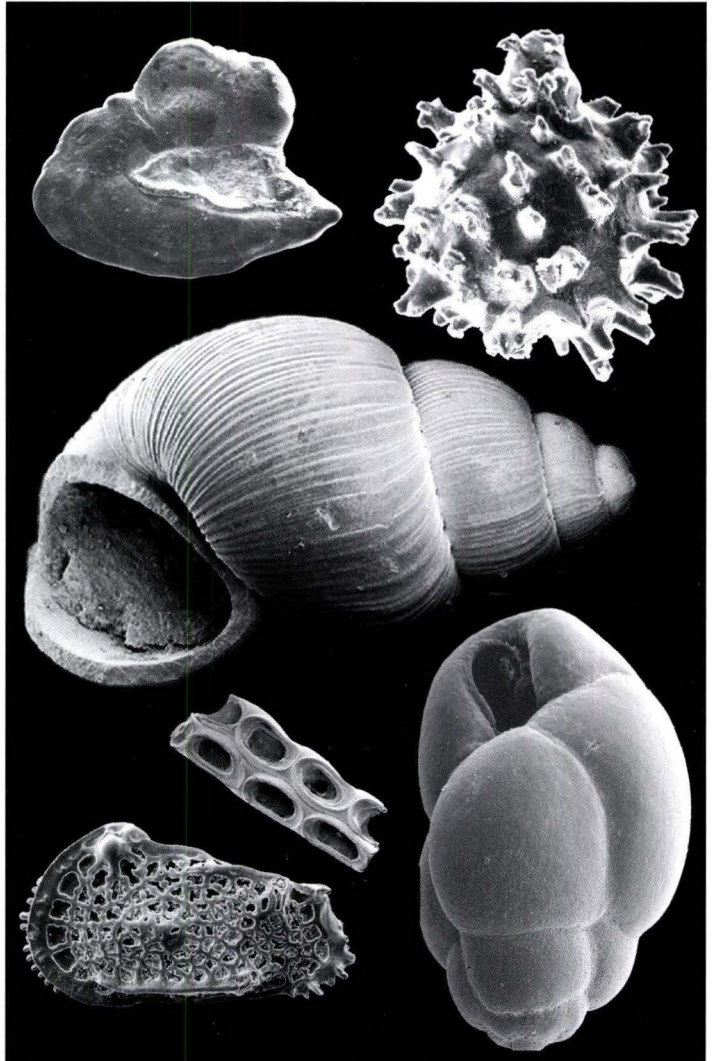
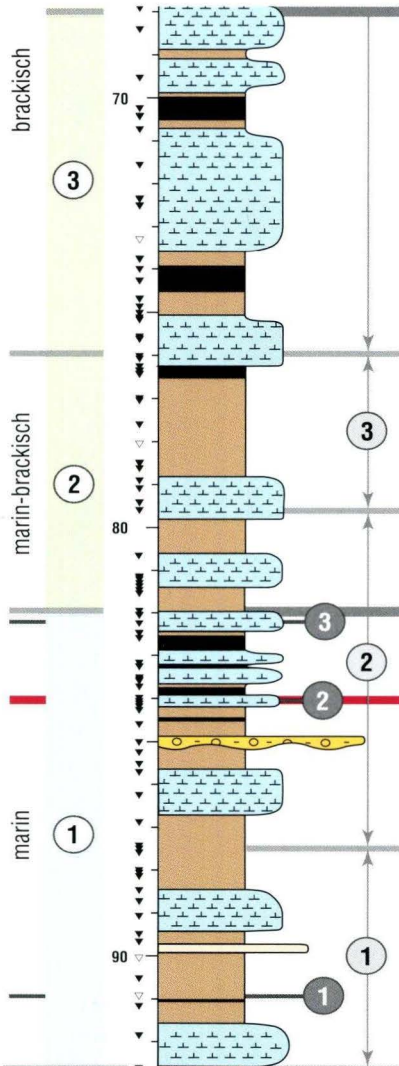




Geologische Abhandlungen Hessen, Band 116

Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheimer-Formation)

GUDRUN RADTKE & ERLIND MARTINI (Hrsg.)



Geologische Abhandlungen Hessen, Band 116: 273 Seiten, 64 Abb., 15 Tab., 17 Taf., 5 Beil.;
Wiesbaden 2007.
ISBN 978-3-89531-818-4
ISSN 0341-4043

Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation)

GUDRUN RADTKE & ERLEND MARTINI (Hrsg.)

mit Beiträgen von MICHAELA DERSCH-HANSMANN, REINHARD GAUPP, GERD GLEIXNER, THOMAS W. GRIEBEMER, KIRSTEN I. GRIMM, MARTIN HOTTENROTT, RONALD JANSSEN, GOTTHARD KOWALCZYK, EBERHARD KÜMMERLE, ROBERT LIPPMANN, ERLEND MARTINI, JÖRG PROSS, JENS RADKE, GUDRUN RADTKE, BETTINA REICHENBACHER, JOACHIM SCHOLZ, DOROTHEE SPIEGLER, HENNING UFFENORDE und NORBERT VÁVRA



Hessisches Landesamt
für Umwelt und Geologie

Schriftleitung
Dr. Roland E. Becker
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186, D-65203 Wiesbaden

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Titelbild: Ausschnitt aus dem Bohrprofil Wallau der Mittleren Pechelbronn-Schichten mit einer Auswahl bedeutender Fossilien (von links oben nach rechts unten): „genus Percoideorum“ *validus* (Otolith), *Bolboforma imperfecta* n.sp., *Wallaua flexiplicata* n.gen. n.sp. (Gastropode), *Penemia woessae* n.sp. (Bryozoe), *Grinioneis pechelbronnensis* (Ostracode) und *Bulimina coprolithoides* (Foraminifere).

Hinweis für Autoren

Manuskripte sind entsprechend den „Bonner Anweisungen“ abzufassen: Richtlinie für die Verfasser geowissenschaftlicher Veröffentlichungen. Ausgearbeitet von S. HORATSCHEK und T. SCHUBERT, 51 S.; Hannover 1998.

Zu beziehen durch E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Nägele u. Obermiller), Johannesstraße 3A, D-70176 Stuttgart

© Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden 2007
ISBN 978-3-89531-818-4
ISSN 0341-4043

Printed in Germany

Für den Inhalt der Arbeit sind die Autorinnen und Autoren allein verantwortlich.

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: Dr. Gudrun Radtke, Prof. Dr. Erlend Martini,
Jutta von Dziegielewski, Martina Peter, Monika Retzlaff,
Dagmar Tangermann

Herausgeber,
© und Vertrieb: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186, D-65203 Wiesbaden
Telefon: 06 11/6939-111; e-mail: vertrieb@hlug.de
Telefax: 06 11/6939-113

Inhalt

MARTINI, E. & RADTKE, G. Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation) – Einführung und Synthese	7
RADTKE, G., LIPPMANN, R. & GAUPP, R. Neues Vorkommen der Pechelbronn-Gruppe im Mainzer Becken (Ober-Eozän – tiefes Unter-Oligozän, Deutschland) – Lithologie und Sedimentologie der Bohrungen Wallau B98-BK5 und W07	37
KÜMMERLE, E. & RADTKE, G. Die Geologie der Umgebung von Wallau (nordöstliches Mainzer Becken)	73
KOWALCZYK, G. Die Rotliegend-Sedimente in der Bohrung Wallau B98-BK5	89
LIPPMANN, R., GAUPP, R., GLEIXNER, G. & RADKE, J. Petrographische und isotopenchemische Untersuchungen ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$) der Mittleren Pechelbronn-Schichten in der Bohrung Wallau B98-BK5	99
DERSCH-HANSMANN, M. Organisch-geochemische Untersuchungen an unteroligozänen Sedimenten der Bohrung Wallau B98-BK5	113
HOTTENROTT, M. & PROSS, J. Terrestrische und aquatische Mikrofloren aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrungen W07 und B98-BK 5 bei Wallau (nordöstliches Mainzer Becken)	127
RADTKE, G. Mikroendolithen in Molluskenschalen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Mainzer Becken)	141
GRIMM, K.I., RADTKE, G. & SPIEGLER, D. Foraminiferen und Bolboformen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (tiefes Unter-Oligozän) der Bohrung Wallau B98-BK5	157
GRIEBEMER, T.W., UFFENORDE, H. & RADTKE, G. Die Ostracoden der Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän) in der Bohrung Wallau B98-BK5 (nordöstliches Mainzer Becken)	173
SCHOLZ, J. & VÁVRA, N. Eine neue Art der Gattung <i>Penemia</i> (Bryozoa, Cheilostomatida) aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän) des Mainzer Beckens	193
JANSSEN, R. Mollusken aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (tiefes Unter-Oligozän) der Bohrungen W07 und B98-BK5 bei Wallau (Hessen)	205
MARTINI, E. & REICHENBACHER, B. Nannoplankton und Fisch-Otolithen in den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän, Oberrheingraben/Mainzer Becken)	235

Table of content

MARTINI, E. & RADTKE, G. The Wallau drill sites in the northeastern Mainz Basin (Rotliegend, Pechelbronn Group, Bodenheim Formation) – Introduction and synthesis	7
RADTKE, G., LIPPMANN, R. & GAUPP, R. A new occurrence of the Pechelbronn Group in the Mainz Basin (Late Eocene – Early Oligocene, Germany) – Lithology and sedimentology of the drill sites Wallau B98-BK5 and W07	37
KÜMMERLE, E. & RADTKE, G. The geology of the Wallau region (northeastern Mainz Basin)	73
KOWALCZYK, G. Rotliegend sediments at drill site Wallau B98-BK5	89
LIPPMANN, R., GAUPP, R., GLEIXNER, G. & RADKE, J. Petrography and stable isotope investigations ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$) of the Middle Pechelbronn Beds at drill site Wallau B98-BK5	99
DERSCH-HANSMANN, M. Organic geochemical characteristics of site Wallau B98-BK5 sediments reflecting paleoenvironmental changes throughout the Early Oligocene	113
HOTTENROTT, M. & PROSS, J. Terrestrial and aquatic microflora from the Middle Pechelbronn Beds of the drill sites W07 and B98-BK 5 near Wallau (northeastern Mainz Basin)	127
RADTKE, G. Microborings in mollusc shells from the Middle Pechelbronn Beds (Mainz Basin)	141
GRIMM, K.I., RADTKE, G. & SPIEGLER, D. Foraminifers and bolboforms from the Middle Pechelbronn Beds (Early Oligocene) at drill site Wallau B98-BK5	157
GRIESEMER, T.W., UFFENORDE, H. & RADTKE, G. Ostracods from the Middle Pechelbronn Beds (Early Oligocene) at drill site Wallau B98-BK5 (northeastern Mainz Basin)	173
SCHOLZ, J. & VÁVRA, N. A new species of the genus <i>Penemia</i> (Bryozoa, Cheilostomatida) from the Middle Pechelbronn Beds (Early Oligocene) of the Mainz Basin	193
JANSSEN, R. Molluscs from the Middle Pechelbronn Beds (Early Oligocene) at drill sites W07 and B98-BK5 near Wallau (Hesse)	205
MARTINI, E. & REICHENBACHER, B. Nannoplankton and fish otoliths from the Middle Pechelbronn Beds (Early Oligocene, Upper Rhine Graben/Mainz Basin)	235



Grußwort des Präsidenten

send dargestellt. Neben zahlreichen sehr gut erhaltenen Makro- und Mikrofaunen und -flore werden als Neuentdeckungen u.a. Gastropoden- (Schnecken) und Bryozoen-Arten (Moostierchen) als auch bisher völlig unbekannte Fossilien, deren Zuordnung noch offen steht, beschrieben. Darunter sind zwei neue Gattungen und fünf neue Arten, die sowohl als Erstnachweise aus dieser Zeitspanne gelten als auch erstmalig in Deutschland vorkommen. Die Fossilien erlauben eine genaue Alterseinstufung (Stratigraphie) der Sedimente und Einordnung in international gültige Zonierungen. Sie sind Zeitzeugen und ermöglichen zusammen mit den umfangreichen sedimentologischen, petrographischen und geochemischen Ergebnissen Aussagen zum Paläoklima und zur Paläogeographie des damaligen Lebensraums.

Die in den Bohrungen bei Wallau angetroffenen Schichten belegen u.a. den ersten marinen Meeresvorstoß im Oligozän (mittleres Tertiär) in dieser Region und eine Meeresverbindung zwischen Nordmeer (Paläo-Nordsee) und Tethys im Süden.

Die Beiträge dieser Abhandlung zeigen, dass eine derartige Datenvielfalt nur durch interdisziplinäre Zusammenarbeit von eigenen Wissenschaftlern des HLUg mit Spezialisten aus verschiedenen Forschungsinstitutionen (Universitäten Berlin, Bremen, Frankfurt a.M., Göttingen, Jena, Kiel, Mainz, Mannheim, München und Wien, Max-Planck-Institut Jena und Forschungsinstitut und Naturmuseum Senckenberg Frankfurt a.M.) mit modernsten Methoden bearbeitet und zusammengeführt werden kann.

Ich wünsche Ihnen viel Vergnügen beim Lesen dieser anspruchsvollen, wissenschaftlichen Abhandlung und danke allen Beteiligten für das erfolgreiche Gelingen dieser Publikation.

Dr. Thomas Schmid
Präsident des Hessischen Landesamtes für
Umwelt und Geologie

Mit Hilfe von tiefen Bohrungen können detaillierte Daten zum Aufbau der Gesteinsschichten im flachen und tieferen Untergrund gewonnen werden, die sonst oft nicht zugänglich sind. Diese Datengrundlagen werden im Rahmen der Geologischen Landesaufnahme in Hessen (HLUG) erfasst, ausgewertet und zur Verfügung gestellt.

Während der Voruntersuchungen zur ICE-Neubaustrecke Köln–Rhein/Main der Deutschen Bahn AG am Autobahnkreuzungsbereich A3/A66 bei Wiesbaden war den Geologen und Paläontologen des HLUg eine bisher unbekannte Schichtenfolge aufgefallen. Aus diesem Grund initiierte das HLUg dort eine tiefere Forschungsbohrung, die Bohrung Wallau B98-BK5, die bis auf 170 m abgeteuft wurde. Zusammen mit den Bohrungen der Deutschen Bahn AG konnten somit umfassende Neuerkenntnisse gewonnen werden, die in ein detailliertes geologisches Modell des Schichtenaufbaus im Untergrund des zum Mainzer Becken im nördlichen Oberrheingraben gehörenden Bereichs mündeten.

Die Fülle der gewonnenen Daten und Erkenntnisse werden in dem vorliegenden Band in dreizehn detaillierten Fachbeiträgen zusammenfas-

Vorwort

Die Aufschlüsse und Bohrungen im Rahmen der Voruntersuchung zur ICE-Neubaustrecke Köln–Rhein/Main im Autobahn-Kreuzungsbereich A3/A66 bei Wallau erbrachten im Liegenden der Bodenheim-Formation (Rupelton) überraschenderweise eine stratigraphisch bisher aus diesem Raum unbekannt Schichtenfolge. Anhand des Fossilinhalts konnten in zwei tiefen Bohrungen die Mittleren Pechelbronn-Schichten nachgewiesen werden. Damit gehört der mächtige Tertiäranteil der Abfolge in die Pechelbronn-Gruppe (Ober-Eozän – Unter-Oligozän); Rotliegend-Sedimente bilden den paläozoischen Untergrund.

Der außergewöhnliche Reichtum an gut erhaltenen Fossilien in den Mittleren Pechelbronn-Schichten weckten das Bearbeitungsinteresse zahlreicher Kolleginnen und Kollegen; die Resultate der Arbeiten sind in diesem Band dokumentiert. Die paläontologischen Erkenntnisse wurden durch sedimentologische, mineralogische und geochemische Untersuchungen in einen Kontext gestellt. Die Ergebnisse und ihre Interpretationen ermöglichen eine umfassende Charakterisierung des Ablagerungsraums in paläogeographischer und klimatischer Hinsicht, die die Aussagekraft erhöhen und vielschichtige Aspekte zur Diskussion stellen.

Die Ausarbeitungen führten ferner zu einer Neubewertung der Geologischen Karte Bl. 5916 Hochheim am Main und ließen Aussagen zum tieferen Untergrund, wie der Lage der Obergrenze des paläozoischen Basement, zu.

Dankenswerterweise haben Frau Dr. Juliane Fenner (BGR, Hannover) sowie die Herren Dipl. Geol. Hans-Jürgen Anderle, Dr. Rainer Blum (beide ehem. HLUG), Prof. Dr. Dieter Hans Mai (Berlin), Prof. Dr. Peter Rothe (Mannheim), Dr. Jürgen Schwarz (Frankfurt a.M.) und Prof. Dr. Ruediger Stein (AWI, Bremerhaven) Daten zur Verfügung gestellt. Wir danken Frau Dipl. Geol. Gaby Försterling (Wiesbaden) sowie den Herren Jens Dengler und Jörg von Hoeßle (beide HLUG) für die technische Unterstützung. Ausdrücklicher Dank für umfangreiche bibliographische Hilfestellungen geht an Frau Jutta Kaepfel (HLUG) und für redaktionelle Arbeiten an Frau Dagmar Tangermann (ehem. HLUG). Wir danken weiterhin der Deutschen Bahn AG, Frankfurt a.M. für die Überlassung der Bohrkerne Wallau W07 und der Fa. Schützeichel KG, Neustadt/Weil (Bohrmeister Horn) für die Durchführung der Bohrung Wallau B98-BK5.

Unser besonderer Dank gilt den Reviewern der einzelnen Beiträge für ihre hilfreichen Kommentare und Diskussionsbeiträge.



Dr. Gudrun Radtke
(HLUG)



Prof. Dr. Erlend Martini
Kronberg im Taunus

ERLEND MARTINI¹ & GUDRUN RADTKE²

Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation) – Einführung und Synthese

The Wallau drill sites in the northeastern Mainz Basin (Rotliegend, Pechelbronn Group, Bodenheim Formation) – Introduction and synthesis

Kurzfassung

Aus dem nordöstlichen Mainzer Becken werden die Untersuchungsergebnisse von zwei tiefen Bohrungen bei Wallau (B98-BK5 und W07) östlich von Wiesbaden vorgestellt. Die beiden Bohrungen sowie nahe gelegene Aufschlüsse beim Bau der ICE-Neubaustrecke Köln–Rhein/Main durchteuften eine Abfolge von der Bodenheim-Formation über die Pechelbronn-Gruppe bis in Rotliegend-Sedimente. Die angetroffenen Sedimente und ihr Fossilinhalt werden beschrie-

ben, wobei der Schwerpunkt auf den Mittleren Pechelbronn-Schichten liegt. Aufgrund der von verschiedenen Bearbeitern erzielten Ergebnisse wird versucht, ein Gesamtbild der Ablagerungsgeschichte im Raum Wallau zu geben. Besonders werden Paläoökologie und Paläogeographie der fossilreichen Mittleren Pechelbronn-Schichten sowie deren Korrelation insbesondere mit dem nordhessischen Melanienton (Schwalm-Formation) erörtert.

Abstract

Results of the investigation of two drill sites near Wallau (B98-BK5 and W07) east of Wiesbaden are presented. The two drill sites together with nearby outcrops of the railroad construction Köln–Rhein/Main represented a succession from the Bodenheim Formation through the Pechel-

bronn Group to Rotliegend sediments at the base. The encountered sediments and their fossil content are described focussing on the Middle Pechelbronn Beds. Based on the results from various participating authors a general history of the Wallau region paleoenvironment is presented.

¹ Prof. Dr. E. Martini, Parkstr. 40, D-61476 Kronberg im Taunus

² Dr. G. Radtke (e-mail: g.radtke@hlug.de), Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Rheingaustr. 186, D-65203 Wiesbaden

The paleoecology and paleogeography of the fossiliferous Middle Pechelbronn Beds as well as their correlation are discussed especially with the

Melania Clay Formation of northern Hesse (Schwalm Formation).

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	8
2. Material und Methoden	12
3. Untersuchungsergebnisse	13
3.1 Rotliegend	13
3.2 Untere Pechelbronn-Schichten	13
3.3 Mittlere Pechelbronn-Schichten	14
3.3.1 Lithologie	14
3.3.2 Fossilführung	16
3.4 Obere Pechelbronn-Schichten	21
3.5 Bodenheim-Formation (Rupelton)	21
3.6 Alzey-Formation (Meeressand)	23
4. Paläoökologie der Mittleren Pechelbronn-Schichten	23
5. Paläogeographie der Mittleren Pechelbronn-Schichten	25
6. Korrelationen der Mittleren Pechelbronn-Schichten	27
7. Schriftenverzeichnis	29
8. Anhang	34

1. Einführung

Nachweis und Schichtenfolge

Bei der Voruntersuchung der ICE-Trasse zur Neubaustrecke Köln–Rhein/Main wurden in der Mitte der 90er Jahre zahlreiche Bohrungen im Auftrag der Deutschen Bahn AG im Streckenverlauf östlich Wiesbaden abgeteuft. Ein großer Teil der Bohrungen schloss die Bodenheim-Formation mit Hochberg- (Mittlerer Rupelton, GRIMM et al. 2000) und Wallau-Subformation (Unterer Rupelton, GRIMM & RADTKE 2002) auf. Im Liegenden der Wallau-Subformation kommen dunkelgrün-graue tonige Silte und siltige Quarzkiese vor, die aufgrund ihrer fehlenden Fossilführung nicht näher eingestuft werden konnten. Zunächst wurden diese Schichten als taunusnahe Ablagerungen interpretiert, wie sie auch im Stadtgebiet von Wiesbaden vorkommen. Eine Klärung der

stratigraphischen Einstufung dieser prärupelischen Schichten konnte durch eine tiefe Bohrung, die von der Deutschen Bahn AG bis in 80,20 m vorgetrieben wurde, erreicht werden. Mit der Bohrung W07, im Trassenverlauf südlich der Bundesautobahn A 66 bei Wallau gelegen (TK 25, Bl. 5916 Hochheim am Main, R 3455234, H 5546705), wurden erstmalig nördlich des Mains ab 46,80 m die Mittleren Pechelbronn-Schichten erbohrt (KÜMMERLE 1996). Die überlagernden Einheiten mit den grüngrauen, fossilfreien Silten und Quarzkiesen konnten damit in die Oberen Pechelbronn-Schichten gestellt werden. Eine weitere Bohrung bei Wallau (B98-BK5, Bl. 5916 Hochheim am Main, R 3455220, H 5546660) erschloss nach unten eine vollständige Abfolge der Mittleren und Unteren Pechel-

bronn-Schichten sowie Rotliegend-Sedimente (Abb. 1). Mit den Erkundungsbohrungen zur Neubaustrecke, insbesondere der Bohrung Wallau W07 sowie in den Einschnitten zum Wandersmantunnel-Süd ist mit dem Übergang Pechelbronn-Gruppe/Rupelton (Bodenheim-Formation) die 2. Rupelium-Transgression dokumentiert (Abb. 2).

Die Bohrprofile ergaben nachstehende Abfolgen (Abb. 2):

B98-BK5

- 2,10 m Quartär (Pleistozän)
- 39,55 m Tertiär, Obere Pechelbronn-Schichten (Oligozän)
- 93,75 m Mittlere Pechelbronn-Schichten
- 144,85 m Untere Pechelbronn-Schichten (Oligozän/Eozän)
- 170,00 m Perm, Rotliegend (ET)

W07

- 3,70 m Quartär (Pleistozän)
- 5,80 m Tertiär, Bodenheim-Formation (Oligozän)
- 46,75 m Obere Pechelbronn-Schichten
- 80,20 m Mittlere Pechelbronn-Schichten (ET)

Geophysik

Das Gamma-Log zeigt die natürliche Gammastrahlung der sedimentären Einheiten, die vorwiegend von dem im Kalium enthaltenen radioaktiven K^{40} -Isotop herrührt. Es hilft daher bei der Unterscheidung von tonigen (hohe Aktivität) und sandigen (niedrige Aktivität) Schichten. Die natürliche Gammastrahlung zeigt einen deutlichen Peak an der Grenze zwischen Rotliegend und Unteren Pechelbronn-Schichten bei 144,85 m (RADTKE et al. 2007; Beil. 2; freundl. Mitt. Dr. Rainer Blum).

Historie

Für die gesamte Pechelbronn-Abfolge wurde von M.C. GRIMM (2005) der Begriff Pechelbronn-Gruppe für den Oberrheingraben geprägt. Diese wird in der „Stratigraphischen Tabelle von Deutschland“ zwischen 31 und 35 Mio. Jahre angesetzt (DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION

2002). Allerdings sind die Gesteine und die Ablagerungsbedingungen zwischen südlichem/mittlem und nördlichem Oberrheingraben und speziell in den Randgebieten wie dem Mainzer Becken sowohl von sehr unterschiedlichem Charakter als auch von wechselnder Mächtigkeit. Die Sedimente spiegeln die verschiedenen tektonischen Entwicklungen im südlichen und nördlichen Oberrheingraben wider. Im Gegensatz zum Norden führt der Süden mächtigere Ablagerungen, Steinsalzlager und ölführende Sandsteine. Als schwierig erweist sich, die in Ausbildung und Mächtigkeit stark schwankenden Ablagerungen stratigraphisch zu unterscheiden, da diese aus z.T. wiederholt aufgearbeiteten Sedimenten der Umgebung stammen und zunächst – je nach Morphologie – kleinräumig das prätertiäre Paläorelief aufgefüllt haben.

Schon früh wurden die lokal unterschiedlichen alttertiären Sedimente des Oberrheingrabens beschrieben, besonders unter der ökonomischen Bewertung der Erdöllagerstätten (STEUER 1910,

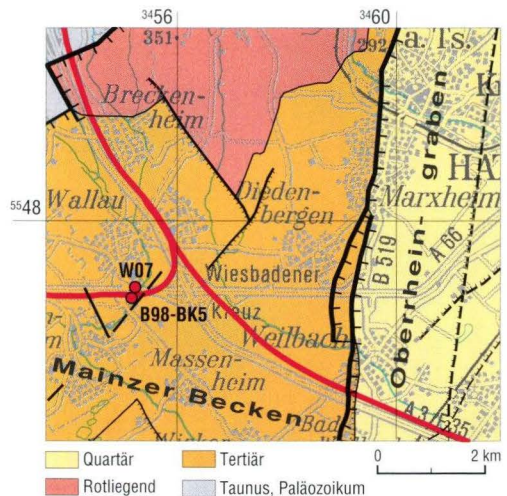


Abb. 1. Ausschnitt aus der Geologischen Karte (GÜK 300, Geologische Übersichtskarte von Hessen 1:300 000, dig. Ausgabe) mit der Lage der Bohrungen Wallau an der Abzweigung Wiesbaden der ICE-Neubaustrecke Köln–Rhein/Main (in rot).

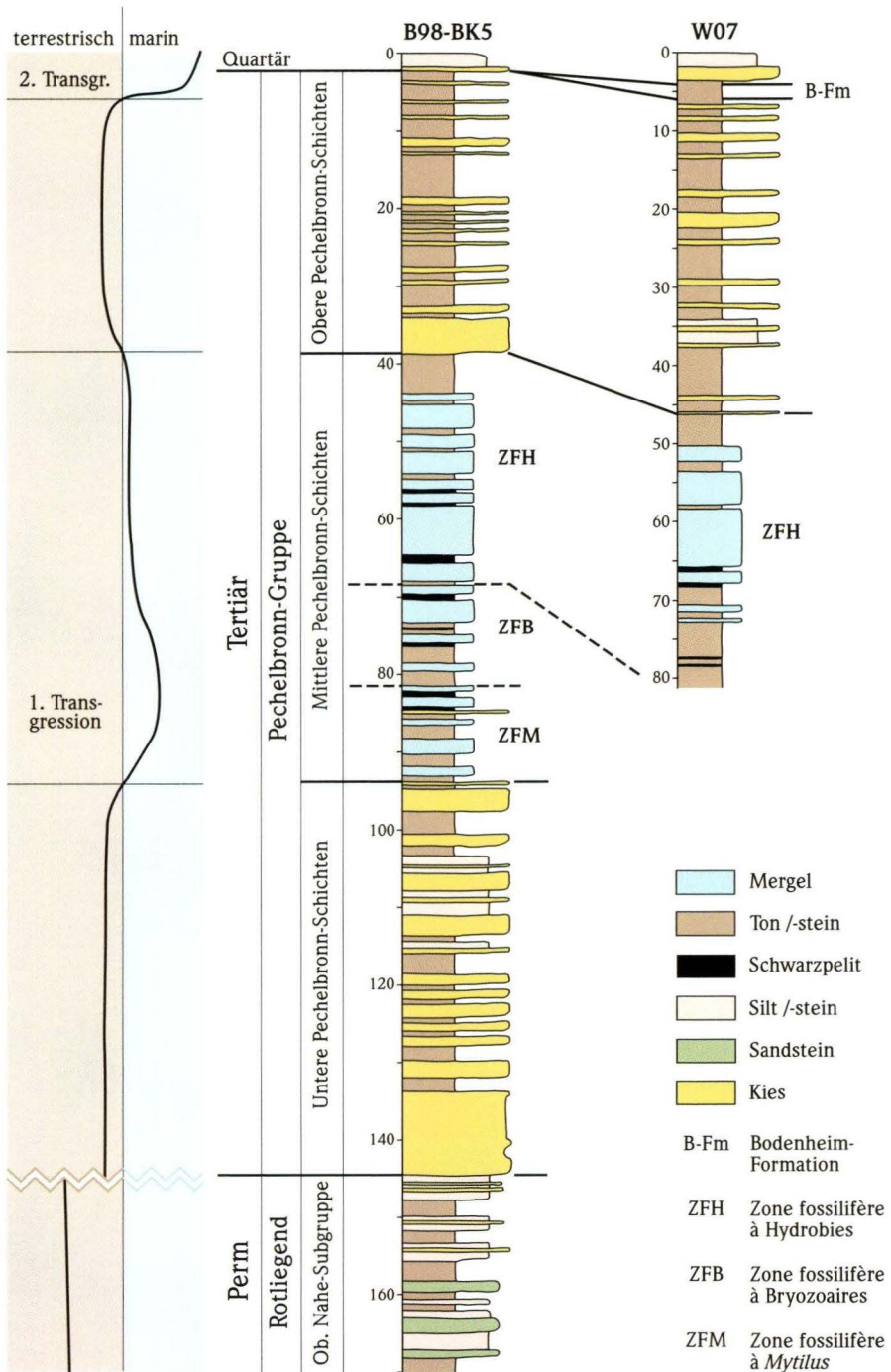


Abb. 2. Stratigraphische Zuordnung der Bohrungen Wallau B98-BK5 und W07 (nach RADTKE et al. 2007, leicht verändert) mit Lage der 1. und 2. Rupelium-Transgression.

WILSER 1923, MOOS 1934, WAGNER 1938, SCHNAEBELE 1948, SONNE 1968, SITTLER 1965, 1969, KALLIES & SONNE 1969, WIRTH 1969, DOEBL 1970). Hierbei wurde z.T. eine abweichende Nomenklatur zum Mainzer Becken benutzt (Übersichten in ROTHAUSEN et al. 1988 und M.C. GRIMM 2005).

Mittlere Pechelbronn-Schichten

Die Verbreitung insbesondere der Mittleren Pechelbronn-Schichten (MPS) im Mainzer Becken wurde von SONNE (1963, 1970) und ROTHAUSEN & SONNE (1984) dargestellt, nachdem bereits WAGNER (1938, 1955) und FALKE (1960) auf

derartige Schichten hingewiesen hatten und das nördlichste Vorkommen im Oberrheingraben im Raum Wolfskehlen westlich Darmstadt erbohrt worden war (WIRTH 1954). Die Sedimente der Mittleren Pechelbronn-Schichten wurden mit Ausnahme der Tongrube Nackenheim (DOEBL 1969, GRIEBEMER 1998) nur in Bohrungen nachgewiesen (SONNE 1963). Die bisher größte bekannte Mächtigkeit der Mittleren Pechelbronn-Schichten beträgt 40 m (Brg. Udenheim auf Bl. 6115 Udenheim, SONNE 1970, 1972). Sie bestehen überwiegend aus Tonmergeln von grauer, gelblichbrauner, ziegelroter und türkisblauer Farbe. Eingeschaltet sind gelegentlich geringmächt-

Serie	Stufe	Regionale Stufe N-Deutschland	Planktonische Foraminiferen-Zonen	Kalkige Nannoplankton-Zonen	Mammalia-Zonen	Charophyten-Zonen	Sporomorphen-Zonen	
Oligozän	Ober	Neochattium	P 22	NP 25	MP 30	<i>Chara notata</i> -Zone	I/II	
							I	
		Chattium	Eochattium	P 21	NP 24	MP 29	<i>Stephanochara ungeri</i> -Zone	H
						MP 27		F
						MP 26 MP 24	E	
	Unter	Rupelium	Rupelium	P 20	NP 23	MP 23	<i>Chara microcera</i> -Zone	SPP 20
						MP 22		
			Latdorfium	P 19	NP 22	MP 21	<i>St. pinguis</i> -Zone	A
						MP 20	<i>Stephanochara vectensis</i> -Zone	SPP 19
						MP 19		
Eozän	Priabonium		P 17	NP 19/20	MP 18	<i>H.v. tuberculata</i> -Zone	SPP 18	

Abb. 3. Übersicht zur stratigraphischen Position der verschiedenen Fossilzonen im Bereich höchstes Eozän und Oligozän. Reichweite der einzelnen Zonen der planktonischen Foraminiferen, des kalkigen Nannoplanktons, der Mammalia, Charophyten und Sporomorphen; GC = Grand Coupure, HD = Hantkeninen-Datum (nach MARTINI & ROTHE 1998, leicht verändert). Gelb unterlegt = Bereich der in den Bohrungen Wallau angetroffenen tertiären Sedimente.

ge weißgraue Sande im Randbereich des Niersteiner Horstes (ROTHAUSEN & SONNE 1984). Von der Pechelbronn-Gruppe eindeutig zu identifizieren waren bisher aufgrund der Fossilführung nur die Mittleren Pechelbronn-Schichten (Zone fossilifère, Versteinerungsreiche Zone, FÖRSTER 1909, GIGNOUX & HOFFMANN 1920).

Die Mittleren Pechelbronn-Schichten sind, wie im Gebiet von Pechelbronn im südlichen Ober-rheingraben, von unten nach oben in die Zone fossilifère à *Mytilus* (ZFM, Couches à *Mytilus*, Schichten mit *Mytilus*), Zone fossilifère à Bryozoaires (ZFB, Couches à Bryozoaires, Schichten mit Bryozoen) und Zone fossilifère à Hydrobies (ZFH, Couches à Hydrobies, Schichten mit Hydrobien) zu unterteilen (GIGNOUX & HOFFMANN 1920, SITTLER 1965). Dies gilt auch für die entsprechenden

Einheiten in den Bohrungen Wallau (Abb. 2). Maßgeblich für die Dreiteilung der Mittleren Pechelbronn-Schichten ist das Vorkommen von Bryozoen. Diese sind in der Bohrung Wallau B98-BK5 in Proben zwischen 68,40–68,43 m und 81,95–82,00 m verbreitet. Entsprechend liegt die Grenze ZFH/ZFB bei 68,00 m und die Grenze ZFB/ZFM bei 82,00 m (Anhang, Beil. 1). Die Bohrung Wallau W07 erreicht die Grenze ZFB/ZFH nicht, so dass der hier erbohrte Abschnitt der Mittleren Pechelbronn-Schichten vollständig in die ZFH zu stellen ist.

Der Abb. 3 ist die Position der Zonen der verschiedenen Fossilgruppen im obersten Eozän und Oligozän zu entnehmen, die in den folgenden Abschnitten erwähnt sind.

2. Material und Methoden

Die Bohrungen Wallau B98-BK5 und W07 sind intensiv beprobt und untersucht worden. Besonders die Schichtenfolge der Mittleren Pechelbronn-Schichten wurde im Mindestabstand von 50 cm beprobt, bei mächtigeren kalkigen Abschnitten auch in kürzeren Distanzen (Beil. 1). Genaue Angaben für die einzelnen Proben und ihrer Fossilführung sind im Anhang aufgelistet.

Die Proben wurden nach dem Trocknen bei ca. 40 °C gewogen (Probenmenge: ca. 500 g), um eine einheitliche Probenmenge aufzubereiten und so den Aussagewert von Fossilhäufigkeiten zu verbessern. Die weitere Aufbereitung erfolgte mit ca. 30 %igem Wasserstoffperoxid (H₂O₂). Anschließend wurde die geschlammte Probe erneut getrocknet und in fünf Fraktionen (Siebgrößen: 1 mm; 250 µm; 150 µm und 63 µm und kleiner) gesiebt. Die Fraktionen wurden auf Mikrofossilien getrennt ausgelesen. Weitgehend überein-

stimmende Proben wurden für die Nannoplankton-Untersuchungen genommen, aufgeschlammmt und zu Ausstrichpräparaten verarbeitet. Zusätzlich zu den im Anhang und in Beil. 1 aufgelisteten Nannoplankton-Proben wurden weitere 97 nicht aufgeführte Proben auf Nannoplankton untersucht, von denen 53 Nannoplankton enthielten. Fossilfreie Proben waren besonders oberhalb der Bohrteufe von 50 m in den Mittleren Pechelbronn-Schichten konzentriert. Aus Bereichen mit höheren organischen Anteilen wurden gesondert Proben für die Untersuchung auf Pollen und Sporen sowie Dinoflagellaten entnommen (im Anhang und Beil. 1: Mikroflora).

Auf dieses aufwendige Beprobungsverfahren wurde besonderen Wert gelegt, damit die Beschreibungen der Fossilien und Sedimentanalysen einschließlich der Geochemie sich auf genau die gleichen Horizonte beziehen.

3. Untersuchungsergebnisse

Erste Untersuchungsergebnisse wurden bei LIPPMANN (2001) und RADTKE et al. (2003) veröffentlicht.

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse der Untersuchungen der verschiedenen Autoren für die einzelnen stratigraphischen Einheiten zusammengestellt, wobei das Schwergewicht auf den Mittleren Pechelbronn-Schichten liegt. Etwas

ausführlicher werden die fossilführenden Ablagerungen der Bodenheim-Formation der Bohrung Wallau W07 und der Sedimente des Umfeldes am Wandersmanteltunnel-Nord beschrieben. Die Folgerungen für die Paläoökologie, Paläogeographie und für die stratigraphische Korrelation werden dann für die Mittleren Pechelbronn-Schichten in eigenen Kapiteln erläutert.

3.1 Rotliegend

In der Bohrung Wallau B98-BK5 bestehen die Sedimente unterhalb 144,85 m aus braun- und violettroten Ton-, Silt- und Sandsteinen mit weitgehend diffuser Schichtung und Karbonatkonkretionen im unteren Teil. Sie werden in die Playa-Fazies der oberen Nahe-Subgruppe (Sponheim- bzw. Standenbühl-Formation) des Saar-Nahe-Beckens eingestuft (KOWALCZYK 2007).

Mineralogische Gesamtgesteinsanalysen ergaben in der Silt- und Feinsandfraktion Quarz, Kalifeldspat, Albit, Illit, Kaolinit, Hämatit und Goethit. Die Komponenten in der Mittel- und Grobsandfraktion bestehen vorwiegend aus intensiv kaolinisierten Phylliten der Nördlichen Phyllitzone, Quarzen und Quarziten (KOWALCZYK 2007).

Auffällige, nicht schichtgebundene Entfärbungen von 144,85 bis etwa 155 m Teufe werden als tiefgründige prä-obereozäne Verwitterungsercheinungen gedeutet, zumal der Kaolinitanteil oberhalb 155 m zunimmt und der Illitgehalt rückläufig ist. Zugleich fällt auf, dass Karbonat als Zement und noduläre Konkretionen nur unterhalb des Grenzbereichs bei 155 m erhalten sind.

Im oberen Teil der hier angegebenen Rotliegend-Abfolge wurden wegen Verdachts auf Sedimente der obereozänen Roten Leitschicht zwischen 149,45 und 158,75 m neun Proben auf Nanoplankton untersucht. Alle Proben waren Nanoplankton-frei und gaben keinen Hinweis auf die Rote Leitschicht (MARTINI & REICHENBACHER 2007).

3.2 Untere Pechelbronn-Schichten

Die Unteren Pechelbronn-Schichten (UPS) wurden nur in der Bohrung Wallau B98-BK5 zwischen 93,75 und 144,85 m (RADTKE et al. 2007) angetroffen.

Sie bestehen im untersten Abschnitt aus einem Wechsel von sehr inhomogenen grobklastischen Schüttungen mit gut sortierten Kiesgeröllen (139,90–144,85 m). Oberhalb bei 134,40–139,90 m dominieren Kiese mit undeutlichen rinnenförmigen Strukturen. Die Geröllkomponenten bestehen aus Quarz (u.a. Kappenquarz) und Quarzit. Die Matrix besteht aus intensiv rot

gefärbtem Ton.

Nach oben hin folgen 40 m mächtige feine, rot bis gelb gefärbte, siltige Tone (93,75–134,40 m) mit matrix- und klastgestützten Kieslagen, die neben Quarz und Quarzit auch verwitterten Metapelit (Phyllit) führen. Durch Oxidation hervorgerufene starke Rotfärbung mit flammenartiger Marmorierung ist typisch für diesen Bereich. In den obersten Metern der UPS (93,75–96,60 m) sind die ersten, auf Reduktion zurückzuführenden grünen Farben dokumentiert. Selten sind Mangan-konkretionen zu beobachten (RADTKE et al. 2007).

Fossilien wurden in den Unteren Pechelbronn-Schichten der Bohrung Wallau B98-BK5 nicht gefunden. Hinweise auf eine Fossilführung (Mikroflora, Charophyten, Ostracoden, Foraminiferen, In-

sekten, Fische und Mammalier) in den südlicher gelegenen Teilen des Oberrheingrabens geben u.a. MAIKOVSKI (1941), DOEBL (1958), TOBIEN (1987), SCHWARZ & GRIEBEMER (1992) und NICKEL (1996).

3.3 Mittlere Pechelbronn-Schichten

Die Mittleren Pechelbronn-Schichten (MPS) wurden in der Bohrung Wallau B98-BK5 zwischen 39,55 und 93,75 m angetroffen. Die Bohrung Wallau W07 schloss nur den höheren Teil der Mittleren Pechelbronn-Schichten (ZFH) von 46,75 m bis zur Endteufe bei 80,20 m auf (Abb. 2, Beil. 1).

In den höheren Mittleren Pechelbronn-Schichten gab es zwischen den Wallau-Bohrungen Korrelationsprobleme:

Im Vergleich mit der Bohrung W07 scheint in der Bohrung B98-BK5 bei ca. 60 m ein Teil der ZFH zu fehlen. Dieser Abschnitt umfasst in der Bohrung W07 etwa 7 m und konnte aufgrund von Fisch-Otolithen und über einen Vergleich der Lage der Nannoplankton-Leithorizonte in beiden Bohrungen nachgewiesen werden (MARTINI & REICHENBACHER 2007).

In der Bohrung B98-BK5 scheinen zwischen ca. 43,60 und 43,75 m Sedimente aus einem stratigraphisch tieferen Bereich eingeschaltet zu sein. Diese enthalten u.a. die Leitform für den Nannoplankton-Horizont 6, *Trochoaster tripartitus*, der eigentlich in dieser Bohrung erst zwischen ca. 55,00 und 56,70 m vorkommt (MARTINI & REICHENBACHER 2007).

3.3.1 Lithologie

Die Ablagerungen der Mittleren Pechelbronn-Schichten (39,55 bis 93,75 m) sind von fossilführenden Karbonaten geprägt, wobei es sich größtenteils um karbonatischen Ton (10–25 % CaCO₃) bzw. um Tonmergel (25–50 % CaCO₃) handelt (RADTKE et al. 2007: Abb. 8). Die Fossilführung setzt in der Bohrung Wallau B98-BK5 bei 92,70 m ein. Bis ca. 65 m bestehen die Ablage-

Diese Besonderheiten können auf Aufarbeitung und/oder synsedimentäre Unruhen im küstennahen Ablagerungsraum während der höheren Mittleren Pechelbronn-Schichten (ZFH) hindeuten. Eine Verunreinigung der Proben konnte ausgeschlossen werden.

Auf umgelagerte Fossilien aus älteren Sedimenten, insbesondere aus dem Jura in den Mittleren Pechelbronn-Schichten des Oberrheingrabens, machte bereits SCHAD (1953) aufmerksam. In dem vorliegenden Material sind umgelagerte Nannoplankton-Arten vorzugsweise aus dem Jura im gesamten Profil vorhanden. Sie lassen auf einen nordwärts gerichteten Transport im Oberrheingraben schließen. Im Raum Stockstadt fällt dagegen eine andere Zusammensetzung des umgelagerten Materials auf. Hier überwiegen Kreide-Arten, die aus der Hessischen Senke ant transportiert wurden und im nördlichsten Oberrheingraben und Mainzer Becken mit den umgelagerten Jura-Formen vermischt wurden. In den höchsten ZFH kommen die Umlagerungserscheinungen nach einem Maximum zum Erliegen (MARTINI & REICHENBACHER 2007: Abb. 4).

rungen aus einem Wechsel zwischen grünen, strukturlosen, seltener horizontal geschichteten Tonen und beigegrauen Karbonaten, zwischen denen immer wieder Schwarzpelite eingeschaltet sind, deren größte Mächtigkeit mit 1,10 m bei 74 m liegt. In der Bohrung B98-BK5 sind zwischen 44 und 65 m sowie in der Bohrung W07 zwischen 51 und 66 m mächtige Tonmergel-

pakete mit seltenen Schwarzpelit-Lagen ausgebildet. Die Ablagerungen enden mit kalkfreien geflammt Tönen.

In den Mittleren Pechelbronn-Schichten findet man immer wieder Anzeichen für Bodenbildungen und stark oxidierte Horizonte (40–48 m, 91–94 m). Im mittleren Abschnitt sind Peloturbationsspuren erkennbar. Rissartige Strukturen, die als Trocken-, Synärese- oder Schrumpfungsrisse von subaquatischen Algenmatten gedeutet werden können, und intensive Rotfärbungen sind mögliche Anzeiger zwischenzeitlichen Trockenfallens in Teilen des Ablagerungsraums (RADTKE et al. 2007).

Aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrung Wallau B98-BK5 wurden 87 Proben **organisch-geochemisch** untersucht (DERSCH-HANSMANN 2007). Die gewonnenen Daten deuten auf eine weitgehend kontinuierliche Hintergrundzufuhr organischen Materials. Erhöhte Kohlen-

stoff/Stickstoff-(C/N)-Verhältnisse und niedrige Wasserstoff-Index-(HI)-Werte zeigen, dass die Zufuhr terrigenen organischen Materials während der Bildung der Schwarzpelitlagen deutlich angestiegen war. Dies wird zurückgeführt auf warm-humide Klimabedingungen mit saisonalen Starkregen, die aus dem mit dichter Vegetation bedeckten Hinterland organisches Material heranzuführten. Im höheren Teil der Mittleren Pechelbronn-Schichten geht der Eintrag von organischem Material deutlich zurück, was nach DERSCH-HANSMANN (2007) auf eine weniger dichte Vegetationsdecke und geringere fluviatile Abflussmengen unter eher kühl-ariden Klimabedingungen weist.

Das **Tonmineral-Spektrum** von sechs Proben aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten in der Bohrung Wallau B98-BK5 ergab nur geringfügige Abweichungen gegenüber 15 Proben aus dem gleichen stratigraphischen Abschnitt der ehema-

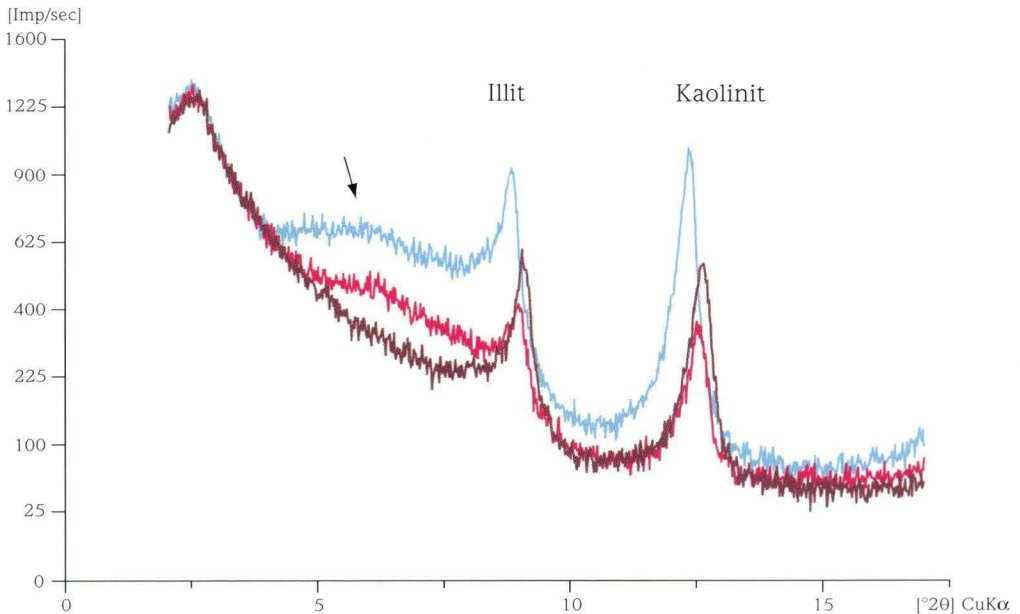


Abb. 4. Röntgendiffraktometer-Aufnahme des Tonmineral-Spektrums aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrung Wallau B98-BK5 mit Peaks von Illit/Smektit-, „Mixed-Layer“-Mineralen, Illit und Kaolinit (Texturpräparate, 40 kV, 30 mA, Monochromator). Eine deutlich ausgeprägte Aufwölbung (Pfeil) im Kurvenverlauf der Probe bei 77,95 m (blau) und abgeschwächt auch in der Probe 81,72–81,74 m (rot) zeigt Reste von „Mixed-Layer“-Mineralen an. Im Diagramm der tiefsten Probe (85,55–85,60 m, braun) ist das nur noch andeutungsweise zu sehen (Aufn. Prof. Dr. Peter Rothe, Mannheim 2003).

ligen Tongrube Nackenheim. In der Bohrung Wallau B98-BK5 sind im Wesentlichen Illit und Kaolinit nachweisbar, im Einzelfall auch Illit/Smektit-„Mixed-Layer“-Minerale, entsprechend gilt auch für die Probenserie aus Nackenheim. Abb. 4 zeigt die Kurven des Tonmineralspektrums für drei ausgewählte Proben aus der Bohrung Wallau B98-BK5 (Mittlere Pechelbronn-Schichten). Eine deutlich ausgeprägte Aufwölbung im Kurvenverlauf der Probe bei 77,95 m (Abb. 4, Pfeil) und abgeschwächt auch in der Probe 81,72–81,74 m zeigt Reste von „Mixed-Layer“-Mineralen an. Im Diagramm der tiefsten Probe (85,55–85,60 m) ist das nur noch andeutungsweise zu sehen, was eine weitgehende diagenetische Umwandlung der Illit/Smektit-„Mixed-Layer“-Minerale zu Illit anzeigt. Dies setzt eine Zufuhr von K^+ aus der Porenlösung voraus. Der Kaolinit ist sehr wahrscheinlich detritischer Herkunft (freundl. Mitt. Prof. Dr. Peter Rothe, Mannheim). Vergleichbare tonmineralogische Zusammensetzungen werden auch von SITTLER & SONNE (1971) für die Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrung Bodenheim 1965 südlich Mainz angegeben.

Erste **petrographische** und **isotopenchemische** Untersuchungen an Sedimenten der Mittleren Pechelbronn-Schichten wurden von ROTHE et

al. (1974) durchgeführt. Die Proben ergaben eine mineralogische Zusammensetzung aus Niedrig-Magnesium-Calcit. Die Mittleren Pechelbronn-Schichten aus der Bohrung Wallau B98-BK5 zeigten vergleichbare Werte (LIPPMANN et al. 2007). Mergelige Abschnitte mit rötlichen Oxidationsfarben wurden als Bodenbildungen angesehen, die bei zeitweiligem Trockenfallen entstanden. Aufgrund der pedogenen Bildungen scheinen in diesen Abschnitten die Isotopenwerte von Kohlenstoff und Sauerstoff gegenüber den grauen Mergeln verfälscht zu sein. Die Isotopenwerte, die an den Molluskenschalen (*Mytilus* sp., *Hydrobia* sp.) gemessen wurden, deuten nach LIPPMANN et al. (2007) auf Eindampfungsbedingungen verbunden mit erhöhter Salinität hin. Die Schwarzpelite zeigen dagegen Isotopenverhältnisse, die vermutlich das Resultat sulfatreduzierender Bakterien sind. Die $\delta^{13}C$ -Werte der Schwarzpelitproben geben die typische Signatur von Landpflanzen wieder, womit die organische Substanz in den Schwarzpeliten auf einen terrestrischen Ursprung zurückgeführt werden kann. Insgesamt zeigen die Karbonate Signaturen, die auf eine Lagune mit oxischen, dysoxischen und anoxischen Bereichen hinweisen. Im unteren Teil der Abfolge können die $\delta^{13}C$ -Werte der organischen Fraktion als Hinweis auf marine Einflüsse interpretiert werden.

3.3.2 Fossilführung

Die Untersuchung der **Pollen und Sporen** sowie **Dinoflagellaten** (HOTTENROTT & PROSS 2007) von 18 ausgewählten Proben, die reich an organischem Material waren, erbrachte nur in drei Proben ausreichende Pollen- und Sporen-Gemeinschaften für eine ökologische und stratigraphische Interpretation. Für die ZFB und ZFH der Mittleren Pechelbronn-Schichten kann eine arktotertiäre Flora im nordöstlichen Mainzer Becken angenommen werden. Die Anwesenheit besonders von *Boehlersipollis hohli* KRUTZSCH und *Caryapollenites simplex* (R. POTONIÉ) erlaubt eine Einstufung in die SPP-Zone 19 der palynostrati-

graphischen Gliederung (Abb. 3; tiefes Rupelium). Zusätzlich wurden Dinoflagellaten-Zysten geringer Diversität in mehreren Proben nachgewiesen. Biostratigraphisch ergeben sie eine Altersstellung im unteren bis mittleren Oligozän und widersprechen der Einstufung nach Pollen und Sporen nicht. Dinoflagellaten-Zysten (u.a. *Deflandrea*) wurden in der ZFH, in der nicht mehr vollmarine, sondern brackisch-limnische Zustände herrschten, mehrfach festgestellt. Vergleichbare Daten ergaben die Untersuchungen von NICKEL (1996) im nördlichen Oberrheingraben.

In zahlreichen Proben der Bohrung Wallau

B98-BK5 wurden meist unbestimmbare **höhere Pflanzen** (freundl. Mitt. Prof. Dr. Dieter Hans Mai, Berlin) wie Wurzelstücke, Pilzperithezien und Häcksel gefunden. Echte paläokarpologische Reste sind in der ZFB und der tieferen ZFH vorhanden (sechs Proben). Samen von *Eurya boveiana* (CHANDLER) wurden in 64,72–64,75 m (ZFH) und in 81,95–82,00 m (tiefste ZFB) gefunden. Diese Art ist ein immergrüner frostempfindlicher Strauch. Eine Megaspore von *Selaginella* sp. in 74,32 m spricht für feuchte Wärme. Alle weiteren Arten wie *Cladiocarya trebovensis* (BÜZEK), *Monochoria striatella* MAI und *Typha* sp. sind limnische Wasser- und Sumpfpflanzen (Proben 74,73–74,77 m, 74,85–74,90 m und 81,55–81,60 m). Diese Arten zeigen „Mixed-Mesophytic Forests“ und ein warmtemperates Klima an. Detaillierte stratigraphische Aussagen können mit den vorliegenden Funden nicht gemacht werden. Vermutlich aufgrund intensiver Bodenbildung in Teilen des Profils sind die Funde stark korrodiert und nur noch schlecht erhalten.

Die Untersuchung der **Mikroendolithen** in Molluskenschalen (RADTKE 2007) ließ 16 Bohrspuren erkennen, deren Erzeuger, sowohl phototrophen wie Cyanobakterien, Grün- und Rotalgen

als auch organotrophen Organismen wie Pilze und nicht bestimmbare Organotrophe zugeordnet werden konnten. Der mikroendolithische Befall ist von geringer Diversität und konzentriert sich ausschließlich auf die marinen bis marin-brackischen Bereiche der Mittleren Pechelbronn-Schichten (ZFB/ZFM, 74,70–83,80 m), wohingegen Proben aus den brackisch-limnischen Bereichen (ZFH) ohne Befund waren. Die Verteilung der Mikroendolithen mit phototrophen Bohrspuren nur in den Kalkmergeln und organotrophen nur in Tonen, lässt ein differenziertes Ablagerungsmilieu vermuten. Insgesamt kann von einem flachen subtidalen Ablagerungsraum ausgegangen werden, wobei Bereich 1 mit *Ichnoreticulina elegans* (82,25–82,69 m) im Gegensatz zu Bereich 2 größere Wassertiefen anzeigt. Die Bohrspuren-Vergesellschaftung weist eine weitgehende Übereinstimmung mit der unteroligozänen Sieblos-Formation in der Rhön auf (RADTKE 1998).

Das **kalkige Nannoplankton** (MARTINI & REICHENBACHER 2007) setzt in der Bohrung Wallau B98-BK5 ziemlich abrupt bei 92,70 m mit vier autochthonen Arten ein und erreicht mit 16 Arten in der ZFM die höchste Diversität. Es kann bis

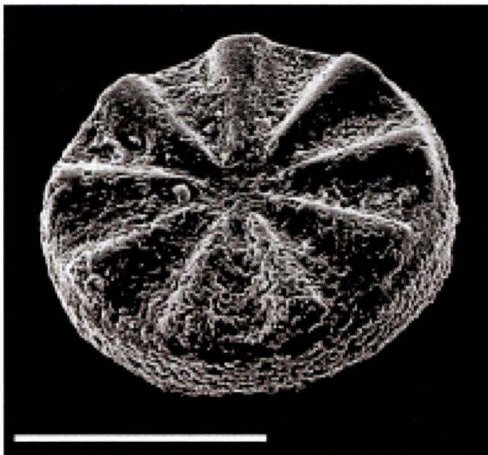


Abb. 5. *Actinoptychus* sp.

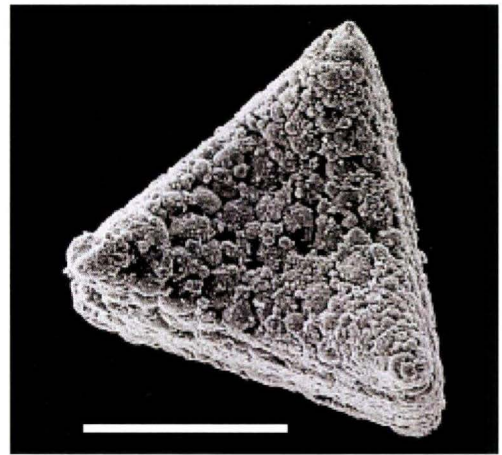


Abb. 6. *Triceratium* sp.

Pyritisierte Diatomeen aus den höheren Mittleren Pechelbronn-Schichten (ZFH) der Bohrung Wallau W07. REM, Maßstab 100 μm (aus GRIESEMER 2000).

auf den höheren Teil der ZFH sicher in die Nanoplankton-Zone NP 22 gestellt werden (Abb. 3). In der ZFB (68,00–82,00 m) verringert sich die Diversität auf sieben Arten und geht in der ZFH nach einem kurzen Anstieg auf neun Arten kontinuierlich auf nur noch eine Art im höheren Teil der ZFH zurück. Sechs Nanoplankton-Leithorizonte können in den Mittleren Pechelbronn-Schichten vom Mainzer Becken bis in den südlichen Oberrheingraben verfolgt werden (Beil. 1). Im Grenzbereich ZFH/ZFB wurden zusätzlich Exemplare der Süßwasseralgae *Phacotus lenticularis* festgestellt. Eine entsprechende Entwicklung ist auch in der Bohrung Wallau W07 vorhanden.



Abb. 7. *Chara tornata* REID & GROVES aus den höheren Mittleren Pechelbronn-Schichten (ZFH) der Bohrung Wallau W07. REM, Maßstab 200 μm (aus GRIEBEMER 2000).

Umgelagertes Nanoplankton aus dem Jura setzt in der Bohrung Wallau B98-BK5 ebenfalls bei 92,70 m ein und ist in allen Nanoplankton-führenden Proben in unterschiedlicher Häufigkeit bis in die höchste ZFH vorhanden, wo kurz oberhalb des Nanoplankton-Leithorizontes 6 ein Maximum an umgelagerten Formen erreicht wird (MARTINI & REICHENBACHER 2007: Abb. 4).

Diatomeen wurden vereinzelt in Proben zwischen 56,85 m (mittlere ZFH) bis 83,27 m (höhere ZFM) der Bohrung Wallau B98-BK5 gefunden (Anlage, Beil. 1). Nachgewiesen wurden u.a. Vertreter der marinen Gattungen *Actinoptychus* (Abb. 5) bei 61,43–62,45 m, *Triceratium* sp. (Abb. 6) und *Coscinodiscus* bei 76,25–83,27 m (freundl. Best. Dr. Juliane Fenner, BGR). Letztere kommt auch in der Bohrung Wallau W07 bei 73,65–

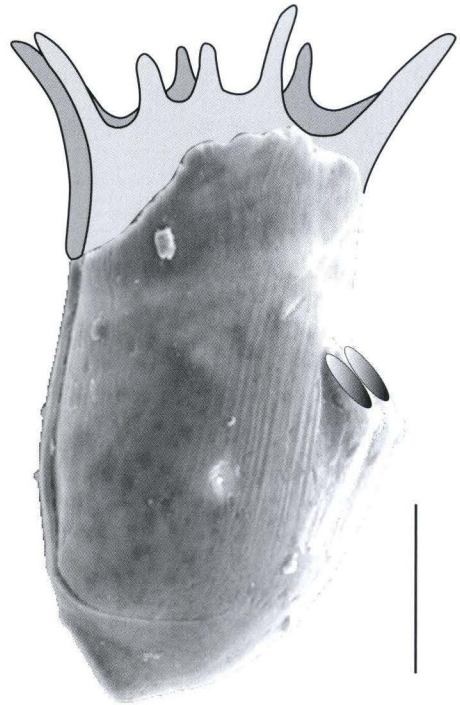


Abb. 8. Als „Helmchen“ bezeichnetes kalkiges Mikrofossil vermutlich Larvalstadium von Asterozoa oder Ophiurozoa aus Probe 83,60–83,85 m der Bohrung Wallau B98-BK5 (tieferer Mittlere Pechelbronn-Schichten, ZFM). REM (zeichnerisch ergänzt), Maßstab 50 μm .

73,70 m vor. Diatomeen gibt DOEBL (1969) auch für die ZFM der Tongrube Nackenheim an.

Charophyten, u.a. *Chara tornata* REID & GROVES (Abb. 7) wurden bei der Untersuchung der Mittleren Pechelbronn-Schichten nur ganz vereinzelt in der Bohrung Wallau W07 gefunden (ZFH). Dagegen wurden reichhaltigere Gemeinschaften aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten im Oberrheingraben und Mainzer Becken (SCHWARZ 1988, 1997) beschrieben und der *Stephanochara vectensis*-Zone zugeordnet (Abb. 3). Eine Erklärung für die äußerst wenigen *Chara*-Funde muss offenbleiben, möglicherweise waren die Lebensbedingungen für Characeen im küstennahen Ablagerungsraum zu extrem (zu brackisch oder zu hypersalin) im Gegensatz zur Lokalität Nackenheim.

Die **Foraminiferen** setzen mit zunächst geringer Diversität bei 92,70 m ein, werden aber rasch häufiger und erreichen ihre höchste Artenvielfalt zwischen 81 und 84 m in der ZFM/ZFB (GRIMM et al. 2007). In der Bohrung Wallau B98-BK5 können vier Bereiche unterschieden werden. Der Bereich 1 (87,55–92,70 m) enthält einzelne Massenschichten von Bolivinen, die durch foraminiferenfreie Schichten getrennt sind. Der Bereich 2 (79,65–87,55 m) ist durch zwei Abschnitte mit Massenvorkommen von Bolivinen und Buliminen gekennzeichnet. Gleichzeitig sind *Turborotalia* sp. und *Nonion* sp. häufiger zu verzeichnen. Der Bereich 3 (76,00–79,65 m) wird von Cibiciden dominiert. Der tiefere Teil ist besonders artenarm. Der Bereich 4 (53,00–76,00 m) führt nur noch in vereinzelter Proben wenige Foraminiferen. Wichtig für stratigraphische Belange ist das Vorkommen einzelner Exemplare von *Adercotryma agterbergi* GRADSTEIN & KAMINSKI bei 75,65–75,70 m (ZFB), die auf eine Korrelation mit der NSR 7a-Zone (international smaller benthic zones) bzw. NSB 6a-Zone (North Sea benthonic zones) hinweist (GRIMM 2002). Der höchste, limnisch-brackische Teil der Mittleren Pechelbronn-Schichten (39,55–53,00 m) führt keine Foraminiferen. Allerdings könnte Kalklösung auch für eine Vernichtung eventueller Stücke gesorgt

haben, da hier auch Gastropoden nur noch in Steinkernerhaltung vorliegen (JANSSEN 2007). Die Foraminiferen-Gemeinschaften indizieren einen zunächst tiefer werdenden Sedimentationsraum von bis zu etwa 30 m Tiefe im Bereich 2 mit zeitweise anaeroben Zuständen am Meeresgrund (Schwarzpelite, Massenreicherungen von Bolivinen und Buliminen). Danach verringerte sich die Wassertiefe auf etwa 5 m bis 15 m, und es werden Seegraswiesen im Bereich 3 angenommen (sessile *Cibicides*-Arten und typische Seegraswiesen-Arten wie Milioliden). Die insgesamt vollmarine Bedingungen anzeigende Foraminiferen-Gemeinschaft ist im Bereich 4 deutlich eingeschränkt sowie lagunär geprägt und scheint zunehmend Küstennähe anzuzeigen (Beil. 1).

Bolboformen wurden in nur einer der zahlreich genommenen Proben in der Bohrung Wallau B98-BK5 bei 84,00–84,05 m (ZFM) gefunden. Drei Taxa konnten identifiziert werden, darunter die neue Art *Bolboforma imperfecta* SPIEGLER (GRIMM et al. 2007). Das Vorkommen von Bolboformen in der ZFM dokumentiert eine weitreichende Ingression und unterstützt eine Korrelation mit höheren Teilen (D2) des nordhessischen Melanientons (Schwalm-Formation). Dieser Bolboformen-Horizont zeigt die höchste Marinität im Ablagerungsraum an. Mit ihm endet der Transgressionszyklus (2. TST, GRIEBEMER et al. 2007; Beil. 3, Abb. 2).

Die **Ostracoden** der Mittleren Pechelbronn-Schichten, aufgeteilt in fünf Bereiche, sind deutlich von der Salinität geprägt (GRIEBEMER et al. 2007). Diese lassen von zunächst marinen Bedingungen im Bereich 1 (82,28–92,70 m, ZFM) ausgehend eine zunehmende Verbrackung erkennen, bis sich im Bereich 5 (43,60–64,50 m, ZFH) zu den Brackwasser-Ostracoden (u.a. *Hemicyprideis*-Arten) limnische Arten wie *Moenocypris olmensis* TRIEBEL und *Candona pechelbronnensis* STCSTEPINSKY gesellen. Im Bereich 1 zeigt die Ostracoden-Vergesellschaftung mit *Paracypris* aff. *propinqua* TRIEBEL kurz oberhalb 84,20 m maximale marine Einflüsse an (Maximum Flooding Surface). Hier wurde auch der Bolboformen-Hori-

zont (84,00–84,05 m) angetroffen (GRIMM et al. 2007). Die Ingression zu Beginn der Mittleren Pechelbronn-Schichten scheint das nordöstliche Mainzer Becken in mehreren Schüben erreicht zu haben, wie aus der unterschiedlichen Zusammensetzung der Ostracoden-Gemeinschaften einzelner Proben in der ZFM abzuleiten ist und repräsentiert eine Meeresspiegelhochstandsphase in einem T/R-Zyklus (1. Rupelium-Transgression).

Mikrofossilien (Larvalstadium?, Abb. 8), im Anhang und Beil. 1 als „Helmchen“ bezeichnet, wurden in verschiedenen Proben nur aus der ZFB und ZFM in der Bohrung Wallau B98-BK5 (73,77–88,80 m) gefunden. Es handelt sich um kalkige, nach unten zuspitzende Gebilde mit zwei seitlichen, dicht beieinander liegenden, tubenartigen Ausgängen. Die obere Öffnung ist mit jeweils vier gegenüberliegenden, fast gleichlangen, zackenartigen Fortsätzen versehen. Die Gesamtlänge dieser Fossilien liegt bei ca. 170 µm. Sie zeigen Ähnlichkeit mit den Larvalstadien (*Pluteus*) von Asteroidea oder Ophiuroidea (MOORE 1966: U251). Dies ist möglicherweise der erste fossile Nachweis.

Die **Bryozoen** in Proben aus dem Bereich zwischen 72,33 und 79,75 m (ZFB) der Bohrung Wallau B98-BK5 und aus einer Baugrube in Nackenheim können zwei Arten zugeordnet werden. Darunter befindet sich die neue Art *Pennemia woessae* n. sp. (SCHOLZ & VÁVRA 2007). Es wurden ausnahmslos kleine isolierte Fragmente der Bryozoen-Kolonien gefunden, die zu den cellariiformen Taxa gehören und eine flexibel-erakte Wuchsform besitzen. Die Fragmente sind in den meisten Fällen sehr gut erhalten, so dass weite Transportwege auszuschließen sind. Die neue Art aus der Familie der Candidae weist auf zoogeographische Beziehungen zum Tethys-Bereich der Südhemisphäre hin.

Die **Mollusken** in den Bohrungen Wallau sind im Vergleich mit den Vorkommen in der Pechelbronn-Gruppe des südlichen Oberrheingrabens sehr gut erhalten. Insgesamt wurden vier Bivalven- und 14 Gastropoden-Arten gefunden (JANS-

SEN 2007). Als neue Taxa werden *Wallaua flexipliata* n. gen. n. sp., *Pechelbronnia* n. gen. (Typus-Art *Bythinella prefalloti* GILLET) und *Assimineia wallauensis* n. sp. eingeführt. „*Planorbis*“ *schulzianus* DUNKER wird in die Gattung *Anomalorbina* (?Cornirostidae) verwiesen. Die außergewöhnlich gute Erhaltung ermöglichte taxonomische Neuzuweisungen, die besonders für ökologische Aussagen von Bedeutung sind. Die Mollusken weisen insgesamt auf ein brackisch bis limnisch beeinflusstes Ablagerungsmilieu hin, für vollmarine Bedingungen lieferte die Mollusken-Fauna keine Hinweise. Allerdings setzt die Molluskenführung erst im höchsten Teil bei 85,60 m der vorwiegend marinen Ablagerungen der ZFM ein. Der Unterschied im Vorkommen von Mikro- und Molluskenfauna ist auf die benthonische Lebensweise der Mollusken zurückzuführen, die vermutlich erst mit Verzögerung den neuen Lebensraum besiedeln konnten. Aufgrund der Molluskenfauna scheint eine Korrelation mit dem nordhessischen Melanienton von Großalmerode und Borken (Melanienton C/D) möglich. Eine deutliche Zweiteilung der Mittleren Pechelbronn-Schichten ist in der Bohrung Wallau B98-BK5 mit den Hydrobien-Arten gegeben. *Hydrobia* sp. 2 ist nur im unteren Teil (ZFM und ZFB), *Hydrobia* sp. 1 dagegen nur im oberen Teil (ZFH) enthalten. *Mytilus*-Massenlagen wurden im höchsten Teil der ZFM und im unteren Teil der ZFB festgestellt (Anhang, Beil. 1).

Bei der **Fisch-Population** (MARTINI & REICHENBACHER 2007) fällt auf, dass in der Bohrung Wallau B98-BK5 zunächst nur eine Art („genus *Percoideorum*“ *validus*) vorkommt, die ausschließlich auf den Abschnitt zwischen 84,00 und 84,30 m beschränkt ist und danach nicht mehr vorhanden ist. Erst bei 82,66–82,69 m setzt im höchsten Teil der ZFM *Enoplophthalmus* sp. ein, der als einzige Art bis in den mittleren Teil der ZFH durchgehend vorhanden ist. In der höheren ZFB ist kurzfristig eine *Perca*-Art nachweisbar, während in einem Abschnitt der ZFH in den Bohrungen Wallau zusätzlich *Notogoneus* sp. und *Dapaloides sieblosensis* (nur W07) vorkommen. Die Fisch-Fauna scheint in den höheren ZFH währ-

rend der Hauptumlagerungsphase bei ca. 51,50 m in der Bohrung Wallau W07 (MARTINI & REICHENBACHER 2007: Abb. 4) zu erlöschen (Beil. 1).

Landwirbeltierreste wurden in den Bohrun-

gen Wallau nicht gefunden, sind aber aus der Tongrube Nackenheim bekannt und wurden dort in die Mammalier-Zone MP 20 (Abb. 3) gestellt (TOBIEN 1968, GAD et al. 1990).

3.4 Obere Pechelbronn-Schichten

Die Oberen Pechelbronn-Schichten (OPS) in den Bohrungen Wallau W07 (5,80–46,75 m) und B98-BK5 (2,10–39,55 m) bestehen aus grünlichen, sekundär bräunlichen und violettfarbenen, z.T. gefleckten, geflammtten und marmorierten Tonen, untergeordnet Silten und matrixgestützten Kiesen aus Milchquarz- und Quarzit-Geröllen. Im Unterschied zu den Unteren Pechelbronn-Schichten sind hier zusätzlich Gerölle von Metarhyolith (Serizitgneis) und deutlich mehr Metapelite (Phyllite) anzutreffen. Außerdem sind die Gerölle meist frisch und unverwittert. Diese Schichten sind den Ablagerungen der Unteren Pechelbronn-Schichten sehr ähnlich, wobei ihre Kieslagen im Gegensatz zu denen der Unteren Pechelbronn-Schichten wesentlich seltener und in deutlich geringerer Mächtigkeit anzutreffen sind. In den oberen 10 m der Oberen Pechelbronn-Schichten sind unregelmäßige Karbonatkonkretionen erhalten (RADTKE et al. 2007). Die Kieslagen

in der Bohrung W07 sind im Unterschied zur Bohrung B98-BK5 deutlich geringer mächtig, da sie vermehrt in Überflutungsebenen liegen.

In der Umgebung der Bohrungen Wallau wurde diese Abfolge zunächst als „Sonderfazies“ im Liegenden des Rupeltons bezeichnet (KÜMMERLE 1996) und in größerer Verbreitung auch bei den Erkundungsbohrungen für die ICE-Neubaustrecke im Gebiet der Trassenführung festgestellt (KÜMMERLE & RADTKE 2007).

Fossilien wurden in den Oberen Pechelbronn-Schichten der Bohrungen Wallau nicht gefunden. Hinweise auf eine Fossilführung in den südlicher gelegenen Teilen des Oberrheingrabens geben u.a. MAIKOVSKI (1941), DOEBL (1958), TOBIEN (1987), SCHWARZ & GRIEBEMER (1992) und NICKEL (1996).

Die stratigraphische Grenze zur überlagernden Wallau-Subformation der Bodenheim-Formation wurde in der Bohrung Wallau W07 bei 5,80 m erbohrt.

3.5 Bodenheim-Formation (Rupelton)

In der Umgebung von Wallau und Breckenheim streicht die Bodenheim-Formation (Rupelton, GRIMM et al. 2000) großflächig aus. Sie grenzt nordöstlich von Breckenheim mit einer Störung an Sedimente des Rotliegend (KÜMMERLE & RADTKE 2007: Abb. 1). Die Ablagerungen der Bodenheim-Formation, belegt durch Foraminiferenfund (KÜMMERLE & RADTKE 2007: Abb. 5) bestehen aus ungeschichteten graugrünen, schluffigen Tonmergeln, die nach oben in feingeschichtete dunkelolivfarbene, kalkhaltige Tone übergehen. Die Tonmergel entsprechen der Wallau-Subformation (Unterer Rupelton, Foraminiferenmergel, GRIMM

& RADTKE 2002) und die feingeschichteten Tone der Hochberg-Subformation (Mittlerer Rupelton, Fischschiefer, GRIMM et al. 2000).

Nur die Bohrung Wallau W07 erschloss tiefere Teile der Wallau-Subformation, während diese in der nahe gelegenen Bohrung Wallau B98-BK5 durch quartäre Ausräumung des Wickerbaches bis auf die Oberen Pechelbronn-Schichten abgetragen waren (RADTKE et al. 2007).

In der Bohrung Wallau W07 enthält der Abschnitt der Bodenheim-Formation zwischen 3,70 und 5,80 m eine Nannoplankton-Gemeinschaft der Nannoplankton-Zone NP 23 mit nur wenigen

umgelagerten Nannoplankton-Arten aus der Kreide. Die angetroffene Gemeinschaft (MARTINI & REICHENBACHER 2007) entspricht der Zone 1 (umlagerungsarme Zone) der Regionalgliederung nach MARTINI (1960) und damit der Wallau-Subformation.

In dem nach Norden anschließenden Bereich

Tab. 1. Häufigkeit der Nannoplankton-Arten aus den Oberen Pechelbronn-Schichten, der Alzey-Formation (Meeressand), der Wallau-Subformation (Unterer Rupelton) und der Hochberg-Subformation (Mittlerer Rupelton) aus dem Gebiet Wandersmantunnel-Nord der ICE-Neubaustrecke.

○ = selten ● = mäßig häufig ●● = häufig

Wallau ICE-Strecke Wandersmann	Proben-Nr.	Häufigkeit									
		W 2 b - Tunnel	W 2 a - Tunnel	W 1 - Tunnel	W 7 - BP 27 / 28	W 6 - 23,3-24,0 m	W 5 - 25,7-25,9 m	W 4 - BP 19 / 20	W 3 - MS 2	W 2 - MS 1	W 1 - Sfa 3
<i>Braarudosphaera bigelowi</i>		● ● ● ●	○				○	○			
<i>Coccolithus pelagicus</i>		● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●					○ ●		
<i>Cruciplacolithus tarquinius</i>		● ● ● ●	●				● ●				
<i>Cyclicargolithus floridanus</i>			○	● ●	○	● ● ●	○				
<i>Cyclococcolithus hirsutus</i>		○	○				○				
<i>Dictyococcites dictyodus</i>					○ ● ●			● ●	○		
<i>Discolithina distincta</i>		○ ○ ○	● ○ ○	○ ● ●				○			
<i>Discolithina sp.</i>							○ ○				
<i>Micrantholithus vesper</i>					○		○				
<i>Reticulofenestra lockeri</i>					● ● ●	●		● ●	○		
<i>Reticulofenestra retisimilis</i>							○				
<i>Reticulofenestra sp. (klein)</i>		● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●		
<i>Rhabdosphaera deflandrei</i>							○				
<i>Rhabdosphaera vitrea</i>					○		●				
<i>Sphenolithus distentus</i>					○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○			
<i>Sphenolithus moriformis</i>					○		●				
<i>Sphenolithus predistentus</i>						○					
<i>Transversopontis zigzag</i>		● ● ●	● ○ ● ●				●				
<i>Trochoaster simplex</i>									○		
<i>Zygrhalthus bijugatus</i>		○ ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●			
umgelagerte Kreide-Arten		● ● ● ●	○						○		
Nannoplankton-Zone		NP 23									
Stratigraphie		Hochberg-Subformation (Mittl. Rupelton)			Wallau-Subformation (Unt. Rupelton)			Alzey-Formation (Meeressand)			
		Ob. Pechelbronn-Sch.									

der ICE-Neubaustrecke wurden diverse Proben aus Pfeileraushüben und dem Tunnelvortrieb (Wandersmantunnel-Nord) u.a. auf Nannoplankton untersucht, die stratigraphisch von den Oberen Pechelbronn-Schichten bis zur Hochberg-Subformation reichten. Das Vorkommen und die Häufigkeit der Nannoplankton-Arten entlang der ICE-Neubaustrecke am Wandersmann sind in Tab. 1 zusammengestellt. Die Oberen Pechelbronn-Schichten enthielten kein Nannoplankton, während die Alzey-Formation (Meeressand) und die Bodenheim-Formation aufgrund des Nannoplanktons in die Nannoplankton-Zone NP 23 gestellt werden konnten. Kennzeichnend für die Hochberg-Subformation sind die Häufigkeit von *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN & BRAARUD) und der stark angestiegene Anteil an umgelagertem Nannoplankton aus der Kreide (Zone 2, Zone der *Braarudosphaera bigelowi* nach MARTINI 1960). Die Leitform der Nannoplankton-Zone NP 24 (MARTINI & MÜLLER 1986) *Cyclicargolithus abisectus* ist noch nicht vorhanden, entsprechend gehört das angetroffene Nannoplankton in die Zone NP 23 (Tab. 1).

Beim Aushub der ICE-Neubaustrecke im Bereich des Wandersmantunnel-Nord wurden in der Bodenheim-Formation folgende Mollusken gefunden (KÜMMERLE & RADTKE 2007): *Pycnodonte* sp., *Crassostrea* sp., *Arca* sp., *Portlandia deshayesiana* (NYST), *Nucula grippini* DESHAYES, *Arcopecten micans* (BRAUN), Luciniden und Pectiniden indet., *Hippochaeta* sp., *Potamides* sp. sowie Pteropoden der Gattung *Creseis* (KUSTER-WENDENBURG 1971, 1973). Außerdem kamen Reste des Taschenkrebses *Coeloma taunicum* v. MEYER (FÖRSTERLING & RADTKE 2004: Abb. 3) vor, wie sie auch in der ehemaligen Ziegeleigrube W Breckenheim beim Finkenhof gefunden wurden. Weiterhin sind selten Seeigel der Art *Schizaster acuminatus* (GOLDFUSS) vorhanden (KÜMMERLE & RADTKE 2007). Vergleichbare Stücke wurden in der Bodenheim-Formation von Offenbach beim S-Bahnbau dokumentiert (OTT 1999). Verbreitet sind in der Hochheim-Subformation Fischknochen und Fischzähne sowie Blatt- und Holzreste.

3.6 Alzey-Formation (Meeressand)

Innerhalb der Bodenheimer-Formation waren sandig-kiesige bis konglomeratische Einschaltungen der Alzey-Formation (Meeressand, GRIMM et al. 2000) bei den Erkundungsbohrungen und Einschnitten für die ICE-Neubaustrecke Köln–Rhein/Main aufgeschlossen. Nahe dem Autobahnkreuz Wiesbaden sind in diesen Vorkommen Bruchstücke von *Glycymeris planicostalis* (LAMARCK), *Glycymeris angusticostatus* (LAMARCK), *Macrocallista splendida* (DESHAYES), *Arctica rotun-*

data (AGASSIZ), *Palliolium* sp., *Habecardium tenuisulcatum* NYST, *Ostrea* sp., Pectinidae und Veneridae sowie die Gastropoden *Euspira micromphalus* (SANDBERGER) und *Granulolabium plicatum* (BRUGUIERE) als auch inkohlte Pflanzenreste gefunden worden (KÜMMERLE & RADTKE 2007).

Das kalkige Nannoplankton aus zwei Proben der Alzey-Formation aus dem Aushub der Bohrpfähle zur ICE-Neubaustrecke konnte in die Nannoplankton-Zone NP 23 gestellt werden (Tab. 1).

4. Paläoökologie der Mittleren Pechelbronn-Schichten

Mit der weiteren tektonischen Absenkung des nördlichen Oberrheingrabens einschließlich des Mainzer Beckens zu Beginn der Mittleren Pechelbronn-Schichten wird dieses Gebiet verhältnismäßig rasch von der 1. Rupelium-Transgression in den Oberrheingraben eingenommen. SONNE (1970) gibt Absenkungsbeträge von ca. 40 m für den Udenheimer-Bodenheimer Graben an und bis zu 20 m in einem Bereich, der sich nördlich anschließt. Die Verbindung nach Norden über die Hessische Straße zum Nordseeraum scheint gesichert zu sein (GRAMANN 1966, RITZKOWSKI 1967, MARTINI 1990, GRIEBEMER et al. 2007, GRIMM et al. 2007).

Eine marine Fauna und Flora stellt sich in der Bohrung Wallau B98-BK5 bei 92,70 m ein und erreicht z.T. in einzelnen Schüben eine weitgehend ausgewogene Arten-Gemeinschaft von Ostracoden-, benthonischen Foraminiferen- und Nannoplankton-Arten, die auch in der Abfolge der Tongrube Nackenheim vorhanden ist (DOEBL 1969, MARTINI & REICHENBACHER 2007). Zunächst entwickeln sich weitgehend marine Verhältnisse in den ZFM. Wechselnde Ablagerungsbedingungen mit terrestrisch-fluviatilen Einflüssen sind durch fossilfreie Lagen und einen Silthorizont um 90 m dokumentiert (GRIEBEMER et al. 2007, GRIMM et al. 2007, MARTINI & REICHENBACHER

2007, RADTKE et al. 2007). Bemerkenswert ist das Vorkommen der „Helmchen“ als vermutlich larvale Stadien von Asteroidea oder Ophiuroidea, das bereits unterhalb des Bolboformen-Horizontes bei 88,75 m einsetzt und auf die marinen bis marin-brackischen Bereiche beschränkt ist. Dies kann als weiterer Beleg der 1. Rupelium-Transgression gewertet werden (RADTKE et al. 2007).

Mit dem Bolboformen-Horizont bei 84,00 m in der Bohrung Wallau B98-BK5 ist das Maximum an Marinität erreicht. Die Wassertiefe wird aufgrund der Foraminiferen-Gemeinschaften mit etwa 30 m angenommen. Planktonische Foraminiferen sind in diesem Abschnitt häufig. Auch Mikroendolithen wie *Ichnoreticulina elegans* zeigen tiefere Ablagerungsbedingungen an (RADTKE 2007). Anschließend stellen sich zunehmend brackische Verhältnisse mit entsprechenden Ostracoden- und Foraminiferen-Arten ein (GRIEBEMER et al. 2007, GRIMM et al. 2007). Die Wassertiefe verringert sich sukzessive auf ca. 5–15 m. Foraminiferen wie *Cibicides*-Arten und Vertreter der Milioliden deuten auf umfangreiche Seegraswiesen im Foraminiferen-Bereich B3 (76,00–79,65 m) wie auch die herbivoren Gastropoden (JANSSEN 2007). Die Ostracoden zeigen eine deutliche Affinität zu phytalen Habitaten im Ostracoden-Bereich OB2 (76,25–82,00 m) und auch im

OB4 (64,45–67,14 m), dort mit typischen Brackwasser-Arten. Die fortschreitende Regression dokumentiert sich mit limnisch-brackischen Ostracodenfaunen im OB5 (43,60–63,82 m) und mächtigen, lagunären Tonmergelpaketen (GRIEBEMER et al. 2007, RADTKE et al. 2007). Flachmarine Ablagerungsverhältnisse werden ebenfalls durch stark verkalkte Bryozoenskelette angezeigt. Dauerstadienbildungen bei Bryozoen deuten auf kurzfristige Salinitätsfluktuationen (SCHOLZ & VÁVRA 2007).

Das kalkige Nannoplankton lässt in der ZFM, ZFB und der tiefsten ZFH die am weitgehendsten marinen Bedingungen erkennen. In der tieferen ZFH setzen die marinen Nannoplankton-Arten endgültig aus, und es bleiben nur Vertreter der Trochoasteriden übrig, die auch noch unter schwach brackischen Bedingungen gedeihen (MARTINI & REICHENBACHER 2007).

Die Mollusken-Gemeinschaften entwickeln sich gegenüber der Mikrofauna und -flora erst verspätet kurz unterhalb des Bolboformen-Horizontes. Massenschichten von *Mytilus*-Schalen kommen besonders in der höheren ZFM und tieferen ZFB vor und zeigen marine bis brackische Verhältnisse an. Insgesamt weisen die Gastropoden jedoch auf ein brackisch bis limnisch beeinflusstes Ablagerungsmilieu hin (JANSSEN 2007).

Die Fischfauna (Otolithen) besteht zunächst nur aus einer aus brackischen Bereichen bekannten nordeuropäischen Art („genus *Percoideorum*“ *validus*), die bei 84,00 m im Maximum der Marinität ein plötzliches Ende findet. Erst bei 83,60 m setzt in der Bohrung Wallau B98-BK5 in der höchsten ZFM *Enoplophthalmus* sp. ein, der besonders in der ZFH häufig ist. Diese sowie die übrigen Fisch-Gattungen *Dapaloides*, *Notogoneus* und *Perca* in der ZFB und tiefen ZFH kommen vorwiegend in brackischen bis schwach brackischen Ablagerungen flacherer Gewässer vor.

Letzte Exemplare von *Enoplophthalmus* sp. wurden bei 53,00 m in der Bohrung Wallau B98-BK5 gefunden, einem Bereich des deutlichen Rückganges der Umlagerungsvorgänge beim Nannoplankton, die in der Bohrung Wallau W07 näher untersucht wurden (MARTINI & REICHENBACHER 2007).

Die Pollen- und Sporen-Vergesellschaftung beinhaltet Florenelemente einer ufernahen und sumpfigen Umgebung (HOTTENROTT & PROSS 2007). NICKEL (1996) gibt für das Gebiet Nackenheim und Königstädten lagunäre Verhältnisse und thermophilen Urwald im weiteren Umfeld an. DERSCH-HANSMANN (2007) und LIPPMANN et al. (2007) nehmen saisonale Starkregen mit hohem Eintrag von terrigenem organischem Material an, der zur Bildung der Schwarzpelite in einem sauerstoffarmen Milieu in Bodennähe besonders in der höheren ZFM und ZFB führte.

Bestimmbare Landpflanzenreste (*Eurya*, *Selaginella*) sprechen für ein feuchtwarmes Klima. Die wenigen Wirbeltierfunde von Nackenheim mit Resten von Panzerschleichen (*Ophisaurus*) und Kleinnagern (*Theridomys*) erlauben keine sichere Aussage.

Im Oberrheingraben herrschte während der Ablagerung der Mittleren Pechelbronn-Schichten eine Süd–Nord gerichtete Strömung, die Nannoplankton aus dem Jura der südlichen Randbereiche des Oberrheingrabens bis in das östliche Mainzer Becken und an den Taunusrand verfrachtete. Im Raum Stockstadt wurde dagegen auffallend viel umgelagertes Nannoplankton aus der oberen Kreide angetroffen, wie es auch im nordhessischen Melanienton (Schwalm-Formation) vorhanden ist. Größtenteils ist eine NNE–SSW gerichtete Zufuhr von Wassermassen aus der Paläo-Nordsee in den Oberrheingraben anzunehmen (GRIEBEMER et al. 2007, GRIMM et al. 2007, MARTINI & REICHENBACHER 2007).

5. Paläogeographie der Mittleren Pechelbronn-Schichten

Nach einer langen terrestrischen Phase im nördlichen Oberrheingebiet haben tektonische Ereignisse den nahe gelegenen Taunus deutlich herausgehoben und mit dem Beginn der paläogenen Sedimentation in seinem Vorland ein fluvial-alluviales Ablagerungssystem entstehen lassen. Zunächst wurden aus dem gebirgigen Taunus unter hochenergetischen Bedingungen sehr grobe Sedimente in eine proximal alluviale Schuttschürze geschüttet. Darauf folgen grobe Ablagerungen aus matrixgestützten Kiesen in Hangrutschungen und in Form immer wiederkehrender hochenergetischer, fluvialer Schüttungen bedingt durch Starkregen-Ereignisse. Distal schließt sich eine durch episodische Überschwemmungen entstandene Schwemmebene an, durchzogen von zopfartigen fluvialen Rinnen. In ein von einem verzweigten Flusssystem durchzogenes ausgedehntes küstennahes Fandelta bricht die 1. oligozäne Transgression ein, die ihren Höhepunkt in dem *Bolboforma*-Horizont in der Bohrung Wallau B98-BK5 bei 84 m (Maximum Flooding Surface) hat. Eine tiefgründige tropische bis subtropische Verwitterung ist durch Bodenbildung und intensive Rotfärbung der Sedimente belegt (RADTKE et al. 2007).

Im Oberrheingraben und Mainzer Becken setzt die Überflutung mit einer marinen Fauna und Flora ziemlich abrupt in den tiefsten Mittleren Pechelbronn-Schichten ein und geht dann nach einer marinen Phase in brackische und schließlich limnisch-brackische Bedingungen über.

Die Anbindung des Oberrheingrabens und Mainzer Beckens zur Zeit der Ablagerungen der Mittleren Pechelbronn-Schichten wurde in der Vergangenheit sehr unterschiedlich beurteilt. WAGNER (1925) stellte die damaligen Vorstellungen (Nord-, Süd- und Westverbindung) zusammen und bevorzugte selbst eine Verbindung über die Zaberner Senke zum Pariser Becken, mit einem Zwischenraum von etwa 270 km ohne direkten Nachweis entsprechender Ablagerungen.

Im Norden erkennt man im nordhessischen Melanienton (Schwalm-Formation) deutlich eine Entwicklung von limnischen über brackische Horizonte bis zu den weitgehend marinen Horizonten D2 und tiefste D3 (RITZKOWSKI 1967, MARTINI 1987). Die überlagernde Abfolge ist von einer Rotfärbung und Bodenbildung bzw. Abtragung betroffen und lässt keine eindeutige Aussage zu.

In Nordhessen konnte auf zahlreiche neue Erkenntnisse, insbesondere von Fossilfunden, zurückgegriffen werden (GRAMANN 1966), die eine Nordverbindung des Oberrheingrabens/Mainzer Beckens über das Ablagerungsgebiet des nordhessischen Melanientons zum Unter-Oligozän-Meer in Norddeutschland (regional Latdorf-Stufe) wahrscheinlich machte, auch wenn Nachweislücken von 60 bzw. 100 km zwischen den Gebieten bestanden. Diese Verbindung wird durch das neue Vorkommen von Sedimenten der Mittleren Pechelbronn-Schichten und entsprechender Fossilien bei Wallau noch deutlicher, zumal die Nachweislücke zwischen den Mittleren Pechelbronn-Schichten (ZFM) und dem fossilführenden Abschnitt des Melanientons (hier besonders der Melanienton D) auf 80 km reduziert wird. Diese Verbindung gilt heute als gesichert, während die Westverbindung zum Pariser Becken als unwahrscheinlich angesehen wird (vgl. auch GRIEBEMER 1998, 2002, MARTINI & REICHENBACHER 2007). Die öfters zitierten zeitlich entsprechenden „Marnes à Cyrènes“ im Pariser Becken führen zwar auch unteroligozänes Nannoplankton (AUBRY 1986), darunter *Isthmolithus recurvus* DEFLANDRE, dürften aber wie auch die belgischen äquivalenten Vorkommen randliche Ablagerungen des Nordmeeres darstellen, ohne eine direkte Verbindung zum Oberrheingraben.

Eine Anbindung des Oberrheingrabens/Mainzer Beckens an das unteroligozäne Nordmeer über das Gebiet des heutigen Rheintales nach Nordwesten ist über das Neuwieder Becken hinaus zurzeit nicht nachweisbar. Die Sedimente und besonders die Fossilien der Maifeld-Forma-

tion zeigen zwar deutliche Beziehungen zu den Mittleren Pechelbronn-Schichten (KADOLSKY 1975: Mollusken, SCHÄFER 1986: Ostracoden, SCHWARZ 1994: Charophyten, REICHENBACHER 1995: Fische), es fehlen jedoch die brackisch-marinen Fossilgemeinschaften der ZFM, die eine durchgehende Verbindung während der Nannoplankton-Zone NP 22 anzeigen würden. Auch konnten im Neuwieder Becken keine Umlagerungserscheinungen (allochthones Nannoplankton) wie in den Mittleren Pechelbronn-Schichten im Oberrheingraben und damit Anbindung an das dortige Strömungssystem festgestellt werden.

Problematisch ist eine Süd- bzw. Südwestanbindung an das Molasse-Meer bzw. an den Rhô-

ne-Graben, die WILSER (1923) für die Zeit des Unter-Oligozäns (tieferes Rupelium) diskutierte. Allerdings sind keine konkreten Nachweise von marinen Ablagerungen dieses Alters benannt worden. Neuere Arbeiten berichten von brackischen und marinen Abfolgen im Schweizer Molassegebiet und Haute-Savoie (u.a. SITTLER 1965, CHAROLLAIS et al. 1980, WEIDMANN et al. 1991), tragen aber wenig zur Klärung des Problems bei, zumal z.B. die Cerithien-Schichten in der westlichen Schweiz in WEIDMANN et al. (1991) als Ober-Eozän (obwohl Säuger-Zone MP20!) bezeichnet werden.

Nach BERGER et al. (2005a: Fig. 4, 2005b) besteht für den Zeitabschnitt tiefstes Rupelium kei-



Abb. 9. Paläogeographie im tiefsten Unter-Oligozän (tiefes Rupelium) Mitteleuropas (nach MARTINI 1987 und RADTKE et al. 2003, leicht verändert).

ne Verbindung zwischen dem Oberrheingraben und dem Molassegebiet, obgleich noch diesbezüglich Unsicherheiten bestehen.

Das bisher südlichste Nannoplankton-führende Vorkommen der Mittleren Pechelbronn-Schichten wurde bei Morvillars, Territoire de Belfort festgestellt (Abb. 9; MARTINI 1995: NP22, MARTINI & REICHENBACHER 2007: Abb. 1). Es ist vergleichbar mit der Zone fossilifère à *Mytilus* (ZFM), dem marinen Abschnitt der Mittleren Pechelbronn-Schichten. Dieser Abschnitt (ZFM) ist somit im gesamten Oberrheingraben von Wallau im Norden bis zu Morvillars im Süden durchgehend nachweisbar. Eine kurzfristige Anbindung an das Schweizer Molassemeer und nach Haute Savoie während eines Meereshochstandes im tie-

feren Oligozän (HAQ et al. 1987) könnte durchaus bestanden haben, auch wenn direkte Nachweise derzeit fehlen. Vollmarine Ablagerungen mit Nannoplankton der Standard-Zonen NP21 und/oder NP22 sind weiterhin im östlichen Molassegebiet bei Häring, Reit im Winkel, im Kaiserwaldgraben (Tirol) und im Galongraben SE Siegsdorf (Bayern) vorhanden (MARTINI 1981).

