu erkennen. Die bei den Unterkiefer-Zähnen dem Sinus entsprechende Einbuchtung (Sinusid) ist ebenfalls recht kurz, was aus der Lage der keilförmig nach oben vorspringenden Bruchfläche erkennbar wird.

Der hier vorliegende distale Teil eines unteren Milchzahnes eines Theridomyiden verhält sich phylogenetisch gesehen ausgesprochen konservativ. Deshalb können zur taxonomischen Stellung dieses Bruchstückes keine Aussagen gemacht werden.

Zu c): Dieses Zahnbruchstück besteht aus dem Zahn außen begrenzenden Schmelz mit einem kleinen Stück occlusalen Schmelzbandes, das durch natürliche Abnutzung entstandenen ist. Es erscheint möglich, daß hier ebenfalls das Bruchstück eines Theridomorphen-Zahnes vorliegt. Es stammt aus der Bohrung Sieblos 1994/2:

40,50–40,68 m. Die Begleitfauna besteht aus zahlreichen *Nystia duchastelii* (Nyst) und *Melanoides fasciata* (Sowerby).

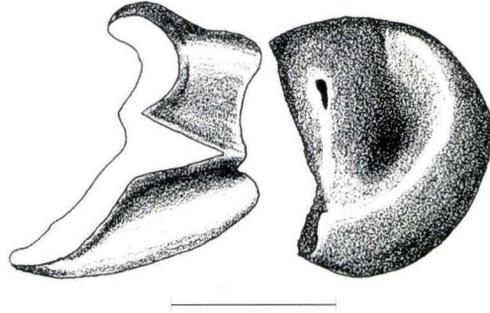


Abb. 2. Fragment (distal) eines linken unteren Milchzahnes (D_4) eines Vertreters der Theridomyidae. Links: Lateralansicht von mesial (Bruchfläche weiß); Rechts: Occlusalansicht (Bruchfläche ist links). Weitere Angaben im Text. Maßstab 1 mm.

3. Diskussion

Ein Vergleich mit anderem Material etwa gleichen Alters (Gad et al. 1990) ist aufgrund des Erhaltungszustandes der Zahnfragmente nicht möglich. Deshalb ist trotz des Vorliegens von Resten der biostratigraphisch hochbedeutsamen Kleinsäugergruppe der Theridomyidae eine Aussage zum biostratigraphischen Alter der Funde nicht möglich. Der Erhaltungszustand der Zähne, insbesondere des Milchzahnbruchstückes, läßt es jedoch möglich erscheinen, daß weitere aussagekräftige Funde gemacht werden. Vor al-

lem Theridomyiden scheinen in den entsprechenden Schichten, insbesondere den Schneckmergeln nicht selten zu sein.

Dank: Herrn Prof. Dr. E. Martini danke ich für Einladung, mich an der Bearbeitung des in Sieblos gefundenen Materiales zu beteiligen. Bei Herrn Dr. G. Storch möchte ich mich für die Präparation und das Zusammenkleben der Bruchstücke des Oberkieferzahnes bedanken.

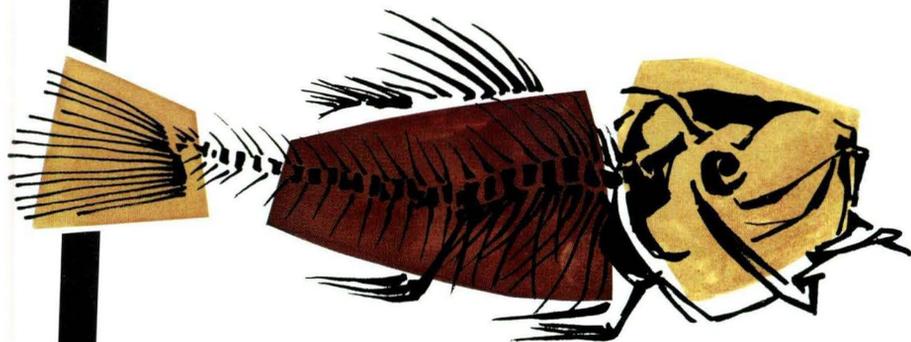
4. Schriftenverzeichnis

Gad, J., Martini, E., Rothausen, K. & Tobien, H. (1990): *Theridomys pseudosiderolithicus* (Rodentia, Mammalia) aus den unteroligozänen Vorkommen von Bodenheim bei Mainz (Mainzer Becken), Neustadt, Kreis Marburg (Hessische Senke), der Isle of Wight (Hampshire Becken) und deren Beziehungen zur marinen Standard-Biostratigraphie. – Mainzer geowiss. Mitt., **19**: 163–182; Mainz.