Funde von Ostracoden der Gattung *Hazelina indigena* (GRIEBEMER et al. 2007: Abb. 2), Fischen (Otolithen) der Gattung *Enoplophthalmus* (MARTINI & REICHENBACHER 2007) und Bryozoen der Gattung *Penemia* (SCHOLZ & VÁVRA 2007) in den Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrung Wallau B98-BK5 sprechen ebenfalls für Verbindungen mit dem Paratethys/Tethys-Gebiet.

6. Korrelationen der Mittleren Pechelbronn-Schichten

Die Stellung der Pechelbronn-Gruppe im stratigraphischen System wurde in der Vergangenheit sehr unterschiedlich beurteilt. Eine Zusammenstellung der verschiedenen Ansichten geben NICKEL (1996) und M.C. GRIMM (2005). Für Korrelationen der Pechelbronn-Gruppe, insbesondere der Mittleren Pechelbronn-Schichten mit Ablagerungen außerhalb des Oberrheingrabens und Mainzer Beckens geben das kalkige Nannoplankton, die Bolboformen, die Foraminiferen, die Ostracoden und die Fisch-Otolithen wichtige Hinweise. Die Ergebnisse sind in Abb. 10 zusammengestellt. So kann die, die Pechelbronn-Gruppe unterlagernde Rote Leitschicht (Couche rouge) im Oberrheingraben aufgrund des Vorkommens von obereozänem Nannoplankton wie *Chiasmolithus oamaruensis* (DEFLANDRE) und *Isthmolithus recurvus* DEFLANDRE zusammen mit zahlreichen umgelagerten Arten aus der Kreide, dem Paläozän und Eozän in die Standard-Nannoplankton-Zone NP 19/20 (Ober-Eozän) gestellt werden. Eine gleichartige Nannoplankton-Gemeinschaft konnte im höchsten Teil des Melanientons A in Nordhessen nachgewiesen werden

(MARTINI & REICHENBACHER 2007), die ein kurzfristiges Überflutungsereignis im Ober-Eozän anzeigt.

Innerhalb der Mittleren Pechelbronn-Schichten können sechs Nannoplankton-Leithorizonte für Korrelationen innerhalb des Oberrheingrabens und des Mainzer Beckens herangezogen werden (MARTINI 1998, Beil. 1). Ein Großteil der Mittleren Pechelbronn-Schichten (ZFM bis tiefste ZFH) kann sicher in die unteroligozäne Nannoplankton-Zone NP22 gestellt werden, die ebenfalls im Melanienton D2 bis tiefste D3 in Nordhessen nachweisbar ist (MARTINI 1987, MARTINI & REICHENBACHER 2007).

Die im Zusammenhang mit der Eozän/Oligozän-Grenze häufig zitierte „grande coupure“ (STEHLIN 1909) liegt nach den Untersuchungen von TOBIEN (1987) und GAD et al. (1990) an Material aus dem Oberrheingraben, dem Mainzer Becken, Nordhessen und der Isle of Wight oberhalb der Mittleren Pechelbronn-Schichten, des Melanientons und der Bembridge marls, d.h. zwischen den Nannoplankton-Zonen NP22 und NP23 bzw. zwischen den Säuger-Zonen MP20

und MP21 und damit im Grenzbereich tieferes/höheres Rupelium (Abb. 3).

Die die Pechelbronn-Gruppe überlagernde Wallau-Subformation (Foraminiferenmergel) im Oberrheingraben und Mainzer Becken gehört wie der Untere Rupelton in Nordhessen (RITZKOWSKI in Vorber.) in die Nannoplankton-Zone NP23 (Abb. 10).

Aufgrund des Vorkommens von Vertretern der Bolboformen parallelisierte GRIEBEMER (2002) einen Horizont im tieferen Teil der Mittleren Pechelbronn-Schichten des Profils in der Tongrube Nackenheim (Mainzer Becken) mit einem Horizont im Melanienton D2 im Profil Borken in Nordhessen. Dieser *Bolboforma*-Horizont wurde auch in der Bohrung Wallau B98-BK5 bei 84,00–84,05 m in der ZFM der Mittleren Pechelbronn-Schichten angetroffen (GRIMM et al. 2007). Da-

mit konnte die von GRIEBEMER (2002) vorgenommene Korrelation bestätigt werden (Abb. 10).

Die Ostracoden zeigen ebenfalls gute Übereinstimmungen im tieferen Teil der Mittleren Pechelbronn-Schichten des Mainzer Beckens und Oberrheingrabens (GRIEBEMER et al. 2007) mit einem Teil des höheren Melanientons im Profil Borken in Nordhessen (GRIEBEMER 1998) und können wie das kalkige Nannoplankton (MARTINI 1987) an vollmarine Ablagerungen in Norddeutschland (Piepenhagen-Formation, NP 22) angeschlossen werden.

Bei den Gastropoden ist eine weiträumige, präzise Korrelation mit dem Melanienton aufgrund der Faziesabhängigkeiten und vor allem wegen der Unsicherheit der Artbestimmungen in allen vorliegenden Fossilisten kaum möglich. Soweit jedoch Arten zweifelsfrei bestimmt sind, scheint

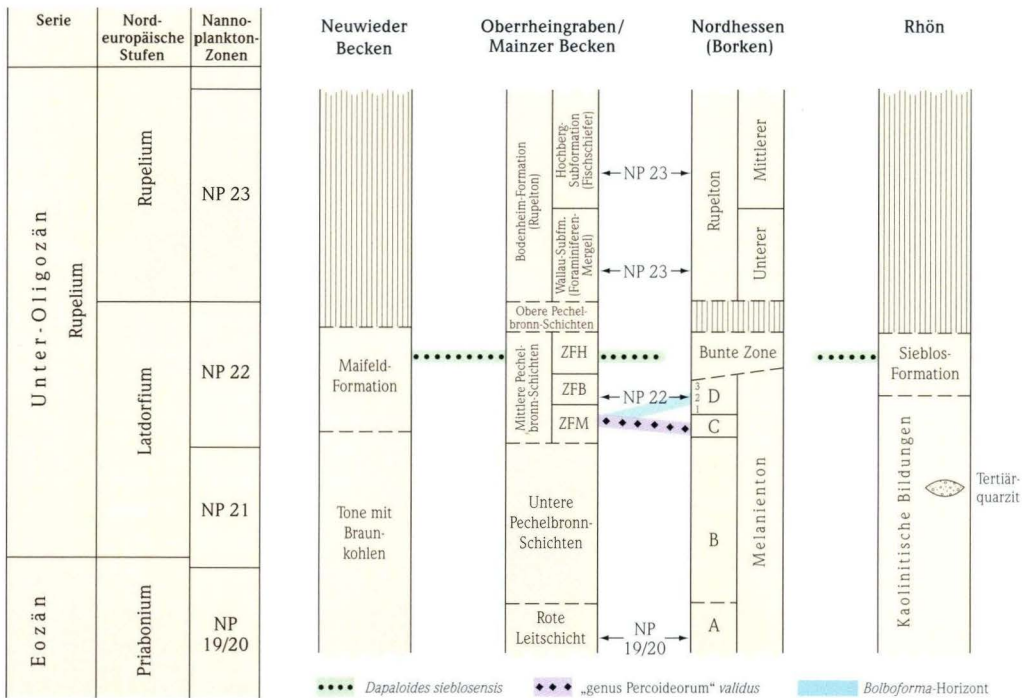


Abb. 10. Stratigraphische Übersicht und Korrelationen zwischen Neuwieder Becken, Oberrheingraben/Mainzer Becken, Nordhessen (Borken) und der Rhön. Mit Angaben von Nannoplankton-Nachweisen (Pfeile), Otolithen-Vorkommen (MARTINI & REICHENBACHER 2007) und dem Bolboforma-Horizont (GRIMM et al. 2007).

eine relativ gute Übereinstimmung der Molluskenfauna von Wallau mit den Vorkommen von Großalmerode und Borken (Horizonte C und D) zu bestehen (JANSSEN 2007).

Bei den Fisch-Otolithen ist das Vorkommen von „genus Percoideorum“ *validus* (STINTON) in der Bohrung Wallau B98-BK5 zwischen 84,00 und 84,30 m in der ZFM von Bedeutung. Die Otolithen dieser Fische sind im Melanionton C in Nordhessen verbreitet und erlauben eine entsprechende Korrelation (Abb. 10). Eine weitere Korrelationsmöglichkeit stellen Otolithen von *Dapaloides sieblosensis* (WINKLER) dar, die in der unteroligozänen Sieblos-Formation der Rhön, der Maifeld-Formation des Neuwieder Beckens und vereinzelt in der ZFH der Mittleren Pechelbronn-Schichten gefunden wurden (MARTINI & REICHENBACHER 2007). Im nordhessischen Melanionton konnte diese Art dagegen noch nicht nachgewiesen werden; wahrscheinlich wäre ein Vorkommen im höheren Teil des Melaniontons D3 bzw. in der entkalkten „Bunten Zone“ von RITZKOWSKI (1967).

Hinzuweisen ist noch auf einige Ungereimtheiten beim Vergleich des nordhessischen Melaniontons mit den Mittleren Pechelbronn-Schichten, die zurzeit noch nicht geklärt werden können. So ist z.B. das Fehlen der im tieferen Teil der Mittleren Pechelbronn-Schichten überaus häufigen *Mytilus* im nordhessischen Melanionton, die eigentlich in den marinen Teilen des Melaniontons D2 und D3 zu erwarten wäre und

umgekehrt das Fehlen einiger häufiger Gastropoden-Arten des Melaniontons wie *Melanopsis hasiaca* (SANDBERGER), *Tarebia acuta* (SOWERBY) und *Nystia „duchastelii“* auct in den Mittleren Pechelbronn-Schichten nicht ohne weiteres erklärbar. Desgleichen fällt auf, dass in der Probe 84,00–84,05 m der Bohrung Wallau B98-BK5 Bolboformen und Otolithen von „genus Percoideorum“ *validus* (STINTON) gleichzeitig vorkommen. Bolboformen sind nach bisheriger Kenntnis dagegen auf einen Horizont (Probe 10) im Melanionton D2 und „genus Percoideorum“ *validus* auf den Melanionton C beschränkt, letzterer wurde auch aus den nicht vollmarinen Ablagerungen des Bembridge marls des Hampshire Becken beschrieben (STINTON 1977).

Danksagung: Für die Erlaubnis Daten der Erkundungsbohrungen der ICE-Neubaustrecke einbeziehen zu dürfen danken wir der Deutschen Bahn AG (Frankfurt a.M.). Für Bestimmungen, Hinweise und Diskussionen sind wir den Herren Dr. R. Blum (Geophysik, HLUg), Prof. Dr. D.-H. Mai (Makrofloren, Berlin), Prof. Dr. P. Rothe (Tonmineralogie, Mannheim) und Frau Dr. J. Fenner (Diatomeen, BGR Hannover) sehr zu Dank verpflichtet. Für Anregungen und wichtige technische Arbeiten danken wir Herrn J. Dengler (HLUG), Frau Dipl.-Geol. G. Försterling (Wiesbaden) und Frau D. Tangermann (HLUG).

7. Schriftenverzeichnis

- AUBRY, M.-P. (1986): Paleogene calcareous nannoplankton biostratigraphy of northwestern Europe. – *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol.*, **55**: 267–334, 24 figs., 6 tabs., 8 pls.; Amsterdam.
- BERGER, J.-P., REICHENBACHER, B., BECKER, D., GRIMM, M.C., GRIMM, K.I., PICOT, L., STORNI, A., PIRKENSEER, C., DERER, C. & SCHÄFER, A. (2005a): Paleogeography of the Upper Rhine Graben (URG) and the Swiss Molasse Basin (SMB) from Eocene to Pliocene. – *Int. J. Earth Sci.*, **94**: 697–710, 20 figs.; Stuttgart.
- BERGER, J.-P., REICHENBACHER, B., BECKER, D., GRIMM, M.C., GRIMM, K.I., PICOT, L., STORNI, A., PIRKENSEER, C. & SCHÄFER, A. (2005b): Eocene-Pliocene time scale and stratigraphy of the Upper Rhine Graben (URG) and the Swiss Molasse Basin (SMB) from Eocene to Pliocene. – *Int. J. Earth Sci.*, **94**: 711–731, 10 figs.; Stuttgart.
- CHAROLLAIS, J., HOCHULI, P.A., OERTLI, H.J., PERCH-NIELSEN, K., TOUMARKINE, M., RÖGL, F. & PAIRIS, J.-L. (1980): Les Marnes à Foraminifères et les Schistes à

- Meletta* des chaînes subalpines septentrionales (Haute-Savoie, France). – *Eclog. geol. Helvet.*, **73** (1): 9–69, 19 figs., 8 pls.; Basel.
- DERSCHE-HANSMANN, M. (2007): Organisch-geochemische Untersuchungen an unteroligozänen Sedimenten der Bohrung Wallau B98-BK5. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – *Geol. Abh. Hessen*, **116**: 113–126, 5 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.) (2002): Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2002. – 1 Tab., Beih.: 16 S.; Potsdam.
- DOEBL, F. (1958): Stratigraphische und paläogeographische Ergebnisse neuerer mikropaläontologischer Untersuchungen im Tertiär des Rheintal-Grabens. – *Erdöl u. Kohle*, **11** (6): 373–376, 1 Abb., 2 Taf.; Hamburg.
- DOEBL, F. (1969): Ein Oberflächenaufschluß in den Pechelbronner Schichten (Sannois) bei Nackenheim (Westliches Mainzer Becken). – *Oberrh. geol. Abh.*, **18**: 47–51, 1 Abb.; Karlsruhe.
- DOEBL, F. (1970): Die tertiären und quartären Sedimente des südlichen Rheingrabens. – In: ILLIES, H. & MUELLER, S. (eds.): Graben Problems. – Intern. Upper Mantle Project, Scientific Report, **27**: 56–66; Stuttgart (Schweizerbart).
- FALKE, H. (1960): Rheinhessen und die Umgebung von Mainz. – *Samml. geol. Führer*, **38**: 156 S., 3 Tabs., 13 Ktn.; Berlin (Borntraeger).
- FÖRSTER, B. (1909): Vorläufige Mitteilung über die Ergebnisse der Untersuchung der Bohrproben aus den seit 1904 im Gange befindlichen Tiefbohrungen im Oligozän des Ober-Elsaß. – *Mitt. geol. L.-Anst. Elsaß-Lothr.*, **7** (1): 127–132; Straßburg.
- FÖRSTERLING, G. & RADTKE, G. (2004): Der tertiäre Lebensraum im Mainzer Becken und seine Fossilien. – In: NASSAUISCHER VEREIN FÜR NATURKUNDE (Hrsg.): Streifzüge durch die Natur von Wiesbaden und Umgebung (Band 175-jähriges Jubiläum). – *Jb. nass. Ver. Naturkde.*, **5b 2**: 17–30, 28 Abb.; Wiesbaden.
- GAD, J., MARTINI, E., ROTHHAUSEN, 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.
- GIGNOUX, M. & HOFFMANN, C. (1920): Le bassin pétrolière de Pechelbronn (Alsace). – *Bull. Serv. Carte Géol. Als. Lorr.*, **1** (1): 1–46, 3 figs., 3 pls.; Strasbourg.
- GRAMANN, F. (1966): Das Oligozän der Hessischen Senke als Bindeglied zwischen Nordseebecken und Rheintalgraben. – *Z. dt. geol. Ges.*, **115**: 497–514, 1 Abb.; Hannover.
- GRIEBEMER, T.W. (1998): Ostracods – a tool for correlating Lower Oligocene deposits in Western Germany (Westphalia, Hesse and Rhine-Palatinate). – In: CRASQUIN-SOLEAU, S., BRACINI, E. & LETHIERS, F. (eds.): What about Ostracoda! – Actes du 3^e Congrès Européen des Ostracodologues, Paris-Bierville, France, 8–12 juillet 1996. – *Bull. Centre Rech. Elf Explor. Prod., Mém.*, **20**: 141–157, 4 figs., 4 pls.; Pau.
- GRIEBEMER, T.W. (2000): SEM micrographs from Ostracoda. – <http://www.uni.mainz.de/FB/Geo/palaeontologie/griessostrac.html> (Stand: 01.08.2006).
- GRIEBEMER, T.W. (2002): The *Bolboforma* signal – a distinct level for correlating Lower Oligocene Deposits (NP 22), the *Melania* Clay Formation of Northern Hesse (Hessian Depression) with the Middle Pechelbronn Formation of the Mainz Basin (Rhineland-Palatinate, Germany). – In: GÜRS, K. (ed.): Northern European Cenozoic Stratigraphy. – *Proc. 8th Bienn. Meet. RCNNS/RCNPS*: 57–65, 6 figs., 1 pl.; Flintbek.
- GRIEBEMER, T.W., UFFENORDE, H. & RADTKE, G. (2007): Die Ostracoden der Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän) in der Bohrung Wallau B98-BK5 (nordöstliches Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – *Geol. Abh. Hessen*, **116**: 173–192, 3 Abb., 1 Taf., Beil. 4; Wiesbaden.
- GRIMM, K.I. (2002): Foraminiferal zonation of Early Oligocene deposits (Selztal Group, Latdorfian, Rupelian) in the Mainz Basin (Germany). – *J. Micropal.*, **21**: 67–74, 3 figs., 1 pl.; London.
- GRIMM, K.I., GRIMM, M.C. & SCHINDLER, T. (2000): Lithostratigraphische Gliederung im Rupelium/ Chattium des Mainzer Beckens, Deutschland. – *N. Jb. Geol. Pal. Abh.*, **218**: 343–397, 4 Abb.; Stuttgart.
- GRIMM, K.I. & RADTKE, G. (2002): Lithostratigraphische Gliederung im Rupelium/ Chattium des Mainzer Beckens, Deutschland: Wallau-Subformation („Unterer Rupelton“); Bodenheim-Formation/Selztal-Gruppe. – *Geol. Jb. Hessen*, **129**: 127–131, 2 Abb.; Wiesbaden.
- GRIMM, K.I., RADTKE, G. & SPIEGLER, D. (2007): Foraminiferen und Bolboformen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (tiefes Unter-Oligozän) der Bohrung Wallau B98-BK5. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E.

- (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 157–171, 1 Abb., 2 Taf., Beil. 3; Wiesbaden.
- GRIMM, M.C. (2005): Beiträge zur Lithostratigraphie des Paläogens und Neogens im Oberrheingebiet (Oberrheingraben, Mainzer Becken, Hanauer Becken). – Geol. Jb. Hessen, **132**: 79–112, 4 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- HAO, B.U., HARDENBOL, J. & VAIL, P.R. (1987): Chronology of Fluctuating Sea Levels since the Triassic. – Science, **235**: 1156–1167, 5 figs.; Washington.
- HOTTENROTT, M. & PROSS, J. (2007): Terrestrische und aquatische Mikroflora der Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrungen W07 und B98-BK5 bei Wallau (nordöstliches Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 127–139, 1 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- JANSSEN, R. (2007): Mollusken aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (tiefes Unter-Oligozän) der Bohrungen W07 und B98-BK5 bei Wallau (Hessen). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 205–233, 1 Abb., 6 Taf., Beil. 5; Wiesbaden.
- KADOLSKY, D. (1975): Zur Paläontologie und Biostratigraphie des Tertiärs im Neuwieder Becken. – Decheniana, **128**: 113–117, 15 Abb.; Bonn.
- KALLIES, H.B. & SONNE, V. (1969): Die Untergrundverhältnisse zwischen Nackenheim und Bodenheim am Rhein, erkundet durch geoelektrische Widerstandsmessungen und Bohrungen. – Oberrhein. geol. Abh., **18**: 53–66, 7 Abb., Taf. 2; Karlsruhe.
- KOWALCZYK, G. (2007): Die Rotliegend-Sedimente in der Bohrung Wallau B98-BK5. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 89–97, 4 Abb.; Wiesbaden.
- KÜMMERLE, E. (1996): „Milchquarzkies“, „Randfazies“ und Unteroligozän bei Wallau, Main-Taunus-Kreis. – Jb. nass. Ver. Naturkde., **117**: 65–68, 1 Abb.; Wiesbaden.
- KÜMMERLE, E. & RADTKE, G. (2007): Die Geologie der Umgebung von Wallau (nordöstliches Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 73–88, 8 Abb.; Wiesbaden.
- KUSTER-WENDENBURG, E. (1971): Pteropoden-Arten der Gattung *Creseis* RANG, 1828 aus den mitteloligozänen (Rupelium) Sedimenten des Mainzer Tertiärbeckens. – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **60** (TOBIEN-Festschrift): 99–112, 4 Abb., 2 Taf.; Wiesbaden.
- KUSTER-WENDENBURG, E. (1973): Die Gastropoden aus dem Meeressand (Rupelium) des Mainzer Tertiärbeckens. – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **67**: 170 S., 8 Taf.; Wiesbaden.
- LIPPMANN, R. (2001): Petrographische und isotopengeochemische Untersuchungen der Pechelbronn-Formation (Obereozän/Unteroligozän) im nördlichen Oberrheingraben. – Unveröff. Dipl.-Arbeit, Inst. Geowissenschaften, Univ. Jena: 68 S., 15 Abb., 7 Taf., 46 S. Anhang mit 9 Abb., 20 Tab.; Jena.
- LIPPMANN, R., GAUPP, R., GLEIXNER, G. & RADKE, J. (2007): Petrographische und isotopechemische Untersuchungen ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$) der Mittleren Pechelbronn-Schichten in der Bohrung Wallau B98-BK5. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 99–111, 4 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- MAIKOVSKI, V. (1941): Contribution à l'étude paléontologique et stratigraphique du bassin potassique d'Alsace. – Mém. Serv. Carte géol. Alsace Lorr., **6**: 193 p., 18 tabs., 14 pls., 1 carte; Clermont-Ferrand.
- MARTINI, E. (1960): Braarudosphaeriden, Discoasteriden und verwandte Formen aus dem Rupelton des Mainzer Beckens. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **88**: 65–87, 5 Abb., Taf. 8–11; Wiesbaden.
- MARTINI, E. (1981): Nannoplankton in der Ober-Kreide, im Alttertiär und im tieferen Jungtertiär von Süddeutschland und dem angrenzenden Österreich. – Geol. Bavarica, **82**: 345–356, 2 Abb., 2 Taf.; München.
- MARTINI, E. (1987): Nannoplankton aus dem nordhessischen Melanienton und von Sieblos/Rhön (Unter-Oligozän). – Geol. Jb. Hessen, **115**: 161–169, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- 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 figs.; Bremen.
- MARTINI, E. (1995): Kalkiges Nannoplankton aus dem Unter-Oligozän von Morvillars, Territoire de Belfort, Frankreich. – Jber. Mitt. oberrh. geol. Ver., N.F.,

- 77: 265–269, 1 Taf.; Stuttgart.
- MARTINI, E. (1998): Eine neue *Trochoaster*-Art (Nannoplankton) mit Leitcharakter in den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän). – Mainzer naturwiss. Arch., Beiheft, **21** (ROTHAUSEN-Festschrift): 71–75, 2 Abb., 1 Taf.; Mainz.
- MARTINI, E. & MÜLLER, C. (1986): Current Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton stratigraphy and correlations. – Newsl. Stratigr., **16** (2): 99–112, 7 Tab.; Berlin.
- MARTINI, E. & REICHENBACHER, B. (2007): Nannoplankton und Fisch-Otolithen in den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän, Oberrheingraben/Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 235–273, 9 Abb., 9 Tab., 3 Taf.; Wiesbaden.
- MARTINI, E. & ROTHE, P. (1998): Sieblos an der Wasserkuppe: Forschungsbohrungen in einem alttertiären Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 7–27, 4 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- MOORE, R.C. (ed.) (1966): Treatise on Invertebrate Paleontology. Part U: Echinodermata **3** (1): i–xxx, U1–U366a, 271 figs.; Lawrence, Kansas.
- MOOS, A. (1934): Die Erdölbohrungen im nördlichen Oberrheingraben bei Bruchsal 1921–1926. – Schriften Gebiet Brennstoff-Geologie, **9**: 12–76; Stuttgart.
- NICKEL, B. (1996): Palynofazies und Palynostratigraphie der Pechelbronn Schichten im nördlichen Oberrheingraben. – Palaeontographica, **B240**: 151 S., 10 Abb., 4 Diagr., 21 Taf.; Stuttgart.
- OTT, W. (1999): Die Meeresfauna von Offenbach am Main. Eine paläontologische Dokumentation des Oberen Rupeltons (mittleres Oligozän, Alttertiär) von der S-Bahn-Baustelle. – Abh. Offenb. Ver. Naturkde., **9**: 67 S., 4 Abb., 2 Tab., 32 Taf.; Offenbach/M.
- RADTKE, G. (1998): Mikroendolithische Bohrspuren in Gastropoden-Schalen von Sieblos/Rhön (Unter-Oligozän). – In: MARTINI, E. & ROTHE, P. (Hg.): Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 143–155, 1 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- RADTKE, G. (2007): Mikroendolithen in Molluskenschalen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 141–155, 1 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- RADTKE, G., GRIEBEMER, T.W., GRIMM, K.I., HOTTENROTT, M., JANSSEN, R., LIPPMANN, R., KÜMMERLE, E., MARTINI, E., REICHENBACHER, B., SCHOLZ, J., SPIEGLER, D. & VÁVRA, N. (2003): Erster Meereseinbruch im Oberrheingraben – Entwicklung, Biodiversität, Paläogeographie (Pechelbronn-Schichten, Obereozän-Unteroligozän). – Terra Nostra, **2003** (5): 124–125; Mainz.
- RADTKE, G., LIPPMANN, R. & GAUPP, R. (2007): Neues Vorkommen der Pechelbronn-Gruppe im Mainzer Becken (Obereozän – tiefes Unteroligozän, Deutschland) – Lithologie und Sedimentologie der Bohrungen Wallau B98-BK5 und W07. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 37–72, 17 Abb., Beil. 2; Wiesbaden.
- REICHENBACHER, B. (1995): Unteroligozäne Fische (Otolithen) aus dem Neuwieder Becken (Rheinisches Schiefergebirge, West-Deutschland). – Paläont. Z., **69** (1/2): 241–255, 4 Abb.; Stuttgart.
- RITZKOWSKI, S. (1967): Die Feingliederung des Hessischen Melanientons (Unteroligozän, nördliches Hessen). – Geologica et Palaeontologica, **1**: 97–100, 2 Abb.; Marburg.
- RITZKOWSKI, S. (in Vorber.): Kap. 5.8: Hessische Senke – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland – Tertiär: Oberrheingraben mit angrenzenden Teilbecken und Mittelgebirgen. – Schriftenr. dt. geol. Ges.; Hannover.
- ROTHAUSEN, K. (Koord.), MARTINI, E., ROTHE, P., SONNE, V., TOBIEN, H. & WEILER, H. (1988): Das Kalktertiär des Mainzer Beckens (Oberoligozän – Untermiozän) – Paläontologische, geologische, petrologische und geochemische Untersuchungen im „Kalktertiär-Projekt“. – Geol. Jb., **A 110**: 11–52, 2 Abb., 3 Tab.; Hannover.
- ROTHAUSEN, K. & SONNE, V. (1984): Mainzer Becken. – Sammlung geol. Führer, **79**: 203 S., 21 Abb., 47 Taf., 3 Tab.; Stuttgart (Borntraeger).
- ROTHER, P., HOEFS, J. & SONNE, V. (1974): The isotopic composition of Tertiary carbonates from the Mainz Basin: an example of isotopic fractionations in 'closed basins'. – Sedimentology, **21**: 373–395, 6 figs., 2 tabs.; Oxford.
- SCHÄFER, P. (1986): Eine unteroligozäne Mikrofauna von Bubenheim bei Koblenz (Tertiär, Neuwieder Becken). – Mainzer geowiss. Mitt., **15**: 65–76, 7 Abb.; Mainz.

- SCHAD, A. (1953): Die Bedeutung der Bohrung Karlsruhe 1 für die Beurteilung des Tertiärs im Rheingraben. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **97**: 99–129, 3 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.
- SCHNAEBELE, R. (1948): Monographie géologique du champ pétrolière de Pechelbronn. – Mém. Serv. Carte géol. Alsace Lorr., **7**: 1–254, 39 figs., 16 tabs., 6 tabl., 11 app.; Strasbourg.
- SCHOLZ, J. & VÁVRA, N. (2007): Eine neue Art der Gattung *Penemia* (Bryozoa, Cheilostomatida) aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän) des Mainzer Beckens. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheimer-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 193–203, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- SCHWARZ, J. (1988): Revision der Charophyten-Floren des „prä-Aquitaniens“ (Unter- bis Ober-Oligozän) im Mainzer Becken. – Palaeontographica, **B210**: 151–191, 14 Abb., 3 Tab., 5 Taf.; Stuttgart.
- SCHWARZ, J. (1994): Unteroligozäne Charophyten aus dem Neuwieder Becken (Mittelrhein, Westdeutschland). – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **191** (3): 445–459, 12 Abb.; Stuttgart.
- SCHWARZ, J. (1997): Charophyten aus dem Tertiär des Oberrheingrabens (Mittelozeän – Untermiozän). – Palaeontographica, **B243**: 1–84, 2 Abb., 29 Tab., 6 Taf.; Stuttgart.
- SCHWARZ, J. & GRIEBEMER, T.W. (1992): Charophyten-Massenvorkommen aus den Oberen Pechelbronn-Schichten (Unteroligozän) von Merkwiller-Pechelbronn im Elsaß (Dépt. Bas-Rhin, Frankreich). – Paläont. Z., **66** (1/2): 23–37, 20 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- SITTLER, C. (1965): Le Paléogène des fossés rhénan et rhodanien. Études sédimentologiques et paléoclimatiques. – Thèse Fac. Sci. Univ. Strasbourg: 392 p., 101 figs., 120 tab.; Strasbourg.
- SITTLER, C. & SONNE, V. (1971): Vorkommen und Verbreitung eozäner Ablagerungen im nördlichen Mainzer Becken. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1971** (6): 372–384, 2 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.
- SONNE, V. (1963): Zur Verbreitung unteroligozäner Schichten im westlichen Mainzer Becken. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**: 197–205, 3 Abb.; Wiesbaden.
- SONNE, V. (1968): Eozäne Ablagerungen in Rheinhessen (Mainzer Becken). – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1968**: 702–704; Stuttgart.
- SONNE, V. (1970): Das nördliche Mainzer Becken im Alttertiär. Betrachtungen zur Paläogeographie, Paläogeographie und Tektonik. – Oberrhein. geol. Abh., **19**: 1–28, 12 Abb., 1 Tab.; Karlsruhe.
- SONNE, V. (1972): Erläuterungen zum Blatt 6115 Udenheim. Geologische Karte von Rheinland-Pfalz 1:25 000: 102 S., 9 Abb., 4 Tab.; Mainz.
- STEHLIN, H.G. (1909): Remarques sur les faunules de Mammifères des Couches éocènes et oligocènes du Bassin du Paris. – Bull. Soc. géol. France, **9** (4): 488–520; Paris.
- STEUER, A. (1910): Kurze Beschreibung des Tertiärs im Mainzer Becken und Führer für vier Exkursionstage. – Notizbl. Ver. Erdkde. hess. geol. Landesanstalt, (4) **31**: 34–62, 9 Taf.; Darmstadt.
- STINTON, F.C. (1977): Fish otoliths from the English Eocene. Part 2. – Palaeont. Soc. Monogr., **130**: 57–126, 24 figs., 9 tabs., pls. 4–8; London.
- TOBIEN, H. (1968): Mammifères éocènes du Bassin de Mayence et de la partie orientale du Fossé Rhénan. – Mém. BRGM, **58**: 297–307, 1 fig., 1 tab.; Paris.
- TOBIEN, H. (1987): The position of the „Grande Coupure“ in the Paleogene of the Upper Rhine Graben and the Mainz Basin. – Münchener Geowiss. Abh., **A10**: 197–202, 1 fig., 1 tab.; München.
- WAGNER, W. (1925): Woher und wann trat das Tertiärmeer zum erstenmal in die Rheintalenge ein? – Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-Anst. Darmstadt, (V) **7**: 56–89, Taf. 2–3; Darmstadt.
- WAGNER, W. (1938): Das Mainzer Becken. Eine Zusammenstellung unter besonderer Berücksichtigung der Rheintaltektonik. – Jber. Mitt. oberrh. geol. Ver., N.F., **27**: 25–62, 2 Textbeil.; Stuttgart.
- WAGNER, W. (1955): Das Auftreten von Unteroligozän im Mainzer Becken. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **83**: 228–236; Wiesbaden.
- WEIDMANN, M., FRANZEN, J. & BERGER, J.-P. (1991): Sur l'âge des Couches à Cérites ou Couches des Diablerets de l'Éocène alpin. – Ecol. géol. Helvet., **84** (3): 893–913, 14 figs., 1 pl.; Basel.
- WILSER, B. (1923): Paläogeographische Untersuchungen über das Eocän und Oligocän im Oberrheingraben. – Verh. Naturh. med. Ver. Heidelberg, N.F., **15** (Bh. 2): 5–90, 3 Abb. (Karten), 3 Tab.; Heidelberg.
- WIRTH, E. (1954): Die nördliche Verbreitungsgrenze des Unteroligozäns im Rheingraben und ihre wirtschaftliche Bedeutung. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **82**: 168–189, 4 Abb.; Wiesbaden.
- WIRTH, E. (1969): Die Probleme des Eozäns im deutschen Anteil der Oberrheinebene und ihrer Randzonen. – Mém. B.R.G.M., **69**: 287–306, 1 tab.; Paris.

8. Anhang

Nachweis der verschiedenen Fossilgruppen in den Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrung Wallau B98-BK5 mit Labornummer und Teufenangabe. Ausführliche Fossilisten bei den einzelnen Beiträgen in diesem Band über Mikroflora (HOTTENROTT & PROSS), Mikroendolithen (RADTKE), Nannoplankton (MARTINI & REICHENBACHER), Foraminiferen und Bolboformen (GRIMM et al.), Ostracoden (GRIEBEMER et al.), Bryozoen (SCHOLZ & VÁVRA), Mollusken (JANSSEN) und Fisch-Otolithen (MARTINI & REICHENBACHER).

Labornummer	Teufe [m]	Mikroflora	Makroflora	Mikroendolithen	Nannoplankton	Diatomeen	Foraminiferen	Bolboformen	Ostracoden	Bryozoen	Gastropoden	Bivalven	Mollusken-Reste	Fisch-Otolithen	andere Fischreste	braune Kugelchen	"Helmchen"	Fossilzonen
15910	39,50-39,60		x										x					
15284	40,40-40,50																	
15285	41,40-41,50																	
15911	41,85-42,00		x															
15286	42,45-42,50																	
15912	42,65-42,75		x															
15913	43,10-43,15																	
15914	43,25-43,30																	
15232	43,60-43,70				x				x		x							
15172	43,70-44,00				x				x		x							
Hdst.	43,90-44,00	x																
15287	44,95-45,00								x		x							
15288	46,30-46,38								x									
15289	48,20-48,24								x		x							
15290	48,69-48,74																	
15291	49,40-49,45				x				x		x							
15233	49,92-49,97								x		x							
15234	50,15-50,19								x		x							
15301	50,92-50,96								x		x							
15302	51,50-51,55																	
15303	52,62-52,68								x									
15173	53,00-53,15		x		x		x		x		x		x	x	x	x		
15304	53,40-53,45		x				x		x		x			x		x		
15235	54,87-54,92		x						x		x				x	x		
15236/915	55,52-55,57		x		x				x		x			x	x			
15305/916	56,85-56,89		x			x			x		x			x	x			
15310	57,50-57,55	x									x			x				
15306	58,70-58,75		x								x			x				ZFH
15307	59,55-59,60		x		x						x			x				
15311/917	60,43-60,46		x				x		x		x			x	x			
15312	61,43-61,46		x		x	x			x		x			x	x	x		
15237	62,40-62,45		x		x	x			x		x			x				
15313	63,78-63,82		x		x				x		x			x	x			
15314	64,45-64,50		x				x		x		x	x		x				
15504	64,72-64,75		x			x	x		x		x	x			x	x		
Hdst.	64,81-64,84	x																
Hdst.	64,95-65,00	x																
Hdst.	65,11-65,15	x																
15238	65,42-65,47		x								x			x				
15505	65,90-65,95		x								x	x						
15918	66,10-66,15																	
15315	66,20-66,22		x						x					x				
15919	66,40-66,50		x		x		x		x		x		x	x				
15506a	66,50-66,55				x				x		x			x	x			
15506b	66,90-66,95								x			x		x	x			
15316	67,11-67,14		x		x		x		x		x							
15507	67,85-67,90				x				x		x	x			x			68,0

Labornummer	Teufe [m]	Mikroflora	Makroflora	Mikroendolithen	Nannoplankton	Diatomeen	Foraminiferen	Bolboformen	Ostracoden	Bryozoen	Gastropoden	Bivalven	Mollusken-Reste	Fisch-Otolithen	andere Fischreste	braune Kugelchen	"Helmchen"	Fossilzonen
15317	68,40-68,43						x		x	x	x	x		x				
15318	69,53-69,60		x		x				x	x	x	x		x	x			
15239	70,25-70,28	x																
15920	70,40-70,45		x						x				x					
15508	70,75-70,80		x						x		x	x		x				
15308	71,67-71,70		x						x	x	x			x				
15322	72,33-72,42		x						x	x	x			x				
15309	72,48-72,50		x		x				x	x	x			x				
Hdst.	73,35-73,38																	
15323	73,77-73,79		x			x			x		x	x		x	x		x	
Hdst.	74,00-74,05										x							
15921	74,32		x						x									
15922	74,70-75,00		x	x					x		x	x						
15324	74,73-74,77		x															
15509	74,85-74,90		x															
15923	75,00-75,20		x	x					x		x	x						
15924	75,10-75,13		x	x					x	x	x	x	x	x	x			
15925	75,15-75,20		x	x			x		x		x	x	x	x	x			
15510	75,55-75,60		x							x	x	x		x				ZFB
15926	75,65-75,70						x		x	x	x	x	x	x			x	
15510a	76,00			x			x		x	x	x	x				x	x	
15927	76,05-76,10			x			x		x	x	x	x		x	x		x	
15511/928	76,25-76,30		x	x		x	x		x		x	x		x	x	x	x	
Hdst.	76,31-76,36		x						x		x	x		x				
15929	76,40-76,50		x						x									
15930	76,90-77,00		x	x			x		x			x			x			
15325/403	77,05-77,15			x			x					x						
15931	77,60-77,70		x				x		x				x					
15932	78,05-78,10																	
15326	78,42-78,46		x						x				x					
15512	78,60-78,65		x				x				x	x			x			
15933	78,85-78,95						x		x	x								
15934	79,10-79,15			x			x		x	x		x		x				
15327	79,45-79,50		x							x								
15935	79,65-79,75		x						x	x		x		x				
15240	80,70-80,74				x		x				x	x		x				
Hdst.	81,20-81,25											x						
15946	81,35-81,40						x		x		x	x		x			x	
15947	81,40-81,45					x	x		x	x	x	x		x	x			
15513/948	81,45-81,50		x				x		x	x	x	x	x	x	x			
15949	81,50-81,55						x		x	x		x	x	x	x			
15950	81,55-81,60		x				x		x		x	x			x		x	
15514/936	81,95-82,00		x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x			82,0
Hdst.	82,10-82,12				x													
15515	82,25-82,30		x	x	x	x	x		x		x	x		x				ZFM
Hdst.	82,52-82,54											x						

Hdst. Handstück

x Fossilfund

Mytilus-Schillagen

Labornummer	Teufe [m]	Mikroflora	Makroflora	Mikroendolithen	Nannoplankton	Diatomeen	Foraminiferen	Bolboformen	Ostracoden	Bryozoen	Gastropoden	Bivalven	Mollusken-Reste	Fisch-Otolithen	andere Fischreste	braune Kugelfchen	"Helmchen"	Fossilzonen
15241	82,66-82,69			x	x		x		x		x	x		x				
15242	83,20-83,27					x	x		x			x						
Hdst.	83,32-83,38											x						
Hdst.	83,56-83,57											x						
15328	83,58-83,60		x	x			x		x		x	x		x	x			
15328a	83,60-83,65				x		x		x				x					
15329/937	83,75-83,80		x	x			x		x			x	x		x			
15330/951	84,00-84,05		x		x		x	x			x	x		x	x		x	
16172	84,05-84,10		x		x		x		x				x	x	x			
16173	84,10-84,15		x		x		x		x				x	x	x			
16174	84,15-84,20		x		x		x		x				x	x	x			
16175	84,25-84,30				x		x		x									
15516	84,70-84,75		x				x		x			x			x	x		
Hdst.	85,00-86,00				x							x						
15952	85,25-85,30		x				x		x				x					x
15243/953	85,55-85,60		x		x		x		x		x		x		x			x
15954	85,73-85,77						x		x									x
15331	86,25-86,32				x		x		x									
15332	86,85-86,89		x				x		x									x
15955	87,40-87,45		x				x		x						x			
15333/956	87,50-87,55		x				x		x						x			
15957	87,65-87,70		x															
15958	87,90-87,95		x															
15334/959	88,00-88,10		x										x		x			
15960	88,15-88,20		x										x					
15961	88,45-88,50						x		x									
15335	88,75-88,80				x		x		x									x
15938	89,15-89,20						x		x									
15517	89,50-89,55						x		x									
15336	89,74-89,78	x	x															
15244	90,05-90,10																	
Hdst.	90,10-90,15	x			x													
15939	90,50-90,60																	
15337	90,94-90,97																	
Hdst.	91,10-91,15	x			x													
15338	91,20-91,35						x		x									
15940	91,80-91,90						x		x				x					
15339	92,70		x		x		x		x				x					
15941	93,20-93,25																	
15245	93,60																	93,75
15942	94,05-94,15		x															
15340	94,40																	
15341	95,15																	
15518	95,35-95,40																	
15342	96,75																	

Hdst. Handstück

x Fossilfund

 Mytilus-Schillagen

GU DRUN RADTKE¹, ROBERT LIPPMANN² & REINHARD GAUPP³

Neues Vorkommen der Pechelbronn-Gruppe im Mainzer Becken (Ober-Eozän – tiefes Unter-Oligozän, Deutschland) – Lithologie und Sedimentologie der Bohrungen Wallau B98-BK5 und W07

A new occurrence of the Pechelbronn Group in the Mainz Basin (Late Eocene – Early Oligocene, Germany) – Lithology and sedimentology of the drill sites Wallau B98-BK5 and W07

Kurzfassung

Im nordöstlichen Mainzer Becken wird bei Wallau nahe Wiesbaden erstmals eine 143 m mächtige Abfolge der Pechelbronn-Gruppe (Ober-Eozän bis tiefes Unter-Oligozän) nachgewiesen. Der Nachweis erfolgt durch zwei tiefe Bohrungen: der Bohrung B98-BK5 mit 170 m und der Bohrung W07 mit 80,20 m Endteufe. Die Bohrungen erschließen neben der Pechelbronn-Gruppe wenige Meter der Bodenheim-Formation im Hangenden (W07) und Rotliegend-Sedimente im Liegenden (B98-BK5).

Mit dem Beginn der Unteren Pechelbronn-Schichten zeigt sich der Einfluss des Taunus als Liefergebiet im Hinterland mit mächtigen alluvialen küstennahen Ablagerungen. Diese gehen

nach oben in Sedimente einer Schwemmebene über. Die Mittleren Pechelbronn-Schichten sind aus fossilführenden Tonen und Kalkmergeln mit eingeschalteten Schwarzpeliten aufgebaut. Sie dokumentieren die erste Rupelium-Transgression im nördlichen Oberrheingraben, mit einer Meeresverbindung über die Hessische Straße nach Norden zur Paläo-Nordsee. Zum Hangenden hin verflacht sich der Ablagerungsraum und süßt zunehmend aus, bis erosiv einschneidende fluviatile Sedimente (Obere Pechelbronn-Schichten) eine neue alluviale Phase einleiten. Die zweite und wesentlich bedeutendere Rupelium-Transgression ist durch die Sedimente der Bodenheim-Formation dokumentiert.

¹ Dr. G. Radtke (e-mail: g.radtke@hlug.de), Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Rheingastr. 186, D-65203 Wiesbaden

² Dipl.-Geol. R. Lippmann (e-mail: robert.lippmann@rwe.com), RWE Dea, Labor Wietze, Industriestr. 2, D-29323 Wietze

³ Prof. Dr. R. Gaupp (e-mail: reinhard.gaupp@uni-jena.de), Institut für Geowissenschaften, Burgweg 11, D-07749 Jena

Abstract

Two wells in the northeastern part of the Mainz Basin near Wallau penetrated sediments of the Pechelbronn Group (Late Eocene to Early Oligocene). At site B98-BK5 (170 m) the Paleogene deposits are underlain by Rotliegend beds. In the 80,20 m site W07 the Pechelbronn Group is overlain by few meters of marine sediments of the Bodenheim Formation.

Noticeable alluvial deposits in the lower part of the Lower Pechelbronn Formation are influenced by material from the Taunus mountains. These deposits change to alluvial plain sediments upwards. With the beginning of the Mid-

dle Pechelbronn Formation marine sediments indicate the first Oligocene transgression into the northern Upper Rhinegraben and Mainz Basin via the Hessian Street from the North Sea. Towards the upper part of the Middle Pechelbronn Formation shallowing can be noted and the environment gradually changes from brackish to fresh water environment, followed by erosive fluvial sediments of the Upper Pechelbronn Formation. The second and more important marine transgression is documented by sediments of the Bodenheim Formation (Rupelian).

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	39
2. Material und Methoden	41
3. Lithotypen der tertiären Abfolge	41
3.1 Tone	44
3.2 Mergel	45
3.3 Silt und Grobsand	48
3.4 Kiese und Steine (Gerölle)	49
3.5 Geröllkomponenten	52
3.6 Diagenetische Minerale	55
3.7 Bodenbildungen	55
4. Lithotypen der Rotliegend-Abfolge (Perm)	56
5. Ergebnisse und Interpretation	56
6. Zusammenfassung	61
7. Schriftenverzeichnis	62
8. Anhang	65
8.1 Bohrung Wallau B98-BK5	66
8.2 Bohrung Wallau W07	71

1. Einführung

Bei der Voruntersuchung zur ICE-Neubaustrecke Köln–Rhein/Main bei Wallau östlich von Wiesbaden (Abb. 1) wurden Sedimente mit zunächst unbekannter stratigraphischer Einstufung erbohrt. Durch Fossilfunde in der Bohrung Wallau W07 konnten die Mittleren Pechelbronn-Schichten erstmals im nordöstlichen Mainzer Becken nördlich des Mains nachgewiesen werden (KÜMMERLE 1996). Die Bohrung W07 schloss unter quartärer Bedeckung wenige Meter Sedimentgestein der Wallau-Subformation (Unterer Rupelton, GRIMM & RADTKE 2002) auf, die die unterste Stufe der Bodenheim-Formation (Rupelton, GRIMM et al. 2000) darstellt. Im Anschluss folgen die Oberen Pechelbronn-Schichten. Die Bohrung endete mit der Endteufe von 80,20 m innerhalb der Mittleren Pechelbronn-Schichten. Obwohl die beiden Bohrungen nur ca. 50 m auseinander liegen, wurden in der Bohrung Wallau B98-BK5 (ET: 170 m) unter Quartär ohne Ablagerungen der Bodenheim-Formation die nahezu vollständige Gesteinsabfolge der Pechelbronn-

Gruppe und in diskordanter Folge Rotliegend-Sedimente erbohrt.

Die Pechelbronn-Gruppe lässt sich in die Unteren (UPS), Mittleren (MPS) und Oberen Pechelbronn-Schichten (OPS) unterteilen. Die Unteren und Oberen Pechelbronn-Schichten sind weitgehend fossilfrei. Die Mittleren Pechelbronn-Schichten enthalten in tonig-kalkigen Mergeln eine reiche Mikro- und Makrofauna/flora. Die gesamte ca. 143 m mächtige Schichtenfolge der Pechelbronn-Gruppe konnte anhand der Fossilfunde stratigraphisch in das Ober-Eozän bis tiefere Unter-Oligozän eingestuft werden (GRIEBEMER et al. 2007, GRIMM et al. 2007, MARTINI & REICHENBACHER 2007). Die Grenze Eozän/Oligozän liegt innerhalb der Unteren Pechelbronn-Schichten und ist hier nicht genau zu bestimmen. Einen ersten Überblick über die Bohrung und ihre geologische Situation gaben RADTKE et al. (2003).

Erstmals benannte VAN WERVEKE (1895, 1909) Ablagerungen im Erdölgebiet von Pechelbronn als „Pechelbronner (ölführende) Schichten“. Detaillierte Beschreibungen mit Profilen liefern GIGNOUX & HOFFMANN (1920) und SCHNAEBELE (1948) mit der Untergliederung in Untere, Mittlere und Obere Pechelbronn-Schichten. Ein erster Nachweis der Mittleren Pechelbronn-Schichten im Mainzer Becken wird von WAGNER (1955) und später WIRTH (1969) erbracht. Es folgen Dokumentationen durch SONNE (1968, 1970) und ROTHAUSEN & SONNE (1984). Die Mittleren Pechelbronn-Schichten bei Nackenheim untersuchten DOEBL (1969), KALLIES & SONNE (1969), MARTINI (1973), GAD et al. (1990) sowie GRIEBEMER (1990, 2002). Im nördlichen Oberrheingraben bei Eich-Stockstadt erfolgten Untersuchungen von NICKEL (1996) und GAUPP & NICKEL (2001).

Im Becken von Pechelbronn werden die Mittleren Pechelbronn-Schichten von unten nach oben in die Zone fossilifère à *Mytilus* (ZFM), die Zone fossilifère à Bryozoa (ZFB) und die Zone

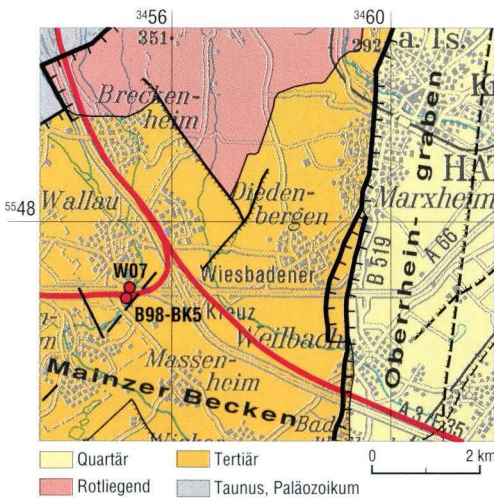


Abb. 1. Ausschnitt aus der Geologischen Karte (GÜK 300, Geologische Übersichtskarte von Hessen 1:300 000, dig. Ausgabe) mit der Lage der Bohrungen Wallau an der Abzweigung Wiesbaden der ICE-Neubaustrecke Köln–Rhein/Main (in rot).

fossilifère à Hydrobies (ZFH) unterteilt, die hier übernommen werden (Beil. 2, MARTINI & RADTKE 2007).

ROTHAUSEN & SONNE (1984) nehmen für das Mainzer Becken eine Schichtlücke zwischen den Mittleren Pechelbronn-Schichten und der hangenden Wallau-Subformation (Unterer Rupelton) an.

Häufig am Taunusrand vorhandene fossilleere, grobklastische Ablagerungen werden als kalkfreie Randfazies (ANDERLE & RADTKE 2001, RADTKE in Vorber.), „prämitteloligozäne Quarzkiese“ oder „Milchquarzkies und Randfazies“ beschrieben und wurden von den Autoren mit unterschiedlicher stratigraphischer Zuordnung versehen (SITTLER & SONNE 1971, ROTHAUSEN & SONNE 1984, KÜMMERLE 1996). Oft wurden sie auch als „Meeressand“-Ablagerungen des Rupeltons gedeutet (GEIB 1917, 1922, WAGNER 1926, WAGNER & MICHELS 1930, KÜMMERLE 1996, KOWALCZYK et al. 1999).

Die Verbreitung der Mittleren Pechelbronn-Schichten ist über den gesamten Oberrheingraben, große Teile des Mainzer Beckens und möglicherweise der Wetterau anzunehmen (DOEBL 1958, 1967, GRIEBEMER 1998). In der Hessischen Senke entsprechen den Mittleren Pechelbronn-Schichten Teile des Melanientons (RITZKOWSKI 1967, 1969). Auch mit Ablagerungen der Maifeld-Formation des Neuwieder Beckens im Nordwesten (KADOLSKY 1975, SCHÄFER 1986, REICHENBACHER 1995) und der Sieblos-Formation in der Rhön im Nordosten (MARTINI 1987, MARTINI & SCHILLER 1998, MARTINI & ROTHE 2005) des Ablagerungsraumes der Mittleren Pechelbronn-Schichten sind die Sedimente der Pechelbronn-Gruppe korrelierbar (MARTINI & RADTKE 2007: Abb. 10, Beil. 1).

GRIMM (2005) stellte die lithostratigraphische Gliederung der paläogenen bis neogenen Gesteinsabfolgen u.a. der Pechelbronn-Gruppe (Untere, Mittlere und Obere Pechelbronn-Schichten) nach heute gültigen Richtlinien der stratigraphischen Nomenklatur im Oberrheingebiet und ihren angrenzenden Teilbecken zusammen

(DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION 2002). Die Schichten der Pechelbronn-Gruppe sind demnach in weit größerer lateraler Verbreitung abgelagert worden als bisher angenommen, so dass es auch zu direkter Auflagerung von Mittleren Pechelbronn-Schichten auf Prätertiär gekommen ist (KOWALCZYK 1983, KÜMMERLE 1995 und KOWALCZYK et al. 1999). Zur Zeit der Ablagerung der Pechelbronn-Gruppe bestand die tektonische „Randscholle“ Mainzer Becken noch nicht, so dass ein gemeinsamer Ablagerungsraum mit dem nördlichen Oberrheingraben anzunehmen ist (GRIMM & GRIMM 2003). Prätertiärer Untergrund bildet das Liegende der Pechelbronn-Gruppe im nördlichen Oberrheingraben, der aber auch aus Eozänem Basiston oder auch aus Roter Leitschicht bestehen kann (NICKEL 1996, GAUPP & NICKEL 2001, GRIMM 2005).

Die Pechelbronn-Gruppe lässt sich chronostratigraphisch in das Mittlere Priabonium bis Untere Rupelium einstufen (GRIMM 2005). Biostratigraphisch sind die Unteren Pechelbronn-Schichten nach Wirbeltierfunden in das Mammalierniveau MP 19–20 zu stellen (TOBIEN 1968). Die Mittleren Pechelbronn-Schichten liegen nach Foraminiferen-Funden (GRIMM 2002) in der *Adercotryma agterbergi*-Zone (NSR7a) bzw. nach Untersuchungen an Nannoplankton in der Zone NP22 (MARTINI 1973, 1982). Die Grenze der Nannoplanktonzonen NP22/NP23 wird in den Oberen Pechelbronn-Schichten vermutet (MARTINI 1990).

Mit der vorliegenden Arbeit werden detaillierte Bohrkernbeschreibungen der beiden Bohrungen Wallau B98-BK5 und W07, Klassifizierungen von Lithotypen und Faziesinterpretationen geliefert (vgl. auch KÜMMERLE 1996, LIPPMANN 2001).

Die Interpretation der Rotliegend-Sedimente erfolgt detailliert bei KOWALCZYK (2007).

An der Bohrung Wallau B98-BK5 wurde eine Gamma-Log Befahrung durch das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG, Geophysik) vorgenommen. Die geophysikalischen Messungen spiegeln das lithologische Profil der Bohrung wider (Beil. 2). Besonders die Grenze

Paläogen/Rotliegend mit den groben Kiesen der Unteren Pechelbronn-Schichten gegenüber feinkörnigen Siltsteinen des Rotliegend zeichnet sich sehr deutlich ab. In der Pechelbronn-Gruppe sind Tone und Schwarzpelite im Log gut als Peaks zu erkennen. Matrixgestützte Kiese und Tonmergel erscheinen undeutlich (Beil. 2).

Die folgenden detaillierten Bohrkernbeschreibungen dienen als Grundlage aller weiteren geologischen (KOWALCZYK 2007, KÜMMERLE & RADTKE

2007, RADTKE et al. 2007), organisch-geochemischen (DERSCH-HANSMANN 2007, LIPPMANN et al. 2007) und paläontologischen Untersuchungen (GRIEBEMER et al. 2007, GRIMM et al. 2007, HOTTENROTT & PROSS 2007, JANSSEN 2007, MARTINI & REICHENBACHER 2007, RADTKE 2007, SCHOLZ & VÁVRA 2007). Einen zusammenfassenden Überblick über die Bohrungen und die verschiedenen Resultate geben MARTINI & RADTKE (2007).

2. Material und Methoden

Die vollständig gekerntete Bohrung Wallau B98-BK5 wurde in Linern gebohrt. Nach Aufsägen der Liner erfolgte über die gesamte Kernlänge der Bohrung eine Fotodokumentation. Danach wurde die Schichtenfolge detailliert aufgenommen (Radtke, Lippmann) und eine engmaschige Probenahme je nach Fragestellung (Tonmineralogie, organische Geochemie, Paläontologie, Stratigraphie u.a.) vorgenommen. Die Bohrung wurde ferner im Rahmen einer Diplom-Arbeit bearbeitet (LIPPMANN 2001: Korngrößenanalysen, Isotopen-Geochemie, Dünnschliffe u.a.). Für die Farbsprache der Bohrung wurde die Rock

Colour Chart der Geological Society of America verwendet. Basierend auf LIPPMANN (2001) erfolgte eine detaillierte Ansprache von verschiedenen Gesteins-Lithotypen, auf deren Genese im Kap. 3 näher eingegangen wird.

Die Bohrung Wallau W07 aus dem Jahr 1995 wurde ohne Liner abgeteuft. Die erste lithologische Aufnahme erfolgte von KÜMMERLE (1996). Eine vergleichende lithologische Aufnahme ähnlich der Bohrung Wallau B98-BK5 konnte im Nachhinein nicht mehr erfolgen. Die Bohrungen sind im Bohrkernlager Aumenau (HLUG) hinterlegt.

3. Lithotypen der tertiären Abfolge

Alle in der Bohrung B98-BK5 vorkommenden Gesteine werden bestimmten Lithotypen und damit verschiedenen Ablagerungsbedingungen zugeordnet. Die detaillierte Beschreibung der Lithotypen beinhaltet neben Formationszugehörigkeit, Vorkommen und Ausbildung bzw. Häufigkeit, Farbe, Karbonatgehalt und Fossilführung auch Besonderheiten wie Gehalt an organischem Kohlenstoff (C_{org}), diagenetische Minerale und

Bodenbildungen. Die Korngrößenverteilung der Komponenten ist in LIPPMANN et al. (2007) aufgeführt. Zusammenfassend sind Lithologie, Sedimentstrukturen, diagenetische Minerale sowie Gesteinsfarbe, Stratigraphie und faunale Zonierungen graphisch in einem Profil dargestellt (Beil. 2). Die Kernstrecken mit den wichtigsten Lithotypen sowie besondere Details sind fotodokumentiert (Abb. 2–7, 9–17).



Abb. 2. Bohrung Wallau B98-BK5: 48,02–48,38 m: Wechsel von Tonmergel (M_H) (bis 48,10 m) zu horizontal geschichtetem Ton (T_H), olivgrün bis blaugrün (MPS).

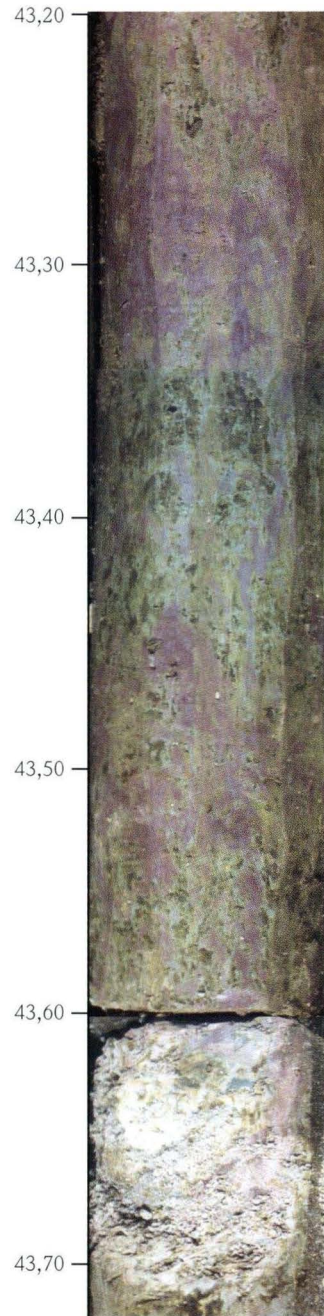


Abb. 3. Bohrung Wallau B98-BK5: 43,20–43,72 m: Übergang von Ton (T_S), blaugrün und olivbraun, violett oxidiert, zu erstem karbonatischem Ton (M_S) (bei 43,60 m) der Mittleren Pechelbronn-Schichten (MPS).



Abb. 4. Bohrung Wallau B98-BK5: 7,35–7,76 m: Ton (T_3) mit den typischen blaugrünen Farben der Oberen Pechelbronn-Schichten (OPS).



Abb. 5. Bohrung Wallau B98-BK5: 91,01–91,39 m: Scharfer Übergang zwischen Schwarzpelit (T_f) und Ton (T_3) grün, braun fleckig (MPS).

3.1 Tone

Formationszugehörigkeit: in allen Bereichen der tertiären Abfolge (OPS, MPS, UPS)

Farbe: kräftige, bunte Farben (grün, rot und verschiedene Brauntöne), oft sekundär verfärbt

Karbonatgehalt: nur untergeordnet (max. 5 %)

Fossilführung: nur in MPS

C_{org}-Gehalt: 0,05–15 % (nur MPS)

Untergliederung:

T_H: horizontal (undeutlich) geschichtete Tone

T_S: massig strukturlose Tone

T_F: feinflaminierte Schwarzpelite

Horizontal geschichtete Tone (T_H) (Abb. 2)

Formationszugehörigkeit: fast ausschließlich im kalkigen Teil der Abfolge (MPS)

Ausbildung: meist dezimeter- bis metermächtige Pakete

Farbe: grüne (5GY 5/2 bis 7/2) und braune (5YR 2/2 bis 10YR 5/4) Farbtöne

Karbonatgehalt: meist kalkhaltig

Fossilführung: nur in MPS

Besonderheit: Schichtung durch Wechsel von Farbtönen sichtbar

C_{org}-Gehalt und Kohlenstoff-Isotopie: 0,3–0,5 % C_{org}-Gehalt (LIPPMANN 2001)

C_{org}-Gehalt deutlich geringer als in Schwarzpeliten (T_F)

δ¹³C-Werte deuten auf Landpflanzen sowie bakteriellen Ursprung (anoxisch)

Minerale: Tonminerale Illit und Kaolinit (Prof. Dr. Peter Rothe, Mannheim, freundl. mündl. Mitteilung s. MARTINI & RADTKE 2007: Abb. 4)

Ablagerungsbedingungen: subaquatisch in niedrigerenergetischer Umgebung, Detritus vom Festland

Strukturlose Tone (T_S)

Formationszugehörigkeit: in allen tertiären Formationen (OPS, MPS, UPS)

Ausbildung: häufigster Lithotyp (neben Karbonaten)

metermächtige Pakete (max. 6 m)

dominant in OPS und UPS, zwischen den Kieslagen

in MPS: in obersten Metern (39,55–43,60 m) und unterhalb 65 m (ZFH)

Farbe: in OPS: Blaugrüntöne (5GY 5/2 bis 7/2) sehr dominant und charakteristisch (Abb. 4), seltener Oxidationsfarben in Bodenbildungshorizonten

in MPS: meist grüne Farben (Abb. 3)

in UPS: rote, violette und blassrosa-altrosa Oxidationsfarben (10YR 6/6, 5/4, 7/4, 6/2, 10R 5/4, 5R 4/6, 6/2) (Abb. 6, 7)

erstes Vorkommen grüner Tone ab oberster Bereich UPS (94–97 m)

Karbonatgehalt: sehr gering

Fossilführung: nur in MPS

Besonderheit: keine Primärstruktur mehr vorhanden

oft Durchmischung mit Hangend- und Liegendmaterial, meist mit Kiesen

C_{org}-Gehalt: 0,04–0,6 % (LIPPMANN 2001)

Diagenetische Minerale: in rötlichen Horizonten Hämatit, Manganoxid, Eisenhydroxid auch in nicht roten Bereichen

Gefügemerkmale: häufig Peloturbation, Kernmaterial mit meterlangen flammenartig marmorierten unregelmäßigen Rissen (Redoxspuren) (Abb. 6, 7), Wurzelreste und Wurzelhärchen (Siebrückstand)

Ablagerungsbedingungen: aus stehenden Gewässern oder als Überflutungssedimente (UPS) abgelagert, durch Verwitterung und Bodenbildung sekundär überprägt

Feinflaminierte Schwarzpelite (T_F)

Formationszugehörigkeit: ausschließlich in MPS zwischen 57 und 91 m

Ausbildung: insgesamt sieben dezimeter- bis metermächtige Bereiche, besonders mächtig (0,8–1,2 m) bei 70 und 74 m sowie mehrere geringmächtige Lagen zwischen 82,50 und 84,50 m

Farbe: schwarz

Karbonatgehalt: sehr gering (0,5–3 %), beschränkt sich auf Übergangsbereiche (LIPPMANN 2001)

oft völlig karbonatfrei

Fossilführung: reichhaltige und diverse Flora (Pollen, Sporen, Dinoflagellaten, Samen und andere Pflanzenreste), detaillierte Bearbeitung bei HOTTENROTT & PROSS (2007), siehe auch MARTINI & RADTKE (2007)

Besonderheit: feine Lamination im Millimeter- bis Submillimeter-Bereich

teils messerscharf begrenzte Farb- bzw. Schichtwechsel (Abb. 5)

teils allmähliche Übergänge zu über- und unterlagernden Sedimenten (meist Karbonate) Schwarzpelite teils mit Feinsilt-Lagen (ca. 0,2 mm) aus eckig bis kantengerundeten Quarzen (LIPPMANN 2001)

C_{org}-Gehalt: hoch (4,7–8,5 %)

Diagenetische Minerale: dispers verteilter framboidaler Pyrit (Hohlraumfüllung)

Ablagerungsbedingungen: subaquatisch, größtenteils unter euxinischen Bedingungen abgelagert, der hohe C_{org}-Anteil ist sowohl ter-rigener als auch untergeordnet mariner Herkunft (DERSCH-HANSMANN 2007)

3.2 Mergel

Formationszugehörigkeit: ausschließlich in MPS

Ausbildung: mächtige Sedimentpakete im oberen Abschnitt MPS

unterbrochen nur durch gelegentliche tonige Einschaltungen (T_F, T_S bzw. T_H)

Farbe: weiß bis blassgrau (N9–N7)

untergeordnet gelblichorange, gelblichbraun, schwach orange- bis pinkfarben (10YR 8/2, 8/6, 5/4, 5R 6/2, 7/2)

Karbonatgehalt (Abb. 8): 5–62 %, Klassifikation je nach Karbonatgehalt in Tone (0–10 %), karbonatische Tone (10–25 %), Tonmergel (25–50 %) und Karbonatmergel (50–75 %) (nach FÜCHTBAUER 1988 in LIPPMANN 2001: Tab. IV/1)

Karbonatgehalt insgesamt niedrig, insbesondere zwischen 57 und 66 m (karbonatischer Ton), höhere Karbonatgehalte zwischen 45,50 und 55 m sowie bei 79 und 86 m (meist Tonmergel, einmalig Karbonatmergel)

höherer Karbonatgehalt in helleren Lagen: vermutlich durch saisonale Schichtung mit im Sommer höherer Karbonatproduktion

höherer Karbonatgehalt in strukturlosen Mergeln

Karbonate alle aus Niedrig-Magnesium-Kalzit (0–4 mol % MgCO₃)

Fossilführung: sehr fossilreich, mit mehreren neuen Arten als auch Gattungen, u.a. Pollen, Sporen und Dinoflagellaten (HOTTENROTT & PROSS 2007), Mikroendolithen (RADTKE 2007), Foraminiferen und Bolboformen (GRIMM et al. 2007), Ostracoden (GRIEBEMER et al. 2007), Bryozoen (SCHOLZ & VÁVRA 2007), Mollusken (JANSSEN 2007), Nannoplankton und Fisch-Otolithen (MARTINI & REICHENBACHER 2007) und andere wie Diatomeen; ausführliche Auflistung und Vorkommen einzelner Fossilgruppen bei MARTINI & RADTKE (2007: Anhang, Beil. 1)

Untergliederung der MPS in Zone fossilifère à *Mytilus* (ZFM = 82,00–93,75 m), Zone fossilifère à Bryozoa (ZFB = 68,00–82,00 m) und Zone fossilifère à Hydrobies (ZFH = 39,55–68,00 m) (Abb. 8, Beil. 2)

in den ZFM/ZFB: *Mytilus*-Schill-Horizonte Ostracoden-Zonierung in 5 Bereiche von (unten nach oben) marin bis marin-brackisch über brackisch zu brackisch-limnisch (GRIEBEMER et al. 2007)

Foraminiferen-Zonierung in 4 Bereiche = Anzeiger mariner Ablagerungsbedingungen (GRIMM et al. 2007), marine Einflüsse von 92,70 bis ca. 75 m, letzte sporadische marine Einschwemmungen bis 53 m



Abb. 6. Bohrung Wallau B98-BK5: 97,35–97,76 m: ockerbrauner Ton (T_s) durch Bodenbildung rot geflammt (UPS).



Abb. 7. Bohrung Wallau B98-BK5: 103,04–103,60 m: ockerbraun und braunrot, marmorierter Ton (T_s) (UPS).

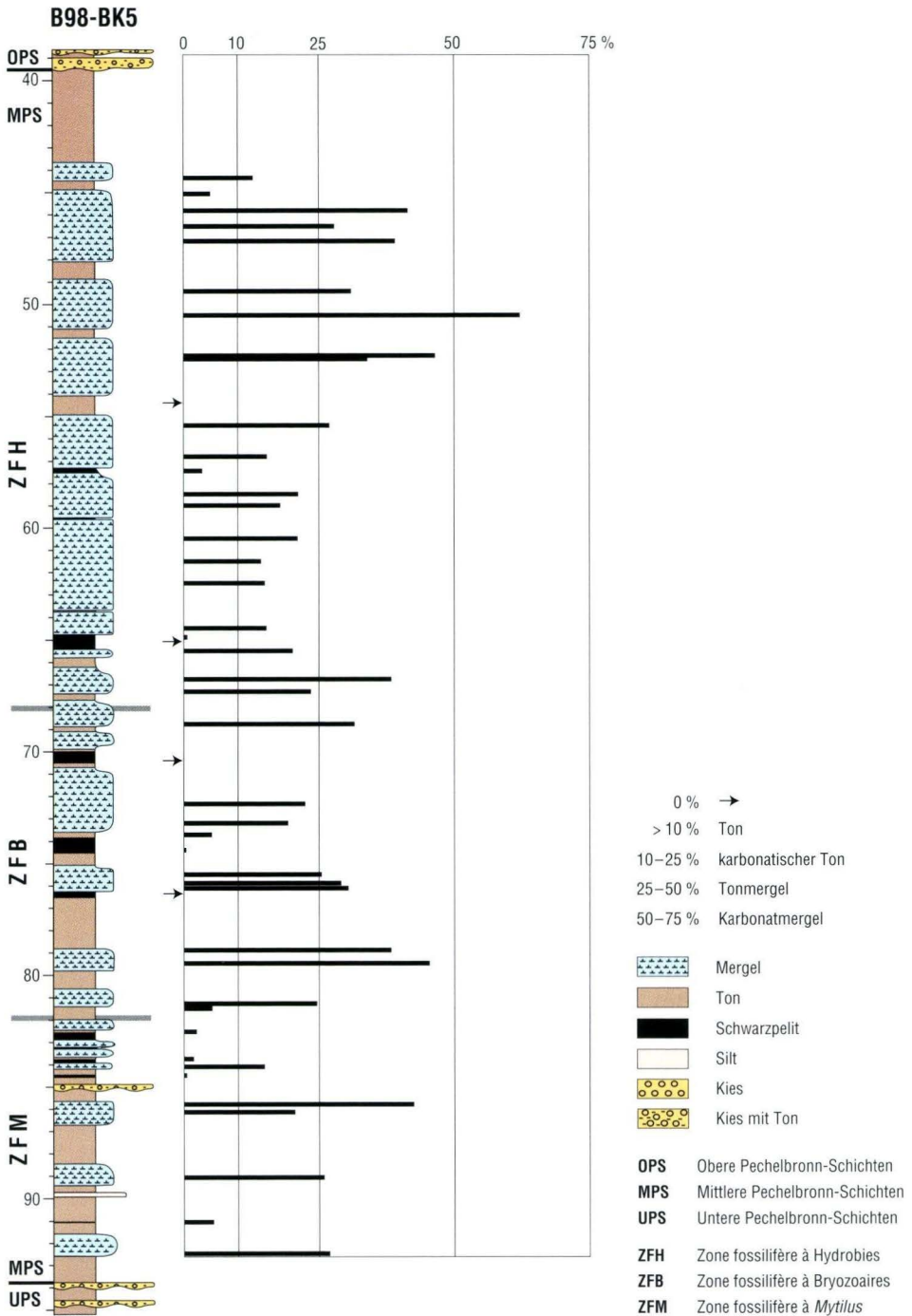


Abb. 8. Karbonatgehalte (in %) der Mittleren Pechelbronn-Schichten. Klassifikation nach FÜCHTBAUER 1988 in LIPPMANN 2001.

einzigste Bolboformen-Lage bei 84,00–84,05 m = Meeresverbindung zur Paläo-Nordsee mit Nachweis in Borken/Nordhessen (GRIEBEMER 1998, GRIMM et al. 2007)

Besonderheit: Matrix meist Mikrit mit ca. 10 % Mikrospatit-Anteil

C_{org}-Gehalt: 0,04–1,9 % (LIPPMANN 2001)

Tonminerale: Illit, Halloysit, Kaolinit (LIPPMANN 2001)

Untergliederung:

M_H Horizontal geschichtete Mergel

M_S Strukturlose Mergel

Ablagerungsbedingungen: in einer flachen Lagune bei sehr ruhigen Bedingungen (niedrigenergetisch) und wenig Durchmischung (Feinlamination); strukturlose Mergel sekundär entschichtet; hohe Karbonatproduktion im Sommer, geringere im Winter deuten auf Saisonalität im Jahresgang hin (GRIMM et al. 2007); vereinzelt Nachweis von Rissen (Trockenrisse/Synärese-Risse), die sowohl zeitweiliges Trockenfallen anzeigen als auch submarin bei Schrumpfung von Algenmatten entstanden sein können

Horizontal geschichtete Mergel (M_H)

Formationszugehörigkeit: mittlere und untere Abschnitte MPS, kompaktes Vorkommen zwischen 55–65 m

3.3 Silt und Grobsand

Formationszugehörigkeit: überwiegend in den UPS, einzelne Vorkommen in den OPS, einmalig im untersten Teil MPS

Ausbildung: Silt und Grobsand kommen nur untergeordnet in Kiesen und Tonen (T_S) vor Kornfraktion Fein- bis Mittelsand kommt nicht vor bzw. nur äußerst selten insgesamt auffällig geringes Vorkommen (daher keine eigene Ablagerungseinheit)

Farbe: gelbgrau bis dunkelgelborange in den

Ausbildung: horizontal geschichtete Sedimentstrukturen (primär)

Farbe: Schichtung sichtbar durch deutliche Farbwechsel von weiß zu hellgrau (N9–N7) im Zentimeterabstand (Abb. 9, 10)

Diagenetische Minerale: framboidaler Pyrit in Hohlräumen oder Grabgängen, selten als idiomorpher Pyrit

Strukturlose Mergel (M_S)

Formationszugehörigkeit: besonders im obersten Teil MPS (43–54 m), sonst im Wechsel mit M_H (65–69 m) und Einzelvorkommen

Ausbildung: Gefüge massig (sekundär) (Abb. 3)

durch Pelo- und Bioturbation Sediment entschichtet

geringmächtige Karbonatbänke im unteren und mittleren Teil bzw. Teilbereiche der Karbonatbänke

Farbe: weißgrau, seltener ausgeprägt rötlich bis orange Färbung (10YR 6/6, 5R 4/6, 6/2)

Besonderheiten: häufig Wurzelspuren, die auch von Seegrasswiesen stammen können gelegentlich Trockenriss-Strukturen

Diagenetische Minerale: Siderit in rotgefärbten Bereichen

Bodenbildung: häufig Wurzelreste und Turbationsspuren (mit Ton gefüllt)

OPS (10YR 5/4, 6/6), grüngrau in MPS (5G 5/2) und beigebraun, rosa (5R 7/4, 8/2) und zunehmend altrosa bis violett und rotorange in den UPS (10R 6/6, 5R 4/6)

Diagenetische Minerale: Siderit?

Ablagerungsbedingungen: aquatisch-fluviatil bei abnehmender Transportenergie, z.B. bei abklingenden Flutereignissen bzw. im Bereich von Überflutungsebenen abseits oder randlich der Haupttrinnen

Silt (Si)

Formationszugehörigkeit: größtenteils beschränkt auf obere Abschnitte in UPS

Ausbildung: hauptsächlich Quarzsplitter und kantengerundete Quarzkörner

in groben unreifen Konglomeraten und Kiesen (100,30–110,60 m)

meist mit Feinsanden als untergeordnete Kornfraktion in den tonigen Sedimenten (T_S)

Besonderheit: auffällig reine Silt-Lage in den MPS (89,77–89,92 m) aus gut sortiertem Quarz; Porenraum mit eingeschwemmten Tonmineralen zugesetzt

Diagenetische Minerale: Siderit? ($\emptyset < 0,1$ mm)

Ablagerungsbedingungen: aquatisch-flu-

viatil bei abnehmender Transportenergie, z.B. bei abklingenden Flutereignissen bzw. im Bereich von Überflutungsebenen abseits oder randlich der Hauptrinnen

Grobsand (S_G)

Formationszugehörigkeit: UPS und OPS

Ausbildung: selten

am häufigsten als untergeordnete Kornfraktion in Kiesen und Konglomeraten

Diagenetische Minerale:

eingeschwemmte Tonminerale (Illit)

eisenhaltige Karbonatkonkretionen (Siderit?)

Ablagerungsbedingungen: aquatisch-fluviatil bei hoher Transportenergie, z.B. im Bereich der Hauptrinnen

3.4 Kiese und Steine (Gerölle)

Formationszugehörigkeit: UPS und OPS, wenige Lagen an der Basis MPS

Ausbildung: an der Basis der UPS und der OPS mächtige klastgestützte Kiesschüttungen erosiv ins Liegende eingetieft

Mächtigkeiten einzelner Kieslagen nehmen jeweils zum Hangenden ab

Rundungsgrad: meist kantengerundet

Farbe: oft an die Farbe der eingelagerten Tone gebunden: UPS beigebraun und rotorange (10YR 6/6, 8/6, 10R 6/6, 5R 4/6), ab 96 m Tiefe (oberster Bereich UPS) erstmals dann dominierend blassgrün (5GY 5/2, 7/2), untergeordnet beigebraun (10YR 5/4) und sekundär rotbraun (10YR 5/4 bis 5R 4/6) gefärbt; bei hohem Kiesanteil sind die Kiese relativ farblos (N9)

Untergliederung:

K_T matrixgestützte Kiespakete aus Ton und Kies

K klastgestützte Kiespakete aus losem Kies

K_R unregelmäßig rinnenförmig geschichtete Kiese

K_G Kiese mit Grobsand

K_{ST} Kiese mit Steinen an der Basis

Ablagerungsbedingungen: von fluviatilen Rinnen durchzogene Schwemmebene; an der Basis der UPS alluviale Fächer

Kiese mit Ton (K_T)

Formationszugehörigkeit: UPS und OPS, Basis MPS

Ausbildung: häufig matrixgestützte Kiese (Abb. 11–13)

seltener Kiese mit völlig von Ton zugeseztem Porenraum

Sortierung schlecht

Tonanteil innerhalb einzelner Kieslagen nimmt vom Liegenden zum Hangenden zu

Besonderheit: flammenartige Texturen durchziehen auch Kieslagen

Komponenten (bestehen immer aus Taunusmaterial): Quarz, überwiegend Milchquarz (gerundet), Quarzit, Phyllit (Metapelit) und selten Serizitgneis (Wiesbaden-Metarhyolith), meist kantengerundet

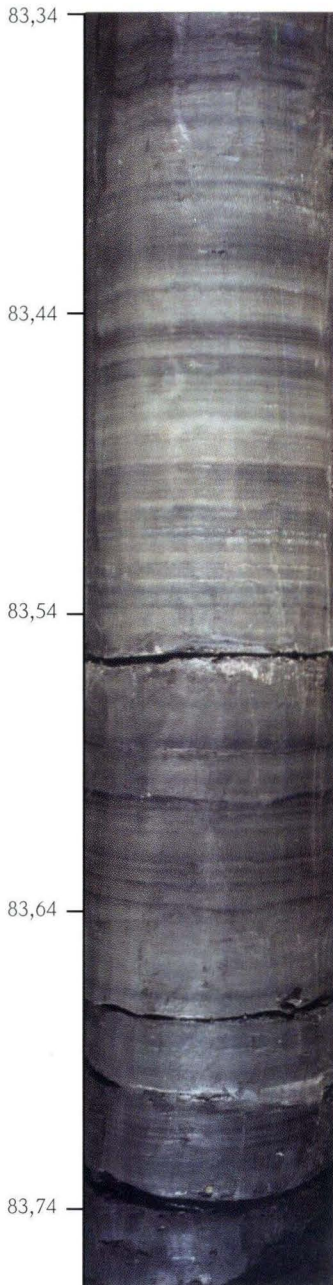


Abb. 9. Bohrung Wallau B98-BK5: 83,34–83,75 m: Im mm- bis cm-Bereich fein geschichteter karbonatischer Ton (M_H), Wechsel durch hell-dunkel Schichtung gut erkennbar (saisonal?), teils mit *Mytilus*-Schill auf den Schichtflächen (MPS).



Abb. 10. Bohrung Wallau B98-BK5: 89,00–89,38 m: teils gut, teils schlecht geschichteter Tonmergel (M_H), rotbraun, mit koncretionärem Eisenkarbonat (MPS).



Abb. 11. Bohrung Wallau B98-BK5: 19,03–19,40 m: Kies (K_T), siltig, grün, mit Geröllen (\varnothing bis 3–4 cm) aus Quarz, Quarzit, Metapelit (Phyllit) und Wiesbaden-Metarhyolith (Serizitgneis) (OPS).

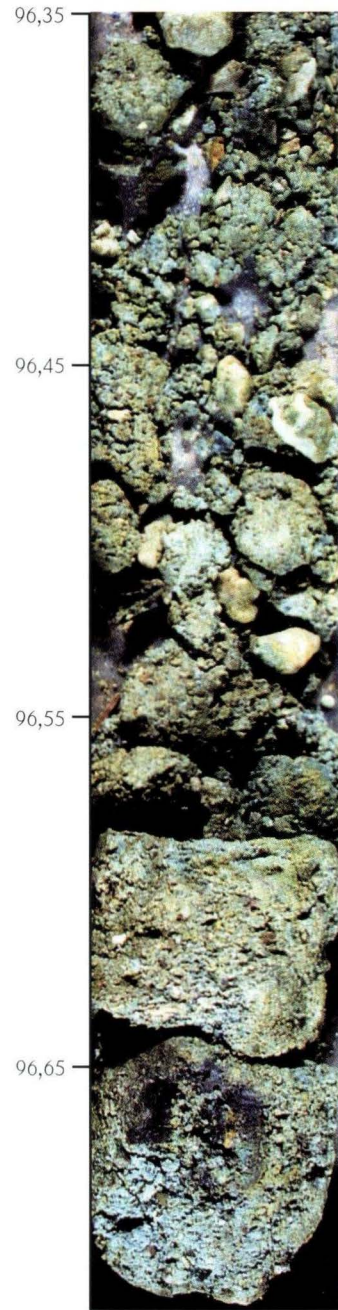


Abb. 12. Bohrung Wallau B98-BK5: 96,35–96,72 m: Grobkies, tonig (K, K_T), erstmalig in der Abfolge blaugrün, Gerölle (\varnothing 1–4 cm) aus Quarz, Quarzit und Metapelit (Phyllit) (UPS).

Kiese ohne Ton (K)

Formationszugehörigkeit: UPS und OPS
(Abb. 13)

Ausbildung: Kiese lose und unzementiert
(Ton evtl. ausgespült während Bohrvorgang)

Komponenten: Quarz, Quarzit und Phyllit,
selten Serizitgneis (meist kantengerundet)

Unregelmäßig rinnenförmig geschichtete Kiese (K_R)

Formationszugehörigkeit: nur Basis der
UPS (135–145 m) (Abb. 14)

Ausbildung: innerhalb mächtiger grobklastischer
Schüttungen an der Basis UPS
undeutliche rinnenförmige Kieskörper

im Porenraum nur wenig eingeschwemmter
roter Ton

Korngrößen (Grobsand- bis Kiesbereich)

gleichmäßiger als bei Kiesen im Hangenden
Farbe: unregelmäßige Wechsel von intensiv
rot (5R 4/6 bis 10R 4/6) und fast weiß (N9)
Komponenten: nur Quarz und Quarzit

Kiese mit Grobsand (K_G)

Formationszugehörigkeit: nur an der
Basis UPS (Abb. 14)

Ausbildung: identisch wie Kiese (K_R), Kiese
zeigen keinerlei Strukturen, gleiche Ablage-
rungseinheit

Kiese mit Steinen an der Basis UPS (K_{ST})

Formationszugehörigkeit: direkt über
der Basis UPS (Abb. 15)

Ausbildung: loses Material
keine primären Sedimentstrukturen
Geröllgrößen über dem Bohrungsdurchmesser

3.5 Geröllkomponenten – Aufzählung nach Häufigkeit

(mit zusätzlichen Angaben von Dipl.-Geol. Hans-Jürgen Anderle, HLUg)

Gerölle der OPS (5 Horizonte: 20,35–39,55 m)

insgesamt frisch und relativ unverwittert

Grundmasse mit vielen Phyllitschuppen in
Feinkies-Fraktion, z.T. verkittet

sehr häufig Milchquarz, weiß (Ganggestein
aus den Vordertaunus-Gesteinen: Phyllit
(Metapelit) oder Serizitgneis (Wiesbaden-
Metarhyolith)

oben (20,35–22,80 m), eckig, Ø bis 5 cm

unten (32,70–39,55 m), eckig bis kanten-
gerundet, Ø bis 4,5 cm

vereinzelt (max. bei 22,40–22,80 m) Phyllit
(Metapelit), dunkelgrau bis schwarz, graugrün
und grün (entweder Eppstein-Formation, Si-
lur-Devon oder Lorsbach-Formation, Devon),
meist kantengerundet, Ø bis 4 cm

vereinzelt bis selten (max. bei 32,70–39,55
m) Serizitgneis (Wiesbaden-Metarhyolith, Si-
lur), hellgrün, z.T. gebleicht, kantengerundet
bis gerundet, Ø bis 4 cm

1 Kappenquarz, gerundet, Ø 2 cm (postvaris-
sische Gangmineralisation im Taunus)

Gerölle der MPS (1 Horizont: 95,60–96,80 m)

häufig Milchquarz, weiß, z.T. violett, eckig,
löcherig

untergeordnet Quarzit, hell-rotbraun, teils rot-
braun (Liefergebiet Taunuskamm: Taunus-
quarzit oder ?Hermeskeil-Schichten, U-De-
von), eckig bis gerundet, max. Ø 5 cm
selten quarzitischer Sandstein, hell, violettrot-
braun, glimmerführend, kantengerundet bis
gerundet, max. Ø 3,5 cm

1 Phyllit (Metapelit), gebleicht, kantengerun-
det

1 Grünschiefer (Metaandesit) mit mm-Milch-
quarzlagen, gerundet, Ø 4,5 cm

Gerölle der UPS (18 Horizonte: 105,55– 144,75 m)

insgesamt deutlich stärker verwittert,
Unterteilung in oben und unten, dort mit fein
und grob:

oben: 105,55–135,00 m (9 Horizonte)

häufig Milchquarz, weiß, zwischen eckig

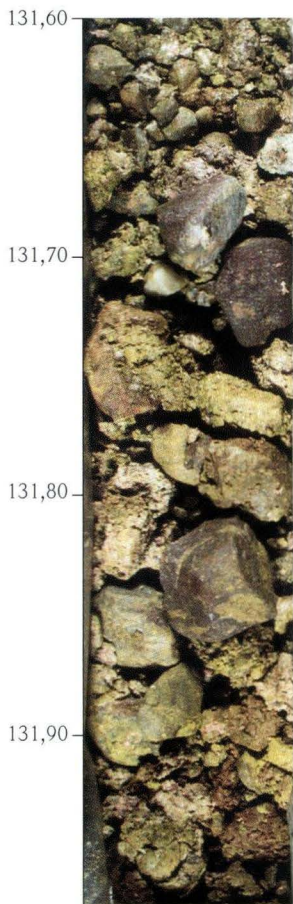
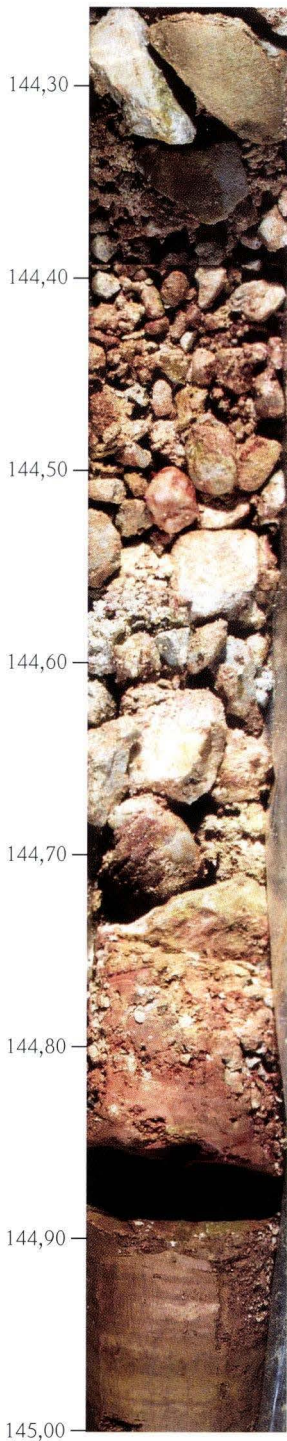


Abb. 13. Bohrung Wallau B98-BK5: 131,60–131,96 m: Grobkies (K), teils tonig (K_T) mit grau-violetten Quarziten und wenigen Quarzen (\varnothing 5–6 cm) (UPS).



Abb. 14. Bohrung Wallau B98-BK5: 137,35–137,91 m: Grobkies (K_G , K_R), orange, rot- bis dunkelbraun, weiß mit Quarzit und Quarz (UPS).



und kantengerundet, max. \varnothing bis 5 cm
 teils häufig Quarzit, weiß bis hellbraun,
 teils rotbraun, meist eckig bis kantengerun-
 det, \varnothing bis 4 cm, zwischen 121,10 und
 132,35 m max. \varnothing 6 cm

vereinzelt quarzitischer Sandstein, häufig
 violett bis rotbraun, kantengerundet bis ge-
 rundet, \varnothing bis 3 cm, zwischen 131,20 und
 132,35 m max. \varnothing 5,5 cm

unten – oberer Teil: 135,65–140,00 m (4
 Horizonte): feiner als unterer Teil, rotbraun
 fleckig

sehr häufig Milchquarz, weiß, meist eckig,
 meist \varnothing bis 3 cm, max. \varnothing 4–6,5 cm (bei
 137,00–139,00 m)

wenig Quarzit, graubraun, eckig bis kanten-
 gerundet, max. \varnothing 3 cm

1 quarzitischer Sandstein, rötlichbraun, ge-
 rundet, \varnothing 3 cm

unten – unterer Teil: 141,00–144,75 m (5
 Horizonte): grob, rotbraun fleckig

sehr häufig Milchquarz, weiß, meist kan-
 tengerundet bis gerundet, max. \varnothing 4–6 cm

häufig Quarzit, meist kantengerundet, größ-
 tententeils max. \varnothing 7–10 cm und mehr

selten quarzitischer Sandstein, hellbraun,
 gerundet, \varnothing 3, 6 cm und über 10 cm an
 Basis

1 Sandstein, rotbraun, glimmerführend
 (Rotliegend-Aufarbeitungsprodukt) an Basis,
 \varnothing über 10 cm

1 Kieselgestein, schwarzweiß, kantengerun-
 det bis gerundet, \varnothing bis 9 cm (bei 142,05 m)

1 Kappenquarz, hellbraun, \varnothing über 10 cm
 (bei 142,40 m)

Abb. 15. Bohrung Wallau B98-BK5: 144,26–145,00 m: Steine mit Geröllen (K_{ST}) aus Quarz, Kappenquarz und Quarzit; bei 144,85 m Grenze Untere Pechelbronn-Schichten (UPS) / Rotliegend (Obere Nahe-Subgruppe): Ton- bis Siltstein.

Besonderheit: Datierung der Mineralisation im Taunus anhand der Kappenquarze in den Tertiärsedimenten möglich, bisher angenommenes Alter der Kappenquarze: Oligozän (ANDERLE 1984)

damit neues Mindestalter für postvariszische Quarzgänge: Ober-Eozän oder älter

Ausbildung: Dominanz von Milchquarzgerölen, Liefergebiet Taunus

im Quarz palisadenartige Mikrostrukturen (variszisch) teils mit Subkornbildung gelegentlich vermiculärer Chlorit in den Quarzkörnern (LIPPMANN 2001)

in Kavernen häufig noch Tone und Eisenhydroxide mit abgerollten Kanten = Hinweis

auf intensive chemische Lösungsverwitterung bereits im Liefergebiet
größere Quarzkörner in UPS meist mit starken Anlösungsspuren

Milchquarz überall bei fast gleich bleibenden Durchmesser, unten gerundet, oben meist eckig;

Quarzit und quarzitischer Sandstein nur in MPS und UPS;

Phyllit (fast) und Serizitgneis ausschließlich oben, in Grundmasse Phyllitschuppen (bei fortschreitender Abtragung nach langer Landphase erosiver Anschnitt der frischen Vorder-taunusgesteine)

3.6 Diagenetische Minerale

Pyrit (framboidal)

Formationszugehörigkeit: MPS

Ausbildung: in grauen Mergeln nur als Hohlraumfüllung, dispers in Schwarzpeliten

lagen innerhalb der MPS und wahrscheinlich in UPS

Ausbildung: als Konkretion, seltener als Hundezahnzement

Eisenhaltige Karbonate

Formationszugehörigkeit: in turbaten und strukturlosen Abschnitten (Paläoböden), reinen Siltlagen, möglicherweise auch Kies-

Hämatit, Manganoxide und Eisenhydroxide

Ausbildung: bevorzugt an Klüften und Wurzelspuren

beschränkt auf gerötete Paläoböden

3.7 Bodenbildungen

Paläoböden (Abb. 7)

Ausbildung: verschiedene Paläoböden (s. T₅) am markantesten sind oxidierte Bereiche mit zerstörten primären Ablagerungsstrukturen der Sedimente

hinterlassen strukturlose bis turbate Gefüge

hier Wurzelreste mit Zentralkanal häufig

Farbe: rötliche Farbtöne (10YR 6/6, 5R 4/6, 6/2), teils grüne Farbe

Ausbildung: grüne Tone = Reduktionshorizonte von Gleysol-Böden (Klassifikation nach MACK et al. 1993 in LIPPMANN 2001)

teils zwischengeschaltete rostfarbene Horizonte bis 50 cm mächtig = Oxidationshorizont

Farbe: grün (5GY 5/2 bis 7/2), seltener rostfarben

Hydromorphe und subaquatische Böden

Formationszugehörigkeit: besonders in OPS und zwischen den Karbonaten der MPS

Oxidationshorizonte

Formationszugehörigkeit: UPS

Ausbildung: kräftige Oxidationsfarben dominieren an dezimeter- bis meterlangen Rissen

(strukturlose Tone, T_s)

Risse mit intensiv roten Verfärbungen, teils Reduktionsfarben im Zentrum

größere Mengen von Manganoxiden

Oxisol (nach MACK et al. 1993 in LIPPMANN 2001), eingeschränkt Vertisol (typisch braune Farbe fehlt)

Farbe: intensiv rote Verfärbungen (10R 6/6,

5R 4/6, 7/4)

Kalkkonkretionen

Formationszugehörigkeit: oberste Meter der OPS

Ausbildung: unregelmäßig, pedogene Bildung (Hinweis bei GAUPP & NICKEL 2001)

4. Lithotypen der Rotliegend-Abfolge (Perm)

Die verschiedenen Gesteinsarten des Rotliegend (obere Nahe-Subgruppe), wie sie in der Profilbeschreibung aufgeführt werden, sind ebenfalls in diverse Lithotypen klassifiziert (Abb. 16+17). Eine detaillierte Beschreibung erfolgt bei KOWALCZYK (2007: Kap. 2).

TST = Tonstein

TST_u = Tonstein, siltig

Tonstein, siltig, sandig

Tonstein, schwach siltig, feinsandig mit Grobsandsteinlagen

Tonstein, siltig, sandig mit Dolomitknollen

SIST_t / SIST_s = Ton- bis Siltstein, feinsandig

Siltstein, tonig

Siltstein, tonig, feinsandig

Siltstein, fein- bis grobsandig

Siltstein, fein- bis grobsandig, fein- bis grobflaserig mit Dolomitknollen

SDST_t / SDST_u = Feinsandstein, tonig, siltig

Feinsandstein, tonig, siltig mit vereinzelt Grobsandflasern

Feinsandstein, dolomitisch

Fein- bis Grobsandstein, tonig

SDST_g = Grobsandstein mit Quarz und Phyllit, Quarzit

5. Ergebnisse und Interpretation

Die Bohrungen bei Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken erschließen Quartär-, Paläogen- und Rotliegend-Abfolgen.

Zunächst wurde in der Bohrung W07 unter quartären Ablagerungen die tertiäre Bodenheimer-Formation (Rupelton) mit wenigen Metern ihrer untersten Subformation, der Wallau-Subformation (Foraminiferenmergel, Unterer Rupelton) angetroffen (KÜMMERLE 1996). Darunter folgt in normaler Abfolge der Übergang zur Pechelbronn-Gruppe (Obere Pechelbronn-Schichten). Der Übergang von Oberen Pechelbronn-Schich-

ten zu Bodenheimer-Formation (Rupelton) ist im Mainzer Becken nur selten erschlossen und wird von KÜMMERLE & RADTKE (2007) und MARTINI & RADTKE (2007) näher behandelt.

Biostratigraphische Untersuchungen ermöglichen eine Einstufung der Mittleren Pechelbronn-Schichten in das tiefste Unter-Oligozän (GRIEBEMER et al. 2007, GRIMM et al. 2007, MARTINI & REICHENBACHER 2007). Die Grenze Eozän/Oligozän verläuft innerhalb der Unteren Pechelbronn-Schichten. Obere und Untere Pechelbronn-Schichten sind weitgehend kalkfrei.

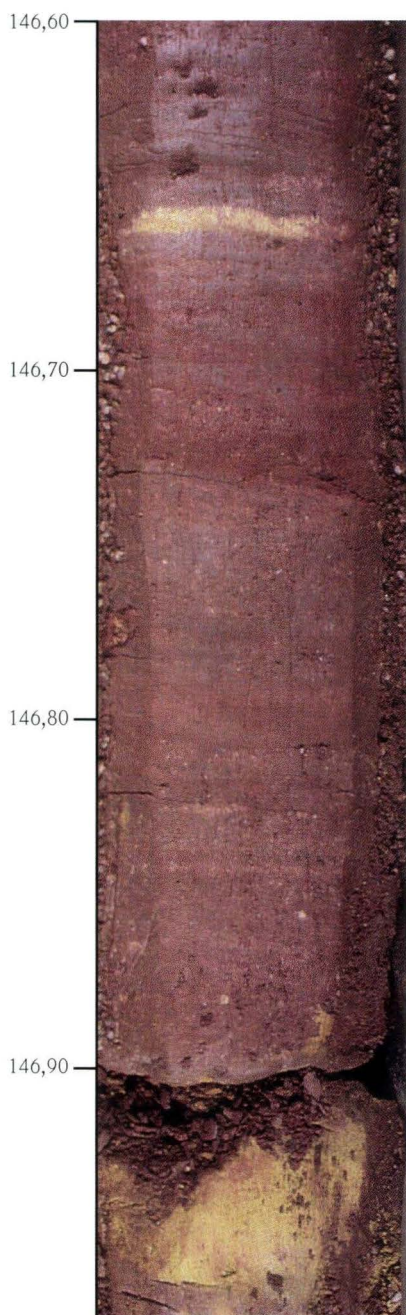


Abb. 16. Bohrung Wallau B98-BK5: 146,60–146,98 m: diffus geschichteter Siltstein, tonig, feinsandig (SIST₁), rotbraun, teils gelb entfärbt, flaserig, mit Sand- bis Grobsandfasern (Rotliegend, obere Nahe-Subgruppe).

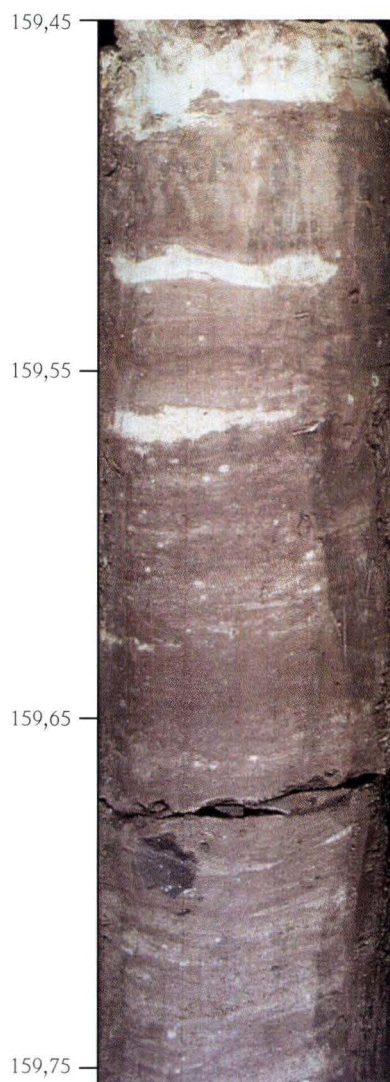


Abb. 17. Bohrung Wallau B98-BK5: 159,45–159,75 m: Tonstein (TST) bis Siltstein, tonig (SIST₁), blassaltrosa, mit beige-weißgrauen, dolomitischen Lagen (Caliche), Schichtung horizontal wellig und flaserig, feinschichtig, im mm-Bereich hell entfärbt (Rotliegend, obere Nahe-Subgruppe).

Die Mächtigkeiten der einzelnen Abfolgen betragen knapp 41 m für die Oberen Pechelbronn-Schichten, gut 54 m für die Mittleren und rund 51 m für die Unteren Pechelbronn-Schichten. Im Vergleich zur Bohrung W07 fehlen ca. 3,50 m der Oberen Pechelbronn-Schichten und Bodenheimer-Formation in der Bohrung B98-BK5 (Beil. 2 und MARTINI & RADTKE 2007: Abb. 2). Daher wird ein tektonischer Versatz von mindestens 8 m zwischen den beiden nur rund 50 m auseinander liegenden Bohrungen angenommen. Vermutlich sind die fehlenden Schichten in der Bohrung B98-BK5 vor Ablagerung der quartären Decksedimente abgetragen worden. Allerdings kann eine größere Schichtmächtigkeit auch durch Neigung der Bohrung zur Bohrungsachse nicht ausgeschlossen werden.

Im Liegenden der Pechelbronn-Gruppe (bei 144,85 m) schließen sich Ton-, Silt- und Sandsteine des Rotliegend (Perm) an, ab 156 m enthalten diese auch Karbonatkonkretionen. Die detaillierte Beschreibung der Rotliegend-Abfolge gibt KOWALCZYK (2007). Danach handelt es sich um Playa-Sedimente der Oberen Nahe-Subgruppe des Saar-Nahe-Beckens (Sponheim- bzw. Ständenbühl-Formation). KOWALCZYK (2007) diskutiert eine Zugehörigkeit der obersten Einheiten dieses Abschnitts (144,85–165,00 m) zu einer Rotfazies des Eozäns wie bei den Stockstadt-Bohrungen (GAUPP & NICKEL 2001). Er hält dies aber nicht für wahrscheinlich und führt die – für das Rotliegend untypische – Rotfärbung auf eine intensive präobereozäne Verwitterung zurück. Gegen eine Einstufung in die Rote Leitschicht (Ober-Eozän), wie es GAUPP & NICKEL (2001) im Raum Eich-Stockstadt proklamieren, widersprechen auch fehlende Nannoplankton-Funde aus den entsprechenden Horizonten in der Bohrung B98-BK5 (MARTINI & REICHENBACHER 2007). Zwischen den permischen und den tertiären Sedimenten besteht eine Schichtlücke im Umfang von mindestens 235 Mio. Jahren.

Im Folgenden werden die Ablagerungsbedingungen der tertiären Schichten diskutiert (vom Liegenden zum Hangenden):

Untere Pechelbronn-Schichten (B98-BK5: 93,75–144,85 m)

Im Hangenden der siltig-sandigen Sedimente des Rotliegend folgen die ersten grobklastischen Ablagerungen der Unteren Pechelbronn-Schichten (134,40–144,85 m). Sie bestehen im unteren Abschnitt (139,90–144,85 m) aus einem Wechsel von sehr inhomogenen grobklastischen Schüttungen (K_{ST}) mit gut sortierten Kiesgeröllen (K_R , K_G).

Im oberen Abschnitt der Abfolge (134,40–139,90 m) gehen diese groben Ablagerungen in Kiese mit undeutlichen rinnenförmigen Strukturen über (K_R). Die Geröllkomponenten bestehen aus Quarz, Kappenquarz und Quarzit. Die Matrix setzt sich aus intensiv rot gefärbtem Ton zusammen.

Interpretation: Die ersten tertiären Ablagerungen nach einer langen terrestrischen Phase stehen mit erneuten tektonischen Aktivitäten des Oberrheingraben und einer deutlichen Hebung des nahe gelegenen Taunus im Zusammenhang. Die hierdurch im Einzugsgebiet entstandene Morphologie hat zu einem fluviatil-alluvialen Ablagerungssystem im Vorland geführt. Hier wurden Sedimente mit Geröllgrößen in Kies- und Steinfraction und nur geringem Tonanteil abgelagert. Die Sedimente aus dem proximalen gebirgsnahen Raum des Taunus weisen auf ein hochenergetisches Ablagerungsmilieu mit einer alluvialen Schuttschürze hin. Diese wird von groben Schüttungen aus Hanggrutschen bzw. episodischen hochenergetischen, fluviatil abgelagerten Sedimenten durchsetzt, die in Starkregen-Ereignissen ihren Ursprung haben können. Die fluviatilen Rinnen haben sich vermutlich in die bestehenden Alluvialflächen zopfartig eingetieft.

Über diesem Abschnitt folgen 40 m mächtige feine, rot bis gelb gefärbte, siltige Tone (93,75–134,40 m) mit matrix- und klastgestützten Kieslagen (T_S , $K_T + K$). Die Kiese bestehen größtenteils aus Quarz und Quarzit, zwischen 120,00–134,40 m Teufe wurde zusätzlich verwitterter Metapelit beobachtet. Das Sediment weist eine starke Rotfärbung mit flammenartiger Marmorierung auf.

rung auf, die durch Oxidationsspuren auf unregelmäßigen Rissen hervorgerufen wird. An manchen Stellen sind Mangankonkretionen zu beobachten. Alle Quarzgerölle haben starke Anlösungsspuren.

Die obersten Meter der Unteren Pechelbronn-Schichten (93,75–96,60 m) zeigen erstmals Horizonte mit grünen Reduktionsfarben.

Interpretation: Im weiteren Verlauf erfuhrt das Ablagerungssystem eine mehr und mehr distale Verlagerung mit zunehmend geringer werdendem Gefälle, so dass eine von fluviatilen Rinnen durchzogene Schwemmebene entstand. Ebenso können nachlassende Hebungsimpulse des Taunus hier ursächlich sein. So setzten sich bei episodischen Überschwemmungen Tone in stehendem Wasser auf den Überflutungsebenen zwischen den Flussrinnen ab. In den fluviatilen Rinnen wurden dagegen korngestützte Kiese abgelagert. Immer wiederkehrende kurze und hochenergetische Abflussereignisse haben bei hohen Korndispersionen matrixgestützte Kiese entstehen lassen. Die Quarzgerölle haben bei mehrfacher Aufarbeitung und Umlagerung deutliche Anlösungen erfahren. Mit Hämatit und Eisenhydroxidkrusten ausgefüllte Hohlräume deuten auf eine Beanspruchung schon im Liefergebiet hin. Intensive Rotfärbung und möglicherweise Bodenbildung verweisen auf eine tiefgründige subtropische bis tropische Verwitterung.

Infolge einer zunehmenden Verlagerung des Ablagerungssystems in die Küstenebene bzw. unter tektonisch ruhigen Bedingungen bildeten sich in einem Fandelta bei steigenden Grundwasserständen und/oder ersten subaquatisch-marinen Ablagerungen in den oberen Horizonten der Unteren Pechelbronn-Schichten reduzierte grüne Sedimente. Sie sind erste Anzeichen der 1. Rupelium-Transgression (MPS).

Mittlere Pechelbronn-Schichten (B98-BK5: 39,55–93,75 m; W07: 46,55–80,20 m)

Die ersten karbonatischen Ablagerungen der Mittleren Pechelbronn-Schichten setzen in der

Bohrung B98-BK5 bei 92,70 m ein. Diese ersten Karbonate sind ähnlich wie die Tone im Liegenden von einer intensiven Rotfärbung geprägt. Einmalig schaltet sich eine reine Quarz-Silt-Lage bei ca. 90 m ein. Bei 85 m kommt die letzte matrixgestützte Kieslage vor.

Bis etwa 65 m bestehen die Ablagerungen aus einem Wechsel zwischen grünen, strukturlosen, seltener horizontal geschichteten Tonen ($T_S + T_H$) und Karbonaten ($M_H + M_S$), zwischen denen immer wieder Schwarzpelite (T_F) eingeschaltet sind. In der Bohrung W07 sind zwischen 51 und 66 m mächtige Tonmergelpakete ausgebildet.

Die Schwarzpelite kommen in der Bohrung B98-BK5 hauptsächlich zwischen 65 und 85 m vor, wobei ihre größte Mächtigkeit von 1,10 m bei ca. 74 m liegt. Anteil und Mächtigkeit der karbonatischen Lagen nehmen zum Hangenden hin zu.

In der Bohrung B98-BK5 besteht oberhalb 65 m die Abfolge zum größten Teil aus Mergeln (M_H , ab 54 m M_S). Hier sind nur noch selten Schwarzpelite (letzter Horizont bei 57 m) anzutreffen. In den letzten Metern der Mittleren Pechelbronn-Schichten (ab 44 m) treten wie an der Basis der MPS verstärkt wieder geflammte Tone (T_S) auf.

Auch in den Ablagerungen der Mittleren Pechelbronn-Schichten findet man immer wieder Anzeichen für Bodenbildungen. So kommen an der Basis (91–94 m) und im oberen Teil (40–48 m) stark oxidierte Horizonte vor. Der mittlere Abschnitt zwischen 48–91 m ist von wenig oxisch bis nicht oxischen Böden mit Wurzelresten und Peloturbationsspuren gekennzeichnet. Bei 81,50 m treten rissartige Strukturen auf, die als Trocken-, Synärese- oder Schrumpfrisse von Algenmatten (subaquatisch) gedeutet werden können. Zusammen mit den intensiven Rotfärbungen sind sie mögliche Anzeiger zwischenzeitlichen Trockenfallens des Ablagerungssystems.

Interpretation: Die erste marine unteroligozäne Ingression (Rupelium) in den nördlichen Oberrheingraben ist im Ablagerungsraum im unteren Teilabschnitt der Mittleren Pechelbronn-Schichten dokumentiert. Das Meer kam aus

Norden über die Hessische Straße von der Paläo-Nordsee (GRIEBEMER et al. 2007, GRIMM et al. 2007). Es wird von zunächst marinen, im weiteren Verlauf der Ablagerungen von zunehmend brackischen bis letztendlich limnisch-brackischen Verhältnissen ausgegangen.

In den untersten Metern der Mittleren Pechelbronn-Schichten dominieren noch Tone und Kiese und zeugen von verzweigten Flussrinnen eines küstennahen Deltabereiches (Braided-Delta). Der sukzessive Übergang und die Verzahnung bzw. Vermischung von Ton- mit Karbonatschlamm kennzeichnet die erste Ingression im Unter-Oligozän in einen randmarinen Bereich. Die Ingression ist durch Fossilien für das gesamte Mainzer Becken (GRIEBEMER 1998) und auch bis in den südlichen Oberrheingraben nachgewiesen (PIRKENSEER & BERGER 2005). Die maximale Transgression (HST) ist vermutlich durch den *Bolboforma*-Horizont bei 84 m gekennzeichnet (GRIEBEMER et al. 2007, GRIMM et al. 2007).

Der Übergang von terrestrischem zu marinem Ablagerungsmilieu erfolgte nur allmählich und in kleinen Schritten, wobei zunächst noch ein stetiger Wechsel zwischen terrestrischem und marinem Milieu diesen Teil des Mainzer-Beckens geprägt hatte. So bezeugen die episodisch auftretenden Kiese und der karbonatfreie Tonanteil weiterhin den fluviatilen Einfluss des Festlandes. Die immer wieder eingeschalteten Schwarzelite mit ihrem hohen Gehalt an organischem Material gehen sowohl auf Einschwemmungen von Landpflanzen als auch Seegraswiesenproduktionen (DERSCH-HANSMANN 2007, GRIMM et al. 2007) zurück. Diese existieren in einem zunehmend flacher werdenden, ruhigen Ablagerungsraum mit niederenergetischen Verhältnissen. Die Anreicherung organischen Materials unter euxinischen Bedingungen geht einher mit geringer Bodenwasserbelüftung, hoher Bioproduktion und einer geringen Sedimentationsrate in vermutlich morphologisch differenzierten Buchten und Einsenkungen im Einklang mit deutlich eingeschränktem Wasseraustausch. Vermutlich verlagerte sich die oxisch/anoxische

Grenze vom aquatischen Bereich zum Sediment bzw. zur Sedimentoberfläche mehrfach.

Die nachfolgende Regression des Meeres führte zu einer zunehmenden Verfüllung und damit allmählicher Verflachung des lagunären Ablagerungsraums. Mit weiterhin episodischer Süßwasserzufuhr von Land erfolgte eine zunehmende Verbrackung der Lagune (GRIEBEMER et al. 2007, GRIMM et al. 2007). Eine von lateralem Sedimenteintrag weitgehend ungestörte Karbonatproduktion ließ mächtige Tonmergelpakete im oberen Teil entstehen. Die in den obersten Metern der Mittleren Pechelbronn-Schichten abgelagerten Tone dokumentieren den wieder verstärkten Einfluss von fluviatilen Sedimenten. Episodisches Trockenfallen zeigt sich in pedogenen Sedimentstrukturen.

Obere Pechelbronn-Schichten (B98-BK5: 2,10–39,55 m; W07: 6,45–46,55 m)

Die Oberen Pechelbronn-Schichten setzen sich vorwiegend aus Tonen mit Kieseinschaltungen (T_S , K_T) zusammen und zeigen somit eine den Unteren Pechelbronn-Schichten ähnliche Sedimentabfolge auf. Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal ist die Ausbildung der Kieslagen. Diese treten im Bereich der Oberen Pechelbronn-Schichten wesentlich seltener auf und zeigen eine deutlich geringere Mächtigkeit. In der Bohrung B98-BK5 enthalten nur die untersten Meter der Oberen Pechelbronn-Schichten mächtigere Kieslagen mit erosiver Basis (K , K_T). Die Tone zeigen größtenteils Redoxfarben mit einigen oxischen Horizonten, die auf zeitweilige Exposition hindeuten. Hauptsächlich an der Basis und untergeordnet auch zwischen 20 und 24 m treten klastgestützte Kieslagen (K) und wenige Sandeinschaltungen (S_C) auf. Daneben sind vorwiegend matrixgestützte Kieslagen in die Tonsedimente eingeschaltet. Die oberen 10 m der Oberen Pechelbronn-Schichten enthalten unregelmäßige Karbonatkonkretionen.

Die Komponenten der Kieseinschaltungen umfassen ein größeres Geröllspektrum als es in den Unteren Pechelbronn-Schichten beobachtet

werden kann. Es kommen zusätzlich Wiesbaden-Metarhyolithe (Serizitgneis) und deutlich vermehrt Metapelite (Phyllite) vor. Die Komponenten sind im Gegensatz zu denen der Unteren Pechelbronn-Schichten meist frisch und unverwittert. Nur die größeren Quarzkörner zeigen Korrosionsbuchten.

Die Kieslagen sind in der Bohrung W07 deutlich geringmächtiger ausgebildet als in der Bohrung B98-BK5 (Beil. 2). Geländeanschnitte entlang der ICE-Trasse zeigten, dass die Kieshorizonte nur eine geringe laterale Verbreitung maximal im 10er m-Bereich besitzen und daher eine Korrelation einzelner Kieseinschaltungen nicht möglich ist (KÜMMERLE & RADTKE 2007).

Interpretation: Nach der Regression des Meeres gegen Ende der Mittleren Pechelbronn-

Schichten wurde das Ablagerungsmilieu der Oberen Pechelbronn-Schichten erneut durch fluviatil-alluviale Sedimentationsbedingungen geprägt. So setzten sich bei episodischen Überschwemmungen der Flussrinnen auf den Überschwemmungsebenen wieder feinkörnige Tone aus der Suspension ab. Oxidative Überprägungen der Sedimente weisen auf zeitweilige Exposition der Sedimentationsoberfläche hin.

Das breitere Geröllspektrum hat seine Ursache in einer fortgeschrittenen Erosion im Liefergebiet, dem Taunus. Sie deuten auf eine proximale Lage des Ablagerungsraumes zur Zeit der Oberen Pechelbronn-Schichten hin bzw. auf erneute Hebungsimpulse. Die Wiesbaden-Metarhyolithe und Metapelite besitzen gegenüber Quarz und Quarzit geringere Härtegrade und würden somit keine weiten Transportwege überstehen.

6. Zusammenfassung

Nach einer langen terrestrischen Phase mit intensiver tiefgründiger Verwitterung der Rotliegend-Sedimente haben tektonische Aktivitäten im nördlichen Oberrheingraben und die Heraushebung des Taunus eine erneute Sedimentation im nördlichen Mainzer Becken eingeleitet (GRIMM & GRIMM 2003).

Die paläogenen Sedimente der Bohrungen Walgau zeigen zwei sedimentäre Hauptzyklen in einem sehr küstennahen Ablagerungsraum, die noch von kleineren Zyklen überlagert werden. Der erste Zyklus beginnt mit alluvialen Ablagerungen an der Basis, geht über Schwemmebenen- und Schwemmfächer in marine Ablagerungen (maximale Transgression bei ca. 84 m) über. Damit ist die erste unteroligozäne Transgression (Rupelium) im nördlichen Oberrheingraben nachgewiesen. Eine Meeresverbindung über die Hessische Straße nach Norden mit der Paläo-Nordsee ist durch diverse Fossilfunde belegt (GRIEBEMER et al. 2007, GRIMM et al. 2007). Gegen Ende des Sedimentationszyklus verflacht sich der Ablage-

ungsraum und sülft zunehmend aus, bis erosiv einschneidende fluviatile Sedimente (OPS) den Beginn des zweiten Hauptzyklus einleiten. Die zweite, bedeutendere Rupelium-Transgression wird durch die Sedimente der Bodenheim-Formation (Bohrung W07) dokumentiert.

Danksagung: Herrn Dr. Rainer Blum (HLUG) sei für die Erstellung des Gamma-Logs gedankt. Herr Dipl.-Geol. Hans-Jürgen Anderle (HLUG) hat dankenswerterweise das Geröllspektrum der Bohrung aufgenommen und zur Verfügung gestellt. Für die technischen Hilfestellungen bei der Anfertigung der Abbildungen danken wir Herrn Jens Dengler, Frau Jutta von Dziegielewska und Frau Monika Retzlaff sowie für die kritische Bearbeitung des Textes Frau Dagmar Tangemann (alle HLUG). Dank geht auch an die Herren Gerd Gleixner, Jens Radke und Dirk Sachse (Max-Planck-Institut für Biogeochemie, Jena) sowie an Frau Sigrid Bergmann (Institut für Geowissenschaften, Univ. Jena).

7. Schriftenverzeichnis

- ANDERLE, H.-J. (1984): Postvariszische Bruchtektonik und Mineralisation im Taunus – Eine Übersicht. – Schriftenr. GDMB, **41**: 201–217, 2 Abb.; Weinheim.
- ANDERLE, H.-J. & RADTKE, G. (2001): Beobachtungen zur oligozänen Meeresküste in Wiesbaden – Küstensedimente beiderseits von Nero- und Rambachtal. – Jb. nass. Ver. Naturkde., **122**: 23–42, 13 Abb.; Wiesbaden.
- DERSCHE-HANSMANN, M. (2007): Organisch-geochemische Untersuchungen an unteroligozänen Sedimenten der Bohrung Wallau B98-BK5. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 113–126, 5 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.) (2002): Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2002. – 1 Tab., Beiheft: 16 S.; Potsdam.
- DOEBL, F. (1958): Stratigraphische und paläogeographische Ergebnisse neuerer mikropaläontologischer Untersuchungen im Tertiär des Rheintal-Grabens. – Erdöl und Kohle, **11**: 373–376; Hamburg.
- DOEBL, F. (1967): The Tertiary and Pleistocene sediments of the northern and central part of the Upper Rhinegraben. – Abh. Geol. LA Baden-Württemberg, **6** (auch Mém. Serv. Cart. géol. d'Alsace-Lorraine, **26**): 48–54, 11 figs.; Freiburg i.Br. (Strasbourg).
- DOEBL, F. (1969): Ein Oberflächenaufschluß in den Pechelbronner Schichten (Sannois) bei Nackenheim (Westliches Mainzer Becken). – Oberrh. geol. Abh., **18**: 47–51, 1 Abb.; Karlsruhe.
- 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.
- GAUPP, R. & NICKEL, B. (2001): Die Pechelbronn-Schichten im Raum Eich-Stockstadt (Nördlicher Oberrheingraben; Blatt 6216 Gernsheim). – Geol. Jb. Hessen, **128**: 19–27, 6 Abb.; Wiesbaden.
- GEIB, K. (1917): Beiträge zur Kenntnis der Westufer des Mainzer Beckens. 1. Über fluviomarine Ablagerungen im Tertiär von Kreuznach. – Notizbl. Ver. Erdk. u. großh. geol. L.-Anstalt, (V)**3**: 22–25, 1 Abb.; Darmstadt.
- GEIB, K. (1922): Der Südwesten Rheinhessens in Geologie und Vorgeschichte. I. Teil: Im westlichen Mainzer Becken. – 20 S.; Mainz.
- GIGNOUX, M. & HOFFMANN, C. (1920): Le bassin pétrolière de Pechelbronn (Alsace). – Bull. Serv. Cart. géol. d'Alsace Lorraine, **1** (1): 1–46, 3 figs., 3 pl.; Strasbourg.
- GRIEBEMER, T.W. (1990): *Grinioneis pechelbronnensis* n. sp., eine neue Ostrakoden-Art aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten des Mainzer Beckens (Ostrakoda, Paläogen, SW-Deutschland). – Mitt. POLLICHA, **77**: 125–132, 2 Taf.; Bad Dürkheim.
- GRIEBEMER, T.W. (1998): Ostracods – a tool for correlating Lower Oligocene deposits in Western Germany (Westphalia, Hesse and Rhine-Palatinate). – In: CRASQUIN-SOLEAU, S., BRACINI, E. & LETHIERS, F. (eds.): What about Ostracoda! Actes du 3^e Congrès Européen des Ostracodologists, 1996. – Bull. Centre Rech. Elf Explor. Prod., Mém., **20**: 141–157, 4 figs., 4 pls.; Pau.
- GRIEBEMER, T.W. (2002): The *Bolboforma* signal – a distinct level for correlating Lower Oligocene Deposits (NP 22), the *Melania* Clay Formation of Northern Hesse (Hessian Depression) with the Middle Pechelbronn Formation of the Mainz Basis (Rhineland-Palatinate, Germany). – In: GÜRS, K. (ed.): Northern European Cenozoic Stratigraphy. – Proc. 8th Bienn. Meet. RCNNS/RCNPS: 57–65, 6 figs., 1 pl.; Flintbek.
- GRIEBEMER, T.W., UFFENORDE, H. & RADTKE, G. (2007): Die Ostracoden der Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän) in der Bohrung Wallau B98-BK5 (nordöstliches Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 173–192, 3 Abb., 1 Taf., Beil. 4; Wiesbaden.
- GRIMM, K.I. (2002): Foraminiferal zonation of Early Oligocene deposits (Selzthal Group, Latdorfian, Rupelian) in the Mainz Basin (Germany). – J. Micropal., **21**: 67–74, 3 figs., 1 pl.; London.
- GRIMM, K.I. & GRIMM, M.C. (2003): Geologischer Führer durch das Mainzer Tertiärbecken. – In: K.I. GRIMM, M.C. GRIMM, F.O. NEUFER & H. LUTZ (Hrsg.): Die fossilen Wirbellosen des Mainzer Tertiärbeckens, Teil 1-1. – Mainzer naturw. Archiv, **26**: 158 S., 16 Abb., 3 Taf.; Mainz.

- GRIMM, K.I., GRIMM, M.C. & SCHINDLER, T. (2000): Lithostratigraphische Gliederung im Rupelium/ Chattium des Mainzer Beckens, Deutschland. – N. Jb. Geol. Pal. Abh., **218**: 343–397, 4 Abb.; Stuttgart.
- GRIMM, K.I. & RADTKE, G. (2002): Lithostratigraphische Gliederung im Rupelium/Chattium des Mainzer Beckens, Deutschland: Wallau-Subformation („Unterer Rupelton“); Bodenheim-Formation/Selztal-Gruppe. – Geol. Jb. Hessen, **129**: 127–131, 2 Abb.; Wiesbaden.
- GRIMM, K.I., RADTKE, G. & SPIEGLER, D. (2007): Foraminiferen und Bolboformen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (tiefes Unter-Oligozän) der Bohrung Wallau B98-BK5. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 157–171, 1 Abb., 2 Taf., Beil. 3; Wiesbaden.
- GRIMM, M.C. (2005): Beiträge zur Lithostratigraphie des Paläogens und Neogens im Oberrheingebiet (Oberrheingraben, Mainzer Becken, Hanauer Becken). – Geol. Jb. Hessen, **132**: 79–112, 4 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- HOTTENROTT, M. & PROSS, J. (2007): Terrestrische und aquatische Mikroflora aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrungen W07 und B98-BK5 bei Wallau (nordöstliches Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 127–139, 1 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- JANSSEN, R. (2007): Mollusken aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (tiefes Unter-Oligozän) der Bohrungen W07 und B98-BK5 bei Wallau (Hessen). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 205–233, 1 Abb., 6 Taf., Beil. 5; Wiesbaden.
- KADOLSKY, D. (1975): Zur Paläontologie und Biostratigraphie des Tertiärs im Neuwieder Becken. – Decheniana, **128**: 113–117, 15 Abb.; Bonn.
- KALLIES, H.B. & SONNE, V. (1969): Die Untergrundverhältnisse zwischen Nackenheim und Bodenheim am Rhein, erkundet durch geoelektrische Widerstandsmessungen und Bohrungen. – Oberrhein. geol. Abh., **18**: 53–66, 7 Abb., Taf. 2; Karlsruhe.
- KOWALCZYK, G. (1983): Das Rotliegende zwischen Taunus und Spessart. – Geol. Abh. Hessen, **84**: 99 S., 48 Abb., 2 Tab., 8 Taf.; Wiesbaden.
- KOWALCZYK, G. (2007): Die Rotliegend-Sedimente in der Bohrung Wallau B98-BK5. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 89–97, 4 Abb.; Wiesbaden.
- KOWALCZYK, G., KÜMMERLE, E. & SEMMEL, A. (1999): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000, Bl. 5918 Neu-Isenburg, 3. Aufl.: 208 S., 21 Abb., 9 Tab., 2 Beibl.; Wiesbaden.
- KÜMMERLE, E. (1995): Ein geologisches Profil vom Taunus zum Main. – Jb. nass. Ver. Naturkde., **116**: 73–80, 1 Abb.; Wiesbaden.
- KÜMMERLE, E. (1996): „Milchquarzkies“, „Randfazies“ und Unteroligozän bei Wallau, Main-Taunus-Kreis. – Jb. nass. Ver. Naturkde., **117**: 65–68, 1 Abb.; Wiesbaden.
- KÜMMERLE, E. & RADTKE, G. (2007): Die Geologie der Umgebung von Wallau (nordöstliches Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 73–88, 8 Abb.; Wiesbaden.
- LIPPMANN, R. (2001): Petrographische und isotope geochemische Untersuchungen der Pechelbronn-Schichten (Obereozän/Unteroligozän) im nördlichen Oberrheingraben. – Unveröff. Dipl.-Arb., Inst. Geowissenschaften, Univ. Jena: 68 S., 15 Abb., 7 Taf., Anhang mit 46 S., 9 Abb., 20 Tab.; Jena.
- LIPPMANN, R., GAUPP, R., GLEIXNER, G. & RADTKE, J. (2007): Petrographische und isotope geochemische Untersuchungen ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$) der Mittleren Pechelbronn-Schichten in der Bohrung Wallau B98-BK5. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 99–111, 4 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- MARTINI, E. (1973): Nannoplankton-Massenvorkommen in den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän). – Oberrhein. geol. Abh., **22**: 1–12, Taf. 1–3; Karlsruhe.
- MARTINI, E. (1982): Bestandsaufnahme des Nannoplankton im „prä-aquitane“ Tertiär des Mainzer Beckens. – Mainzer geowiss. Mitt., **10**: 29–36, 1 Tab.; Mainz.
- MARTINI, E. (1987): Nannoplankton aus dem nordhessischen Melanienton und von Sieblös/Rhön (Unter-Oligozän). – Geol. Jb. Hessen, **115**: 161–169, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.

- 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 figs.; Bremen.
- MARTINI, E. & RADTKE, G. (2007): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation) – Einführung und Synthese. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 7–36, 10 Abb., 1 Tab., Beil. 1; Wiesbaden.
- MARTINI, E. & REICHENBACHER, B. (2007): Nannoplankton und Fisch-Otolithen in den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän, Oberrheingraben/Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 235–273, 9 Abb., 9 Tab., 3 Taf.; Wiesbaden.
- MARTINI, E. & ROTHE, P. (2005): Die Fossilagerstätte Sieblös an der Wasserkuppe/Rhön – Neue Daten zur Genese, zum Alter und zur Fossilführung. – Geol. Jb. Hessen, **132**: 55–68, 9 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.
- MARTINI, E. & SCHILLER, W. (1998): Kalkiges Nannoplankton von Sieblös/Rhön und dem Neuwieder Becken (Unter-Oligozän). – In: MARTINI, E. & ROTHE, P. (Hg.): Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblös an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 165–172, 1 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- NICKEL, B. (1996): Palynofazies und Palynostratigraphie der Pechelbronn-Schichten im nördlichen Oberrheingraben. – Palaeontographica, **B240** (1-6): 151 S., 10 Abb., 4 Diagr., 21 Taf.; Stuttgart.
- PIRKENSEER, C. & BERGER, J.-P. (2005): The Southern Upper Rhinegraben (SURG) Paleogene and its ostracofauna. – <http://www.userpage.fu-berlin.de/~palaent/iso15/pdfs/pirkenseer.pdf>
- RADTKE, G. (2007): Mikroendolithen in Molluskenschalen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 141–155, 1 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- RADTKE, G. (in Vorber.): Kap. 5.4.7 Kalkfreie Randfazies. – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland – Tertiär: Oberrheingraben mit angrenzenden Teilbecken und Mittelgebirgen. – Schriften. dt. geol. Ges.; Hannover.
- RADTKE, G., GRIEBEMER, T.W., GRIMM, K.I., HOTTENROTT, M., JANSSEN, R., LIPPMANN, R., KÜMMERLE, E., MARTINI, E., REICHENBACHER, B., SCHOLZ, J., SPIEGLER, D. & VÁVRA, N. (2003): Erster Meereseinbruch im Oberrheingraben – Entwicklung, Biodiversität, Paläogeographie (Pechelbronn-Schichten, Obereozän–Unteroligozän). – Terra Nostra, **2003** (5): 124–125; Mainz.
- REICHENBACHER, B. (1995): Unteroligozäne Fische (Otolithen) aus dem Neuwieder Becken (Rheinisches Schiefergebirge, West-Deutschland). – Paläont. Z., **69** (1/2): 241–255, 4 Abb.; Stuttgart.
- RITZKOWSKI, S. (1967): Die Feingliederung des Hessischen Melanientons (Unteroligozän, nördliches Hessen). – Geologica et Palaeontologica, **1**: 97–100, 2 Abb.; Marburg.
- RITZKOWSKI, S. (1969): Nördliches Hessen. – In: ANDERSON, H.-J., GRAMANN, F., RITZKOWSKI, S., SONNE, V. & TOBIEN, H. (Hrsg.): Führer zur Oligocän-Exkursion 1969: 58–83, Abb. 10–17; Marburg.
- ROTHAUSEN, K. & SONNE, V. (1984): Mainzer Becken. – Sammlung geol. Führer, **79**: 203 S., 21 Abb., 47 Taf.; Berlin (Borntraeger).
- SCHÄFER, P. (1986): Eine unteroligozäne Mikrofauna von Bubenheim bei Koblenz (Tertiär, Neuwieder Becken). – Mainzer geowiss. Mitt., **15**: 65–76, 7 Abb.; Mainz.
- SCHNAEBELE, R. (1948): Monographie géologique du champ pétrolifère de Pechelbronn. – Mém. Serv. Cart. géol. d'Alsace Lorraine, **7**: 254 p., 39 figs., 16 tab., 6 pls., 11 app.; Strasbourg.
- SCHOLZ, J. & VÁVRA, N. (2007): Eine neue Art der Gattung *Penemia* (Bryozoa, Cheilostomatida) aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän) des Mainzer Beckens. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 193–203, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- SITTLER, C. & SONNE, V. (1971): Vorkommen und Verbreitung eozäner Ablagerungen im nördlichen Mainzer Becken. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1971**: 372–384, 2 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.
- SONNE, V. (1968): Eozäne Ablagerungen in Rheinhessen (Mainzer Becken). – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1968**: 702–704; Stuttgart.
- SONNE, V. (1970): Das nördliche Mainzer Becken im Alttertiär; Betrachtungen zur Paläogeographie, Paläogeographie und Tektonik. – Oberrhein. geol. Abh., **19**: 1–28, 12 Abb., 1 Tab.; Karlsruhe.
- TOBIEN, H. (1968): Mammifères éocènes du Basin de Mayence et de la partie orientale du Fossé Rhénan.

- Mém. B.R.G.M., **58**: 297–307, 1 fig., 1 tab.; Paris.
- WAGNER, W. (1926): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen im Maßstabe 1:25 000, Blatt Wöllstein-Kreuznach. – 118 S.; Darmstadt.
- WAGNER, W. (1955): Das Auftreten von Unteroligozän im Mainzer Becken. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **83**: 228–236; Wiesbaden.
- WAGNER, W. & MICHELS, F. (1930): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen im Maßstabe 1:25 000, Blatt Bingen-Rüdesheim. – 167 S.; Darmstadt.
- WERVEKE, L. VAN (1895): Vorkommen, Gewinnung und Entstehung des Erdöls im Unter-Elsass. – Zschr. prakt. Geologie, **3**: 97–114, Abb. 27–29, Taf. 3; Berlin (Springer).
- WERVEKE, L. VAN (1909): Das Erdölvorkommen im Elsass. – In: ENGLER, C. & HÖFER, H. VON (Hrsg.): Das Erdöl, seine Physik, Chemie, Geologie, Technologie und sein Wirtschaftsbetrieb, Band 2: Geologie, Gewinnung und der Transport des Erdöls: 209–234, 8 Abb., 1 Taf.; Leipzig (Hirzel).
- WIRTH, E. (1969): Die Probleme des Eozäns im deutschen Anteil der Oberrheinebene und ihrer Randzonen. – Mém. B.R.G.M., **69**: 287–306, 1 Tab.; Paris.

8. Anhang

Wallau B98-BK5

Ort: Hofheim a.Ts., Ortsteil Wallau (Deutschland, Hessen, Main-Taunus-Kreis)
 TK 25, Bl. 5916 Hochheim am Main, R 3455220, H 5546660, 134,50 m ü. NN
 Bohrverfahren: RKR bis 20 m, SK6 L bis ET = 170 m
 Grundwasserstand: 26.10.1998: 3,10 m; 28.10.1998: 32 m; 3.11.1998 GOK
 Auftraggeber: Hessisches Landesamt für Bodenforschung (HLfB), jetzt Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG)
 Ausführer: Fa. Schützeichel, Neustadt/Weil (Bohrmeister: Herr Horn)
 Lagerung: HLUG, Bohrkernlager Aumenau
 Geologische Ansprache: RADTKE, LIPPMANN, ANDERLE (Gerölle), KOWALCZYK (Rotliegend);
 die Bohrung wurde vollständig gekernt; totaler Kernverlust ca. 2,30 m, Teilverlust (nur loser Kies gewonnen) ca. 12 m
 Kernqualität: sehr gut
 Kaliber: bis 20 m 146 mm, bis ET 300 mm Bohrlochdurchmesser
 Gamma-Log bis 165 m (Dr. Rainer Blum, HLUG)

Wallau W07

Ort: Hofheim a.Ts., Ortsteil Wallau (Deutschland, Hessen, Main-Taunus-Kreis)
 TK 25, Bl. 5916 Hochheim am Main, R 3455234, H 5546705, 133,56 m ü. NN
 Auftraggeber: Deutsche Bundesbahn (Deutsche Bahn AG)
 Ing.-Büro: Ingenieursozietät Prof. Dr. Katzenbach
 Ausführer: Fa. Bachor GmbH (Geräteführer: Herr Ruffer)
 Lagerung: HLUG, Bohrkernlager Aumenau
 Geologische Ansprache: KÜMMERLE, RADTKE

8.1 Bohrung Wallau B98-BK5

[m]

0–1,80	Grasnarbe, Boden, dunkelbraun (5YR 5/2, 10YR 5/4) vereinzelt schwach kalkhaltig (Holozän, Hochflutlehm)		
–2,10	Kies (K), (Kernverlust) (Pleistozän, Terrasse des Wickerbaches) (Abb. 1)	–20,60	Kies (K), blassgrün (5GY 7/2), Gerölle Ø bis 2 cm: Quarz, Quarzit und Phyllit
QUARTÄR		–21,80	Ton (T _s), siltig, blassgrün (5GY 7/2) vereinzelt ockerbraun (10YR 5/4) gefleckt, Quarzfeinsandlagen (S _c) bei 21,10 m und 21,50 m mit Sideritkonkretionen und vereinzelt Phyllit
<hr/>			
TERTIÄR – Pechelbronn-Gruppe, Obere Pechelbronn-Schichten (OPS)			
–5,85	Ton (T _s), siltig, blassgrün (5GY 7/2 bis 5/2) und ockerbraun (10YR 6/6, 8/2, 8/5) mit vereinzelt Kies-Geröllen: Quarz, Quarzit, Ø bis 2 cm, Mn-Belag auf Trennflächen, Kalkkonkretionen bei 2,20 m, 4,0–4,10 m, 4,25–4,50 m, Ø bis 5 cm, dünne Kieslagen (K _r) bei 3,10 m und 3,85 m, Wurzelspuren	–22,05	Kies (K), blassgrün (5GY 7/2), Gerölle: Quarz und Phyllit
–6,10	Kies (K _r), tonig, Gerölle Ø 1–2 cm: Quarz, Serizitgneis, gut- bis kantengerundet	–22,40	Ton (T _h , T _s), blassgrün (5GY 7/2), im oberen Teil undeutlich horizontal laminiert bis 22,15 m
–7,95	Ton (T _s), siltig, blassgrün bis blaugrün (5GY 7/2 bis 5/2), vereinzelt Quarzgerölle, Wurzelspuren, Kalkkonkretionen bei 6,50–6,55 m, Ø bis 4 cm (Abb. 4)	–22,90	Kies (K), blassgrün (5GY 7/2), Gerölle: Quarz, Quarzit und Phyllit, Top und Basis Grobsand (SG), am Top braun gefärbt (10YR 6/6)
–8,20	Kies (K), orange bis braun (10YR 8/5), Quarzgerölle Ø bis 4 cm, Phyllit	–31,20	Ton (T _s), blassgrün (5GY 7/2), Oxidationshorizonte (Farben: 10YR 5/4, 6/6, 5YR 5/2, 5R 4/6, 7/2) bei 23–24 m und 24,40–30,50 m, Grobsandlage (S _c) bei 23,40 m, Feinkieslagen (K _r) bei 24,20 m (Quarz), 28,10 m und 29,40 m (Quarz, Phyllit)
–12,40	Ton (T _s), siltig, blassgrün (5GY 7/2) mit vereinzelt Kies-Geröllen, Ø 0,5–1 cm, max. bis 2 cm, Wurzelspuren, dünne Kieslagen (K _r) bei 10,50 m, 11,30 m (Sideritkonkretionen) und 11,60 m mit Quarz, Quarzit und Phyllit	–32,00	Mittel- bis Grobsand (S _c), blassgrün, Sideritkonkretionen, Quarz, Phyllit
–12,65	Kies (K _r), blassgrün (5GY 7/2), Quarz	–32,70	Ton (T _s), blassgrün
–18,40	Ton (T _s), bis 13,75 m blassgrün (5GY 7/2), Oxidationshorizonte (Farben: braun, violett, altrosa 10YR 5/4, 5R 4/6, 6/2, 5GY 5/2) von 13,80–16,80 m und 17,30–18,30 m, bei 14 m Wurzelspuren	–33,40	Kies (K, K _r), blassgrün, Quarz, Quarzit, Phyllit, Serizitgneis
–18,60	Kies (K _r), blassgrün (5GY 7/2), Quarz, Phyllit und Serizitgneis	–34,00	Ton (T _s), blassgrün, Kies (K _r) mit Geröllen Ø bis 5 cm, von 33,70–33,95 m mit Quarz, Phyllit und Serizitgneis
–18,85	Ton (T _s), siltig, blassgrün (5GY 7/2) bis schwach braun (10YR 5/4) gefleckt, Gerölle Ø bis 1 cm, Quarz, Serizitgneis	–38,80	Kies (K, K _r), braun (10YR 5/4, 6/6), Gerölle Ø 1–5 mm, vereinzelt bis 2 cm: Quarz, Quarzit, Phyllit
–19,40	Kies (K _r), siltig, blassgrün bis blaugrün (5GY 7/2), Gerölle Ø bis 3–4 cm: Quarz, Quarzit, Phyllit und Serizitgneis (Abb. 11)	–39,00	Ton (T _s), braun (10YR 5/4, 6/6)
–20,30	Ton (T _s), siltig, violettbraun, ockerbraun (10YR 5/4), blassgrün (5GY 7/2, 5/2) mar-	–39,55	Fein- bis Mittelkies (K _r), stark tonig, graubraun, an Basis Quarz, Ø 1–2 cm, gut gerundet
			Obere Pechelbronn-Schichten (OPS)
			<hr/>
			Mittlere Pechelbronn-Schichten (MPS)
		–43,60	Ton (T _s), blassgrün, Oxidationshorizont ab 40,10 m, an Basis fossilführend, teils mar-moriert (Abb. 3)
		–44,50	karbonatischer Ton (M _s), grüngrau (5GY 7/2), braun (10YR 5/4, 6/6) und rot bis alt-

	rosa (5R 4/6, 6/2, 7/2) marmoriert	-65,75	Ton (T _S), grün (5GY 4/1), Schichtung ver-
-44,90	Ton (T _S , T _H), grüngrau (5GY 7/2), braun (10YR 5/4, 6/6) und rot bis altrosa (5R 4/6, 6/2, 7/2) marmoriert, unterer Teil undeutlich laminiert	-66,40	Ton (T _S), grünlichgrau bis olivgrau (5GY bis 5Y 6/1, z.T. 5G 6/1)
-48,10	Wechselfolgen von Ton- und Karbonatmergel (M _S), im oberen Teil Wurzelspuren, bis 45,50 m grüngrau (5GY 7/2), braun (10YR 5/4, 6/6) und rot bis altrosa (5R 4/6, 6/2, 7/2) marmoriert, von 45,50–46,40 m intensivrot (5R 4/6, 6/2, 7/2), dann Farbwechsel zu hellgrau bis braun (10YR 5/4, 6/6, 8/2, N7–9)	-67,40	karbonatischer Ton bis Karbonatmergel (M _S , M _H), beige- bis grünlichgrau (5Y bis 5GY 8/1), am Top Wurzelspuren und Oxidationshorizont (rotbraune Farben), Mitte geschichtet, Eisenkarbonat konkretionär (Siderit?)
-48,85	Ton (T _H), laminiert, grün (5GY 5/2, 7/2) und braun (10YR 5/4) (Abb. 2)	-69,60	Tonmergel (M _S , M _H), Mitte und unterer Teil geschichtet, grün, altrosa, hellgrau (10R 4/2, 5/4, 6/2, 5GY 7/2, 5Y 4/1), Pyrit
-51,20	Wechselfolgen von Tonmergel und Karbonatmergel (M _S , M _H), blassgrün und hellgrau bis braun (10YR 8/6, 8/2, N7–9), z.T. horizontal laminiert, am Top Wurzelspuren	-69,80	Ton (T _S), grün
-51,50	Ton (T _H), undeutlich laminiert, grün (5GY 5/2, 7/2) und braun (10YR 5/4)	-70,60	Schwarzpelit (T _F), schwarz und olivgrau (5YR 2/1, 5Y 2/1, 4/1), Pyrit
-53,00	Tonmergel (M _S), braun, Basis intensivrot, stark durchwurzelt	-70,90	Ton (T _S), grün
-53,45	Tonmergel (M _H), dunkelgrau, laminiert, mit Hydrobieten, Pflanzenhäcksel, Pyrit	-73,60	karbonatischer Ton bis Tonmergel (M _H), feingeschichtet, bis 73 m grünlich, dann rötlich, hellgrau, Pyrit, Schwarzpelit (T _F) (nicht durchhaltend) bei 73,40 m
-54,00	Tonmergel (M _S), rot bis braun	-74,75	Schwarzpelit (T _F), schwarz, Pyrit
-55,10	Ton (T _H), blassgrün und dunkeloliv gefleckt (10Y 4/2, 6/2 bis 10YR 2/2), undeutlich laminiert	-75,30	Ton (T _S), blassgrün, bei 75,10 m <i>Mytilus</i> -Schill
-57,25	karbonatischer Ton (M _H), braun und anthrazitgrau (5Y 4/1, z.T. 5GY 6/1, 8/1), geschichtet, Schwarzpelit (T _F) bei 56,50 m, Pyrit	-76,25	Tonmergel (M _H , M _S), rötlich, hellgrau, Pyrit, <i>Mytilus</i> -Schillagen, oberer Teil geschichtet
-57,60	Schwarzpelit (T _F), dunkelbraun-grau (5Y 4/1 bis 5YR 2/1 und N3), Pyrit	-76,55	Schwarzpelit (T _F), schwarz, Pyrit
-60,90	karbonatischer Ton (M _H), grau, ab 60 m auch bräunlich (5Y 4/1, 6/1, selten 5GY 6/1), feingeschichtet, Schwarzpelit (T _F) (nicht durchhaltend) bei 58,70 m, 59,50 m, 59,70 m, 60,20 m, 60,30 m und 60,90 m, Pyrit	-78,90	Ton (T _S , T _H), graugrün (10GY 5/2), mittlerer Bereich undeutlich laminiert, z.T. dunkelbraun gefleckt, zu Top und Basis unscharfer Übergang
-64,75	karbonatischer Ton (M _H), hellgraubraun (5Y 6/1, z.T. 8/1, selten 4/1), bis ca. 62,50 m laminiert, dann feingeschichtet, Schwarzpelit (T _F), (nicht durchhaltend) bei 62,10 m, 62,45 m und 63,70 m, Pyrit	-79,85	Tonmergel (M _S , M _H) beige- bis braun (10YR 8/2 und 5YR 5/2) bis rötlich braun (10R 5/4), nach unten graurot (10YR 4/2) von 79,25–79,85 m Schichtung verstellt (20°), Eisenkarbonat, konkretionär (Siderit?)
-65,40	Schwarzpelit (T _F), schwarzbraun (N2), an Basis mehr Ton, Pyrit	-80,55	Ton (T _S), olivgrau bis braun (5Y 5/2, 5/6)
-65,60	karbonatischer Ton (M _S), hellgrau	-81,30	karbonatischer Ton (M _S), hellgrau bis oliv, Basis orange-rosa, bei 80,20 m <i>Mytilus</i> -Schill
		-81,90	Ton (T _H), olivgrün, dunkelbraun, am Top Trockenrisse
		-82,50	karbonatischer Ton (M _S), hellgrau, bei 81,95 m und 82,25 m <i>Mytilus</i> -Schill
		-82,90	Schwarzpelit (T _F), Pyrit
		-83,20	karbonatischer Ton (M _H), hellgrau-braun, geschichtet
		-83,35	Schwarzpelit (T _F)

-83,70	karbonatischer Ton (M _H), hellgrau-braun, geschichtet, bei 83,32 m und 83,56 m <i>Mytilus</i> -Schill (Abb. 9)	101,15 m und 101,30 m
-83,95	Schwarzpelit (T _F), Pyrit	-102,00 Kies (K _T), stark tonig bis siltig, ocker- bis dunkelbraun, altrosa, Quarz, Quarzit, Mangankonkretionen
-84,20	karbonatischer Ton (M _H), hellgrau, geschichtet, Wurzelspuren	-103,60 Ton (T _S), ockerbraun, braunrot, blassaltrosa (10R 6/2 bis 5/4, 10R 3/4 bis 4/6, 10YR 7/4, 5YR 6/4) marmoriert bis geflammt, Klüfte (schräg) bei 102,75 m, 103,37 m und 103,45 m (Abb. 7)
-84,40	Ton (T _H), orange, hellgrau, geschichtet	-104,20 Silt (Si), ockerbraun, geflammt, vereinzelt Quarz
-84,60	Schwarzpelit (T _F), Pyrit	-104,70 Silt (Si), ocker- bis dunkelbraun, vereinzelt Quarz bis Ø 0,5 cm, Mittelkieslage (K _T) bei 104,25 m
-85,65	Ton (T _S), grün, Kieslage (K _T) bei 84,90 m	-104,90 Mittelkies (K _T), dunkelbraun (5YR 4/4), Quarz, Ø 1 cm
-86,40	karbonatischer Ton bis Tonmergel (M _S , M _H), orange-rosa, hellgrau, Wurzelspuren, im unteren Teil undeutlich geschichtet, Lagen von <i>Mytilus</i> -Schill	-105,55 Silt (Si), ockerbraun, altrosa, marmoriert bis geflammt
-88,50	Ton (T _H , T _S), grün, im oberen Teil grün, gelbbraun, laminiert	-108,00 Grobkies (K), dunkelbraun, Top Mittelkies (K _T), Quarz, Quarzit, vereinzelt Phyllit, kantengerundet
-89,40	Tonmergel (M _H), rotbraun, hellgrau-orange, geschichtet, von 88,75–89,25 m Schrägschichtung (20°), Wurzelspuren, Eisenkarbonat, konkretionär (Siderit?) (Abb. 10)	-108,85 Silt (Si), kiesig, oben schwach steinig, blassaltrosa, Gerölle Ø bis 2 cm, gut gerundet, Mittelkieslage (K _T) bei 108,50 m, Quarz und Quarzit
-89,75	Silt (Si), blassgrün, Sideritkonkretionen	-109,25 Kies (K _T), ocker- bis kräftig mittelbraun (10YR 5/4 bis 5YR 4/4), Gerölle max. Ø 2–3 cm, meist 1–2 mm, Quarz
-91,00	Ton (T _S), homogen, olivgrün, im unteren Teil auch gelbbraun, fleckig bis marmoriert	-110,20 Silt (Si), tonig, schwach kiesig, ockerbraun, rot, altrosa marmoriert bis geflammt
-91,15	Schwarzpelit, Pyrit (Abb. 5)	-110,70 Grobkies (K _T), mittelbraun und dunkelockerbraun, Quarz, Quarzit, Phyllit, kanten- bis gut gerundet
-91,65	Ton (T _S), blassgrün im unteren Teil auch braun marmoriert (Abb. 5)	-111,80 Silt (Si), kiesig, große fleckige Bereiche von blassrosa bis hellgrau (10R 7/4, 8/2, 6/2) und ockerbraun (10YR 5/4, 7/4), vereinzelt Quarzgerölle Ø bis 1 mm, Mittelkieslage (K _T) bei 111,45 m
-92,45	Tonmergel (M _S), altrosagrau, braunorange (10R 4/2, 5/4)	-112,65 Kies (K _T), siltig, blassrosa bis rotbraun, Ø bis 2–3 cm, Quarz
-93,75	Ton (T _S), ockerbraun und rotbraun gefleckt und marmoriert, bei 93,60 m Kluff (schräg)	-116,10 Silt (Si), bei 114 m mehr tonig, ockerfarben, blassaltrosa, beige, marmoriert bis geflammt, Quarz-Kieslagen (K _T) bei 112,85 m (Ø 2 mm), 113,15 m (mehr Quarzit, Ø 1,5 cm), 113,80 m (Ø 2–3 cm), 115,40 m (Ø 1 mm), 115,60 m und 115,75 m
Mittlere Pechelbronn-Schichten (MPS)		-116,30 Grobkies (K), dunkelbraun, Quarz, Quarzit (dunkelviolet, 5R 4/2), Ø 2–3 cm
Untere Pechelbronn-Schichten (UPS)		-120,00 Ton (T _S), ockerbraun, rot, altrosa, marmo-
-93,95	Kies (K _T), ockerfarben, Quarz, Ø 0,5 cm, kantengerundet	
-94,25	Ton (T _S), altrosa, ockerfarben gefleckt, vereinzelt Quarzgerölle	
-95,20	Ton (T _S), blassgrün, vereinzelt Quarzgerölle, Ø 0,8 cm, Quarz-Kieslage (K _T) bei 94,55 m	
-97,00	Grobkies (K, K _T), altrosa, ockerbraun, teilweise blassgrün (erstmalig!), Top und Basis mit Ton, Gerölle Ø 1–4 cm, größte Gerölle an Basis, Quarz, Quarzit (rot), Phyllit, Kluff bei 97,45 m (schräg) (Abb. 12)	
-100,60	Ton (T _S), ockerbraun, rot, altrosa marmoriert bis geflammt, Klüfte (schräg) bei 99,00 m und 100,55 m, Quarz-Feinkieslage (K _T) bei 99,20 m (Abb. 6)	
-101,00	Kies (K _T), ockerbraun, Quarz, Ø bis 1 cm	
-101,80	Ton (T _S), mittel- bis dunkelbraun, altrosa, marmoriert bis geflammt, Kieslagen (K _T) bei	

- riert bis geflammt, Quarz-Kieslagen (K_T) bei 118,90 m, 119,50 m und 119,75 m
- 120,30 Grobkies (K_T , K), steinig, siltig, ocker- bis mittelbraun, Quarz, Quarzit
- 120,95 Ton (T_S), hell- bis ockerbraun, gefleckt, Quarz-Kieslage (K_T) bei 120,90 m, \varnothing 2 cm, gut gerundet
- 121,85 Grobkies (K_T , K), steinig, oberer Bereich tonig, altrosa-rotbraun, Quarz, Quarzit
- 122,95 Ton (T_S), mittelbraun, wenig altrosa, manganfleckig, Quarz-Kieslage (K_T) bei 122,35 m, \varnothing 0,5–1 cm
- 123,10 Mittelkies (K_T), dunkelbraun, Quarz, \varnothing 1 cm
- 123,75 Ton (T_S), ocker- bis hellbraun, wenig altrosa
- 123,95 Grobkies (K_T), ocker, Quarz, \varnothing 2–4 cm
- 130,95 Ton (T_S), ockerbraun, dunkelrotviolett (Quarzit), wenig rosabeige, manganfleckig, vereinzelt Quarzgerölle, Quarzkieslagen bei 124,20 m, 125,20 m, 125,50 m, 126,10 m, 127,10 m, 127,60 m und 128,00 m (Quarz und Quarzit), 130,35 m, Mangankonkretionen bei 124,60 m und 128,40–128,65 m, 129,00–130,20 m rötlich geflammt
- 132,40 Grobkies (K_T , K), am Top tonig, ockerfarben, violettgrau, Quarzit, Quarz (wenig), \varnothing 5–6 cm (Abb. 13)
- 134,40 Ton (T_S), ockerbraun, wenig rotbraun, nach unten altrosa
- 135,10 Mittel- bis Grobkies (K_T , K), am Top tonig (dunkelgrau), rotorange-violett, Quarzit und Quarz, \varnothing 3–4 cm
- 135,50 Sand (S_G), ockerfarben, gelbgrau
- 139,80 Grobkies (K_G , K_R), orange ab 136,00 m, rot- bis dunkelbraun, blassrosa (10R 7/4, 6/6, 6/2), weiß, Quarzit und Quarz, \varnothing 4–6 cm, vereinzelt 5–8 cm (Abb. 14)
- 139,85 Sand (S_G), ockerfarben und rotbraun (10R 4/6)
- 140,35 Grobkies mit Steinen (\varnothing 5–10 cm) an der Basis (K_{ST}), rot, grau, weißgrau, Quarz, Quarzit
- 140,70 Kies (K_R), ockerfarben, rotbraun, weiß bis hellgrau, Quarz, Quarzit
- 141,70 Grobkies mit Steinen im unteren Teil (K_{ST}), rot, rotbraun, weißgrau, Quarz, Quarzit, grau (N8)
- 142,70 Kies (K_R , K, K_G), braun, rotbraun, beige, Tonlagen bei 142,10 m und 142,25 m
- 143,70 Grobkies (K_{ST}) mit Steinen ab 143,00 m (\varnothing 5–10 cm), rot, rotbraun, beige, Quarz, Quarzit
- 144,00 Kies (K_G), altrosa (10R 6/6, 5/4, 7/4), Quarz, Quarzit
- 144,85 Steine mit Kies (K_{ST}), grau, Quarz, Kappenquarz, Quarzit (Abb. 15)

TERTIÄR – Untere Pechelbronn-Schichten (UPS)

PERM – Rotliegend – Obere Nahe-Subgruppe

- 145,90 Ton- bis Siltstein ($SIST_S$), teils feinsandig, in Lagen wechselnd altrosa und mittelbraun (10R 5/4, 10YR 6/6), Siltsteinlagen bei 145,03 m, 145,60 m, 145,65 m, 145,85 m, Schichtung undeutlich feinschichtig, flaserig, glimmerführend, bei 145,04 m Abdruck eines Pflanzenrestes
- 146,00 Siltstein ($SIST_S$), tonig, feinsandig, rotbraun, undeutlich feinschichtig (diffus), flaserig
- 146,20 Siltstein ($SIST_T$), stark tonig, rotbraun (10R 4/6, 5/4), längs Kluff gebleicht (10YR 6/6), Schichtung undeutlich, flaserig
- 146,90 Siltstein ($SIST_S$), tonig, feinsandig, rotbraun, flaserig, mit Sand- bis Grobsandflasern (diffuse Schichtung), Quarz (aus zersetzten Phylliten), vereinzelt Tongerölle, Trockenrisse bei 146,42 m (Abb. 16)
- 146,96 Siltstein ($SIST_T$), tonig, ockergelb bis beige entfärbt (10YR 8/6, 6/6), Schichtung undeutlich, flaserig
- 147,52 Siltstein ($SIST_S$), tonig und sandig in Lagen wechselnd, ebenso in den Farben altrosa (10R 5/4) und untergeordnet beige, nach unten übergehend in ockerbraun (10YR 6/6), längs Klüften (ca. 45°) entfärbt, Schichtung flaserig, lagenweise scharfe Untergrenzen erkennbar
- 147,53 Grobsandstein ($SDST_G$), altrosa, mit Quarz (\varnothing max. 2–3 mm) schlecht- bis kantengerundet, schlecht sortiert, matrixgestützt, glimmerführend
- 148,05 Siltstein ($SIST_T$), tonig, altrosa (10R 5/4) längs Klüften zu ockerbraun (10YR 6/6) entfärbt, Schichtung flaserig
- 149,00 Tonstein (TST_U), siltig, rotbraun und beige entfärbt (10YR 6/6, 8/6, 8/2) längs Klüften, bei 148,71 m, 148,85 m (Pflanzenreste im mm-Bereich) und 148,91 m Abdruck eines mehrere cm großen, ästig-verzweigten Pflanzenrestes

- 149,32 Tonstein (TST), rotbraun (10R 5/4), in cm-Lagen ockerbraun (10YR 6/6) entfärbt, Schichtung flaserig an der Basis Mittel- bis Grobsandsteinlage, sehr tonig, mit Quarz, Schichtflächen undeutlich
- 149,39 Siltstein (SIST_s), tonig, grobsandig, rotbraun, Mn-Lage, Schichtung flaserig
- 149,58 Tonstein (TST), rotbraun, mit vereinzelt Mn-Lagen, Schichtung flaserig
- 149,68 Siltstein (SIST_i), tonig, in Lagen sandig, braun und rotbraun
- 150,40 Tonstein (TST_u), siltig, sandig, altrosa, z.T. schräg geschichtet (5–10°), sonst flaserig und wellig horizontal geschichtet, bei 150,08 m und 150,10 m beige dolomitische Lagen, teils braun und beigebraun (10YR 7/4) entfärbt längs Klüften
- 150,90 Tonstein (TST), rotbraun, vereinzelt mittelbraun, undeutlich geschichtet, bei 150,43 m, 150,50 m, 150,55 m, 150,60 m mehrere Fein- bis Grobsandsteinlagen, gradiert, scharfe Untergrenzen, beigebraun Entfärbungen längs Klüften bei 150,30–150,40 m
- 150,97 Fein- bis Grobsandstein (SDST_i), tonig, gradiert, rotbraun (10R 5/4), scharfe Untergrenze
- 151,57 Tonstein (TST_u), siltig, rotbraun (10R 5/4), bei 151,35 m einzelne Siltsteinlagen, bei 151,25 m und vereinzelt bei 151,42 m Mn-Lage, Schichtung flaserig
- 151,70 Fein- bis Grobsandstein (SDST_i), tonig, in wechselnden Lagen rot und beige
- 153,30 Tonstein (TST_u), siltig, rotbraun, nach unten zunehmend violett (10R 5/4 bis 5R 5/4), bei 152,35 m und 152,80 m beigebraun entfärbt, bei 152,15 m, 152,52 m, 152,53–152,57 m und 152,80–152,90 m mehrere dünne Siltsteinlagen, bei 152,25 m Mn-Lage, Schichtung flaserig
- 153,33 Feinsandstein (SDST_i), tonig, stark siltig, nach oben feiner werdend, rotbraun, Schichtung flaserig
- 153,80 Siltstein (SIST_i), tonig, vereinzelt feinsandig, rotbraun, Schichtung flaserig
- 154,40 Tonstein (TST_u), schwach siltig, feinsandig in wechselnden Anteilen, rotbraun (10R 5/4 bis 5R 5/4), bei 154,17–154,20 m und 154,27 m Grobsandsteinlagen, bei 153,90 m, 153,95 m, 154,05 m, 154,10 m und 154,33 m Mn-Lagen, flaserig und wellig horizontal geschichtet (Schichteneinfallen bis 10°), glimmerführend (viele Harnischbildungen, stückig zerfallend)
- 154,53 Siltstein (SIST_s), tonig, feinsandig, rotbraun, Schichtung flaserig
- 154,90 Tonstein (TST_u), siltig, feinsandig, rotbraun, in Lagen hell entfärbt, Kompaktionsgefüge?
- 156,45 Sandstein (SDST_i), siltig, mit wechselnden Fein- und Grobsandsteinanteilen, rotbraun (10R 5/4, 6/2 und 10YR 7/4, 8/2) in mm bis cm-Lagen wechselnd entfärbt, schlecht sortiert, undeutlich flaserig und wellig horizontal geschichtet, Kompaktionsgefüge?, (KV bei 155,92–156,00 m)
- 157,95 Tonstein (TST_u), schwach siltig, teils feinsandig in mm bis cm-Lagen, rotbraun bis braun (10YR 7/4, 6/6), bei 156,70–156,90 m, 157,45 m und 157,70 m dünne Dolomitlagen, grau, vereinzelt Dolomitknollen (Ø bis 5 mm), Schichtung horizontal wellig und flaserig
- 158,00 Siltstein (SIST_i), tonig, rotbraun-braun, feinschichtig
- 158,85 Tonstein (TST_u), schwach siltig, teils feinsandig, blassaltrosa (10R 6/2), mit Dolomitlagen, hellgrau (10YR 8/2, 8/1 und 5Y 8/1) bei 158,20 m, 158,28 m, 158,47 m und 158,67–158,75 m, Schichtung horizontal wellig und flaserig
- 159,00 Feinsandstein (SDST_i), dolomitisch (Caliche), beige-weißgrau, fest, absandend
- 159,38 Tonstein (TST_u), siltig, braunrot-altrosa, violettstichig, bei 159,20 m Dolomitlage (0,5 cm), grau mit Dolomitknollen (Ø bis 1 cm)
- 159,47 Feinsandstein (SDST_i), siltig, beige-weißgrau, bei 159,40–159,45 m Dolomitlage (Caliche), Schichtung horizontal wellig und flaserig
- 159,57 Tonstein (TST), blassaltrosa, bei 159,50 m und 159,55 m mit beige-weißgraue, dolomitische Lagen, Schichtung horizontal wellig und flaserig (Abb. 17)
- 159,75 Siltstein (SIST_i), tonig, blassaltrosa (10R 6/2), hell entfärbt im mm-Bereich, feinschichtig (Abb. 17)
- 160,15 Tonstein (TST_u), schwach siltig, blassaltrosa (10R 6/2), Schichtung horizontal wellig und flaserig

-160,22	Siltstein (SIST ₁), tonig, blassaltrosa, bei 160,18–160,21 m Dolomitlage (Caliche), hellgrau, knollig, Schichtung horizontal wellig und flaserig, glimmerführend	165,05–165,40 m mehrere dünne Dolomitlagen (Caliche), grau, Schichtung flaserig, Schichtflächen nur sehr undeutlich, Gestein mürbe
-160,50	Tonstein (TST _u), teils siltig, braun-braunrot (10YR 5/4), bei 160,36–160,39 m Dolomitknollen (Caliche), beige (Ø bis 1 cm)	-167,00 Kernverlust (KV)
-160,70	Siltstein (SIST ₁), tonig, braun-braunrot, bei 160,58–160,62 m Feinsandstein, rotbraun, Schichtung horizontal wellig und flaserig, glimmerführend	-167,90 Siltstein (SIST ₂), fein- bis grobsandig, fein- bis grobflaserig, rotviolett, dolomitische Knollen (Ø bis 5 mm), nach unten zunehmend
-160,82	Ton- bis Siltstein (SIST ₁), lagenweise stärker feinsandig, braun-braunrot, Schichtung horizontal wellig und flaserig	-168,60 Sandstein (SDST ₁), altrosa (10R 6/2) mit Dolomitknollen, grau bei 168,40–168,41 m und 168,57–168,65 m (im cm-Bereich), Schichtung horizontal wellig und flaserig
-162,80	Siltstein (SIST ₃), fein- bis grobsandig, in Lagen wechselnd rot und grau übergehend in blassaltrosa (10R 6/2), Dolomitknollen (im cm-Bereich), grau, Schichtung horizontal wellig und flaserig	-169,00 Siltstein (SIST ₁), tonig, altrosa (10R 6/2), bei 168,75–168,78 m und 168,92 m Dolomitknollen (im cm-Bereich), hellgrau, Schichtung horizontal wellig und flaserig
-164,90	Feinsandstein (SDST ₁), siltig, mit vereinzelt Grobsandflasern, rot, Dolomitknollen (im cm-Bereich), hellgrau, Schichtung flaserig	-170,00 Tonstein (TST _u), siltig, altrosa (10R 6/2) mit hellgrauen Dolomitknollen bei: 169,17–169,18 m, 169,20–169,21 m, 169,24–169,25 m, 169,29–169,31 m, 169,41–169,43 m, 169,47–169,49 m, 169,51–169,53 m, 169,66–169,68 m, 169,73–169,74 m, 169,93–169,94 m (max. im cm-Bereich), Schichtung horizontal wellig und flaserig
-165,00	Tonstein (TST _u), siltig, rotviolett, Schichtung flaserig	
-166,00	Siltstein (SIST ₁), tonig, fein- bis grobsandig, dunkelrotviolett (5R 4/2 bis 10R 4/2), bei	ET

8.2 Bohrung Wallau W07

[m]

0–2,20	Lösslehm, braun, Einzelgerölle, unten schwach karbonathaltig
– 3,30	Kies, siltig bis stark sandig, braun (Terrasse des Wickerbaches) (Abb. 1)
– 3,70	Silt, feinkiesig, mit Tonlagen, graubraun, von 2,90–3,70 m größere Gerölle, insgesamt karbonathaltig

QUARTÄR

TERTIÄR – Bodenheimer-Formation (Rupelton), Wallau-Subformation (Foraminiferenmergel)

– 4,00	Ton, siltig, graugrün, grau, Kalkkonkretionen
– 5,80	Ton, siltig, bläulich-hellgrün, ab 5,05 m weißgrün, Kalkkonkretionen

Wallau-Subformation (Foraminiferenmergel)

Pechelbronn-Gruppe, Obere Pechelbronn-Schichten (OPS)

–6,70	Ton, blaugrüngrau, hellbläulichgrün, feinkiesige Lagen
–12,00	Ton, blaugrüngrau, hellbläulichgrün, kiesige Lagen bei 6,80–7,00 m, 8,30–8,60 m, 10,50–10,80 m und 11,00–11,15 m
–13,20	Ton, blaugrüngrau, braun
–16,50	Ton, schwach feinkiesig, rotbraun, braun, z.T. eisenschüssig
–17,90	Ton, siltig, kiesig, weißgrün, bei 17,60–17,70 m grünlichweißer Tonstein
–18,50	Kies, siltig, tonig, rostbraun, braun, z.T. eisenschüssig, pyrithaltig
–19,00	Ton, hellgrün, gelbbraun, orange, rotbraun, ab 18,50 m grünfleckig, vereinzelt kleine

	Gerölle, pyrithaltig	-58,20	Ton, siltig, graugrün, blassgrün, bei 53,60 m Mergel, weiß, feinschichtig, Kalkkonkretionen
-20,30	Ton, grün und braun		
-21,80	Silt, weißgrün, hellbraun, mehrere kiesige Lagen	-58,40	Ton, violettrot, weinrot, rosa
-22,90	Ton, siltig, hellgrün, braun, rotbraun, bei 22,50 m Gerölllage	-60,00	Ton, hellbraun, braungrün, graugrün, bei 58,20–58,50 m violettrot, bei 59,20 m und 59,40 m weinrote Schlieren, hydrobiide Gastropoden
-26,70	Silt, weißgrün, hellbraun, kiesige Lagen bei 24,25 m und 26,10–26,20 m		
-29,20	Ton, hellgrün, gelbbraun, vereinzelt Gerölle	-62,30	Ton, siltig, graugrün, grau, bei 60,20 m und 61,40 m weinrot gebändert, bis 61,40 m karbonatisch, bei 61,00 m und 61,30 m Kalkkonkretionen, Pyrit, hydrobiide Gastropoden
-30,00	Kies, siltig, weißgrün, hellbraun		
-34,70	Ton, siltig, hellbraun, rotbraun, mit Bohnerz	-64,00	Ton, siltig, dunkelgrau, hellgraugrün, oben dunkelbraun gefleckt
-36,90	Silt, tonig, sandig, kiesig, weißgrün, bei 35,70–36,50 m, mit Bohnerz und Phyllitgerölle	-66,20	Ton, siltig, dunkelbraungrau, schwarzgrau, teilweise karbonatisch mit hydrobiiden Gastropoden
-38,20	Silt, tonig, sandig, kiesig, grünbraun, hellbraun und Ton, siltig, unten stark kiesig, rosa, beige, Bohnerz und Phyllitgerölle	-66,90	Schwarzpelit, dunkelgrau, schwarz
-45,00	Ton, siltig, hellbraun, bei 38,20–41,80 m weinrote Schlieren, darunter braun und hellbraun, mit Bohnerz	-67,60	Ton, siltig, dunkelgrau, dunkelgrüngrau, hellgrau, lagenweise mehr braun, Pyrit, hydrobiide Gastropoden, <i>Planorbis</i> sp.
-45,60	Ton, hellgraugrün, braunrot marmoriert, von 44,90–45,00 m stark kiesig, mit Bohnerz	-74,00	Ton, siltig, dunkelgrau, dunkelgrüngrau, hellgrau, lagenweise mehr braun, Pyrit, hydrobiide Gastropoden, <i>Planorbis</i> sp.
-46,60	Ton, hellgraugrün, hellbraun, grünbraun, mit Bohnerz	-77,40	Ton, siltig, dunkelgrau, grüngrau, grau, unten fein gebändert, inkohlte Holzreste, hydrobiide Gastropoden
-46,75	Ton, stark kiesig, grüngrau		
Obere Pechelbronn-Schichten (OPS)			
Mittlere Pechelbronn-Schichten (MPS)			
-48,20	Ton, siltig, graugrün, grünbraun, rosa, blassrot, blaugrau, violettrot	-77,50	Ton, siltig, dunkelgrau, dunkelbraungrau, braunschwarz
-48,60	Tonstein, kreidig, hellbeige, rosa	-77,60	Schwarzpelit, dunkelgrau, schwarz
-48,90	Tonstein, weißbeige, mit Siderit	-77,90	Ton, dunkelgrau, schwach karbonathaltig
-49,60	Ton, siltig, graubraun, graugrün	-78,30	Schwarzpelit, dunkelgrau, schwarz
-49,85	Mergel, tonig, grauweiß	-78,50	Ton, siltig, dunkelgrau
-53,00	Ton, graugrün, blassrot, rosa, grünbraun, blaugrau, violettrot, ab 51,00 m braun, hellbraun, braungrau, karbonatisch, hydrobiide Gastropoden (oft nur Brauneisensteinkerne)	-78,80	Schwarzpelit, dunkelbraun
		-80,20	Ton, siltig, graugrün, braungrün, hellgrau, grau, schlierig bis wolzig, inkohlte Holzreste, hydrobiide Gastropoden
		ET	

EBERHARD KÜMMERLE¹ & GUDRUN RADTKE²

Die Geologie der Umgebung von Wallau (nordöstliches Mainzer Becken)

The geology of the Wallau region (northeastern Mainz Basin)

Kurzfassung

Die Schichtenfolge zweier Kernbohrungen im Wickerbachtal bei Wallau östlich Wiesbaden wird erläutert und mit den bekannten Ablagerungen der Umgebung verglichen. Aufgrund von Aufschlüssen und Bohrungen für die ICE-Neubaustrecke Köln–Rhein/Main ergeben sich Korrekturen gegenüber der bisherigen Geologischen Karte

1:25 000, Bl. 5916 Hochheim a.M. Neu zu Tage tretende Sedimente der Pechelbronn-Gruppe. Die Verbreitung dieser Schichten und der Bodenheimer Formation (Rupelton) wurden näher untersucht. Die Tektonik des Gebietes, das am Abbruch des nordöstlichen Mainzer Beckens zum Oberrheingraben liegt, wird erörtert.

Abstract

The sequence of layers of the two drill sites in the Wickerbach valley near Wallau (E of Wiesbaden) is described in greater detail and compared with known deposits of its geological environment. Due to the new outcrops and additional data from investigation drillings for the new ICE-highspeed railway route Köln–Rhein/Main corrections of the geological map sheet 5916

Hochheim a.M. became necessary. Newly discovered are sediments of the Pechelbronn Group. The occurrence of these layers and the Bodenheimer Formation were investigated in detail. The tectonic structure of the region between the northeastern Mainz Basin and the Northern Upper Rhinegraben is discussed.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	74
2. Älterer Untergrund	74
3. Tertiär	76
4. Quartär	83
5. Tektonik	84
6. Schriftenverzeichnis	86

¹ Dr. E. Kümmerle (e-mail: kuemmerle@web.de), Hauptstr. 67, D-65344 Eltville-Martinsthal

² Dr. G. Radtke (e-mail: g.radtke@hlug.de), Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Rheingaustr. 186, D-65203 Wiesbaden

1. Einleitung

Der zur Stadt Hofheim am Taunus gehörende Ortsteil Wallau östlich von Wiesbaden befindet sich geologisch im nordöstlichsten Zipfel des Mainzer Beckens – einem tertiären Senkungsgebiet – nahe der westlichen Oberrheingraben-Verwerfung und südlich der Taunus-Südrandstörung.

Wie sich aus der Geologischen Karte 1:25 000, Bl. 5916 Hochheim a.M. (KÜMMERLE & SEMMEL 1969) erkennen lässt, wird die Umgebung einerseits von Gesteinen des Devon und Rotliegend im NE und andererseits überwiegend großflächig von tertiären Sedimentgesteinen gebildet.

Die Nähe des Taunus dokumentiert sich u.a. mit metamorphen Schiefnern der Lorsbach-Formation (Devon). Das im Vordertaunus aufgeschlossene Rotliegend im Hofheimer Horst schließt sich tektonisch an die Taunus-Südrandstörung an.

Aufgrund zahlreicher Bohrungen, die im Zuge der ICE-Neubaustrecke Köln–Rhein/Main mit Abzweig nach Wiesbaden niedergebracht wurden sowie lateral verfolgbare Aufschlüsse beim Tunnelbau und Einschnitten entlang der Trasse, ließen sich neue Erkenntnisse des geologischen Untergrundes in der Umgebung von Wallau gewinnen (Abb. 1). Folgende tertiäre Gesteine sind bei Wallau nachgewiesen: Pechelbronn-Gruppe (GRIMM 2005), Bodenheimer-Formation (Rupelton, GRIMM et al. 2000), Alzey-Formation (Meeresand, GRIMM et al. 2000), Sulzheim-Formation (Cyrenenmergel – Untere Cerithienschichten, GRIMM et al. 2000), Hochheim-Formation (Mittlere Cerithienschichten/Landschneckenkalk, KADOLSKY & SCHÄFER in Vorber.), Oppenheim-Formation (Obere Cerithienschichten, unterer Teil, KADOLSKY & SCHÄFER in Vorber.), Oberrad-Forma-

tion (Obere Cerithienschichten, oberer Teil, KADOLSKY & SCHÄFER in Vorber.), Rüssingen-Formation (Inflatenschichten, SCHÄFER & KADOLSKY 2002) und Wiesbaden-Formation (Untere Hydrobienschichten, REICHENBACHER & KELLER 2002). Die Oberen Hydrobienschichten (Frankfurt-Formation, RADTKE & MARTINI 2007) sind im Mainzer Becken nur als Relikte erhalten; im Frankfurter Raum sind sie dominant.

Für die Erkundung der ICE-Trasse sind ca. 150 Bohrungen zwischen Breckenheim, Weilbach und Wiesbaden-Nordstadt mit Tiefen von 15 bis 45 m abgeteuft worden. Besonders zu erwähnen sind zwei nahe beieinander liegende tiefe Bohrungen von 80,20 m (W07, Bl. 5916 Hochheim a.M., R 3455234, H 5546705, 133,58 m NN) und 170 m Teufe (B98-BK5, R 3455220, H 5546660, 134,50 m NN) an der Schlagmühle südlich von Wallau. In diesen Bohrungen sind Ablagerungen der Bodenheimer-Formation (Rupelton), Pechelbronn-Gruppe und Rotliegend angetroffen worden. Hiermit gelang erstmals der Nachweis der Pechelbronn-Gruppe im nordöstlichen Mainzer Becken. Detaillierte Beschreibungen der beiden Bohrungen bei Wallau sind bei RADTKE et al. (2007) zu finden.

In der Bohrung Wallau B98-BK5 fehlt infolge der Erosion des Wickerbaches unter der Quartärbedeckung die Wallau-Subformation (Unterer Rupelton, GRIMM & RADTKE 2002). Sie ist in der wenig tiefer angesetzten und nur ca. 50 m entfernten Bohrung W07 mit einem geringmächtigen, jedoch mikrofossilreichen Vorkommen im Hangenden der Oberen Pechelbronn-Schichten erhalten geblieben.

2. Älterer Untergrund

Die im unteren Teil der Bohrung Wallau B98-BK5 ab 144,85 m erbohrte Schichtenfolge konnte dem Rotliegend zugeordnet werden. Dabei fal-

len die großen faziellen Unterschiede zwischen den feinklastischen Sedimenten der Bohrung und den grobklastischen Gesteinsmassen mit Konglo-

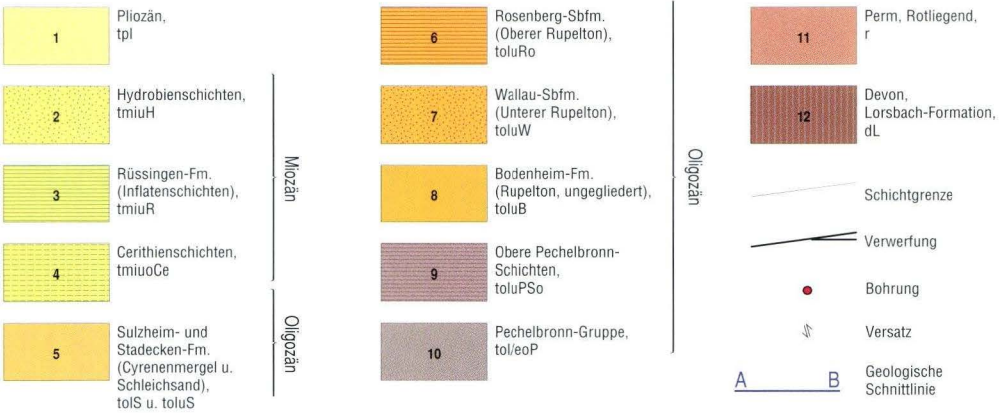
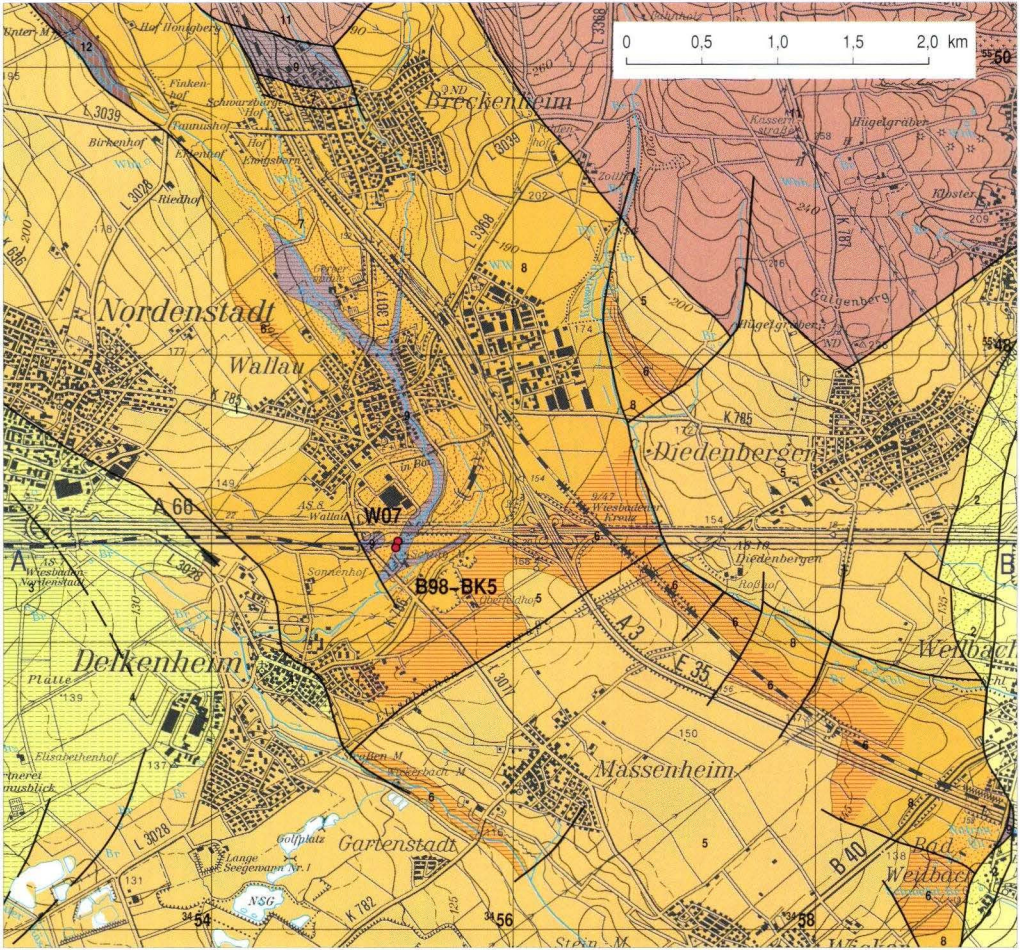


Abb. 1. Abgedeckte Karte der Umgebung von Wallau mit der Lage der Bohrungen Wallau W07 und B98-BK5 (Fm = Formation, Sbfm = Subformation). Profil A–B siehe Abb. 8.

meraten bis Fanglomeraten und Sandsteinen auf, die bei Breckenheim austreichen (Abb. 1). In einem Bindemittel aus vorwiegend Schieferzersatz liegen dort kleinere, gut gerundete, meist aber größere kantengerundete Gerölle bis Blöcke aus Taunusgesteinen. Sie werden als Äquivalent der Schwemmfächer-Fazies der Wadern-Formation

des Saar–Nahe-Trogs (MARELL 1989) gedeutet. Die violett- bis weinrote, häufig stark gebleichte Abfolge in der Bohrung stuft KOWALCZYK (2007) als Playa-Fazies der Oberen Nahe-Subgruppe (Sponheim- bzw. Standenbühl-Formation) des Saar–Nahe-Beckens ein und erklärt die intensive Rotfärbung durch Verwitterung im Prä-Obereozän.

3. Tertiär

In der Vergangenheit galten die Ablagerungen der Wallau-Subformation (Unterer Rupelton, GRIMM & RADTKE 2002) als älteste sicher datierte tertiäre Sedimente im Raum Wallau. Die meisten Bohrungen erschlossen im unteren Teil meist kräftig grün, teils rotbraun gefärbte Tone und Kiese, deren Zuordnung bisher unklar war. Daher wurden die bunten Tone und Kiese zunächst mit Vorbehalt für Äquivalente der Alzey-Formation (Unterer Meeressand) gehalten (KÜMMERLE 1995) bzw. mit dem „Milchquarzkies“ Rheinhessens verglichen (KÜMMERLE 1996). Letzterer war von WAGNER (1955), FALKE (1960) und GEIB (1961) bekannt gemacht worden. Nicht mit diesen Bildungen identisch sind freilich diejenigen „Milchquarzsotter“, die von Budenheim beschrieben und als Mittlere bis unterer Teil der Oberen Cerithienschichten (Hochheim- bis Oppenheim-Formation) eingestuft wurden (Budenheim-Formation, SCHÄFER & KADOLSKY 1998). Mit den fossilreichen Mittleren Pechelbronn-Schichten in den tiefen Bohrungen konnte die stratigraphische Zuordnung der Pechelbronn-Gruppe und eine Untergliederung in Untere, Mittlere und Obere Pechelbronn-Schichten erfolgen.

Die **Unteren** (nur B98-BK5) und **Mittleren Pechelbronn-Schichten** sind im Untersuchungsgebiet bisher nur aus den Wallau-Bohrungen bekannt. Die übrigen Bohrungen im Umfeld von Wallau reichten nicht in diese Schichtenfolgen hinab und zeigten ausschließlich Obere Pechelbronn-Schichten.

Die **Oberen Pechelbronn-Schichten** vieler

weiterer Bohrungen entlang der ICE-Trasse zeigen ähnliche Verhältnisse wie sie in der Bohrung Wallau B98-BK5 beschrieben wurden. Lediglich die Mächtigkeit der kiesigen Horizonte innerhalb der Tone und untergeordnet Schluffe kann variieren. Ähnlich verhält es sich mit den meist kräftigen Farben: Die Abfolge ist größtenteils grün, weißgrün und grünbraun, untergeordnet braun, rotbraun, braungrau sowie weinrot. Einzelne Lagen sind schwach karbonathaltig, was z.T. auf Siderit zurückgeht. Im oberen Teil kommen gelegentlich einzelne Kalkkonkretionen vor.

Die Kieshorizonte führen Gerölle aus dem Taunus mit Durchmessern bis 8 cm, selten 15 cm. Sie bestehen aus Quarz (weiß, gelb, farblos, rosa), Quarzit (Taunusquarzit oder Hermeskeil-Sandstein, Unter-Devon), grüner Phyllit (Metasediment, Eppstein-Formation, Silur–Devon bzw. Lorsbach-Formation, Devon), Serizitgneis (Wiesbaden-Metarhyolith, Silur) und Bunte Schiefer (Unterdevon, Gedinne). Brauneisen befindet sich wie Siderit in vielen Proben.

Kurzzeitig waren die Wallau-Subformation sowie die Oberen Pechelbronn-Schichten in einer Baugrube eines Brückenwiderlagers nahe Bad Weilbach (R 345924, H 554480, ca. 122 m NN) aufgeschlossen (Abb. 2). Hier wurden auch Aufpressungen von Tertiärtonen in pleistozäne Kiese und Löss des Hangenden beschrieben (SEMMELE 2000). Ebenfalls traf die 1968 bei Bad Weilbach niedergebrachte Bohrung III der Natron-Lithion-Quelle unter der Wallau-Subformation die Oberen Pechelbronn-Schichten von 10–29 m an

(R 345930, H 554463, ca. 117 m NN, KÜMMERLE 1995).

Holzreste bzw. kohlige Tone, die nahe der Schlagsmühle und ebenso in einigen Bohrungen südlich und westlich Breckenheim angetroffen wurden, wo die Braunkohleflözchen Mächtigkeit

ten bis zu 10 cm erreichen, sind im Übergang zur Hangenden **Bodenheim-Formation** (Rupelton) nicht selten. Diese Beobachtung, bezeichnet als „braune Lage“, konnte an vielen Bohrungen im Grenzbereich Obere Pechelbronn-Schichten – Wallau-Subformation gemacht werden (Abb. 3).

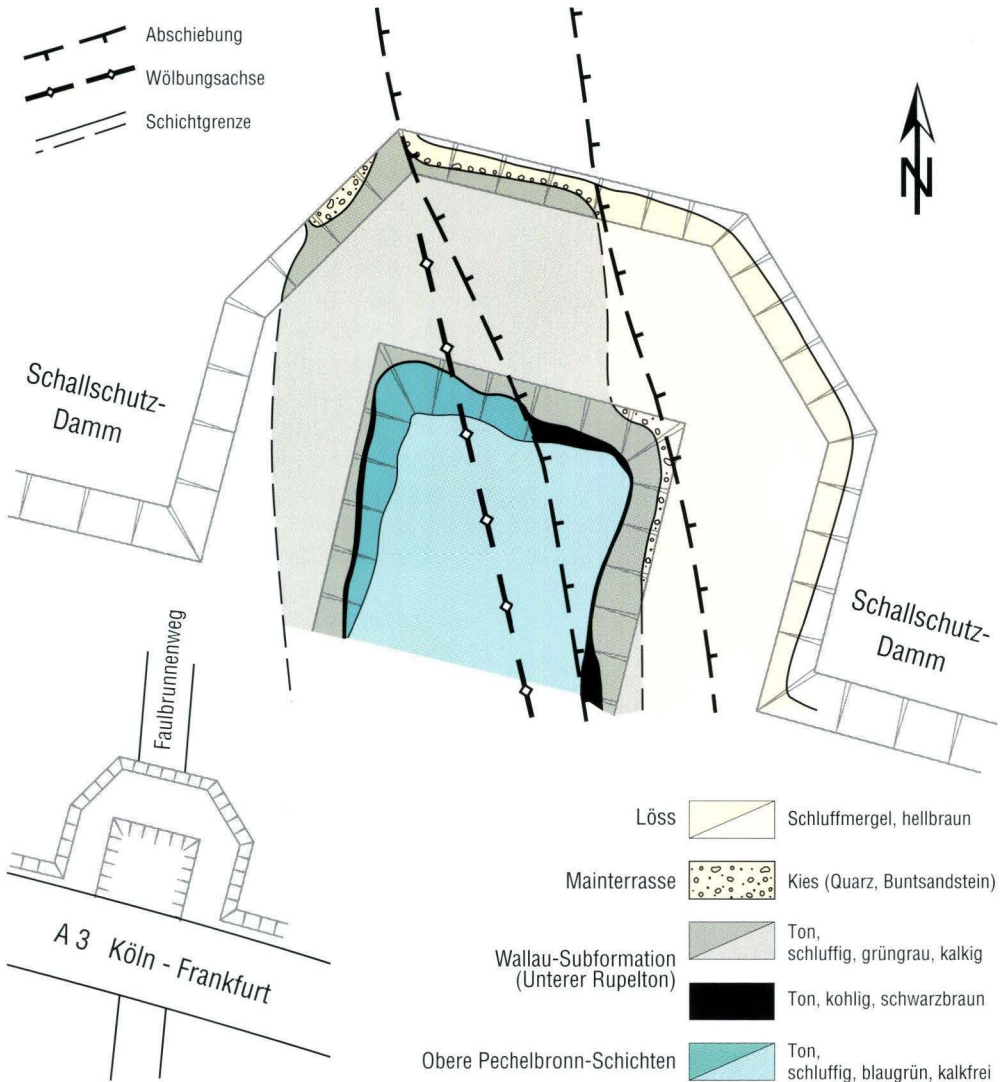


Abb. 2. Östliches Brückenwiderlager zwischen Weilbach und Bad Weilbach beim Bau der ICE-Trasse Köln–Rhein/ Main (1999): Unter pleistozänem Löss und Mainterrassenkiesen (t3) war die Grenze Wallau-Subformation (Unterer Rupelton) und Obere Pechelbronn-Schichten mit einem kohligem Horizont aufgeschlossen. Da nach Osten die Abschiebung zum Oberrheingraben erfolgt, erscheinen die Schichten axial aufgewölbt (verändert nach H.-J. Anderle, HLUg).

Somit handelt es sich um einen sukzessiven Übergang von terrestrischen Ablagerungen zur marinen Ingression des Rupeliums (2. Oligozän-Transgression).

An Bohrkernen aus dem nördlichen Oberreingraben untersuchte SACHSE (1991) die Transgression im Übergangsbereich Obere Pechelbronn-Schichten (OPS)/Wallau-Subformation palynologisch. Danach wird in der Endphase der terrestrischen Ablagerungen (OPS) ein mäandrierendes Flusssystem in Richtung des „Urrheins“ mit randlich ausgebildeten Seen und Teichen sowie Bodenbildungsprozessen angenommen. Das palynologische Inventar lässt auf einen sukzessiven Übergang und niederenergetischen Transgressionsprozess von terrestrischen über limnisch-brackischen (Ästuar/Delta) zu vollmarinen Bedingungen schließen (SACHSE 1991).