Kadolsky, D.: (1988): Stratigraphie und Molluskenfaunen von

- „Landschneckenkalk“ und „Cerithienschichten“ im Mainzer Becken (Oberoligozän bis Untermiozän?): Stratigraphische, paläogeographische und paläökologische Ergebnisse. – Geol. Jahrb., **A 110**: 69–133; Hannover.
- Martini, E. (1988): Ein Schildkröten-Ei aus dem Unter-Oligozän von Sieblos a. d. Wasserkuppe/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 169–173; Fulda.
- Mödden, C. (1993): Revision der Archaeomyini Schlosser (Rodentia, Mammalia) des europäischen Oberoligozän. – Schweiz. Paläont. Abh., **115**: 1–83; Basel.
- Mödden, C. (1994): Systematik und Nomenklatur der Issiodoromyinae Tullberg, 1899 (1884) (Rodentia, Theridomyidae) des europäischen Paläogen. – Eclogae geol. Helv., **87** (3): 1037–1066; Basel.
- Vianey-Liaud, M. (1972): L'évolution du genre *Theridomys* à l'Oligocène moyen. Intérêt biostratigraphique. – Bull. Mus. Nation. Hist. Nat., 98: 295–372; Paris.
- Vianey-Liaud, M. (1979): Evolution des rongeurs à l'Oligocène en Europe occidentale. – Palaeontographica, **A 166**: 135–236; Stuttgart.
- Vianey-Liaud, M. & Ringede M. (1993): La radiation des Theridomyidae (Rodentia) hypsodontes à l'Éocène supérieur. – Geobios **26** (4): 455–495; Lyon.

SIEBLOS-MUSEUM POPPENHAUSEN



VERSTEINERTES LEBEN
FOSSILFUNDE AUS DER RHÖN

D-36163 Poppenhausen, von-Steinrück-Platz 1

Öffnungszeiten

Montag bis Donnerstag • 8⁰⁰ - 16³⁰ h
Freitag • 8⁰⁰ - 15⁰⁰ h
Sonn- und Feiertag • 10⁰⁰ - 18⁰⁰ h