Örtlich ist im tiefsten Profilabschnitt der Wallau-Subformation – in einzelnen feinen Lagen angereichert – aufgearbeitetes Material der liegenden Oberen Pechelbronn-Schichten zu finden, so im Gebiet Ewigsborn westlich Breckenheim, wo mehrere Kalkschluff- bis Kalksteinbänke bis 30 cm Mächtigkeit und glaukonitreiche Sandlinsen eingelagert sind. Zwischen Breckenheim und Wallau kennzeichnen feinsandige Schlufflagen die

tiefsten Teile der Wallau-Subformation. Kalk- und Kalkschluffbänke findet man auch an der Basis dieser Schichten beim Autobahnkreuz Wiesbaden.

In den untersten Metern ist die Wallau-Subformation örtlich sandig oder auch kiesig ausgebildet, so dass man hier eine lokale Ausbildung der **Alzey-Formation** (Meeressand) annehmen kann, z.B. östlich Bad Weilbach und östlich Wallau. Die sandigen oder kiesigen Lagen enthalten typische Makrofaunen eines küstennahen Ablagerungsbereichs, die Mikrofauna ist ähnlich der der Wallau-Subformation.

In den konglomeratischen Lagen, ca. 1 m über der Basis der Bodenheimer-Formation, kamen sowohl in den Bohrungen als auch beim Aushub der ICE-Neubaustrecke nahe dem Autobahnkreuz Wiesbaden neben inkohlten Pflanzenresten Bruchstücke von Mollusken vor.

An Bivalven wurden gefunden: *Glycymeris planicostalis* (LAMARCK), *Glycymeris angusticostatus* (LAMARCK), *Ostrea* sp., *Pallium* sp. und andere Pectinidae, *Macrocallista splendida* (DESHAYES) und andere Veneridae, *Arctica rotundata* (AGASSIZ), *Habecardium tenuisulcatum* NYST;

Gastropoden: *Granulolabium plicatum* (BRUGUIERE), *Euspira micromphalus* (SANDBERGER).

Sie konnten in die Alzey-Formation (Meeres-

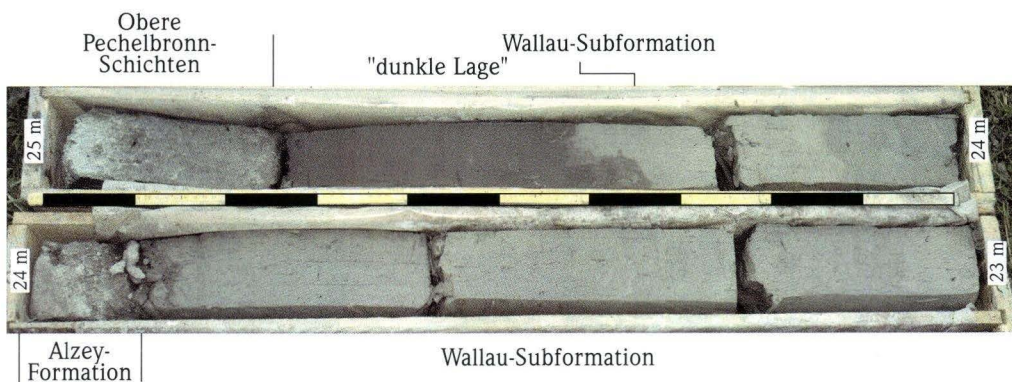


Abb. 3. Bohrung IN 310 östlich Wallau, 23–25 m: Aufgeschlossen ist der Grenzbereich der Oberen Pechelbronn-Schichten zur Wallau-Subformation (Unterer Rupelton) mit kohligen Tonen, der so genannten „dunklen Lage“ (Übergang von alluvial-fluviatilen zu vollmarinen Ablagerungsbedingungen mit kohligen Bildungen im Übergangsbereich). Eingeschaltet in die Wallau-Subformation sind geringmächtige Sedimente der Alzey-Formation (Meeressand).

sand) eingestuft werden. Die Alzey-Formation scheint hier linsenartig in die Bodenheim-Formation (Rupelton) verzahnt zu sein, was vermutlich auf partielle Aufarbeitung zurückzuführen ist. Ihre maximale Mächtigkeit ist in den Bohrungen mit 2,30 m dokumentiert.

Die geologischen Verhältnisse sind zwischen Breckenheim und Wallau mit den Kernbohrungen zur Neubaustrecke Köln–Rhein/Main gut belegt. Größtenteils wurde unter quartären Deckschichten die Bodenheim-Formation erbohrt.

In den zahlreichen Bohrungen zur Neubaustrecke Köln–Rhein/Main ließen sich innerhalb der Bodenheim-Formation feingeschichtete (oft im submm-Bereich) dunkelolivfarbene kalkige Tone von ungeschichteten graugrünen schluffigen Tonmergeln unterscheiden. Nach Mikrofossilbestimmung kann erstere der Hochberg-Subformation (Mittlerer Rupelton, Fischschiefer) und letztere der Wallau-Subformation (Unterer Rupelton, Foraminiferenmergel) zugeordnet werden (Abb. 3).

Nahe Wallau, im SE und östlich der Ortslage und im Raum „Wandersmann“ (NW-Sektor des Wiesbadener AB-Kreuzes) wurden in der **Wallau-Subformation** (Unterer Rupelton) folgende Fos-

silien gefunden:

Bivalven: *Nucula grippini* DESHAYES, *Portlandia deshayesiana* (NYST), *Pycnodonte* sp., *Crassostrea* sp., *Arca* sp., *Arcoperna micans* (BRAUN) u.a. Mytiliden, *Hippochaeta* sp. (Perlmutschalen), Pectiniden und Luciniden (Abb. 4);

Gastropoden: *Potamides* sp., *Creseis* sp. (KUSTER-WENDENBURG 1973: Taf. 8); Fischknochen und Fischzähne.

Die Mikrofauna besteht im genannten Gebiet aus den für die Wallau-Subformation bekannten Arten (GRIMM 1994): *Spiroplectinella carinata* (D'ORB.), *Karrerella chilostoma* (REUSS), *Grigelis pyrula* (D'ORB.), *Heterolepa dutemplei* (D'ORB.), *Guttulina problema* D'ORB., *Epistomina elegans* (D'ORB.), *Lenticulina* sp. (alle Abb. 5) und Spatangiden-Stacheln.

Nannoplankton ist ebenfalls vorhanden, wie Proben aus dem Bereich der Wallau-Subformation/Hochberg-Subformation entlang der ICE-Strecke ergaben. Die Gemeinschaften können der Nannoplankton-Zone NP 23 (MARTINI 1971) zugeordnet werden (MARTINI & RADTKE 2007: Tab. 1).

Die Wallau-Subformation ist an den untersten

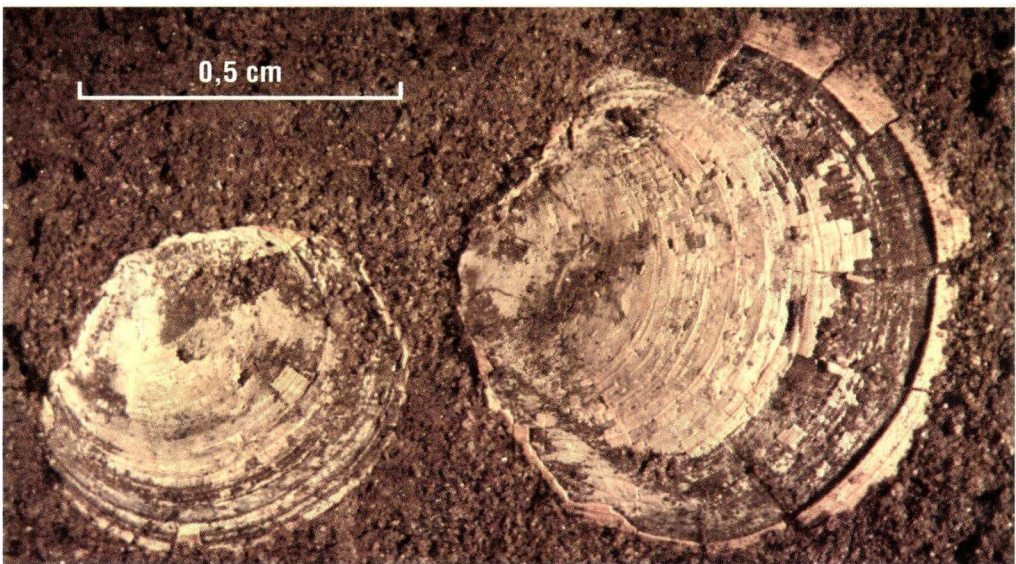


Abb. 4. Luciniden aus der Wallau-Subformation (Unterer Rupelton) vom Wandersmantunnel-Nord.

Talhängen im zentralen Hochheimer Horst (s.u.) verbreitet und überlagert hier die Oberen Pechelbronn-Schichten des Taltiefsten (Abb. 1).

In Richtung auf die Ränder des Hochheimer Horstes schließt sich in großer Verbreitung die **Hochberg-Subformation** (Mittlerer Rupelton, Fischeschiefer) an, die sich in der Karte unter Bodenheimer-Formation (Rupelton, ungliedert) verbirgt (Abb. 1). Sie ist vergleichsweise individuenarm, vielfach blättrig und schlecht schlämmbär. Auffallend häufig sind Gipskristalle im cm-Bereich. Sie sind aus den alten Tongruben von Flörsheim bekannt. Gelegentlich treten dünne Kalkschluff- bis Kalksteinbänkchen auf. Hier sowie in der ehemaligen Ziegelei-grube westlich Breckenheim beim Finkenhof wurden der Taschenkrebs *Coeloma taunicum* v. MEYER (FÖRSTERLING & RADT-

KE 2004: Abb. 3) sowie der Seeigel *Schizaster acuminatus* (GOLDF.) gefunden, wie er auch in einer Probe aus Wallau vorliegt. Vergleichbare Stücke wurden aus der Bodenheimer-Formation von Offenbach vom S-Bahnbau gemeldet (OTT 1999). Neben Blatt- und Holzresten sind häufig Fischwirbel und andere Fischreste, an Bivalven *Nucula* sp. und *Portlandia deshayesiana* (NYST) sowie der Pteropode *Creseis* sp. gefunden worden.

Die Mikrofauna erscheint verarmt, häufig ist vor allem *Bolivina beyrichi* REUSS (MEHRNUSCH 1989, GRIMM 1994). Insgesamt entspricht die Abfolge der des Mainzer Beckens und der der ehemaligen Flörsheimer Tongruben (STEUER 1910, DREVERMANN 1920, WENZ 1921, LEPLA & STEUER 1923, ROTHAUSEN & SONNE 1984).

Nach den Rändern des Horstes folgt die



Abb. 5. Foraminiferen aus der Wallau-Subformation (Unterer Rupelton) der Bohrung BK I/2 östlich Wallau, 33–34 m: 1 *Spiroplectinella carinata* (D'ORB.), 2 *Grigelis pyrula* (D'ORB.), 3 *Heterolepa dutemplei* (D'ORB.), 4 *Karreriella chilostoma* (REUSS), 5 *Lenticulina* sp., 6 *Guttulina problema* D'ORB.

Rosenberg-Subformation (Oberer Rupelton, GRIMM et al. 2000), die schließlich im Westen und Osten an die unteren Bereiche der Sulzheim-Formation (Cyrenenmergel) angrenzt bzw. von dieser überlagert wird. Vor allem ist die Rosenberg-Subformation nördlich Delkenheim, NE Nordenstadt, NW Diedenbergen, um das AB-Kreuz Wiesbaden und westlich Weilbach erbohrt. Die Mikrofauna entspricht dem im Mainzer Becken bekannten Spektrum aus vorwiegend *Spiroplectinella carinata* (D'ORB.), *Nodosaria ewaldi* REUSS sowie *Dentalina* sp., *Uvigerina tenuistriata* REUSS, *Cibicides ungerianus* (D'ORB.) und Spatangiden-Stacheln, dazu *Pyrulina* sp., die dann in der **Elsheim-Subformation** (Schleischsand/Cyrenenmergel) der unteren Sulzheim-Formation, häufiger wird. Örtlich konnten ein Dentalinen- und ein *Cibicides ungerianus*-Horizont (Foraminiferen) nachgewiesen werden.

Keine der zahlreichen Bohrungen entlang der ICE-Neubaustrecke hat die gesamte Bodenheim-Formation durchteuft; es konnte nur eine Mächtigkeit von maximal 46,30 m ermittelt werden.

In der Karte (Abb.1) sind die jeweiligen Subformationen der Bodenheim-Formation nur dort differenziert, wo sie mikropaläontologisch identifizierbar waren (KÜMMERLE & SEMMEL 1969). Wegen der Lückenhaftigkeit des Bohrnetzes konnte die Untergliederung der Bodenheim-Formation nicht flächenhaft ausgehalten werden.

Die Elsheim-Subformation (sandige Abfolge des Schleichsands) konnte nicht als eigenständiges Schichtglied dargestellt werden. Zwar ist an der Basis der **Sulzheim-Formation** (Cyrenenmergel) örtlich ein glimmerreicher, sandiger Schluffmergel erbohrt, jedoch nur ohne deutliche lithologische Grenze zum Hangenden und Liegenden. Auch die Mikrofauna ist nicht generell vom überlagernden eigentlichen Cyrenenmergel verschieden, wie es schon SONNE (1973, 1988) aus dem linksrheinischen Mainzer Becken beschrieb. Ebenso ist auf Bl. 6015 Mainz, zwischen den beiden Schichtgliedern keine einschneidende Faziesänderung feststellbar und beide lassen sich nur in Sonderfällen voneinander

trennen (SONNE 1989).

Die tiefste Sulzheim-Formation (Cyrenenmergel) ist in den topographisch höher gelegenen Gebietsteilen bei Nordenstadt, Massenheim und Diedenbergen großflächig aufgeschlossen (Abb. 1). Sie geht oft ohne auffallende Änderung aus der Bodenheim-Formation hervor. Es sind Mergel, meist etwas heller als das Liegende, die stärker zum Fließen neigen. Der Anteil von Schluff und Feinsand ist im Allgemeinen höher als in der Bodenheim-Formation, ebenso der Glimmergehalt. Im Süden von Wallau kommen Braunkohleflözchen im cm-Bereich vor, dazu Kalkbänkchen und brotlaibförmige Konkretionen bis zu einigen Dezimetern.

Die Mikrofauna entspricht dem im Mainzer Becken bekannten Spektrum; beachtlich ist der Anteil an allochthonen Foraminiferen. Häufige Arten sind: *Quinqueloculina impressa* REUSS, *Pyrulina* sp., *Rotalia kiliani* (ANDR.), *Elphidium nonioninoides* (ANDR.) sowie die Ostracoden *Hemicyprideis* sp., *Cytherella gracilis* (LIEN.) und Characeen-Gyrogonite.

An oder bis 4 m unterhalb der Hangendgrenze ist vor allem SE Wallau, südlich und östlich Nordenstadt Quarzkies bis 1,30 m Mächtigkeit in einer oder mehreren Lagen eingeschaltet. Die Gerölle haben einen Durchmesser von bis zu 6 cm. Der Quarzkies kann vermutlich den Weisenauer Schichten (Bodenheim-Formation), evtl. auch der Vilbel-Kies-Formation (RADTKE in Vorber.) zugeordnet werden. Schon KOCH (1880) fand ein „Kiesel-Konglomerat in den tiefsten Schichten des Landschneckenkalkes“ in einem der unteren Steinbrüche am Falkenberg.

Wo Cyrenenmergel und Cerithienschichten in normaler Abfolge vorkommen, lässt sich die Abgrenzung der Selztal-Gruppe (Mergeltertiär) gegen die hangende Mainz-Gruppe (Kalktertiär) deutlich beobachten. Letztere besteht aus einem horizontalen Wechsel von Algenriffen, Kalken bis Kalkmergeln und Dolomiten. Die kalkige Gesteinsfolge ist örtlich grabenartig in die Cyrenenmergel eingetieft, so am Falkenberg, unter Teilen der Deponie Wicker und südlich Nordenstadt.

In den Bohrungen um Wallau wurde in dieser Einheit folgende Fauna gefunden:

Foraminiferen wie *Bolivina moguntiaca* BART. & HEIN., *Buliminella pulchra* TERQUEM, *Caucasina elongata* (D'ORB.), *Discorbis* sp. sowie die Ostracoden *Cypridopsis similis* (LIEN.), *Eucypris agglutinans* (LIEN.) und *Hemicyprideis*-Arten, dazu Hydrobien und „Cerithien“ sowie Lumbriciden-Abscheidungen und *Spirorbis* sp.

In keiner Bohrung wurde ein komplettes Profil der Cerithienschichten durchteuft. Etwa 2 m über der Basis der **Hochheim-Formation** (Mittlere Cerithienschichten) kommt zwischen Nordenstadt und Delkenheim das Leitfossil *Terebralia rahti* (SANDBERGER) vor. 3–9 m über der Liegendgrenze, hier meist Quarzkies, liegen Bänke von *Isognomon oblongum* (ROEM.-BÜCHN.), ein Anzeiger der **Oppenheim-Formation** (Obere Cerithienschichten, unterer Teil). 1,5 m unter der Hangendgrenze der **Oberrad-Formation** (Obere Cerithienschichten, oberer Teil) liegt SW Nordenstadt die Untere *Falsocorbicula faujasi*-Bank.

An der Basis der **Rüssingen-Formation** (Inflatschichten) erscheint eine *Paramusculus brauni*-Bank. Die Rüssingen-Formation streicht erst in Richtung Erbenheim flächig aus. Faziell ist sie u.a. von den liegenden Cerithienschichten durch

hohen Mergelanteil zu unterscheiden. Sie beginnt mit dem Einsetzen der *Hydrobia inflata* (FAUJAS) und endet mit deren Erlöschen. Foraminiferen sind jetzt wesentlich seltener. Die Obere *Falsocorbicula faujasi*-Bank befindet sich knapp 10 m oberhalb der Basis der Rüssingen-Formation, 9–11 m unter der Hangendgrenze. Untere und Obere *Falsocorbicula faujasi*-Bank liegen ca. 11,50 m auseinander.

Dicht bei der westlichen Rheingrabenverwerfung (Abb. 1) wurde in der Bohrung III der Natron-Lithion-Quelle Bad Weilbach eine kleine Randscholle der Rüssingen-Formation (Inflatschichten), graubraune Mergel mit *Falsocorbicula faujasi* und Hydrobien angebohrt.

Die **Hydrobienschichten** sind hier nicht weiter untergliedert und kommen im Kartenausschnitt nur in einem schmalen Streifen, einer Randscholle des Oberrheingrabens, bei Bad Weilbach – Diedenbergen vor (Abb. 1). Sie sind erst westlich Erbenheim im Wiesbadener Graben außerhalb des hier betrachteten Bereiches großflächig verbreitet.

Gesteine pliozänen Alters, die aber zukünftig zumindest teilweise als kalkfreie Randfazies oligozänem bis miozänem Alter zugeordnet werden (RADTKE in Vorber.), wurden an der Rheingraben-

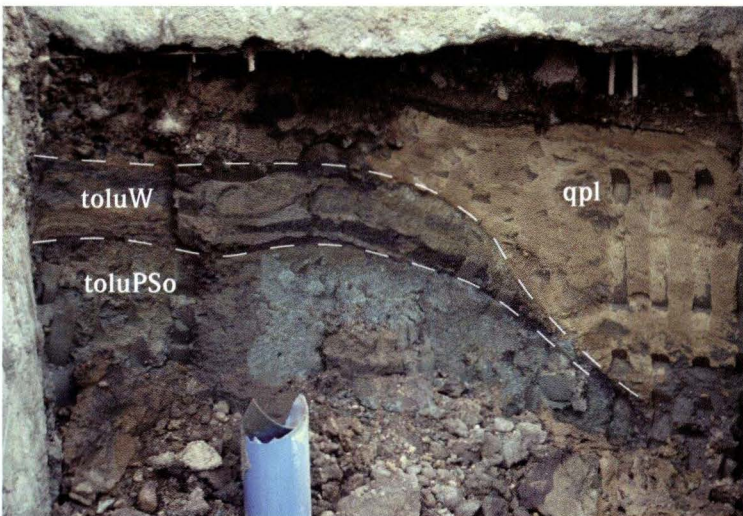


Abb. 6. Aufschluss zwischen zwei Bohrpfehlen an der Tunnelstrecke Wandersmannntunnel-Süd, südlich der A66: Erosiver Einschnitt des Wickerbaches (Pleistozän, qpl) in den Grenz-bereich Obere Pechelbronn-Schichten (toluP-So) mit blaugrünem Ton zu Wallau-Subformation (toluW) mit dunkelbraunem Ton und kohligen Lagen (Wasserstandsmessrohr im Vordergrund).

Randverwerfung bekannt (KÜMMERLE & SEMMEL 1969). Ein isoliertes Vorkommen von **Pliozän** wurde zwischen Nordenstadt und Wallau erbohrt (Abb. 1). Es besteht aus Quarzkies, Schluff und Ton mit Bohnerz in einer Mächtigkeit bis zu 3 m. Ausgedehntere Vorkommen, bis über 15 m mächtig, erstrecken sich in Richtung Erbenheim. Hier überwiegen Quarzkiese, und im höheren Profilabschnitt sind rot geflammte Tone anzutreffen.

In einigen Bohrungen wurden auffällig rote, aus dem Rotliegend stammende Karneol-Gerölle

gefunden. Immer sind sie an der Basis des Pleistozäns auf Rotliegend sowie allochthon auf Gesteinen der Pechelbronn-Gruppe anzutreffen. Im tiefsten Teil der Unteren Pechelbronn-Schichten kommen auch Pseudomorphosen-Quarzgerölle vor, mit denen nach ANDERLE (in RADTKE et al. 2007) ein neues Mindestalter der postvaristischen Gangmineralisationen und Bildung von Kappenquarz älter als Obereozän angegeben werden. Kappenquarze sind aus dem Rotliegend nicht bekannt.

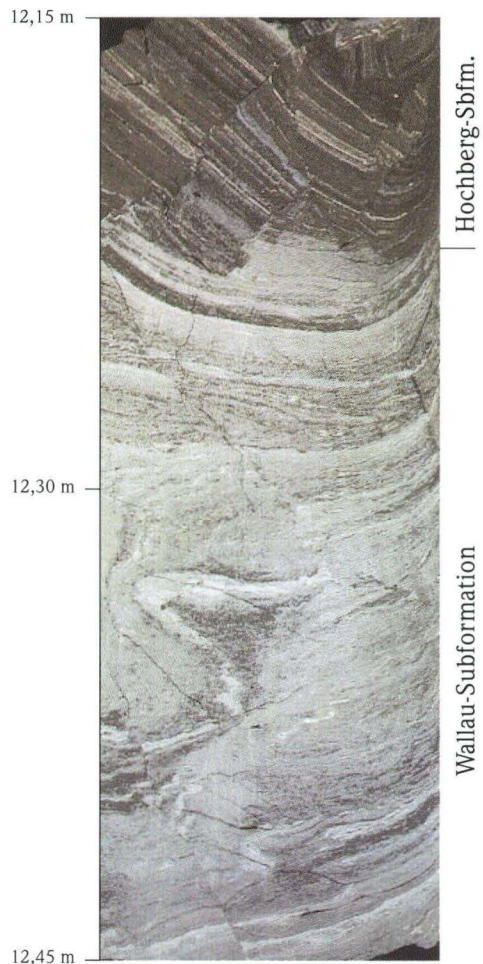
4. Quartär

Die Abfolge der Mainterrassen im betrachteten Gebiet ist bei KÜMMERLE & SEMMEL (1969), SEMMEL (1978) sowie KÜMMERLE (1995) dargestellt. Mainabsätze in der Fazies der Mosbach-Sande wurden südlich des Autobahnkreuzes Wiesbaden mehrfach angetroffen. Verbreitung und Mächtigkeit nehmen in Richtung Erbenheim auf bis über 13 m zu.

Eine größere Verbreitung hat Löss, er fehlt nur auf den jüngsten Ablagerungen des Mains und seiner Zuflüsse. Am mächtigsten ist die Lössdecke an den nach Osten bis SE geneigten Hängen südlich und SE Nordenstadt, SW Wallau (8 m), zwischen Wallau und Nordenstadt (9 m) und NE Bad Weilbach (10 m).

Die jüngsten Absätze der Bäche führen reichlich umgelagerten Löss sowie Tertiär-Material und örtlich Torf aus dem Holozän wie beim Weilbach und im Ardelgraben (Abb. 6).

Abb. 7. Bohrkern der Bohrung BK/D von der Tunnelstrecke Wandersmantunnel-Nord von 12,15–12,45 m Teufe mit Staffelbrüchen und Kleinfalten. Aufgeschlossen ist der Grenzbereich der Wallau-Subformation (Unterer Rupelton) mit undeutlich geschichteten hellgrünrauen Tonmergeln zur Hochberg-Subformation (Mittlerer Rupelton) mit feingeschichteten, dunkelolivbraunen, gut geklüfteten kalkigen Tonen und hellen Silt-Laminen.



5. Tektonik

Die tektonischen Strukturen des Nördlichen Oberrheingrabens einschließlich des Mainzer Beckens sind typisch blocktektonisch ausgerichtet (Abb. 1, 7, 8). Im westlichen Mainzer Becken folgen die Störungen NW- und SW-Richtungen (ANDERLE 1974). Der nordöstliche Teil des Mainzer Beckens östlich des Rheins und nördlich des Mains – im sogenannten Hochheimer Horst – ist von den Strukturen des Oberrheingrabens beeinflusst. Hier dominieren mehr NNE gerichtete Störungsmuster, die relativ oberflächennah angelegt sind. Nur der Falkenberger Graben ist NW ausgerichtet. Am Taunusrand ist in Fortsetzung der Idsteiner Senke die Hofheimer Rotliegend-Scholle erhalten geblieben. Die ganze Region ist im Quartär starken Hebungstendenzen ausgesetzt gewesen. Im Oberrheingraben ist das konstant NNE (rheinisch) gerichtete Störungssystem durch strikte seitliche Störungsbegrenzungen vorgegeben (ANDERLE 1974).

Die beiden tiefen Bohrungen Wallau sind im

nordöstlichen Mainzer Becken positioniert. Von der Rotliegend-Scholle ausgehend ist die tertiäre Schichtenfolge nach SW schollenartig abgetrept. Nach Osten sind die Tertiärvorkommen durch die westliche Grabenrandstörung scharf begrenzt. In einem West–Ost verlaufenden Profilschnitt sind der Hochheimer Horst und der Wiesbadener Graben gut zu erkennen (Abb. 8).

Geotektonische Ereignisse am Rande der Westschulter des Oberrheingrabens führten zur Hochlage der Pechelbronn-Gruppe im Bereich der Bohrungen Wallau B98-BK5 und W07. So stehen die Bohrungen im Kern des Hochheimer Horstes zwischen Flörsheim und Breckenheim. Dieser ist das bestimmende tektonische Element im Untersuchungsgebiet; er ist eine Fortsetzung der Schollentreppe des Rotliegend-Vorkommens bei Breckenheim. Der Hochheimer Horst erstreckt sich bis 4 km Breite vom Main bei Flörsheim über Breckenheim bis Medenbach (Abb. 1, 8). Im NE grenzt er an die Hofheimer Rotlie-

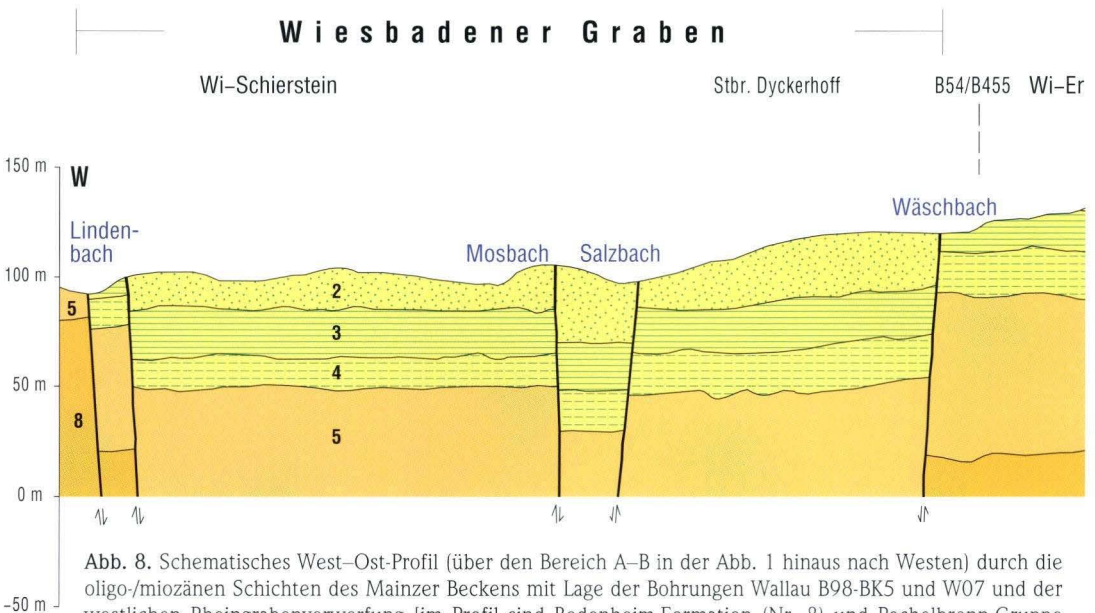
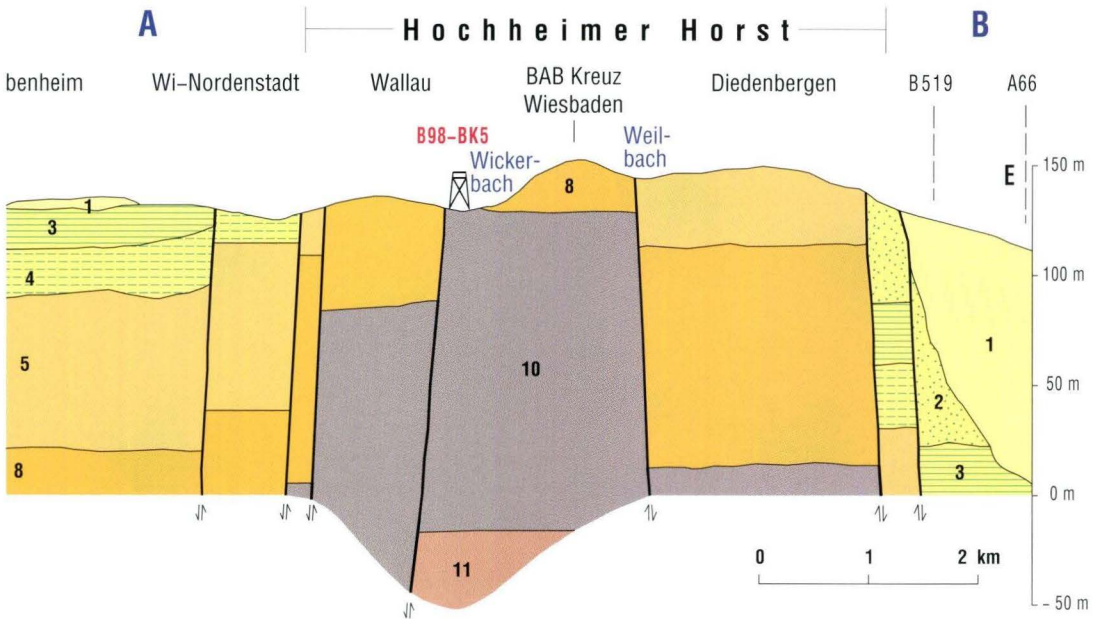


Abb. 8. Schematisches West–Ost-Profil (über den Bereich A–B in der Abb. 1 hinaus nach Westen) durch die oligo-/miozänen Schichten des Mainzer Beckens mit Lage der Bohrungen Wallau B98-BK5 und W07 und der westlichen Rheingrabenverwerfung [im Profil sind Bodenheimer-Formation (Nr. 8) und Pechelbronn-Gruppe (Nr. 10) nicht untergliedert]. Legende s. Abb. 1 (S. 75).

gendscholle an. Im Osten und SE wird er von der westlichen Oberrheingrabenstörung scharf abge-schnitten und bildet hier mit Versatzhöhen von ca. 150 m bzw. mehr als 250 m die östliche Begrenzung des Mainzer Beckens zum Ober-rheingraben (Abb. 1+8). Im Westen schließt sich der Wiesbadener Graben an. Hier sind Cerithien-schichten (obere Sulzheim-Formation) in Cyren-mergel (untere Sulzheim-Formation) schol-lenförmig eingebrochen; in Delkenheim ist ein Rest Kalktertiär (Mainz-Gruppe) auf Cyrenen-mergel erhalten. Er fiel schon VON REINACH (1907) als „untere Corbicularschichten“ auf.

Beide Bohrpunkte liegen vergleichsweise tief am Talboden des Wickerbaches, so dass die hier anstehenden Bodenheimer-Formation bzw. Obere Pechelbronn-Schichten nur von quartären Bildungen bedeckt sind. Der erwähnte Horst ist vielfach durch SW–NE gerichtete tektonische Querele-mente gegliedert (Abb. 1). Dies macht sich u.a. in der Höhenlage der Grenze Pechelbronn-Gruppe gegen Bodenheimer-Formation (Rupelton) in den Bohrungen bemerkbar. Südlich Wallau liegt sie

bei 125–128 m (so in den beiden genannten Boh-rungen), nördlich Wallau bei 132 m, bei Brecken-heim in 140–142 m über NN. Kleinere tektoni-sche Versätze, einhergehend auch mit welligen Verbiegungen der Schichten, machen sich in kon-tinuierlicher Änderung von Streichen und Fallen bemerkbar: Die genannte Bezugsfläche Obere Pechelbronn-Schichten/Bodenheimer-Formation fällt südlich Wallau, am Wickerbach westlich des Wan-dersmann von SW nach NE ab. Am Südrand von Wallau steigt sie von Westen nach Osten an. In der Bohrung Wallau W07 liegen vergleichbare Schichten einige Meter tiefer als in der Bohrung Wallau B98-BK5. Von beiden Bohrungen aus fal-len die Schichten nach Westen und Norden ein. Südlich, SW und westlich Breckenheim fällt die Grenzfläche von SE nach NW ab. Im Hochheimer Horst sind tektonisch die größten Versätze von 120–130 m zu beobachten, so dass die Boden-heimer-Formation und die liegende Pechelbronn-Gruppe oberflächennah anzutreffen sind. Mit der Bohrtiefe von 170 m konnte dann das Rotliegend erreicht werden.



Im Zusammenhang mit den Schichtenverstellungen treten häufig kleintektonische Erscheinungen auf (Abb. 7). Schaufelförmige Rutschflächen als Folge der Verlagerung großer Gesteinsmassen wurden nachgewiesen, so am Portal Wandersmantunnel-Nord (SEMMELE 2000: Abb. 5). Die Abrissgrenzen waren West–Ost und WNW–ESE einzumessen. Am gesamten verstellten Hang NW des Wandersmanns ergibt ein Vergleich der Bohrprofile, dass größere Rupeltonschollen in einer Mächtigkeit von mehreren Metern durch Hangrutschung verlagert sind. Bogenförmig begrenzte Rutschschollen sind örtlich in gerader Linie hintereinander anzutreffen. Fließerden aus Tertiärmaterial können sogar jungen Löss überlagern (SEMMELE 2000).

Die Hangrutschungen gehen zum einen von der Grenzfläche zwischen wasserwegsamem Terrassenkies und quellfähigem Rupelton aus. An ihr tritt Wasser an den Talhängen aus, aber auch aufgeweichter feinsandhaltiger Ton kann mit ausfließen. Andererseits sind auch wasserstauende

Grenzflächen zwischen geschichteter und deutlich geklüfteter Hochheim-Formation (Fischschiefer) und ungeschichteter Wallau-Subformation (Foraminiferenmergel) für Rutschungen anfällig. Weiträumige, von Gebirgsdruck entlastete geböschte Flächen haben beim Bau der ICE-Trasse in der offenen Bauweise des Wandersmantunnel-Süd bei nur geringen Neigungswinkeln ganze Hanglagen ins Rutschen gebracht.

Eine Inhomogenitätsgrenze stellt besonders die Rheingraben-Randverwerfung bei Bad Weilbach dar. Sie ist wegen ihres jungen Alters in ihrer Mobilität schwer abzuschätzen.

Danksagung: Wir danken Frau PD Dr. K.I. und Herrn Dr. M.C. Grimm (Mainz), Herrn Dipl.-Geol. H.-J. Anderle (HLUG) sowie Herrn Prof. Dr. E. Martini (Kronberg i. Ts.) herzlich für Anregungen und Durchsicht des Manuskriptes. Den Herren J. Dengler und J. von Hoeßle (beide HLUG) wird für technische Hilfestellung gedankt.

6. Schriftenverzeichnis

- ANDERLE, H.-J. (1974): Block tectonic interrelations between northern Upper Rhine Graben and southern Taunus Mountains. – In: ILLIES, J.H. & FUCHS, K. (eds.): Approaches to Taphrogenesis: 243–253, 1 fig., 1 folder; Stuttgart (Schweizerbart).
- DREVERMANN, F. (1920): Geologische Exkursionen in der Umgegend von Frankfurt a. Main. – I. Flörsheim. – Ber. senckenb. naturforsch. Ges., **50**: 95–103, 12 Abb.; Frankfurt am Main.
- FALKE, H. (1960): Rheinhessen und die Umgebung von Mainz. – Slg. geol. Führer, **38**: 156 S., 2 Taf., 13 Ktn.; Berlin (Borntraeger).
- FÖRSTERLING, G. & RADTKE, G. (2004): Der tertiäre Lebensraum im Mainzer Becken und seine Fossilien. – In: NASSAUISCHER VEREIN FÜR NATURKUNDE (Hrsg.): Streifzüge durch die Natur von Wiesbaden und Umgebung (Band 175-jähriges Jubiläum). – Jb. Nass. Ver. Naturkde., **Sb 2**: 17–30, 28 Abb.; Wiesbaden.
- GEIB, K. (1961): Prämitteloligozäne (mitteloligozäne?) fluviatile Ablagerungen im Bereich des westlichen Mainzer Beckens. – Z. rhein. naturforsch. Ges., **1**: 20–25; Mainz.
- GRIMM, K.I. (1994): Paläoökologie, Paläogeographie und Stratigraphie im Mainzer Becken, im Ober-rheingraben, in der Hessischen Senke und in der Leipziger Bucht während des Mittleren Rupeltons (Fischschiefer/Rupelium/Unteroligozän). – Mitt. POLLICIA, **81**: 7–193, 32 Abb., 2 Tab., 36 Anl.; Bad Dürkheim.
- GRIMM, K.I. (2002): Foraminiferal zonation of early Oligocene deposits (Selztal-Group, Latdorfian, Rupelian) in the Mainz Basin, Germany. – J. Micro-pal., **21**: 1–8, 3 figs., 1 pl.; London.
- GRIMM, K.I., GRIMM, M.C. & SCHINDLER, T. (2000): Lithostratigraphische Gliederung im Rupelium/Chat-tium des Mainzer Beckens, Deutschland. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **218** (3): 343–397, 4 Abb.; Stuttgart.
- GRIMM, K.I. & RADTKE, G. (2002): Lithostratigraphische Gliederung im Rupelium/Chat-tium des Mainzer

- Beckens, Deutschland: Wallau-Subformation („Unterer Rupelton“); Bodenheim-Formation/Selztal-Gruppe. – Geol. Jb. Hessen, **129**: 127–131, 2 Abb.; Wiesbaden.
- GRIMM, M.C. (2005): Beiträge zur Lithostratigraphie des Paläogens und Neogens im Oberrheingebiet (Oberrheingraben, Mainzer Becken, Hanauer Becken). – Geol. Jb. Hessen, **132**: 79–112, 4 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- KADOLSKY, D. & SCHÄFER, P. (in Vorber.): Kap. 5.2.10.1-3: Hochheim-Formation, Oppenheim-Formation, Ober-rad-Formation. – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland - Tertiär: Oberrheingraben mit angrenzenden Teilbecken und Mittelgebirgen. – Schriftenr. dt. geol. Ges.; Hannover.
- KOCH, C. (1880): Geologische Spezialkarte von Preußen und thüringischen Staaten, Lfg. **15**: Bl. Hochheim, 1. Aufl. mit Erl.: 40 S.; Berlin (Schropp).
- KOWALCZYK, G. (2007): Die Rotliegend Sedimente in der Bohrung Wallau B98-BK5. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 89–97, 4 Abb.; Wiesbaden.
- KÜMMERLE, E. (1995): Ein geologisches Profil vom Taunus zum Main. – Jb. nass. Ver. Naturkde., **116**: 73–80, 1 Abb.; Wiesbaden.
- KÜMMERLE, E. (1996): „Milchquarzkies“, „Randfazies“ und Unteroligozän bei Wallau, Main-Taunus-Kreis. – Jb. nass. Ver. Naturkde., **117**: 65–68, 1 Abb.; Wiesbaden.
- KÜMMERLE, E. & SEMMEL, A. (1969): Geologische Karte von Hessen 1:25 000, Bl. 5916 Hochheim a.M., 3. Aufl. mit Erl.: 209 S., 19 Abb., 17 Tab., 2 Taf., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- KUSTER-WENDENBURG, E. (1973): Die Gastropoden aus dem Meeressand (Rupelium) des Mainzer Tertiärbeckens. – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **67**: 170 S., 8 Taf.; Wiesbaden.
- LEPPLA, A. & STEUER, A. (1923): Geologische Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten; Lfg. **15**, Bl. Hochheim-Raunheim, mit Erl.: 64 S.; Berlin.
- MARELL, D. (1989): Das Rotliegende zwischen Odenwald und Taunus. – Geol. Abh. Hessen, **29**: 128 S., 57 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.
- MARTINI, E. (1971): Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. – Proc. II Plankt. Conf., Roma 1970, **2**: 739–785, 6 tabs., 4 pls.; Rom.
- MARTINI, E. & RADTKE, G. (2007): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation) – Einführung und Synthese. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 7–36, 10 Abb., 1 Tab., Beil. 1; Wiesbaden.
- MEHRNUSCH, M. (1989): Die Bolivinen (Foraminiferen) des Oligozäns im Mainzer Becken. – Mainzer geowiss. Mitt., **18**: 49–76, 29 Abb.; Mainz.
- OTT, W. (1999): Die Meeresfauna von Offenbach am Main. Eine paläontologische Dokumentation des Oberen Rupeltons (mittleres Oligozän, Alttertiär) von der S-Bahn-Baustelle. – Abh. Offenb. Ver. Naturk., **9**: 67 S., 4 Abb., 2 Tab., 32 Taf.; Offenbach/M.
- RADTKE, G. (in Vorber.): Kap. 5.4.7 Kalkfreie Randfazies. – In: DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.): Stratigraphie von Deutschland - Tertiär: Oberrheingraben mit angrenzenden Teilbecken und Mittelgebirgen. – Schriftenr. dt. geol. Ges.; Hannover.
- RADTKE, G., LIPPMANN, R. & GAUPP, R. (2007): Neues Vorkommen der Pechelbronn-Gruppe im Mainzer Becken (Ober-Eozän – tiefes Unter-Oligozän, Deutschland). – Lithologie und Sedimentologie der Bohrungen Wallau (B98-BK5 und W07). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 37–72, 17 Abb., Beil. 2; Wiesbaden.
- RADTKE, G. & MARTINI, E. (2007): Neudefinition von stratigraphischen Einheiten im Tertiär des Mainzer und Hanauer Beckens (W-Deutschland): Frankfurt-Formation [= Obere Hydrobien-Schichten], Miozän. – Geol. Jb. Hessen, **134**: 3 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- REICHENBACHER, B. & KELLER, T. (2002): Neudefinition von stratigraphischen Einheiten im Tertiär des Mainzer und Hanauer Beckens (Deutschland, Oligozän – Miozän), Teil 2: Wiesbaden-Formation [= Untere Hydrobien-Schichten]. – Mainzer geowiss. Mitt., **31**: 99–122, 3 Abb., 3 Tab.; Mainz.
- REINACH, A. VON (1907): Neuere Aufschlüsse im Tertiär des Taunusvorlandes. – Jb. preuß. geol. L.-Anst., **24**: 54–60; Berlin.
- ROTHAUSEN, K. & SONNE, V. (1984): Mainzer Becken. –

- Slg. geol. Führer, **79**: 203 S., 21 Abb., 3 Tab., 47 Taf.; Stuttgart (Borntraeger).
- SACHSE, M. (1991): Paläoenvironment-Rekonstruktion im Übergangsbereich Pechelbronner Schichten/Septarienton (Oligozän) anhand einiger Bohrkerne aus dem nördlichen Oberrheingraben. – Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. Göttingen, FB Geologie: 91 S., 12 Abb., 5 Taf.; Göttingen.
- SCHÄFER, P. & KADOLSKY, D. (1998): Zur Gliederung eines Tertiärprofils von Budenheim bei Mainz, insbesondere zur stratigraphischen Stellung und Genese der „Milchquarzsotter“ (Oberoligozän) im nordwestlichen Rheinhessen (Mainzer Becken). – Mainzer naturwiss. Archiv, Beih., **21**: 115–132, 3 Abb.; Mainz.
- SCHÄFER, P. & KADOLSKY, D. (2002): Neudefinition von stratigraphischen Einheiten im Tertiär des Mainzer und Hanauer Beckens (Deutschland, Oligozän – Miozän), Teil 1: Oberrad-Formation [= Obere Cerithienschichten, oberer Teil] und Rüssingen-Formation [= *Inflata*-Schichten]. – Mainzer geowiss. Mitt., **31**: 73–98, 4 Abb.; Mainz.
- SEMMELE, A. (1978): Untersuchungen zur quartären Tektonik am Taunus-Südrand. – Geol. Jb. Hessen, **106**: 291–302, 8 Abb.; Wiesbaden.
- SEMMELE, A. (2000): Fahrt der ICE auf wackeligem Grund? Geomorphologische Anmerkungen zur Neubaustrecke Köln/Rhein-Main. – Forsch. Frankfurt, **2000**(1): 56–62, 12 Abb.; Frankfurt am Main.
- SONNE, V. (1973): Ein Profil im Grenzbereich Schleichsand/Cyrenen-Mergel in Rheinhessen (Tertiär, Mainzer Becken). – Mainzer geowiss. Mitt., **2**: 105–114, 12 Abb.; Mainz.
- SONNE, V. (1988): Oberer Rupelton, Schleichsand (Rupel) und Cyrenenmergel (tiefes Chatt) im Mainzer Becken: Können sie mikropaläontologisch definiert werden? – Mainzer geowiss. Mitt., **17**: 19–30, 2 Abb., 1 Tab.; Mainz.
- SONNE, V. (1989): Geologische Karte von Rheinland-Pfalz 1:25 000, Erl. Bl. 6015 Mainz: 106 S., 8 Abb., 4 Tab.; Mainz.
- STEUER, A. (1910): Kurze Beschreibung des Tertiärs im Mainzer Becken und Führer für vier Exkursionstage. – Notizbl. Ver. Erdk. großh. geol. L.-Anst., (IV) **31**: 34–62, Taf. 1–8; Darmstadt.
- WAGNER, W. (1955): Das Auftreten von Unteroligozän im Mainzer Becken. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **83**: 228–236; Wiesbaden.
- WENZ, W. (1921): Das Mainzer Becken und seine Randgebiete. – 352 S., 518 Abb., 41 Taf.; Heidelberg (Ehrig).

GOTTHARD KOWALCZYK¹

Die Rotliegend-Sedimente in der Bohrung Wallau B98-BK5

Rotliegend sediments at drill site Wallau B98-BK5

Kurzfassung

In der Bohrung Wallau B98-BK5 bestehen die Sedimente im Liegenden der Unteren Pechelbronn-Schichten (UPS) unterhalb 144,85 m aus braun- und violettrotten Ton-, Silt- und Sandsteinen mit Karbonatkonkretionen im unteren Teil. Sie werden in das Rotliegend eingestuft und zwar in die Playa-Fazies der Oberen Nahe-Subgruppe

des Saar–Nahe-Beckens (Sponheim- bzw. Standenbühl-Formation). Ihre gegenwärtige, von den übrigen Vorkommen derselben Fazies des Rotliegend im nördlichen Oberrheingraben abweichende Ausbildung lässt sich durch intensive präober-eozäne Verwitterung erklären.

Abstract

The succession of beds below 144,85 m of the drill site Wallau B98-BK5 consists of clay-, silt-, and sandstones, brown- and violet-reddish in colour, containing caliche nodules in its lower part. These beds represent a playa environment of Permo-Carboniferous age (Rotliegend), which can be correlated with the Sponheim (or Standenbühl) Formation

of the Nahe-Subgroup of the Saar-Nahe Basin. However, the present habitus of these beds slightly differs from the facies of the upper part of the Rotliegend in the Northern Upper Rhine Graben. This could have been caused by strong weathering during Late Mesozoic and Early Palaeogene before the deposition of the Lower Pechelbronn Beds (UPS).

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	90
2. Lithologie und Schichtenfolge	91
3. Verwitterung	94
4. Einstufung in das Rotliegend	95
5. Fazit	96
6. Schriftenverzeichnis	96

¹ Prof. Dr. G. Kowalczyk (e-mail: g.kowalczyk@em.uni-frankfurt.de), Institut für Geowissenschaften der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt, Altenhöferallee 1, D-60438 Frankfurt am Main

1. Einleitung

Die im bergfeuchten Zustand braun- und violettroten, feinklastischen Sedimente der Bohrung Wallau B98-BK5 unterhalb 144,85 m unterlagern die hangenden Schichten augenscheinlich unter einer Erosionsdiskordanz und stehen auch mit ihren übrigen lithologischen Merkmalen in deutlichem Gegensatz zu diesen.

Dies führte bei der Bemusterung der Kerne zu einer Einstufung der Schichtenfolge unterhalb 144,85 m in das Rotliegend.

Rotliegend streicht in der Umgebung der Bohrung Wallau B98-BK5 auf dem Hofheimer Horst

flächenhaft aus. Diese Vorkommen gehören paläogeographisch noch dem Saar–Nahe-Becken an, wenn man dessen Ostgrenze mit der östlichen Grabenschulter des Oberrheingrabens zieht (Abb. 1).

Die Übertage-Aufschlüsse in der Umgebung der Bohrung Wallau B98-BK5, z. B. am nur wenige Kilometer entfernten Südportal des Schulwaldtunnels der ICE-Neubaustrecke Köln–Rhein/Main (R 34 54 037, H 55 51 135), zeigen eine Fazies des Rotliegend, die mit den grobklastischen Schwemmfächer-Sedimenten der Wadern-Forma-

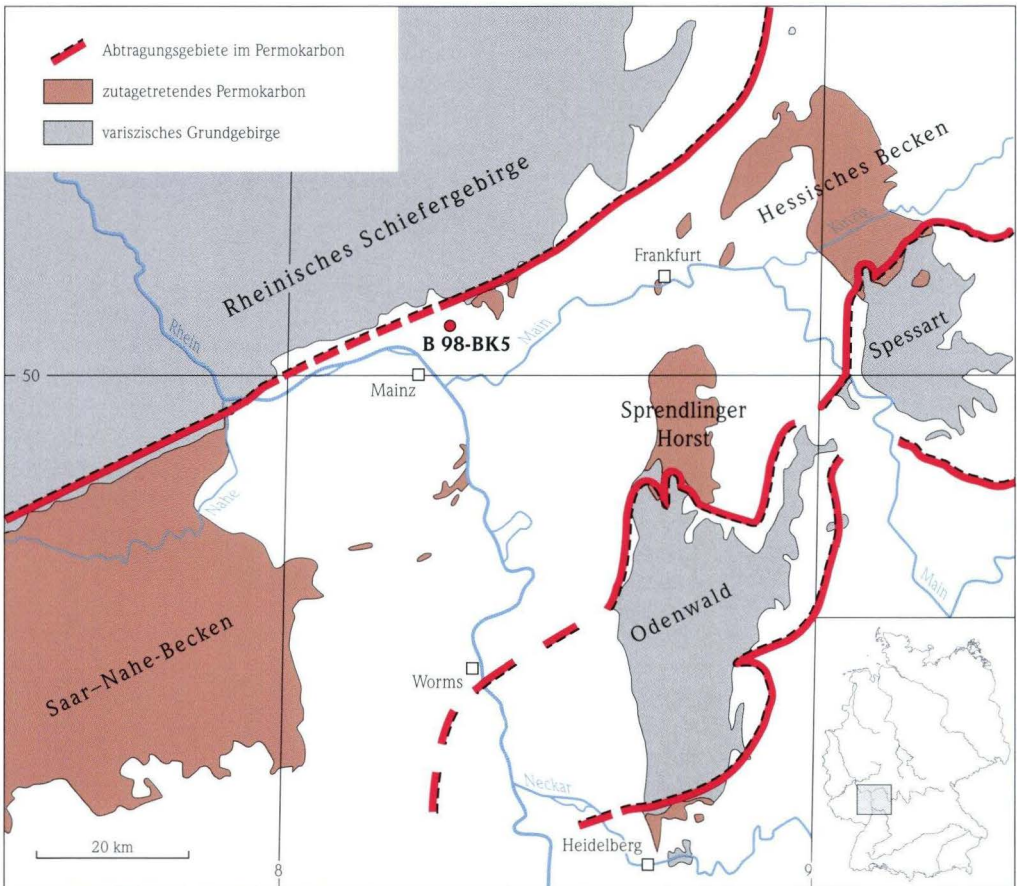


Abb. 1. Paläogeographie des Rotliegend und Lage der Bohrung Wallau B98-BK5 (nach MÜLLER 1996, leicht verändert).

tion des Saar–Nahe-Beckens übereinstimmt.

Demgegenüber haben die Rotsedimente im liegenden Teil der Bohrung Wallau B98-BK5 von 144,85 m bis zur Endteufe eine abweichende Ausbildung.

Hinzu kommt, dass die durchteuften Schichten auch im Erscheinungsbild von der feinkörnigen Beckenfazies des höheren Rotliegend – einer

Playa-Fazies – im nördlichen Oberrheingraben abweichen, wie sie etwa in den Bohrungen Königstädten 1 (MÜLLER 1996), Weiterstadt 1 (MARELL 1987, 1989) oder Olm 1 (HABICHT 1966) nachgewiesen sind.

Dies macht es nötig zu diskutieren, ob überhaupt Rotliegend vorliegt, oder ob es sich etwa um bunte Basissedimente des Eozäns handelt.

2. Lithologie und Schichtenfolge

Die ab Bohrmeter 144,85 mit deutlichem lithologischen Kontrast zu den hangenden Unteren Pechelbronn-Schichten (UPS) auftretenden Sedimente sind durch ihre intensive braunrote oder violettrote Farbe charakterisiert. Die Schichtenfolge bis zur Endteufe von 170,00 m ist augenscheinlich zweigeteilt, wobei die nicht sehr scharfe Grenze etwa bei 155 m liegt (RADTKE et al. 2007: Beil. 2).

Der obere Teil besteht aus Ton- und Siltsteinen mit Feinsandlagen und -flasern sowie seltenen Grobsandlagen. Die Farbe wechselt zwischen violettstichigem Rotbraun und hellen Ockerfarben, die allerdings nicht schichtgebunden, sondern fleckig, nierig verteilt sind oder entlang von Klüften auftreten (Abb. 2, 3, s. Kernbeschreibung RADTKE et al. 2007: Kap. 4 u. 8.1). Der Verfestigungsgrad ist höher als in den überlagernden UPS, jedoch geringer als in Rotliegendkernen des übrigen nördlichen Oberrheingrabens.

Im liegenden Teil sind gröberkörnige Lagen etwas häufiger, rotbraune Sedimentfarben sind deutlicher ausgeprägt und Ockerfarben treten ganz zurück. Der Verfestigungsgrad ist etwas höher als im oberen Teil, aber immer noch geringer als dies vom Rotliegend in Bohrungen des nördlichen Oberrheingrabens bekannt ist.

Diese Abweichungen haben zu der Überlegung geführt, ob in der Kernstrecke zwischen 144,85 und 170,00 m überhaupt Rotliegend vorliegt oder etwa die Bunten Basisschichten des Eozäns im Oberrheingraben (GAUPP & NICKEL 2001).

Das lithologische Inventar der Bohrung Wallau B98-BK5 unterhalb der groben Kiese der UPS (ab 144,85 m) zeigt nur relativ geringe Variabilität. Es setzt sich zusammen aus Silt- und Feinsandsteinen sowie zu geringerem Anteil aus Tonsteinen und Mittel- bis Grobsandsteinen sowie pedogenen bzw. diagenetischen Karbonaten (RADTKE et al. 2007: Kap. 4).

Reine **Tonsteine** (TST) treten nur in geringem Umfang auf und sind auf wenige mm- bis cm-dicke Lagen beschränkt. Sie sind weitgehend strukturlos oder seltener laminiert.

Ganz überwiegend enthalten die Tonsteine unterschiedliche Anteile an Silt und/oder Feinsand, entweder fein verteilt oder durch Einlagerung mm-langer Silt- oder Feinsandflasern (TST_v). Selten treten auch laminierte Tonsteine auf.

Tonsteine gehen meist ohne scharfe Grenze in **Siltsteine** über. Diese sind stets tonig und feinsandig (SIST_r/SIST_s). Vorherrschende Textur ist eine flaserige Schichtung. Die Sedimentfarbe variiert mit dem Feinsandgehalt und dem Grad der (präobereozänen) Verwitterung. An diagenetischen Texturen treten Entwässerungsstrukturen auf. Einzelne Bänke der Siltsteine (und Tonsteine) sind strukturlos, enthalten jedoch Grobsand-einzelkörner und/oder Grobsandnester und -fetzen, die sie als Schlammstromsedimente ausweisen könnten (z. B. bei 168,60 m).

Ebenfalls ohne scharfe Grenze können Siltsteine in **Feinsandsteine** (SDST_r/SDST_v) übergehen, stets mit hohem Ton- und Siltgehalt. Auch hier



Abb. 2. Bohrung Wallau B98-BK5: 152,00–152,40 m: Tonstein mit Siltsteinlagen.

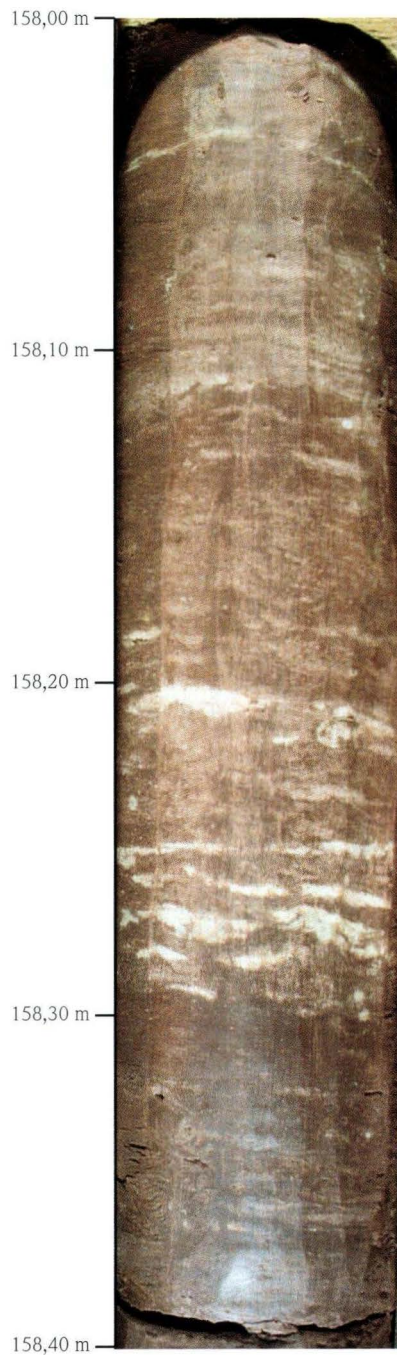


Abb. 3. Bohrung Wallau B98-BK5: 158,00–158,40 m: Tonstein, schwach siltig und feinsandig mit hellgrauen Lagen.

ist der vorherrschende Texturtyp die flaserige Schichtung, wobei die Flaserlänge und -dicke sowie die Korngrößen in den Flasern gegenüber den Siltsteinen ansteigt. Auffällig ist, dass die cm-langen und bis max. 1 cm dicken Grobsandflaser nur unscharf begrenzt sind: sie schwimmen in einer feinsandigen und siltigen Matrix.

Die wenigen **Mittel- und Grobsandsteine** (SDST_p) sind stets tonig und siltig und ebenfalls ganz überwiegend flaserig geschichtet oder sehr viel seltener horizontal wellig und enthalten vereinzelt Feinkieseinzelnkörner (z. B. 147,52–147,53 m). Gesamtgesteinsanalysen ergaben in der Silt- und Feinsandfraktion Quarz, Kalifeldspat, Albit, Illit, Kaolinit, Hämatit und Goethit.

Im gesamten Profil fehlen diskrete Sedimentstrukturen oder auch klare Schrägschichtungsgefüge weitgehend. Die Schichtung wirkt daher häufig diffus. Die Schichtgrenzen zwischen den einzelnen Lagen und Bänken sind überwiegend unscharf.

Die Komponenten in der Mittel- und Grobsandfraktion bestehen vorrangig aus den Phylliten der Nördlichen Phyllitzone, die stets intensiv kaolinisiert sind; hinzu kommen Quarz und Quarzit.

Im liegenden Teil der Kernstrecke treten Karbonate auf, und zwar in folgenden Typen:

1. fein verteilt im nicht-karbonatischen Sediment,
2. als Konkretionen,
3. als dünne, durchhaltende Bänke.

Fein verteilter Karbonatgehalt ist stets kalzitisch (powder caliche). Konkretionen erreichen wenige mm bis cm Durchmesser und bestehen aus wolkigem, inhomogenem und fleckigem, jedoch äquigranularem Mikrit rein dolomitischer Zusammensetzung. Die Konkretionen bilden Lagen und können ohne sehr scharfe Grenze in karbonatisch zementierte Feinsandsteine übergehen (z. B. bei 159,39 m).

Einzelne Knollen können zusammenwachsen (z. B. bei 158,98 m) mit z. T. laminierten Anteilen. Auch hier ist die Textur mikritisch und inhomogen fleckig und die Knollengrenzen sind nur sehr schwach kenntlich. Grobe Komponenten werden von dolomitischem Mikrit eingeschlossen.

Bänke in cm-Mächtigkeit zeigen wieder inhomogene, strukturlose, äquigranulare Mikrite, z. T. mit wolkig verteilten Tonmineralen und Fe-Oxiden in den Kristallit-Zwickeln sowie Rissbildungen (z. B. bei 160,20 m).

Die im Detail zwar unterschiedlichen, insgesamt jedoch recht einheitlichen Karbonate lassen sich als zum Formenkreis der Karbonatkrusten gehörig ansprechen. Sichere Hinweise auf biologische Aktivität bei ihrer Bildung wurden nicht beobachtet, daher bleibt unentschieden, ob es sich um pedogene oder diagenetische Karbonate handelt. Im Vergleich zu benachbarten Rotliegendevorkommen gleichen sie allerdings völlig den dort beschriebenen Calichen (KOWALCZYK 1983, MARELL 1987, MÜLLER 1996).

Die Calichen in der Bohrung Wallau B98-BK5 gehören zum Typ der alpha-Kalkkrusten (nach WRIGHT 1990) ohne erkennbare biogene Strukturen und damit möglicherweise nicht zu den pedogenen, sondern zu den Grundwasser-bezogenen Krusten. Gerade auch in diesem Fall sind sie eher Indikatoren stärker ariden Klimas, und Evaporation bzw. Evapotranspiration ist einer ihrer wesentlichen Bildungsmechanismen.

WRIGHT & TUCKER (1991) machen jedoch darauf aufmerksam, dass rezent eindeutig pedogene Kalkkrusten ebenfalls alpha-Gefüge zeigen können.

In die gleiche Richtung weist auch die Häufigkeit diffuser Schichtung bzw. das unscharfe Verteilungsmuster unterschiedlicher Körnigkeiten in den Sedimenten, für das SMOOT & CASTENS-SEIDELL (1994) ein Modell vorlegten, das solche Texturen als typisch für ein Playa-Milieu mit Salzausblühungen ausweist.

3. Verwitterung

Die auffälligen, nicht schichtgebundenen Entfärbungen bis etwa 155 m, die geringere Festigkeit der Kernstrecke als im Rotliegend des Oberrheingrabens üblich und auch die Zweiteilung in der Bohrung nach äußerem Habitus sind vermutlich durch eine tiefgründige präobereozäne Ver-

witterung bedingt, wie sie im Rheinischen Schiefergebirge vielerorts nachgewiesen ist (FELIX-HENNINGSSEN 1990). Darauf deutet auch der Tonmineralbestand der Schichtenfolge unterhalb der UPS (die röntgenographischen Daten des Tonanteils wurden von Prof. Dr. Peter Rothe, Mannheim,

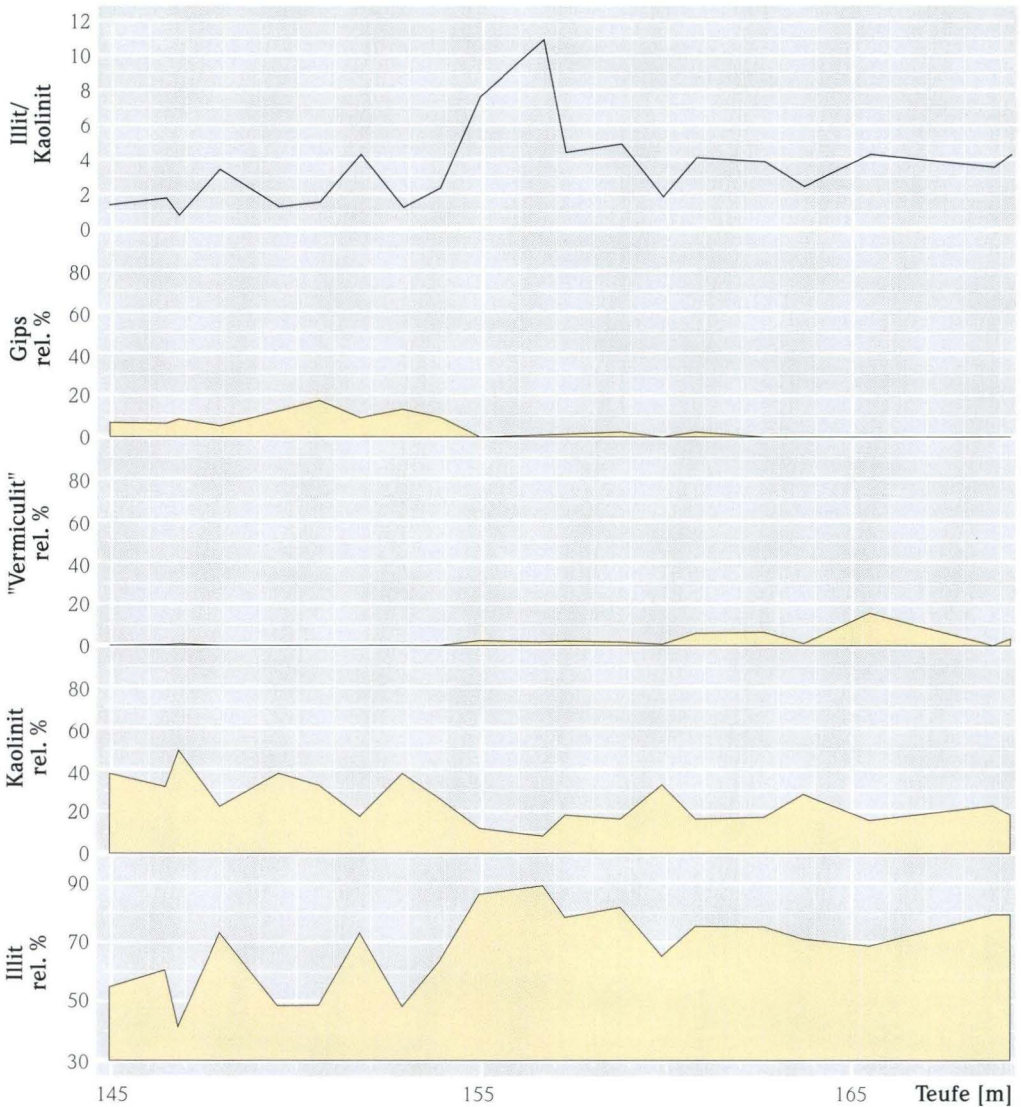


Abb. 4. Tonmineralverteilung unterhalb 144,85 m in der Bohrung Wallau B98-BK5.

bereitgestellt und von Dr. Rainer Petschick, Frankfurt a.M., mittels MacDiff ausgewertet). Auch hier ist im Teufenbereich um 155 m eine Änderung feststellbar. Dominiert im liegenden Teil (unter 155 m) Illit und (allerdings nicht ganz präzise nachgewiesener) Vermiculit, so nimmt zum Hangenden hin der Kaolinitanteil allmählich zu, bis bei 145,00 m Illit und Kaolinit in ungefähr gleichen Anteilen im Tonmineralbestand vertreten sind (Abb. 4).

Da im Kornbestand keine Änderung des Liefergebietes festzustellen ist, lässt sich dieser Befund durchaus durch nachträglichen Abbau des Illits (und Vermiculits) zu Kaolinit im Zuge einer prä-obereozänen Verwitterung unter warmhumidem

Klima bei ausreichendem Wasserangebot, guter Drainage und entsprechender Kalium-Abfuhr erklären.

Auffällig ist auch, dass unterhalb dieses Grenzbereichs Karbonat als Zement und als noduläre Konkretionen (als Caliche) erhalten ist, während es im oberen Teil fehlt. Auch hier ist an eine nachträgliche Abfuhr des Karbonats bei der Kaolinisierung unter niedrigem pH zu denken.

Bei 155,00 m endet auch das Vorkommen von Gips (Abb. 4), der vermutlich aus der überlagerten Pechelbronn-Gruppe (PG) stammt und im höheren Teil der Bohrung, verwitterungsbedingt, veränderte Porositäten oder Wasserwegsamkeiten vorfand.

4. Einstufung in das Rotliegend

Die Rotsedimente zwischen 144,85 m und der Endteufe wurden nach erstem Augenschein in das Rotliegend eingestuft. Sie weichen jedoch in ihrem Habitus von den feinsandig-pelitischen Sedimenten des höheren Rotliegend im nördlichen Oberrheingraben ab. Deshalb musste untersucht werden, ob diese erste Einstufung zutrifft, zumal durch GAUPP & NICKEL (2001) paläogene Rotsedimente bekannt gemacht wurden.

Sie machten darauf aufmerksam, dass auch im nördlichen Oberrheingraben (Raum Eich-Stockstadt) unterhalb der grauen, grobklastischen Pechelbronn-Gruppe (PG) Rotsedimente auftreten, die tonreichen Playa-Sedimenten des Rotliegend auffallend ähneln. Als Charakteristika dieser sog. Couche Rouge nannten GAUPP & NICKEL (2001) ein stärker polymiktes Klastenspektrum als das der hangenden, grauen PG, Illitreichtum und Dolomitführung – Eigenschaften, die auch für die Rotsedimente in der Bohrung Wallau B98-BK5 gegeben sind.

Die Entscheidung, den Profilabschnitt von 144,85 m bis zur Endteufe bis auf Weiteres in das Rotliegend einzustufen, beruht auf folgenden Beobachtungen und Überlegungen (gemeinsame

Kernbefahrung mit Dr. Matthias Grimm, Mainz, und Dr. Gudrun Radtke, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, HLUg):

Die Sedimente aller Korngrößen sind sehr schlecht sortiert und z.T. diffus geschichtet, lagenweise treten Schlammstrom (mud flow)-Sedimente auf. Die Rotsedimente unterhalb der PG im Feld Eich sind nach GAUPP & NICKEL (2001) dagegen gut sortiert und deutlich geschichtet. Im Vergleich zu der von GAUPP & NICKEL erwähnten Couche Rouge ist die Schichtenfolge in der Bohrung Wallau B98-BK5 gröber bis hin zu feinkonglomeratischen Anteilen; die Calichen passen gut zu einem Playa-Milieu, wie es in den höheren Teilen der Nahe-Subgruppe des Saar-Nahe-Beckens (z. B. in der Sponheim- oder Standenbühl-Formation) gegeben war. Es wäre aber ebenfalls noch zu untersuchen, ob ein Playa-Milieu klimatisch auch im Obereozän des nördlichen Oberrheingrabens zu belegen ist.

Besonders aussagekräftig erscheint jedoch die Beobachtung, dass der betrachtete Abschnitt offensichtlich vor Ablagerung der PG einer tiefgründigen Verwitterung unterlegen hat (s. o.), wie das übrige Rheinische Schiefergebirge (FELIX-HEN-

NINGSSEN 1990). Alternativ dazu wäre zwar auch hydrothermaler Zersatz denkbar, dagegen spricht allerdings die Kaolinit-Zunahme nach oben hin. Ferner muss erwogen werden, ob die Couche Rouge bzw. ihre Äquivalente im nördlichen Ober-rheingraben umgelagerte Rotsedimente aus Rotliegend (und Buntsandstein?) darstellen könnten.

Mit letzter Sicherheit kann die Frage anhand der vorhandenen Daten nicht beantwortet werden. Palynologische Untersuchungen (ausgeführt

von Dr. Martin Hottenrott, HLUG) erbrachten, wie in Rotsedimenten oft, keine Ergebnisse. Ebenso blieb die Suche nach datierungsfähigen Vulkaniklastiten erfolglos. Auch kalkiges Nannoplankton – wie es für die Rote Leitschicht charakteristisch ist (MARTINI & REICHENBACHER 2007) – konnte in der Kernstrecke unterhalb 144,85 m nicht nachgewiesen werden (frdl. mündl. Mitteilung Prof. Dr. Erlend Martini, Kronberg i.Ts.)

5. Fazit

Das Rotliegend am südlichen Taunusrand zwischen Hofheim und Assmannshausen gehört paläogeographisch dem Saar–Nahe-Becken an, das erst an der östlichen Grabenschulter des Ober-rheingrabens im Osten endet. Über ein Vorkommen auf Bl. Eltville (KÜMMERLE 1968, MICHELS 1965) lassen sich die Vorkommen im Hofheim–Wiesbadener Raum mit der Randfazies der Nahe-Subgruppe, der Wadern-Formation in der Nahe-Mulde, verknüpfen.

Nach Fazies und Position zum Abtragungsgebiet sind die Grobklastika bei Hofheim ein Äquivalent der Wadern-Formation der Nahe-Mulde in der Definition von STAPF (1990), auch wenn kein lückenloser sedimentärer Verband zu den dortigen Vorkommen nachgewiesen ist (Abb. 1).

Die als Rotliegend angesprochenen Sedimente der Bohrung Wallau B98-BK5 unterhalb der UPS haben hingegen in diesem Zusammenhang eine

ähnliche paläogeographische Position wie die Sponheim-Formation der Nahe-Mulde innerhalb eines Alluvial Fan/Playa-Komplexes (Sabkha-Siltsteine und Sabkha-See-Ablagerungen, STAPF 2002).

Auch im Bereich der Hochheimer Scholle zeigt das Saar–Nahe-Becken Halbgraben-Geometrie mit einer steilen Störung mit großem Versatz, die das Becken im Norden begrenzt (MARELL 1987). In manchen solcher Fälle führt dies – hohe und die Sedimentzufuhr übersteigende Subsidenz vorausgesetzt – zu relativ kurzen, nur wenig weit in das Becken vorstoßenden Fächern (ALEXANDER & LEEDER 1987). Dies würde die sehr randnahe Lage der möglicherweise zwischen zwei Fächern abgelagerten Playa-Sedimente der Bohrung Wal-lau erklären. Die südliche Begrenzung des Beckens ist dagegen nicht durch eine prägende Störung markiert.

6. Schriftenverzeichnis

ALEXANDER, J. & LEEDER, M.R. (1987): Active tectonic control on alluvial architecture. – In: ETHRIDGE, F.G., FLORES, R.M. & HARVEY, M.D. (eds.): Recent developments in fluvial sedimentology. – SEPM Spec. Publ., **39**: 243–252, 7 figs.; Tulsa.
FELIX-HENNINGSSEN, P. (1990): Die mesozoisch-tertiäre Verwitterungsdecke (MTV) im Rheinischen Schie-

fergebirge. Aufbau, Genese und quartäre Überprägung. – Boden, Relief, Paläoklima, **6**: 192 S., 50 Abb., 27 Fot., 53 Tab.; Berlin (Borntraeger).
GAUPP, R. & NICKEL, B. (2001): Die Pechelbronn-Schichten im Raum Eich-Stockstadt (Nördlicher Oberrheingraben; Blatt 6216 Gernsheim). – Geol. Jb. Hessen, **128**: 19–27, 6 Abb.; Wiesbaden.

- HABICHT, H. (1966): Die permokarbonischen Aufschlussbohrungen der Nahe-Senke, des Mainzer Beckens und der Zweibrücker Mulde. – Z. dt. geol. Ges., **115**: 631–649, 1 Taf.; Hannover.
- KOWALCZYK, G. (1983): Das Rotliegende zwischen Taunus und Spessart. – Geol. Abh. Hessen, **84**: 99 S., 48 Abb., 2 Tab., 8 Taf.; Wiesbaden.
- KÜMMERLE, E. (1968): B. Perm. – In: EHRENBERG, K.-H., KUPFAHL, H.-G. & KÜMMERLE, E.: Erl. geol. Kt. Hessen 1: 25 000, Bl. 5913 Presberg: 65; Wiesbaden.
- MARELL, D. (1987): Das Rotliegende zwischen Odenwald und Taunus. – Unveröff. Diss., Univ. Frankfurt/M., VI u. 263 S., 118 Abb., 2 Taf., 4 Tab., Anl.-Bd. 147 S., 16 Abb., 151 Diagr., 2 Beil.; Frankfurt a.M.
- MARELL, D. (1989): Das Rotliegende zwischen Odenwald und Taunus. – Geol. Abh. Hessen, **89**: 128 S., 57 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.
- MARTINI, E. & REICHENBACHER, B. (2007): Nannoplankton und Fisch-Otolithen in den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän, Oberrheingraben/Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 235–273, 9 Abb., 9 Tab., 3 Taf.; Wiesbaden.
- MICHEL, F. (1965): Das Werden der Landschaft. – Das Rheingaubuch, **1**: 1–24, 11 Abb., 1 Kt., 1 Profil; Rüdesheim.
- MÜLLER, H. (1996): Das Permokarbon im nördlichen Oberrheingraben. – Geol. Abh. Hessen, **99**: 85 S., 30 Abb., 3 Tab., 5 Taf.; Wiesbaden.
- RADTKE, G., LIPPMANN, R. & GAUPP, R. (2007): Neues Vorkommen der Pechelbronn-Gruppe im Mainzer Becken (Ober-Eozän – tiefes Unter-Oligozän, Deutschland) – Lithologie und Sedimentologie der Bohrungen Wallau B98-BK5 und W07. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 37–72, 17 Abb., Beil. 2; Wiesbaden.
- SMOOT, J.P. & CASTENS-SEIDELL, B. (1994): Sedimentary features produced by efflorescent salt crusts, Saline Valley and Death Valley, California. – In: RENAULT, R.W. & LAST, W.M. (eds.): Sedimentology and geochemistry of modern and ancient saline lakes. – SEPM Spec. Publ., **50**: 73–90, 20 figs.; Tulsa.
- STAPF, K.R.G. (1990): Einführung lithostratigraphischer Formationsnamen im Rotliegend des Saar-Nahe-Beckens (SW-Deutschland). – Mitt. POLLICHTIA, **77**: 111–124, 2 Abb.; Bad Dürkheim.
- STAPF, K.R.G. (2002): Zur Geologie der Nahe-Synform (Rotliegend, Saar-Nahe-Becken, SW-Deutschland) (E2). – Schriftenr. dt. geol. Ges., **18**: 23–36, 5 Abb.; Hannover.
- WRIGHT, V.P. (1990): Estimating rates of calcrete formation and sediment accretion in ancient alluvial deposits. – Geol. Mag., **127**: 273–279, 1 fig.; London.
- WRIGHT, V.P. & TUCKER, M.E. (1991): Calcretes: An introduction. – In: WRIGHT, V.P. & TUCKER, M.E. (eds): Reprint Ser. of the IAS, **2**: 1–22, 11 figs.; Oxford.

ROBERT LIPPMANN¹, REINHARD GAUPP², GERD GLEIXNER³ & JENS RADKE³

Petrographische und isotopenchemische Untersuchungen ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$) der Mittleren Pechelbronn-Schichten in der Bohrung Wallau B98-BK5

Petrography and stable isotope investigations ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$) of the Middle Pechelbronn Beds at drill site Wallau B98-BK5

Kurzfassung

In diesem Beitrag wird die isotopengeochemische und petrographische Charakterisierung der Sedimente der Mittleren Pechelbronn-Schichten in der Bohrung Wallau B98-BK5 vorgestellt. Dazu wurden folgende Parameter untersucht: Petrographie, $\delta^{18}\text{O}$ - und $\delta^{13}\text{C}$ -Werte an den Karbonaten sowie $\delta^{13}\text{C}$ -Werte an der gesamten organi-

schen Substanz. Die Ergebnisse zeigen, dass durch die Bodenbildungen die primären Isotopensignale, vor allem die des Kohlenstoffs, stark verändert wurden, und dass die $\delta^{13}\text{C}$ -Werte des organischen Materials im unteren Teil der Mittleren Pechelbronn-Schichten mit marinen Bedingungen vereinbar sind.

Abstract

The petrography and the isotope geochemistry of the Middle Pechelbronn Formation in the drill site Wallau B98-BK5 are presented. The following parameters were investigated: petrography, $\delta^{18}\text{O}$ - and $\delta^{13}\text{C}$ -values of carbonates and $\delta^{13}\text{C}$ -value of

total organic carbon. Results indicate, that the pedogenesis shifts the primary isotopic signals, particularly of organic and inorganic carbon. There is evidence for marine conditions in the lower part of the Middle Pechelbronn Formation.

¹ Dipl.-Geol. R. Lippmann (e-mail: robert-lippmann@rwe.com), RWE DEA, Labor Wietze, Industriestr. 2, D-29323 Wietze

² Prof. Dr. R. Gaupp (e-mail: reinhard.gaupp@uni-jena.de), Institut für Geowissenschaften, Burgweg 11, D-07749 Jena

³ Dr. G. Gleixner (e-mail: ggleix@bgc-jena.mpg.de), Dr. J. Radke, Max-Planck-Institut für Biogeochemie, Hans-Knöll-Straße 10, D-07745 Jena

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	100
2. Probenmaterial und analytische Methoden	100
3. Petrographie	101
4. Isotopengeochemie	103
4.1 Isotopenverhältnisse ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) an Karbonaten	103
4.2 Isotopenverhältnisse ($\delta^{13}\text{C}$) an der organischen Fraktion	107
5. Zusammenfassung	109
6. Schriftenverzeichnis	110

1. Einleitung

Ziel der vorliegenden Untersuchungen war die isotopengeochemische Charakterisierung des brackisch-marinen Intervalls der Mittleren Pechelbronnen-Schichten (39,55 m bis 93,70 m) in der Bohrung Wallau B98-BK5 im Bereich des Hochheimer Horstes (nördlicher Oberrheingraben). Sie sollte zusammen mit den petrographischen Untersuchungen Rückschlüsse auf die Paläoökologie und den Einfluss der Bodenbildungen ermöglichen.

Die untersuchten Schichten liegen heute am nordöstlichen Rand des Mainzer Beckens in der Nähe der großen westlichen Grabenrandstörung des Oberrheingrabens (RADTKE 1999) auf einer strukturellen Hochlage. Sie zeigten keinerlei Kompaktionsanzeichen im Korngefüge und lediglich frühdiaagenetische Veränderungen, was sie für derartige Untersuchungen besonders geeignet macht.

2. Probenmaterial und analytische Methoden

Die Untersuchungen wurden am Kernmaterial der Bohrung Wallau B98-BK5 (MARTINI & RADTKE 2007, RADTKE et al. 2007) vorgenommen. Dazu wurden aus den Mergeln (Karbonatgehalte 5–60 %), karbonatführenden Schwarzpeliten (Karbonatgehalte 2–5 %) und Tonhorizonten Proben zur Charakterisierung entnommen. Petrographische Merkmale wurden mit Hilfe von Dünnschliffen, die Mineralphasen in den Karbonaten mit Hilfe einer Röntgendiffraktometrieapparatur (Seifert-FPM XRD 7, Kupferanode, Wellenlänge: 1,54 Å) bestimmt.

Die zur Isotopenverhältnismessung ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) an Karbonaten verwendete Methode basiert auf dem klassischen Analyseprinzip für C-

und O-Isotopenverhältnisse an Karbonaten, bei dem die Isotopenverhältnisse am CO_2 , das bei der Reaktion mit Phosphorsäure entsteht, mit dem IRMS (Isotope Ratio Mass Spectrometer) gemessen werden (MCCREA 1950). Sie wurde am Max-Planck-Institut für Biogeochemie in Jena fortentwickelt (SACHSE 2001) und ermöglicht die automatisierte Bestimmung der Isotopenverhältnisse. Ein ähnliches Messverfahren wurde von REVESZ et al. (2001) publiziert. Die verwendete Methode hat den Vorteil, dass die Messung mit wesentlich geringeren Probe- (250 μg reines Karbonat) und Säuremengen (150 μl H_3PO_4) als die klassische Methode auskommt.

Auch bei dieser Methode werden die Isoto-

penverhältnisse von $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ und $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ am CO_2 bestimmt, welches nach Zugabe von wasserfreier hochkonzentrierter Phosphorsäure aus den Karbonaten entsteht. Das gebildete CO_2 wurde mit einem Autosampler entnommen und mit Hilfe eines GasBench II-IRMS Systems analysiert. Zur Überprüfung der Reproduzierbarkeit wurden Dreifachbestimmungen durchgeführt.

Für die $\delta^{13}\text{C}$ -Messung am organischen Material war es notwendig, bei den karbonathaltigen Proben den karbonatischen Kohlenstoff zu entfernen. Dazu wurden die Proben mit 1N HCl de-

karbonatisiert und mit 1N NaOH neutralisiert.

Das Isotopenverhältnis $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ wurde an den dekarbonatisierten Proben gemessen. Das Messsystem war ein Elementaranalysator (NA 1110 CN CE Instruments), gekoppelt über ein ConFlo III (Finningan) mit dem IRMS (DeltaplusXL, Finningan MAT, Bremen), das auch zur Messung der Isotopenverhältnisse an den Karbonaten benutzt wurde. Weitere Ausführungen zum Messsystem finden sich bei WERNER et al. (1999) und WERNER & BRAND (2001). Auch hier wurden Dreifachbestimmungen durchgeführt.

3. Petrographie

Die Mittleren Pechelbronn-Schichten liegen über etwa 50 m mächtigen, rot und gelb gefärbten Tonen und Kiesen der Unteren Pechelbronn-Schichten (LIPPMANN 2001, RADTKE et al. 2007). Die ersten karbonatischen Ablagerungen der Mittleren Pechelbronn-Schichten setzen bei 92,70 m Teufe ein. Dabei liegt die stratigraphische Grenze zwischen Unteren und Mittleren Pechelbronn-Schichten oberhalb der Kieslage bei 93,75 m (Abb. 1; RADTKE et al. 2007: Beil. 2). Die ersten Karbonate sind ebenfalls noch von einer intensiven Rötung, wie die Tone im Liegenden, betroffen. Bis 85 m können noch matrixgestützte Kieslagen auftreten. Bis etwa 65 m bestehen die Ablagerungen aus einem Wechsel zwischen grünen, strukturlosen, seltener horizontal geschichteten Tonen und Karbonaten mit immer wieder eingeschalteten Schwarzpeliten.

Kennzeichnend für die Schwarzpelite sind eine feine Lamination im Millimeter- bis Submillimeterbereich und die schwarze Färbung durch hohe C_{org} -Gehalte (2,0–8,5 %). Allmähliche Übergänge zu über- oder unterlagernden, meist karbonatigen Schichten, sind nicht selten. Die Korngrößen liegen fast alle im Matrixbereich, nur gelegentlich treten bis 0,2 mm mächtige Feinsiltlagen aus eckigem bis kantengerundetem Quarz auf.

Mitunter ist die Mikrostruktur massiv durch

Rutschungen oder das Entweichen kleiner Gasbläschen zerrissen und verfälscht. In diesen Bereichen erscheint auch die makroskopisch sichtbare Schichtung unruhiger. An Fossilien wurden nur wenige Gastropoden und gekammerte Foraminiferen in den Dünnschliffen gefunden.

Die Schwarzpelit-Einschaltungen haben ihre größte Mächtigkeit bei ca. 75 m Teufe, zum Hangenden und Liegenden nehmen die Mächtigkeiten ab.

Der Anteil der karbonatischen Lagen und ihre Mächtigkeit nehmen zum Hangenden hin zu. Die Korngrößen der Karbonate liegen alle im Mikritbereich, lediglich einige eckige bis kantengerundete Quarzkörner können Siltkorngrößen erreichen. Diese Quarzkörner liegen mit detritischen Hellglimmern und Chloriten (selten) verstreut in der mikritischen Matrix, die mitunter mikroskopisch noch eine undeutliche Schichtung zeigen kann.

Im Gegensatz zu Unteren und Oberen Pechelbronn-Schichten ist die Fossilführung in den Mergeln der Mittleren Pechelbronn-Schichten sehr vielfältig. Gefunden wurden u. a. Mikroflora, Nannoplankton, Diatomeen, Foraminiferen, Bolboformen, Ostracoden, Otolithen, Bryozoen und Mollusken (MARTINI & RADTKE 2007). Meist liegen die Schalenreste dieser Organismen einzeln in der

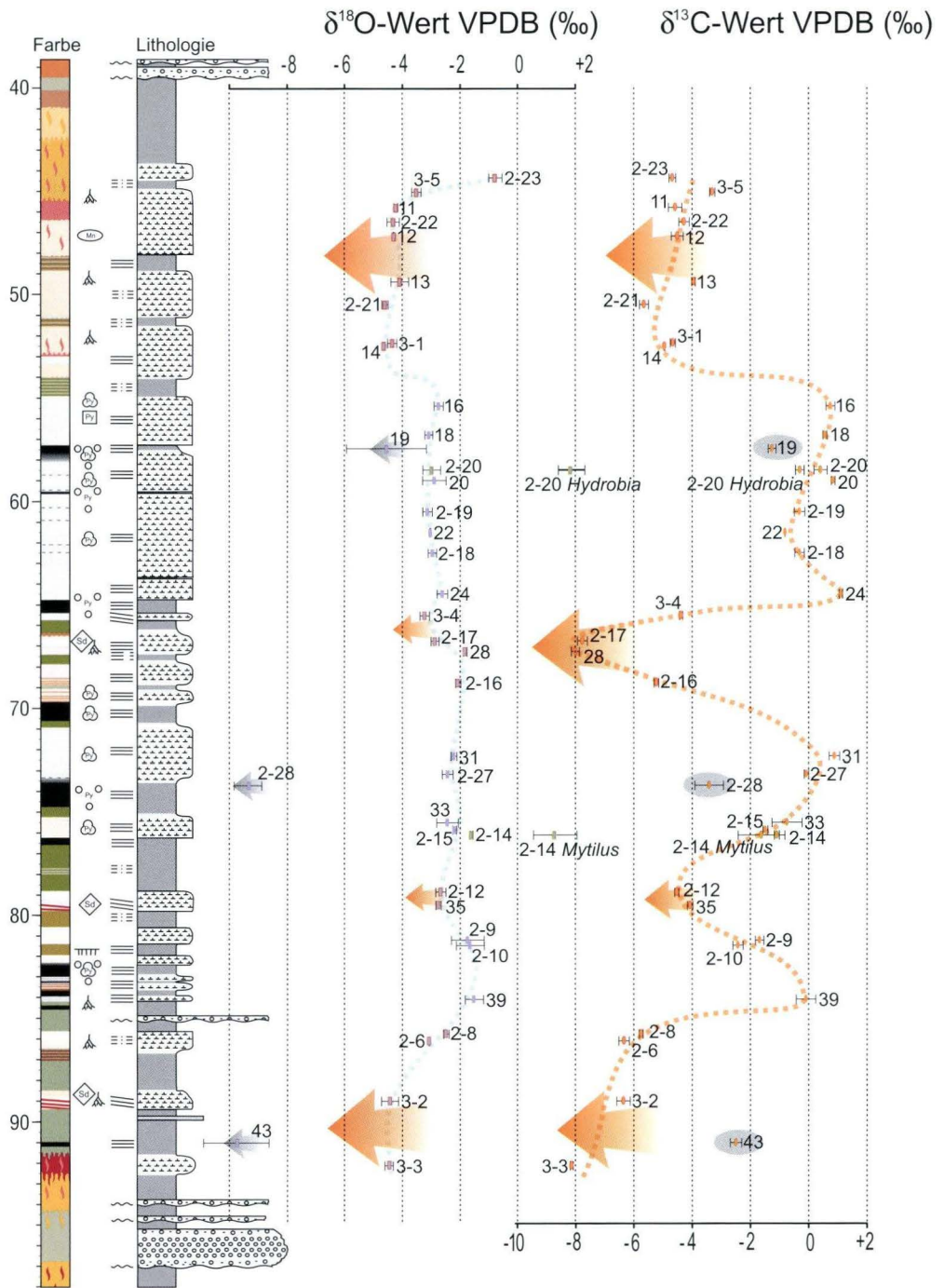


Abb. 1. Karbonat-Isotopenverhältnisse der Mittleren Pechelbronn-Schichten in der Bohrung Wallau B98-BK5. Legende siehe Abb. 4. Graue Pfeile zeigen Veränderungen in den C_{org} -reichen Schwarzpeliten, braune Pfeile Veränderungen durch Bodenbildungen an (vgl. Tab. 1).

Matrix verstreut, seltener sind Lagen im unteren Teil der Abfolge, in denen eine Häufung von z. B. *Mytilus* sp. auftritt.

Der Bereich ab 65 m zeigt wesentlich artenärmere Faunen als die liegenden Schichten. Die Serie besteht ab dieser Teufe zum größten Teil aus Mergeln. In den letzten Metern der Mittleren Pechelbronn-Schichten treten wieder verstärkte Tone auf, die am Top von einer Kieslage, die bereits zu den Oberen Pechelbronn-Schichten gehört, erosiv gekappt wurden (RADTKE et al. 2007).

In den Mittleren Pechelbronn-Schichten findet man immer wieder Anzeichen für Bodenbildungen. So treten an der Basis und im oberen Teil stark oxidierte Böden auf, in der Mitte wenig- bis nicht-oxische Böden, die durch Wurzelreste und Peloturbationsspuren angezeigt werden. Intensi-

ve Rotfarben, vor allem im Profilabschnitt oberhalb 53 m und unterhalb 92 m Teufe, deuten auf ein zeitweiliges Trockenfallen des Ablagerungsraumes hin.

An sekundären Mineralneubildungen tritt in den grauen Bereichen framboidaler Pyrit als Hohlraumfüllung, in den Schwarzpeliten verstreuter framboidaler Pyrit und Pyritsteinkerne und in den rot gefärbten Horizonten eisenhaltiges Karbonat auf.

Die Mittleren Pechelbronn-Schichten sind der einzige Abschnitt der gesamten Pechelbronn-Gruppe, der sich biostratigraphisch sicher datieren lässt. Er wird von GRIEBEMER et al. (2007), GRIMM et al. (2007), JANSSEN (2007) und MARTINI & REICHENBACHER (2007) in das tiefere Unter-Oligozän gestellt.

4. Isotopengeochemie

4.1 Isotopenverhältnisse ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) an Karbonaten

Die Verhältnisse der stabilen Isotope $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ und $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ wurden an 38 Gesamtgesteinsproben (Karbonatgehalte 3,5–61,6 %) aus allen Bereichen der brackisch marinen Abfolge und an zwei Proben aus Organismenschalen (*Mytilus*, *Hydrobia*) gemessen. Die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte für die Karbonatproben liegen zwischen -1 und -5 ‰, lediglich der Wert am Top des Profils ist geringfügig höher und liegt zwischen 0 und -1 ‰ (Abb. 1, Tab. 1). Meist bewegen sich die Werte zwischen -2 und -3 ‰ in den grauen Karbonaten. Die rot gefärbten Bodenhorizonte (braune Pfeile in Abb. 1) zeigen etwas leichtere Werte zwischen -4 und -5 ‰. Übergänge zwischen beiden sind ebenfalls vorhanden. Die Karbonate in den gemessenen Schwarzpeliten dagegen haben erheblich leichtere Isotopenverhältnisse mit Werten um -9 ‰. Die Werte der Schalenreste liegen zwischen $+1$ und $+2$ ‰, was einem Unterschied von 3 – 5 ‰ zum umgebenden Sediment entspricht.

Die $\delta^{13}\text{C}$ -Werte zeigen wesentlich stärkere Schwankungen (Abb. 1), sie können von -8 bis

$+1$ ‰ reichen. Auch hier weisen die Bodenhorizonte (braune Pfeile in Abb. 1) die leichteren Werte auf, während die grauen Karbonate im engeren Bereich zwischen -1 und $+1$ ‰ liegen. Die Schalenreste zeigen im $\delta^{13}\text{C}$, anders als beim $\delta^{18}\text{O}$, keine abweichenden Werte vom umgebenden Sediment. Werte für die Karbonate in den Schwarzpeliten liegen zwischen -3 und -1 ‰.

Diese Werte stimmen mit ROTHE et al. (1974) überein. Sie ermittelten an zwei karbonatischen Gesamtgesteinsproben aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrung Bodenheim $\delta^{18}\text{O}$ -Werte von $-2,6$ und $-4,8$ ‰ sowie $\delta^{13}\text{C}$ -Werte von $-5,7$ und $-8,2$ ‰.

Röntgenographische Untersuchungen an den karbonatischen Gesamtgesteinsproben ergaben eine einheitliche mineralogische Zusammensetzung aus Niedrig-Magnesium-Calcit. Texturell bestanden die meisten Proben zum größten Teil aus Mikrit mit geringen Mikrospariteilen. Nur wenige Proben bestanden aus reinem Mikrosparit. Die Schalenreste zeigten dagegen, bis auf wenige

Tab. 1. Geochemische Daten der Mittleren Pechelbronn-Schichten in der Bohrung Wallau B98-BK5.

Probe	Teufe [m]	Karbonate					Organischer Kohlenstoff				
		$\delta^{18}\text{O}$		$\delta^{13}\text{C}$		CaCO_3	$\delta^{13}\text{C}$		C_{org}		
		M [‰] VPDB	s	M [‰] VPDB	s	[%]	M [‰] VPDB	s	M [%]	s	
2-23	44,35	-0,79	0,23	-4,68	0,12	12,70	-23,68	0,05	0,04	0,01	
3-5	45,05	-3,52	0,16	-3,31	0,09	5,00	-24,20	0,20	0,12	0,01	
11	45,80	-4,23	0,07	-4,58	0,23	41,30	-25,43	0,02	0,18	0,01	
2-22	46,50	-4,32	0,21	-4,28	0,18	27,80	-24,09	0,17	0,08	0,01	
12	47,20	-4,30	0,02	-4,51	0,21	38,90	-25,52	0,33	0,18	0,01	
13	49,40	-4,09	0,31	-3,95	0,06	29,90	-25,18	0,21	0,26	0,30	
2-21	50,50	-4,60	0,11	-5,65	0,15	61,60	-25,21	0,13	0,14	0,01	
3-1	52,35	-4,35	0,16	-4,66	0,09	46,20	-23,82	0,21	0,12	0,01	
14	52,50	-4,64	0,03	-4,95	0,02	29,30	-24,70	0,20	0,20	0,02	
15	54,40					0,00	-25,31	0,15	0,28	0,01	
16	55,40	-2,75	0,16	0,75	0,15	26,90	-25,87	0,17	0,45	0,01	
18	56,80	-3,09	0,13	0,56	0,06	15,40	-25,34	0,13	1,46	0,27	
19	57,46	-4,55	1,37	-1,25	0,13	3,50	-25,48	0,03	4,69	0,33	
2-20	58,50	-2,99	0,31	0,41	0,22	21,00	-26,20	0,08	1,26	0,05	
20	59,00	-2,90	0,41	0,84	0,07	17,80	-26,27	0,06	1,47	0,12	
2-19	60,50	-3,14	0,16	-0,31	0,18	20,90	-25,72	0,01	1,84	0,03	
22	61,50	-3,04	0,01	-0,81	0,00	14,30	-25,87	0,06	1,47	0,02	
2-18	62,50	-2,97	0,15	-0,31	0,16	14,90	-26,01	0,03	1,15	0,02	
24	64,50	-2,62	0,18	1,11	0,06	15,10	-25,59	0,05	0,66	0,09	
25	64,90					0,80	-25,64	0,09	8,47	0,14	
26	65,17					0,00	-25,74	0,01	5,52	0,36	
3-4	65,56	-3,23	0,16	-4,38	0,06	19,90	-24,64	0,16	0,20	0,02	
2-17	66,80	-2,88	0,14	-7,77	0,17	38,00	-25,64	0,41	0,18	0,01	
28	67,30	-1,84	0,07	-8,01	0,14	23,40	-24,95	0,08	0,22	0,01	
2-16	68,80	-2,08	0,09	-5,23	0,08	31,40	-25,05	0,08	0,29	0,01	
30	70,40					0,00	-25,75	0,01	0,71	0,05	
31	72,35	-2,23	0,10	0,88	0,18	22,20	-26,43	0,04	0,78	0,03	
2-27	73,20	-2,44	0,19	-0,08	0,08	19,20	-26,33	0,01	1,33	0,02	
2-28	73,75	-9,33	0,47	-3,42	0,49	5,30	-25,43	0,02	7,12	0,26	
32	74,40					0,50	-25,59	0,09	1,99	0,06	
33	75,55	-2,45	0,37	-0,74	0,52	25,30	-24,88	0,12	0,49	0,03	
2-15	75,90	-2,21	0,07	-1,48	0,08	29,00	-24,79	0,12	0,37	0,00	
2-14	76,15	-1,61	0,05	-1,09	0,09	30,30	-24,64	0,17	0,33	0,01	
34	76,40					0,00	-25,46	0,04	5,03	0,02	
2-13	77,85						-25,58	0,02	0,55	0,01	
2-11	78,25						-25,19	0,06	0,50	0,01	
2-12	78,90	-2,68	0,17	-4,53	0,07	38,00	-24,73	0,27	0,27	0,01	
35	79,55	-2,76	0,09	-4,07	0,09	45,00	-24,27	0,12	0,25	0,04	
2-9	81,25	-1,75	0,57	-1,68	0,14	24,50	-24,81	0,15	0,23	0,01	
2-10	81,50	-1,66	0,49	-2,43	0,18	5,30	-26,13	0,31	0,41	0,01	
37	82,50					3,00	-25,81	0,04	6,39	0,02	
38	83,75					2,00	-25,99	0,01	3,56	0,15	
39	84,14	-1,52	0,32	-0,09	0,33	14,90	-24,58	0,08	0,54	0,01	
40	84,55					0,70	-25,69	0,01	7,34	0,21	
2-7	85,40						-26,00	0,05	0,21	0,01	
2-8	85,80	-2,49	0,10	-5,75	0,07	42,30	-24,52	0,72	0,22	0,01	
2-6	86,15	-3,08	0,02	-6,34	0,18	20,40	-25,68	0,07	0,14	0,01	
3-2	89,05	-4,43	0,29	-6,36	0,23	25,70	-24,58	0,16	0,15	0,01	
43	91,07	-9,73	1,12	-2,50	0,20	5,70	-25,98	0,01	3,79	0,11	
3-3	92,50	-4,46	0,15	-8,14	0,05	26,70	-24,38	0,14	0,07	0,01	
(2-14)	76,15	1,27	0,75	-1,62	0,81						
(2-20)	58,50	1,83	0,45	-0,30	0,15						

(2-14) = *Mytilus*-Schale

(2-20) = *Hydrobia*-Schale

C_{org} = organischer Kohlenstoff in entkarbonatisierten Proben

Rekristallisationsflecken, unverändert die Primärstruktur. Röntgendiffraktometrische Untersuchungen an der *Mytilus*-Schale ergaben Aragonit als Schalensubstanz.

Interpretation

Abb. 2 zeigt, dass man die Proben aufgrund ihrer $\delta^{18}\text{O}$ - und $\delta^{13}\text{C}$ -Werte in vier verschiedene Gruppen gliedern kann. Diese Gruppen spiegeln unterschiedliche Bildungs- bzw. Diagenesebedingungen der untersuchten Karbonate wider.

Gruppe 1 besteht aus den Proben der Schalenreste. Sie zeigt wenig bis keine diagenetische Veränderung (noch primärer Aragonit vorhanden!) und repräsentiert vermutlich die ursprüngliche isotopische Zusammensetzung der Karbonate (hier Aragonit) im Gleichgewicht mit dem Lagunenwasser. Deshalb können die beiden $\delta^{18}\text{O}$ -Werte zur Rekonstruktion der isotopischen Zusammensetzung des Lagunenwassers mit Hilfe der Gleichung 1 von GROSSMAN & KU (1986) herangezogen werden.

$$T \text{ (}^\circ\text{C)} = 20,6 - 4,34 (\delta^{18}\text{O}_{\text{Ar}} - \delta_{\text{w}}) \text{ [Gleichung 1]}$$

$\delta^{18}\text{O}_{\text{Ar}}$ = isotopische Zusammensetzung des Aragonit (vs. PDB)

δ_{w} = isotopische Zusammensetzung des Wassers (als SMOW-Wert $-0,2 \text{ ‰}$, s. GROSSMAN & KU 1986)

Da das System unterbestimmt ist, muss eine Paläowassertemperatur angenommen werden. Geht man davon aus, dass die mittlere Jahrestemperatur im unteren Oligozän $18\text{--}20 \text{ }^\circ\text{C}$ (SCHWARZBACH 1966) betragen hat, dann ergibt die Berechnung $\delta^{18}\text{O}$ -Werte zwischen $0,7$ und $1,7 \text{ ‰}$ (Abb. 3) für das Paläolagunenwasser. Diese Werte sind isotopisch schwerer als heutiges Meerwasser und können als Eindampfung verbunden mit erhöhter Salinität interpretiert werden.

Der gegenüber der *Hydrobia*-Schale etwas niedrigere $\delta^{13}\text{C}$ -Wert der *Mytilus*-Probe lässt sich mit metabolischen Effekten begründen. KLEIN et al. (1996) stellten fest, dass bei rezenten *Mytilus*-Muscheln $\delta^{18}\text{O}$ -Gleichgewichtswerte und gegen-

über dem Equilibrium erniedrigte $\delta^{13}\text{C}$ -Werte auftraten, so dass der $\delta^{13}\text{C}$ -Wert der *Hydrobia*-Schale eher den Gleichgewichtswert mit dem Lagunenwasser repräsentiert.

Gruppe 2 besteht aus den grauen, nicht oxidierten Mergeln, die hauptsächlich aus Niedrig-Magnesium-Calcit bestehen. Dieser entsteht bei der Umwandlung aus primärem Aragonit und Hoch-Magnesium-Calcit, da diese beiden Phasen metastabil sind. Die Umwandlung hat sicher frühdiagenetisch im Sediment stattgefunden. Untersuchungen von BRAND & VEIZER (1981) und BRAND & MORRISON (1987) ergaben eine leichte Abnahme (um bis zu 1 ‰) von $\delta^{13}\text{C}$ - und eine stärkere Abnahme (um bis zu 4 ‰) von $\delta^{18}\text{O}$ -Werten während der diagenetischen Equilibrierung. Das könnte auch die Verschiebung von Gruppe 1 zu Gruppe 2 erklären, wobei zu beachten ist, dass die Karbonate in Gruppe 2 nicht aus Molluskenschalen bestehen, sondern aus einer anderen Quelle hervorgegangen sind. Innerhalb von Gruppe 2 ist auffällig, dass die Proben, die framboidalen Pyrit als Steinkern enthalten (Gruppe 2b) im $\delta^{13}\text{C}$ -Wert schwerer sind als jene, die keinen Pyrit führen (Gruppe 2a).

Die Karbonate der Schwarzpelite bilden die **Gruppe 3**. Sie sind gekennzeichnet durch geringe Karbonatgehalte, viel C_{org} und Pyrit. Die Isotopenverhältnisse könnten das Resultat sulfatreduzierender Bakterien sein, da nach ANDERSON & ARTHUR (1983) bei der Sulfatreduktion organischer Kohlenstoff abgebaut und bevorzugt ^{12}C an das Porenwasser abgegeben wird. Dies würde zu Porenwässern mit niedrigen $\delta^{13}\text{C}$ -Werten führen, die für die so ermittelten Werte der Karbonate verantwortlich sein könnten.

Gruppe 4 besteht aus den geröteten Karbonaten der Horizonte mit oxischen Bodenbildungen. Diese Gruppe zeigt eine weitere Streuung als die anderen Gruppen. Die $\delta^{13}\text{C}$ -Werte können innerhalb dieser Gruppe bis unter -8 abfallen. Die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte haben eine Grenze bei -5 , die nicht unterschritten wird. Das starke Absinken der Kohlenstoffisotopenverhältnisse ist möglicherweise auf den Einfluss von pedogenem CO_2 zu-

rückzuführen. SALOMONS & MOOK (1986) beschreiben, dass Abnahmen im $\delta^{13}\text{C}$ -Wert häufiger bei Bodenbildungen auf karbonathaltigem Ausgangsgestein zu beobachten sind.

Die Abnahmen im $\delta^{18}\text{O}$ -Wert folgen dem typi-

schen Diagenesetrend bis zu einem Wert von -5 . Dass die Werte nicht unter -5 sinken, kann an der Equilibrierung mit meteorischen Wässern liegen. Laut Untersuchungen an Seesedimenten im Rheinischen Schiefergebirge (FELDER 2002,

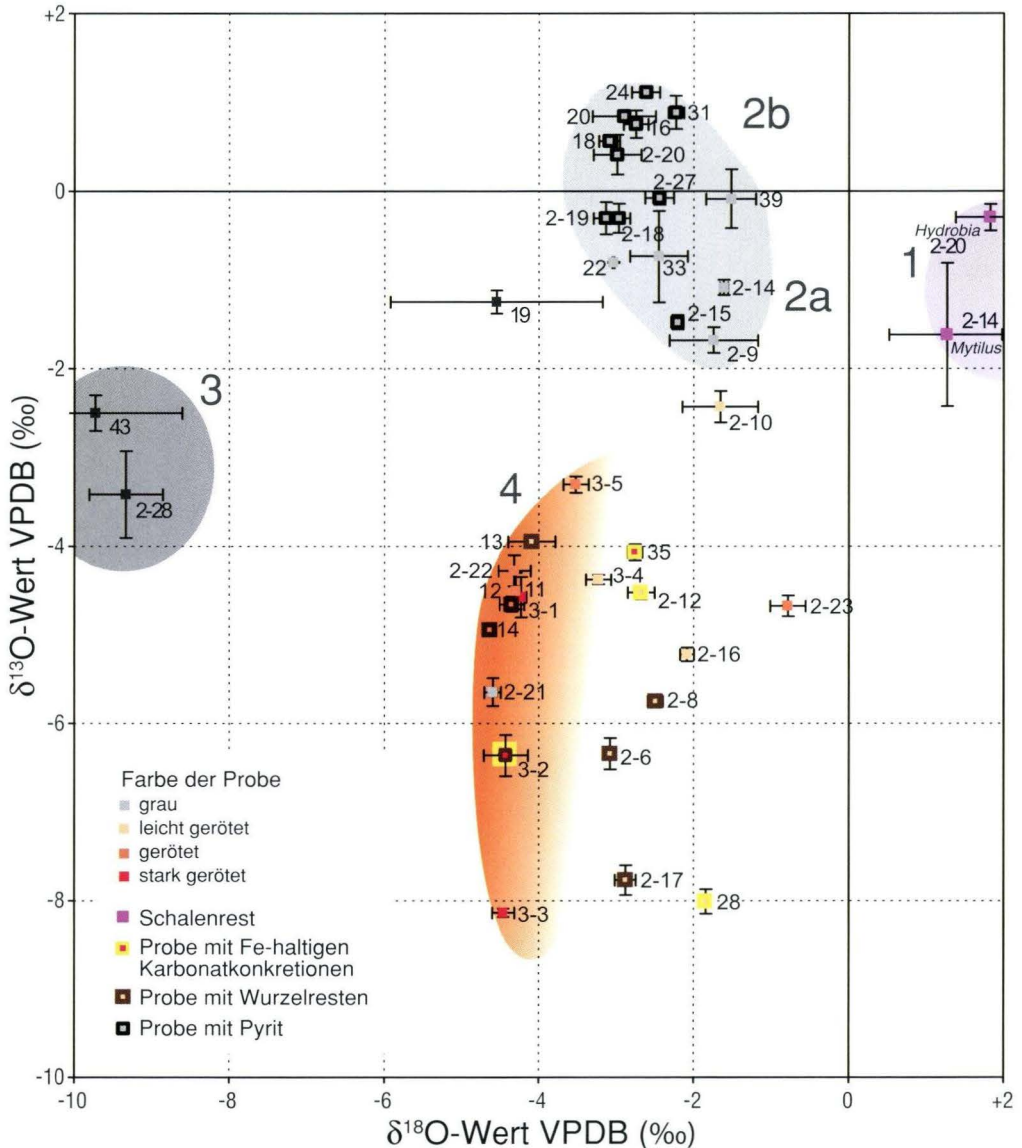


Abb. 2. Sauerstoff- und Kohlenstoff-Isotopenverhältnisse der Karbonate der Mittleren Pechelbronn-Schichten in der Bohrung Wallau B98-BK5. Gruppe 1: Molluskenschalen; Gruppe 2: graue Mergel (2a ohne Pyrit, 2b mit framboidalem Pyrit); Gruppe 3: Schwarzpelite; Gruppe 4: Mergel mit Oxidationsfarben.

GAUPP & WUTTKE 2001) liegt die isotopische Zusammensetzung des meteorischen Wassers im Eozän zwischen -5 bis -6 ‰ und im Ober-Oligo-

zän zwischen -6 bis -7 ‰, was für oben genannte Vermutung sprechen würde.

4.2 Isotopenverhältnisse ($\delta^{13}\text{C}$) an der organischen Fraktion

Die Kohlenstoff-Isotopenverhältnisse an der organischen Fraktion wurden an 34 Proben aus den Karbonaten, 11 Proben aus den Schwarzpeliten und 5 Proben aus den Tonen gemessen. Sie zeigen eine geringere Variation als die $\delta^{13}\text{C}$ -Werte der Karbonate. Sie bewegen sich zwischen -27 und -23 ‰ (Abb. 4). Auffällig ist auch, dass im Bereich zwischen 90 und 75 m Teufe Proben aus tonigem Ausgangsgestein (rote Punkte) leichtere Isotopenverhältnisse (-25 bis -26 ‰) haben als Proben aus karbonatischem (blaue Punkte) Aus-

gangsgestein (-24 bis -25 ‰), während oberhalb 74 m Teufe kein signifikanter Unterschied mehr zwischen beiden Wertegruppen festzustellen ist.

Interpretation

Die Kohlenstoff-Isotopenverhältnisse spiegeln vor allem die Quelle der organischen Substanz wider. Das organische Material in den Tonen und Schwarzpeliten im Bereich zwischen 90 und 75 m, mit seinen $\delta^{13}\text{C}$ -Werten zwischen -25 und -26 ‰, zeigt die typische Signatur von Land-

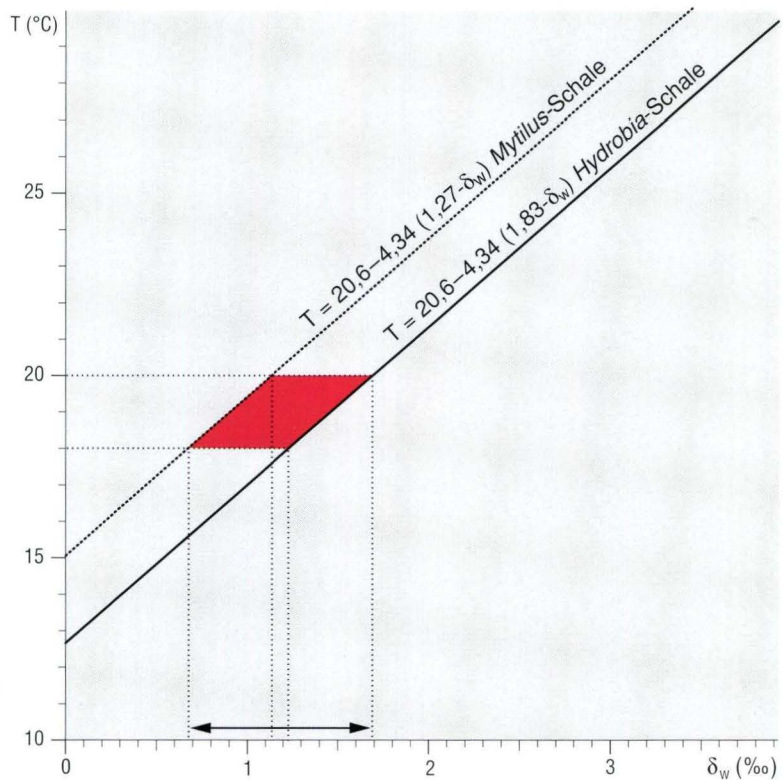


Abb. 3. Berechnung der isotopischen Zusammensetzung des Paläolagunenwassers mit Hilfe der Gleichung von GROSSMAN & KU (1986) ergibt für eine Temperatur zwischen 18 und 20 °C δ_w -Werte zwischen 0,7 und 1,7 ‰ (Mittlere Pechelbronn-Schichten, Bohrung Wallau B98-BK5).

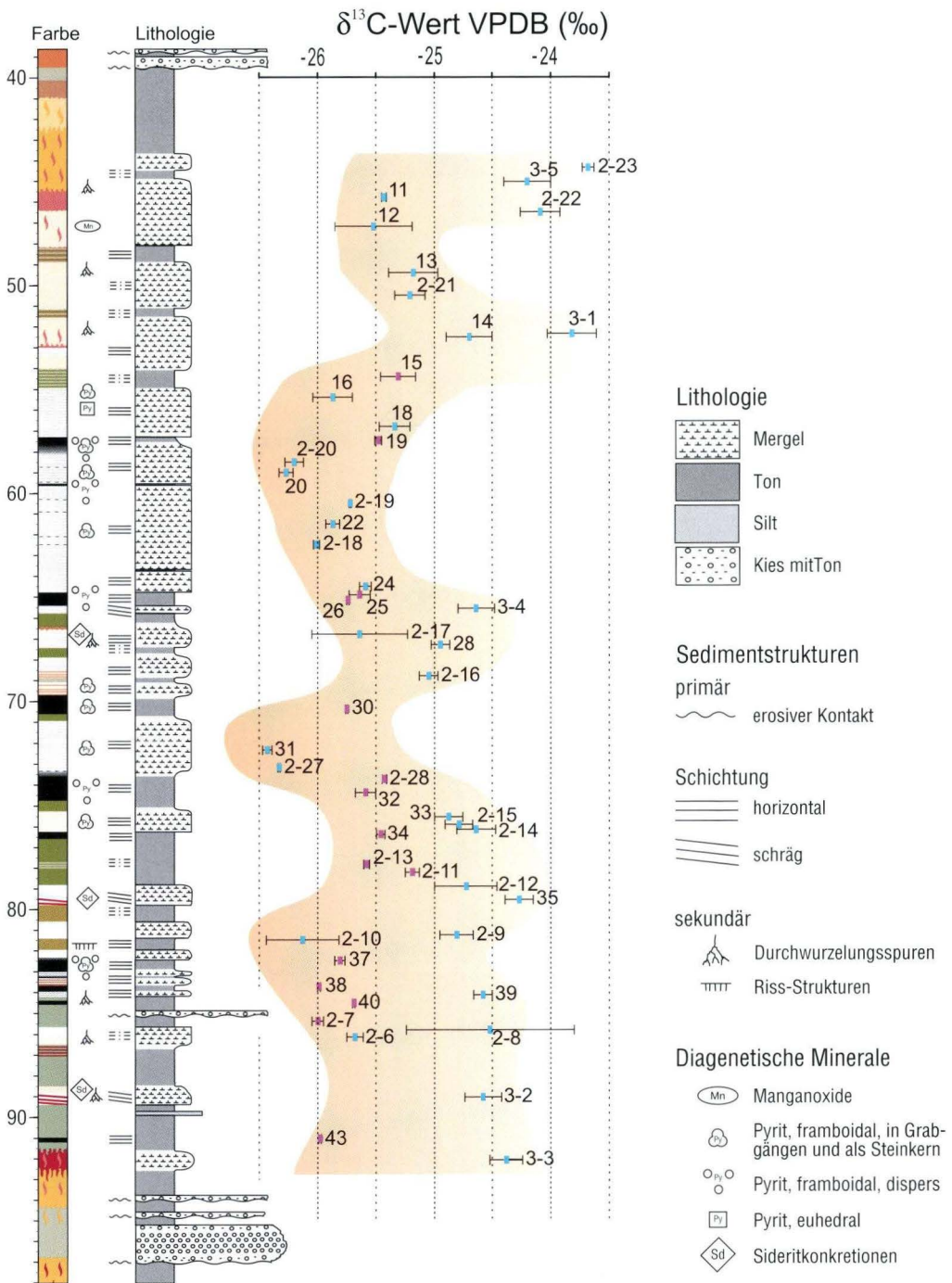


Abb. 4. Isotopenverhältnisse an der organischen Substanz (TOC) der Mittleren Pechelbronn-Schichten in der Bohrung Wallau B98-BK5 (Karbonate = blau, Tone = rot).

pflanzen und ist damit terrestrischen Ursprungs. Nach DERSCH-HANSMANN (2007) weisen auch andere Parameter der organischen Geochemie auf terrigenen Ursprung des organischen Materials hin. Es wurde sicher mit den Tonen bei stärkeren Flutereignissen vom Hinterland in die Lagune geschwemmt. Die organische Substanz in den zwischengelagerten Karbonaten zeigt hingegen Werte, für die durchaus eine Mischung von Landpflanzen mit Kohlenstoff aus marinen Organismen als Quelle in Frage käme. Der Unterschied in den $\delta^{13}\text{C}$ -Werten der organischen Substanz zwischen karbonatischem und tonigem Hintergrundsediment verringert sich zunehmend zum Hangenden. Foraminiferen-Vergesellschaftungen zeigen in diesem Abschnitt eine Abnahme der Paläowassertiefe von 30 bis auf etwa 5 m (GRIMM et

al. 2007). Die Karbonate und Tone weisen von etwa 75 m bis etwa 54 m keine signifikant unterschiedlichen $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ -Werte mehr auf. In diesem Bereich setzt vermutlich die Verbrückung ein, was zum Fehlen des marinen Phytoplanktons in der organischen Substanz in den Karbonaten geführt haben könnte.

Im oberen Bereich des Profils (ab 54 m) sind auch die Bodenbildungen nicht zu vernachlässigen. Auffällig ist, dass hier die schwereren $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ -Werte mit den geröteten Horizonten assoziiert sind. In diesem Abschnitt stammen die höheren Verhältnisse höchstwahrscheinlich nicht von marinem Phytoplankton, sondern von einem sekundären Entzug an ^{12}C während der oxischen Bodenbildung.

5. Zusammenfassung

Die Isotopenverhältnisse an den Karbonaten sind extrem durch die Bodenbildungen verzerrt. Nur wenige Proben aus den grauen Mergelhorizonten könnten noch ein primäres Signal widerspiegeln.

Für Rückschlüsse auf die isotopische Zusammensetzung des Lagunenwassers scheinen die Molluskenschalenreste am Besten geeignet, da sie kaum diagenetische Veränderung aufweisen. Allerdings ist fraglich, ob sie in dieser sehr küstennahen Position nicht eine zu starke Verdünnung mit Süßwasser repräsentieren würden, die von der eigentlichen Zusammensetzung des Ausgangswassers der Lagune der Mittleren Pechelbronn-Schichten im nördlichen Oberrheingraben zu weit entfernt wäre.

Die Isotopenverhältnisse am $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ zeigen, dass die organische Substanz der Tone und Schwarzpelite aus dem Festlandsbereich stammt, während Anteile der organischen Substanz der Karbonate im unteren Bereich möglicherweise marinen Ursprungs sind.

Die wichtigsten Ergebnisse dieser Arbeit sind:

1. Die Karbonate der Mittleren Pechelbronn-Schichten zeigen Signaturen, die auf eine Lagune mit oxischen, dysoxischen und anoxischen Bereichen hindeuten, wobei die dysoxischen Gebiete sicher meist unterhalb der Sedimentoberfläche anzutreffen waren, da Fossilien in den Karbonaten eine reichhaltige Fauna belegen, während anoxische Verhältnisse während der Bildung der Schwarzpelite auch an der Sedimentoberfläche geherrscht haben (Sapropel). Im unteren Teil der Abfolge können die geochemischen Daten ($\delta^{13}\text{C}$ -Werte der organischen Fraktion) als Hinweis für marine Einflüsse interpretiert werden.
2. Häufig eingeschaltete Bodenbildungs- und Expositionshorizonte verzerren das isotopische Primärsignal stark. So treten in derartigen Horizonten um bis zu 8 ‰ leichtere $\delta^{13}\text{C}$ -Werte und bis zu 2 ‰ leichtere $\delta^{18}\text{O}$ -Werte auf. Die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte liefern mit zunehmender Rötung auf einen Grenzwert zu, der der Equilibrierung mit meteorischen Wässern entspricht. Als Proxy für die isotopische Zu-

sammensetzung des primären Wassers können lediglich Molluskenschalen und graue Mergel verwendet werden.

3. Dem organischen Material der Tone innerhalb der Mittleren Pechelbronn-Schichten konnten mit Hilfe von $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ -Werten Landpflanzen als Quelle zugeordnet werden. Dies zeugt von mit Phytodetritus beladenen Wässern, die bei größeren Abflussereignissen bis in die Lagune hinausgetragen wurden.

Danksagung: Für Bereitstellung der Proben und Diskussion danken wir Frau Dr. G. Radtke, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG). Unterstützung bei den Analysen und wertvolle Diskussionen erhielten wir von Herrn D. Sachse, Frau I. Hilke, Frau H. Geilmann, Herrn W. Brand, Herrn R. Werner und Herrn A. Knohl (Max-Planck-Institut für Biogeochemie, Jena). Frau S. Bergmann und Herrn F. Linde (Friedrich-Schiller-Universität, Jena) danken wir für die Präparation der Dünnschliffe.

6. Schriftenverzeichnis

- ANDERSON, T.F. & ARTHUR, A. (1983): Stable isotopes of oxygen and carbon and their application to sedimentologic and palaeoenvironmental problems. – In: ARTHUR, M.A. (eds.): *Stable Isotopes in Sedimentary Geology*. – SEPM, Short Course, **10**: 1/1–1/151; Dallas.
- BRAND, U. & MORISSON, J.O. (1987): Paleocene 6. Biogeochemistry of Fossil Marine-Invertebrates. – *Geosci. Canada*, **14** (2): 85–107; St. Johns.
- BRAND, U. & VEIZER, J. (1981): Chemical diagenesis of a multicomponent carbonate system - 2: Stable isotopes. – *J. Sed. Petrol.*, **51** (3): 987–997, 4 figs., 3 tabs.; Tulsa, Okla.
- DERSCHE-HANSMANN, M. (2007): Organisch-geochemische Untersuchungen an unteroligozänen Sedimenten der Bohrung Wallau B98-BK5. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): *Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation)*. – *Geol. Abh. Hessen*, **116**: 113–126, 5 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- FELDER, M. (2002): Paläolimnologische Untersuchungen zu Siderit- und Aragonitbildung in schwarzpelitdominierten, paläogenen Seen Mitteleuropas. – *Diss. Chem. Geowiss. Fak. Friedrich Schiller-Universität*: 187 S., 68 Abb., 20 Taf.; Jena.
- GAUPE, R. & WUTTKE, M. (2001): Vergleichende sedimentologische und paläolimnologische Untersuchungen an oligozänen Seeablagerungen im Rheinischen Schiefergebirge. – *Unveröff. DFG-Abschlussber.*, Chem. Geowiss. Fak. Friedrich Schiller-Universität: 19 S., 15 Abb., 5 Taf.; Jena.
- GRIEBEMER, T.W., UFFENDORF, H. & RADTKE, G. (2007): Die Ostracoden der Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän) in der Bohrung Wallau B98-BK5 (nordöstliches Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): *Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation)*. – *Geol. Abh. Hessen*, **116**: 173–192, 3 Abb., 1 Taf., Beil. 4; Wiesbaden.
- GRIMM, K.I., RADTKE, G. & SPIEGLER, D. (2007): Foraminiferen und Bolboformen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (tiefes Unter-Oligozän) der Bohrung Wallau B98-BK5. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): *Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation)*. – *Geol. Abh. Hessen*, **116**: 157–171, 1 Abb., 2 Taf., Beil. 3; Wiesbaden.
- GROSSMAN, E.L. & KU, T. (1986): Oxygen and carbon isotope fractionation in biogenic aragonite: Temperature effects. – *Chem. Geol.*, **59** (1): 59–74, 2 tabs.; Amsterdam.
- JANSSEN, R. (2007): Mollusken aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (tiefes Unter-Oligozän) der Bohrungen W07 und B98-BK5 bei Wallau (Hessen). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): *Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation)*. – *Geol. Abh. Hessen*, **116**: 205–233, 1 Abb., 6 Taf., Beil. 5; Wiesbaden.
- KLEIN, R., LOHMANN, K.C. & TAYER, C.W. (1996): Sr/Ca and $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratios in skeletal calcite of *Mytilus trossulus*: Covariation with metabolic rate, salinity, and carbon isotopic composition of seawater. – *Geochim. Cosmochim. Acta*, **60** (21): 4207–4221; New York.

- LIPPMANN, R. (2001): Petrographische und isotopengeochemische Untersuchungen der Pechelbronn Formation (Obereozän/Unteroligozän) im nördlichen Oberrheingraben. – Unveröff. Dipl.-Arb. Chem. Geowiss. Fak. Friedrich Schiller-Univ.: 68 S., 15 Abb., 7 Taf., Anhang mit 46 S., 9 Abb., 20 Tab.; Jena.
- MARTINI, E. & RADTKE, G. (2007): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation) – Einführung und Synthese. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 7–36, 10 Abb., 1 Tab., Beil. 1; Wiesbaden.
- MARTINI, E. & REICHENBACHER, B. (2007): Nannoplankton und Fisch-Otolithen in den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän, Oberrheingraben/Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 235–273, 9 Abb., 9 Tab., 3 Taf.; Wiesbaden.
- MCCREA, J.M. (1950): On the Isotopic Chemistry of Carbonates and a Paleotemperature Scale. – J. Chem. Physics, **18** (6): 849–857; New York.
- RADTKE, G. (1999): Erkundungsbohrung Wallau im nördlichen Teil des Oberrheingrabens. – Geologie in Hessen, **5**: 17–18, 2 Abb.; Wiesbaden.
- RADTKE, G., LIPPMANN, R. & GAUPP, R. (2007): Neues Vorkommen der Pechelbronn-Gruppe im Mainzer Becken (Ober-Eozän – tiefes Unter-Oligozän, Deutschland) – Lithologie und Sedimentologie der Bohrungen Wallau B98-BK5 und W07. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 37–72, 17 Abb., Beil. 2; Wiesbaden.
- REVESZ, K.M., LANDWEHR, J.M. & KEYBL, J. (2001): Measurement of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ ratio of CaCO_3 using a thermoquest Finnigan Gasbench II Delta plus XL continuous flow Isotope Ratio Mass Spectrometer with application to devils hole core DH-11 calcite. – U.S. Geol. Surv., open file report 01–257: 1–17, 5 figs.; Reston, Va.
- ROTHER, P., HOEFS, J. & SONNE, V. (1974): The isotopic composition of Tertiary carbonates from the Mainz Basin: an example of isotopic fractionations in 'closed basins'. – Sedimentology, **21** (3): 373–395, 6 figs., 3 tabs.; Oxford.
- SACHSE, D. (2001): Rekonstruktion von paläohydrologischen Bedingungen durch gleichzeitige Nutzung der δD Werte von n-Alkanen und $\delta^{18}\text{O}$ sowie $\delta^{13}\text{C}$ Werten von Karbonaten. – Unveröff. Dipl.-Arb. Chem. Geowiss. Fak. Friedrich Schiller-Univ.; Jena.
- SALOMONS, W. & MOOK, W.G. (1986): Isotope geochemistry of carbonates in the weathering zone. – In: FRITZ, P. & FONTES, C. (eds.): Handbook of Environmental Isotope Geochemistry, **2**: 239–269; Amsterdam (Elsevier).
- SCHWARZBACH, M. (1966): Das Klima des rheinischen Tertiärs. – Z. dt. geol. Ges., **118**: 33–68, 9 Abb., 5 Tab.; Hannover.
- WERNER, R.A., BRUCH, B.A. & BRAND, W.A. (1999): ConFlo III – An Interface for High Precision $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ Analysis with an Extended Dynamic Range. – Rapid Communications in Mass Spectrometry, **13**: 1237–1241; Chichester.
- WERNER, R.A. & BRAND, W.A. (2001): Referencing strategies and techniques in stable isotope ratio analysis. – Rapid Communications in Mass Spectrometry, **15**: 501–519; Chichester.

MICHAELA DERSCH-HANSMANN¹

Organisch-geochemische Untersuchungen an unter-oligozänen Sedimenten der Bohrung Wallau B98-BK5

Organic geochemical characteristics of site Wallau B98-BK5 sediments reflecting paleoenvironmental changes throughout the Early Oligocene

Kurzfassung

In der Bohrung Wallau B98-BK5 ist mit den Mittleren Pechelbronn-Schichten ein erster Meeresvorstoß (Rupelium) in den Bereich des bis dahin terrestrisch geprägten Mainzer Beckens dokumentiert. Die organisch-geochemischen Parameter der Sedimente weisen auf deutliche Schwankungen in Quantität und Qualität des organischen Materials hin. Eine vermutlich mehr oder weniger kontinuierliche Hintergrundzufuhr organischen Materials mit TOC-Gehalten <0,5 % wird unterbrochen von Schwarzpelitlagen mit TOC-Werten zwischen 1 und 16 %. Erhöhte C/N-Verhältnisse und niedrige HI-Werte zeigen, dass ein großer Teil des organischen Materials, be-

sonders in den Schwarzpelitlagen, auf laterale Zufuhr terrigenen organischen Materials zurückzuführen ist. Vermutlich führten in der marinen Phase des Beckens periodische Süßwasserzuflüsse aus dem Hinterland zu einem zeitweise hohen Anteil an terrigenem organischem Material im Ablagerungsraum. Dies deutet auf warm-humide Klimabedingungen mit einer dichten Vegetationsdecke im Hinterland hin. Im oberen Teil der Mittleren Pechelbronn-Schichten geht der Eintrag an organischem Material deutlich zurück, was für eine geringere Vegetationsdichte und/oder geringere fluviale Abflussmengen unter eher kühl-ariden Klimabedingungen spricht.

Abstract

The sedimentary record of the Middle Pechelbronn Formation at site Wallau, situated in the Mainz Basin at the northwestern rim of the Upper Rhine Graben south of the Taunus mountains, reveals distinct changes in the supply and

preservation of organic matter, implying changing paleoenvironmental conditions. The record of organic carbon is characterized by rather low background values of <0,5 %, interrupted by distinctly higher values of up to 16 % TOC in the

¹ Dr. M. Dersch-Hansmann (e-mail: m.dersch@hlug.de), Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Rheingastr. 186, D-65203 Wiesbaden

sapropel layers. High C/N-ratios and low HI-values indicate a terrigenous origin of the preserved organic material in these sapropels and at least in parts of the sediments in between. In the marine environment of the lower Middle Pechelbronn Formation seasonal rainfall probably initiated massive – periodically occurring – freshwater supply by surrounding river systems next to the rather shallow and calm basin. High water discharge through rivers with a high sediment load of terrigenous organic matter points to a dense

vegetation cover in the hinterland under humid climatic conditions. Towards the upper part of the Middle Pechelbronn Formation the reduced input of terrigenous organic material as well as the lack of distinct sapropel layers indicates a more cold-arid climatic scenario. This climatic change coincides with the ending marine phase in the small basin, probably due to a lowered sea-level in response to the global cooling around the Eocene/Oligocene boundary.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	114
2. Methodik	115
3. Ergebnisse	118
4. Diskussion	120
5. Zusammenfassung	123
6. Schriftenverzeichnis	124

1. Einleitung

Anlässlich der Voruntersuchungen zur ICE-Neubaustrecke Köln–Rhein/Main wurde im Jahr 1998 eine 170 m tiefe Erkundungsbohrung abgeteuft (Abb. 1), die ein vollständiges Profil der Pechelbronn-Gruppe durchteufte (LIPPMANN 2001). Über rot und gelb gefärbten Tonen und Kiesen der Unteren Pechelbronn-Schichten (144,85–93,75 m) folgen die durch Karbonate, Mergel und Tone charakterisierten, fossilführenden Einheiten der Mittleren Pechelbronn-Schichten (93,75–39,55 m), denen immer wieder Schwarzpelite eingeschaltet sind. Die Oberen Pechelbronn-Schichten (39,55–2,10 m) sind wiederum von Tonen und Kiesen terrestrischer Herkunft geprägt. Erste paläontologische und sedimentologisch-lithologische Ergebnisse dieser Bohrung sind in einem Vortrag und einem Poster veröffentlicht (RADTKE et al. 2003). Eine detaillierte Kernbeschreibung geben RADTKE et al. (2007).

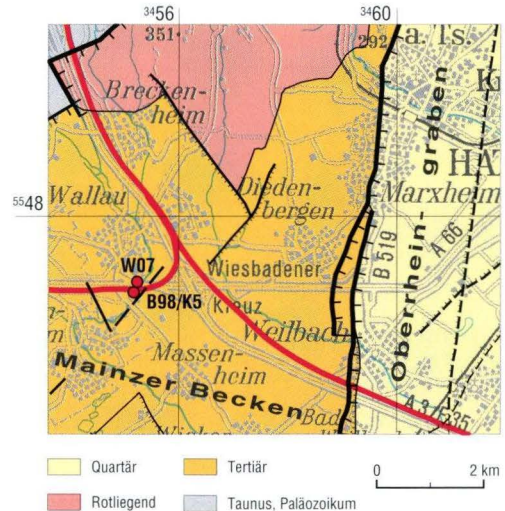


Abb. 1. Ausschnitt aus der Geologischen Karte (GÜK 300, Geologische Übersichtskarte 1:300 000, dig. Ausgabe) mit der Lage der Bohrungen Wallau an der Abzweigung Wiesbaden der ICE-Neubaustrecke Köln–Rhein/Main (in rot).

Am östlichen Rand des Mainzer Tertiärbeckens, am Südrand des (paläozoischen) Taunus, wurden im Ober-Eozän und Unter-Oligozän auf dem von Rotliegend-Sedimenten geprägten, zergliederten Vorland terrestrische und marine Sedimente der Pechelbronn-Gruppe (GRIMM 2005) abgelagert. Im Bereich des Mainzer Beckens kam es im Unter-Oligozän, noch vor der Ablagerung der Bodenheimer-Formation (Rupelton), zu einer ersten marin-brackischen Phase, deren Sedimente als **Mittlere Pechelbronn-Schichten (MPS)** definiert sind (WAGNER 1955). Biostratigraphisch liegen die MPS innerhalb der von MARTINI (1973) definierten Nannoplankton-Zone NP 22, die nach BERGGREN et al. (1995) insgesamt einen Zeitraum von ca. 500 000 Jahren umfassen soll. Nach GRIEBEMER (1998, 2002) und MARTINI (1990) erfolgte der Meeresvorstoß über die nördliche Fortsetzung des Oberrheingrabens von NNE und/oder NW (s. auch SLUIJS et al. 2005). Mit der Bohrung Wallau B98-BK5 konnte ein relativ mächtiges, vollständiges Profil der Pechelbronn-Gruppe gewonnen werden. In den MPS sind hier fossilreiche Tone und Karbonate dokumentiert, denen wiederholt sog. Schwarzpelite eingeschaltet sind, die sich durch hohe Gehalte an organischem Material auszeichnen (LIPPMANN 2001).

Die MPS der Bohrung Wallau B98-BK5 beginnen über den unterlagernden, terrestrisch ge-

prägten, kiesführenden Unteren Pechelbronn-Schichten mit Tonen und Tonmergeln, die im unteren Drittel eine eindeutig marine Fauna aufweisen (z. B. Foraminiferen, Nannoplankton, Ostracoden) (GRIEBEMER et al. 2007, GRIMM et al. 2007, MARTINI & REICHENBACHER 2007). Mit der Grenze zu den MPS setzt – zunächst wahrscheinlich periodisch – der Zufluss von Meerwasser in das Mainzer Becken ein, belegt z. B. durch Foraminiferen und Ostracoden (GRIEBEMER et al. 2007, GRIMM et al. 2007). Das Meerwasser überflutete ein vermutlich eher flaches, morphologisch zergliedertes Becken; im Basisbereich und am Top der MPS gibt es Hinweise auf Durchwurzelung einzelner Abschnitte (LIPPMANN 2001). Nach oben gehen die Faunen von brackisch-marinen zu brackisch-limnischen Gemeinschaften über (GRIEBEMER et al. 2007). Die Oberen Pechelbronn-Schichten schließlich sind bereits wieder kontinental-terrestrisch geprägt, den Ablagerungen der Unteren Pechelbronn-Schichten ähnlich.

Ziel der organisch-geochemischen Untersuchungen dieser Arbeit war, den Eintrag organischen Materials über das gesamte Profil der Mittleren Pechelbronn-Schichten zu quantifizieren und das Material qualitativ zu charakterisieren, auch im Hinblick auf die unterschiedlichen Lithologien.

2. Methodik

Für die organisch-geochemischen Analysen, die am Alfred-Wegener-Institut Bremerhaven (Prof. Dr. Ruediger Stein) durchgeführt wurden, wurden insgesamt 87 Proben vorwiegend aus dem stratigraphischen Abschnitt der Mittleren Pechelbronn-Schichten genommen (Tab. 1). Die Bestimmung der Gesamtkohlenstoff-Gehalte erfolgte an gemörserten Gesamtproben sowie Karbonat-freien Proben in einem LECO-CNS-Analysator. Dabei wurde der Karbonatgehalt der Proben über den Gehalt an Gesamtkohlenstoff (GK)

und C_{org} berechnet:

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

(Details zur Methodik z. B. in STEIN 1991). Die Gehalte an Karbonat ($CaCO_3$) und organischem Kohlenstoff (TOC) in Sedimenten sind wichtige Basisparameter in der organischen Geochemie, die zur Beurteilung z. B. der Paläoproduktivität in Gewässern und von Erhaltungsbedingungen des organischen Materials von Bedeutung sind.

Für die Interpretation der TOC-Daten in Hin-

Tab. 1. Ergebnisse der organisch-geochemischen Analysen der Bohrung Wallau B98-BK5; Organischer Kohlenstoff (TOC), Wasserstoff-Index (HI) und T_{max} (Maß für die thermische Reife des organischen Materials).

Tiefe [m] von	Tiefe [m] bis	TOC [%]	HI [mg HC/g C]	T_{max} [°C]	Lithologie/ Bemerkungen
43,60	43,70	0,06			Ton
44,95	45,00	0,11			Ton/Mergel-Wechselfolge
46,30	46,38	0,05			Ton/Mergel-Wechselfolge
48,20	48,24	0,07			Ton
48,69	48,74	0,08			Ton
49,40	49,45	0,08			Tonmergel/Karbonatmergel-Wechselfolge
49,92	49,97	0,07			Tonmergel/Karbonatmergel-Wechselfolge
50,15	50,19	0,10			Tonmergel/Karbonatmergel-Wechselfolge
50,92	50,96	0,06			Tonmergel/Karbonatmergel-Wechselfolge
51,50	51,55	0,11			Tonmergel
53,40	53,45	1,07	129	434	Tonmergel (mit Pflanzenhäcksel, Hydrobien, Pyrit)
53,63	53,68	0,05			Tonmergel
54,87	54,92	0,27			Ton
55,52	55,57	1,05	195	436	Karbonatischer Ton (mit Schwarzpelitanteil)
56,85	56,89	0,86	98	431	Karbonatischer Ton (mit Schwarzpelitanteil)
57,50	57,55	4,14	13	403	Schwarzpelit
58,70	58,75	0,73	44	427	Karbonatischer Ton (Schwarzpelitlagen bei 58,70 m; 59,50 m)
59,55	59,60	0,60	57	429	Karbonatischer Ton (Schwarzpelitlagen bei 59,70 m; 60,20 m; 60,30 m)
60,43	60,46	1,11	85	429	Karbonatischer Ton (Schwarzpelitlage bei 60,90 m)
61,43	61,46	1,08	56	426	Karbonatischer Ton (Schwarzpelitlage bei 62,10 m)
62,40	62,45	0,79	61	429	Karbonatischer Ton (Schwarzpelitlage bei 62,45 m)
63,78	63,82	0,80	89	433	Karbonatischer Ton (Schwarzpelitlage bei 63,70 m)
64,45	64,50	0,64	78	433	Karbonatischer Ton
64,81	64,84	6,16	8	383	Schwarzpelit
65,11	65,15	5,45	4	381	Schwarzpelit
65,42	65,47	0,32			Karbonatischer Ton
66,20	66,22	0,12			Ton
67,11	67,14	0,13			Karbonatischer Ton/Tonmergel
68,40	68,43	0,19			Tonmergel
69,53	69,60	0,25			Tonmergel
69,95	70,00	3,43	9	388	Schwarzpelit
70,25	70,28	3,18	5	383	Schwarzpelit
71,67	71,70	0,54	46	426	Karbonatischer Ton/Tonmergel (mit Schwarzpelitanteil)
72,33	72,42	0,61	79	431	Karbonatischer Ton/Tonmergel (mit Schwarzpelitanteil)
72,48	72,50	0,72	116	434	Karbonatischer Ton/Tonmergel (Schwarzpelitlage bei 73,40 m)
73,60	73,60	4,71	39	427	Schwarzpelit
73,65	73,65	3,17	33	425	Schwarzpelit
73,70	73,74	5,24	36	429	Schwarzpelit
73,75	73,75	0,42	380	427	Schwarzpelit
73,85	73,85	2,60	37	424	Schwarzpelit
73,95	73,95	5,25	35	428	Schwarzpelit
74,00	74,05	5,26	30	423	Schwarzpelit

Tiefe [m]		TOC [%]	HI [mg HC/g C]	T _{max} [°C]	Lithologie/ Bemerkungen
von	bis				
74,05	74,06	6,84	12	389	Schwarzpelit
74,15	74,16	6,62	17	405	Schwarzpelit
74,25	74,26	6,84	8	375	Schwarzpelit
74,35	74,36	15,78	31	392	Schwarzpelit
74,45	74,46	1,84	8	395	Schwarzpelit
74,55	74,56	3,01	10	398	Schwarzpelit
74,60	74,65	3,21	12	400	Schwarzpelit
74,65	74,66	4,16	6	383	Schwarzpelit
74,72	74,73	14,82	4	383	Schwarzpelit
74,73	74,77	1,81	2	394	Schwarzpelit
75,10	75,13	0,21			Tonmergel
76,31	76,36	0,88	44	429	Tonmergel (mit Schwarzpelitanteil und <i>Mytilus</i>)
76,47	76,50	4,19	2	377	Schwarzpelit
77,05	77,15	0,23			Ton
78,42	78,46	0,36			Ton
79,45	79,50	0,18			Tonmergel
80,70	80,74	0,21			Karbonatischer Ton (<i>Mytilus</i>)
81,20	81,25	0,19			Karbonatischer Ton (<i>Mytilus</i>)
81,72	81,74	0,53	15	419	Ton
81,95	82,00	0,85	62	428	Karbonatischer Ton
82,10	82,12	1,73	27	422	Karbonatischer Ton
82,66	82,69	4,85	60	428	Schwarzpelit
83,20	83,27	7,36	44	430	Schwarzpelit
83,58	83,60	2,22	55	426	Karbonatischer Ton (<i>Mytilus</i>)
83,75	83,80	3,14	18	408	Schwarzpelit
84,00	84,05	0,05	214	428	Karbonatischer Ton (HI-Wert aufgrund des niedrigen TOC-Gehaltes nicht interpretierbar)
84,40	84,45	4,51	5	390	Schwarzpelit
84,55	84,60	6,92	2	382	Schwarzpelit
85,55	85,60	0,14			Ton
86,25	86,32	0,08			Karbonatischer Ton/Tonmergel (<i>Mytilus</i>)
86,85	86,89	0,10			Ton
87,50	87,55	0,07			Ton
88,00	88,10	0,16			Ton
88,75	88,80	0,10			Tonmergel
89,74	89,78	0,07	0	427	Silt
90,05	90,10	0,06			Ton
90,94	90,97	0,04			Ton
91,00	91,15	4,00	31	432	Schwarzpelit
91,20	91,35	0,06			Ton
92,70	92,71	0,03			Ton
93,60	93,61	0,04			Ton
94,40	94,41	0,03			Ton
95,15	95,16	0,03			Ton
95,40	95,41	0,02			Ton
96,75	96,76	0,03			Ton

blick 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 der einzelnen Methoden oft mehrdeutig sein können (STAX 1994). Um eine erste Information über die Herkunft der organischen Substanz (d. h. aquatisch oder terrestrisch) zu erhalten, wurden die C/N-Verhältnisse, die von LIPPMANN (2001) im Rahmen einer Diplomarbeit an Proben dieser Bohrung aus dem gleichen Teufenbereich bestimmt wurden, mit herangezogen. C/N-Verhältnisse zwischen etwa 5 und 9 sind typisch für aquatisch/marines Phytoplankton und Zooplank-

ton; höhere Landpflanzen haben dagegen C/N-Werte von deutlich über 15 (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1982). Darüber hinaus wurden für die Klassifizierung der organischen Substanz Rock-Eval-Pyrolyse-Messungen durchgeführt (zur Methode siehe ESPITALITÉ et al. 1977). Der so bestimmte Wasserstoff-Index (HI) erlaubt Aussagen zum Kerogentyp und damit ebenso zur Herkunft des Materials (aquatisch/marin oder 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).

3. Ergebnisse

Die untersuchten Proben entstammen im Wesentlichen vier unterschiedlichen Lithologien: Karbonatfreie Tone, geschichtet und ungeschichtet (I); karbonatische Tone, geschichtet und ungeschichtet (II); Tonmergel/Karbonatmergel, geschichtet und ungeschichtet (III) sowie meist deutlich feingeschichtete Schwarzpelite (IV) (LIPPMANN 2001, RADTKE et al. 2007). Außerdem wurde eine Siltlage bei 89,78 m beprobt. Die lithologischen Wechsel spiegeln sich deutlich in den Ergebnissen der organisch-geochemischen Untersuchungen wider, besonders im Gehalt an organischem Kohlenstoff.

Insgesamt schwanken die Gehalte an **organischem Kohlenstoff (TOC)** zwischen 0,02 und 15,8 % (Abb. 2). Es zeichnen sich zwei unterschiedliche Gruppen ab: Die Lithologien (I) bis (III) sind durch Werte zwischen 0,02 und 0,5 % gekennzeichnet, während die Schwarzpelite (IV) generell deutlich höhere Gehalte aufweisen: 0,5 bis 15,8 % organischen Kohlenstoff. Vom tiefsten Teil des untersuchten Kernabschnittes (86,00–96,76 m) liegen zunächst sehr niedrige TOC-Gehalte vor (durchschnittlich 0,06 % TOC mit nach oben leicht ansteigender Tendenz). Unterbro-

chen wird dies lediglich von einer geringmächtigen Schwarzpelit-Lage bei 91 m mit einem TOC-Gehalt von 4 %. Oberhalb von 51–86 m zeigt sich in den TOC-Gehalten deutlich der Einfluss der hier eingeschalteten Schwarzpelit-Lagen in zahlreichen Peaks mit sehr hohen Werten (bis maximal 15,8 % TOC bei 74,36 m). Auch die Hintergrundwerte zwischen den Peaks liegen nun häufig höher als 0,5 % TOC. Zum höchsten Teil des untersuchten Abschnitts hin (43,60–51,00 m) herrschen Werte $<0,1$ % TOC vor.

Wasserstoff-Index (HI, mg HC/g C) und T_{max} ($^{\circ}$ C) wurden an insgesamt 49 ausgesuchten Proben bestimmt, die aus den TOC-reichen Abschnitten stammen. Nur bei diesen Proben ist eine weitere Klassifizierung bzw. qualitative Bestimmung des organischen Materials sinnvoll.

Die **HI-Werte** sind generell sehr heterogen und schwanken zwischen 4 (0 in der einzigen gemessenen Siltprobe) und 380 mg HC/g C (Abb. 2). Der größte Anteil der Proben zeigt Werte kleiner als 100, nur 5 Proben liegen darüber. Sehr niedrige Wasserstoffindexwerte (<100) weisen auf die Dominanz von terrestrischer organischer Substanz hin.

Die T_{max} -Temperaturwerte liegen insgesamt zwischen 375 und 436 °C (Abb. 2). Der Anteil der Proben mit Temperaturen >400 °C ist dabei deutlich höher der der Proben <400 °C. T_{max} -Werte von <435 °C weisen auf thermische Unreife des organischen Materials hin, Werte darüber charakterisieren thermisch reifes Material (Abb. 2, 3, TISSOT & WELTE 1984). In der Bohrung handelt es sich demnach hauptsächlich um thermisch unreifes organisches Material vorwiegend terrestrischer Herkunft, wobei ein Trend zu höheren Werten nahe 435 °C und damit zu ther-

misch reiferem und/oder einem erhöhtem Anteil refraktären organischen Materials festzustellen ist (Abb. 3).

Aus dem gleichen Abschnitt der Bohrung liegen weitere Ergebnisse aus der Diplomarbeit von LIPPMANN (2001) vor (TOC-Werte, C/N-Verhältnisse und Karbonatgehalte). Da die TOC-Kurve von LIPPMANN (2001) trotz geringfügig unterschiedlicher Probenteufen sehr gut mit den eigenen Daten korreliert (Abb. 4), sind o. g. Daten in der folgenden Diskussion mit herangezogen worden (Abb. 2).

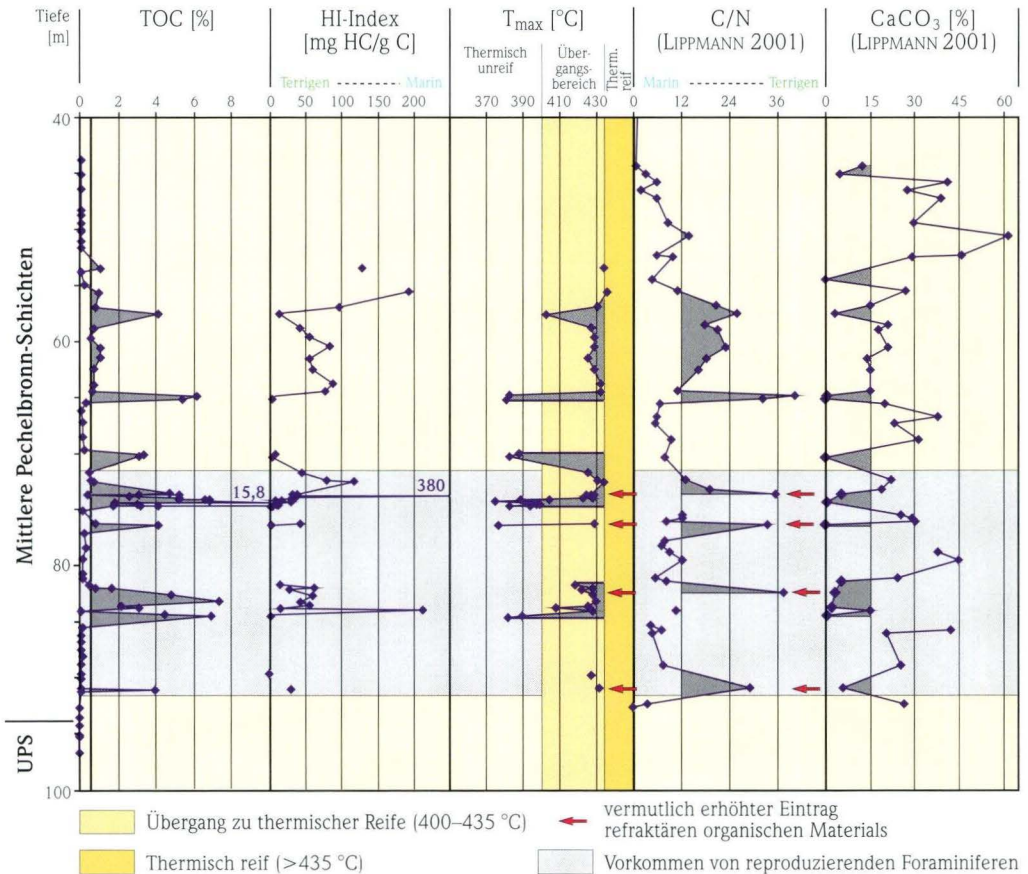


Abb. 2. Gehalt an organischem Kohlenstoff (TOC), Wasserstoff-Index (HI), T_{max} , C/N-Verhältnisse und Karbonatgehalt (LIPPMANN 2001) in der Bohrung Wallau B98-BK5.

4. Diskussion

Die Menge und Zusammensetzung des organischen Materials in den Mittleren Pechelbronn-Schichten kann Hinweise auf unterschiedliche Ablagerungsprozesse bzw. unterschiedliche Faktoren geben, die zur Bildung C_{org} -reicher bzw. C_{org} -armer Sedimente geführt haben. Zu den wichtigsten Faktoren für die Anreicherung organischer Substanz gehören im Allgemeinen a) eine erhöhte organische Produktion, b) eine erhöhte Erhaltungsrate unter anoxischen Bedingungen in der Wassersäule, c) eine schnelle Einbettungsrate (Sedimentationsrate) und damit rascher Sauerstoffabschluss und/oder d) eine hohe Zufuhr terrigener organischer Substanz (BERGER et al. 1989, STEIN 1991).

Die Ergebnisse der organisch-geochemischen Untersuchungen lassen Rückschlüsse auf quantitative und qualitative Änderungen während der Sedimentation der Mittleren Pechelbronn-Schichten zu. Die TOC-Gehalte der Tone, karbonatischen Tone und Tonmergel mit ihren durchschnittlichen Werten von meist $<0,5\%$ sind

relativ niedrig (Tab. 1, Abb. 2) und liegen in einem Bereich, der auch für offen-marine Ablagerungsräume typisch ist (SUESS 1980). Die C/N-Verhältnisse dieser Proben liegen in der Regel bei Werten <12 (Abb. 2) und können daher auf eine aquatische Herkunft dieses Materials hinweisen (Kap. 2).

Die von GRIMM et al. (2007) für das Becken postulierten Seegraswiesen (*Zostera*) müssten – trotz aquatischer Herkunft – typischerweise C/N-Werte zwischen 13 und 22 zeigen (STEIN 1991) und können so einen terrigenen Einfluss vortäuschen. Aus diesem Grund ist das Heranziehen verschiedener Sedimentproxies für eine Interpretation des Ablagerungsmilieus unerlässlich: die niedrigen HI-Werte sind hier ein wichtiges zusätzliches Indiz für den starken Einfluss lateraler Zufuhr terrestrischen organischen Materials im Profil der Bohrung Wallau B98-BK5 (Abb. 2, 3). Auch die $\delta^{13}C$ -Werte der Tone und Schwarz-

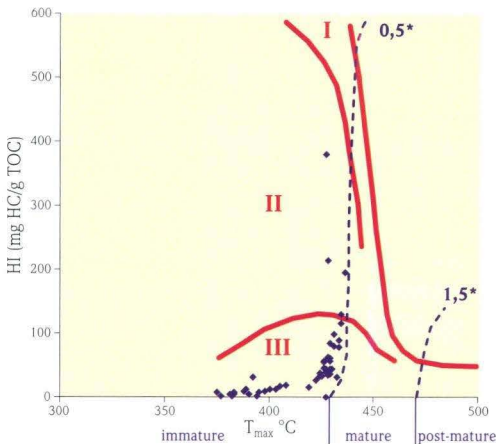


Abb. 3. HI/ T_{max} -Diagramm der Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrung Wallau B98-BK5 (Kerogen-Typ I, II und III sowie Angaben der Vitritin-Reflexionswerte* nach TISSOT & WELTE 1984).

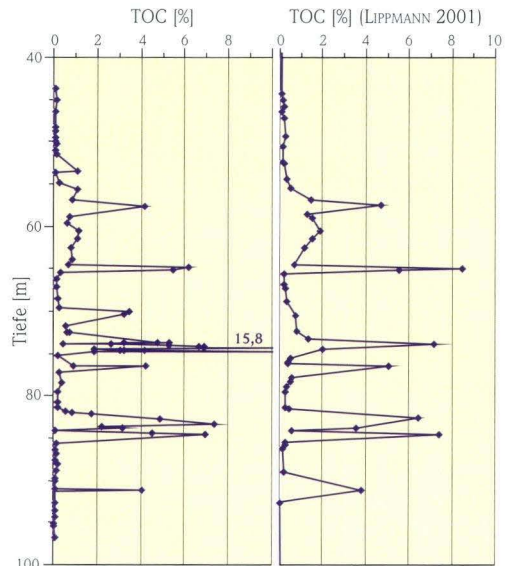


Abb. 4. Eigene TOC-Daten im Vergleich mit den Ergebnissen von LIPPMANN (2001) in der Bohrung Wallau B98-BK5.

pelite zeigen nach LIPPMANN (2001) terrestrische Herkunft des organischen Materials an.

Die meist feingeschichteten Schwarzpelite der Bohrung sind durch sehr hohe TOC-Werte charakterisiert (Abb. 2). Diese korrelieren mit hohen C/N-Verhältnissen und eher niedrigen HI-Werten (Abb. 2, 3), was eine terrigene Herkunft des Materials nahe legt. Die generell niedrigen HI-Werte zeigen darüber hinaus, dass so gut wie kein HI-reiches Algenmaterial in den Sedimenten erhalten ist. In der Wassersäule herrschten vermutlich oxidierende Bedingungen, so dass vorwiegend das durch Fluvialeintrag in relativ hohen Mengen eingeschwemmte terrestrische organische Material erhalten blieb. Nach HOTTENROTT & PROSS (2007) spricht auch der relativ schlechte Erhaltungsgrad von Pollen, Sporen und Dinoflagellatenzysten für oxische Ablagerungsbedingungen. Auch MARTINI & REICHENBACHER

(2007) postulieren eine durchmischte Wassersäule für die marine Phase des Beckens, belegt durch das Vorkommen umgelagerten marinen Nannoplanktons aus dem alpinen Raum. Dies bedeutet, dass die hohen Gehalte an TOC hauptsächlich durch verstärkte Zufuhr und nicht durch eine erhöhte Erhaltungsrate infolge anoxischer Bedingungen in der Wassersäule verursacht sind (Abb. 5). Gleichwohl kann es durch den erhöhten Eintrag terrigenen organischen Materials über die umgebenden Flusssysteme zu einem erhöhten Sauerstoffbedarf beim Abbau der organischen Substanz kommen. Daraus resultiert eine gewisse Sauerstoffabreicherung in der Wassersäule, was in der Folge zur Erhaltung organischen Materials beiträgt (SLUIJS et al. 2005). Der Verbrauch an gelöstem Sauerstoff am und im Meeresboden durch eine erhöhte Zufuhr an organischem Material verbessert also letztlich die Er-

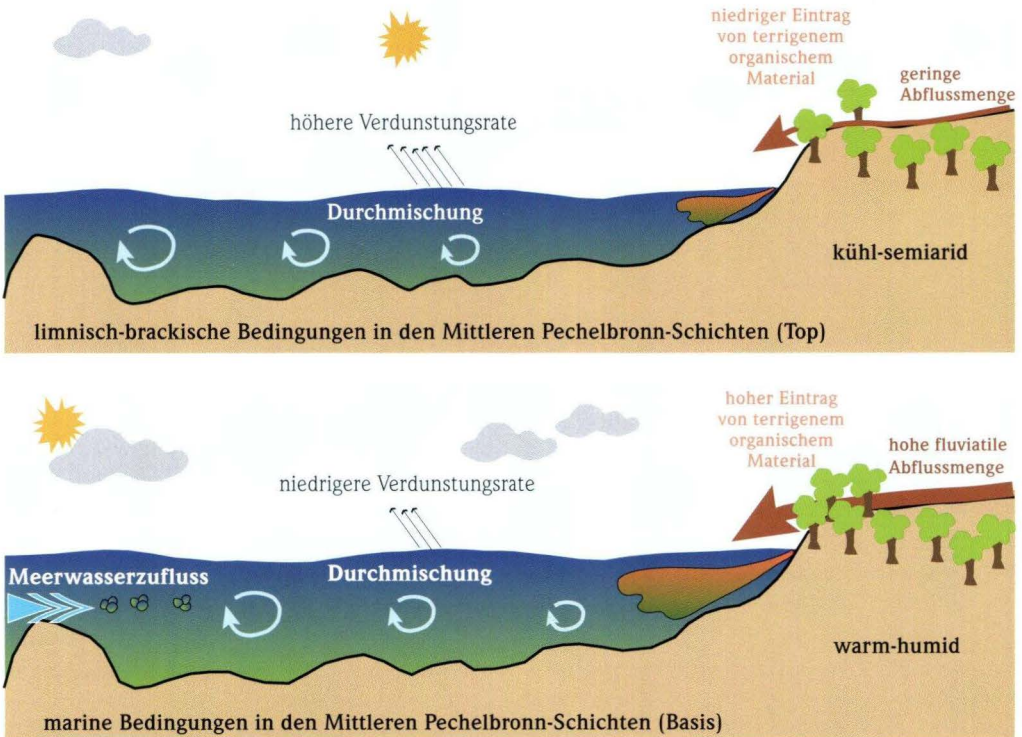


Abb. 5. Ablagerungsmodell für die Mittleren Pechelbronn-Schichten im Bereich der Bohrung Wallau B98-BK5.

haltungsbedingungen für den Anteil an organischem Material, das dort später ankommt (MEYERS & ARNABOLDI 2005).

Vergleicht man in den Sedimenten der Bohrung Wallau B98-BK5 den Gehalt an organischem Kohlenstoff mit den Karbonatgehalten (Abb. 2), so sind diese negativ korreliert. Dies kann auf Verdünnung des Karbonatanteils im Sediment durch Terrigeneintrag hinweisen. Vermutlich wurde von der marinen Anfangsphase der MPS bis zum limnisch geprägten höchsten Teil der Formation eine aquatische, karbonatische Hintergrundsedimentation in dem Becken immer wieder durch periodisch eingetragenes Terrigenmaterial unterbrochen bzw. verdünnt. Ursache dieser periodischen Einträge waren wahrscheinlich saisonale Starkregen, die zu verstärktem fluvialem Abfluss aus dem Hinterland des Beckens führten (Abb. 5).

Der hohe Anteil an terrigenem organischem Material in der Sedimentfracht deutet auf humide Klimabedingungen und eine dichte Vegetationsdecke im Hinterland hin. Die in marinen Sedimenten dokumentierte globale Abkühlung während des Eozän/Unter-Oligozän (z. B. MACKENSEN & EHRMANN 1992, ZACHOS et al. 2001, DUTTON et al. 2002, ROTH-NEBELSICK et al. 2004, SCHUMACHER & LAZARUS 2004) führte hier in Mitteleuropa vermutlich erst später – mit einer gewissen Zeitverzögerung – zu Wechseln in der Vegetation. Im nördlichen Oberrheingraben herrschte, möglicherweise bedingt durch die küstennahe Lage, eher humides Klima mit Sumpf-, Auen- und Bruchwaldvegetation vor (NICHEL 1996).

Seesedimente aus einem meromikten See in der Nähe von Sieblos in der Rhön werden dem gleichen Altersabschnitt zugeordnet wie die in der Bohrung Wallau B98-BK5 erbohrten Ablagerungen (LUTZ 1998). MAI (1998) und BROSCINSKI (1998) postulieren für die Region um Sieblos subtropische Klimabedingungen zur Zeit des Eozän/Unter-Oligozän. LUTZ (1998) rekonstruiert anhand seiner Daten wechselnde Seespiegelstände als Ursache für das alternierende Auftre-

ten von gebänderten Karbonaten und Dysodil-Lagen. Er führt dies auf Wechsel zwischen humiden und semiariden Klimabedingungen zurück. Ähnlich wie in Wallau wird auch hier der hohe Anteil organischer Substanz – mit Ausnahme des vermutlich vorwiegend durch Algenblüten bedingten organischen Anteils in den Dysodil-Lagen – hauptsächlich auf die Zufuhr terrigenen Materials zurückgeführt (STEIN & FAHL 1998).

MEYERS & ARNABOLDI (2005) untersuchen die Bildungsbedingungen einer komplex aufgebauten mittelpleistozänen Sapropellage im Mittelmeer. Wie im Unter-Oligozän des Mainzer Beckens werden die hohen Gehalte an terrigener organischer Substanz auf erhöhte Süßwasserzuflüsse unter feuchtwarmen Klimabedingungen zurückgeführt. Modellierungen zur Paläozirkulation und zu den Isotopenwerten des Wassers sowie Untersuchungen der benthischen Foraminiferen in den mittelpleistozänen Sedimenten des Mittelmeers zeigen, dass vermutlich eine dünne anoxische Lage am Meeresboden aufgrund erhöhter organischer Produktivität und nicht stagnierende Bedingungen in der Wassersäule die Bildung C_{org}-reicher Sapropellagen begünstigte.

Die Mittleren Pechelbronn-Schichten stellen – ebenso wie die Bodenheim-Formation – einen Exkurs ansteigenden Meeresspiegels in der übergeordneten allgemeinen Phase regressiver Tendenz während des Oligozäns dar (HAQ et al. 1987, KRUTZSCH et al. 1992, HARDENBOL et al. 1998).

Zu Beginn der Beckenentwicklung in der „Mainzer Bucht“ entstand bei einer Wassertiefe von maximal 30 m (GRIMM et al. 2007) vermutlich ein in kleine Senken gegliederter mariner Ablagerungsraum, der durch Meerwasser aus dem Norden gespeist wurde (GRIEBEMER et al. 2007). Im Gegensatz zu dem unteroligozänen See bei Sieblos handelt es sich bei den Sedimenten der Bohrung Wallau B98-BK5 also nicht um ein geschlossenes System, sondern um einen durchaus überregional beeinflussten Ablagerungsraum. GRIMM et al. (2007) belegen in der Bohrung Wallau B98-BK5 mit Bolboformen-Funden (bei 84 m), die mit einem Vorkommen im

nordhessischen Borken korrelierbar sind (GRIEBEMER 2002), den Meerwasserzufluss aus Norden. Zu Beginn der Ablagerung der Mittleren Pechelbronn-Schichten stellten sich – für vermutlich relativ kurze Zeit – vollmarine Bedingungen ein. Auch marine Diatomeen, die allerdings insgesamt sehr selten vorkommen, sind ab dieser Tiefe nachgewiesen (MARTINI & RADTKE 2007: Anhang und freundl. mündl. Mitt. Dipl.-Geol. Wolfgang Schiller). In dem flachen Becken abseits der Hauptströmungsachse am Rand des Oberrheingrabens gab es vermutlich keine starken Meeresströmungen und möglicherweise sogar eine morphologische Barriere zur Hauptachse des Grabens im Bereich der westlichen Grabenschulter: Ein ideales Auffangbecken für das von den Rändern zufließende terrigene organische Material. Unter humiden Klimabedingungen mit einer vermutlich dichten Vegetationsdecke konnten saisonal auftretende starke Niederschläge große Mengen terrestrischen Materials in die Zuflüsse des Beckens schwemmen (Abb. 5).

Die aus diesen Abflussereignissen resultierenden Schwarzpelitlagen treten im Teufenbereich zwischen 57 und 92 m auf, mit einer Häufung zwischen 64 und 85 m. Die Hauptphase der Schwarzpelitbildung beginnt bei ca. 85 m im Niveau des stärksten marinen Impulses. Bereits zwischen 76 und 82 m gibt es faunistisch belegte Hinweise auf den beginnenden Übergang zu brackischen Bedingungen (GRIEBEMER et al. 2007, GRIMM et al. 2007). Oberhalb von ca. 65 m zeigt

die Faunenvergesellschaftung dann schließlich limnisch-brackische Bedingungen an (GRIEBEMER et al. 2007). Ein letzter Diatomeen-Fund liegt bei 56 m und geht wohl ebenso wie die Foraminiferen-Vorkommen oberhalb von 75 m auf periodisch eingeschwemmtes Material zurück (GRIMM et al. 2007). Spätestens ab einer Teufe von ca. 55 m macht sich vermutlich ein Klimawechsel zu eher kühl-ariden Bedingungen in der Umgebung des Ablagerungsraumes bemerkbar (Abb. 5). Die letzte Schwarzpelit-Lage ist zwischen 57 und 58 m dokumentiert (RADTKE et al. 2007: Beil. 2).

Der Eintrag terrigenen organischen Materials geht wahrscheinlich aufgrund geringerer Niederschlagsmengen und/oder geänderter Vegetationsdichte im Hinterland deutlich zurück. Die Zusammensetzung des Sediments wird neben dem über den gesamten Kern dominanten Tongehalt nun auch vom Karbonatanteil bestimmt. Nach GRIMM et al. (2007) nimmt die Wassertiefe in der entstandenen Bucht von zunächst max. 30 m im höheren Teil der MPS deutlich ab. Mit der zunehmenden Verflachung des Beckens wird die Zufuhr von Meerwasser eingeschränkt (etwa ab 75 m, GRIMM et al. 2007), was mit der globalen Abkühlung im Eozän/Unter-Oligozän in Zusammenhang stehen könnte, die mit einer globalen Meeresspiegelabsenkung einhergeht (z. B. MACKENSEN & EHRMANN 1992, ZACHOS et al. 2001, DUTTON et al. 2002, ROTH-NEBELSICK et al. 2004, SCHUMACHER & LAZARUS 2004).

5. Zusammenfassung

- Die qualitativen und quantitativen Unterschiede in der organisch-geochemischen Zusammensetzung der Sedimente der Mittleren Pechelbronn-Schichten deuten auf eine vorwiegend terrestrische Herkunft des organischen Materials hin.
- Besonders die immer wieder eingeschalteten zahlreichen Schwarzpelit-Horizonte weisen z. T. extrem hohe TOC-Gehalte auf. C/N-Verhältnisse und HI-Werte dieser Bereiche sprechen eindeutig für eine terrestrische Herkunft des darin enthaltenen organischen Materials.
- Parallel dazu gab es im Becken vermutlich immer auch eine \pm kontinuierliche aquatische Hintergrundsedimentation. Dafür spricht der Karbonatanteil, der fast über den gesamten

Zeitabschnitt, zunächst im marinen Milieu, zum Ende hin unter limnisch-brackischen Bedingungen entstanden ist.

- Die Änderungen in der Sedimentzusammensetzung spiegeln die Becken- und Klimageschichte wider: Parallel zur Überflutung/Transgression des recht flachen und relativ isolierten Beckens mit Meerwasser aus dem Norden wurden durch periodisch auftretende Abflussereignisse infolge Starkregen im Hinterland relativ hohe Mengen terrestrischen Materials in das Becken eingetragen. Zum Ende der Mittleren Pechelbronn-Schichten hin verflacht das Becken deutlich, der marine Einfluss geht zurück, und infolge eines Klimawechsels von

zunächst warm-humid nach kühl-arid ist auch der Eintrag terrestrischen organischen Materials drastisch reduziert.

Danksagung: Die Anregung zu dieser Arbeit erfolgte durch Frau Dr. G. Radtke (HLUG), der ich auch für Diskussionen herzlich danke. Besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. R. Stein (Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven), der die TOC- und Rock-Eval-Analysen ermöglichte und die Daten für diese Arbeit zur Verfügung stellte. Für die kritische Durchsicht des Manuskripts möchte ich mich weiterhin bei Herrn Dr. M. Grimm und Herrn Prof. Dr. R. Stein ganz herzlich bedanken.

6. Schriftenverzeichnis

- BERGER, W.H., SMETACEK, V. & WEFER, G. (1989): Productivity of the Ocean: Present and Past. – Life Science Research Reports, **44**: 471 pp.; New York (Wiley & Sons).
- BERGGREN, W.A., KENT, D.V., SWISHER, C.C. & AUBRY, M.P. (1995): A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. – In: Geochronology, Time Scales and Global Stratigraphic Correlation. – SEPM Spec. Publ., **54**: 129–212; Tulsa.
- BROSCINSKI, A. (1998): Ein Lacertilier-Frontale aus dem Unter-Oligozän von Sieblos/Rhön. – In: MARTINI, E. & ROTHE, P. (Hg.): Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 261–263, 2 Abb.; Wiesbaden.
- DUTTON, A.L., LOHMANN, K.C. & ZINSMEISTER, W.J. (2002): Stable isotopes and minor element proxies for Eocene climate of Seymour Island, Antarctica. – Paleooceanography, **17** (2): 6.1–6.14; Washington.
- ESPITALITÉ, J., LAPORTE, J.L., MADEC, M., MARQUIS, F., LEPLAT, P., PAULET, J. & BOUTEFEU, A. (1977): Méthode rapide de caractérisation des roches-mère, de leur potentiel pétrolier et de leur degré d'évolution. – Rev. Inst. Franç. Petrol., **32** (1): 23–42; Paris.
- HAO, B.U., HARDENBOL, J. & VAIL, P.R. (1987): Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. – Science, **235**: 1156–1167, 5 figs.; Washington.
- HARDENBOL, J., THIERRY, J., FARLEY, M.B., JACQUIN, T., DE GRACIANSKY, P.-C. & VAIL, P.R. (1998): Cenozoic biostratigraphy. – In: DE GRACIANSKY, P.-C., HARDENBOL, J., JACQUIN, T. & VAIL, P.R. (eds.): Mesozoic and Cenozoic sequence stratigraphy of European basins. – SEPM Spec. Publ., **60**: Tab. 3; Tulsa.
- HOTTENROTT, M. & PROSS, J. (2007): Terrestrische und aquatische Mikroflora der Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrungen W07 und B98-BK5 bei Wallau (nordöstliches Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 127–139, 1 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- GRIEBEMER, T.W. (1998): Ostracods – a tool for correlating Lower Oligocene deposits in Western Germany (Westphalia, Hesse and Rhine-Palatinate). – In: CRASQUIN-SOLEAU, S., BRACCINI, E. & LETHIERS, F. (eds.): What about Ostracoda! Actes du 3^e Congrès Européen des Ostracologistes, 1996. – Bull. Centre Rech. Elf Explor. Prod., Mém., **20**: 141–157, 4 figs., 4 pls.; Pau.
- GRIEBEMER, T.W. (2002): The *Bolboforma* signal – a distinct level for correlating Lower Oligocene deposits (NP 22), the Melania Clay Formation of Northern Hesse (Hessian Depression) with the Middle Pechelbronn Formation of the Mainz Basin (Rhine-land-Palatinate, Germany). – In: GÜRS, K. (ed.):

- Northern European Cenozoic Stratigraphy. – Proc. 8th Biann. Meet. RCNNS/RCNPS: 57–65, 6 figs., 1 pl.; Flintbek.
- GRIEBEMER, T.W., UFFENORDE, H. & RADTKE, G. (2007): Die Ostracoden der Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän) in der Bohrung Wallau B98-BK5 (nordöstliches Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 173–192, 3 Abb., 1 Taf., Beil. 4; Wiesbaden.
- GRIMM, K.I., RADTKE, G. & SPIEGLER, D. (2007): Foraminiferen und Bolboformen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (tiefes Unter-Oligozän) der Bohrung Wallau B98-BK5. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 157–171, 1 Abb., 2 Taf., Beil. 3; Wiesbaden.
- GRIMM, M.C. (2005): Beiträge zur Lithostratigraphie des Paläogens und Neogens im Oberrheingebiet (Oberrheingraben, Mainzer Becken, Hanauer Becken). – Geol. Jb. Hessen, **132**: 79–112, 4 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- KRÜTZSCH, W., BLUMENSTENGEL, H., KIESEL, Y. & RÜFFLE, L. (1992): Paläobotanische Klimagliederung des Tertiärs (Mitteleozän bis Oberoligozän) in Mitteldeutschland und das Problem der Verknüpfung mariner und kontinentaler Gliederungen (klassische Biostratigraphien – paläobotanisch-ökologische Klimastratigraphie – Evolutionsstratigraphie der Vertebraten). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **186** (1–2): 137–253, 21 Abb., 6 Taf.; Stuttgart.
- LIPPMANN, R. (2001): Petrographische und isotope geochemische Untersuchungen der Pechelbronn-Formation (Obereozän/Unteroigozän) im nördlichen Oberrheingraben. – Unveröff. Dipl.-Arb., Friedrich-Schiller-Universität Jena, 68 S., 15 Abb., 7 Taf.; Jena.
- LUTZ, H. (1998): Die unteroligozäne Insekten-Taphozönose von Sieblös/Rhön – ein Schlüssel für die Rekonstruktion des aquatischen Paläoenvirons. – In: MARTINI, E. & ROTHE, P. (Hg.): Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblös an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 101–114, 4 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- MACKENSEN, A. & EHRMANN, W.U. (1992): Middle Eocene through Early Oligocene climate history and paleoceanography in the Southern Ocean: Stable oxygen and carbon isotopes from ODP Sites on Maud Rise and Kerguelen Plateau. – Mar. Geol., **108**: 1–27, 10 tabs.; Amsterdam.
- MAI, D.H. (1998): Paläokarpologische Untersuchungen im Alttertiär von Sieblös/Rhön. – In: MARTINI, E. & ROTHE, P. (Hg.): Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblös an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 215–239, 1 Tab., 5 Taf.; Wiesbaden.
- MARTINI, E. (1973): Nannoplankton-Massenvorkommen in den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän). – Oberrhein. Geol. Abh., **22**: 1–12, 2 Abb., Taf. 1–3; Karlsruhe.
- MARTINI, E. (1990): The Rhinegraben System, a connection between northern and southern seas in the European Tertiary. – Veröff. Übersee-Mus., **A10**: 83–98, 208–211, 7 figs.; Bremen.
- MARTINI, E. & REICHENBACHER, B. (2007): Nannoplankton und Fisch-Otolithen in den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän, Oberrheingraben/Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 235–273, 9 Abb., 9 Tab., 3 Taf.; Wiesbaden.
- MEYERS, P.A. & ARNABOLDI, M. (2005): Trans-Mediterranean comparison of geochemical paleoproductivity proxies in a mid-Pleistocene interrupted sapropel. – Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol., **222**: 313–328, 7 figs., 1 tab.; Amsterdam.
- NICKEL, B. (1996): Palynofazies und Palynostratigraphie der Pechelbronn Schichten im nördlichen Oberrheingraben. – Paleontographica, **B240**: 1–151, 10 Abb., 4 Diagr., 21 Taf.; Stuttgart.
- RADTKE, G., GRIEBEMER, T.W., GRIMM, K.I., HOTTENROTT, M., JANSSEN, R., LIPPMANN, R., KÜMMERLE, E., MARTINI, E., REICHENBACHER, B., SCHOLZ, J., SPIEGLER, D. & VÁVRA, N. (2003): Erster Meereseinbruch im Oberrheingraben – Entwicklung, Biodiversität, Paläogeographie (Pechelbronn-Schichten, Obereozän–Unteroigozän). – Terra Nostra, **2003** (5): Biodiversität – Exogene & endogene Hintergründe: 124–125; Mainz.
- RADTKE, G., LIPPMANN, R. & GAUPP, R. (2007): Neues Vorkommen der Pechelbronn-Gruppe im Mainzer Becken (Ober-Eozän – tiefes Unter-Oligozän, Deutschland). – Lithologie und Sedimentologie der Bohrungen Wallau B98-BK5 und W07. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 37–72, 17 Abb., Beil. 2; Wiesbaden.
- ROTH-NEBELSICK, A., UTESCHER, T., MOSBRUGGER, V.,

- DIESTER-HAAS, L. & WALTHER, H. (2004): Changes in atmospheric CO₂ concentrations and climate from the Late Eocene to Early Miocene: paleobotanical reconstruction based on fossil floras from Saxony, Germany. – *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol.*, **205**: 43–67, 18 figs., 4 tabs.; Amsterdam.
- SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. (1982): Lehrbuch der Bodenkunde. – 442 S., 186 Abb., 91 Tab., 1 Taf.; Stuttgart (Enke).
- SCHUMACHER, S. & LAZARUS, D. (2004): Regional differences in pelagic productivity in the late Eocene to early Oligocene – a comparison of southern high latitudes and lower latitudes. – *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol.*, **214**: 243–263, 5 figs., 3 tabs.; Amsterdam.
- SLUIJS, A., PROSS, J. & BRINKHUIS, H. (2005): From greenhouse to icehouse; organic-walled dinoflagellate cysts as paleoenvironmental indicators in the Paleogene. – *Earth-Science Reviews*, **68**: 281–315, 14 figs.; Amsterdam.
- STAX, R. (1994): Zyklische Sedimentation von organischem Kohlenstoff in der Japan See: Anzeiger für Änderungen von Paläoozeanographie und Paläoklima im Spätkänozoikum. – *Ber. Fachber. Geowiss. Univ. Bremen*, **47**: 150 S., 61 Abb., 15 Tab., 3 Taf.; Bremen.
- STEIN, R. (1991): Accumulation of Organic Carbon in Marine Sediments. – *Lecture Notes in Earth Sciences*, **34**: 217 S., 135 figs., 12 tabs.; Heidelberg.
- STEIN, R. & FAHL, K. (1998): Organisch-Geochemische Untersuchungen an oligozänen Sedimenten der Bohrungen Sieblos 1994/1 und 1994/2. – In: MARTINI, E. & ROTHE, P. (Hg.): Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – *Geol. Abh. Hessen*, **104**: 133–141, 3 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- Suess, E. (1980): Particulate organic carbon flux in the oceans – surface productivity and oxygen utilisation. – *Nature*, **288**: 260–263, 2 figs., 2 tabs.; London.
- TISSOT, B.P. & WELTE, D.H. (1984): Petroleum Formation and Occurrence. – 699 S., 327 figs., 68 tabs.; Heidelberg (Springer).
- WAGNER, W. (1955): Das Auftreten von Unteroligozän im Mainzer Becken. – *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **83**: 228–236; Wiesbaden.
- ZACHOS, J., PAGANI, M., SLOAN, L., THOMAS, E. & BILLUPS, K. (2001): Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 MA to present. – *Science*, **292**: 686–693, 6 figs.; Washington.

MARTIN HOTTENROTT¹ & JÖRG PROSS²

Terrestrische und aquatische Mikrofloren aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrungen W07 und B98-BK5 bei Wallau (nordöstliches Mainzer Becken)

Terrestrial and aquatic microflora from the Middle Pechelbronn Beds of the drill sites W07 and B98-BK5 near Wallau (northeastern Mainz Basin)

Kurzfassung

Aus den organikreichen Profilabschnitten der Bohrungen W07 und B98-BK5 bei Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Mittlere Pechelbronn-Schichten) konnten spärliche Mikrofloren isoliert werden. Die terrestrischen Spektren sind mit u. a. *Boehlensipollis hohli* und *Caryapollenites*

simplex in die SPP-Zone 19 der palynostratigraphischen Gliederung (tiefes Unter-Oligozän) zu stellen. Funde von Dinoflagellatenzysten stützen diesen Befund und indizieren marine Verhältnisse für Abschnitte der Mittleren Pechelbronn-Schichten.

Abstract

From the organic-rich clays of the drill sites W07 and B98-BK5 from Wallau in the northeastern Mainz Basin (Middle Pechelbronn Formation) scarce microfloras have been isolated. The terrestrial palynomorphs with *Boehlensipollis hohli* and *Caryapollenites simplex* can be attrib-

uted to palynostratigraphic zone SPP 19 (corresponding to the lower part of the Early Oligocene). Dinoflagellate cysts indicate the same age range and suggest marine conditions for parts of the Middle Pechelbronn Formation.

¹ Dr. M. Hottenrott (e-mail: m.hottenrott@hlug.de), Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Rheingaustraße 186, D-65203 Wiesbaden

² Prof. Dr. J. Pross (e-mail: joerg.pross@em.uni-frankfurt.de), Institut für Geowissenschaften der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt, Altenhöferallee 1, D-60438 Frankfurt am Main

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	128
2. Pollen und Sporen	133
3. Dinoflagellatenzysten	135
3.1 Biostratigraphie der Dinoflagellatenzysten	135
4. Schriftenverzeichnis	136

1. Einleitung

Mit der Bohrung W07 wurde bei Wallau das bislang einzige Vorkommen von Mittleren Pechelbronn-Schichten (tiefes Unteroligozän) nördlich des Mains angefahren (KÜMMERLE 1996). Später wurde die Bohrung B98-BK5 zusätzlich abgeteuft, um diese Schichtenfolge vollständig bis ins Unterlager zu erfassen (RADTKE et al. 2007).

Zur stratigraphischen Einstufung der beiden Profile anhand von Pollen, Sporen sowie von Dinoflagellatenzysten, wurden Proben von dafür geeignet erscheinenden (organikreichen) Horizonten entnommen und im Labor aufbereitet.

Die Gewinnung von Palynomorphen aus den Schwarzpeliten („Ölschiefer“) der beiden Bohrprofile gestaltete sich allerdings schwierig, wie dies bei solchem Material häufig der Fall ist (HOTTENROTT 1998). Insgesamt wurden 18 Proben untersucht:

B98-BK5:	43,90–44,00 m,	57,50–57,55 m,
	64,81–64,84 m,	64,95–65,00 m,
	65,11–65,15 m,	70,25–70,28 m,
	90,10–90,15 m,	91,00–91,15 m,
	91,10–91,15 m.	
W07:	66,00–66,40 m,	66,05–66,15 m,
	66,14–66,22 m,	66,35–66,45 m,
	77,40–77,60 m,	77,50–77,60 m,
	77,80–77,90 m,	78,00–78,80 m,
	78,65–78,75 m.	

Die Aufbereitung erfolgte mit den üblichen Methoden unter Einsatz von HF, HNO₃ und KOH. Die Ausbeute höffiger Mikrofloren ist sehr gering geblieben, die meisten Proben erbrachten lediglich einige bisaccate Pollenkörner und selten auch sonstige Pollen oder Sporen. Manche Horizonte

haben neben Pollen und Sporen auch Zysten von Dinoflagellaten geliefert. Die Befunde aus den drei höffigeren Straten genügen für eine konkrete stratigraphische Ansprache des entsprechenden Profilabschnittes anhand der terrestrischen Palynomorphen und ergänzen somit die Ergebnisse anderer Disziplinen (GRIEBEMER et al. 2007, GRIMM et al. 2007, MARTINI & REICHENBACHER 2007). Aus der Bohrung B98-BK5 sind dies Proben aus den Teufen 64,95–65,00 m (ZFH) und 70,25–70,28 m (ZFB). Die Bohrung W07 hat bei 66,00–66,40 m (ZFH) eine relativ diverse Mikroflora erbracht (Gliederung der Mittleren Pechelbronn-Schichten im Becken von Pechelbronn von unten nach oben in die „Zone fossilifère à *Mytilus*“ (ZFM), die „Zone fossilifère à Bryozoaires“ (ZFB) und die „Zone fossilifère à Hydrobies“ (ZFH); u. a. SITTLER 1969). Einige andere Proben aus zumeist benachbarten Teufenabschnitten beider Profile haben nur einzelne Elemente geliefert, die eine gesonderte Darstellung nicht rechtfertigen (Tab. 1), aber das Gesamtbild bestätigen (B98-BK5: 91,00–91,15 m; W07: 66,05–66,15 m, 66,35–66,45 m, 77,40–77,60 m, 77,50–77,60 m). Dinoflagellatenzysten haben sich in mehreren Horizonten nachweisen lassen (s. Kap. 3). Daneben haben sich teilweise auch nichtmarine Algen (*Botryococcus* und *Ovoidites*) gefunden sowie Cyanophyceae (*Sigmopolitis*). Einige charakteristische Vertreter der Mikroflora sind auf Taf. 1 und 2 abgebildet, die Objekte stammen aus den drei gehaltvolleren Spektren (Tab. 1). Die Gesamtergebnisse der Bohrungen bei Wallau sind zusammenfassend bei MARTINI & RADTKE (2007) dargestellt.

Tab. 1. Liste der Palynomorphen (qualitativ) der drei reichhaltigsten Mikrofloren aus den Bohrprofilen bei Wallau (Mittlere Pechelbronn-Schichten; ZFH und ZFB).