Kurzfassung des Inhalts

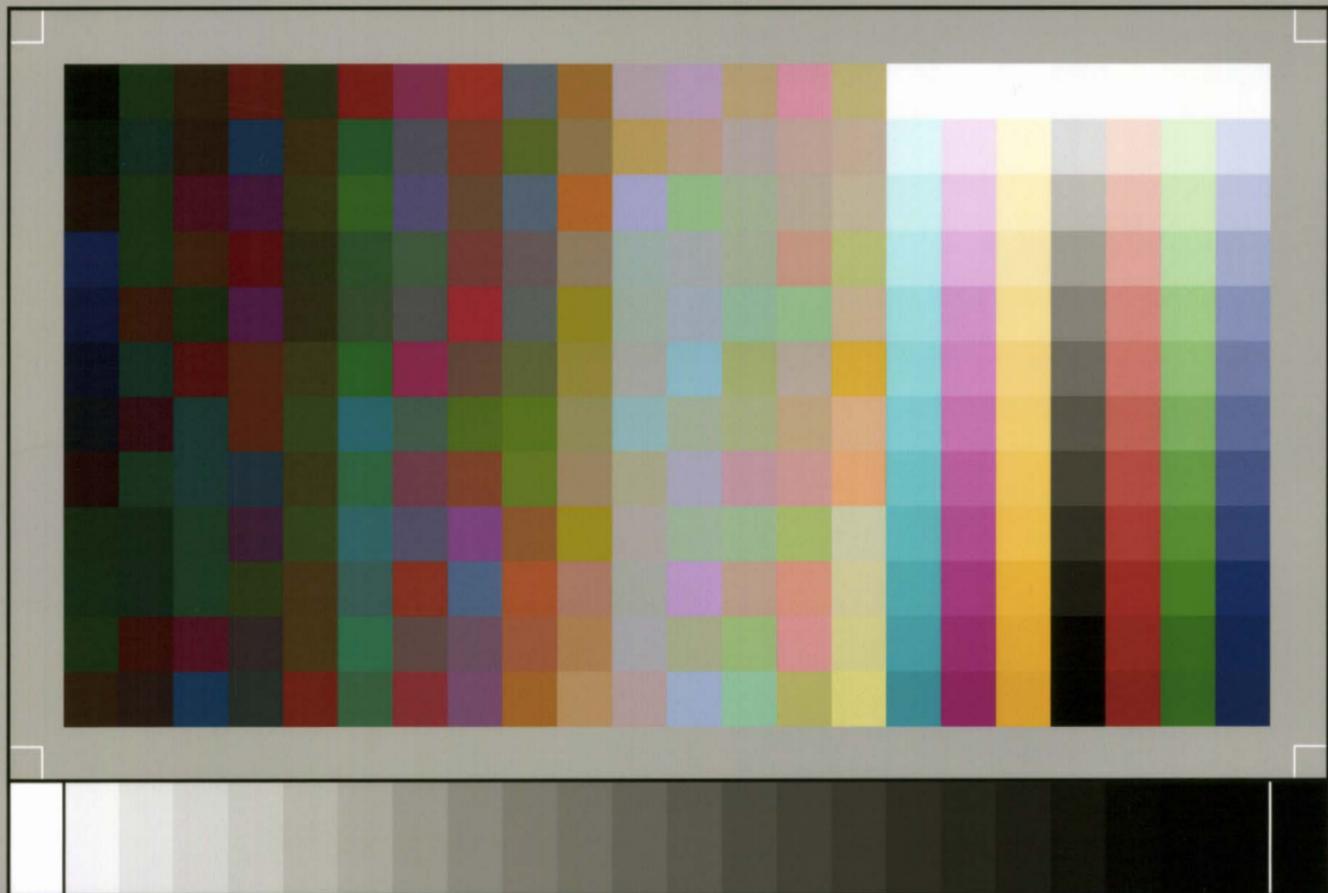
Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön

Die alte „Braunkohlen“-Grube Sieblos am Westhang der Wasserkuppe (Rhön) umfaßt ein Areal von mindestens 200 x 160 m. Zwei Forschungsbohrungen (Sieblos 1994/1 und 1994/2) haben erstmals ermöglicht, Teile der Schichtfolge im Verband zu untersuchen, die vorher nur aus Haldenfunden bekannt waren. Die Lagerstätte, die bereits im 19. Jahrhundert für ihren Fossilreichtum bekannt war, bildet das einzige unteroligozäne Vorkommen dieser Art in Mitteleuropa. Die Kernbohrungen erschlossen eine tertiäre Abfolge von mindestens 50 m Mächtigkeit aus Ton, Sand, Schneckenmergel und laminierten Karbonaten im Verband mit Dysodil. Die feinschichtigen C_{org}-reichen Ablagerungen bestehen überwiegend aus Algengyttjen.

Die Tertiärsedimente überlagern dort normalerweise Oberen Buntsandstein. In der Bohrung Sieblos 1994/1 wurde dagegen überraschend Unterer Muschelkalk angetroffen. Diese Situation ist möglicherweise durch Subrosion bedingt, die wahrscheinlich auch die Entwicklung des tertiären Gewässers bedingt hat. Bestimmte Diatomeen, kieselige Dinoflagellaten und Fische sowie geochemische Parameter weisen auf temporäre Salinitätserhöhung hin, die durch Eindampfung und nicht durch marinen Einfluß verursacht wurde. Aufgrund von Fossilien und Korrelationen werden die Sieblos-Schichten (Sieblos-Formation) in das Unter-Oligozän (Latdorf-Stufe) gestellt.

Herausgabe und Vertrieb:
Hessisches Landesamt für Bodenforschung,
Leberberg 9, D-65193 Wiesbaden





SP050509001

ScanPrint® *autopilot* Scan Target v2.0