	B98-BK5	W07
	64,95– 65,00 m	70,25– 70,28 m
	66,00– 66,40 m	
<i>Leiotriletes maxoides</i> KRUTZSCH 1962 (Schizaeaceae: <i>Lygodium</i>)		•
<i>Leiotriletes</i> sp. (Schizaeaceae)	•	
<i>Monoleiotriletes gracilis</i> KRUTZSCH 1959	•	•
<i>Toroisporis</i> sp.	•	•
<i>Trilites multivallatus</i> (PFLUG 1953) KRUTZSCH 1959	•	•
<i>Cicatricosisporites</i> sp. (Schizaeaceae)		•
<i>Polypodiaceoisporites marxheimensis</i> (MÜRRIGER & PFLUG 1952) KRUTZSCH 1959 (Pteridaceae)		•
<i>Polypodiaceoisporites</i> sp. (Pteridaceae)		•
<i>Neogenisporis neogenicus</i> KRUTZSCH 1962	•	
<i>Camaronosporites heskemensis</i> (PFLANZL 1955) KRUTZSCH 1959 (Lycopodiaceae: <i>Lycopodium</i>)		•
<i>Laevigatosporites haardtii</i> (R. POTONIÉ & VENITZ 1934) THOMSON & PFLUG 1953 (Polypodiaceae)	•	•
<i>Verrucatosporites favus</i> (R. POTONIÉ 1931) THOMSON & PFLUG 1953 (Polypodiaceae)	•	•
<i>Ptyosporites</i> sp. (Pinaceae: <i>Pinus</i>)	•	•
<i>Ptyosporites microalatus</i> (R. POTONIÉ 1931) THOMSON & PFLUG 1953 (Pinaceae: ? <i>Cathaya</i>)		•
<i>Podocarpidites</i> sp. (?Podocarpaceae)		•
<i>Sciadopityspollenites serratus</i> (R. POTONIÉ & VENITZ 1934) THIERGART 1937 (Sciadopityaceae: <i>Sciadopitys</i>)	•	
<i>Inaperturopollenites concedipites</i> (WODEHOUSE 1933) KRUTZSCH 1971 (Taxodiaceae)	•	•
? <i>Graminidites</i> sp. (Gramineae)	•	•
<i>Cyperaceapollis</i> sp. (Cyperaceae)	•	•
<i>Milfordia hungarica</i> (KEDVES 1965) KRUTZSCH 1970 (Restionaceae)	•	
<i>Milfordia incerta</i> (THOMSON & PFLUG 1953) KRUTZSCH 1961 (Restionaceae)		•
<i>Sparganiaceapollenites</i> sp. (Sparganiaceae)	•	•
<i>Triatriopollenites rurensis</i> THOMSON & PFLUG 1953 (Myricaceae: <i>Myrica</i>)	•	•
? <i>Plicatopollis plicatus</i> (R. POTONIÉ 1931) KRUTZSCH 1962 (Juglandaceae)	•	
<i>Momipites quietus</i> (R. POTONIÉ 1931) NICHOLS 1973 (Juglandaceae: <i>Engelhardia</i>)		•
<i>Caryapollenites simplex</i> (R. POTONIÉ 1931) RAATZ 1937 (Juglandaceae: <i>Carya</i>)	•	
<i>Subtriporopollenites</i> sp.	•	
<i>Polyporopollenites undulosus</i> (WOLFF 1934) THOMSON & PFLUG 1953 (Ulmaceae: <i>Ulmus</i> , <i>Zelkova</i>)	•	•
<i>Corsinipollenites oculusnoctis</i> (THIERGART 1940) NAKOMAN 1965 (Oenotheraceae)		•
<i>Boehlensipollis hohlí</i> KRUTZSCH 1962	•	•
<i>Compositoipollenites rhizophorus</i> (R. POTONIÉ 1931) R. POTONIÉ 1960 (Icacinaceae)	•	
<i>Porocolpopollenites vestibulum</i> (R. POTONIÉ 1931) THOMSON & PFLUG 1953 (Sympllocaceae: <i>Symplocos</i>)	•	•
<i>Aceripollenites striatus</i> (PFLUG 1959) THIELE-PFEIFFER 1980 (Sapindaceae: <i>Acer</i>)	•	
<i>Pentapollenites pentangulus</i> (PFLUG 1953) KRUTZSCH 1957		•
<i>Tricolporopollenites satzveyensis</i> PFLUG 1953 (Mastixiaceae)	•	
<i>Tricolporopollenites marcodurensis</i> PFLUG 1953 (Vitaceae: ? <i>Parthenocissus</i>)	•	•
<i>Tricolporopollenites staresedloensis</i> KRUTZSCH & PACLTOVÁ 1969	•	•
<i>Nyssapollenites kruschi</i> (R. POTONIÉ 1931) NAGY 1969 (Nyssaceae: <i>Nyssa</i>)	•	
<i>Ilexpollenites margaritatus</i> (R. POTONIÉ 1931) THIERGART 1937 (Aquifoliaceae: <i>Ilex</i>)	•	
<i>Platanus ipelensis</i> PACLTOVÁ 1982 (Platanaceae: <i>Platanus</i>)	•	•
<i>Tetracolporopollenites sapotooides</i> THOMSON & PFLUG 1953 (Sapotaceae)	•	
<i>Tetracolporopollenites</i> sp. (Sapotaceae)	•	
<i>Ericipites</i> sp. (Ericaceae)	•	
<i>Botryococcus</i> sp. (Botryococcaceae)	•	•
<i>Sigmpollis pseudosetarius</i> (WEYLAND & PFLUG 1957) KRUTZSCH & PACLTOVÁ 1990 (Cyanophyceae)		•
<i>Ovoidites</i> sp. (Zygnemataceae)		•
Dinoflagellatenzysten (undifferenziert)	•	•



Tafel 1

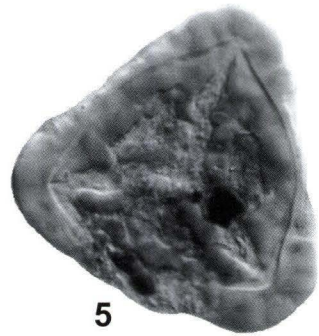
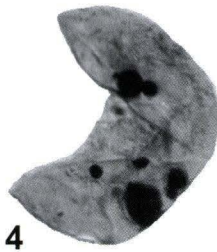
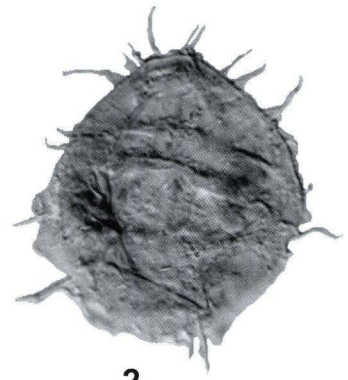
Palynomorphen aus den Bohrprofilen bei Wallau (Mittlere Pechelbronn-Schichten; ZFH und ZFB).

- Fig. 1. *Pityosporites* sp. (Pinaceae: *Pinus*)
- Fig. 2. Dinophyceae gen. et sp. indet. (schlecht erhalten)
- Fig. 3. *Inaperturopollenites concedipites* (WODEHOUSE 1933) KRUTZSCH 1971 (Taxodiaceae)
- Fig. 4. *Inaperturopollenites concedipites* (WODEHOUSE 1933) KRUTZSCH 1971 (Taxodiaceae)
- Fig. 5. *Polypodiaceoisporites* sp. (Pteridaceae)
- Fig. 6. *Sparganiaceaeipollenites* sp. (Sparganiaceae)
- Fig. 7. *Polypodiaceoisporites* sp. (Pteridaceae)
- Fig. 8. *Laevigatosporites haardti* (R. POTONIÉ & VENITZ 1934) THOMSON & PFLUG 1953 (Polypodiaceae)
- Fig. 9. *Tetracolporopollenites sapotoides* THOMSON & PFLUG 1953 (Sapotaceae)
- Fig. 10. *Tetracolporopollenites sapotoides* THOMSON & PFLUG 1953 (Sapotaceae)
- Fig. 11. *Tetracolporopollenites sapotoides* THOMSON & PFLUG 1953 (Sapotaceae)

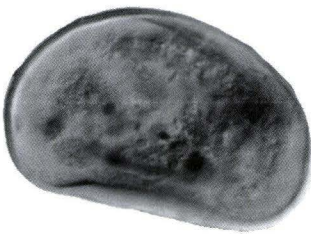
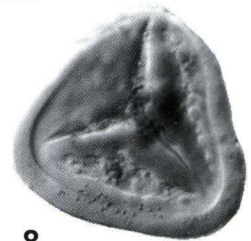
Fig. 1–3, 10, 11: B98-BK5: 64,95–65,00 m, ZFH

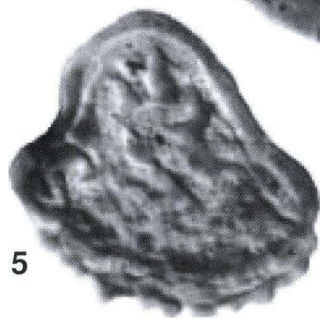
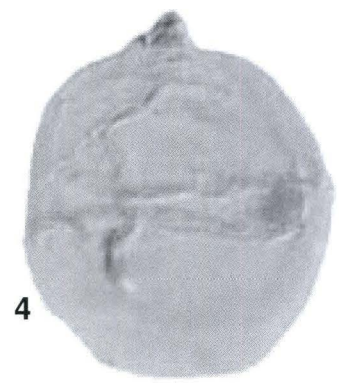
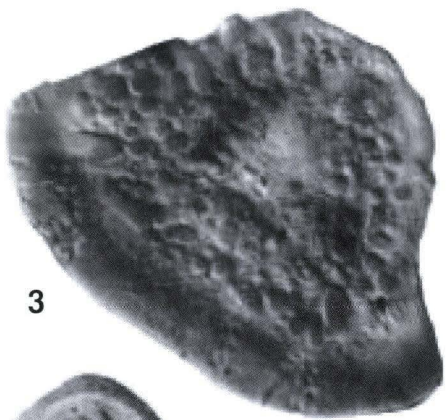
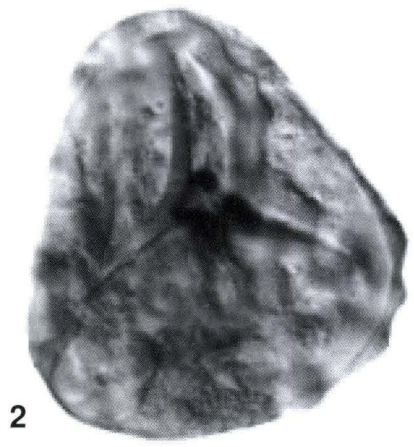
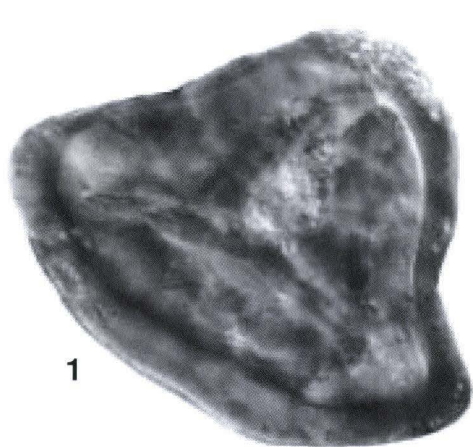
Fig. 4, 5, 8, 9: W07: 66,00–66,40 m, ZFH

Fig. 6, 7: B98-BK5: 70,25–70,28 m, ZFB

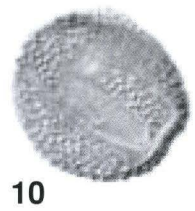
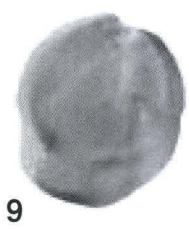
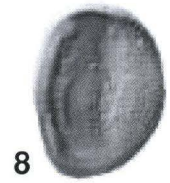


20 μ m





20 μ m





Tafel 2

Palynomorphen aus den Bohrprofilen bei Wallau (Mittlere Pechelbronn-Schichten; ZFH).

- Fig. 1. *Polypodiaceoisporites marxheimensis* (MÜRRIGER & PFLUG 1952) KRUTZSCH 1959 (?Pteridaceae)
 Fig. 2. *Trilites multivallatus* (PFLUG 1953) KRUTZSCH 1959
 Fig. 3. *Polypodiaceoisporites marxheimensis* (MÜRRIGER & PFLUG 1952) KRUTZSCH 1959 (?Pteridaceae)
 (identisch mit Fig. 1, anderer Fokus)
 Fig. 4. Dinophyceae gen. et sp. indet. (schlecht erhalten)
 Fig. 5. *Polypodiaceoisporites* sp. (Pteridaceae)
 Fig. 6. *Momipites quietus* (R. POTONIÉ 1931) NICHOLS 1973 (Juglandaceae: *Engelhardia*)
 Fig. 7. *Platanus ipelensis* PACLTOVÁ 1982 (Platanaceae: *Platanus*)
 Fig. 8. *Platanus ipelensis* PACLTOVÁ 1982 (Platanaceae: *Platanus*) (identisch mit Fig. 7, anderer Fokus)
 Fig. 9. *Aceripollenites striatus* (PFLUG 1959) THIELE-PFEIFFER 1980 (Sapindaceae: *Acer*)
 Fig. 10. *Tricolporopollenites staresedloensis* KRUTZSCH & PACLTOVÁ 1969
 Fig. 11. ?Plankton

Fig. 1–3, 5, 6: W07: 66,00–66,40 m, ZFH
 Fig. 4, 7–11: B98-BK5: 64,95–65,00 m, ZFH

2. Pollen und Sporen

Stratigraphisch wichtigster Vertreter der terrestrischen Mikroflora ist *Boehlensipollis hohli*, der in den beiden hier aufgeführten Spektren (Tab. 1) der B98-BK5 gefunden wurde (jeweils nur wenige Exemplare). *Boehlensipollis* ist wichtigster Marker für wesentliche Abschnitte des Oligozäns (Aussetzdatum im oberen Eochatt). Neben *Boehlensipollis* ist *Caryapollenites simplex* eines der für das tiefe Oligozän charakteristischen Elemente. *Neogenisporis* erscheint schon etwas früher im jüngeren Eozän (SPP-Zone 16/17), es handelt sich hierbei wie bei *Caryapollenites simplex* um ein typisches Element der sog. arktotertiären Flora (KRUTZSCH 1962, 1992). Eine weitere stratigraphisch interessante Spore ist *Camarozonosporites heskemensis*, deren Typusprofil im tiefen Unter-Oligozän der Niederhessischen Senke liegt (MÜRRIGER & PFLANZL 1955, BROSIUS & GRAMANN 1958), die Form verschwindet offenbar endgültig im jün-

geren Oligozän. Die Anwesenheit des altertümlichen *Engelhardia*-Pollentyps (*Momipites quietus*) stützt ebenso die unteroligozäne Altersstellung unserer Spektren, die Art wird im mittleren Oligozän (SPP-Zone 20 D; KRUTZSCH 1992) vom „modernerem“ *Engelhardia*-Typ (*Momipites punctatus*) abgelöst. Im Zusammenhang mit der übrigen Flora ergibt sich damit eine Einstufung des hier untersuchten Profilabschnittes in die SPP-Zone 19 der Gliederung nach KRUTZSCH (1966, 1970, 1992). Diese entspricht dem tiefsten Oligozän. Nach der größeren palynostratigraphischen Gliederung für das Tertiär von Nordwesteuropa des IGCP 124 (MEYER 1988) kommt mit *Boehlensipollis hohli* und *Caryapollenites simplex* nur die Zone SP 7 in Betracht, welche das untere und das mittlere Oligozän im Sinne der traditionellen deutschen Oligozän-Dreigliederung umfasst. Die Begleitelemente der Mikroflora von Wallau sind

hier sowohl sehr wenige Nachzügler der eozänen Flora als auch solche Formen, die etwa ab Beginn des Oligozäns einsetzen. Völlig dominierend sind hier diese etwa ab Beginn des Oligozäns deutlich hervortretenden arktotertiären Vertreter, die sog. eozänen Elemente wurden nur als Einzel-exemplare gefunden (*Plicatopollis plicatus*, *Compositoipollenites rhizophorus*, *Pentapollis pentangulus*). Solche Formen zählen zum sog. eozänen Grundstock und verschwinden spätestens im mittleren Oligozän (z. B. KRUTZSCH 1992).

Eine eher seltene sowie auffallende und in einem unserer Spektren (B98-BK5: 70,25–70,28 m) vertretene Form ist *Corsinipollenites oculusnoctis*. Nach KRUTZSCH (1992) ist die Formart in den sog. Dysodil-Phasen (trockenere Zeitabschnitte; dysodile Zwischenzeiten im Gegensatz zu humiden Flözbildungsphasen) des ausgehenden Eozäns und dann besonders in entsprechenden Abschnitten des Oligozäns verbreitet. Die *Corsinipollenites*-Gruppe ist in Epochen mit dominierenden Anteilen neo-arktotertiärer Elemente an der Vegetation formartenreich vertreten (KRUTZSCH 1968). *Corsinipollenites* gehört zur vielgestaltigen, meist krautigen und heute kosmopolitisch verbreiteten Familie der Oenotheraceae (Onagraceae). Die Familie ist vor allem in den gemäßigten und subtropischen Zonen anzutreffen, eine altertümliche Gruppe (*Ludwigia*) setzt sich aus Sumpf- und Wasserpflanzen der tropischen Zonen zusammen (z. B. ENGLER 1964, KRUTZSCH 1968, ROHWEDER & ENDRESS 1983: 239–241, DUELL-PFAFF 2002). *Corsinipollenites oculusnoctis* kann bislang keiner bestimmten Gattung der Oenotheraceae zugeordnet werden (KRUTZSCH 1968, 1992). Der Pollen wird von einigen Autoren auf die Wasserpflanzengattung *Ludwigia* (*Jussisiaea*) bezogen, diese ist an untergetauchte Lebensweise im Wasser gebunden. Eine Art kommt rezent in Südeuropa vor. Ein Schwerpunkt der Verbreitung von *Ludwigia* liegt in den USA und in Mexiko (KLAUS 1984).

Entsprechende charakteristische Pollen-Vergesellschaftungen haben sich in der weiteren Umgebung von Wallau auch in der Pechelbronn-

Gruppe des Oberrheingraben (SCHULER 1988, 1990, NICKEL 1996) und in der gleichaltrigen Ebertsheim-Formation im Eisenberger Becken (südwestlichster Teil des Mainzer Beckens, westliche Grabenschulter des Oberrheingraben) gefunden (HOTTENROTT 2000, 2002). Die Ebertsheim-Formation stellt eine randliche Fazies der Mittleren Pechelbronn-Schichten dar (SCHÄFER 2000). Ähnliche Spektren wie die von Wallau lieferte auch die Sieblos-Formation in der Rhön, (z.T. bestehend aus Schwarzpeliten, „Ölschiefer“) wobei hier ebenfalls *Boehlensipollis hohli* und *Caryapollenites simplex* die bezeichnenden Formen sind (GAHL 1964, HOTTENROTT 1988, 1998). Im nördlichen Hessen wurden entsprechende unteroligozäne Pollenspektren als Heskemer Pollenbild bzw. als Bild der Melanientone beschrieben (MÜRRIGER & PFLANZL 1955, PFLUG 1957, 1986, BROSIUS & GRAMANN 1958, 1959, SCHULER 1990). Das Material entstammt dem Melanienton oder äquivalenten Bildungen der niederhessischen Tertiärsenke. In allen vier hier genannten Gebieten werden die betreffenden unteroligozänen Schichtglieder noch von eozänen Bildungen mit entsprechenden Mikroflora unterlagert.

Die in den Wallauer Spektren häufig vertretenen Fazieselemente wie *Sparganiaceapollenites* und *Cyperaceapollis* sowie diverse Farnsporen, darunter große Typen von *Polypodiaceoisporites*, erinnern faziell ein wenig an das Marxheimer Pollenbild, wie es für die Braunkohlen in der unteren Sulzheim-Formation (Cyrenenmergel) des jüngeren Oligozäns im Mainzer Becken und äquivalenten Bildungen charakteristisch und schon länger bekannt ist (MÜRRIGER & PFLUG 1952, PFLUG 1986, HOTTENROTT 2000, 2002). Demnach haben im Oligozän des Mainzer Beckens vor und nach den Absätzen des Rupeltonmeeres (Bodenheim-Formation) anscheinend ähnliche fazielle Verhältnisse geherrscht (mit Florenelementen einer ufernahen und sumpfigen Umgebung). Diese Fazieselemente wurden auch von NICKEL (1996) aus der Pechelbronn-Gruppe des Oberrheingraben genannt.

3. Dinoflagellatenzysten

Die untersuchten Proben enthalten nur wenige (meist schlecht erhaltene) bzw. zum Teil keine Dinoflagellatenzysten. Eine Beurteilung der Paläo-Umweltbedingungen (PROSS et al. 2004, SLUIJS et al. 2005) ist somit auf der Basis mariner Palynomorpher nicht möglich.

Da die gefundenen Dinoflagellatenzysten-Floren eine sehr geringe Diversität aufweisen und nur wenig stratigraphisch aussagekräftige Taxa gefunden werden konnten, ist nur eine sehr grobe biostratigraphische Einordnung möglich. Die Untersuchungen der einzelnen Proben erbrachte folgendes:

B98-BK5: 64,95–65,00 m (ZFH)

Deflandrea phosphoritica EISENACK 1938

Cribroperidinium tenuitabulatum (GERLACH 1961)
HELENES 1984

Spiniferites sp.

Thalassiphora pelagica (EISENACK 1954) EISENACK
& GOCHT 1960 emend. BENEDEK & GOCHT 1981

Operculodinium centrocarpum (DEFLANDRE &
COOKSON 1955) WALL 1967

Phthanoperidinium comatum (MORGENROTH 1966)
EISENACK & KJELLSTRÖM 1971

Phthanoperidinium sp.

B98-BK5: 91,00–91,15 m (ZFM)

Cribroperidinium tenuitabulatum (GERLACH 1961)
HELENES 1984

Rottnestia borussica (EISENACK 1954) COOKSON &
EISENACK 1961

Operculodinium centrocarpum (DEFLANDRE &
COOKSON 1955) WALL 1967

Deflandrea phosphoritica Eisenack 1938

W07: 66,05–66,15 m (ZFH)

Cribroperidinium tenuitabulatum (GERLACH 1961)
HELENES 1984

Lejeunecysta hyalina (GERLACH 1961) ARTZNER &
DÖRHÖFER 1978 emend. KJELLSTRÖM 1972
emend. SARJEANT 1984

W07: 77,50–77,60 m (ZFH)

Phthanoperidinium comatum (MORGENROTH
1966) EISENACK & KJELLSTRÖM 1971

Phthanoperidinium sp.

Operculodinium centrocarpum (DEFLANDRE &
COOKSON 1955) WALL 1967

Alle weiteren untersuchten Proben haben keine Dinoflagellatenzysten geliefert.

3.1 Biostratigraphie der Dinoflagellatenzysten

Biostratigraphische Aussagekraft haben im Probenmaterial vor allem die Taxa *Cribroperidinium tenuitabulatum*, *Deflandrea phosphoritica*, *Phthanoperidinium comatum* und *Rottnestia borussica*.

Cribroperidinium tenuitabulatum wird von CHÂTEAUNEUF (1980) aus dem Pariser Becken vom Lutetien bis ins obere Stampien beschrieben. Nach der Dinoflagellatenzysten-Zonierung für Nordwesteuropa (IGCP 124) wird das Erstauftreten von *C. tenuitabulatum* zur Festlegung des Top der Dino-Zysten-Zone (D-Zone) D12 herangezogen (COSTA & MANUM 1988, KÖTHE 1990). Damit liegt das Einsetzdatum im Bereich der Eozän/Oligozän-

Grenze. Im Oberrheingraben bezeichnet *C. tenuitabulatum* (*Millioudodinium tenuitabulatum*) entsprechend die Basis der Zone D13 (RAUSCHER & WEILER 1988). Die Form wurde hier im Hangenden der Oberen Pechelbronn-Schichten bis zur Unterkante der Süßwasserschichten registriert. PROSS (1997) beschreibt *C. tenuitabulatum* aus der Bodenheim-Formation (Rupelton, GRIMM et al. 2000) des Mainzer Beckens. Deutlich jüngere Ein- und Aussetzdaten sind für die Britischen Inseln und NW-Europa genannt worden. Hier kommt nach POWELL (1992) *C. tenuitabulatum* im Oligozän und im Miozän vor.

Deflandrea phosphoritica hat im Oberrheingraben sein Erstauftreten im Unter-Eozän und setzt im Verlauf der Kalknannoplankton-Zone (NP) NP 25 aus (COSTA & MANUM 1988, SCHULER 1990, PROSS 1998). Das Aussetzen der Form soll mutmaßlich die Obergrenze der D-Zone D14 mit markieren (Ende mittleres Oligozän, COSTA & MANUM 1988). Nach KÖTHE (2003, 2005) ist *D. phosphoritica* als Hilfsmarker für die Zone D15 anzusehen, sein letztmaliges Auftreten liegt am Top dieser Zone D15, die bereits bis ins tiefere Unter-Miozän hineinreicht.

Phthanoperidinium comatum kommt im Oberrheingraben und Mainzer Becken bis in Kalknannoplankton-Zone NP 24 vor (SCHULER 1990, PROSS 1997). Im Tertiär des Oberrheingrabens beschränkt sich *P. comatum* auf die Zone D12 (lokale Zone I und II). Das Aussetzen der Form soll hier an der Oberkante der Mittleren Pechelbronn-Schichten liegen (RAUSCHER & WEILER 1988: Fig. 168). Im Mainzer Becken tritt sie in der Hochberg-Subformation der Bodenheim-Formation (Fischschiefer A des Rupeltons, GRIMM 1994, GRIMM et al. 2000) noch regelmäßig auf und wird bis in den Grenzbereich Hochberg-/Rosenberg-Subformation (Fischschiefer/Oberer Rupelton, GRIMM et al. 2000) immer seltener. Letztmalig wurde *P. comatum* hier im Profil der Bohrung Frei-Laubersheim P16 ca. 1 m oberhalb der Grenze Hochberg-/Rosenberg-Subformation

nachgewiesen, dies ist im untersten Bereich der Kalk-Nannoplankton-Zone NP 24 (PROSS 2001; vgl. GRIMM 1994). Das Aussetzen von *P. comatum* stellt nach dem Vergleich mit der Situation im Oberrheingraben (SCHULER 1988, 1990), in Niedersachsen (KÖTHE 1990), im Pariser Becken (CHÂTEAUNEUF 1980, GRUAS-CAVAGNETTO et al. 1988) und in Großbritannien (POWELL 1992) ein überregionales Leitdatum dar. Die Oberkante der Dinozysten-Zone D 14 wird u. a. mit dem Verschwinden dieser Form festgelegt (COSTA & MANUM 1988, KÖTHE 1990, 2003, 2005).

Rottnestia borussica tritt in Nordwest-Europa regelmäßig ab dem Bartonien auf (Kalknannoplankton-Zone NP 16) und setzt dort im Verlauf der Zone NP 17 aus (POWELL 1992). Nach KÖTHE (1990) kommt *Rottnestia borussica* bereits im Mittel-Eozän (D 9 nb; NP 15) und umgelagert im Rupel 3 (D 14 na; NP 23) in Nordwest-Deutschland vor.

Die Formen legen somit insgesamt eine Altersstellung der untersuchten Abfolge im unteren bis mittleren Oligozän nahe (Unter-Oligozän der internationalen Gliederung).

Danksagung: Frau Dr. A. Köthe (BGR, Hannover) ist für die kritische Durchsicht des Textes zu danken und Herrn J. Dengler (HLUG) für die technische Hilfestellung bei der Anfertigung der Tafeln.

4. Schriftenverzeichnis

- BROSIOUS, M. & GRAMANN, F. (1958): „Heskemer Pollenbild“ und Melanienton am Nordrand des Vogelsberges. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **87**: 162–167, 1 Abb.; Wiesbaden.
- BROSIOUS, M. & GRAMANN, F. (1959): Die stratigraphische Reichweite des Heskemer Pollenbildes in Borken (Tertiär; Niederhessen). – Z. dt. geol. Ges., **111**: 182–197, 7 Abb., 3 Taf.; Hannover.
- CHÂTEAUNEUF, J.-J. (1980): Palynostratigraphie et paléoclimatologie de l'Éocène supérieur et de l'Oligocène du Bassin de Paris. – Mém. B.R.G.M., **116**: 1–360, 69 fig., 31 pl.; Orléans.
- COSTA, L.I. & MANUM, S.B. (1988): Dinoflagellates. The description of the interregional zonation of the Paleogene (D 1–D 15) and the Miocene (D 16–D 20). – In: VINKEN, R. (ed.): The Northwest European Tertiary Basin. Results of the International Geological Correlation Programme, Project 124. – Geol. Jb., **A 100**: 321–330, fig. 165; Hannover.
- DUELL-PFAFF, N. (2002): Nachtkerzengewächse. – In: SAUERMOST, R. & FREUDIG, D. (Red.): Lexikon der Biologie in fünfzehn Bänden. – Bd. 9. Lyolyse bis

- Nautococcus: 448–449; Heidelberg (Spektrum).
- ENGLER, A. (1964): Syllabus der Pflanzenfamilien mit besonderer Berücksichtigung der Nutzpflanzen nebst einer Übersicht über die Florenreiche der Erde. – II. Band. Angiospermen, Übersicht über die Florengebiete der Erde (12. völlig neu gestaltete Auflage von H. MELCHIOR). – 1–666, 249 Abb., 1 Kt.; Berlin-Nikolassee (Borntraeger).
- GAHL, H. (1964): Paläontologie und Stratigraphie der tertiären Vorkommen von Sieblos und Obernhäusen in der Rhön. – Diss. Univ. Gießen: 50 S., 2 Abb., 3 Taf.; Gießen.
- GRIEBEMER, T.W., UFFENDORF, H. & RADTKE, G. (2007): Die Ostracoden der Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän) in der Bohrung Wallau B98-BK5 (nordöstliches Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 173–192, 3 Abb., 1 Taf., Beil. 4; Wiesbaden.
- GRIMM, K.I. (1994): Paläoökologie, Paläogeographie und Stratigraphie im Mainzer Becken, im Oberrheingraben, in der Hessischen Senke und in der Leipziger Bucht während des Mittleren Rupeltons (Fischschiefer/Rupelium/Unteroligozän). – Mitt. POLLICHA, **81**: 7–193, 32 Abb., 2 Tab., 5 Taf.; Bad Dürkheim.
- GRIMM, K.I., GRIMM, M.C. & SCHINDLER, T. (2000): Lithostratigraphische Gliederung im Rupelium/Chatium des Mainzer Beckens, Deutschland. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **218** (3): 343–397, 4 Abb.; Stuttgart.
- GRIMM, K.I., RADTKE, G. & SPIEGLER, D. (2007): Foraminiferen und Bolboformen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (tiefes Unter-Oligozän) der Bohrung Wallau B98-BK5. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 157–171, 1 Abb., 2 Taf., Beil. 3; Wiesbaden.
- HOTTENROTT, M. (1988): Palynostratigraphische Untersuchungen im Oligozän von Sieblos/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **24**: 93–98, 2 Taf.; Fulda.
- HOTTENROTT, M. (1998): Mikroflora aus den Bohrprofilen Sieblos 1994/1 und Sieblos 1994/2 an der Wasserkuppe/Rhön (Eozän–Unter-Oligozän). – In: MARTINI, E. & ROTHE, P. (Hg.): Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 201–213, 1 Tab., 3 Taf.; Wiesbaden.
- HOTTENROTT, M. (2000): Palynologische Altersdatierungen im Tertiär des Eisenberger Beckens (Nordpfalz). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., **82**: 261–277, 1 Abb., 1 Tab., 3 Taf.; Stuttgart.
- HOTTENROTT, M. (2002): Age determinations of palynological assemblages from Lower Tertiary of the Eisenberg Basin (Northern Palatinat, Germany). – Acta Palaeontologica Sinica, **41** (4): 565–575, 2 textfig., 1 tab., 3 pl.; Beijing.
- KLAUS, W. (1984): Zur Mikroflora des Unter-Sarmat am Alpen-Südostrand. – Beitr. Paläont. Österr., **11**: 289–400, 17 Abb., 19 Taf.; Wien.
- KÖTHE, A. (1990): Paleogene dinoflagellates from Northwest Germany – biostratigraphy and paleoenvironment. – Geol. Jb., **A 118**: 3–111, 13 fig., 33 pl.; Hannover.
- KÖTHE, A. (2003): Dinozysten-Zonierung im Tertiär Norddeutschlands. – Revue de Paléobiologie, **22** (2): 895–923, 27 Abb., 7 Taf.; Genève.
- KÖTHE, A. (2005): Korrelation der Dinozysten-Zonen mit anderen biostratigraphisch wichtigen Zonierungen im Tertiär Norddeutschlands. – Revue de Paléobiologie, **24** (2): 697–718, 18 Abb.; Genève.
- KÜMMERLE, E. (1996): „Milchquarzkieles“, „Randfazies“ und Unteroligozän bei Wallau, Main-Taunus-Kreis. – Jb. nass. Ver. Naturk., **117**: 65–68, 1 Abb.; Wiesbaden.
- KRUTZSCH, W. (1962): Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen- und Pollen- sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. Lieferung I: Laevigate und toriate trilete Sporenformen. – 108 S., 46 Taf.; Berlin (VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften).
- KRUTZSCH, W. (1966): Die sporenstratigraphische Gliederung des älteren Tertiärs im nördlichen Mitteleuropa (Paläozän–Mitteloligozän). – Abh. Zentr. Geol. Inst., **8**: 112–149, 2 Tab.; Berlin.
- KRUTZSCH, W. (1968): Zur Kenntnis des dispersen Oenotheraceen-(Onagraceen-)Pollens, insbesondere aus dem mitteleuropäischen Tertiär. – Paläontol. Abh., **B II** (4): 765–788, 12 Abb., 1 Tab., 5 Taf.; Berlin.
- KRUTZSCH, W. (1970): Die stratigraphisch verwertbaren Sporen- und Pollenformen des mitteleuropäischen Alttertiärs. – Jb. Geol., **3** (1967): 309–379, 1 Abb., 16 Taf.; Berlin.
- KRUTZSCH, W. unter Mitarbeit von BLUMENSTENGEL, H., KIESEL, Y. & RÜFFLE, L. (1992): Paläobotanische Klimagliederung des Alttertiärs (Mitteloligozän bis Oberoligozän) in Mitteleuropa und das Problem der Verknüpfung mariner und kontinentaler Gliederungen (klassische Biostratigraphien – paläobotanische

- nisch-ökologische Klimastratigraphie – Evolutionsstratigraphie der Vertebraten). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **186** (1–2): 137–253, 21 Abb., 6 Tab.; Stuttgart.
- MARTINI, E. & RADTKE, G. (2007): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation) – Einführung und Synthese. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 7–36, 10 Abb., 1 Tab., Beil. 1; Wiesbaden.
- MARTINI, E. & REICHENBACHER, B. (2007): Nannoplankton und Fisch-Otolithen in den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän, Oberrheingraben/Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 235–273, 9 Abb., 9 Tab., 3 Taf.; Wiesbaden.
- MEYER, K.-J. (1988): Pollen and spores. The description of the interregional zonation of the Paleogene (Sp zones 1–8). – In: VINKEN, R. (ed.): The Northwest European Tertiary Basin. Results of the International Geological Correlation Programme, Project 124. – Geol. Jb., **A 100**: 288–294, fig. 144; Hannover.
- MÜRRIGER, F. & PFLANZL, G. (1955): Pollenanalytische Datierung einiger hessischer Braunkohlen. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **83**: 71–89, 1 Tab., Taf. 5–6; Wiesbaden.
- MÜRRIGER, F. & PFLUG, H. (1952): Über eine palynologische Untersuchung des Braunkohlenlagers der Grube Emma bei Marxheim (Untermaingebiet). – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI) **3**: 56–66, Taf. 11–12; Wiesbaden.
- NICKEL, B. (1996): Palynofazies und Palynostratigraphie der Pechelbronn Schichten im nördlichen Oberrheingraben. – Palaeontographica, **B 240** (1/6): 1–151, 10 Abb., 21 Taf.; Stuttgart.
- PELUG, H.D. (1957): Zur Altersabfolge und Faziesgliederung mitteleuropäischer (insbesondere hessischer) Braunkohlen. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **85**: 152–178, 5 Abb., 9 Tab., Taf. 8–10; Wiesbaden.
- PELUG, H.D. (1986): Palyno-Stratigraphie des Eozän/Oligozän im Raum von Helmstedt, in Nordhessen und im südlichen Anschlußbereich. – In: TOBIEN, H. (Hrsg.): Nordwestdeutschland im Tertiär. – Beitr. Reg. Geol. Erde, **18**: 567–582, 4 Abb., 2 Tab.; Berlin (Borntraeger).
- POWELL, A.J. (1992): Dinoflagellate cysts of the Tertiary system. – In: POWELL, A.J. (ed.): A stratigraphic index of dinoflagellate cysts: 155–252, 10 figs., 11 pls.; London (Chapman and Hall).
- PROSS, J. (1997): Aquatische Palynomorphe im Rupel des Mainzer Beckens (Oligozän, Süddeutschland): Paläoökologie, Biostratigraphie und Taxonomie. – Tübinger mikropaläont. Mitt., **15**: 1–208, 32 Abb., 7 Tab., 15 Taf., Anhang; Tübingen.
- PROSS, J. (2001): Biostratigraphie organischwandiger Dinoflagellatenzysten in der Rupel-Abfolge (Unter-Oligozän) des Mainzer Beckens. – Mainzer geowiss. Mitt., **30**: 67–80, 5 Abb.; Mainz.
- PROSS, J., KOTTHOFF, U. & ZONNEVELD, K.A.F. (2004): Die Anwendung organischwandiger Dinoflagellatenzysten zur Rekonstruktion von Paläoumwelt, Paläoklima und Paläozoogeographie: Möglichkeiten und Grenzen. – Paläont. Z., **78**: 5–39, 17 Abb.; Stuttgart.
- RADTKE, G., LIPPMANN, R. & GAUPP, R. (2007): Neues Vorkommen der Pechelbronn-Gruppe im Mainzer Becken (Ober-Eozän – tiefes Unter-Oligozän, Deutschland) – Lithologie und Sedimentologie der Bohrungen Wallau B98-BK5 und W07. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 37–72, 17 Abb., Beil. 2; Wiesbaden.
- RAUSCHER, H. & WEILER, H. (1988): Dinoflagellates. The regional distribution of dinoflagellates; Correlation of the interregional zonation with the local zones and with the regional lithostratigraphy. France – the Federal Republic of Germany. The Rhine Graben. – In: VINKEN, R. (ed.): The Northwest European Tertiary Basin. Results of the International Geological Correlation Programme, Project 124. – Geol. Jb., **A 100**: 335–335, fig. 168; Hannover.
- ROHWEDER, O. & ENDRESS, P.K. (1983): Samenpflanzen. Morphologie und Systematik der Angiospermen und Gymnospermen. – 1–139, 137 Abb.; Stuttgart (Thieme).
- SCHÄFER, P. (2000): Zur Stratigraphie und Genese der tertiären Sedimente zwischen Eisenberg und Lautersheim im südwestlichsten Teil des Mainzer Beckens. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., **82**: 175–222, 8 Abb.; Stuttgart.
- SCHULER, M. (1988): Pollen and spores. The regional distribution of pollen and spores assemblages of the Paleogene; Correlation of the interregional zonation with the local zones and the regional lithostratigraphic formations. France – the Federal Republic of

- Germany. The Rhine Graben. – In: VINKEN, R. (ed.): The Northwest European Tertiary Basin. Results of the International Geological Correlation Programme, Project 124. – Geol. Jb., **A 100**: 300–302, fig. 149; 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 [zahlreiche Abb. und Tab.]; Orléans.
- SITTLER, C. (1969): Le fossé rhénan en Alsace. Aspect structurel et histoire géologique. – Rev. geogr. phys. géol. dynam., **11** (5): 465–494, 20 figs., 2 tab.; Paris.
- SLUIJS, A., PROSS, J. & BRINKHUIS, H. (2005): From greenhouse to icehouse; organic-walled dinoflagellate cysts as paleoenvironmental indicators in the Paleogene. – Earth-Science Reviews, **68**: 281–315, 14 figs.; Amsterdam.

GUDRUN RADTKE¹

Mikroendolithen in Molluskenschalen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Mainzer Becken)

Microborings in mollusc shells from the Middle Pechelbronn Beds (Mainz Basin)

Kurzfassung

Aus der Bohrung Wallau B98-BK5 sind aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (tiefes Unter-Oligozän) Molluskenschalen auf ihren endolithischen Befall untersucht worden.

Es konnten 16 Bohrspuren unterschieden werden, wovon bei 7 als Erzeuger phototrophe Organismen wie Cyanobakterien, Grün- und Rotalgen und bei 9 organotrophe Organismen wie Pilze und nicht bestimmbare Organotrophe angenommen werden. Insgesamt ist eine niedrige

Diversität zu verzeichnen. Der Bohrspurenbefall konzentriert sich auf zwei Bereiche in marinen und marin-brackischen Abschnitten. Phototrophe Bohrspuren treten ausschließlich in Kalkmergeln auf, organotrophe nur in Tonen und wenig oberhalb von Schwarzpeliten. In den brackisch-limnischen Ablagerungsbereichen im oberen Abschnitt der Mittleren Pechelbronn-Schichten ist kein mikroendolithischer Befall nachzuweisen.

Abstract

Boring patterns of microbial euendoliths in mollusc shells of the Middle Pechelbronn Formation (early Lower Oligocene) were analyzed in well Wallau B98-BK5. 16 different boring traces have been recognized, 7 belonging to phototrophic and 9 to organotrophic microendoliths. The recognized phototrophs belong to cyanobacteria, green and red algae, the organotrophs mostly to fungi. There is generally a low diver-

sity. The borings are concentrated in 2 sections, one in marine and the other one in brackish depositional environment. The borings of the phototrophs predominate in calcareous marls and of the organotrophs in clays and nearby organic black shales. In the upper ranges of the Middle Pechelbronn Formation, interpreted as brackish-limnic, no microbial borings were found.

¹ Dr. G. Radtke (e-mail: g.radtke@hlug.de), Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Rheingastr. 186, D-65203 Wiesbaden

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	142
2. Material und Methoden	143
3. Ergebnisse	144
3.1 Beschreibung der mikroendolithischen Bohrspuren	147
4. Diskussion	151
5. Schriftenverzeichnis	152

1. Einleitung

Unter dem Begriff mikrobielle Euendolithen (Mikroendolithen) werden spezialisierte Mikroorganismen zusammengefasst, welche in kalkige Hartsubstrate wie Kalksteine und Kalkskelette von lebenden und toten Tieren und Pflanzen eindringen und dort charakteristische Bohrspuren hinterlassen (GOLUBIC et al. 1981, GOLUBIC & SCHNEIDER 2003). Eine solche Lebensweise wurde stammesgeschichtlich bei diversen mit unterschiedlichen Stoffwechselprozessen (Ernährungsweisen) ausgestatteten Organismen angelegt, und zwar bei Prokaryonten (phototrophe Cyanobakterien und heterotrophe Bakterien) und Eukaryonten (phototrophe Rot- und Grün-Algen und heterotrophe Protisten und Pilze). Die Lichtabhängigkeit der endolithischen Phototrophen erlaubt ihre Benutzung als Anzeiger von euphotischen Zonen in diversen Ablagerungsbereichen, während die Heterotrophen (Organotrophen) eine Abhängigkeit auf organische Nahrungsquellen anzeigen.

Phototrophe Mikroendolithen sind wichtige Primärproduzenten der Weltmeere, tragen durch Abweidung höherer Organismen erheblich zur Küstenbioerosion (RADTKE et al. 1996, 1997a) sowie zur Herstellung feinkörniger Sedimente bei (SCHNEIDER & TORUNSKI 1983). Mikroendolithen hinterlassen in kalkigen Substraten oft artspezifische Bohrspuren, die dem Körperumriss des Spurenerzeugers entsprechen. Wenn solche Bohrspuren im Fossilbericht erhalten sind, eignen sie sich als Faziesanzeiger. Wegen ihrer geringen

Größe können ganze Populationen in einzelnen Ooidkörnern erhalten sein.

Die nachweislich frühesten endolithischen Organismen sind Cyanobakterien, die vor mehr als 1 500 Mio. Jahren lithifizierte Horizonte karbonatischer Stromatolithen anbohrten und durch frühe Silikat-Diagenese erhalten blieben (ZHANG & GOLUBIC 1987). Bohrspuren der Mikroendolithen sind seit dem frühen Paläozoikum bis heute bekannt (GLAUB & VOGEL 2004, GLAUB et al. 2007). Phanerozoische Bohrspuren haben sich

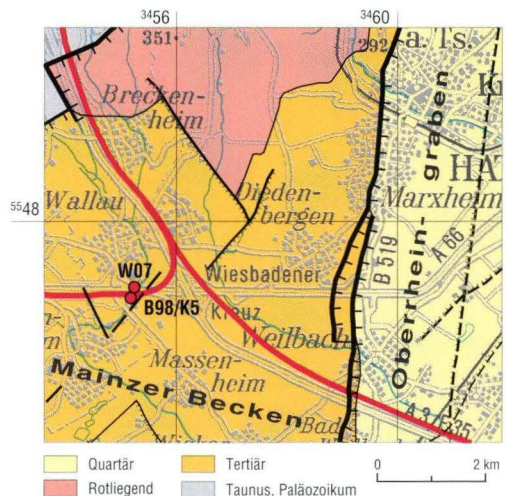


Abb. 1. Ausschnitt aus der Geologischen Karte (GÜK 300, Geologische Übersichtskarte 1:300000, dig. Ausgabe) mit der Lage der Bohrungen Wallau an der Abzweigung Wiesbaden der ICE-Neubaustrecke Köln-Rhein/Main (in rot).

als Anzeiger fossiler Ablagerungsbedingungen und paläobathymetrischer Zuordnungen bewährt (VOGEL et al. 1987, 1995, 1999). Sie sind stratigraphisch systematisch in Schichten des Silur (BUNDSCHUH 2000), Devon (VOGEL et al. 1987), Karbon (GLAUB & KÖNIGSHOF 1997), Perm (BALOG 1996, 1997), Trias (SCHMIDT 1992), Jura (GLAUB 1994), Kreide (HOFMANN & VOGEL 1992, HOFMANN 1996) und Tertiär (RADTKE 1991, 1992, 1998, VOGEL & MARINCOVICH 2004) analysiert worden.

Untersuchungen rezenter Bohrspuren mit lebenden Endolithen erlauben die Bestimmung endolithischer Organismen und somit eine biologische Interpretation ihrer Bohrspuren. Sie wurden an natürlich vorkommenden Substraten wie Muschelschalen (GÜNTHER 1990, RADTKE 1993, RADTKE et al. 1997c) als auch an künstlich ausgesetzten Substraten (KIENE et al. 1995, VOGEL et al. 2000) durchgeführt.

Mikroendolithen besetzen Ablagerungsräume vom Supratidal bis in die Tiefsee, vom marinen Milieu über das brackische zum limnischen (SCHNEIDER & LE CAMPION-ALSUMARD 1999) und terrestrischen (BÜDEL et al. 1991, GOLUBIC & SCHNEIDER 2003). Die meisten Vorkommen sind aus tropischen Bereichen mit hoher Biodiversität bekannt. Die neuesten Untersuchungen haben ihre Existenz auch in hohen Breitengraden bei Kaltwasser nachgewiesen (KRUTSCHINNA 1997, GLAUB et al. 2002, WISSHAK et al. 2005). Bibliographien über Bioerosion sind zum Einen von RADTKE et al. (1997b) erarbeitet und zum Anderen neuerdings auch über das Internet verfügbar (WILSON 2007).

2. Material und Methoden

Aus den verschiedensten Bohrteufen der Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrung Wallau B98-BK5 wurde Schalenmaterial von Bivalven (Labor-Nummern Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG): 15.173–15.330, 16.173) mit 42 Proben für die weitere Präparation ent-

nommen. Das hier untersuchte Probenmaterial stammt von zwei Tiefbohrungen (B98-BK5 = 170 m, W07 = 80,20 m), die bei der Vorerkundung der ICE-Trasse zur Neubaustrecke Köln–Rhein/Main bei Wallau (östlich Wiesbaden) abgeteuft wurden (Abb. 1). In den Bohrungen wurde unter quartärer Bedeckung Tertiär mit der Wallau-Subformation (GRIMM & RADTKE 2002) sowie den Schichten der Pechelbronn-Gruppe (Unter-Oligozän bis Ober-Eozän) (GRIMM 2005) und Rotliegend (Perm) aufgeschlossen. Die Pechelbronn-Gruppe ist mit 143 m die dominierende Schichtenfolge und enthält sowohl alluviale bis fluviatile tonig-kiesige Sedimente (Obere und Untere Pechelbronn-Schichten) als auch tonig-kalkmergelige Abfolgen mit eingeschalteten Schwarzpeliten (Mittlere Pechelbronn-Schichten). Die Mittleren Pechelbronn-Schichten mit 54 m Mächtigkeit liefern in ihren tonigen bis kalkigen Mergeln eine reiche Mikro- und Makrofauna/-flora. Fachübergreifende Untersuchungen sowohl geologischer (KOWALCZYK 2007, KÜMMERLE & RADTKE 2007, RADTKE et al. 2007), geochemischer (DERSCHHANSMANN 2007, LIPPMANN et al. 2007) als auch paläontologischer Art ist an diesen Bohrkernen erfolgt (GRIEBEMER et al. 2007, GRIMM et al. 2007, HOTTENROTT & PROSS 2007, JANSSEN 2007, MARTINI & REICHENBACHER 2007, SCHOLZ & VÁVRA 2007). Die Ergebnisse helfen den bisher wenig bekannten Ablagerungs- und Sedimentationsraum der Pechelbronn-Gruppe im Nördlichen Oberrheingraben zu rekonstruieren (MARTINI & RADTKE 2007, RADTKE et al. 2003).

Dabei sind mikroendolithische Bohrspuren an das Vorkommen der befallenen Wirtstiere, der Bivalven (*Perna* sp., Luciniden und indet.), gebunden (MARTINI & RADTKE 2007: Beil. 1).

Für eine Bestimmung der mikrobiellen Euendolithen sind 3-dimensionale Abbildungen der Bohr-

spuren notwendig. Dafür wurde das Schalenmaterial in polymerisierendes Gießharz (Araldite, Fluka, Buchs, CH) eingebettet und die Abgüsse der künstlichen „Steinkerne“ anschließend mit HCl herausgelöst. Diese wurden nach einer Goldbe-

dampfung unter dem Rasterelektronenmikroskop (REM) analysiert (GOLUBIC et al. 1970, 1983). Zur Auswertung des Bohrspuren-Inventars wurden 230 REM-Aufnahmen erstellt.

3. Ergebnisse

In dem untersuchten Material konnten 16 verschiedene Bohrspuren identifiziert werden. Sie können mit Bohrspuren rezenter phototropher Cyanobakterien (*Eurygonum nodosum*, *Fascichnus dactylus*, *Scolecia filosa*), Grünalgen (*Rhopalia catenata*, *R. spinosa*, *Ichnoreticulina elegans*) und Rotalgen (Conchocelis-Spur) verglichen werden. Organotrophe Bohrspuren sind mit 9 Ichnospezies vertreten. Unter diesen sind sowohl als Pilze identifizierte Spuren (*Orthogonum fusiferum*, *Polyactina araneola*, *Saccomorpha clava*, *S. terminalis*, *S. sphaerula*) als auch Spuren ohne bekannten Erzeuger (*Orthogonum tubulare*, *Scolecia serrata*, Pygmy-form sowie Bacteria-form) (Tab. 1). Insgesamt ist nur eine geringe Diversität festzustellen. Der mikroendolithische Befall konzentriert sich im Wesentlichen auf zwei Bohrkernabschnitte.

Die Mittleren Pechelbronn-Schichten werden im Becken von Pechelbronn (u. a. SITTLER 1969) von unten nach oben in die Zone fossilifère à *Mytilus* (ZFM), die Zone fossilifère à Bryozoaires (ZFB) und die Zone fossilifère à Hydrobies (ZFH) unterteilt. Der Bereich 1 liegt mit 81,95–83,80 m in der ZFM und Bereich 2 mit 74,70–77,00 m in der ZFB (MARTINI & RADTKE 2007, RADTKE et al. 2007: Beil. 2). Von insgesamt 42 Proben aus 33 Horizonten (53,00–84,15 m) sind 16 Proben durch identifizierbare Bohrgänge gekennzeichnet. Proben aus 23 Horizonten sind ohne Befund. Der untere Bereich 1 liegt in dem durch Ostracoden (GRIEBEMER et al. 2007), Foraminiferen und Bolboformen (GRIMM et al. 2007) sowie Nannoplankton und Fisch-Otolithen (MARTINI & REICHENBACHER 2007) gekennzeichneten marinen Abschnitt. Der obere Bereich 2 ist durch

Foraminiferen als Übergang von Seegrasswiesen zum brackischen Lagunenbereich charakterisiert (GRIMM et al. 2007) (Tab. 1).

Bereich 1 (ZFM) beginnt mit einer Probe bei 83,75–83,80 m (Pr. 40) knapp unterhalb eines Schwarzpelits mit nur einer organotrophen Bohrspur – *Saccomorpha clava* – (Taf. 2, Fig. 7 und 8), die im gesamten untersuchten Abschnitt dominant ist. Wenig darüber im Kalkmergel kommen bei 83,58–83,60 m (Pr. 39) häufig die phototrophen Bohrspuren *Eurygonum nodosum* (Taf. 1, Fig. 1), *Rhopalia catenata* (Taf. 1, Fig. 3 und 4) und untergeordnet *Scolecia filosa* sowie die organotrophe Bohrspur *Orthogonum fusiferum* (Taf. 1, Fig. 4) vor. Im Bereich 1 ist in dieser Probe unter den phototrophen Bohrspuren die größte Diversität zu verzeichnen. Bei 82,66–82,69 m, Ton im Hangenden eines Schwarzpelits (Pr. 51), werden autotrophe Bohrspuren anderer Zusammensetzung angetroffen. Hier dominiert die Spur *Ichnoreticulina elegans* (Taf. 2, Fig. 1–3), die in der Sedimentsäule nur noch einmal in mäßiger Anzahl vorkommt (82,25–82,30 m, Pr. 58). Auch konnte hier die seltene Conchocelis-Spur (Taf. 2, Fig. 4) einmalig im Ablagerungsraum beobachtet werden. Im unteren Teil einer Kalkmergelbank (82,25–82,30 m) zeigen zwei Proben unterschiedlichen Befall. Probe 58 beinhaltet die Spur *Ichnoreticulina elegans* des autotrophen Bohrers *Ostreobium quekettii*, ansonsten nur noch die folgenden organotrophen Bohrspuren: *Saccomorpha clava*, *S. terminalis* und die bei RADTKE (1993) informell beschriebene Bohrspur Pygmy-form (Taf. 2, Fig. 6). Die zweite Probe dieser Teufe (38) weist einmalig im Bereich 1 *Fascichnus dactylus* (Taf. 1, Fig. 2) begleitet von *Eurygonum nodosum* unter den phototrophen

Wallau B98-BK5		Bereich 1: marin [ZFM]					Bereich 2: marin/brackisch – brackisch [ZFB]									
Teufe in m		83,75–83,80	83,58–83,60	82,66–82,69	82,25–82,30	81,95–82,00	76,90–77,00	76,25–76,30	76,05–76,10	75,00–75,20	75,10–75,13	74,70–75,00				
Wirtstiere		Bivalven	Bivalven	juvenile Bivalven	<i>Perna</i> sp.	Bivalven	<i>Perna</i> sp.	Bivalven	<i>Perna</i> sp.	juvenile Bivalven	Mollusken-Bruch	<i>Perna</i> sp.	Bivalven	Bivalven	Lucinide	
Proben-Nr.		40	39	51	58	38	57/50/37	47	35	56	46	45	55	44	43	
Mikroendolithen	phototroph	<i>Eurygonum nodosum</i>	●●●			●						●●		●●		
		<i>Fascichnus dactylus</i>				●●						●●	●	●●		
		<i>Scolecia filosa</i>		●	●							●				
		<i>Rhopalia catenata</i>		●●●								●●		●●●		
		<i>Rhopalia spinosa</i>										●				
		<i>Ichnoreticulina elegans</i>			●●●	●●										
		Conchocelis-Spur			●											
		organotroph	<i>Orthogonum fusiferum</i>	●●												
		<i>Orthogonum tubulare</i>										●				
		<i>Polyactina araneola</i>										●				
		<i>Scolecia serrata</i>											●			
		<i>Saccomorpha clava</i>	●			●●	●	●●●	●		●●		●●	●●	●	●
		<i>Saccomorpha terminalis</i>				●								●		
		<i>Saccomorpha sphaerula</i>					●									
		Pygmy-form				●●	●●	●●		●●	●●			●●	●	
		Bacteria-form						●								

● selten ●● mäßig häufig ●●● häufig

Tab. 1. Verteilung der Mikroendolithen in Molluskenschalen der Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrung Wallau B98-BK5 (tiefes Unter-Oligozän). ZFM = Zone fossilifère à *Mytilus*, ZFB = Zone fossilifère à Bryozoaires.

Bohrspuren auf. Die organotrophen Bohrspuren sind in ähnlicher Zusammensetzung wie zuvor mit der Ausnahme von *Saccomorpha sphaerula*, die im gesamten Profil hier einmalig vorkommt. Der Bereich 1 endet (81,95–82,00 m, Proben 57, 50 und 37) mit ausschließlich organotrophen Bohrspuren (Tab. 1).

Bereich 2 (ZFB) beginnt mit zwei tonigen Probenhorizonten (76,90–77,00 m, 76,25–76,30 m, Proben 47 und 35) mit *Saccomorpha clava* und Pygmy-form. Darauf folgt ein Horizont wenig oberhalb eines Schwarzpelits (76,05–76,10 m) mit zwei unterschiedlichen Befall aufweisenden Proben. Die erste (56) enthält die gleichen organotrophen Bohrspuren wie zuvor. Die zweite Probe (46) enthält nur autotrophe Bohrspuren, häufig mit *Rhopalia catenata* und selten *Scolecia filosa*. Der Übergangsbereich von Ton zu Kalkmergel bei 75,00–75,20 m (Pr. 45) zeigt die

größte Diversität im untersuchten Material mit fünf phototrophen und drei organotrophen Bohrspuren: *Eurygonum nodosum*, *Fascichnus dactylus*, *Rhopalia catenata*, *R. spinosa*, *Scolecia filosa* sowie *Saccomorpha clava*, *Orthogonum tubulare*, *Polyactina araneola*. Im oberen Bereich einer Kalkmergelbank (75,10–75,13 m) wurden wieder zwei Proben mit unterschiedlichem Befall analysiert. In Probe 55 dominieren die organotrophen Bohrspuren mit Pygmy-form, *Saccomorpha clava*, *S. terminalis* und *Scolecia serrata* (Taf. 2, Fig. 5). Von den phototrophen Bohrspuren ist nur *Fascichnus dactylus* präsent. In der Probe 44 dominieren die Phototrophen *Rhopalia catenata* und *Fascichnus dactylus* über den Organotrophen *Saccomorpha clava* und Pygmy-form. In der Ton-schicht bei 74,70–75,00 m (Pr. 43) ist nur *Saccomorpha clava* vorhanden.

Tafel 1



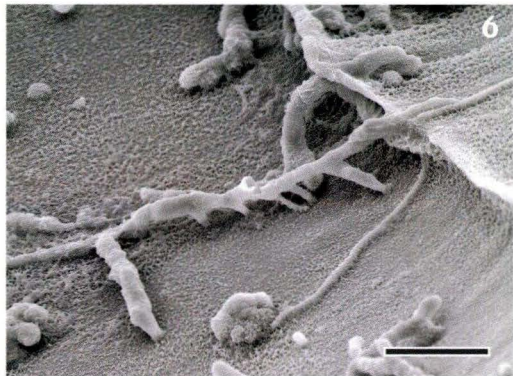
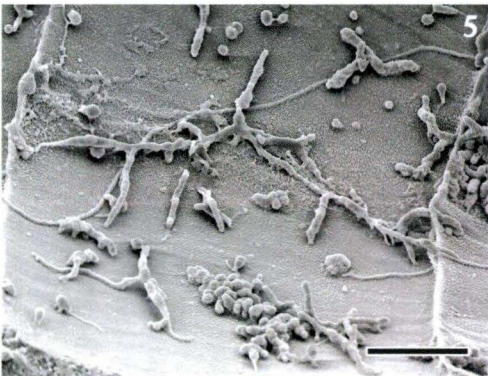
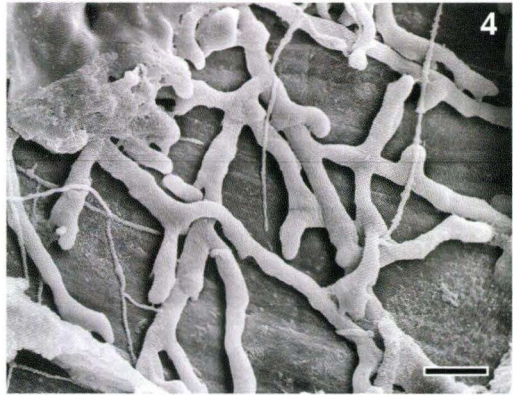
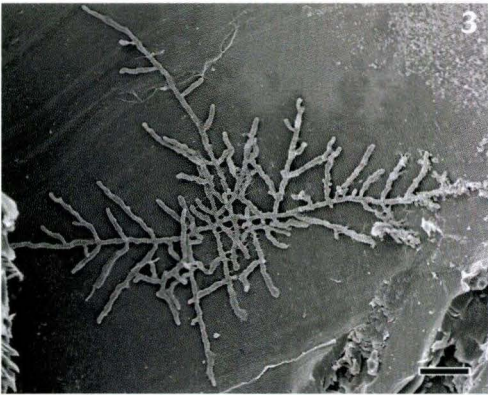
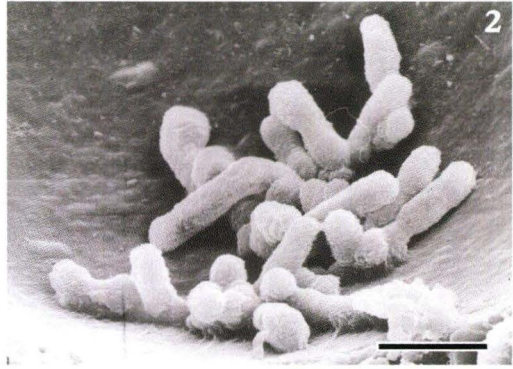
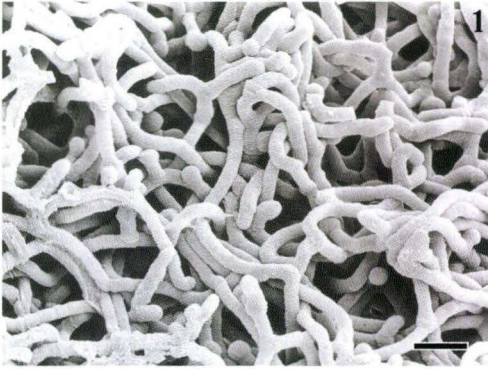
Mikroendolithen in Molluskenschalen aus der Bohrung Wallau B98-BK5 (Maßstab 20 µm, Fig. 3 und 5: 50 µm).

- Fig. 1. Bogenschlagendes Gangsystem *Eurygonum nodosum* mit im Gang und seitlich sitzenden Schwellungen, Pr. 39 (83,58–83,60 m); Wirtssubstrat: Bivalve.
- Fig. 2. Jungkolonie oder „Kümmerwuchs“ von *Fascichnus dactylus* mit z.T. kriechenden Ausläufern, Pr. 38 (82,25–82,30 m); Wirtssubstrat: Bivalve.
- Fig. 3. Aufsicht auf ein ganzes Gangsystem von *Rhopalia catenata* mit typisch monopodialen, spitzwinkligen Abzweigungen, Pr. 46 (76,05–76,10 m); Wirtssubstrat: Molluskenschale.
- Fig. 4. Detailaufnahme von *Rhopalia catenata* mit wenig ausgeprägten Schwellungen in und an Abzweigungen sowie häufig kurze, feine Verbindungen zur Substratoberfläche. Dünnes Gangsystem: *Orthogonum fusiferum*, Pr. 39 (83,58–83,60 m); Wirtssubstrat: Bivalve.
- Fig. 5. Gangsystem mit ausspitzenden Gangenden vermutlich von *Rhopalia spinosa* mit Analogien zu *Ichnoreticulina elegans*, Pr. 45 (75,00–75,20 m); Wirtssubstrat: juvenile Bivalve.
- Fig. 6. Detailaufnahme von Fig. 5 rechts mit zahlreichen Verbindungen zur Substratoberfläche, Pr. 45 (75,00–75,20 m); Wirtssubstrat: juvenile Bivalve.

3.1 Beschreibung der mikroendolithischen Bohrspuren

Die Beziehungen zwischen Bohrspuren und rezenten Mikroendolithen sind u. a. bei RADTKE (1991), GLAUB & VOGEL (2004), GOLUBIC et al. (2005) und GLAUB et al. (2007) diskutiert.

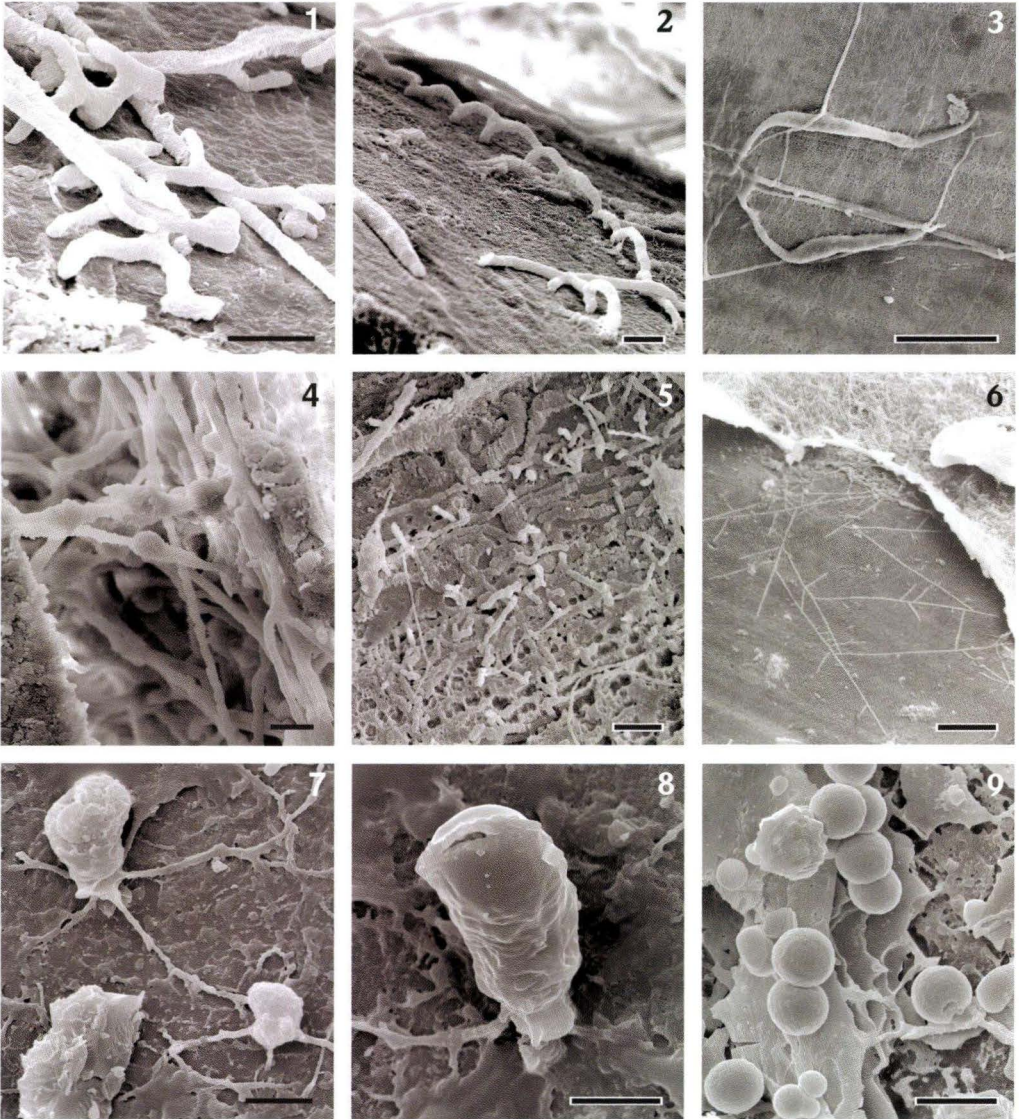
Die Spur *Eurygonum nodosum* ist charakterisiert durch Schwellungen, die hier seitlich oder im Gangverlauf ausgebildet sind (\varnothing Gang: 4,5–5,2 μm , \varnothing Schwellungen: 7,5–9 μm). Die



Spur zeigt einen bogigen Gangverlauf ohne sichtbaren Kontakt zur Substratoberfläche (Taf. 1, Fig. 1).

Eine weitere Spur ist *Fascichnus* [früher *Fasciculus*] *dactylus* (RADTKE 1991) RADTKE & GOLUBIC 2005. Die *Fascichnus*-Bohrspuren im Untersuchungsgebiet fallen durch ihre geringen Aus-

maße und besondere Ausbildungsform auf, die im Gegensatz zu Beschreibungen aus anderen Faziesbereichen steht (RADTKE 1991, 1993), in denen sie oft in hoher Diversität und jeweils großer Variabilität auftreten. In der Bohrung Wallau ist ihre Diversität auf eine Art beschränkt. Die Spur weist einen Gesamtdurchmesser von nur 40–55 μm auf



(sonst bis 625 μm), die Gangdurchmesser betragen 5,5–8 μm (Taf. 1, Fig. 2). Sie zeigt eine eher kriechende Ausbildung mit kurzen, nur wenig tiefer ins Substrat eindringenden Gängen mit Längen von 9–19 μm (sonst bis 85 μm). Die Ausbildung der sonst typischen Büschelform fehlt, es werden nur wenige Gänge gebildet (6–10 Stück, sonst bis 150). Hierbei handelt es sich entweder um juvenile Arten oder um eine besondere Form von „Kümmervuchs“.

Untergeordnet erscheint *Scolecia filosa* mit langen, dünnen, fädigen unverzweigten Gangtunneln (\varnothing 2 μm).

Meist gemeinsam mit den zuvor beschriebenen Bohrspuren erscheint *Rhopalia catenata*, die unter den autotrophen Vertretern am häufigsten

vorkommt. Sie zeigt ihr typisch spitzwinklig aufzweigendes Gangsystem parallel der Substratoberfläche (\varnothing 5–6 μm), dort mit häufigen Verbindungen zur Oberfläche sowie mit sporangialen Schwellungen (\varnothing 7–8 μm) im Gang und an Abzweigungen (Taf. 1, Fig. 3 und 4).

Begleitet wird sie untergeordnet (Pr. 45) von der erst kürzlich neu beschriebenen, dünnere Gänge besitzenden (Gang \varnothing 2–2,5 μm , Schwellungen bis 4 μm) Ichnoart *Rhopalia spinosa* (RADTKE & GOLUBIC 2005). Sie ist charakterisiert durch häufig angelegte „Füßchen“-ähnliche Verbindungen (\varnothing 1,2–1,5 μm) zur Substratoberfläche (Taf. 1, Fig. 5 und 6). Unterscheidungskriterium zwischen den Arten sind die ausspitzenden Gängen von *R. spinosa*. Die neue Art ist aus ver-



Tafel 2

Mikroendolithen in Molluskenschalen aus der Bohrung Wallau B98-BK5 (Maßstab 10 μm , Fig. 3: 50 μm).

- Fig. 1. *Ichnoreticulina elegans* mit typischen zick-zack-förmigen und am Ende geweihartig aufzweigenden Gängen, Pr. 51 (82,66–82,69 m); Wirtssubstrat: juvenile Bivalve.
- Fig. 2. *Ichnoreticulina elegans* mit „springendem“ Gangverlauf, Pr. 51 (82,66–82,69 m); Wirtssubstrat: juvenile Bivalve.
- Fig. 3. Spindelförmige Anhängsel von *Ichnoreticulina elegans*, Pr. 58 (82,25–82,30 m); Wirtssubstrat: *Perna* sp.
- Fig. 4. Perlschnurartig aufgereihete sporangiale Schwellungen einer Conchocelis-Spur, Pr. 51 (82,66–82,69 m); Wirtssubstrat: juvenile Bivalve.
- Fig. 5. Dicht gepacktes und dicht beieinanderliegendes Gangsystem von *Scolecia serrata* (oberer Teil), Pr. 55 (75,10–75,13 m); Wirtssubstrat: *Perna* sp.
- Fig. 6. Sehr kleines, bei RADTKE (1993) als Pygmy-form beschriebenes geradlinig monopodiales Gangsystem, Pr. 37 (81,95–82,00 m); Wirtssubstrat: *Perna* sp.
- Fig. 7. Sporangiale Schwellungen mit hyphalen Verbindungen zeigt die Pilzspur *Saccomorpha clava*, Pr. 50 (81,95–82,00 m); Wirtssubstrat: *Perna* sp.
- Fig. 8. Sackförmige, sporangiale Schwellung von *Saccomorpha clava* mit breiter Verbindung zur Substratoberfläche, Pr. 50 (81,95–82,00 m); Wirtssubstrat: *Perna* sp.
- Fig. 9. Die als Bacteria-form benannten halbkugeligen Strukturen verschiedener Größe sind möglicherweise Bakterienkolonien oder Mineralstrukturen, Pr. 50 (81,95–82,00 m); Wirtssubstrat: *Perna* sp.

gleichbaren Ablagerungen des Pariser Beckens beschrieben, aber auch in rezenten marinen Ablagerungen (6–60 m Wassertiefe) des Roten Meeres bekannt (RADTKE & GOLUBIC 2005).

Aus zwei Proben (51, 58) ist die Spur *Ichnoreticulina* [früher *Reticulina*] *elegans* (RADTKE 1991) RADTKE & GOLUBIC (2005) diagnostiziert. Sie charakterisiert sich durch ihren typisch zick-zack-förmigen, z. T. springenden Gangverlauf in distalen Gangbereichen (\varnothing 2–2,5 μm , Taf. 2, Fig. 1 und 2). Auch sind Schwellungen im Gangverlauf (\varnothing 5 μm) zu beobachten. Selten konnten auch ungewöhnlich geformte spindelförmige Anhängsel, die graduell in dünnere Tunnel auslaufen, festgestellt werden (\varnothing 5–8 μm , Taf. 2, Fig. 3).

Die *Conchocelis*-Spur weist typische, dicht aufeinander folgende kugelförmige Schwellungen auf (\varnothing 7–9,5 μm , Taf. 2, Fig. 4). Sie ist insgesamt selten.

Pilz-Spuren und andere Spuren organotropher Mikroendolithen sind mit 9 Arten im Ablagerungsraum vertreten. Darunter sind Spuren mit großem Durchmesser und verzweigtem Gangsystem wie *Orthogonum tubulare*. Sie bilden ein geradliniges, rechtwinklig verzweigtes Gangsystem (Gang \varnothing 5,5–6,5 μm) mit gegenständigen und einseitigen Abzweigungen, wie es von RADTKE (1991) als dominant vorkommender Typ beschrieben wurde. Die Spur ist hier insgesamt wenig vertreten.

Ebenfalls in geringer Anzahl sind Bohrspuren von *Polyactina araneola* vorhanden, die zentrale Hohlkörper (\varnothing 14–17 μm) mit sich in bestimmten Abständen verjüngenden Gangdurchmesser bilden.

Mit deutlich kleineren Ausmaßen, aber mit ebenfalls parallel zur Substratoberfläche angelegten Gangsystemen, weist die Bohrspur *Orthogonum fusiferum* die ihr typischen spindelförmigen

Schwellungen in einem geradlinigen Gangsystem auf (Schwellungen \varnothing 2,5 μm , Gang \varnothing ca. 1 μm ; Taf. 1, Fig. 4).

Dicht angeschmiegt an die Substratoberfläche bildet *Scolecia serrata* ein oft dicht gepacktes, zackiges Gangsystem, teils mit sich verbreiternden Gängen (\varnothing von ca. 1 μm auf 3,2 μm , Taf. 2, Fig. 5).

Häufig ist ebenfalls ein sehr kleines Bohrspurensystem noch ohne ichnologische Zuordnung, bei RADTKE (1993) als „Pygmy-form“ beschrieben, das 2-dimensional parallel der Substratoberfläche angelegt ist. Diese Bohrspur weist meist ein geradliniges Gangsystem mit Gangdurchmessern unter 1 μm (\varnothing 0,5–0,8 μm) auf, die kurze und gebogene Abzweigungen besitzen kann (Taf. 2, Fig. 6).

Im Untersuchungsbereich dominiert die Pilzspur *Saccomorpha clava*. Sie besitzt kugel- und sackförmige sporangiale Schwellungen (\varnothing 10–20 μm) mit unterschiedlich angelegten hyphalen Verbindungen (\varnothing 1–2 μm) untereinander (Taf. 2, Fig. 7) als auch fußartige Verbindungen zur Substratoberfläche (\varnothing 5 μm , Taf. 2, Fig. 8).

Ein anderer fungaler Bohrer ist *Saccomorpha terminalis*, dessen sporangiale Schwellungen (\varnothing –25 μm) am hyphalen Ende (Gang \varnothing 1,5–2,5 μm) oder an kurzen Abzweigungen sitzen kann.

Nur einmal konnte die, meist aus tropischen Bereichen beschriebene Pilzspur *Saccomorpha sphaerula* (RADTKE 1991, 1993) anhand ihrer typischen kleinen sphärischen Schwellungen (\varnothing 5–6 μm) und netzartigen Verbindungen (\varnothing ca. 1 μm) erkannt werden.

Halbkugelige, an die Substratoberfläche angeschmiegte Strukturen unbekannter Herkunft erinnern an „Bacteria-form“-Kolonien, aber auch an ähnliche Mineralstrukturen (\varnothing 5–8 μm , Taf. 2, Fig. 9).

4. Diskussion

Die Untersuchungen zeigen, dass die Mikroendolithen in zwei getrennten Bereichen konzentriert vorkommen. Diese Horizonte liegen im marinen (Kernabschnitt 81,95–83,80 m) und im marin-brackischen Bereich (Kernabschnitt 74,70–77,00 m). Der als brackisch-limnisch bis brackisch interpretierte Abschnitt (GRIEBEMER et al. 2007, GRIMM et al. 2007, MARTINI & RADTKE 2007) von 43,60–74,00 m weist keinen endolithischen Befall auf. Die insgesamt 16 identifizierten Bohrspuren spiegeln nur eine geringe Diversität wider. Aus rezenten Untersuchungen im Süßwasser liegen ebenfalls nur wenige Mikroendolithen vor (SCHNEIDER & LE CAMPION-ALSUMARD 1999). Mikroendolithen aus brackischen Ökosystemen sind insgesamt noch wenig bekannt.

Bohrspuren phototropher Organismen finden sich nur in 8 Proben, in 4 davon kommen sie häufig vor. Bei dieser selektiven Dominanz von phototrophen Erzeugern ist die häufigste Ichnospezies *Rhopalia catenata*, eine von der Grünalge *Phaeophila engleri* gebildete Spur. Sie gilt in rezenten Untersuchungen als Pionier im mikroendolithischen Befall von Kalksubstraten (VOGEL et al. 2000). Neueste Studien in der Ostsee zeigen *Rhopalia catenata* bei sehr hohen Individuenzahlen oft als einzige Art (GOLUBIC & RADTKE im Druck), was eine typische Erscheinung in brackischen Milieus ist.

Fascichnus ist generell eine formenreiche Ichnogattung, die hier nur mit einer Ichnoart vertreten ist. Ihr Vorkommen ist größtenteils im Bereich 2 belegt. Ähnliche Diversitätseinschränkungen auf *F. dactylus* wurden auch in Sieblos/Rhön beobachtet (RADTKE 1998). Diese Armut sowie ihr beobachteter „Kümmerswuchs“ (Taf. 1, Fig. 2) kann mit den nur eingeschränkt marinen (marin-brackischen) Ablagerungsverhältnissen in Zusammenhang gebracht werden, wie sie für den Bereich 2 angenommen werden.

Die Organismen der Spuren *Rhopalia* und *Fascichnus* sind im Rezenten in flachen subtidalen, gut durchlichteten Ablagerungsbereichen

dominant. *Eurygonum nodosum* ist darüber hinaus im Intertidalen verbreitet. So kann teilweise für den Bereich 1 (Pr. 38, 39), insgesamt für den Bereich 2 ein flacher, gut durchlichteter Ablagerungsbereich angenommen werden (Tab. 1).

Der Erzeuger von *Ichnoreticulina elegans*, die Grünalge *Ostreobium quekettii*, konnte rezent bis 300 m Wassertiefe nachgewiesen werden (LUKAS 1973, 1974). Aus flachen Bereichen ist sie nur in geringer Anzahl bekannt, in tieferen Bereichen ist sie dagegen sehr häufig (RADTKE 1993, RADTKE et al. 1996). So kann mit den Proben 51 und 58 (82,25–82,69 m) mit zahlreichen *Ichnoreticulina elegans* und der ebenfalls aus tiefen Ablagerungsbereichen bekannten *Scolecia filosa* für den Bereich 1 ein tieferer Ablagerungsraum postuliert werden. Dies stimmt mit den Untersuchungsergebnissen der Foraminiferen- (GRIMM et al. 2007) und Ostracoden-Faunen (GRIEBEMER et al. 2007) überein.

Die Schwarzpelite enthalten keine Bohrspuren; durch sie ist ein hoher organischer Anteil und teilweise euxinische Verhältnisse im Ablagerungsraum belegt. Ihre Auswirkungen auf Mikroendolithen sind bisher nicht bekannt.

Die mit Wallau zeitgleichen Ablagerungen der Fossilagerstätte Sieblos/Rhön (RADTKE 1998) zeigen Übereinstimmungen des Bohrspuren-Spektrums, wobei die Bohrung Wallau eine deutlich größere Diversität aufweist (Tab. 1). Wie in Wallau ist auch in Sieblos *Rhopalia catenata* am häufigsten vertreten. *Fascichnus dactylus*, ebenfalls nur durch eine Art repräsentiert, weist in den unteroligozänen Sedimenten von Sieblos den gleichen „Kümmerswuchs“ auf wie in Wallau. *Ichnoreticulina elegans* kommt ebenso untergeordnet vor, und die Pilzspur *Saccomorpha clava* ist auch in Sieblos dominant. Trotz unterschiedlicher Ablagerungsverhältnisse von Sieblos/Rhön (RADTKE 1998) – als abflussloser Brackwassersee gedeutet – und den Ablagerungen von Wallau scheinen die jeweils einschränkenden Bedingungen zu einem ähnlichen Formenkreis von Mikroendolithen zu führen.

Auffällig ist, dass die phototrophen Bohrspuren meistens an kalkig-mergelige Sedimente gebunden sind. Dies geht vermutlich mit oxischen Bedingungen an der Sedimentoberfläche einher. Die ausschließlich organotrophen Bohrspuren wurden größtenteils im Hangenden von Schwarzepeliten oder Tonen gefunden. In den Schwarzepeliten und Tonen ist von einem hohen organischen Anteil in der Wassersäule bzw. im Sediment auszugehen, was möglicherweise eine phototrophe Besiedlung verhinderte. Dafür könnten hohe Sedimentationsraten und/oder eine schnelle Einbettung der Wirtsubstrate bzw. Einsinken in schlammig-feinkörnige Sedimente verantwortlich sein. So muss von einem differenzierten, wechselnden Ablagerungsraum ausge-

gangen werden, der für den Befall von Mikroendolithen eher einschränkend wirkte.

Danksagung: Für die selbstlose Überlassung von Molluskenmaterial für die unwiderruflich zerstörerische Präparationsmethode der Endolithen danke ich besonders herzlich Herrn Dr. R. Jansen (SNG). Mein Dank gilt weiterhin Frau O. Sager (Univ. Frankfurt a.M.) für die Präparation. Hilfreiche Unterstützung bei der Erstellung der rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen (REM) erhielt ich von den Herren Dipl.-Geol. T.W. Griebemer, M. Maus (Univ. Mainz) und J. Tochtenhagen (Univ. Frankfurt a.M.). Herrn J. Dengler (HLUG) danke ich für die technische Hilfestellung bei den Tafeln.

5. Schriftenverzeichnis

- BALOG, S.-J. (1996): Boring Thallophytes in some Permian and Triassic Reefs: Bathymetry and Bioerosion. – In: REITNER, J., NEUWEILER, F. & GUNKEL, F. (eds.): Global and regional controls on biogenic sedimentation. I. Reef Evolution. Research reports. – Göttinger Arb. Geol. Paläont., **Sb2**: 305–309, 1 fig., 1 tab., 1 pl.; Göttingen.
- BALOG, S.-J. (1997): Mikroendolithen im Capitan Riff Komplex (New Mexico, USA). – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **201**: 47–55, 1 Abb., 2 Taf.; Frankfurt a.M.
- BÜDEL, B., MOLLENHAUER, D. & MOLLENHAUER, R. (1991): *Synechococcus elongates* – cryptoendolithic growth within bleached sandstone from creeks in the midland area Spessart (Germany). – *Algological Studies*, **64**: 357–360, fig. 1–3; Stuttgart.
- BUNDSCHUH, M. (2000): Silurische Mikrobohrspuren. Ihre Beschreibung und Verteilung in verschiedenen Faziesräumen (Schweden, Litauen, Großbritannien und U.S.A.). – Diss. FB Geowissenschaft., Univ. Frankfurt a.M.: 129 S., 27 Abb., 12 Taf.; Frankfurt a.M.
- DERSCH-HANSMANN, M. (2007): Organisch-geochemische Untersuchungen an unteroligozänen Sedimenten der Bohrung Wallau B98-BK5. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheimer-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 113–126, 5 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- GLAUB, I. (1994): Mikrobohrspuren in ausgewählten Ablagerungsräumen des europäischen Jura und der Unterkreide (Klassifikation und Palökologie). – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **174**: 1–324, 77 Abb., 26 Tab., 14 Taf.; Frankfurt a.M.
- GLAUB, I., GEKIDIS, M. & VOGEL, K. (2002): Microborings from different North Atlantic shelf areas – Variability of the euphotic zone extension and implications for paleodepth reconstructions. – In: REICHENBACHER, B. (Hrsg.): MARTINI-Festschrift. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **237**: 25–37, 3 figs., 1 tab., 1 pl.; Frankfurt a.M.
- GLAUB, I., GOLUBIC, S., GEKIDIS, M., RADTKE, G. & VOGEL, K. (2007): Microborings and Microbial Endoliths: Geological Implications. – In: W. MILLER (ed.): Trace fossils: Concepts, Problems, Prospects: Chapter 21: 368–381, 5 figs., 1 tab.; Amsterdam (Elsevier Sci. Publ. Co.).
- GLAUB, I. & KÖNIGSHOF, P. (1997): Microborings in Conodonts. – In: BETZLER, C. & HÜSSNER, H. (Hrsg.): VOGEL-Festschrift. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **201**: 137–143, 2 tabs., 1 pl.; Frankfurt a.M.
- GLAUB, I. & VOGEL, K. (2004): The stratigraphic record of microborings. – *Fossils & Strata*, **51**: 126–135, 1 tab.; Oslo.

- 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, 5 figs.; Oslo.
- GOLUBIC, S., CAMPBELL, S.E. & SPAETH, C. (1983): Kunstharzausgüsse fossiler Mikroben-Bohrgänge. – *Der Präparator*, **29**: 197–200, 2 Abb.; Bochum.
- GOLUBIC, S., FRIEDMANN, I. & SCHNEIDER, J. (1981): The lithobiontic ecological niche, with special reference to microorganisms. – *J. Sed. Petrol.*, **51**: 475–478, 2 figs.; Tulsa.
- GOLUBIC, S. & RADTKE, G. (im Druck): The trace *Rhopalia clavigera* isp. nov. reflects the development of its maker *Eugomontia sacculata* Kornmann. – In: WISSHAK, M. & TAPANILA, L. (eds): Current Developments in Bioerosion: 4 figs; Berlin (Springer-Verlag).
- GOLUBIC, S., RADTKE, G. & LE CAMPION-ALSUMARD, T. (2005): Endolithic fungi in marine ecosystems. – *Trends in Microbiology*, **13** (5): 229–235, 3 figs.; Oxford (Elsevier).
- GOLUBIC, S. & SCHNEIDER, J. (2003): Microbial endoliths as internal biofilms. – In: KRUMBELN, W.E., PATERSON, D.M. & ZAVARZIN, G.A. (eds): Fossil and Recent biofilms: 249–263, 7 figs.; Dordrecht (Kluwer).
- GRIEBEMER, T.W., UFFENORDE, H. & RADTKE, G. (2007): Die Ostracoden der Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän) in der Bohrung Wallau B98-BK5 (nordöstliches Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheimer-Formation). – *Geol. Abh. Hessen*, **116**: 173–192, 3 Abb., 1 Taf., Beil. 4; Wiesbaden.
- GRIMM, K.I. & RADTKE, G. (2002): Lithostratigraphische Gliederung im Rupelium/Chattium des Mainzer Beckens, Deutschland: Wallau-Subformation („Unterer Rupelton“); Bodenheimer-Formation/Selztal-Gruppe. – *Geol. Jb. Hessen*, **129**: 127–131, 2 Abb.; Wiesbaden.
- GRIMM, K.I., RADTKE, G. & SPIEGLER, D. (2007): Foraminiferen und Bolboformen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (tiefes Unter-Oligozän) der Bohrung Wallau B98-BK5. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheimer-Formation). – *Geol. Abh. Hessen*, **116**: 157–171, 1 Abb., 2 Taf., Beil. 3; Wiesbaden.
- GRIMM, M.C. (2005): Beiträge zur Lithostratigraphie des Paläogens und Neogens im Oberrheingebiet (Oberrheingraben, Mainzer Becken, Hanauer Becken). – *Geol. Jb. Hessen*, **132**: 79–112, 4 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- GÜNTHER, A. (1990): Distribution and bathymetric zonation of shell-boring endoliths in Recent reef and shelf environments: Cozumel, Yucatan (Mexico). – *Facies*, **22**: 233–262, 8 figs., pl. 52–59; Erlangen.
- HOFMANN, K. (1996): Die mikro-endolithischen Spurenfossilien der borealen Oberkreide Nordwest-Europas und ihre Faziesbeziehungen. – *Geol. Jb.*, **A136**: 3–153, 29 Abb., 24 Tab., 13 Taf.; Hannover.
- HOFMANN, K. & VOGEL, K. (1992): Endolithische Spurenfossilien in der Schreibkreide (Maastricht) von Rügen (Norddeutschland). – *Z. geol. Wiss.*, **20**: 51–65, 1 Abb., 1 Tab., 5 Taf.; Berlin.
- HOTTENROTT, M. & PROSS, J. (2007): Terrestrische und aquatische Mikrofloren der Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrungen W07 und B98-BK5 bei Wallau (nordöstliches Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheimer-Formation). – *Geol. Abh. Hessen*, **116**: 127–139, 1 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- JANSSSEN, R. (2007): Mollusken aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (tiefes Unter-Oligozän) der Bohrungen W07 und B98-BK5 bei Wallau (Hessen). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheimer-Formation). – *Geol. Abh. Hessen*, **116**: 205–233, 1 Abb., 6 Taf., Beil. 5; Wiesbaden.
- KIENE, W., RADTKE, G., GEKIDIS, M., GOLUBIC, S. & VOGEL, K. (1995): Factors controlling the distribution of microborers in Bahamian reef environments. – In: SCHUHMACHER, H., KIENE, W.E. & DULLO, W.-C. (eds.): Factors controlling Holocene reef growth: An interdisciplinary approach. – *Facies*, **32**: 174–188, 1 fig., pl. 34–37; Erlangen.
- KOWALCZYK, G. (2007): Die Rotliegend-Sedimente in der Bohrung Wallau B98-BK5. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheimer-Formation). – *Geol. Abh. Hessen*, **116**: 89–97, 4 Abb.; Wiesbaden.
- KRUTSCHINNA, J. (1997): Untersuchungen an der Tiefwasserkoralle *Lophelia pertusa* in verschiedenen prä- und postmortalen Stadien unter besonderer Berücksichtigung des mikroendolithischen Befalls. – Unveröff. Dipl.-Arb. FB Biologie, Univ. Frankfurt a.M.: 85 S., 23 Abb., 6 Tab., 6 Taf.; Frankfurt a.M.
- KÜMMERLE, E. & RADTKE, G. (2007): Die Geologie der

- Umgebung von Wallau (nordöstliches Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 73–88, 8 Abb.; Wiesbaden.
- LIPPMANN, R., GAUPP, R., GLEIXNER, G. & RADKE, J. (2007): Petrographische und isopenchemische Untersuchungen ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$) der Mittleren Pechelbronn-Schichten in der Bohrung Wallau B98-BK5. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 99–111, 4 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- LUKAS, K.J. (1973): Taxonomy and ecology of the endolithic microflora of reef corals, with a review of the literature on endolithic microphytes. – Unpubl. Ph.D. Thesis, Univ. Rhode Island: 159 pp.; New York.
- LUKAS, K.J. (1974): Two species of the Chlorophyte genus *Ostreobium* from skeletons of Atlantic and Caribbean reef corals. – J. Phycol., **10**: 331–335, 9 figs.; New York.
- MARTINI, E. & RADTKE, G. (2007): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation) – Einführung und Synthese. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 7–36, 10 Abb., 1 Tab., Beil. 1; Wiesbaden.
- MARTINI, E. & REICHENBACHER, B. (2007): Nannoplankton und Fisch-Otolithen in den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän, Oberrheingraben/Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 235–273, 9 Abb., 9 Tab., 3 Taf.; Wiesbaden.
- RADTKE, G. (1991): Die mikroendolithischen Spurenfossilien im Alt-Tertiär West-Europas und ihre palökologische Bedeutung. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **138**: 185 S., 66 Abb., 30 Tab., 14 Taf.; Frankfurt a.M.
- RADTKE, G. (1992): Microendolithic trace fossils of Paris Basin as facies indicators. – Proc. 7th Int. Coral Reef Symp., **1**: 419–426, 1 fig., 2 tabs., 6 pls.; 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, 1 fig., 1 tab., pl. 15–17; Erlangen.
- RADTKE, G. (1998): Mikroendolithische Bohrspuren in Gastropoden-Schalen von Sieblos/Rhön (Unter-Oligozän). – In: MARTINI, E. & ROTHE, P. (Hg.): Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblos an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 143–155, 1 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- RADTKE, G., GEKIDIS, M., GOLUBIC, S., HOFMANN, K., KIENE, W.E. & LE CAMPION-ALSUMARD, T. (1997c): The identity of an endolithic alga: *Ostreobium brabantium* WEBER-VAN BOSSE is recognized as carbonate-penetrating rhizoids of *Acetabularia* (Chlorophyta, Dasycladales). – In: BETZLER, C. & HÜSSNER, H. (Hrsg.): VOGEL-Festschrift. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **201**: 341–347, 4 figs.; Frankfurt a.M.
- RADTKE, G. & GOLUBIC, S. (2005): Microborings in mollusc shells, Bay of Safaga, Egypt: Morphometry and Ichnology. – Facies, **51**: 125–141, 8 figs., 1 tab.; Erlangen.
- RADTKE, G., GRIESSEMER, T.W., GRIMM, K.I., HOTTENROTT, M., JANSSEN, R., LIPPMANN, R., KÜMMERLE, E., MARTINI, E., REICHENBACHER, B., SCHOLZ, J., SPIEGLER, D. & VÁVRA, N. (2003): Erster Meereseinbruch im Oberrheingraben – Entwicklung, Biodiversität, Paläogeographie (Pechelbronn-Schichten, Ober- und Unteroligozän). – Terra Nostra, **2003** (5): Biodiversität – Exogene & endogene Hintergründe: 124–125; Mainz.
- RADTKE, G., HOFMANN, K. & GOLUBIC, S. (1997b): A Bibliographic Overview of Micro- and Macroscopic Bioerosion. – In: BETZLER, C. & HÜSSNER, H. (Hrsg.): VOGEL-Festschrift. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **201**: 307–340; Frankfurt a.M.
- RADTKE, G., LE CAMPION-ALSUMARD, T. & GOLUBIC, S. (1996): Microbial assemblages of the bioerosional „notch“ along tropical limestone coasts. – Algological Studies, **83**: 469–482, 16 figs.; Stuttgart.
- RADTKE, G., LE CAMPION-ALSUMARD, T. & GOLUBIC, S. (1997a): Microbial assemblages involved in tropical coastal bioerosion: an Atlantic – Pacific comparison. – Proc. 8th Int. Coral Reef Symp., **2**: 1825–1830, 2 figs.; Panama City, Panama.
- RADTKE, G., LIPPMANN, R. & GAUPP, R. (2007): Neues Vorkommen der Pechelbronn-Gruppe im Mainzer Becken (Ober-Eozän – tiefes Unter-Oligozän, Deutschland) – Lithologie und Sedimentologie der Bohrungen Wallau B98-BK5 und W07. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh.

- Hessen, **116**: 37–72, 17 Abb., Beil. 2; Wiesbaden.
- SCHMIDT, H. (1992): Mikrobohrspuren ausgewählter Faziesbereiche der tethyalen und germanischen Trias (Beschreibung, Vergleich, bathymetrische Interpretation). – Frankfurter geowiss. Arb., **A12**: 1–228, 45 Abb., 9 Tab., 11 Taf.; Frankfurt a.M.
- SCHNEIDER, J. & LE CAMPION-ALSUMARD, T. (1999): Construction and destruction of carbonates by marine and freshwater cyanobacteria. – Eur. J. Phycol., **34**: 417–426, 11 figs.; London.
- SCHNEIDER, J. & TORUNSKI, H. (1983): Biokarst on limestone coasts, morphogenesis and sediment production. – Mar. Ecol., **4**: 45–63, 11 figs.; Berlin.
- SCHOLZ, J. & VÁVRA, N. (2007): Eine neue Art der Gattung *Penemia* (Bryozoa, Cheilostomatida) aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän) des Mainzer Beckens. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 193–203, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- SITTLER, C. (1969): Le fossé rhénan en Alsace. Aspect structurel et histoire géologique. – Rev. geogr. phys. géol. dynam., **11** (5): 465–494, 20 figs., 2 tabs.; Paris.
- VOGEL, K., BALOG, S.-J., BUNDSCHUH, M., GEKTIDIS, M., GLAUB, I., KRUTSCHINNA, J. & RADTKE, G. (1999): Bathymetrical studies in fossil reefs, with microendoliths as paleoecological indicators. – Profil (GEYER-Festschrift), **16**: 181–191, 3 figs.; Stuttgart.
- 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** (1–3): 49–61, 1 fig., 1 tab.; Stuttgart.
- VOGEL, K., GEKTIDIS, M., GOLUBIC, S., KIENE, W.E. & RADTKE, G. (2000): Experimental studies on microbial bioerosion at Lee Stocking Island, Bahamas and One Tree Island, Great Barrier Reef, Australia: Implications for paleoecological reconstructions. – Lethaia, **33**: 190–204, 9 figs., 2 tabs.; Oslo.
- VOGEL, K., GOLUBIC, S. & BRETT, C.E. (1987): Endolith associations and their relation to facies distribution in the Middle Devonian of New York State, U.S.A. – Lethaia, **20**: 263–290, 14 figs.; Oslo.
- VOGEL, K. & MARINCOVICH, L. JR. (2004): Palaeobathymetric implications of microborings in Tertiary strata of Alaska, USA. – Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol., **206**: 1–20, 5 figs., 3 tabs.; Amsterdam.
- WILSON, M.A. (2007): Marine bioerosion bibliography: <http://www.wooster.edu/geology/bioerosion/bioerosion.html>
- WISSHAK, M., GEKTIDIS, M., FREIWALD, A. & LUNDÄLV, T. (2005): Bioerosion along a bathymetric gradient in a cold-temperate setting (Kosterfjord, SW Sweden): an experimental study. – Facies, **51**: 93–117, 16 figs.; Erlangen.
- ZHANG, Y. & GOLUBIC, S. (1987): Endolithic microfossils (Cyanophyta) from Early Proterozoic Stromatolites, Hebei, China. – Acta Micropal. Sin., **4**: 1–12, 3 pls.; Beijing.

KIRSTEN I. GRIMM¹, GUDRUN RADTKE² & DOROTHEE SPIEGLER³

Foraminiferen und Bolboformen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (tiefes Unter-Oligozän) der Bohrung Wallau B98-BK5

Foraminifers and bolboforms from the Middle Pechelbronn Beds (Early Oligocene) at drill site Wallau B98-BK5

Kurzfassung

Bei Wallau, östlich von Wiesbaden, wurden zwei tiefe Bohrungen niedergebracht, die über Rotliegend (Perm) u. a. mächtige Sedimente der Pechelbronn-Gruppe (Untere, Mittlere und Obere Pechelbronn-Schichten) aufschlossen. Die Foraminiferen- und Bolboformenfunde in den Mittleren Pechelbronn-Schichten werden hier vorgestellt.

Die Foraminiferen-Vergesellschaftungen können in vier Bereiche untergliedert werden, die überwiegend vollmarine Bedingungen widerspiegeln. Demnach belegen zunächst isolierte Foraminiferen-Funde die beginnende Transgression (B1), deren Höchststand sich mit größter Diversität der Foraminiferen im Bereich 2 zeigt (B2). Hiermit ist die erste marine Ingression im Unter-Oligozän in den nördlichen Oberrheingraben bzw. in das nordöstliche Mainzer Becken dokumentiert. Funde von Bolboformen in einer einzi-

gen Lage belegen mit ihrer Korrelation zur Lokalität Borken (Hessen) darüber hinaus die Meeresverbindung über die Hessische Straße zur Paläo-Nordsee. Der durch in- und epifaunale Foraminiferen-Vergesellschaftungen und durch Seegraswiesen geprägte flachmarine Ablagerungsraum verbracket zum Hangenden zunehmend (B3). Einzelte Ingressionen mit letzten Foraminiferen-Funden beenden die marine Phase (B4).

Aufgrund der benthischen Foraminiferen sind die Mittleren Pechelbronn-Schichten in die NSR 7a Zone (international smaller benthic zone) und in die NSB 6a Zone (North Sea benthic zone), d. h. in das tiefe Unter-Oligozän (unteres Rupelium) der internationalen Gliederung zu stellen.

Aus der untersuchten Bohrung wird *Bolboforma imperfecta* n. sp. SPIEGLER als neue Art beschrieben.

¹ PD Dr. K.I. Grimm (e-mail: dr.kirsten.grimm@stadt.mainz.de), Naturhistorisches Museum Mainz, Landessammlung für Naturkunde Rheinland-Pfalz, Reichklarastr. 10, D-55116 Mainz

² Dr. G. Radtke (e-mail: g.radtke@hlug.de), Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Rheingaustr. 186, D-65203 Wiesbaden

³ Dr. D. Spiegler (e-mail: dspiegler@geomar.de), Capitane Thiessenweg 9, D-24113 Molfsee

Abstract

Sediments of the Pechelbronn Group (Lower, Middle and Upper Pechelbronn Formation) and of the Rotliegend (Permian) are present in new drill sites near Wallau (east of Wiesbaden). Detailed investigations of foraminifers and bolboforms are presented and discussed.

The foraminiferal associations can be subdivided in four ranges. The beginning transgression is documented by some isolated foraminifers. The next younger assemblage indicates a maximum transgression showing the highest diversity of foraminifers. This is the first marine ingression during the Early Oligocene into the Northern Upper Rhine Graben and Mainz Basin. According to one layer containing *Bolboforma* species a correlation with the locality Borken (Hesse) is possible

and documents a marine gateway through the street of Hesse to the North Sea Basin. The shallow marine environment with epi- and infaunal foraminiferal assemblages and seagrass meadows changes to brackish and liminic towards the top. Cycles of regressions with last occurrences of foraminifers terminate the marine phase of the environment.

According to the benthic foraminifers the Middle Pechelbronn Formation can be correlated with the NSR 7a zone (international smaller benthic zone) and the NSB 6a zone (North Sea benthic zone), that means the lowermost Oligocene (Early Rupelian).

A new bolboform species is described: *Bolboforma imperfecta* n. sp. SPIEGLER.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	158
2. Material und Methoden	160
3. Ergebnisse und Diskussion	160
3.1 Foraminiferen	160
3.2 Bolboformen	162
3.2.1 Taxonomie	164
3.3 Paläoökologie	167
3.4 Stratigraphie und Korrelation	168
4. Zusammenfassung	169
5. Schriftenverzeichnis	169
6. Anhang	171

1. Einführung

Im nordöstlichen Mainzer Becken bei Wallau, östlich Wiesbaden (Abb. 1), waren bei der Voruntersuchung zur ICE-Neubaustrecke Köln–Rhein/Main bisher unbekannte Schichten zu beobachten. Anhand von zwei tiefen Bohrungen (Bl. 5916 Hochheim am Main: W07, R 34 55 234,

H 55 46 705, Endteufe 80,20 m und B98-BK5, R 34 55 220, H 55 46 660, Endteufe 170 m) wurden detaillierte Schichtenprofile erstellt (KÜMMERLE & RADTKE 2007, RADTKE et al. 2007). Unter quartärer Bedeckung sind – nur in der Bohrung W07 – wenige Meter der Wallau-Subformation

(Bodenheim-Formation, GRIMM et al. 2000, GRIMM & RADTKE 2002) und die Ablagerungen der Pechelbronn-Gruppe erschlossen. Diese liegen in der tieferen Bohrung (B98-BK5), die hier genauer untersucht wird, diskordant auf Rotliegend-Sedimenten aus dem Perm (KOWALCZYK 2007). Die Pechelbronn-Gruppe lässt sich in die Unteren (UPS), Mittleren (MPS) und Oberen (OPS) Pechelbronn-Schichten unterteilen. UPS und OPS bestehen aus alluvialen bis fluviatilen meist fossilfreien Sedimenten. Anhand der Fossilführung der Mittleren Pechelbronn-Schichten (feinlamierte karbonatische Tone, Mergel und Schwarzpelite) (39,55–93,75 m, Beil. 3) gelang die stratigraphische Einstufung der gesamten ca. 143 m mächtigen Schichtenfolge der Pechelbronn-Gruppe in das Ober-Eozän bis Unter-Oligozän, wobei die Grenze in den UPS liegt.

Nach SITTLER (1965) werden im Raum Pechelbronn die Mittleren Pechelbronn-Schichten vom Liegenden zum Hangenden in Zone fossilifère à *Mytilus* (ZFM), Zone fossilifère à Bryozoaire (ZFB) und Zone fossilifère à Hydrobiaire (ZFH) unterteilt. Diese Untergliederung der Mittleren Pechelbronn-Schichten kann auch in dem Profil der Bohrung Wallau B98-BK5 durchgeführt werden (Grenze ZFM/ZFB = 82,00 m, Grenze ZFB/ZFH = 68,00 m) (MARTINI & RADTKE 2007: Abb. 2, MARTINI & REICHENBACHER 2007, RADTKE et al. 2007).

Ein erster Nachweis von Schichtenfolgen der Pechelbronn-Gruppe im Mainzer Becken wird von WAGNER (1955) erbracht. Es folgen Dokumentationen durch SONNE (1963, 1970) und ROTHAUSEN & SONNE (1984). Die Mittleren Pechelbronn-Schichten bei Nackenheim/Bodenheim zeigen nur geringe Mächtigkeiten (DOEBL 1969, GRIEBEMER 2002).

Jüngste Bearbeitungen im Zuge der lithostratigraphischen Neudefinitionen von Gesteinsabfolgen (GRIMM 2005) stellen die z. T. verwirrend

und schlecht interpretierten Abfolgen der Pechelbronn-Gruppe neu zusammen. Früher beschriebene Schichtenfolgen im Mainzer Becken und nördlichen Oberrheingraben sowie vom Rand des Sprendlinger Horstes werden jetzt Abfolgen der Pechelbronn-Gruppe zugerechnet (GRIMM 2005). In den verschiedenen Teilbecken sind die Sedimente der Pechelbronn-Gruppe meist nur gering mächtig und häufig nur durch Bohrungen bekannt.

Foraminiferen wurden und werden im Oberrheingraben seit langem zur Einstufung der zahlreichen Bohrungen bei der Erdöl-/Erdgasexploration genutzt. Bolboformen wurden erstmals durch GRIEBEMER (2002) im Mainzer Becken und in Nordhessen dokumentiert. Sowohl Foraminiferen als auch Bolboformen sind auf marine Horizonte beschränkt.

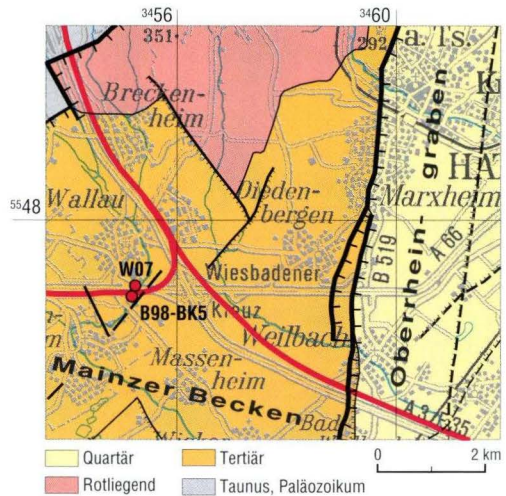


Abb. 1. Ausschnitt aus der Geologischen Karte (GÜK 300, Geologische Übersichtskarte von Hessen 1:300 000, dig. Ausgabe) mit der Lage der Bohrungen Wallau an der Abzweigung Wiesbaden der ICE-Neubaustrecke Köln–Rhein/Main (in rot).

2. Material und Methoden

Die Bohrung Wallau B98-BK5 wird von RADTKE et al. (2007) detailliert beschrieben. In der Abfolge der Pechelbronn-Gruppe sind größtenteils nur die Mittleren Pechelbronn-Schichten (39,50–93,70 m) fossilführend (MARTINI & RADTKE 2007: Beil. 1). Die 54,20 m mächtige Einheit ist intensiv beprobt und auf Mikrofossilien untersucht worden. Davon entfielen auf die karbonathaltigen Sedimente insgesamt 100 fossilführende Proben-Horizonte. Nur die Hälfte davon (51 Horizonte) enthält Foraminiferen. Bolboformen wurden in nur einem 5 cm mächtigen Horizont (Teufe 84,00–84,05 m) beobachtet. Zur Bestimmung der Fossilien wurden rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen (REM) erstellt. Um die Dichte der genommenen Proben zu verdeutlichen, wurden sie der Sedimentsäule gegenübergestellt (Beil. 3).

Die Proben wurden mit H_2O_2 aufbereitet, geschlämmt und auf Mikrofossilien ausgelesen. Meist wurde der gesamte Schlämmerückstand

durchgesehen, bei Rückstandsmengen über 20 g wurde dies auf ca. 15 Schüttungen beschränkt. Die Häufigkeiten der Foraminiferen sind auf eine Rangskala bezogen: bis 5 Exemplare = selten, 6 bis 30 Exemplare = häufig, über 30 Exemplare = massenhaft (Beil. 3). Die Erhaltung der Foraminiferen ist mäßig gut bis gut. Für die Analyse wurde die Morphogruppeneinteilung der agglutinierenden Foraminiferen nach JONES & CHARNOCK (1985) angewandt.

Die Proben mit den ausgelesenen Rückständen werden in der Sammlung des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG) (LB = Labornummer 15173–15961, 16172–16174) aufbewahrt. Die Bolboformen (alle LB 15330), aufgeklebt auf einem REM-Träger und goldbedampft, sind im Forschungsinstitut und Naturmuseum Senckenberg (Sektion Mikropaläontologie I, Katalog Einzeller XXVII) unter den Nummern SMF 7521–7529 hinterlegt.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Foraminiferen

Das Vorkommen der Foraminiferen in den Mittleren Pechelbronn-Schichten dokumentiert sich von 53,00–92,70 m Teufe in deutlich wechselnden Häufigkeiten (Beil. 3). Sie dominieren im unteren Profilabschnitt, nach oben hin zeichnet sich ein zunehmend lückenhaftes Auftreten ab. Anhand der Foraminiferen-Vergesellschaftungen können von unten nach oben vier Unterteilungen, nachfolgend als Bereiche (B1–B4) bezeichnet, unterschieden werden:

- B1** (87,55–92,70 m = 5,15 m [insgesamt 11 Proben, davon 7 fossilführend]),
- B2** (79,65–87,55 m = 7,95 m [25/25]),
- B3** (76,00–79,65 m = 3,75 m [14/9]),
- B4** (53,00–76,00 m = 23 m [33/10]).

Die Ablagerungen sind in den Übergangsbereichen zu den hangenden OPS, weniger zu den liegenden Unteren Pechelbronn-Schichten, von Foraminiferen-freien Sedimenten geprägt. Im Bereich B1 gilt dies auch für andere Kalkschaler wie Ostracoden, Mollusken und Otolithen (GRIEBEMER et al. 2007, JANSSEN 2007, MARTINI & RADTKE 2007, MARTINI & REICHENBACHER 2007). Die Foraminiferen-Fundlücken beschränken sich größtenteils auf die jüngeren Schichtenfolgen (Bereich 3 und 4). Besonders in Bereich 4 enthielten von insgesamt 33 Proben nur 10 Foraminiferen-Faunen (weitere 12 Foraminiferen-leere Horizonte oberhalb der letzten Fundschicht von 53,00 m). Hier sind ganze Foraminiferen-freie Sedimentabschnitte, zwischen 53,45–60,43 m (6 Horizonte)

und zwischen 68,43–75,15 m (11 Horizonte), zu beobachten. Im Bereich 3 sind dagegen solche Abschnitte seltener (3–4 Horizonte). B1 und B2 sind reich an Foraminiferen. Ein kurzer Abschnitt ist auch in B1 Foraminiferen-frei (89,70–91,20 m). Insgesamt ist die Reichweite des Foraminiferen-Vorkommens von 53,00–92,70 m gegenüber anderen Kalkschaler-Vorkommen, z. B. Ostracoden von 43,60–92,70 m (GRIEBEMER et al. 2007, MARTINI & RADTKE 2007) deutlich reduziert.

In den Sedimenten der Mittleren Pechelbronn-Schichten sind hauptsächlich benthische und nur untergeordnet planktonische Foraminiferen gefunden worden. Bei den Planktonen überwiegen kleine (maximal 230 μm , juvenile?), spinose planktische Foraminiferen (teils als *Turborotalia* sp. bestimmt) mit vier- bis fünfkammerigen Endwindungen und perforater Oberfläche (Taf. 2, Fig. 10, 11). Die meisten der Exemplare sind nicht näher bestimmbar.

Unter den Benthonten (Taf. 1) dominieren kleinwüchsige, mäßig artenreiche Foraminiferenfaunen mit hohen Anteilen juveniler Individuen. Nur in wenigen Proben sind die Vergesellschaftungen divers und individuenreich (Massenvorkommen). Die geringe Größe der Individuen, besonders aber der hohe Anteil an juvenilen Exemplaren ermöglicht oft nur eine Bestimmung auf Gattungsniveau. Vermutlich umfassen die sp.-Bestimmungen deshalb mehrere Arten.

Über das gesamte Vorkommen der Mittleren Pechelbronn-Schichten (Beil. 3) verteilen sich planktonische Foraminiferen (*Turborotalia* sp.), agglutinierte Foraminiferen (Agglutinierte indet.) sowie *Eponides* sp. und selten Milioliden. *Discorbis* sp. und *Rosalina* sp. treten nur gelegentlich auf.

Der Hauptanteil der benthischen Foraminiferen entfällt auf die Buliminen, Cibiciden und Bolivinen. Diese kommen größtenteils im unteren und mittleren Profilabschnitt (B1 bis B3) vor. Markant sind zwei Massenvorkommen in B2 (darunter viele juvenile Bolivinen), eines im oberen Teil von B3 und weitere sehr häufige Vorkommen in B1.

Die Bereiche B1 bis B4 zeichnen sich durch folgende Besonderheiten aus (Beil. 3):

B1 (87,55–92,70 m): einzelne Massenschichten von Bolivinen getrennt durch foraminiferenfreie Abschnitte:

Nonioniden (*Nonion* sp., *Nonion granosum*), Buliminen (*Bulimina carteri*, *Bulimina coprolithoides*) und *Eponides* sp. sind häufig (88,45–92,70 m). Einzelne Schichten zeigen Massenvorkommen von Bolivinen (*Bolivina sphaeroides*, *Bolivina* sp.) mit einem hohen Anteil an juvenilen Formen. Bolivinen und Buliminen prägen das Faunenbild.

B2 (79,65–87,55 m): zwei Abschnitte mit Massenvorkommen von Bolivinen und Buliminen:

Die Massenvorkommen von Bolivinen und Buliminen gliedern sich in zwei Teilbereiche auf. Im unteren (84,00–84,20 m) sind bei den Buliminen *B. carteri* und *B. pupoides* häufig sowie bei den Bolivinen *B. sphaeroides*, *Bolivina* sp. sogar massenhaft. Gleichzeitig sind erhöhte Anzahlen von *Turborotalia* sp. und *Nonion* sp. zu verzeichnen. Im oberen Massenvorkommen (81,40–82,00 m) treten diese wieder zurück, dafür ist in einer Probe *Quinqueloculina* sp. (81,95–82,00 m) sehr häufig vertreten. Hier sind Buliminen (*B. coprolithoides*) und Bolivinen (*B. sp.*) massenhaft, z. T. mit anderen Arten als unten anzutreffen. Ausschließlich in diesem Abschnitt sind *Valvulinerina* sp. (80,70–85,60 m) und wenige Polymorphiniden (84,00–84,10 m, 81,40–81,45 m und 80,70–80,74 m) gefunden worden. Hier tritt erstmals innerhalb des oberen Massenvorkommens *Baggina* sp. auf, die bis in die obersten Teilabschnitte (B 4) zu verfolgen ist (53,40–81,55 m).

B3 (76,00–79,65 m): Massenvorkommen von Cibiciden:

Dieser Teilabschnitt ist von Cibiciden (*Cibicides* cf. *truncatus*, *Cibicides* sp., *Planorbulina* sp.) dominiert. Der Übergangsbereich zu B2 (77,15–79,65 m) zeichnet sich durch besondere Artenarmut aus.

B4 (53,00–76,00 m): wenige Foraminiferen-führende und viele Foraminiferen-freie Abschnitte:

In diesem Foraminiferen-armen Abschnitt ist keine Dominanz einer Art zu beobachten.

Hier kommt *Adercotryma agterbergi* vor (einmalig in Teufe 75,65–75,70 m), auf der die stratigraphische Einstufung der Abfolge beruht.

3.2 Bolboformen

Bolboformen kennzeichnen marine Sedimente, die unter kühl-temperierten Bedingungen in mittleren und hohen Breiten zur Ablagerung kamen. Einen Abriss zum Kenntnisstand über *Bolboforma* geben SPIEGLER & SPEZZAFERRI (2005).

In der Bohrung Wallau B98-BK5 kommen Bol-

boformen im unteren Bereich der Mittleren Pechelbronn-Schichten, in einer 5 cm mächtigen Lage aus Teufe 84,00–84,05 m, vor.

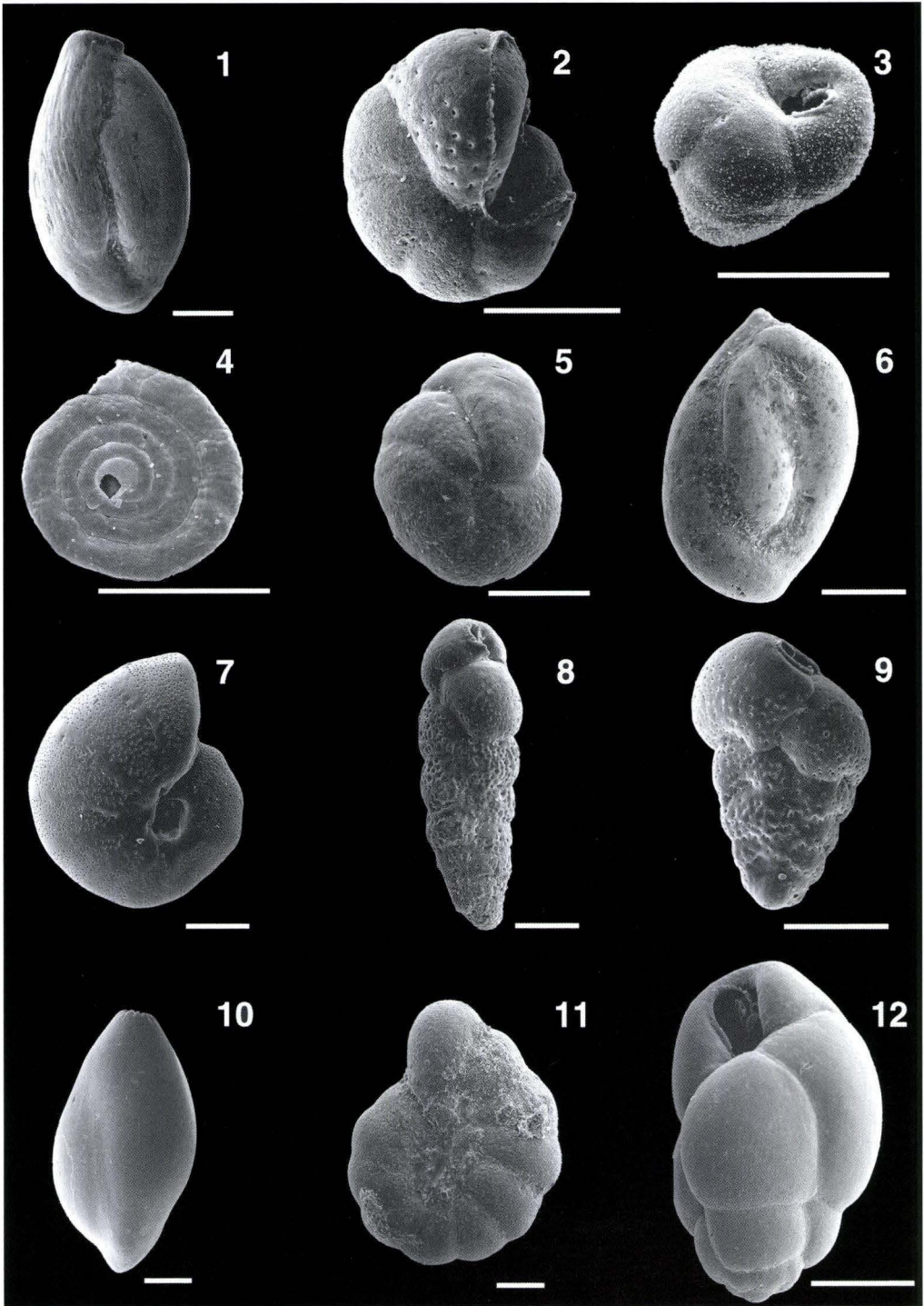
Bolboforma pustula SPIEGLER 1991, *B. imperfecta* n. sp. und eine nicht näher bestimmte *Bolboforma* sp. wurden beobachtet.

Tafel 1



Benthische Foraminiferen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrung Wallau B98-BK5 (Maßstab alle 100 µm).

- Fig. 1. *Pseudotriloculina mayeriana*, 67,11–67,14 m, LB 15316.
- Fig. 2. *Cibicides* sp., Umbilikalseite, 76,05–76,10 m, LB 15927.
- Fig. 3. *Baggina* sp., 81,45–81,50 m, LB 15948.
- Fig. 4. *Cornuspira* sp., 76,25–76,30 m, LB 15928.
- Fig. 5. *Cibicides* sp., Umbilikalseite, 76,25–76,30 m, LB 15928.
- Fig. 6. *Triloculina austriaca*, 81,95–82,00 m, LB 15936.
- Fig. 7. *Nonion* sp., 84,00–84,05 m, LB 15330.
- Fig. 8. *Bolivina* sp. 1, 84,00–84,05 m, LB 15330.
- Fig. 9. *Bolivina* sp. 2, 84,00–84,05 m, LB 15330.
- Fig. 10. *Polymorphina* sp., 84,10–84,15 m, LB 16172.
- Fig. 11. Rotaliide indet., 88,75–88,80 m, LB 15335.
- Fig. 12. *Bulimina coprolithoides*, 84,05–84,10 m, LB 16172.



3.2.1 Taxonomie

Incertae sedis

Familie Bolboformaceae SPIEGLER 1987

Gattung *Bolboforma* VON DANIELS & SPIEGLER 1974

***Bolboforma pustula* Spiegel 1991**

Taf. 2, Fig. 1, 2

1991 *Bolboforma pustula* SPIEGLER – SPIEGLER & VON DANIELS: 138–139, Taf. 4, Fig. 12–14.

Beschreibung: Gehäuse einkammerig, breiter als hoch, Durchmesser 150 μm , Höhe 100 μm , bipolar leicht abgeflacht, dicht besetzt mit kurzen kompakten breit-vierkantigen bis abgerundeten Pusteln, die entweder abgeplattet oder rundlich enden. Die lochförmige Apertur sitzt endständig auf einem kurzen, dicken Hals, der ebenfalls mit dicken Pusteln besetzt ist. Innenkapsel nicht bekannt.

Material: 3 Exemplare in der Bohrung Wallau B98-BK5, Teufe 84,00–84,05 m (SMF 7527–7528).

Bemerkung: *Bolboforma pustula* war bisher nur aus marinen Sedimenten des unteren Oligozäns der Süd-Hemisphäre bekannt, belegt durch Bohrungen im Süd-Atlantik, SW der Maurice Ewing Bank (DSDP 71-511) sowie von der Westflanke des Mittel-Atlantischen Rückens (DSDP 71-513A), vom Georgia Rise (ODP 114-699A) und vom Meteor Rise (ODP 114-703A), ferner aus dem Süd-Pazifik, vom Campbell Plateau (DSDP 29-277) (SPIEGLER & VON DANIELS 1991). Die Oberflächen der dort gefundenen Exemplare sind weniger dicht pustuliert. Die breite Gehäuseform stimmt aber gut überein mit den Exemplaren aus der Bohrung Wallau B98-BK5.

Stratigraphische Reichweite: Unter- bis Ober-Oligozän, NP 21–NP 24.

Tafel 2



Bolboformen (Fig. 1–9: Maßstab 30 μm) und planktonische Foraminiferen (Fig. 10, 11: Maßstab 100 μm) aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrung Wallau B98-BK5.

Fig. 1–2. *Bolboforma pustula* SPIEGLER 1991, 84,00–84,05 m, SMF 7527–7528.

Fig. 3. *Bolboforma* sp., 84,00–84,05 m, SMF 7529.

Fig. 4–9. *Bolboforma imperfecta* n. sp. SPIEGLER, 84,00–84,05 m, SMF 7521–7525.

Fig. 5. *Bolboforma imperfecta* n. sp. SPIEGLER, Holotyp SMF 7521.

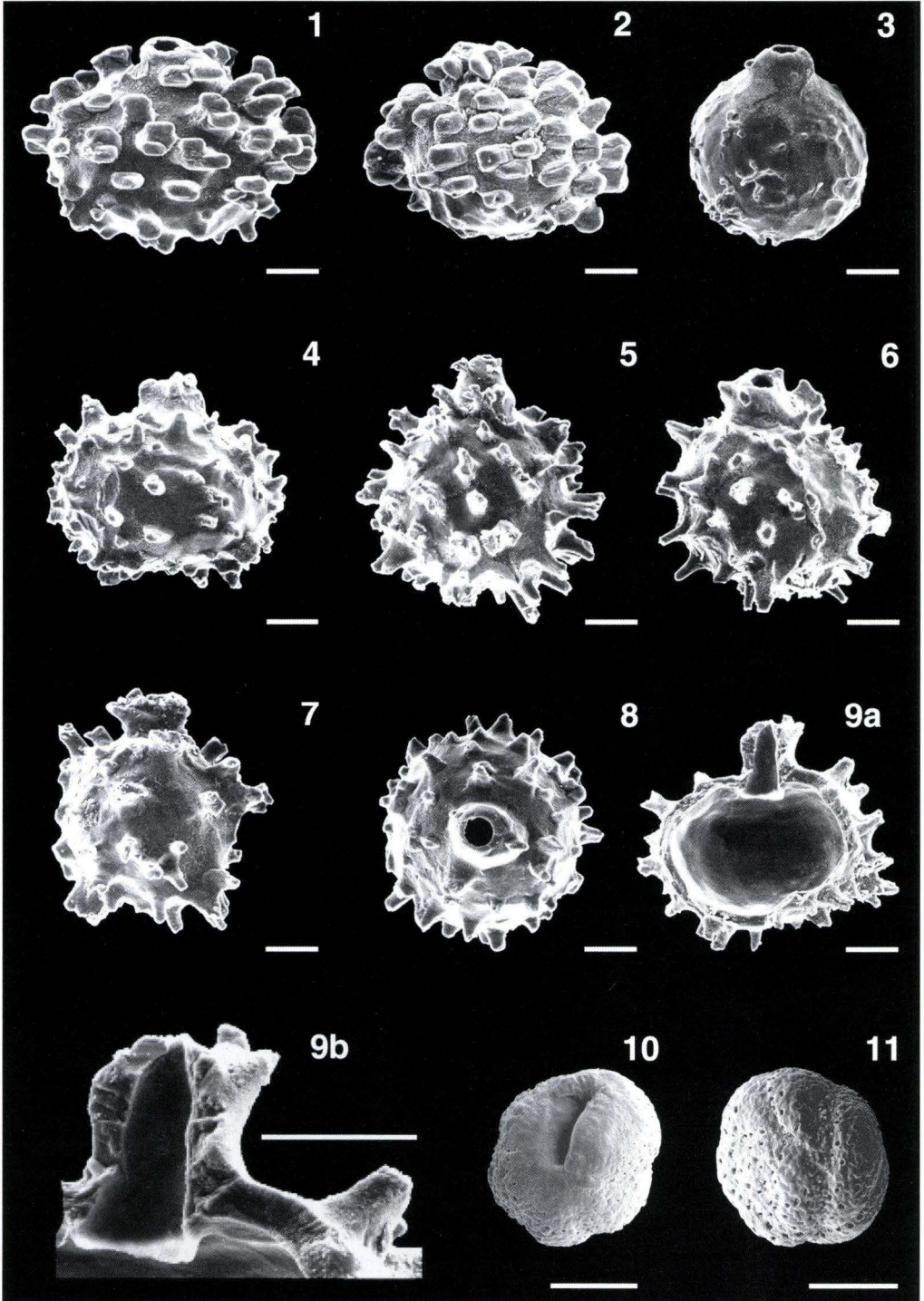
Fig. 4, 6–8. *Bolboforma imperfecta* n. sp. SPIEGLER, Isotypen SMF 7522–7525.

Fig. 9a. *Bolboforma imperfecta* n. sp. SPIEGLER, aufgebrochenes Exemplar, SMF 7526.

Fig. 9b. *Bolboforma imperfecta* n. sp. SPIEGLER, Detail der Mündung und des einschichtigen, monokristallinen Wandaufbaus, SMF 7526.

Fig. 10. *Turborotalia* sp., Umbilikalseite, 84,10–84,15 m, LB 16173.

Fig. 11. *Turborotalia* sp., Spiralseite, 84,10–84,15 m, LB 16173.



***Bolboforma imperfecta* n. sp. SPIEGLER**

Taf. 2, Fig. 4–9

- 1986 *Bolboforma irregularis* VON DANIELS & SPIEGLER – POAG & KAROWE: 165, Fig. 3F.
1991 *Bolboforma* cf. *latdorfensis* SPIEGLER – SPIEGLER & VON DANIELS: 137, Taf. 3, Fig. 9.
1993 *Bolboforma irregularis* VON DANIELS & SPIEGLER – GRÜTZMACHER: 82, Taf. 6, Fig. 4.
1993 *Bolboforma latdorfensis* SPIEGLER – GRÜTZMACHER: 83, Taf. 7, Fig. 1.
2002 *Bolboforma* cf. *latdorfensis* SPIEGLER – GRIEBEMER: 61, Taf. 1, Fig. 1–3.

Diagnose: Eine einkammerige globuläre *Bolboforma*, unregelmäßig ornamentiert mit weit stehenden kurzen Dornen und längeren Stacheln.

Diagnosis: Globular *Bolboforma* consisting of one chamber, with irregular ornamentation of short thorns and longer spines.

Beschreibung: Gehäuse einkammerig, variabel in Breite und Höhe d. h. sowohl breiter als hoch, kugelig oder höher als breit, mit kräftigem, endständig verdicktem Hals und einfacher Lochmündung. Gehäuse vollständig mit kurzen, spitz zulaufenden Dornen oder etwas längeren Stacheln besetzt. Kurze Dornen umranden auch den oberen Mündungshals. Zwischen den Dornen/Stacheln sind angedeutete Retikulationen zu erkennen. Durchmesser: 105–135 μm , Höhe: 90–115 μm . Innenkapsel nicht bekannt.

Etymologie: *imperfectum* (lat.) = unvollendet, im Vergleich zur Skulptur bei *B. latdorfensis*.

Holotyp: Taf. 2, Fig. 5 (SMF 7521).

Isotypen: Taf. 2, Fig. 4, 6–8 (SMF 7522–7525).

Material: Mehr als 100 Exemplare aus Bohrung Wallau B98-BK5.

Typus-Lokalität: Bohrung Wallau B98-BK5.

Typus-Horizont: 84,00–84,05 m, unterer Bereich der Mittleren Pechelbronn-Schichten, NP 22, Nannoplankton-Horizont 2 = 1. Vorkom-

men von *Trochoaster simplex* (MARTINI & RADTKE 2007: Beil. 1, MARTINI & REICHENBACHER 2007), Bereich 2 (nach Foraminiferen, 3.1), ZFM = Zone fossilifère à *Mytilus* (MARTINI & REICHENBACHER 2007, RADTKE et al. 2007), Bereich 1 (nach Ostracoden, GRIEBEMER et al. 2007).

Stratigraphische Reichweite: Unter-Oligozän, NP 22–NP 23.

Bemerkungen: Bei *Bolboforma* cf. *latdorfensis* aus dem Melanienton von Borken (NP 22) (GRIEBEMER 2002) sind die Retikulationen zwischen den Stacheln/Dornen etwas besser entwickelt als bei *B. imperfecta* von Wallau. An den anderen unten aufgeführten Fundorten kommt *B. imperfecta* zusammen mit der typischen *B. latdorfensis* vor, welche durch gut ausgebildete Retikulationen, denen Dornen/Stacheln aufsitzen, gekennzeichnet ist.

Weitere Vorkommen: Dänemark: Ølst, Basis Viborg Ton, Unter-Oligozän. Deutschland: Tagebau Altenburg IV bei Borken (Hessen), Melanienton D, NP 22, Unter-Oligozän. USA: Mississippi, Forest Hill Formation, Wayne Co., Unter-Oligozän. Südpazifik: Campbell Plateau, DSDP 29-277-2-1, 63–67 cm, NP 23, Unter-Oligozän. Lord Howe Rise, DSDP 90-592-34-5, 110 cm, NP 22, Unter-Oligozän.

***Bolboforma* sp.**

Taf. 2, Fig. 3

- 2002 *Bolboforma* sp. 2 GRIEBEMER: 61, Taf. 1, nur Fig. 6.

Beschreibung: Einkammerige globuläre, fast glatte Bolboformen, die von ganz schwach entwickelten Retikulationen und einigen unregelmäßig angeordneten kurzen Stacheln bedeckt sind. Gehäuse kugelig oder etwas breiter als hoch, mit dickem zylindrischen Hals und endständiger Lochmündung. Durchmesser: 100–130 μm , Höhe: 100–115 μm . Zyste nicht bekannt.

Material: 10 Exemplare aus Bohrung Wallau B98-BK5, 84,00–84,05 m (SMF 7529).

Bemerkung: Vorliegende Individuen könnten

auch als in der Ornamentation noch nicht entwickelte oder aber abgerollte *Bolboforma imperfecta* n. sp. gedeutet werden.

3.3 Paläoökologie

Die Foraminiferen-Vorkommen der Mittleren Pechelbronn-Schichten (Beil. 3) verweisen auf ein vollmarines bis brackisch-marines Milieu und lassen großräumige Meeresverbindungen vermuten.

Mehrere Transgressionsschübe sind aufgrund der Verteilung der Foraminiferen im Profil anzunehmen. Das Fehlen von Foraminiferen, hohe Anteile an juvenilen Individuen und geringe Diversitäten in bestimmten Abschnitten deuten auf ein saisonal geprägtes Milieu hin.

Die Einteilung der Foraminiferen-Fauna in Morphogruppen (JONES & CHARNOCK 1985) zeigt, dass die meisten der beobachteten benthischen Foraminiferen entweder infaunal oder epifaunal sessil gelebt haben. Frei lebende Foraminiferen auf Pflanzen treten nur untergeordnet auf.

Die Verteilung der Foraminiferen im Profil der Mittleren Pechelbronn-Schichten erlaubt eine Untergliederung in 4 Bereiche (Beil. 3). Der Bolboformen-Horizont wird als Maximum Flooding Surface der 1. Rupelium-Transgression gedeutet (GRIEBEMER et al. 2007):

Bereich 1 enthält mehrere Wechsel von fossilfreien und fossilreichen Abschnitten mit einzelnen Foraminiferen-Massenlagen. Nach Ablagerung der klastischen Unteren Pechelbronn-Schichten transgredierte das unteroligozäne Meer in mehreren Schüben in den zuvor alluvial bzw. fluviatil geprägten Ablagerungsbereich. Es lagerten sich in einem tiefer werdenden Sedimentationsraum mit max. 30 m Wassertiefe feinkörnig-karbonatische Sedimente mit einer infaunalen Foraminiferen-Fauna ab. Das Bodenmilieu war weitgehend aerob.

Bereich 2 zeigt die höchst diversen Foraminiferen-Faunen. Epi- und infaunale Massenvorkommen von Foraminiferen zeugen von Ablagerungs-

bereichen mit angenommenen Wassertiefen von ca. 30 m. Der Höchststand der Transgression ist dokumentiert durch die hochdiverse Foraminiferen-Assoziation und das Vorkommen der Bolboformen, womit auch die Verbindung zur Paläo-Nordsee belegt ist. Gehäuft auftretende planktonische Foraminiferen lassen weitreichende Paläo-Strömungen vermuten. In tonigen Sedimenten kam es gelegentlich zu eingeschränkten Bodensauerstoffversorgungen, wie Massenanreicherungen von Bolivinen und Bulminen belegen. Dies steht mit dem Ablagerungsmilieu der dort gehäuft auftretenden Schwarzpeliten im Einklang (RADTKE et al. 2007).

Auch mittels Ostracoden (GRIEBEMER et al. 2007) und kalkigem Nannoplankton (MARTINI & REICHENBACHER 2007) kann die Verbindung zum offenen Meer zurzeit des hier untersuchten Bereichs B2 belegt werden.

Die im **Bereich 3** nachgewiesenen Foraminiferen-Faunen enthalten einen hohen Anteil an sessilen (*Cibicides*-Arten) und frei auf Pflanzen lebenden (viele Milioliden) Arten, die typisch für Seegraswiesen sind. Submarine Wurzelspuren, pflanzenaufsitzende Ostracoden (GRIEBEMER et al. 2007) und herbivore Gastropoden (JANSSEN 2007) deuten ebenfalls auf Seegraswiesen und andere Pflanzen im Ablagerungsbereich. Der hohe Anteil an organischer Substanz im überlieferten Sediment verweist auf ein anaerobes bis dysaerobes Bodenmilieu unter der Seegrasbedeckung und erklärt das Fehlen bzw. die Seltenheit von infaunalen Foraminiferenarten. Die Ablagerung der Sedimente erfolgte im gut durchlichteten Bereich bei ca. 5–15 m Wassertiefe.

Im **Bereich 4** bilden sich bei einem flacher werdenden Ablagerungsraum mächtige lagunäre

Tonmergel. Sie sind deutlich brackisch-limnisch geprägt und zunehmend küstennah abgelagert. Einzelne letzte marine Einflüsse hinterließen in wenigen Lagen Foraminiferen, die wahrscheinlich nicht dem untersuchten Ablagerungsraum entstammen.

Für die Ablagerungszeit der Mittleren Pechelbronn-Schichten sind kühlgemäßigte Bedingungen anzunehmen. Die meisten der hier beobachteten Foraminiferen-Gattungen tolerieren Temperaturen von kalt bis warm. Bolboformen und Buliminen ziehen sogar ein kaltes bis gemäßigtes Milieu vor.

3.4 Stratigraphie und Korrelation

In stratigraphisch vergleichbaren Lokalitäten des Mainzer Beckens kann mit Hilfe von *Adercotryma agterbergi* eine stratigraphische Einstufung in die „international smaller benthic zone“ NSR 7a (HARDENBOL et al. 1998) vollzogen werden (GRIMM 2002). Auch Teile der hier untersuchten Bohrung Wallau können mit dem Auftreten von *Adercotryma agterbergi* (einmal bei 75,65 m) in die NSR 7a eingestuft werden. Durch das häufige Vorkommen von Buliminen ist auch eine Einstufung in die *Bulimina* Assemblage-Zone der Foraminiferenzonengliederung des Mainzer Beckens nach GRIMM (2002) durchführbar. Nach KING (1989) kann die beobachtete Foraminiferen-Vergesellschaftung in die „North Sea benthonic zone“ NSB 6a eingeordnet werden. Für diese ist *Cibicidoides truncanus* typisch, die im untersuchten Profil zwischen 76,25 und 77,70 m vorkommt (B3).

Somit erlaubt die Foraminiferen-Vergesellschaftung eine chronostratigraphische Einstufung in das tiefe Unter-Oligozän (tiefes Rupelium, entspricht regional dem Latdorfium).

Bolboformen kommen in der Bohrung Wallau nur zwischen 84,00–84,05 m Teufe vor. Dieser Horizont dokumentiert eine weitreichende hochmarine Transgression im Unter-Oligozän. Sie ist auch für regionale Korrelationen anwendbar.

Das untersuchte Profil dokumentiert sehr gut den Ablauf der ersten Rupelium-Transgression nach HARDENBOL et al. (1998) im Oberrheingraben und Mainzer Becken. Diese beginnt mit einem raschen Meeresspiegelanstieg (B1), einem Transgressionshochstand (B2, Maximum Flooding Surface nach GRIEBEMER et al. 2007) und der anschließenden Verflachung des Ablagerungsraumes, wobei sich unter regressiven Einflüssen zunächst Seegraswiesen (B3) und schließlich lagunäre brackisch-limnische Sedimente (B4) einstellen.

Nach GRIEBEMER (2002) kann man mit Hilfe des Bolboformen-Horizontes einen Teil des Melaniontons (C/D) des ehemaligen Braunkohlentagebaus Altenburg IV bei Borken (Hessen) mit den Mittleren Pechelbronn-Schichten direkt korrelieren. Foraminiferen-Untersuchungen von RITZKOWSKI (1967) aus diesem Tagebau zeigen eine ähnliche, aber stark kondensierte Foraminiferen-Abfolge mit Buliminen und Cibiciden wie in der Bohrung Wallau, so dass man von vergleichbaren Ablagerungsbedingungen ausgehen kann. Die paläogeographische Situation von Borken, ca. 130 km nördlich von Wallau in der Hessischen Straße gelegen, belegt, dass die marine Transgression der Mittleren Pechelbronn-Schichten aus dem Norden von der Paläo-Nordsee über die Hessische Straße erfolgte. Diese Beobachtung wird auch durch Ostracoden- (GRIEBEMER et al. 2007) und Otolithen-Funde bestätigt (MARTINI & REICHENBACHER 2007).

Die aus dem Nordmeer stammenden Bolboformen bevorzugen kühl-temperierte Klimaverhältnisse. Die gefundenen eingeschwemmten Landflore in Wallau mit immergrünen, frostempfindlichen Arten (freundliche schriftl. Mitt. Prof. Dr. Dieter Hans Mai, Berlin, 09.02.2005) sprechen dagegen deutlich für warm-temperierte Verhältnisse im terrestrischen Ablagerungsraum.

4. Zusammenfassung

Für die Foraminiferen-führenden Sedimente aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Bereich 1 bis Bereich 4) können überwiegend vollmarine Bedingungen postuliert werden (Beil. 3). Die im untersuchten Profil immer wieder auftretenden Foraminiferen-freien Ablagerungen deuten auf eingeschränkte Meeresverbindungen hin. Insgesamt wird ein saisonal geprägter Ablagerungsraum angenommen.

So dürfte das Meer – und damit die erste Ingression im Unter-Oligozän – durch einzelne Transgressionsschübe, die immer wieder durch Regressionen unterbrochen wurden, in den Oberrheingraben und das Mainzer Becken vorgegrungen sein (B1). Es entstand ein ruhiger Ablagerungsraum (max. 30 m Wassertiefe). Zum Hangenden (B2) herrschten vollmarine Bedingungen mit dem Höchststand der Transgression. Dies wird eindrucksvoll durch diverse Foraminiferengemeinschaften, Massenvorkommen von Bolivinen und Buliminen, häufiges Vorkommen von planktonischen Foraminiferen und dem Bolboformen-Vorkommen belegt. Nicht zuletzt beweist der nur 5 cm mächtige Horizont mit Bolboformen (bei ca. 84 m Teufe), die mit ebensolchen Funden der Lokalität Borken (Hessen) korreliert werden können, die Meeresverbindung über die Hessische Straße zur Paläo-Nordsee. Eine weitere Verflachung des Ablagerungsraumes folgte (ca. 5–15 m Wassertiefe), und ein Seegraswiesenmilieu entwickelte sich mit Massen auf Seegräsern festgehefteter Cibiciden (B3). Die

Regression setzte sich fort, eine limnisch-brakisch geprägte Lagune mit mächtigen Tonmergeln bildete sich, als sich das Meer weiter zurückzog (B4). Selten erreichten noch einzelne schwache Ingressionen die Region, nachgewiesen durch einige mitgeführte Foraminiferen-Funde.

Die hier untersuchten Ablagerungen sind vermutlich unter kühlgemäßigten Wasserbedingungen erfolgt.

Die Mittleren Pechelbronn-Schichten sind aufgrund von *Adercotryma agterbergi* in die NSR 7a Zone (international smaller benthic zone), in die NSB 6a Zone (North Sea benthonic zone) und regional in die *Bulimina* Assemblage-Zone nach GRIMM (2002), d. h. dem tiefen Unter-Oligozän (unteres Rupelium) der internationalen Gliederung zuzuordnen.

Die neue Art *Bolboforma imperfecta* n. sp. SPIEGLER wird eingeführt.

Danksagung: Wir danken Herrn J. Dengler für die umfangreiche Aufbereitung und das Auslesen der Fossilien, Herrn J. von Hößle und Frau M. Peter (alle HLU) für weitere technische Leistungen und Herrn M. Maus (Univ. Mainz) für Hilfe bei den REM-Aufnahmen der Foraminiferen. Die REM-Aufnahmen der Bolboformen wurden an der Universität Kiel dankenswerterweise von Frau U. Schuldt und Frau M. Minning angefertigt. Herrn Dr. M.C. Grimm (Mainz) sei herzlich gedankt für wertvolle Diskussion.

5. Schriftenverzeichnis

DANIELS, C.H. VON & SPIEGLER, D. (1974): *Bolboforma* n. gen. (? Protozoa) – eine neue stratigraphisch wichtige Gattung aus dem Oligozän/Miozän Nordwestdeutschlands. – Paläont. Z., **48**: 57–76, 3 Abb., 3 Taf.; Stuttgart.

DOEBL, F. (1969): Ein Oberflächenaufschluss in den Pechelbronner Schichten (Sannois) bei Nackenheim

(Westliches Mainzer Becken). – Oberrhein. geol. Abh., **18**: 47–51, 1 Abb.; Karlsruhe.

GRIEBEMER, T.W. (2002): The *Bolboforma* Signal. A Distinct Level for Correlating Lower Oligocene Deposits (NP 22), the Melania Clay Formation of Northern Hesse (Hessian Depression) with the Middle Pechelbronn Formation of the Mainz Basin

- (Rhine-Palatinate, Germany). - In: GÜRS, K. (ed.): Northern European Cenozoic Stratigraphy. - Proc. 8th Biann. Meet. RCNNS/RCNPS: 57–66, 6 figs., 1 pl.; Flintbek.
- GRIEBEMER, T.W., UFFENORDE, H. & RADTKE, G. (2007): Die Ostracoden der Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän) in der Bohrung Wallau B98-BK5 (nordöstliches Mainzer Becken). - In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). - Geol. Abh. Hessen, **116**: 173–192, 3 Abb., 1 Taf., Beil. 4; Wiesbaden.
- GRIMM, K.I. (2002): Foraminiferal zonation of early Oligocene deposits (Selztal-Group, Latdorfian, Rupelian) in the Mainz Basin, Germany. - J. Micropal., **21**: 1–8, 3 figs., 1 pl.; London.
- GRIMM, K.I., GRIMM, M.C. & SCHINDLER, T. (2000): Lithostratigraphische Gliederung im Rupelium/Chattium des Mainzer Beckens, Deutschland. - N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **218** (3): 343–397, 4 Abb.; Stuttgart.
- GRIMM, K.I. & RADTKE, G. (2002): Lithostratigraphische Gliederung im Rupelium/Chattium des Mainzer Beckens, Deutschland: Wallau-Subformation („Unterer Rupelton“); Bodenheim-Formation/Selztal-Gruppe. - Geol. Jb. Hessen, **129**: 127–131, 2 Abb.; Wiesbaden.
- GRIMM, M.C. (2005): Beiträge zur Lithostratigraphie des Paläogens und Neogens im Oberrheingebiet (Oberrheingraben, Mainzer Becken, Hanauer Becken). - Geol. Jb. Hessen, **132**: 79–112, 4 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- GRÜTZMACHER, U.J. (1993): Die Veränderungen der paläogeographischen Verbreitung von *Bolboforma*. Ein Beitrag zur Rekonstruktion und Definition von Wassermassen im Tertiär. - GEOMAR Report, **22**: 104 S.; 27 Abb., 3 Taf.; Kiel.
- HARDENBOL, J., THIERRY, J., FARLEY, M.B., JACQUIN, T., DE GRACIANSKY, P.-C. & VAIL, P.R. (1998): Cenozoic biochronostratigraphy. - In: DE GRACIANSKY, P.-C., HARDENBOL, J., JACQUIN, T. & VAIL, P.R. (eds.): Mesozoic and Cenozoic sequence stratigraphy of European basins, SEPM Spec. Publ., **60**: Tab. 3; Tulsa.
- JANSSEN, R. (2007): Mollusken aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (tiefes Unter-Oligozän) der Bohrungen W07 und B98-BK5 bei Wallau (Hessen). - In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). - Geol. Abh. Hessen, **116**: 205–233, 1 Abb., 6 Taf., Beil. 5; Wiesbaden.
- JONES, R.W. & CHARNOCK, M.A. (1985): „Morphogroups“ of agglutinating foraminifera. Their life positions and feeding habits and potential applicability in (paleo)ecological studies. - Rev. Paléobiol., **4** (2): 311–320, 3 figs., 1 tab.; Genève.
- KING, C. (1989): Cenozoic of the North Sea. - In: JENKINS, D.G. & MURRAY, J.W. (eds.): Stratigraphical atlas of fossil foraminifera: 419–489, 14 figs., 9 tabs.; Southampton.
- KOWALCZYK, G. (2007): Die Rotliegend-Sedimente in der Bohrung Wallau B98-BK5. - In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). - Geol. Abh. Hessen, **116**: 89–97, 4 Abb.; Wiesbaden.
- KÜMMERLE, E. & RADTKE, G. (2007): Die Geologie der Umgebung von Wallau (nordöstliches Mainzer Becken). - In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). - Geol. Abh. Hessen, **116**: 73–88, 8 Abb.; Wiesbaden.
- MARTINI, E. & RADTKE, G. (2007): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation) – Einführung und Synthese. - In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). - Geol. Abh. Hessen, **116**: 7–36, 10 Abb., 1 Tab., Beil. 1; Wiesbaden.
- MARTINI, E. & REICHENBACHER, B. (2007): Nannoplankton und Fisch-Otolithen in den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän, Oberrheingraben/Mainzer Becken). - In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). - Geol. Abh. Hessen, **116**: 235–273, 9 Abb., 9 Tab., 3 Taf.; Wiesbaden.
- POAG, W.C. & KAROWE, A.L. (1986): Stratigraphic potential of *Bolboforma* significantly increased by new finds in the North Atlantic and South Pacific. - Palaios, **1**: 162–171, 6 figs.; Lawrence.
- RADTKE, G., LIPPMANN, R. & GAUPP, R. (2007): Neues Vorkommen der Pechelbronn-Gruppe im Mainzer Becken (Ober-Eozän – tiefes Unter-Oligozän, Deutschland) – Lithologie und Sedimentologie der Bohrungen Wallau B98-BK5 und W07. - In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). - Geol. Abh. Hessen, **116**: 37–72, 17 Abb., Beil. 2; Wiesbaden.

- RITZKOWSKI, S. (1967): Die Feingliederung des Hessischen Melanientons (Unteroligozän, nördliches Hessen). – *Geologica et Palaeontologica*, **1**: 97–100, 2 Abb.; Marburg.
- ROTHAUSEN, K. & SONNE, V. (1984): Mainzer Becken. – Sammlung geol. Führer, **79**: 203 S., 21 Abb., 47 Taf., 3 Tab.; Stuttgart (Borntraeger).
- SITTLER, C. (1965): Le Paléogène des fossés rhénan et rhodanien. Études sédimentologiques et paléoclimatiques. – Thèse Fac. Sci. Univ. Strasbourg: 392 p., 101 figs., 120 tab.; Strasbourg.
- SONNE, V. (1963): Zur Verbreitung unteroligozäner Schichten (Sannois) im westlichen Mainzer Becken. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**: 197–205, 3 Abb.; Wiesbaden.
- SONNE, V. (1970): Das nördliche Mainzer Becken im Alttertiär; Betrachtungen zur Paläogeographie, Paläogeographie und Tektonik. – *Oberrhein. geol. Abh.*, **19**: 1–28, 12 Abb., 1 Tab.; Karlsruhe.
- SPIEGLER, D. (1987): Encapsulated *Bolboforma* (Algae, Chrysophyta) from Late Miocene deposits in the North Atlantic. – *Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol.*, **24**: 157–166, 3 pls.; Leiden.
- SPIEGLER, D. & DANIELS, C.H. VON (1991): A stratigraphic and taxonomic atlas of *Bolboforma* (Proto-phytes, Incertae sedis, Tertiary). – *Journ. Foram. Research*, **21**: 126–158; 5 figs., 12 pls.; Washington D.C.
- SPIEGLER, D. & SPEZZAFERRI, S. (2005): *Bolboforma* – an overview. – *Paläont. Z.*, **79**: 167–181, 6 figs.; Stuttgart.
- WAGNER, W. (1955): Das Auftreten von Unteroligozän im Mainzer Becken. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **83**: 228–236; Wiesbaden.

6. Anhang

Liste der identifizierten Foraminiferen

- Quinqueloculina* sp.
Triloculina austriaca D'ORBIGNY 1846
Triloculina sp.
Pseudotriloculina mayeriana (D'ORBIGNY 1846)
Polymorphina sp.
Turrilina alsatica ANDREAE 1884
Nodosariidae indet.
Bulimina carteri BHATIA 1955
Bulimina coprolithoides ANDREAE 1884
Bulimina pupoides (D'ORBIGNY 1846)
Bulimina elongata D'ORBIGNY 1846
Bulimina sp.
Buliminella elegantissima (D'ORBIGNY 1839)
Globobulimina sp.
Cibicidoides cf. *truncanus* (GUEMBEL 1868)
Cibicides aknerianus (D'ORBIGNY 1846)
Cibicides sp.
Planorbulina sp.
Nonion granosum (D'ORBIGNY 1826)
Nonion sp.
Valvulinerina sp.
Baggina sp.
Bolivina sphaeroides MEHRNUSCH 1990
Bolivina beyrichi REUSS 1851
Bolivina spp.
Discorbis sp.
Eponides sp.
Adercotryma agterbergi GRADSTEIN & KAMINSKI 1989
Rosalina sp.
Turborotalia sp.
Rotaliidae indet.
Cornuspira sp.
Agglutinierende Foraminifera indet.
Foraminifera indet.

THOMAS W. GRIEßEMER¹, HENNING UFFENORDE² & GUDRUN RADTKE³

Die Ostracoden der Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän) in der Bohrung Wallau B98-BK5 (nordöstliches Mainzer Becken)

Ostracods from the Middle Pechelbronn Beds (Early Oligocene) at drill site Wallau B98-BK5 (northeastern Mainz Basin)

Kurzfassung

Aus der Kernbohrung Wallau B98-BK5 wird die stratigraphische Verbreitung der Ostracoden in den Mittleren Pechelbronn-Schichten (mittlerer Teil der Pechelbronn-Gruppe; frühes Rupelium) beschrieben.

Die Ostracoden erlauben nach bisheriger Auswertung die Mittleren Pechelbronn-Schichten in fünf Ostracodenbereiche (vom Liegenden zum Hangenden OB1 bis OB5) zu unterteilen. Die Bereiche lassen sich – mit nur geringen Abweichungen – vom nördlichen über das südliche Mainzer Becken bis in den Oberrheingraben verfolgen. Die Entwicklung von vorwiegend marinen zu brackisch-limnischen Ostracoden-Assoziatio-

nen sowie die fleckenhafte Verteilung von Arten aus marinen, brackischen und limnischen Paläomilieus innerhalb der Bereiche zeigen, dass die Salinität der primär steuernde Faktor ist. Daneben spielen Ostracoden des Phytals im mittleren Teil des Bohrprofils eine bedeutsame Rolle.

Das sporadische Vorkommen einzelner mariner Ostracoden-Arten weist auf größere marine Flooding Surfaces (Transgressionsereignisse) in einem T/R-Zyklus. In diesem Zusammenhang wird der Bolboformen-Horizont als Maximum Flooding Surface der 1. Rupelium-Transgression gedeutet.

Abstract

The stratigraphical distribution of the Ostracoda, found in the Middle Pechelbronn Beds (mid-

dle part of the Pechelbronn Group, Early Rupelian) is described from the drill site Wallau B98-BK5.

¹ Dipl.-Geol. T.W. Grießemer (e-mail: thgriesemer@compuserve.de), Robert-Schumann-Str. 61, D-67105 Schifferstadt

² Dr. H. Uffenorde (e-mail: 01722305426@vodafone.de), Geowissenschaftliches Zentrum der Universität Göttingen, Goldschmidt-Str. 3, D-37077 Göttingen

³ Dr. G. Radtke (e-mail: g.radtke@hlug.de), Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Rheingaustr. 186, D-65203 Wiesbaden

The ostracod associations allow the subdivision of the Middle Pechelbronn Beds into five units. These informal zones can be traced – with only minor changes – from the northern Mainz Basin southwards and into the Upper Rhine Graben. Major stratigraphical events are recognizable till to the southern Upper Rhine Graben. Based upon marker species, these associations show a development from predominantly marine to more brackish-limnic conditions; the patchy distribution of marine, brackish, and limnic

Ostracoda within the zones points to salinity as a major controlling factor. Moreover, aquatic plants seem to play an important role in the middle part of the cored section.

The sporadic occurrence of marine ostracod species is thought to be due to major flooding surfaces within a T/R-cycle. In this context, the *Bolboforma* level is interpreted as maximum flooding surface of the 1st Rupelian transgression.

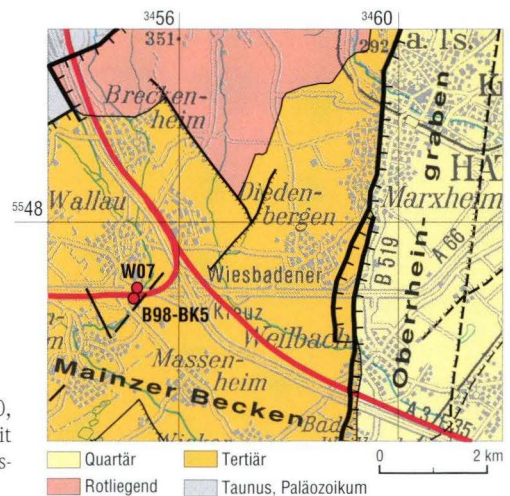
Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	174
2. Material und Methoden	175
3. Stand der Forschung	176
4. Ostracodenverteilung	180
5. Ergebnisse	184
6. Diskussion	186
7. Schriftenverzeichnis	187
8. Anhang	191

1. Einleitung

Im Zuge von Voruntersuchungen zur ICE-Neubaustrecke Köln–Rhein/Main sind bei Wallau, östlich Wiesbaden (Nähe Autobahnkreuz A3/A66 – Wiesbadener Kreuz, Abb. 1) zwei Bohrungen von 80,20 m (Wallau W07, Bl. 5916 Hochheim am Main, R 3455234, H 5546705, 133,58 m NN) und 170 m (Wallau B98-BK5, Bl. 5916 Hochheim am Main, R 3455220, H 5546660, 134,50 m NN) Teufe im Abstand von ca. 50 m abgeteuft worden (KÜMMERLE & RADTKE 2007).

Abb. 1. Ausschnitt aus der Geologischen Karte (GÜK 300, Geologische Übersichtskarte 1:300 000, dig. Ausgabe) mit der Lage der Bohrungen Wallau an der Abzweigung Wiesbaden der ICE-Neubaustrecke Köln–Rhein/Main (in rot).



Die Bohrung W07 erschloss unter quartärer Bedeckung im Hangenden von Mittleren und Oberen Pechelbronn-Schichten noch wenige Meter der Bodenheim-Formation (Wallau-Subformation, GRIMM & RADTKE 2002). In der Bohrung B98-BK5 ist die Pechelbronn-Gruppe (Untere, Mittlere und Obere Pechelbronn-Schichten) sensu GRIMM (2005) mit 142,75 m Mächtigkeit aufgeschlossen. Diese liegt diskordant auf Rotliegend.

Die Pechelbronn-Gruppe wird nach GRIMM (2005) chronostratigraphisch in das späte Ober-Eozän bis Unter-Oligozän (Priabonium bis frühes Rupelium) eingestuft (MARTINI & RADTKE 2007). Die Eozän/Oligozän-Grenze käme danach in den Unteren Pechelbronn-Schichten zu liegen.

Bei den weitgehend fossilereeren Unteren und Oberen Pechelbronn-Schichten sind zunächst aluviale, später ausschließlich fluviatil abgelagerte Sedimente (Tone und Kiese, selten Silte) anzu-

treffen (RADTKE et al. 2007).

Der Schwerpunkt der biostratigraphischen Untersuchungen lag in den fossilreichen 54,20 m mächtigen Mittleren Pechelbronn-Schichten (MARTINI & RADTKE 2007: Beil. 1). Hierbei handelt es sich um eine Wechsellagerung von karbonatischen Tonen, feingeschichteten Mergeln, z.T. scharf begrenzten Schwarzpeliten und homogenen Tonen. Die Sedimentabfolge in der Bohrung Wallau B98-BK5 ist in RADTKE et al. (2007) detailliert beschrieben. Erste Untersuchungsergebnisse der Bohrungen Wallau sind in RADTKE et al. (2003) dargestellt.

Die Ostracoden-Taxonomie und -Stratigraphie dieser Arbeit lag zunächst in den Händen von T.W. Griebemer; er erstellte ein Rohmanuskript, das von H. Uffenorde (mit kleinen taxonomischen Korrekturen) und G. Radtke überarbeitet sowie erweitert wurde.

2. Material und Methoden

Für die vorliegenden Untersuchungen wurde die Bohrung Wallau B98-BK5 eingehend beprobt. Die Probenentnahme, Probenaufbereitung und größtenteils auch die Fossilanalyse wurde durch das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) vorgenommen. GRIMM et al. (2007) beschreiben detailliert die Aufbereitungsmethodik, die auch für die Ostracoden relevant ist. Von insgesamt 107 Proben enthielten nur 15 keine Ostracoden.

Die Bohrung Wallau W07 wurde zwar auch beprobt, aufbereitet und die Ostracoden bestimmt, da es aber bezüglich der Ostracoden keine größeren Unterschiede zwischen den Bohrungen gibt, wird hier nicht näher auf sie eingegangen. Die Bohrung Wallau W07 schließt nur OB4 und OB5 (s.u.) auf und reicht ca. bis zu dem Horizont 67,11–67,14 m der Bohrung B98-BK5.

Die in Beil. 4 dargestellte Häufigkeitsverteilung der Ostracoden wurde nach dem Ersteinsetzen der Taxa (FO) geordnet und ist in selten (1–

5 Exemplare), verbreitet (5–15), häufig (15–50) und massenhaft (> 50) gegliedert. Ostracodenschalen-Bruchstücke, larvale als auch nicht näher bestimmbare Klappen wurden in Beil. 4 unter „?“ zusammengefasst.

Es wurden bisher 44 Arten bzw. Unterarten gefunden – davon 25 in offener Nomenklatur. Ein nicht zu unterschätzendes Problem, insbesondere in den Teufenabschnitten 44,95–56,89 m, 60,43–61,48 m, 68,40–69,60 m, 75,10–77,00 m und 81,40–81,50 m stellt die ungeheure Menge an Ostracoden-Klappen und -Gehäusen dar, die in aller Regel nur auf einige wenige Arten zu beziehen ist. Dagegen sind solche Massenvorkommen in den Teufenabschnitten unterhalb 81,50 m seltener zu beobachten. Nur gelegentlich war der verbliebene Schlämmrückstand so gering, dass eine derartige Probe quantitativ ausgelesen werden konnte. Die absolute Menge einer beobachteten Ostracoden-Art innerhalb der Abfolge erscheint nicht entscheidend, sondern deren –

auch in anderen Profilen beobachtet – stetes Vorkommen bzw. deren Assoziation mit anderen Ostracoden-Leitarten.

Die Identifikation der einzelnen Arten wird häufig durch Sediment gefüllte Klappen bzw. nicht mehr sichtbare Muskelabdrücke erschwert.

Solchen Erhaltungszuständen stehen fast hyaline Klappen (z.B. bei 84,00 m Teufe) gegenüber, welche nahezu perfekt erhalten sind.

Die ausgelesenen Gesamtrückstände werden in der Sammlung des HLUG (Labornummer = LB 15 172–15 940) aufbewahrt.

3. Stand der Forschung

Die Schichtenfolge der Mittleren Pechelbronn-Schichten wird im mittleren Oberrheingraben, basierend auf den Explorationsergebnissen des Erdölfeldes Pechelbronn in drei Abschnitte von oben nach unten unterteilt (GIGNOUX & HOFFMANN 1920: 16, SITTLER 1965):

- Marnes à Hydrobies (Zone fossilifère à Hydrobies = ZFH),
- Marnes à Bryozoaires (Zone fossilifère à Bryozoaires = ZFB),
- Marnes à *Mytilus* (Zone fossilifère à *Mytilus* = ZFM).

Diese Einteilung wurde für die Bohrungen Wallau übernommen (Beil. 4, MARTINI & RADTKE 2007).

Im unteren Teil der ZFH konnte für den nördlichen Teil des Ölfeldes Pechelbronn ein Cyrenen-führender Bereich zusätzlich ausgeschieden werden (GIGNOUX & HOFFMANN 1920: 16), der im südlichen Oberrheingraben auch an anderen Stellen vorkommt.

Diese drei Zonen lassen sich aufgrund ihrer Fossilführung ebenso im nördlichen Oberrheingraben und im Mainzer Becken erkennen. Der außerordentliche Fossilreichtum dieser Schichten führte zum Begriff „Versteinerungsreiche Zone“ (FÖRSTER 1909) bzw. „Zone fossilifère“ (GIGNOUX & HOFFMANN 1920, SCHNAEBELE 1948).

Die Faunen und Floren der verschiedenen Fossilgruppen (GRIMM et al. 2007, HOTTENROTT & PROSS 2007, JANSSEN 2007, MARTINI & REICHENBACHER 2007, RADTKE 2007, SCHOLZ & VÁVRA 2007; siehe MARTINI & RADTKE 2007: Beil. 1) wie auch ältere GR- und SP-Logs belegen, dass die Abfolge

mit der 1. Rupelium-Transgression zu korrelieren ist (u.a. GRIMM et al. 2000, GRIMM & GRIMM 2003, BERGER et al. 2005, DERER et al. 2005). Letztere Autoren stellen den Ru 1-T/R-Zyklus 3. Ordnung (HARDENBOL et al. 1998) für den nördlichen Oberrheingraben in den höchsten Teil des Zyklus C-I-1 (base-level rise hemicycle; unterer Teil der Mittleren Pechelbronn-Schichten) und in den tieferen Teil des Zyklus C-I-2 (base-level fall hemicycle; oberer Teil der Mittleren Pechelbronn-Schichten). Obwohl logstratigraphisch gut belegt, blieb zunächst unklar, wo innerhalb der Mittleren Pechelbronn-Schichten der biostratigraphisch nachgewiesene Maximum Flooding Surface der Sequenzstratigraphie liegt. Der Transgressionszyklus selbst ist bereits durch die zahlreichen Bohrungen der Erdölfirmer im Oberrheingraben bekannt, die Ostracoden durch DOEBL & MALZ (1962) vorwiegend in offener Nomenklatur sowie durch STCZEPINSKY (1960) beschrieben. Grobe stratigraphische Gliederungen mit Hilfe von Ostracoden, die auch das Mainzer Becken und den Oberrheingraben betreffen, wurden ferner von KEEN (1978) und GRAMANN (1988a, 1988b) veröffentlicht. GRAMANN (1966, Bestimmungen gemeinsam mit MOOS) wies erstmals auf gemeinsame Ostracoden des hessischen Melanientons und der Pechelbronn-Schichten hin und deutete die Hessische Straße als Bindeglied zwischen Oberrheingraben und dem Nordseebecken.

Aufgrund detaillierter stratigraphischer Untersuchungen mithilfe von Ostracoden wurde von GRIEBEMER (2002) eine fünfteilige Untergliederung

Lithostratigraphie		Ostracoden-Zonierungen				
		Südlicher Oberrheingraben PIRKENSEER & BERGER (2005)	Mainzer Becken GRIEBEMER (2002)	NE Mainzer Becken (diese Arbeit)		
Unter-Oligozän (Rupelium)	OPS				fluv.	
	Mittlere Pechelbronn-Schichten	ZFH	<i>Cytheromorpha zinndorfi</i> , <i>Hemicyprideis gilletteae</i> ?, <i>H. helvetica</i> (z.T. massenhaft) unterer Teil: <i>Cytheridea sandbergeri</i>	?	?	brackisch
		ZFH	<i>Candona pechelbronnensis</i> (FO), <i>Pseudocandona</i> sp. (FO), <i>Paralimnocythere rostrata</i> (FO), <i>Semicytherura dunkeri</i> (FO), <i>Schuleridea</i> aff. <i>perforata</i> ? (FO) Durchläufer-Arten: <i>C. zinndorfi</i> , <i>H. gilletteae</i> ?, <i>H. helvetica</i>	5: <i>Hemicyprideis parvula</i> , <i>H. trigonella</i> <i>Moenocypris olmensis</i> , <i>Candona (Typhlocypris)</i> <i>pechelbronnensis</i> <i>Semicytherura dunkeri</i> , <i>Hemicyprideis gilletteae</i>	5: <i>Hemicyprideis parvula</i> , <i>H. trigonella</i> <i>Moenocypris olmensis</i> , <i>Candona (Typhlocypris)</i> <i>pechelbronnensis</i> <i>Semicytherura dunkeri</i> , <i>Hemicyprideis gilletteae</i>	limnisch-brackisch
		ZFB	FO ab mittlerem Teil: <i>Cytheromorpha zinndorfi</i> , <i>Hemicyprideis gilletteae</i> ?, <i>Hemicyprideis helvetica</i>	4: <i>Sarsicytheridea</i> sp., <i>Loxoconcha</i> sp. 3: <i>Cytheridea pernota</i> * (= <i>Haplocytheridea pechelbronnensis</i>)*	4: <i>Hemicyprideis olmensis</i> , <i>Sarsicytheridea</i> sp., <i>Loxoconcha</i> spp. 3: <i>Cytheridea sandbergeri</i> - <i>Maximum</i> * (FO) unterer Teil: <i>Schuleridea (Aequacytheridea)</i> <i>rhenana</i>	brackisch
		ZFB	FO ab Basis: <i>Cytheridea sandbergeri</i> *	2: <i>Schuleridea rhenana</i> , <i>Grinioneis pechelbronnensis</i> , <i>Cytheridea pernota</i> *, <i>Loxoconcha</i> sp., <i>Sarsicytheridea</i> sp.	2: <i>Grinioneis pechelbronnensis</i> , <i>Grinioneis moosae</i> , <i>Haplocytheridea</i> sp.	(marin) ↑
		ZFM	<i>Grinioneis triebeli</i> (FO), <i>Hammatocythere herbertiana</i> (FO), <i>Cytheropteron triangulare</i> ? (FO), <i>Paracypris aerodynamica</i> ? (FO)	1: <i>Grinioneis triebeli</i> , <i>G.(?) camelus turbidus</i> , <i>Paracypris</i> sp., <i>Pterygocythereis ceratoptera</i> , <i>Cardobairdia boldi</i> , <i>Leguminocythereis obesa</i> , <i>Cytheridea pernota</i> *, <i>Hazelina indigena</i> , <i>Hazelina</i> n. sp.	1: oberer Teil: <i>Paracypris</i> aff. <i>propinqua</i> , <i>Cardobairdia boldi</i> <i>Grinioneis camelus</i> , <i>Leguminocythereis obesa</i>	marin
	ZFM	<i>Hazelina indigena</i> (FO), <i>Leguminocythereis</i> sp. (nec. <i>L. inflata</i>) (FO)		<i>Grinioneis triebeli</i> , <i>Cytheropteron</i> spp., <i>Hazelina indigena</i> , <i>Hazelina</i> n. sp.		
UPS				fluv.		

FO = First Occurrence = erstes, stratigraphisch tiefstes Vorkommen

ZFH = Zone fossilifère à Hydrobies, ZFB = Zone fossilifère à Bryozoaaires, ZFM = Zone fossilifère à *Mytilus*

* vorerst gleichgesetzte, noch revisionsbedürftige Arten (s. Kap. 3).

Abb. 2. Gegenüberstellung der Ostracoden-Zonierungen von GRIEBEMER (2002) und dieser Arbeit für das Mainzer Becken und PIRKENSEER & BERGER (2005) für den südlichen Oberrheingraben (leicht verändert).

rung der Mittleren Pechelbronn-Schichten, basierend auf dem Probenmaterial von DOEBL (1969) aus der Tongrube Nackenheim, ca. 8 km südlich von Mainz, vorgestellt. Die in dieser Tongrube beobachteten fünf Ostracoden-Assoziationen (Abb. 2) zeigen eine Tendenz vom marinen Milieu (*Grinioneis camelus*, *G. triebeli*, *Hazelina indigena*, *H. sp. 1*) im tieferen Teil über brackisch-marine (*Grinioneis pechelbronnensis*) zu brackischen (*Cytheridea pernota*) und limnisch-brackischen Verhältnissen (*Hemicyprideis* spp., *Semicytherura dunkeri*, mit höheren Anteilen an limnischen Ostracoden wie *Moenoocypris olmenensis* und *Candona pechelbronnensis*) und deuten

somit auf eine Veränderung der paläoökologischen Bedingungen hin. Die Faunenentwicklungen innerhalb der Abfolge zeigen eine deutliche Abhängigkeit von Schwankungen der Salinität. PIKENSEER & BERGER (2005) stellten jüngst eine biostratigraphische und paläoökologische Auswertung der oligozänen Ostracoden aus dem südlichen Oberrheingraben vor (Abb. 3: Allschwil 2).

Abb. 2 stellt die Ostracoden-Zonierung im Mainzer Becken (GRIEBEMER 2002, diese Arbeit) der im südlichen Oberrheingraben (Brg. Allschwil 2) angewendeten Gliederung (PIKENSEER & BERGER 2005) gegenüber. Kurz oberhalb der Basis der Mittleren Pechelbronn-Schichten beginnt

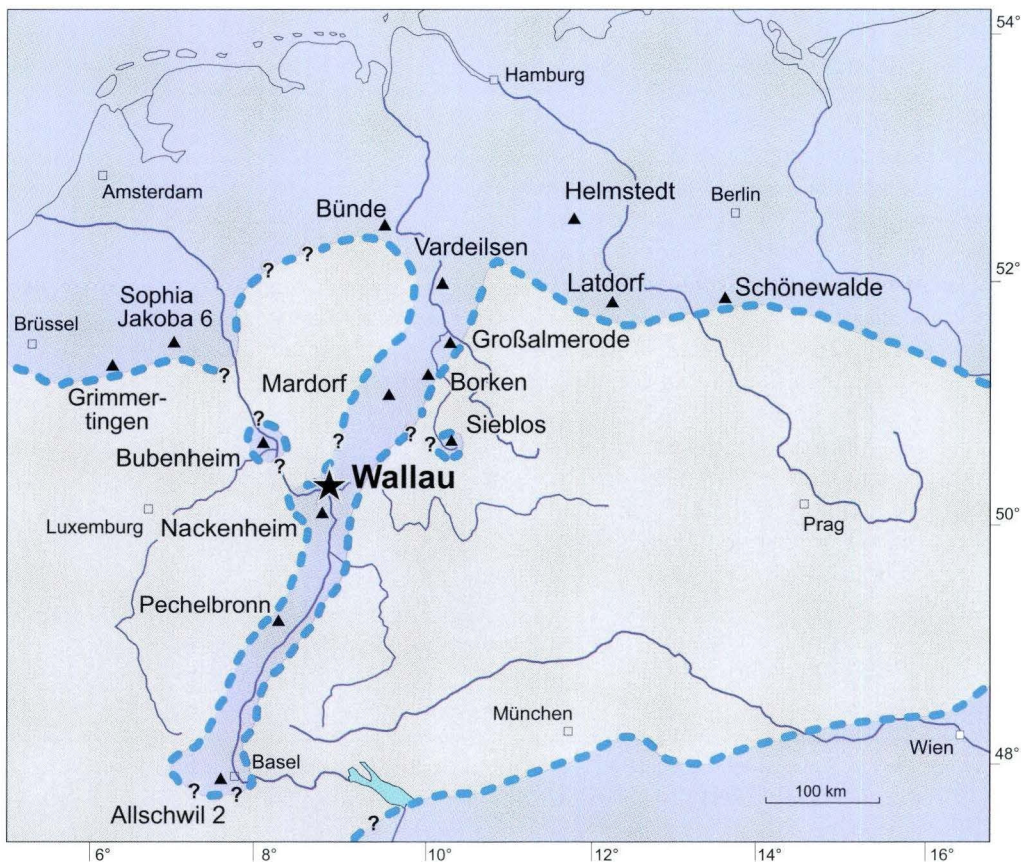


Abb. 3. Paläogeographie der Mittleren Pechelbronn-Schichten und des Melanientons (nach MARTINI 1987 und RADTKE et al. 2003, leicht verändert).

die Ostracodenführung im südlichen und nördlichen Oberrheingraben mit *Hazelina indigena* und einer *Leguminocythereis*, deren Artzugehörigkeit von PIRKENSEER & BERGER für den südlichen Oberrheingraben noch nicht festgelegt wurde. *Grinoneis triebeli* als weitere wichtige Leitform kommt mit etwas Verzögerung über dem Beginn der Ostracodenführung in den Mittleren Pechelbronn-Schichten in der Brg. Allschwil 2 vor; dies gilt auch für die Gattung *Paracypris* (mit bislang unsicherer Artzugehörigkeit). Hingegen hat eine andere *Grinoneis*-Art, *G. camelus*, im Mainzer Becken bislang ihre südlichste Verbreitung (GRIEBEMER 2002), während *Hammatocythere hebertiana* sowie *Cytheropteron triangulare* (?) im Mainzer Becken fehlen und im Oberrheingraben auf dessen südlichen Teil beschränkt zu sein scheinen (PIRKENSEER & BERGER 2005).

Das Ersteinsetzen (First Occurrence = FO) von *Cytheridea sandbergeri* (vermutlich *Cytheridea pernota* sensu GRIEBEMER 2002) in der Brg. Allschwil 2 ist mit dem massenhaften Vorkommen im OB2 in Nackenheim (GRIEBEMER 2002) und mit dem unteren Teil des OB3 in Wallau zu korrelieren. Der Schwerpunkt dieses Massenvorkommens in Nackenheim liegt im OB3. Die Grenze OB2/OB3 scheint in Wallau gegenüber Nackenheim leicht versetzt zu sein (Abb. 2). Der Ostracodenbereich OB4 konnte in der Brg. Allschwil 2 nicht nachgewiesen werden. Erst das Einsetzen von *Semicytheridea dunkeri* und *Candona pechelbronensis* sowie das verbreitete und massenhafte Vorkommen von limnisch-brackischen Ostracoden ist zwischen beiden Regionen wieder gut zu korrelieren (OB5, Abb. 2, GRIEBEMER 2002).

Das erneute Vorkommen der *Cytheromorpha zinndorfi* - *Hemicyprideis* spp. - *Cytheridea sandbergeri* -Assoziation im höchsten Teil der Mittleren Pechelbronn-Schichten der Brg. Allschwil 2 hat sowohl in Nackenheim als auch in der Bohrung Wallau B98-BK5 keine Entsprechung. Inwiefern diese Assoziation eine lokale ökologische Ostracodenvergesellschaftung im südlichen Oberrheingraben ist, muss einstweilen offen bleiben.

KEEN (1989) brachte eine Übersicht über die

paläoökologische Differenzierung der oligozänen Ostracoden des Nordseebeckens einschließlich des Pariser und Mainzer Beckens, die hier für ökologische Vergleiche herangezogen werden kann. Er unterschied innerhalb einer „Coastal Plain Biofacies“ (Ostracoden-Biofazies 1) vier Ostracoden-Subfazieseinheiten:

- 1a. flaches Süßwasser mit *Candona fertilis*, *Cypripopsis soyeri*, *Ilyocypris boehli*, *Virgato-cypris tenuistriata*
- 1b. tieferes Süßwasser mit *Moenocypris forbesi*
- 1c. Brackwasser mit *Cladarocythere apostolescui*, *Hemicyprideis montosa*, *Neocyprideis williamsoniana*
- 1d. Polyhalinikum mit *Cyamocytheridea punctatella producta*, *Cytheridea pernota*, *Cytheromorpha zinndorfi*, *Hemicyprideis elongata*, *Loxoconcha nystiana*

Diese Gliederung kann aufgrund regionaler Unterschiede nur teilweise auf das Oberrheingebiet übertragen werden.

Candona (Pseudocandona) fertilis beschrieb TRIEBEL (1963) aus dem Cyrenenmergel und den Süßwasserschichten (Sulzheim-Formation, spätes Rupelium bis Chattium) des Hanauer und Mainzer Beckens; ihre stratigraphische Reichweite ins Liegende ist noch ungeklärt.

Nach GRAMANN (1988b) stellt *Ilyocypris* cf. *boehli* eine Leitform für die Unteren und Mittleren Pechelbronn-Schichten dar, während *Virgato-cypris* cf. *tenuistriata* mit gelegentlichen Vorkommen vom Ober-Eozän bis zum Unter-Miozän anzeigt, dass diese Form ein Durchläufer ist. Die cf.-Bestimmung soll wohl andeuten, dass es sich um regionale Varianten der Arten handelt.

Hemicyprideis montosa und die im Mainzer Becken vorkommende *H. gilletae* sind nach KEEN (1972), GRAMANN (1988b) und KEEN & GRAMANN (1988) so ähnlich, dass es sich möglicherweise um geographische Unterarten handelt. Gleiches gilt vielleicht auch für die sehr ähnlichen Arten *Cytheridea pernota* und *Cytheridea sandbergeri*.

Wie von WEISS (1983) bereits diskutiert, sind

die *Cytheridea*-Formen der Schweizer Molasse von den echten *Cytheridea pernota* aus Kleine Spouwen (Belgien) zu trennen. Erstere wurden von KAMMERER (1989) als *Cytheridea sandbergi* neu benannt. Diese Art ist auch im Oberrheingraben und Mainzer Becken (Typlokalität Bohrung 27, 1 km W Bodenheim) sowie in Nordhessen im Rupelium und im frühen Chattium verbreitet.

Die von GRIEBEMER (2002) angeführte *Haplocytheridea pechelbronnensis* STCHEPINSKY 1960 ist nach Ansicht eines der Autoren (H. Uffenorde)

nicht identisch mit den beiden genannten *Cytheridea*-Arten (*C. pernota* und *C. sandbergi*). Eine Revision der Art ist einer späteren Arbeit vorbehalten. Trotzdem sind die Vorkommen dieser Arten in der ZFB der Mittleren Pechelbronn-Schichten zu vergleichen und werden vorerst gleichgesetzt (Abb. 2: Fossilname mit *).

Cypridopsis soyeri, *Moenocypris forbesi*, *Cladocythere apostolescui*, *Neocyprideis williamsoniana*, *Cyamocytheridea punctatella producta* und *Loxoconcha nystiana* sind bislang noch nicht im Oberrheingebiet nachgewiesen.

4. Ostracodenverteilung

In der untersuchten Bohrung Wallau konnten in den Mittleren Pechelbronn-Schichten fünf Ostracodenbereiche (abgekürzt OB1 bis OB5, Abb. 2, Beil. 4) ausgehalten werden. Sie sind denen aus der südlich Mainz gelegenen Tongrube Nackenheim sehr ähnlich. Die ökostratigraphisch gegliederten OB1–OB5 zeichnen sich durch folgende Besonderheiten aus (von unten nach oben):

Ostracodenbereich 1 (OB1: 82,00–92,70 m)

[*Grinoneis triebeli*, *Grinoneis camelus* (Taf. 1, Fig. 1), *Hazelina indigena*, *Hazelina* n. sp., *Leguminocythereis obesa*, *Cardobairdia boldi*, *Paracypris* aff. *propinqua*]

Bereits die tiefste Ostracoden-führende Probe bei 92,70 m enthielt die Leitform *Grinoneis triebeli*, welche im entsprechenden Abschnitt im gesamten Oberrheingrabengebiet beobachtet werden kann (u.a. GRAMANN 1988b). Des Weiteren kommt diese Art im oberen Melanienton (C bis D2) des Tagebaus Altenburg IV bei Borken in Nordhessen (RITZKOWSKI 1967, lokale Latdorf-Stufe) und im Unter-Oligozän von Brandhorst, SE des Dobergs bei Bünde (MOOS 1963) vor. GRIEBEMER (2002) beobachtete das Erstauftreten der Art bereits im oberen Melanienton (B2) der Gliede-

rung von RITZKOWSKI (1967: im Profil 5,65–6,00 m).

Hazelina n. sp. scheint ebenfalls größere Bedeutung zuzukommen; sie kommt im Mainzer Becken, Oberrheingraben, am Doberg und bei Borken vor (GRIEBEMER 2002). *Cytheropteron* sp. ist als ökostratigraphische Leitform für marine Horizonte von Bedeutung, da nach VAN MORKHOVEN (1963) die Gattung auf marine Milieus beschränkt ist.

Von besonderer biostratigraphischer Bedeutung ist die Probe 86,25–86,32 m mit *Grinoneis camelus*, *Hazelina indigena* und *Leguminocythereis obesa*. *G. camelus* und *H. indigena* wurden von MOOS (1965 bzw. 1966) aus dem Unter-Oligozän vom Doberg bei Bünde beschrieben; erstere Art wurde aber bereits von MOOS in GRAMANN (1960, in offener Nomenklatur), letztere Art unter *Cythereis hollandica* bei Mardorf (Kreis Marburg/Lahn) entdeckt. *Grinoneis camelus* wurde weiter nördlich im oberen Melanienton des Profils Altenburg IV im unteren C-Horizont und im D2-Horizont gefunden (RITZKOWSKI 1967). *Hazelina indigena* kommt ferner im Unter-Oligozän der Niederrheinischen Bucht (Abb. 3) im Schacht Sophia Jacoba 6 vor (MOOS 1966).

Leguminocythereis obesa (86,25–86,32 m) wurde von GRAMANN (1988b) als eine der marinen Leit-

arten der oberen K12-Ostracodenzone der internationalen Zonierung (= Mittlere Pechelbronn-Schichten) für den Oberrheingraben genannt.

Das Maximum des marinen Ingressionsgeschehens kündigt sich mit *Grinioneis camelus* (häufig: 84,25–84,75 m), *G. triebeli* (häufig ab 84,30 m) und *Paracypris* aff. *propinqua* (verbreitet ab 84,20 m) sowie mit der Tiefwasser-Art *Cardobairdia boldi* an. *Paracypris* aff. *propinqua* ist eine in der marinen Fazies der Mittleren Pechelbronn-Schichten verbreitete Art (TRIEBEL 1963, GRAMANN 1988b), die auch im Profil Altenburg IV vom C-bis zum D2-Horizont nachgewiesen wurde.

Zwischen 84,00 und 84,20 m liegt auch das Vorkommen von *Cardobairdia boldi*, die ursprünglich aus den Schönewalde-Schichten der Bohrungen Nedlitz 1 und Seyda 1 (PIETRZENIUK 1969, LIEBAU 1991), östlich Magdeburg beschrieben wurde (= Schönewalde-Formation nach STANDKE et al. 2005). *Cardobairdia boldi* wurde von GRIEBEMER (2002: Fig. 3) auch im Melaninton von Borken (? D2-Horizont) gefunden und scheint auch in Pechelbronn selbst vorhanden zu sein (unveröff. Griebemer). Die Gattung *Cardobairdia* gilt nach VAN DEN BOLD (1974) als typisch für marine „Tiefwasser“-Ablagerungen, was in guter Übereinstimmung zu dem Vorkommen von Bolboformen in der Bohrung Wallau steht.

Im Bolboformen-Horizont der Bohrung Wallau (GRIMM et al. 2007) setzt bei 84,00–84,05 m die Gattung *Occultocythereis* ein. Im Profil Altenburg IV bei Borken ist sie im unteren D2 (RITZKOWSKI 1967) – dem Bereich mit dem höchsten marinen Einfluss – sowohl unmittelbar unter als auch in dem dortigen Bolboformen-Niveau (GRIEBEMER 2002) zu beobachten.

Occultocythereis kommt noch einmal in Teufe 82,25–82,30 m, zusammen mit dem Wiedereinsetzen von *Grinioneis triebeli* und *Paracypris* aff. *propinqua*, vor. Dieses Niveau befindet sich im höchsten Teil des Ostracodenbereichs 1 (OB1).

Vertreter der marinen Gattung *Trachyleberis*, die unmittelbar im Liegenden des Bolboformen-Horizontes in Probe 84,10–84,15 m erstmals vorkommen, sind letztmalig in Probe 76,05–76,10 m

vertreten – zusammen mit dem untersten Teil des Massenvorkommens der brackisch-marinen *Cytheridea sandbergeri*.

Das Einsetzen der Gattung *Xestoleberis* in Probe 82,25–82,30 m leitet ökostratigraphisch zu einem stärker phytal beeinflussten, flacher werdenden Ablagerungsbereich über (Hauptverbreitung OB2), zu dem sich dort noch Vertreter der Gattung *Loxoconcha* gesellen. Arten dieser Gattungen leben rezent meist auf Algen, Kalkalgen, Seegrass sowie auf Schwämmen in flach-marinen bis brackischen Milieus (PURI et al. 1964, ATHERSUCH et al. 1989). ELOFSON (1941) rechnet zum Phytal auch noch einen Bereich mit z.T. großen Mengen Algenresten („grobem Detritus“), in dem rezent u.a. charakteristische Vertreter der Gattungen *Loxoconcha* und *Xestoleberis* leben. Auch GRIMM et al. (2007) postulieren eine Verflachung des Ablagerungsraumes, verbunden mit einem Seegrasswiesen-Milieu.

Mit dem isolierten Massenvorkommen von *Cytheromorpha* sp. 2 (*C. zinndorfi*-Gruppe) zu Beginn der OB1 bei 91,80–91,90 m, wird punktuell der Einfluss brackisch-mariner bzw. polyhaliner Wässer deutlich (KEEN 1989), die eigentliche Hauptverbreitung dieser Art liegt jedoch im OB2.

Ostracodenbereich 2 (OB2: 76,25–82,00 m)

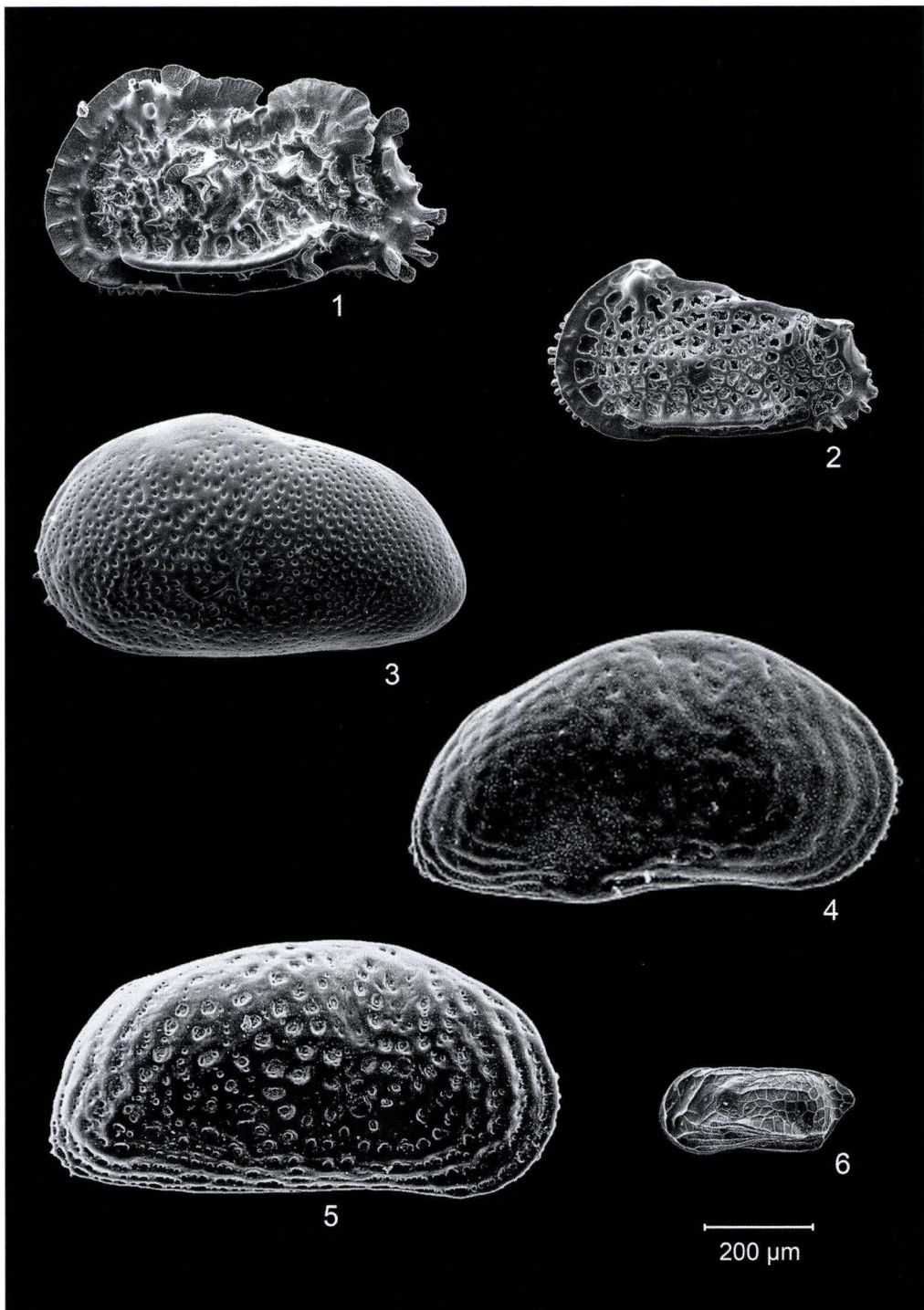
[*Grinioneis pechelbronnensis* (Taf. 1, Fig. 2), *Grinioneis moosae*, *Haplocytheridea* sp.]

Der Grenzbereich OB1/OB2 wird durch das Massenvorkommen von *Cytheromorpha* sp. 2 (*C. zinndorfi*-Gruppe) und einer sicher der Gattung *Haplocytheridea* zugehörigen Form nur unzureichend charakterisiert, da die Proben im Hangenden (81,55–81,60 m und 81,50–81,55 m) keine Ostracoden enthielten. Erst die Probe 81,45–81,50 m lieferte eine reiche Ostracodenfauna mit *Grinioneis moosae*, *Grinioneis pechelbronnensis* sowie eine auffallende Häufung von *Pterygocythereis ceratoptera* (gleichzeitig FO). Der marine Einfluss reicht nach letzterer Art nur bis 81,35 m. Von 78,85 bis 79,75 m wird mit dem verbreiteten Vorkommen von *Cypridopsis* sp. der Zufluss von Süßwasser deutlich. Das isolierte

Tafel 1

Ostracoden aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrungen Wallau, rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen (REM); Maßstab 200 μm .

- Fig. 1.** *Grinioneis camelus* (MOOS 1965), Übergangsform zwischen den Unterarten *camelus* und *turbidus* (MOOS 1968), LK, Brg. Wallau B98-BK5, OB1, ZFM (aus RADTKE et al. 2003).
- Fig. 2.** *Grinioneis pechelbronnensis* GRIEBEMER 1990, LK eines ♀, Brg. Wallau B98-BK5, OB2, ZFB (aus RADTKE et al. 2003).
- Fig. 3.** *Cytheridea sandbergeri* KAMMERER 1989 (partim *C. pernota* OERTLI & KEIJ 1955, ? partim *Haplocytheridea pechelbronnensis* STCSTEPINSKY 1960), LK eines ♀, Brg. Wallau B98-BK5, OB3, ZFB (aus RADTKE et al. 2003).
- Fig. 4.** *Hemicyprideis trigonella* MALZ & TRIEBEL 1970, RK eines ♂, Brg. Wallau W07, OB5, ZFH (aus GRIEBEMER 2000).
- Fig. 5.** *Hemicyprideis gilletae* (STCSTEPINSKY 1960), RK eines ♂, Brg. Wallau B98-BK5, OB5, ZFH (aus RADTKE et al. 2003).
- Fig. 6.** *Semicytherura dunkeri* MOOS 1971, LK eines ♂, Brg. Wallau W07, OB5, ZFH (aus GRIEBEMER 2000).



Massenvorkommen von *Cytheropteron* sp. bei 78,60–78,65 m zeigt einen erneuten kurzfristigen marinen Einfluss.

Der untere und der oberste Teil des OB2 weisen deutliche Einflüsse des Phytals auf, da unten *Xestoleberis* allein und oben *Xestoleberis* mit *Loxoconcha* häufiger vorkommen.

Ostracodenbereich 3 (OB3: 68,40–76,25 m)

[*Cytheridea sandbergeri* – Maximum (Taf. 1, Fig. 3), im unteren Teil zusammen mit *Schuleridea* (*Aequacytheridea*) *rhenana*]

Die aus tieferen Abschnitten der Bohrung bekannten marinen Arten setzen ab OB3 komplett aus. Dieser Bereich ist durch das häufige bis massenhafte Vorkommen von *Cytheridea sandbergeri* gekennzeichnet. Ansonsten ist die Ostracodenführung arten- und individuenarm. Bei 76,25–76,30 m setzt *Schuleridea* (*Aequacytheridea*) *rhenana* und *Cytheridea sandbergeri* in großen Mengen ein, hinzu kommt *Sarsicytheridea* sp. Letztere Art kommt nach GRIEBEMER (2002) in Nackenheim bereits im OB2 vor. *Cytheridea sandbergeri* hat ihr letztes Vorkommen bei 68,40–68,43 m. KEEN (1989) rechnet diese Art noch zum Polyhalinikum (Biofazies 1d), während die *C. pernota* (im Sinne von UFFENORDE 1981) in Norddeutschland auch in marinen Paläomilieu verbreitet ist.

Ganz untergeordnet tritt gelegentlich eine bisher unbeschriebene *Clithrocytheridea*?-Art hinzu. Neben Normalformen kommen bei dieser wie auch bei *Cytheridea sandbergeri* ähnlichen Formen sporadisch Exemplare mit Tuberkeln, d.h. mit „Buckelbildung“ vor. Dieses könnte – wie bei

Cyprideis torosa – auf temporäre Salinitätsschwankungen bis in den meso-/oligohalinen Bereich deuten (VAN HARTEN 1996).

Ostracodenbereich 4 (OB4: 64,45–67,14 m)

[*Hemicyprideis olmensis*, *Sarsicytheridea* sp., *Loxoconcha* spp.]

Dieser noch brackische Bereich (Abb. 2: OB4) wird durch das verbreitete bis häufige Vorkommen von *Hemicyprideis olmensis* und *Sarsicytheridea* sowie phytophiler Formen der Gattung *Loxoconcha* (häufig bei 64,72–64,75 m) vor dem Einsetzen von *Hemicyprideis gilletae*, *Moenocypris olmensis* und anderen Arten des OB5 definiert.

Ostracodenbereich 5 (OB5: 43,60–63,82 m)

[*Hemicyprideis parvula*, *Hemicyprideis trigonella* (Taf. 1, Fig. 4), *Hemicyprideis gilletae* (Taf. 1, Fig. 5), *Moenocypris olmensis*, *Candona* (*Typhlocypris*) *pechelbronnensis*, *Semicytherura dunkeri* (Taf. 1, Fig. 6)]

Massenvorkommen der Ostracodengattung *Hemicyprideis* prägen diesen Abschnitt. Im unteren Teil dieses Bereiches dominiert *Hemicyprideis gilletae*, die bei 53,00 m aussetzt. An ihre Stelle treten *Hemicyprideis parvula* und *Hemicyprideis trigonella*. Nach KEEN (1989) werden typische Brackwässer, d.h. oligohaline bis mesohaline Paläomilieu durch die Biofazies 1c mit oft monospezifischen Massenvorkommen der *Hemicyprideis*-Arten charakterisiert. Zu diesen typischen Brackwasser-Vertretern gesellen sich limnische Arten wie *Moenocypris olmensis*, *Cypridopsis* sp., *Paralimnocythere* sp. 1 und *Candona* (*Typhlocypris*) *pechelbronnensis*.

5. Ergebnisse

Die in der Bohrung Wallau B98-BK5 im nordöstlichen Mainzer Becken in den Mittleren Pechelbronn-Schichten untergliederten fünf ökostratigraphischen Ostracodenbereiche (OB1 bis OB5, Abb. 2, Beil. 4) sind auch in der Tongrube

Nackenheim, ca. 8 km südlich von Mainz wiederzufinden (GRIEBEMER 2002). Diese Ostracodenbereiche lassen sich – mit nur geringen Abweichungen – vom nördlichen Oberrheingraben (Mainzer Becken) bis in den südlichen Ober-

rheingraben verfolgen (PIRKENSEER & BERGER 2005).

Die Faunenentwicklung innerhalb der Abfolge zeigt eine deutliche Abhängigkeit von Schwankungen der Salinität und gibt eingeschränkte Meeresverbindungen an.

Die Ostracodenfauna ist im unteren Teil (OB1 und OB2) stärker marin beeinflusst und durch höhere Diversität geprägt. Massenvorkommen von *Cytheridea sandbergeri* im OB3 leiten einen markanten Wechsel zu polyhalinen Ablagerungsbedingungen ein. OB4 als Lebensraum im Phytal und OB5 limnisch-brackisch geprägt, schließen die aquatischen Ablagerungen ab.

Bei der Korrelation zwischen der Tongrube Nackenheim und der Bohrung Wallau B98-BK5 sind folgende Unterschiede aufgefallen:

Zwischen den Profilen der Tongrube Nackenheim und der Bohrung Wallau B98-BK5 kommt es insbesondere im Ostracodenbereich 2 in Wallau zu einer Trennung der Vorkommen von *Grinioneis pechelbronnensis* und *G. moosae* von den Vorkommen mit *Cytheridea sandbergeri*, *Schuleridea (Aequacytheridea) rhenana* und *Sarsicytheridea*.

Zu den unterschiedlichen Reichweiten der *Hemicyprideis*-Arten in OB5 (*H. parvula* und *H. trigonella* im oberen bzw. obersten Teil, *H. gilletae* im unteren bzw. untersten Teil), die sowohl in Nackenheim als auch in Wallau beobachtet wurden, kommt in Wallau noch hinzu, dass *Hemicyprideis olmensis* auf OB4 und die unterste Probe von OB5 beschränkt ist.

In geologisch gleichaltrigen Sedimenten Nordhessens (Borken und Großalmerode) ist der Ostracodenbereich 1 in den Horizonten C(?) bis D2 des Melanientons im Tagebau Altenburg IV bei Borken wieder zu finden. So enthält die Probe 10 aus dem marinen D2-Horizont (RITZKOWSKI 1967: Abb. 2, GRIEBEMER 2002: Fig. 2) außer Bolboformen massenhaft *Cytheridea pernota* (oder *Cytheridea sandbergeri*?). In Borken könnte somit ein Kondensationshorizont vorliegen, der die Ostracodenbereiche 1 bis 3 von Wallau umfasst. Auf eine entsprechende kondensierte Foraminiferenabfolge in Borken weisen GRIMM et al. (2007) hin.

Die Ostracodenfauna aus der „Cyrenenschicht“ des Melanientons von Großalmerode (BROSIUS & GRAMANN 1959, locus typicus von *Semicytherura dunkeri*) lässt sich mit dem basalen Abschnitt des Ostracodenbereiches 5 korrelieren. In Großalmerode beweisen dies die Ostracodenarten *Hemicyprideis gilletae*, *Cytheromorpha* ex gr. *zinndorfi* (Morphotyp 1) sowie Larvalstadien von *Candona (Typhlocypris) pechelbronnensis*.

In den Ostracodenbereichen 1 und 2 deutet sequenzstratigraphisch das sporadische Vorkommen einzelner Arten auf die Existenz mehrerer Parasequenzen (im Sinne von VAN WAGONER et al. 1988) in einem Transgressions-/Regressions-Zyklus (T/R-Zyklus) mit überwiegend marinen Basis-horizonten. Innerhalb des Ru 1-T/R-Zyklus 3. Ordnung (HARDENBOL et al. 1998) liefern die Ostracoden Hinweise auf T/R-Zyklen 4. Ordnung (Parasequenzen; Beil. 4).

Bereits die unterste Probe aus 92,70 m Teufe markiert vorwiegend einen marinen Horizont (Transgressive Systems Tract [TST], Parasequenz 1, Beil. 4) mit den Arten *Grinioneis triebeli*, *Cytheropteron* sp. und *Hazelina* n. sp. Die nächst höheren Proben bis 86,85 m enthalten – außer *Grinioneis triebeli* – im Gegensatz zum Liegenden deutlich mehr brackisch-marine bzw. polyhaline Ostracoden der *Cytheromorpha zinndorfi*-Gruppe (Biozone 1d nach KEEN 1989) und vereinzelt Brack- und Süßwasserelemente.

Ein weiterer, stärker mariner Horizont (TST Parasequenz 2, Beil. 4) wird in Probe 86,25–86,32 m mit *Grinioneis camelus*, *Hazelina indigena* und *Leguminocythereis obesa* angezeigt. Darüber nimmt die Zahl der marinen Arten kontinuierlich zu, bis in Probe 84,00–84,05 m – dem Bolboformen-Horizont – das Maximum der marinen Ostracodendiversität erreicht wird (Maximum Flooding Surface der 1. Oligozän-Transgression [Rupelium], zugleich Basis der 1. Parasequenz des Highstand Systems Tract [HST], Beil. 4). Unterstützt wird diese Interpretation durch das Vorkommen der „exotischen“ Ostracodengattung *Cardobairdia*, einer Tiefwasser-Gat-

tung aus der Karibik (VAN DEN BOLD 1974). Entsprechende „exotische“ Tiefwasser-Taxa sind auch von jüngeren Transgressionen in Norddeutschland bekannt geworden (UFFENORDE 1989, 2001).

Auch das Vorkommen von Bolboformen (84,00–84,05) und planktonischen Foraminiferen insbesondere bei 84,00–84,20 m weisen hochmarine Verbindungen nach (GRIMM et al. 2007).

Auf Zufluss von Wassermassen aus dem Norden deutet auch die Fischfauna mit „genus *Percoideorum*“ *validus* (STINTON) in diesem Abschnitt (MARTINI & REICHENBACHER 2007).

Die beiden Parasequenzen im Liegenden des Bolboformen-Horizontes (Beil. 4) gehören demnach zum Transgressive Systems Tract (TST) des Ru 1-T/R-Zyklus 3. Ordnung (HARDENBOL et al. 1998). *Grinioneis camelus* (= *Hermanites camelus*) wurde bereits von UFFENORDE (1997) dem TST der Latdorf-Transgression zugeordnet.

Der Profilabschnitt von 78,85 bis 83,80 m ist durch einen markanten Rückgang an marinen Arten und Zunahme von brackisch-marinen und – im höchsten Teil – von limnischen Formen der Gattungen *Cypridopsis* und *?Pseudocandona* gekennzeichnet. Im höchsten OB1 und im OB2 kommt es zudem zu einer Verflachung des Sedimentationsraumes. Vertreter der Gattung *Xestoleberis* und dann auch der Gattung *Loxoconcha* lassen auf eine vom Phytal (u.a. mit Algen, Seegras) beeinflusste Sedimentation schließen, wie sie auch GRIMM et al. (2007) postulieren (HST, Parasequenz 1, Beil. 4).

Das Massenvorkommen von *Cytheropteron* sp.

zeigt in Probe 78,60–78,65 m an, dass eine weitere Parasequenz in dieser Teufe beginnt (HST, Parasequenz 2, Beil. 4).

Zusammenfassend lässt sich feststellen: In den Ostracodenbereichen 1 und 2 kommen einzelne Arten oft zwar sporadisch, aber in sequenzstratigraphisch interpretierbarem Zusammenhang vor, was auf einzelne Transgressionsschübe (Parasequenzen) während des Ru 1-T/R-Zyklus schließen lässt. Diese Arten stellen damit außerordentlich gute Leitformen dar.

Mit dem Massenvorkommen von *Cytheridea sandbergeri* im OB3 bei fast gleichzeitigem, komplettem Verschwinden der bisherigen marinen Arten wird eine markante Änderung des paläohydrographischen Milieus, d.h. ein Wechsel in das Polyhalinikum eingeleitet. Meeresspiegelniveaus waren nicht mehr in der Lage, auch nur kurzzeitig eine marine Verbindung zur Paläo-Nordsee herzustellen.

Kurzfristiges Vorkommen eines Vertreters der Loxoconchidae im OB4 belegt wiederum einen Lebensraum im Phytal, ohne allerdings den Arten- und Individuenreichtum des OB2 auch nur annähernd zu erreichen.

Im OB4 setzen mit *Hemicyprideis olmensis* typische Vertreter des meso- bis oligohalinen Brackwassers ein, die im OB5 mit drei weiteren Arten der Gattung *Hemicyprideis* vollends dominieren. Hinzu treten auch limnische Arten wie *Moenocypris olmensis*, *Paralimnocythere* und andere Cypridacea, welche diesem Teil der Abfolge einen lagunären bis ästuarinen Charakter geben.

6. Diskussion

Ostracoden stellen eine wichtige Fossilgruppe innerhalb der Mittleren Pechelbronn-Schichten dar. Die fünf Ostracodenbereiche (OB1–OB5) werden von der Salinität des Gewässers kontrolliert.

Schwierigkeiten bei der Korrelation mit den Profilen von Borken (RITZKOWSKI 1967), Großalmerode (BROSIOUS & GRAMANN 1959) und vom Do-

berg bei Bünde (RITZKOWSKI 1987) ergeben sich durch unterschiedliche Interpretationen bezüglich der Taxonomie der Ostracoden. So könnte z.B. die bisher unbeschriebene *Haplocytheridea*-Art aus Wallau (81,95–82,00 m, tiefster OB2) und Nackenheim (GRIEBEMER 1998: 147) mit der von (GRAMANN 1988b) als Index-Art für die K12-

Zone erwähnten *Haplocytheridea debilis* aus dem nordhessischen Melanienton von Borken und Mardorf übereinstimmen, die bisher aus dem Oberrheingraben nicht bekannt ist. Anhand der Ostracoden-Assoziationen können die Melanienton-Horizonte C bis D2 in Borken (RITZKOWSKI 1967) mit den Ostracodenbereichen 1 bis 3 der Bohrung Wallau B98-BK5 im Mainzer Becken verglichen werden.

Unterstützt wird die Korrelation zum D2-Horizont (GRIEBEMER 2002: Abb. 2; Probe 10 bei RITZKOWSKI 1967) durch die Entdeckung von Bolboformen sowohl in Nackenheim als auch bei Borken (GRIEBEMER 2002) sowie in einem geringmächtigen Horizont (84,00–84,05 m) der Bohrung Wallau B98-BK5 (GRIMM et al. 2007).

Die Transgression des Oligozän-Meeres aus der Paläo-Nordsee über die Hessische Straße mit ihrem Höchststand (Maximum Flooding Surface)

in den tieferen Mittleren Pechelbronn-Schichten wird im Mainzer Becken und Oberrheingraben durch marine Ostracoden und „exotische“ Tiefwasser-Ostracoden, hochdiversen Foraminiferen-Faunen (inkl. Planktonen) und Bolboformen (GRIMM et al. 2007) sowie durch eine Fischfauna und umgelagertes Nannoplankton (MARTINI & REICHENBACHER 2007) dokumentiert (MARTINI & RADTKE: Beil 1).

Danksagung: Den Mitarbeitern des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG) danken wir für die Bereitstellung des ausgelesenen Probenmaterials und zugehöriger Rückstände sowie für technische Unterstützung. Frau PD Dr. K.I. Grimm (Mainz) und Herrn Prof. Dr. E. Martini (Kronberg i.Ts.) danken wir herzlich für wertvolle Anregungen und Verbesserungsvorschläge zum Manuskript.

7. Schriftenverzeichnis

- ATHERSUCH, J., HORNE, D.J. & WHITTAKER, J.E. (1989): Marine and brackish water ostracods. – In: KERMACK, D.M. & BARNES, R.S.K. (eds.): *Synopses of the British fauna (New Series)*, 43: 1–343, 137 figs., 7 pls.; Leiden (E.J. Brill).
- BERGER, J.-P., REICHENBACHER, B., BECKER, D., GRIMM, M., GRIMM, K., PICOT, L., STORNI, A., PIRKENSEER, C. & SCHAEFER, A. (2005): Eocene-Pliocene time scale and stratigraphy of the Upper Rhine Graben (URG) and the Swiss Molasse Basin (SMB). – *Int. J. Earth Sci.*, **94**: 711–731, 10 figs.; Berlin.
- BOLD, W.A. VAN DEN (1974): Taxonomic status of *Cardobairdia* van den Bold, 1960, and *Abyssocypris* n. gen., two genera of deepwater ostracodes from the Caribbean Tertiary. – *Geoscience and Man*, **6**: 65–79, 7 text-figs., 1 pl.; Baton Rouge, LA.
- BROSIOUS, M. & GRAMANN, F. (1959): Das ältere Tertiär von Großalmerode (Hessische Senke). – *Z. dt. geol. Ges.*, **111**: 543–558, 4 Abb., 2 Tab.; Hannover.
- DERER, C.E., SCHUMACHER, M.E. & SCHAEFER, A. (2005): The northern Upper Rhine Graben: basin geometry and early syn-rift tectono-sedimentary evolution. – *Int. J. Earth Sci.*, **94**: 640–656, 10 figs.; Berlin.
- DOEBL, F. (1969): Ein Oberflächen-Aufschluß in den Pechelbronner Schichten (Sannois) bei Nackenheim (Westliches Mainzer Becken). – *Oberrhein. geol. Abh.*, **18**: 47–51, 1 Abb.; Karlsruhe.
- DOEBL, F. & MALZ, H. (1962): Tertiär des Rheintal-Grabens. – In: Arbeitskreis deutscher Mikropaläontologen (Hrsg.): *Leitfossilien der Mikropaläontologie*. – 379–398, Abb. 26–27, Tab. 22, Taf. 56–59; Berlin-Nikolassee (Gebr. Borntraeger).
- ELOFSON, O. (1941): Zur Kenntnis der marinen Ostracoden Schwedens mit besonderer Berücksichtigung des Skagerraks. – *Zool. Bidrag Uppsala*, **19**: 215–534, 53 Abb., 42 Kt.; Uppsala.
- FÖRSTER, B. (1909): Vorläufige Mitteilung über die Ergebnisse der Untersuchung der Bohrproben aus den seit 1904 im Gange befindlichen Tiefbohrungen im Oligozän des Ober-Elsaß. – *Mitt. geol. L.-Anst. Elsaß-Lothr.*, **7** (1): 127–132; Straßburg.
- GIGNOUX, M. & HOFFMANN, C. (1920): Le bassin pétrolière de Pechelbronn (Alsace). – *Bull. Serv. Carte Géol. Als. Lorr.*, **1** (1): 1–46, 3 figs., 3 pls.; Strasbourg.
- GRAMANN, F. (1960): Das ältere Tertiär im nördlichen Vorland des Vogelsberges. – *Sitz.-Ber. Ges. Beförderung gesamt. Naturwiss. Marburg*, **82** (1): 3–113,

- 19 Abb., 2 Beil., Taf. 1–3; Marburg.
- GRAMANN, F. (1966): Das Oligozän der Hessischen Senke als Bindeglied zwischen Nordseebecken und Rheintalgraben. – *Z. deutsch. geol. Ges.*, **115**: 497–514, 1 Abb.; Hannover.
- GRAMANN, F. (1988a): Ostracods. The description of the international zonation (K zones, U zones). – In: VINKEN, R. (ed.): *The Northwest European Tertiary Basin. Results of the International Geological Correlation Programme Project No 124.* – *Geol. Jb.*, **A 100**: 225–232, fig. 117; Hannover.
- GRAMANN, F. (1988b): Ostracods. France – the Federal Republic of Germany. The Rhine Graben. – In: VINKEN, R. (ed.): *The Northwest European Tertiary Basin. Results of the International Geological Correlation Programme Project No 124.* – *Geol. Jb.*, **A 100**: 237–240, fig. 120; Hannover.
- GRIEBEMER, T.W. (1998): Ostracods – a tool for correlating Lower Oligocene deposits in Western Germany (Westphalia, Hesse and Rhine-Palatinate). – In: CRASQUIN-SOLEAU, S., BRACCINI, E. & LETHIERS, F. (eds.): *What about Ostracoda! – Actes du 3^e Congrès Européen des Ostracodologues, 1996.* – *Bull. Centre Rech. Elf Explor. Prod., Mém.*, **20**: 141–157, 4 figs., 4 pls.; Pau.
- GRIEBEMER, T.W. (2000): SEM micrographs from Ostracoda. – <http://www.uni.mainz.de/FB/Geo/palaeontologie/griessostrac.html> (Stand: 01.08.2006)
- GRIEBEMER, T.W. (2002): The *Bolboforma* signal – a distinct level for correlating Lower Oligocene deposits (NP 22), the *Melania* Clay Formation of Northern Hesse (Hessian Depression) with the Middle Pechelbronn Formation of the Mainz Basin (Rhineland-Palatinate, Germany). – In: GÜRS, K. (ed.): *Northern European Cenozoic Stratigraphy.* – *Proc. 8th Bienn. Meet. RCNNS/RCNPS: 57–66*, 6 figs., 1 pl.; Flintbek.
- GRIMM, K.I. & GRIMM, M.C. (2003): Geologischer Führer durch das Mainzer Tertiärbecken. – In: GRIMM, K.I., GRIMM, M.C., NEUFFER, F.O. & LUTZ, H. (Hrsg.): *Die fossilen Wirbellosen des Mainzer Tertiärbeckens. Teil 1-1.* – *Mainzer naturwiss. Archiv, Beiheft 26*: 158 S., 15 Abb., 3 Taf.; Mainz.
- GRIMM, K.I., GRIMM, M.C. & SCHINDLER, T. (2000): Lithostratigraphische Gliederung im Rupelium/ Chattium des Mainzer Beckens, Deutschland. – *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **218** (3): 343–397, 4 Abb.; Stuttgart.
- GRIMM, K.I. & RADTKE, G. (2002): Lithostratigraphische Gliederung im Rupelium/ Chattium des Mainzer Beckens, Deutschland: Wallau-Subformation („Un-terer Rupelton“); Bodenheim-Formation/Selztal-Gruppe. – *Geol. Jb. Hessen*, **129**: 127–131, 2 Abb.; Wiesbaden.
- GRIMM, K.I., RADTKE, G. & SPIEGLER, D. (2007): Foraminiferen und Bolboformen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (tiefes Unter-Oligozän) der Bohrung Wallau B98-BK5. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): *Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation).* – *Geol. Abh. Hessen*, **116**: 157–171, 1 Abb., 2 Taf., Beil. 3; Wiesbaden.
- GRIMM, M.C. (2005): Beiträge zur Lithostratigraphie des Paläogens und Neogens im Oberrheingebiet (Oberrheingraben, Mainzer Becken, Hanauer Becken). – *Geol. Jb. Hessen*, **132**: 79–112, 4 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- HARDENBOL, J., THIERRY, J., FARLEY, M.B., JAQUIN, T., DE GRACIANSKY, P.-C. & VAIL, P.R. (1998): Mesozoic and Cenozoic sequence chronostratigraphic framework of European basins. – In: DE GRACIANSKY, P.-C., HARDENBOL, J., JAQUIN, T. & VAIL, P.R. (eds.): *Mesozoic and Cenozoic sequence stratigraphy of European basins.* – *SEPM Spec. Publ.*, **60**: 4–13, Charts 2–3; Tulsa, Okla.
- HARTEN, D. VAN (1996): *Cyprideis torosa* (Ostracoda) revisited. Of salinity, nodes and shell size. – *Proc. 2nd Europ. Ostracodologists Meet., Glasgow 1993*: 191–194, 3 figs., 1 tab.; London (Brit. Micropal. Soc.).
- HOTTENROTT, M. & PROSS, J. (2007): Terrestrische und aquatische Mikroflora der Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrungen W07 und B98-BK5 bei Wallau (nordöstliches Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): *Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation).* – *Geol. Abh. Hessen*, **116**: 127–139, 1 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- JANSSEN, R. (2007): Mollusken aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (tiefes Unter-Oligozän) der Bohrungen W07 und B98-BK5 bei Wallau (Hessen). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): *Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation).* – *Geol. Abh. Hessen*, **116**: 205–233, 1 Abb., 6 Taf., Beil. 5; Wiesbaden.
- KAMMERER, T. (1989): On *Cytheridea sandbergeri* KAMMERER sp. nov. – *Stereo-Atlas Ostracod Shells*, **16** (26): 120–127, pl. 16, 2 text-figs; London.
- KEEN, M.C. (1972): The Sannoisian and some other Upper Palaeogene Ostracoda from North-West Europe.

- Palaeontology, **15** (2): 267–325, 13 text-figs., pl. 45–56; London.
- KEEN, M.C. (1978): The Tertiary - Palaeogene. – In: BATE, R. & ROBINSON, E. (eds.): A stratigraphic index of British ostracods. – Geol. Journ., Spec. Iss., **8**: 385–450, 8 figs., 5 tabs., 12 pls.; Liverpool.
- KEEN, M.C. (1989): Oligocene Ostracod biofacies from onshore areas of the North Sea Basin. – In: BATTEN, D.J. & KEEN, M.C. (eds.): Northwest European micropalaeontology and palynology: 248–264, 5 figs., 2 pls.; Chichester (E. Horwood Ltd.).
- KEEN, M.C. & GRAMANN, F. (1988): Ostracods. France. The Paris Basin. – In: VINKEN, R. (ed.): The Northwest European Tertiary Basin. Results of the International Geological Correlation Programme Project No. 124. – Geol. Jb., **A100**: 233–235, fig. 118; Hannover.
- KÜMMERLE, E. & RADTKE, G. (2007): Die Geologie der Umgebung von Wallau (nordöstliches Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 73–88, 8 Abb.; Wiesbaden.
- LIEBAU, A. (1991): Skulptur-Evolution bei Ostrakoden am Beispiel europäischer „Quadracytheren“. – Geol. Paläont. Westf., **13**: 1–395, 103 Abb., 8 Tab., 95 Taf.; Münster.
- MARTINI, E. (1987): Nannoplankton aus dem nordhessischen Melanienton und von Sieblos/Rhön (Unter-Oligozän). – Geol. Jb. Hessen, **115**: 161–169, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- MARTINI, E. & RADTKE, G. (2007): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation) – Einführung und Synthese. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 7–36, 10 Abb., 1 Tab., Beil. 1; Wiesbaden.
- MARTINI, E. & REICHENBACHER, B. (2007): Nannoplankton und Fisch-Otolithen in den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän, Oberrheingraben/Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 235–273, 9 Abb., 9 Tab., 3 Taf.; Wiesbaden.
- MOOS, B. (1963): Über einige der „*Cythere macropora*“ BOSQUET 1852 (Ostr.) ähnliche Arten aus verschiedenen Tertiärstufen. – Geol. Jb., **82**: 21–42, 1 Tab., 2 Taf.; Hannover.
- MOOS, B. (1965): Die Ostracoden-Fauna des Unteroligozäns von Bünde (Bl. Herford-West, 3817) und einige verwandte jüngere Arten (Ostr., Crust.). I. *Quadracythere* (*Hornibrookella*) n. subg., *Pokornyella*, *Hemicythere*, *Hermanites*. – Geol. Jb., **82**: 593–630, 6 Taf.; Hannover.
- MOOS, B. (1966): Die Ostracoden-Fauna des Unteroligozäns von Bünde (Bl. Herford-West, 3817) und einige verwandte Arten aus verschiedenen Tertiärstufen (Ostr., Crust.). II. *Trachyleberidea* BOWEN 1953, *Hazelina* n. gen. – Geol. Jb., **84**: 281–298, 1 Tab., 2 Taf.; Hannover.
- MORKHOVEN, F.P.C.M. VAN (1963): Post-Palaeozoic Ostracoda. Their morphology, taxonomy, and economic use. – Vol. II: 1–478, 763 figs.; Amsterdam (Elsevier Publ. Co.).
- PIETRZENIUK, E. (1969): Taxonomische und biostratigraphische Untersuchungen an Ostracoden des Eozän 5 im Norden der Deutschen Demokratischen Republik. – Paläont. Abh., **A4** (1): 1–162, 24 Abb., 2 Tab., 28 Taf.; Berlin.
- PIRKENSEER, C. & BERGER, J.-P. (2005): The Southern Upper Rhinegraben (SURG) Paleogene and its ostracofauna. – <http://www.userpage.fu-berlin.de/~palaeont/iso15/pdfs/pirkenseer.pdf> (Stand: 19.06.2006).
- PURI, H.S., BONADUCE, G. & MALLOY, J. (1964): Ecology of the Gulf of Naples. – Publ. Staz. Zool. Napoli, **33**: 87–199, 67 figs., 1 tab.; Napoli.
- RADTKE, G. (2007): Mikroendolithen in Molluskschalen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 141–155, 1 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- RADTKE, G., GRIEBEMER, T.W., GRIMM, K.I., HOTTENROTT, M., JANSSEN, R., LIPPMANN, R., KÜMMERLE, E., MARTINI, E., REICHENBACHER, B., SCHOLZ, J., SPIEGLER, D. & VÁVRA, N. (2003): Erster Meereseinbruch im Oberrheingraben – Entwicklung, Biodiversität, Paläogeographie (Pechelbronn-Schichten, Obereozän–Unteroligozän). – Terra Nostra, **2003** (5): 124–125; Mainz.
- RADTKE, G., LIPPMANN, R. & GAUPP, R. (2007): Neues Vorkommen der Pechelbronn-Gruppe im Mainzer Becken (Ober-Eozän – tiefes Unter-Oligozän, Deutschland) – Lithologie und Sedimentologie der Bohrungen Wallau B98-BK5 und W07. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechel-

- bronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 37–72, 17 Abb., Beil. 2; Wiesbaden.
- RITZKOWSKI, S. (1967): Die Feingliederung des Hessischen Melanientons (Unteroligozän, nördliches Hessen). – *Geologica et Palaeontologica*, **1**: 97–100, 2 Abb.; Marburg.
- RITZKOWSKI, S. (1987): Lower and Middle Oligocene deposits from the Doberg near Bünde (Westfalia, F.R.G.). Bathymetric interpretation of the ostracod fauna. – *Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol.*, **24** (1–2): 181–190, 4 figs.; Leiden.
- SCHNAEBELE, R. (1948): Monographie géologique du champ pétrolifère de Pechelbronn. – *Mém. Serv. Carte Géol. Als. Lorr.*, **7**: 254 p., 39 fig., 16 tab., 6 pl., 11 app.; Strasbourg.
- SCHOLZ, J. & VÁVRA, N. (2007): Eine neue Art der Gattung *Penemia* (Bryozoa, Cheilostomatida) aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän) des Mainzer Beckens. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – *Geol. Abh. Hessen*, **116**: 193–203, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- SITTLER, C. (1965): Le Paléogène des fossés rhénan et rhodanien. Études sédimentologiques et paléoclimatiques. – Thèse Fac. Sci. Univ. Strasbourg: 392 p., 102 figs., 118 tabs.; Strasbourg.
- STANDKE, G., BLUMENSTENGEL, H. & BÜLOW, W. VON (2005): Das Tertiär Ostdeutschlands in der Stratigraphischen Tabelle von Deutschland 2002. – *Newsl. Stratigr.*, **41** (1–3): 323–338, 1 Abb., Taf. XIV (Anhang); Berlin.
- STICHEPINSKY, A. (1960): Étude des ostracodes du Sannois de l'Alsace. – *Bull. Serv. Carte Géol. Als. Lorr.*, **5**: 11–33, 1 tab., 3 pl.; Strasbourg.
- TRIEBEL, E. (1963): Ostracoden aus dem Sannois und jüngeren Schichten des Mainzer Beckens: 1. Cyprididae. – *Senck. leth.*, **44** (3): 157–207, Taf. 25–36; Frankfurt a.M.
- UFFENORDE, H. (1981): Ostracoden aus dem Oberoligozän und Miozän des unteren Elbe-Gebietes (Niedersachsen und Hamburg, NW-deutsches Tertiärbecken). – *Palaeontographica*, **A 172**: 103–198, 16 Abb., 10 Taf.; Stuttgart.
- UFFENORDE, H. (1989): Ostrakoden des Tertiär aus der Forschungsbohrung Wursterheide (NW-Deutschland): II. Höheres Mittel-Oligozän bis Ober-Miozän. – *Geol. Jb.*, **A 111**: 367–401, 7 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Hannover.
- UFFENORDE, H. (1997): Über Meeresspiegelschwankungen im Tertiär Norddeutschlands: Ostrakoden als Indikatoren? – Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln (Festschr. Eugen K. KEMPF), **114**: 469–483, 3 Tab.; Köln.
- UFFENORDE, H. (2001): Die Ostracoden der Forschungsbohrung Nieder Ochtenhausen (Miozän, Nord-Niedersachsen, Deutschland), Bio- und Ökostratigraphie. – *Geol. Jb.*, **A 152**: 241–256, 1 Abb., 2 Tab.; Hannover.
- WAGONER, J.C. VAN, POSAMENTIER, H.W., MITCHUM, R.M., VAIL, P.R., SARG, J.F., LOUITT, T.S. & HARDENBOL, J. (1988): An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions. – In: WILGUS, C.K., POSAMENTIER, H.W., ROSS, C.A. & KENDALL, G.C.S.C. (eds.): *Sea-level changes: an integrated approach*. – *SEPM Spec. Publ.*, **42**: 39–45; Tulsa, Okla.
- WEISS, R.H. (1983): Rasterelektonenmikroskopische Untersuchungen an oligozänen marinen Ostracoden. Teil 2. – *Palaeontographica*, **A 182**: 83–115, 8 Abb., 13 Taf.; Stuttgart.

8. Anhang

a. Liste der in der Bohrung Wallau B98-BK5 gefundenen Ostracoden-Taxa:

- Candona (Typhlocypris) pechelbronnensis* STCHEPINSKY 1960
Candona sp.
Cardobairdia boldi PIETRZENIUK 1969
Clithrocytheridea? sp.
Cypridopsis sp.
Cytheridea sandbergeri KAMMERER 1989 (partim *C. pernota* OERTLI & KEIJ 1955, ? partim *Haplocytheridea pechelbronnensis* STCHEPINSKY 1960) (vgl. Kap. 3)
Cytheromorpha sp. 1 (*C. zinndorfi* (LIENENKLAUS 1905)-Gruppe)
Cytheromorpha sp. 2 (*C. zinndorfi* (LIENENKLAUS 1905)-Gruppe)
Cytheropteron sp.
Eucytherura sp. 1
Eucytherura sp. 2
Flexus sp.
Grinoneis camelus (MOOS 1965)
Grinoneis moosae GRIEBEMER 1998
Grinoneis pechelbronnensis GRIEBEMER 1990
Grinoneis triebeli (STCHEPINSKY 1960)
Grinoneis sp. 1
Haplocytheridea sp.
Hazelina indigena MOOS 1966
Hazelina n. sp. GRIEBEMER 1998 (*Hazelina indigena* n. ssp.? MOOS 1966)
Hemicyprideis gilletae (STCHEPINSKY 1960)
Hemicyprideis olmensis MALZ & TRIEBEL 1970
Hemicyprideis parvula MALZ & TRIEBEL 1970
Hemicyprideis trigonella MALZ & TRIEBEL 1970
Hornibrookella sp. 1
Leguminocythereis obesa STCHEPINSKY 1960
Loxoconcha spp.
Moenocypris olmensis TRIEBEL 1963
Occultocythereis sp.
Ostracoda indet.
Paracypris aff. *propinqua* TRIEBEL 1963
Paralimnocythere sp. 1
Pseudocandona? sp.
Pterygocythereis ceratoptera (BOSQUET 1852)
Sarsicytheridea sp.
Schuleridea (Aequacytheridea) rhenana (MALZ 1973)
Semicytherura dunkeri MOOS 1971
Semicytherura sp. 1
Trachyleberis sp.
Trachyleberis sp. 1
Trachyleberis sp. 2
Xestoleberis sp.

b. Weitere genannte Ostracoden-Arten:

Candona fertilis TRIEBEL 1963 [= *Candona (Pseudocandona) fertilis* TRIEBEL 1963]

Cladarocythere apostolescui (MARGERIE 1961)

Cyamocytheridea punctatella producta (MARGERIE 1961)

Cypridopsis soyeri (MARGERIE 1961)

Cythereis hollandica KUIPER 1918 [= *Hazelina hollandica* (KUIPER 1918)]

Cytheridea pernota OERTLI & KEIJ 1955

Cytheromorpha zinndorfi (LIENENKLAUS 1905)

Haplocytheridea debilis (JONES 1857)

Hemicyprideis elongata KEEN 1972

Hemicyprideis montosa (JONES & SHERBORN 1889)

Ilyocypris boehli TRIEBEL 1941

Loxoconcha nystiana (BOSQUET 1852)

Moenocypris forbesi (JONES 1856)

Neocyprideis williamsoniana (BOSQUET 1852)

Virgatocypris tenuistriata (DOLLFUS 1877)

JOACHIM SCHOLZ¹ & NORBERT VÁVRA²

Eine neue Art der Gattung *Penemia* (Bryozoa, Cheilostomatida) aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän) des Mainzer Beckens

A new species of the genus *Penemia* (Bryozoa, Cheilostomatida) from the Middle Pechelbronn Beds (Early Oligocene) of the Mainz Basin

Kurzfassung

Aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän) des Mainzer Beckens wird erstmalig ein Bryozoen-Vorkommen des flachmarinen Ablagerungsraums bekannt gemacht. Somit ist die Anfangsphase der marinen Ingression im Mainzer Becken nun auch in bryozoologischer Hinsicht erfasst. Die von anderen Taxa bereits bekannten brackischen Einflüsse in Teilen der Abfolge werden im Bryozoen-Skelettwuchs ebenfalls dokumentiert. Nahezu sämtliche Kolonien aus der insgesamt artenarmen, ausschließlich dem anascen

Formenkreis zugehörigen Artengemeinschaft der Bryozoa zeigen einen flexibel-erecten, cellariiformen Wuchs. Die genaue taxonomische Zuordnung ist aufgrund des Erhaltungszustandes der stark fragmentierten Zoarien nicht immer möglich. Eine häufige Form ist vermutlich der Familie der Quadricellariidae zuzurechnen (*Nellia* sp.). Eine andere, hier neu beschriebene Art aus der Familie der Candidae, *Penemia woessae* n. sp., weist auf Beziehungen zoogeographischer Art zum Tethys-Bereich der Südhemisphäre hin.

Abstract

The Middle Pechelbronn Formation (Early Oligocene) of the Mainz Basin documents the early beginning of marine conditions. From these strata, we discuss the first regional occurrence of bryozoans. Fluctuating salinity, already indicated by other taxa, has probably influenced some remarkable morphological variations in bryozoan skeletons. Nearly all specimens repre-

sent the flexible erect (cellariiform) mode of growth. A species which is very abundant probably belongs to the Quadricellariidae (*Nellia* sp.), yet, the fragmented zoaria do not allow species identifications. A new species of the family Candidae (*Penemia woessae* n. sp.), documents zoogeographical links to the southern hemisphere, and to the Tethyan realm.

¹ Dr. J. Scholz (e-mail: joachim.scholz@senckenberg.de), Forschungsinstitut und Naturmuseum Senckenberg, Sektion Marine Evertibraten 3, Senckenberganlage 25, D-60325 Frankfurt am Main

² Prof. Dr. N. Vávra (e-mail: norbert.vavra@univie.ac.at), Institut für Paläontologie der Universität Wien, Geozentrum, Althanstr. 14, A-1090 Wien

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	194
2. Material und Methoden	195
3. Taxonomie	196
4. Paläoökologie und Zoogeographie	201
5. Schriftenverzeichnis	202

1. Einführung

Im Zuge von Voruntersuchungen zur ICE Neubaustrecke Köln–Rhein/Main (Abb. 1) sind bei Wallau in der Nähe des Autobahn-Kreuzes A3/A66 (Wiesbadener Kreuz) zwei tiefe Bohrungen abgeteuft worden (RADTKE et al. 2003, 2007, MARTINI & RADTKE 2007).

Die Pechelbronn-Gruppe (Untere, Mittlere und Obere Pechelbronn-Schichten) kann in das Ober-Eozän bis Unter-Oligozän eingestuft werden. Die Mittleren Pechelbronn-Schichten (MPS, Unter-Oligozän), in denen die Bryozoen-Funde gemacht

wurden, werden aus einer Wechsellagerung von Tonen, feingeschichteten Mergeln und Schwarzpeliten aufgebaut. Die Faunenabfolgen und diverse Fossilvergesellschaftungen belegen zu Beginn der MPS die erste marine Ingression (Rupelium) in den Oberrheingraben und das Mainzer Becken. Es werden jedoch auch brackisch-limnische Einflüsse festgestellt, wovon bei der Auswertung der Bryozoen noch die Rede sein wird. Bryozoenreiche Schichten (Zone fossilifère à Bryozoaire) wurden in der Bohrung Wallau B98-BK5 von 68,00–82,00 m vorgefunden (MARTINI & RADTKE 2007: Beil. 1, SCHOLZ et al. 2005).

Die Bedeutung der Funde liegt darin, dass aus dieser frühen Phase der Transgression in das Mainzer Becken bisher noch keine Bryozoen bekannt waren. Hingegen wurden die Bryozoen aus der Alzey-Formation (Unterer Meeressand, Unter-Oligozän) des Mainzer Beckens bereits monographisch durch VÁVRA (1983) bearbeitet. Dies hat dem Umstande, dass das Mainzer Becken von den drei „klassischen“ Tertiärbecken Europas (Pariser Becken, Mainzer Becken und Wiener Becken) in bryozoologischer Hinsicht am wenigsten bekannt ist, ein wenig Abhilfe geschaffen. Immerhin wurde die erste, wenn auch kleinere bryozoologische Bearbeitung des Mainzer Beckens bereits vor gut 140 Jahren durch REUSS (1864) vorgenommen.

Unabhängig von dieser speziellen, regionalen Relevanz ist jeder Neufund von Bryozoen aus einem beliebigen stratigraphischen Horizont per se schon dadurch beachtenswert, dass dem Phy-

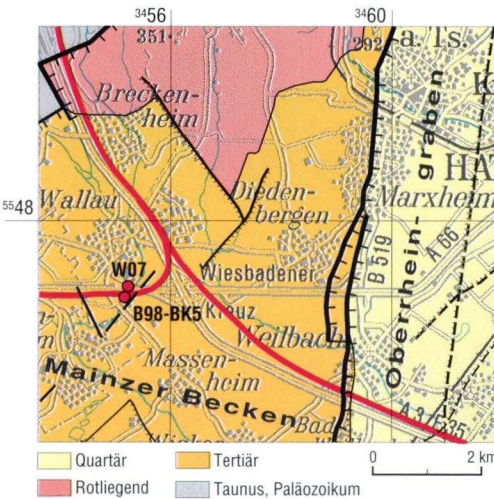


Abb. 1. Ausschnitt aus der Geologischen Karte (GÜK 300, Geologische Übersichtskarte von Hessen 1:300 000, dig. Ausgabe) mit der Lage der Bohrungen Wallau an der Abzweigung Wiesbaden der ICE-Neubaustrecke Köln–Rhein/Main (in rot).

lum ein erheblicher Wert als Fazies-Fossilien zukommt, ein Wert, der ihre durchaus gegebene Aussagekraft als Leitfossil in der Regel weit in den Schatten stellt (VOIGT 1930, 1967).

Als einziges ausschließlich klonal vorkommendes Phylum scheiden Bryozoen in der Mehrzahl ihrer Taxa ein Karbonat-Skelett aus. Dieses übersetzt aufgrund der Komplexität und Diversität der Oberflächen sowohl bei den Einzelwesens (Zoiden beziehungsweise Zooecien, wenn nur die Hartteile in Rede stehen oder überliefert sind) als auch bei der gesamten Kolonie (Zoarium) Lebensprozesse in Phänomene des Skelettwuchses (McKINNEY & JACKSON 1989). Dadurch werden bei den überwiegend fixosessilen Kolonien Veränderungen im Einwirken der Kontrollfaktoren in einer Weise überliefert, dass sich die Lebensgeschichte einer Kolonie in ihren aufeinander folgenden Zooidgenerationen wie in einer Abfolge von Buchstaben eines Textes zu einer individuellen Geschichte zusammenfügt.

Neben diesen eher grundsätzlichen Erörterungen kommt ein fast noch wichtigerer Umstand zum Tragen, der speziell nur für das Mainzer

Becken zutrifft: Bereits im Unter-Oligozän des Mainzer Beckens findet sich eine isoliert dastehende Bryozoenfauna, die kaum noch Beziehungen zu anderen Faunen des „mittleren“ Oligozäns (heute höheres Unter-Oligozän) hat (VÁVRA 1984). Es besteht somit Bedarf an einer größeren stratigraphischen Reichweite bei der Bearbeitung der regionalen Bryozoenfaunen, als dies bislang aufgrund der Fundsituation möglich gewesen ist. Die Fauna des Mainzer Beckens hätte durchaus das Potential, in evolutionsbiologischer Hinsicht ähnlich ergiebig zu sein, wie das bei den Tertiärfaunen der Karibik der Fall gewesen ist. Letztere haben zu dem Evolutionsmodell des so genannten „Punctuated Equilibrium“ den entscheidenden Anstoß geliefert (CHEETHAM et al. 1994, COCKBURN 1995). Solche ehrgeizigen Ziele können mit der vorgelegten Arbeit indessen nicht verfolgt werden. Immerhin soll aber der Versuch unternommen werden, Interesse an einer weitergehenden Bearbeitung und gezielten Bryozoen-Beprobung auch in den Schichtgliedern des untersten Oligozäns des Mainzer Beckens zu wecken.

2. Material und Methoden

Die Proben wurden den Autoren vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) für die Bearbeitung zur Verfügung gestellt.

Folgende Teufen wurden näher untersucht: 72,33–72,42 m (LB 15.322), 78,85–78,95 m (LB 15.933), 79,10–79,15 m (LB 15.934), 79,45–79,50 m (LB 15.327) und 79,65–79,75 m (LB 15.935) (LB = Labor-Nr. des HLUG). Darüber hinaus standen Bryozoen-Proben aus Nackenheim (Baugrube Tendald-Str. 17, 8/1998, Nr. 3c und 7) für die Untersuchung zur Verfügung, die aus vergleichbaren Abfolgen der Mittleren Pechelbronn-Schichten stammen (freundl. Mitt. Dr. Gudrun Radtke, HLUG; Material Dipl.-Geol. Thomas Griebemer, Schifferstadt).

Durch die Probenaufbereitung und -schlām-

mung liegen die vorhandenen Bryozoenkolonien leider ausnahmslos als kleine isolierte Fragmente vor. Sie weisen in der Regel nicht mehr als zwei bis maximal zehn Zooide auf. Selbst bi- oder multiseriale Kolonien sind häufig in uniseriale Fragmente aufgespalten, was leicht zu Fehlinterpretationen hinsichtlich der Wuchsform führen kann. Daher muss auch eine Angabe zur Zahl der bei der Auswertung vorliegenden Kolonien unterbleiben. Dennoch ist die überwiegende Zahl der Kolonien auf der Ebene der Zooecien gut und teilweise fast wie rezent erhalten. Dies wird für den paläoökologischen Aussagewert bedeutsam (Kap. 4.).

Es liegen mit einer Ausnahme cellariiforme Taxa vor, womit die flexibel-erekten Wuchsformen

bei cheilostomatiden Bryozoa gemeint sind. Lediglich eine Probe aus Nackenheim (Baugrube Tendald-Str.17, 8/1998, Nr. 7) hat auch uni- bis multilaminare, inkrustierende Wuchsformen überliefert, von deren Beschreibung an dieser Stelle abgesehen wird.

Nun liegen die Skelettreste der erekten, strauchförmigen Bryozoen und insbesondere der cellariiformen Gruppen im Sediment im Vergleich zu laminar inkrustierenden Bryozoen stets überrepräsentiert vor (LAGAAIJ & GAUTIER 1965). Cellariiforme Bryozoen erreichen ihre Flexibilität teils durch Artikulation, teils durch schwache Verkalkung des kolonialen Skelettes, und dies erklärt den leichten Zerfall der Skelette in Fragmente.

Wenn man also aus dem Vorkommen solcher

Gruppen eine paläoökologische Aussage ableiten will, ist eine genaue Unterscheidung ökologischer und rein taphonomischer Faktoren vonnöten. Die Ausschließlichkeit des Vorkommens der Cellariiformen ist indessen eine Erörterung wert. Immerhin zeigt die gute Erhaltung teils äußerst fragiler Merkmale der Zooecien, dass kein weiterer Transport im Sediment erfolgt sein und eine fast noch autochthone Gemeinschaft angenommen werden kann.

Verwahrung des Materials:

Sammlung des Forschungsinstituts Senckenberg, Frankfurt am Main, Inv.-Nr. SMF 2100–2105 (Sektion: Marine Evertibraten III: Bryozoologie).

3. Taxonomie

Die untersuchten Bryozoen aus Wallau und Nackenheim gehören ausnahmslos dem Formenkreis anascer Bryozoen (Cheilostomatida) an, also jener Formen, die sich durch eine ganz oder teilweise membranöse frontale Oberfläche der Zooide auszeichnen. Ascophorine Cheilostomatida (mit verkalktem Frontalschild) wurden ebenso wenig beobachtet wie stenolaemate, cyclostomatide Taxa (am Rande sei erwähnt, dass den anascer und den ascophorinen Bryozoen heute ein lediglich para- beziehungsweise polyphyletischer Status zukommt und die entsprechenden Termini daher nur noch Organisationsgrade bezeichnen; TAYLOR 1993: 468).

Die vorgefundenen Fragmente cellariiformer Gruppen verteilen sich auf zwei unterschiedliche Taxa:

Die erste Form erscheint recht variabel. Es werden entweder einzelne Zooide oder aber Stämmchen in unterschiedlichen Stadien ihrer Zerlegung in uniseriale oder biserialer Fragmente beobachtet. Somit dokumentiert kein einziges zoariales Fragment mehr den intakten Wuchsverband. Allerdings lässt die vergleichsweise über-

raschend gute Erhaltung der Zooecien darauf schließen, dass die Stämmchen ursprünglich einmal vierseitig angeordnet gewesen sind.

Mit einiger Wahrscheinlichkeit handelt es sich um eine Art der Familie der Quadricellariidae GORDON 1984 (Taf. 1, Fig. 9–10). Aufgrund des Fehlens von Avikularen werden die Funde nur mit gewissem Vorbehalt der Gattung *Nellia* BUSK 1852 zugeordnet. Das Vorhandensein eines Paares von Avikularen an der basalen Gymnocyste wäre ein wesentliches Gattungsmerkmal (OSBURN 1950: 119). Die Frage einer Artikulierung des zoarialischen Skelettes an den Bifurkationen lässt sich aufgrund des bereits erwähnten schlechten Erhaltungszustandes der Exemplare von *Nellia* sp. nicht beantworten. Die Tatsache, dass die einzelnen Reihen alternieren und sich in jeweils entgegengesetzter Richtung öffnen, passt wiederum recht gut auf die Gattung *Nellia*. Auch die breiten Flächen, die lateral, proximal und distal zwischen den Zooecien liegen, sowie die schmale proximale und laterale Cryptocyste sprechen für die erwähnte Gattungsdiagnose (Taf. 1, Fig. 9–10). Mit einer Länge der Zooecien von etwa 0,47 mm und

einer Breite von etwa 0,18 mm stimmen die Abmessungen von *Nellia* sp. gut überein mit den Angaben für *Nellia oculata* bei OSBURN (1950: 119–120).

Mit der zweiten Form (Taf. 1, Fig. 1–8) verhält es sich ganz anders. Zwar ist auch sie meistens in Fragmente von nur einem bis wenigen Zooiden zerfallen, allerdings finden sich anders als bei *Nellia* sp. noch komplette Stammfragmente im Querbruch, und die Zooide sind darüber hinaus etwas merkmalsreicher. Diese zweite und häufigere Form (Tab. 1) wird nachfolgend als eine neue Art der Gattung *Penemia* beschrieben.

Familie: Candidae BUSK 1852

Gattung: *Penemia* GORDON 1986

Typus-Art: *Penemia ignota* (HAYWARD 1981)

Originaldiagnose: Kolonie erekte, biserial und nicht artikuliert. Cryptocyste vorhanden, Stacheln oder Tuberkel ebenfalls. Kein Scutum und keine Avikularia. Ovicellen vorhanden. Eine proximale Pore als Ansatzstelle für Rhizoide ist auf der Dorsalseite zu erkennen (übersetzt aus GORDON 1986).

Revidierte Diagnose: Kolonie erekte und nicht artikuliert. Biserial, quadriserial oder multiseriale. Cryptocyste vorhanden, Stacheln oder Tuberkel ebenfalls. Kein Scutum und keine Avikularia. Ovicellen können vorhanden sein. Eine proximale Pore als Ansatzstelle für Rhizoide ist auf der Dorsalseite zu erkennen.

***Penemia woessae* n. sp.**

Taf. 1, Fig. 1–8

Derivatio nominis: in honorem Dr. Emmy WOESS (Wien)

Locus typicus: Bohrung Wallau B98-BK5, Teufe: 79,65–79,75 m, Hessen

Stratum typicum: Mittlere Pechelbronn-Schichten (ZFB), Unter-Oligozän

Typus: Holotypus, SMF 2100 (LB 15.935) Taf. 1, Fig. 1 und 2, goldbedampfte Kolonie auf REM-Teller mit 10 Zoocien.

Paratypoiden: Fundpunkte:

a) wie Locus typicus

SMF 2100 (LB 15.935), gleicher REM-Teller wie der Holotypus, Taf. 1, Fig. 5 und 7, goldbedampfte Koloniefragmente

SMF 2101 (LB 15.935), 3 Zoocien unbedampft

SMF 2102 (LB 15.935), 1,5 (fragmentiert) Zoocien unbedampft

SMF 2103 (LB 15.933), 2 Zoocien goldbedampft

b) Lokalität Nackenheim (Baugrube Tendald-Str. 17, 8/1998, Nr. 3c)

SMF 2104, 9 zoariale Fragmente (goldbedampft) auf 2 REM-Tellern

Material: siehe Tab. 1

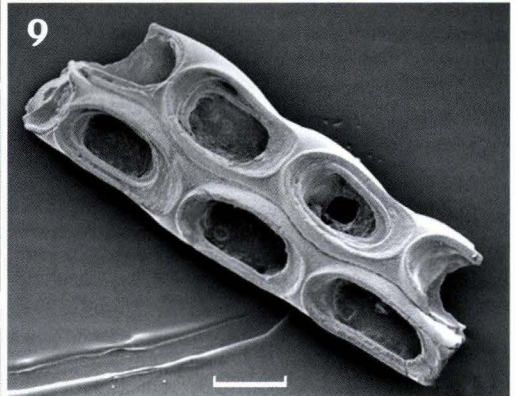
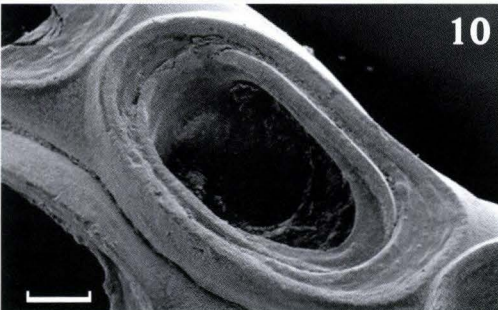
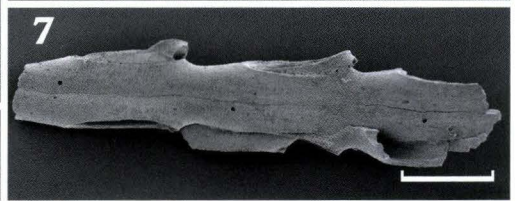
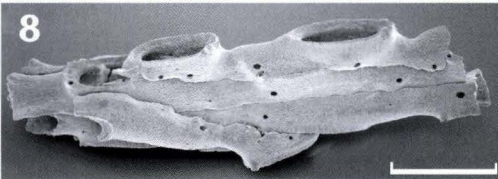
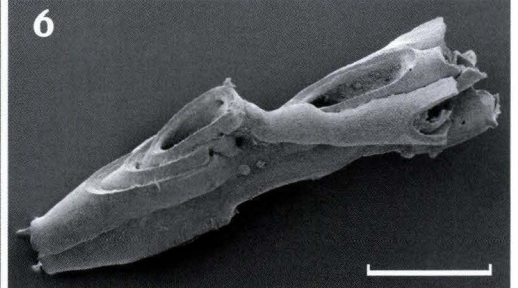
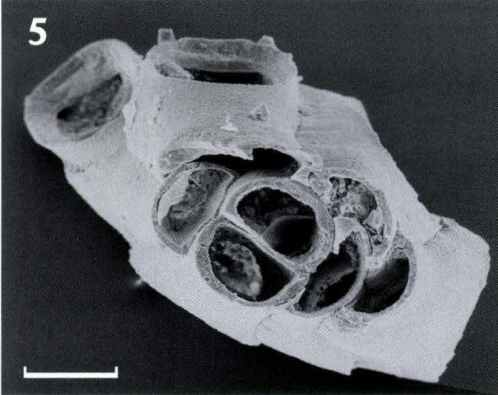
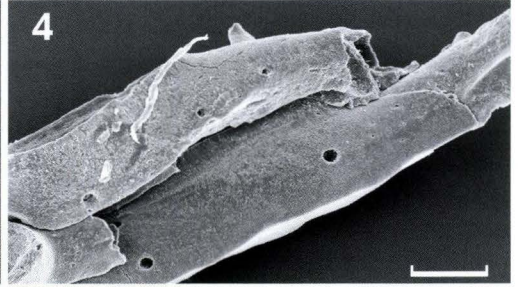
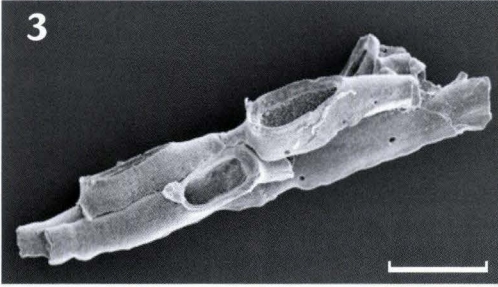
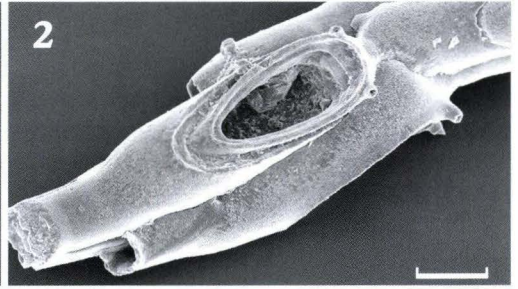
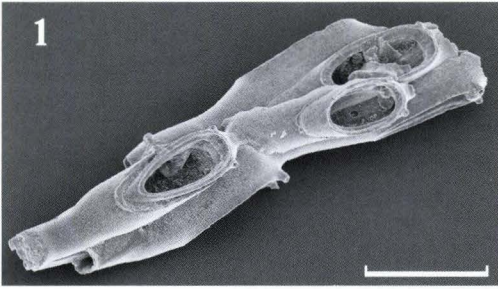
Diagnose: Eine Art der Gattung *Penemia* mit zwei oralen Stacheln, je einer dorsal-lateral ausgebildeten Pore in proximaler Position; ein bis zwei zusätzliche dorsal-laterale Poren können vorhanden sein. Cryptocyste vorhanden, glatt und als schmaler Saum ausgebildet. Gymnocyste ebenfalls glatt und proximal die Hälfte bis Zweidrittel der frontalen Oberfläche des Zoociums einnehmend. Zoarium erekte, Zoocien zunächst bilateral Rücken an Rücken angeordnet. Weitere Zoocien frontal am Stämmchen knospend oder selbstüberwachsend neue Zoocien in bis zu drei Schichten am Stämmchen ausbildend. Räumliche Anordnung der Zoocien variabel.

Beschreibung:

Autozoocium: Längsoval bis länglich,

Tab. 1. Anzahl der Koloniefragmente in den verschiedenen Proben.

Teufen [m]/Proben		Zahl der Koloniefragmente	
Labor-Nr. HLUg/ Sig. Griebemer		<i>Penemia woessae</i> n. sp.	<i>Nellia</i> sp.
72,33–72,42	15.322	–	3
78,85–78,95	15.933	ca. 50	9
79,10–79,15	15.934	ca. 30	5
79,45–79,50	15.327	4	–
79,65–79,75	15.935	>100	8
Nackenheim 3c		10	ca. 60





Tafel 1

Penemía woessae n. sp. und *Nellia* sp. aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten

- Fig. 1.** *Penemía woessae* n. sp., Holotypus. SMF 2100. (LB 15.935). Maßstab 300 μm .
- Fig. 2.** *Penemía woessae* n. sp., Holotypus. Ausschnitt aus Fig. 1: Einzelnes Zooecium. Maßstab 100 μm .
- Fig. 3.** *Penemía woessae* n. sp. Das laminare Selbstüberwachsen auf den Stämmchen ist mitunter gegenläufig, wie die einander spiegelbildlich zugeordneten Opesia zweier frontaler Zooecien zeigen. Paratypoid SMF 2100 (gleicher REM-Teller wie Holotypus) (LB 15.935). Maßstab 300 μm .
- Fig. 4.** *Penemía woessae* n. sp., Ausschnittsvergrößerung bei anderer Kippung aus dem in Fig. 3 gezeigten Koloniefragment, um überwachsenes und überwachsendes Zooecium zu zeigen. Maßstab 100 μm .
- Fig. 5.** *Penemía woessae* n. sp., Querbruch durch ein zoariales Stämmchen, um die primär zweiseitige und gegenläufige Ausrichtung der Zooecien mit anschließender Knospung zweier sie überwachsender Zooecien-Schichten zu zeigen. Paratypoid SMF 2100 (LB 15.935, gleicher REM-Teller wie Holotypus). Maßstab 100 μm .
- Fig. 6.** *Penemía woessae* n. sp., Paratypoid SMF 2104 aus Nackenheim (Baugrube Tendald-Str. 17, 8/1998, Nr. 3c), mit deutlichem Prozess des Selbstüberwachsens. Maßstab 300 μm .
- Fig. 7.** *Penemía woessae* n. sp., ein weiterer Paratypoid der Serie SMF 2104 aus Nackenheim (Baugrube Tendald-Str. 17, 8/1998, Nr. 3c) in Lateralansicht mit Zooecien Rücken-an-Rücken. Maßstab 300 μm .
- Fig. 8.** *Penemía woessae* n. sp., das in Fig. 6 abgebildete Stämmchen in anderer Kippung, um die lateralen Poren zu zeigen. Maßstab 300 μm .
- Fig. 9.** *Nellia* sp. aus Wallau, SMF 2105 (LB 15.935). Maßstab 300 μm .
- Fig. 10.** *Nellia* sp., Ausschnittsvergrößerung aus Fig. 9, um zyklische Neubesiedlung des Cystides durch den Polypiden, kenntlich an der hier mindestens dreifachen Neubildung der Cryptocyste, zu zeigen. Maßstab 100 μm .

0,48–0,65 mm × 0,14 mm. Umriss variabel. Gymnocyste glatt und frontal konvex. Opesium etwa 0,16–0,17 mm × 0,075 mm. Da das Opesium in der Länge weniger variiert als das Zooecium selbst, ist dessen Anteil an der frontalen Oberfläche entsprechend variabel. Orificiale Stacheln: artikuliert, zwei in distal-lateraler Position. Selten auch ein dritter Stachel proximal zum Opesium.

Zwei basale, proximale Poren vorhanden; zusätzlich noch zwei bis drei Lateralporen. Die Cryptocyste ist glatt und umfasst das Opesium als schmaler Saum; distal breiter als lateral und proximal. Scutum fehlt.

Ovicellen: Nicht beobachtet

Avikularien: Nicht beobachtet

Kenozooide: Nicht beobachtet

Zoarium: Cellariiform. Die distal-proximalen Übergänge zwischen Mutter- und Tochterzooide sind an der Oberfläche nahezu glatt. Zooide liegen Rücken-an-Rücken und öffnen sich daher entgegengesetzt in den Raum. Durch frontale Neuknospfung der Zooecien aus den Opesia können die bilateral ausgerichteten beiden Zooecien in der Stammachse von je bis zu zwei zusätzlichen Schichten überlagert werden, so dass die Stämmchen an jeder Seite aus bis zu drei Schichten aus Zooecien bestehen. Das Wachstum dieser zusätzlichen, frontalen Zooecienschichten vollzieht sich in einer sehr variablen räumlichen Orientierung.

Bemerkungen: Die in Taf. 1, Fig. 1–8 abgebildete Form repräsentiert eine neue Art der Gattung *Penemia*, die bislang nur rezent aus der Südhemisphäre bekannt ist und von GORDON (1986) von dem Genus *Menipea* (LAMOUROUX 1812) aufgrund der Geometrie der zooidalen Anordnung abgetrennt wurde. Die oligozäne Art aus Wallau stimmt mit dieser rezenten Art gut überein,

wenn man nur die Merkmale des Zooeciums berücksichtigt. Es bestehen geringfügige Unterschiede durch die vermutlich artikulierten Orificialstacheln bei *P. woessae* n. sp. sowie durch die zusätzlichen ein bis zwei Lateralporen bei der fossilen Art. Ein bedeutsameres Unterscheidungsmerkmal ist das Fehlen von Ovicellen, wichtiger allerdings noch der Umstand, dass sich die oligozäne Spezies grundsätzlich von der rezenten Art durch den andersartigen zoarialen Wuchs, insbesondere die Anordnung der Autozooecien Rücken-an-Rücken, unterscheidet. Da aber auf der Ebene der Zooide die erwähnte große Gemeinsamkeit mit der rezenten Art besteht, erscheint zum gegenwärtigen Zeitpunkt die Aufstellung einer neuen Gattung weniger gerechtfertigt als die oben vorgeschlagene Erweiterung der Gattungs-Definition.

Ein auffälliges Merkmal ist die mitunter mehrfache Knospung aus dem Cystid eines Zooides, die im Skelett ihre Spuren hinterlässt. Die sekundär geknospten Zooide sind stets kleiner als das Mutterzooide (Taf. 1, Fig. 2 und 6).

Über die Gesamtform der Kolonie kann aufgrund der Erhaltung in Fragmenten gegenwärtig noch keine Aussage getroffen werden.

Eine in morphologischer Hinsicht ähnliche, aber nicht identische, noch unbeschriebene und sehr fragmentär erhaltene Spezies von *Penemia* liegt uns als Leihmaterial aus dem Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz in Mainz (LGB-RLP) aus zwei weiteren Bohrungen im Mainzer Becken vor. Es handelt sich um

a) Mainz, Bohrung Schlossplatz, 80,50–81,50 m und

b) Mainz, Bohrung Wildgraben, 50–51 m.

Stratigraphisch sind die Proben der Oberrad-Formation (Obere Cerithien-Schichten, oberer Teil) zugehörig.

4. Paläoökologie und Zoogeographie

Die cellariiforme oder flexibel erekte Wuchsform, die in den untersuchten Proben aus den MPS vorherrscht, wurde in einer sehr einflussreichen, frühen (paläo-)ökologischen Analyse von STACH (1936) bereits treffend charakterisiert, und spätere Arbeiten haben diese Diagnose im Wesentlichen nur bestätigen (und erweitern) können: „This type is adapted for life in the littoral zone where algae usually form the basis of attachment and the effect of wave action is overcome by articulation of the long, narrow internodes. This type occasionally extends to greater depths“ (STACH 1936: 63).

Spätere Autoren wie zum Beispiel LAGAAIJ & GAUTIER (1965) und SILÉN (1980) betonen den fördernden Einfluss der Schwebstofffracht und Sedimentation im Wasserkörper bei dem Ansiedlungserfolg und Wachstum bestimmter Arten, die dem cellariiformen Wuchs zuzurechnen sind. SCHOLZ (1993) hat daneben auch die Bedeutung von Mikrobenmatten beim Ansiedlungserfolg cellariiformer Bryozoen näher untersucht. Cellariiforme Tiefseebryozoen wurden monographisch bei HAYWARD (1981) erfasst, und hier zeichnet sich die Wuchsform durch Vorteile in der Expansion in den Wasserkörper unter Bedingungen der Nährstoffarmut aus.

Die cellariiformen Bryozoen aus Nackenheim und Wallau sind jedoch stark verkalkt und sprechen eher für flachmarine Verhältnisse. Vielleicht ist ein anderes Indiz hilfreicher: sämtliche vorhandenen Bryozoen gehören wie bereits erwähnt der anascen Morphologie mit häutiger frontaler Oberfläche an. Ascophorine Taxa, die im Paläogen ja bereits in großer Vielfalt vorhanden sind, fehlen ebenso wie die cyclostomatiden Taxa, letztere als rein marine Gruppe geltend (RYLAND 1970). Dies könnte darauf hindeuten, dass hier ein Habitat vorliegt, welches durch Schwankungen in der Salinität gekennzeichnet gewesen ist. Typischerweise findet sich heutzutage in Lagunen und in brackischen Habitaten neben den (fossil schlecht überlieferten) unverkalk-

ten Ctenotomatida ein Überwiegen schnellwüchsiger anascen Taxa (siehe u. a. PISANO 1980, AMBROGI & AMBROGI 1987).

Interessanterweise zeigen sowohl die Zoarien bei *Penemia woessae* n. sp. als auch diejenigen von *Nellia* sp. häufig Muster der zooidalen Regeneration. Bei *Nellia* sp. kommt es innerhalb der Zooecien zu bis zu drei Zyklen der Neubesiedlung des Cystids (Taf. 1, Fig. 10), wohingegen *Penemia woessae* n. sp. Prozesse der Selbstüberwachung aufweist, was bei flexibel-erekten Bryozoen ansonsten nur selten zu beobachten ist (Taf. 1, Fig. 1–8).

Beide unterschiedlichen Regenerationsmuster indizieren gleichermaßen eine häufige Re-Besiedlung des kolonialen Skelettes nach Phasen der Braunkörperbildung, und dies könnte den von Ostracoden bekannten brackischen Einfluss widerspiegeln (GRIEBEMER 1998, GRIEBEMER et al. 2007). Möglicherweise waren die Salinitätsfluktuationen nur kurzfristiger Art, so dass die am Ort siedelnden Bryozoen durch Dauerstadienbildung überleben konnten. Bei laminar inkrustierenden cheilostomatiden Bryozoen konnte übrigens die Ausbildung multilaminarer Strukturen durch Selbstüberwachsen unter anderem mit Salinitätsschwankungen in lagunären Bereichen in Zusammenhang gebracht werden (PALINSKA et al. 1999, PILLER & HARZHAUSER 2004).

Zumindest die Probe LB 15.322 liegt im brackischen Ostracodenbereich 3 (69,00–76,20 m), und die LB 15.933, 15.934 sowie 15.327 befinden sich im marin-brackischen Ostracodenbereich 2. Nach Ostracoden-Ergebnissen (Abb. 2; GRIEBEMER et al. 2007) befindet sich lediglich die Probe LB 15.935, welche unter anderem den Holotypus von *Penemia woessae* n. sp. überliefert hat, im vollmarinen Bereich. Die generelle Häufigkeit der Bryozoenfragmente zeigt übrigens diesen Trend hin zu vollmarinen Bedingungen deutlich an (der Vollständigkeit halber ist noch die Ausbeute aus Nackenheim erwähnt) (Tab. 1).

Der Umstand, dass es sich bei der Gattung *Pe-*

nemia heute, wie bereits erwähnt, um eine Südhemisphären-Gattung handelt, zeigt Faunenelemente der Tethys im unteren Oligozän des Mainzer Beckens an. Eine schwerpunktmäßige Südhemisphären-Verbreitung wird überdies auch bei der Gattung *Menipea* LAMOUROUX 1812 festgestellt, die mit der Gattung *Penemia* eng verwandt ist (HAYWARD 1995).

Hingegen können die Funde von *Nellia* sp. nicht allein nur wegen der vorbehaltlichen taxonomischen Zuordnung allenfalls eingeschränkt für zoogeographische Aspekte Verwendung finden. Für die Art *Nellia ocul(l)ata* wird bei DAVID & POUYET (1974) folgende stratigraphische Verbreitung angegeben:

Rezent: Atlantik, Pazifik, Indik: tropische Zone
 Plio-Pleistozän: Amerika, Asien
 Miozän: Amerika, Afrika, Asien, Europa, Frankreich
 Oligozän: Amerika, Europa, Afrika
 Eozän: Amerika, Europa, Afrika

Wenn diese Ergebnisse aus den hier vorgestellten Funden übertragen werden können,

dann läge vielleicht der Schluss nahe, dass die Region des Mainzer Beckens im Allgemeinen und Wallau im Besonderen bereits im Unter-Oligozän globalisiert war – bei leichten Präferenzen in Richtung Tethys oder Terra australis, und deutlicher, allerdings durch Umweltfaktoren wie Salinitätsschwankungen diktiert Selektivität bei den vorkommenden Bryozoen-Taxa. Dies steht zwar zunächst im Gegensatz zu den bei anderen Taxa festgestellten Beziehungen zur Paläo-Nordsee (GRIMM et al. 2007). Aufgrund der spärlichen Fossildokumentation bei der Gattung *Penemia* – es handelt sich ja um den ersten Fossil-Nachweis überhaupt –, sollte dieser Gegensatz allerdings nicht überbewertet werden.

Danksagung: Wir bedanken uns bei Frau Dr. G. Radtke (HLUG) für die Anregung zu dieser Arbeit und Auskünfte zu Fazies und Stratigraphie sowie bei Herrn Dr. D. Gordon (National Institute of Water & Atmospheric Research, Wellington, Neuseeland) für hilfreiche Diskussionen über die Gattungen *Menipea* und *Penemia*. Herrn Dipl.-Geol. T. Griebemer (Schifferstadt) sei für die Bereitstellung des Materials aus Nackenheim gedankt.

5. Schriftenverzeichnis

- AMBROGI, A.O. & AMBROGI, R. (1987): Short-term changes in a brackish water assemblage of Bryozoa with particular reference to *Conopeum seurati* (CANU). – In: ROSS, J.R. (Ed.): *Bryozoa: Present and Past*: 183–190, 3 figs., 2 tabs.; Bellingham (Western Washington University).
- CHEETHAM, A.H., JACKSON, J.B.C. & HAYEK, L.-A.C. (1994): Quantitative genetics of bryozoan phenotypic evolution. II. Analysis of selection and random change in fossil species using reconstructed genetic parameters. – *Evolution*, **48**: 360–375, 2 figs., 13 tabs., 1 app.; Lawrence.
- COCKBURN, A. (1995): *Evolutionsökologie*. – 357 S., 129 figs., 32 tabs.; Stuttgart (Fischer).
- DAVID, L. & POUYET, S. (1974): Revision des Bryozoaires cheilostomes miocènes du Bassin de Vienne (Autriche) – *Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, **60**: 83–257, 4 figs., 15 pls.; Lyon.
- GORDON, D.P. (1986): The marine fauna of New Zealand: Bryozoa: Gymnolaemata (Ctenostomata and Cheilostomata Anasca) from the Western South Island Continental Shelf and Slope. – *N. Z. Oceanogr. Inst. Mem.*, **95**: 121 p., 31 pls.; Wellington.
- GRIEBEMER, T.W. (1998): Ostracods – a tool for correlating Lower Oligocene deposits in Western Germany (Westphalia, Hesse and Rhine-Palatinate). – In: CRASQUIN-SOLEAU, S., BRACINI, E. & LETHIERS, F. (eds.): *What about Ostracoda!* – Actes du 3^e Congrès Européen des Ostracodologists, Paris-Bierville, France, 8–12 juillet 1996. – *Bull. Centre Rech. Elf Explor. Prod., Mém.*, **20**: 141–157, 4 figs., 4 pls.; Pau.
- GRIEBEMER, T.W., UFFENORDE, H. & RADTKE, G. (2007): Die Ostracoden der Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän) in der Bohrung Wallau B98-BK5 (nordöstliches Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): *Die Bohrungen Wallau im*

- nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 173–192, 3 Abb., 1 Taf., Beil. 4; Wiesbaden.
- GRIMM, K.I., RADTKE, G. & SPIEGLER, D. (2007): Foraminiferen und Bolboformen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (tiefes Unter-Oligozän) der Bohrung Wallau B98-BK5. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 157–171, 1 Abb., 2 Taf., Beil. 3; Wiesbaden.
- HAYWARD, P.J. (1981): The Cheilostomata (Bryozoa) of the Deep Sea. – *Galathea Report*, **15**: 21–68, 29 figs., 7 pls.; Copenhagen (Scandinavian Science Press).
- HAYWARD, P.J. (1995): Antarctic Cheilostomatous Bryozoa. – 355 p., 188 figs.; Oxford (Oxford University Press).
- LAGAARJ, R. & GAUTIER, Y.V. (1965): Bryozoan assemblages from marine sediments of the Rhône delta, France. – *Micropaleontology*, **11**: 39–58, 34 figs., 1 tab., 1 chart; New York.
- MARTINI, E. & RADTKE, G. (2007): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation) – Einführung und Synthese. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 7–36, 10 Abb., 1 Tab., Beil. 1; Wiesbaden.
- MCKINNEY, F.K. & JACKSON, J.B.C. (1989): Bryozoan evolution. – *Special topics in paleontology*, **2**: 238 p., 158 figs., 13 tabs.; Boston (Unwin Hyman).
- OSBURN, R.C. (1950): Bryozoa of the Pacific Coast of America. Part 1, Cheilostomata-Anasca: 269 p., 29 pls.; Los Angeles (University of Southern California Press).
- PALINSKA, K.A., SCHOLZ, J., STERFLINGER, K., GERDES, G. & BONE, Y. (1999): Microbial mats associated with Bryozoans (Coorong Lagoon, South Australia). – *Facies*, **41**: 1–14, 3 figs., 4 pls.; Erlangen.
- PILLER, W.E. & HARZHAUSER, M. (2004): Riffbildung in extremer Umgebung: Bryostromatolithen aus dem Mittel-Miozän der zentralen Paratethys. – In: REITNER, J., REICH, M. & SCHMIDT, G. (Hrsg.): *Geobiologie*: 181–182; Göttingen.
- PISANO, E. (1980): Alcune osservazioni sui briozoi della sacca del Canarin (Delta del Po, Italia). – *Mem. Biol. Mar. Oceanogr. N.S., Suppl.* **X**: 433–434; Napoli.
- RADTKE, G. (2007): Mikroendolithen in Mollusken-schalen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 141–155, 1 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- RADTKE, G., GRIEBEMER, T.W., GRIMM, K.I., HOTTENROTT, M., JANSSEN, R., LIPPMANN, R., KÜMMERLE, E., MARTINI, E., REICHENBACHER, B., SCHOLZ, J., SPIEGLER, D. & VÁVRA, N. (2003): Erster Meereseinbruch im Oberrheingraben – Entwicklung, Biodiversität, Paläogeographie (Pechelbronn-Schichten, Unteroligozän). – *Terra Nostra*, **2003** (5): 124–125; Berlin.
- REUSS, A.E. (1864): Über Anthozoen und Bryozoen des Mainzer Tertiärbeckens. – *Sitz.-Ber. math. naturwiss. Kl. Akad. Wiss.*, 1 Abt., **50**: 197–210, 3 Taf.; Wien.
- RYLAND, J.S. (1970): Bryozoans. – 175 p., 21 figs.; London (Hutchinson).
- SCHOLZ, J. (1993): Indications for Microbial Clues for Bryozoans when settling. – *Facies*, **29**: 107–118, 5 figs., 2 pls.; Erlangen.
- SCHOLZ, J., & VÁVRA, N. & RADTKE, G. (2005): Bryozoen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän) des Mainzer Beckens. – *Ber. Inst. Erdwiss. Univ. Graz*, **10**: 122–123; Graz.
- SILÉN, L. (1980): Colony-substratum relations in Scrupocellariidae (Bryozoa, Cheilostomata). – *Zoologica Scripta*, **9**: 211–217, 23 figs.; Oxford.
- STACH, L.W. (1936): Correlation of zoarial form with habitat. – *J. Geol.*, **44**: 60–65, 1 fig.; Chicago.
- TAYLOR, P.D. (1993): Bryozoa. – In: BENTON, M.J. (Ed.): *The Fossil Record 2*: 465–489, 5 figs.; London (Chapman & Hall).
- VÁVRA, N. (1983): Bryozoen aus dem Unteren Meeres-sand (Mitteloligozän) von Eckelsheim (Mainzer Becken, Bundesrepublik Deutschland). – *Mainzer naturw. Archiv*, **21**: 67–123, 2 Abb., 8 Taf.; Mainz.
- VÁVRA, N. (1984): Bryozoen im „prä-aquitänen“ Tertiär des Mainzer Beckens. – *Mainzer geowiss. Mitt.*, **13**: 233–236; Mainz.
- VOIGT, E. (1930): Morphologische und stratigraphische Untersuchungen über die Bryozoenfauna der oberen Kreide. I. Teil. Die cheilostomen Bryozoen der jüngeren Oberkreide in Nordwestdeutschland, im Baltikum und in Holland. – *Leopoldina. Ber. kaiserl. leopold. dtsh. Akad. Naturforsch. Halle*, **6** (WALTHER-Festschrift): 379–579, 39 Taf.; Leipzig.
- VOIGT, E. (1967): Ökologische und stratigraphische Untersuchungen an Bryozoen der oberen Kreide. – *Ber. dtsh. Ges. geol. Wiss.*, **A 12** (5): 479–491, 1 Tab.; Berlin.

RONALD JANSSEN¹

Mollusken aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (tiefes Unter-Oligozän) der Bohrungen W07 und B98-BK5 bei Wallau (Hessen)

Molluscs from the Middle Pechelbronn Beds (Early Oligocene) at drill sites W07 and B98-BK5 near Wallau (Hesse)

Kurzfassung

Aus der Pechelbronn-Gruppe (Unter-Oligozän: frühes Rupelium) der Bohrungen W07 und B98-BK5 bei Wallau werden 18 Molluskenarten (4 Bivalven, 14 Gastropoden) genannt. Soweit sich die Arten spezifisch bestimmen ließen, sind es solche, die sowohl aus dem hessischen Melanienton als auch aus der Pechelbronn-Gruppe des südlichen Oberrheingrabens bekannt sind. Die speziellen Artenassoziationen weisen auf das Vorliegen der Mittleren Pechelbronn-Schichten, und zwar auf einen den „Couches à Hydrobies“ entsprechenden Abschnitt in beiden Bohrungen sowie auf die liegenden „Couches à Bryozoaires“ und schließlich die „Couches à *Mytilus*“ im tieferen Profilabschnitt der Bohrung B98-BK5 hin. Das Vorkommen von Wallau lässt sich nach der Molluskenfauna mit dem Melanienton von Groß-

almerode und Borken (Abt. C/D) korrelieren. Die Gattungszugehörigkeit einiger Arten wird diskutiert. Folgende Taxa werden neu beschrieben: *Wallaua flexiplicata* n. gen. n. sp., *Pechelbronnia* n. gen. (Typusart: *Bythinella prefalloti* GILLET), *Assimineea wallauensis* n. sp. Mit dieser Art wird die Gattung *Assimineea* erstmals zweifelsfrei aus dem Paläogen nachgewiesen. „*Planorbis*“ *schulzianus* DUNKER wird in die Gattung *Anomalorbina* (? Cornirostridae) verwiesen, die hiermit erstmals aus dem deutschen Tertiär nachgewiesen wird. Die ökologischen Implikationen dieser taxonomischen Neuordnung werden diskutiert. Die Mollusken weisen insgesamt auf ein brackisches bis limnisch beeinflusstes Ablagerungsmilieu hin. Für marine Bedingungen liefert die Molluskenfauna keine eindeutigen Hinweise.

Abstract

From the Pechelbronn group (Oligocene: Early Rupelian) of the drill sites Wallau W07 and B98-BK5 18 mollusc species (4 bivalves, 14 gastro-

pods) are recorded. The species are known to occur in the Hessian Melania clay as well as in the Pechelbronn Group of the Southern Rhine Gra-

¹ Dr. R. Janssen (ronald.janssen@senckenberg.de), Forschungsinstitut und Naturmuseum Senckenberg, Senckenberganlage 25, D-60325 Frankfurt a.M.

ben. The species associations point to the “Hydrobia Beds” of the Middle Pechelbronn formation as well as to the underlying “Bryozoa Beds” and “Mytilus Beds”. According to the molluscs also a correlation with the Hessian Melania clay localities Grossalmerode and Borken (parts C/D) seems possible. The generic position of some of the gastropod species is discussed. The following taxa are described as new for science: *Wallaua flexiplicata* n. gen. n. sp., *Pechelbronnia* n. gen. (Type species: *Bythinella prefalloti* GILLET),

Assiminea wallauensis n. sp. This species represents the first true record of the genus *Assiminea* for the Paleogene. “*Planorbis*” *schulzianus* DUNKER is assigned to the genus *Anomalorbina* (? Cornirostridae) which thereby is recorded for the first time from the German Tertiary. The ecological implications of this taxonomic assignment are discussed. The mollusc fauna points at a brackish environment with limnic influence. There are no indications for marine conditions.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	206
2. Systematischer Teil	208
2.1 Bivalvia	209
2.2 Gastropoda	214
3. Stratigraphische und geographische Verbreitung der Arten	228
4. Ökologie	230
5. Schriftenverzeichnis	231

1. Einleitung

Durch die Erkundungsbohrung W07 bei Wallau wurde ein fossilreiches Profil der Pechelbronn-Gruppe aufgeschlossen (KÜMMERLE 1996). Nachdem die Bedeutung dieses Vorkommens erkannt war, konnte in einer zweiten Bohrung (B98-BK5) das Profil bis auf das unterlagernde Rotliegend erweitert werden (MARTINI & RADTKE 2007, RADTKE et al. 2007). Die Lage der Bohrungen zeigt Abb. 1. Besonders bemerkenswert ist der Umstand, dass in beiden Bohrungen erstmals eine individuenreiche und vor allem sehr gut erhaltene Molluskenfauna angetroffen wurde. Aus anderen Aufschlüssen der Pechelbronn-Gruppe im nördlichen Oberrheingraben waren nur vereinzelte, schlecht erhaltene und nicht spezifisch determinierbare Reste von Mollusken bekannt geworden. So erwähnt SONNE (1963: 200) z.B. aus der Bohrung Nieder-Olm „unbestimmbare Steinkerne von Gastropo-

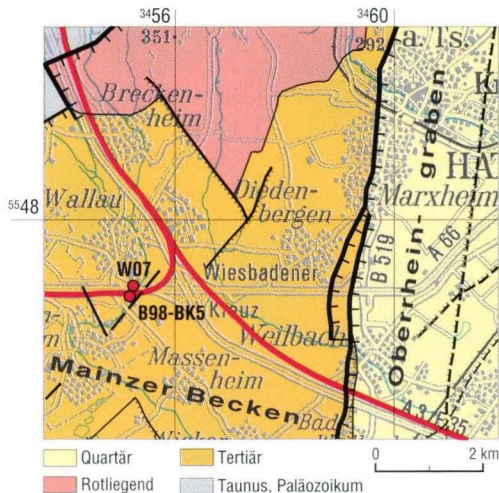


Abb. 1. Ausschnitt aus der Geologischen Karte (GÜK 300, Geologische Übersichtskarte von Hessen 1:300 000, dig. Ausgabe) mit der Lage der Bohrungen Wallau an der Abzweigung Wiesbaden der ICE-Neubaustrecke Köln–Rhein/Main (in rot).

den“, aus den Bohrungen bei Stockstadt werden Muscheln („Mytiliden“) erwähnt (WIRTH 1954), auch in der Pechelbronn-Gruppe der Ziegelei Nackenheim wurden „glattschalige Muscheln“ und *Mytilus* beobachtet, die teilweise in Schilllagen angereichert waren (SONNE in ANDERSON et al. 1969: 97, DOEBL 1969). Alle diese Vorkommen wurden auf Grund der Mikrofauna in die Mittleren Pechelbronn-Schichten eingestuft. Die aus den Bohrungen von Wallau vorliegende Molluskenfauna gestattet erstmals nähere Vergleiche mit den Faunen der Pechelbronn-Gruppe der Typusregion (GILLET 1950), aber auch mit gleich alten Faunen aus dem hessischen Melanienton. Im südlichen Oberrhein-Graben wird die Pechelbronn-Gruppe von GILLET (1950) nach ihrem Fossilgehalt in drei Abschnitte unterteilt: Untere, Mittlere und Obere Pechelbronn-Schichten. Von diesen lassen sich die Mittleren Pechelbronn-Schichten weiter gliedern in die unteren „Couches à *Mytilus*“, eine mittlere Zone mit Bryozoen, sowie die oberen „Couches à Hydrobies“. Statt der Bezeichnung „Couches à ...“ wird in der neueren Literatur (SITTLER 1969) der Terminus „Zone fossilifère à ...“ verwendet. Da sich diese Untergliederung auch in Wallau exakt nachweisen lässt, scheint es sinnvoll, die betreffenden Bezeichnungen auch in dieser Arbeit zu benutzen: ZFH steht somit für die Zone fossilifère à Hydrobies, ZFB für den mittleren Abschnitt mit Bryozoen und ZFM für die Zone fossilifère à *Mytilus* (MARTINI & RADTKE 2007: Abb. 2, RADTKE et al. 2007: Beil. 2). Der Nachweis der Nannoplanktonzone NP 22 in Teilen des Profils beider Wallau-Bohrungen weist die Mittleren Pechelbronn-Schichten zumindest teilweise dem tieferen Oligozän zu, und zwar dem jüngeren Latdorfium, das dem frühen Rupelium der internationalen Gliederung entspricht.

Alle Abschnitte der Pechelbronn-Gruppe sind nach GILLET (1950) limnisch bis leicht brackisch geprägt. Sie nennt 7 Bivalven und 45 Gastropoden-Arten. Leider sind die meisten Arten sehr schlecht – oft nur als Steinkerne – erhalten, sodass eine sichere Artbestimmung vielfach unmöglich ist bzw. die Bestimmungen mindestens

als zweifelhaft angesehen werden müssen. Die Artenzahl der Pechelbronn-Gruppe ist im Vergleich mit derjenigen des hessischen Melanientons oder des belgischen Tongriums sehr hoch, und es sind durchaus Zweifel angebracht, ob sich tatsächlich so viele Arten unterscheiden lassen. Mindestens das (oft gleichzeitige) Vorkommen von fünf verschiedenen „*Corbicula*“-Arten oder gar acht „*Melania* bzw. *Melanoides*“-Arten erscheint angesichts des schlechten Erhaltungszustandes recht fragwürdig. Hinzu kommt, dass die überwiegend schlechten Abbildungen viele Arten kaum erkennen lassen und einen Vergleich mit gut erhaltenem Material sehr schwierig machen. Unter diesem Aspekt kommt dem Material von Wallau wegen seiner guten Erhaltung eine besondere Bedeutung zu.

Die Häufigkeitsverteilung der Mollusken im Profil der beiden Wallau-Bohrungen zeigt die Beil. 5. In der Bohrung W07 wurden Mollusken im gesamten Bereich zwischen 49,55 und 80,00 m beobachtet. Davon erwies sich der obere Abschnitt zwischen 49,55 und 61,35 m als entkalkt, dieser Bereich hat nur Steinkerne geliefert. Ab 62,90 m liegt die Fauna in meist sehr guter Kalkschalenerhaltung vor. In der Bohrung B98-BK5 lieferte ebenfalls die gesamte Schichtfolge zwischen 43,60 und 83,60 m reichlich Mollusken. Auch in dieser Bohrung enthält der oberste, bis etwa 50,19 m entkalkte Profilabschnitt nur Steinkerne. Der Erhaltungszustand der Kalkschalen hingegen ist vergleichbar mit dem der nordhessischen Melanienton-Fundpunkte Großalmerode und Borken, auf jeden Fall aber sehr viel besser als alles, was bisher aus der Pechelbronn-Gruppe des südlichen Oberrheingrabens bekannt ist. Die hervorragende Erhaltung und der Individuenreichtum gestatten auch eine Untersuchung der Gehäuse mit dem REM, wodurch Hinweise zur Klärung der taxonomischen Stellung einiger Arten ermöglicht werden. Solche Untersuchungen sind bislang an Mollusken der Pechelbronn-Gruppe bzw. des Melanientons noch nie vorgenommen worden. Obwohl diese Arbeiten erst am Anfang stehen, kann schon gesagt werden, dass die bislang üblichen

und allgemein gebräuchlichen Zuordnungen der Arten zu bestimmten Gattungen wie *Hydrobia*, *Amnicola*, *Bythinella*, *Planorbis* etc. nicht haltbar sind. Da die Gattungszugehörigkeit wiederum Aussagen über die Ökologie bzw. die Umweltbedingungen der Fauna gestattet, sind diese Fragen durchaus nicht nur von rein taxonomischem Interesse. So hat die Zuordnung von „*Planorbis*“ *schulzianus* zu der erst vor wenigen Jahren für einige eozäne Arten aus England aufgestellten Gattung *Anomalorbina* (vgl. unten) einen ökologischen Aussagewert: *Planorbis* wäre eine rein limnische Gattung, *Anomalorbis* hingegen gehört sehr wahrscheinlich in eine Familie, deren Vertreter gerade den limnisch-marinen Übergangsbereich charakterisieren, also hauptsächlich in bra-

ckisch beeinflusstem Milieu bekannt sind.

Das Material der Bohrungen von Wallau ist demnach auch im Hinblick auf die Klärung taxonomischer Fragen von Bedeutung und ermuntert zu einem breiter angelegten Studium der Fauna auch des Melanientons, was jedoch den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde.

Der größere Teil des Materials befindet sich in der Sammlung des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG) in Wiesbaden. Weiteres Belegmaterial aus beiden Bohrungen sowie alle Abbildungsoriginale und Typen werden im Forschungsinstitut und Naturmuseum Senckenberg (Sektion Malakologie), Frankfurt a.M., aufbewahrt.

2. Systematischer Teil

Es wurden 18 Arten gefunden, die sich – soweit sie spezifisch bestimmbar sind – sehr gut auf Formen aus der Pechelbronn-Gruppe bzw. aus dem Melanienton beziehen lassen. Bei der Bearbeitung zeigte sich jedoch sehr rasch, dass weder die spezifische Nomenklatur besonders der Hydrobiidae (s. lat.) noch vor allem deren bisherige generische Zuordnung befriedigend sind. Die Gattungstaxonomie wurde in der Vergangenheit recht unkritisch gehandhabt, indem eine Zuordnung einfach auf der Basis gehäusermorphologischer Ähnlichkeiten und der vermuteten Ökologie (nämlich Süßwasser) vorgenommen wurde. Eine kritische Betrachtung der Gehäusemerkmale zeigt jedoch, dass die bisherigen Zuordnungen so nicht haltbar sind. Es wurde daher ausgehend vom Material der Wallau-Bohrungen eine taxonomische Spezialbearbeitung der hydrobioiden Gastropoden des Melanientons und der Mittleren Pechelbronn-Schichten in Angriff genommen. Diese konnte noch nicht abgeschlossen werden, da hierfür auch eine Untersuchung von Typusmaterial (soweit noch vorhanden) aller in Frage kommenden Taxa so-

wie ein Vergleich mit zahlreichen Gattungstypen notwendig ist. In der hier vorgelegten Arbeit werden daher einige Arten nur mit provisorischer Gattungszuordnung behandelt.

Notwendig wäre auch eine kritische Nachuntersuchung des Belegmaterials zu GILLET (1950), da wie oben ausgeführt die Artbestimmungen auf Grund der meist schlechten Erhaltung teilweise zweifelhaft und nicht durch Vergleiche mit topotypischem Material aller Taxa gesichert sind.

Folgende Molluskenarten wurden gefunden:

Bivalvia

Mytilus sp.

Congeria nystiana (ORBIGNY 1852)

Polyymesoda subarata tenuistriata (DUNKER 1854)

Pisidium sp.

Gastropoda

Hydrobia (s. lat.) sp. 1

Hydrobia (s. lat.) sp. 2

Sellia angulifera (DUNKER 1854)

Pechelbronnia n. gen. *prefalloti* (GILLET 1950)

Wallaua flexiplicata n. gen. n. sp.
Mercuria ? sp.
Hydrobiidae gen. et sp. indet. 1
Hydrobiidae ? gen. et sp. indet. 2
Assiminea wallauensis n. sp.

Stenothyroides (s. lat.) sp.
Granulolabium mucronatum (LUDWIG 1865)
Melanoides fasciatus (SOWERBY 1819)
Tarebia trimargaritifera (LUDWIG 1865)
Anomalorbina schulziana (DUNKER 1854)

2.1 Bivalvia

Familie Mytilidae RAFINESQUE 1815
Gattung *Mytilus* LINNAEUS 1758

Mytilus sp.

Taf. 1, Fig. 1–2

- 1950 *Mytilus socialis*. – GILLET, Rev. Inst. fr. Pé-
trole, **5**: 87, Taf. 1, Fig. 3, 3a (non BRAUN).
1954 *Modiolus* cf. *faujasi*. – GLIBERT & HEINZELIN,
Vol. jub. v. STRAELEN, **1**: 322, Taf. 1, Fig.
12 (non BRONGNIART).
1969 *Mytilus* sp. – DOEBL, Oberrhein. geol. Abh.,
18: 47, 49.

Aus dem unteren Profilteil der Bohrung B98-BK5 liegen aus zahlreichen Teufenbereichen zwischen 75,10 und 86,00 m Kernstücke mit Schilllagen einer Mytilide vor (MARTINI & RADTKE 2007: Anhang). Diese ist somit in Wallau nicht auf die ZFM beschränkt, sondern sie reicht noch in die ZFB hinein (Beil. 5). Die angetroffene Art ist identisch mit der von GLIBERT & HEINZELIN (1954) aus dem belgischen Tongrien (Sande von Vieux Joncs etc.) so benannten *Mytilus* cf. *faujasi* (BRONGNIART). Vergleichenes Material zeigt sowohl in der Gehäuseform als vor allem auch im Schlossbau keinerlei Unterschiede. KADOLSKY (1995: 21) hat gezeigt, dass *Mytilus socialis* BRAUN 1850 auf Jugendstücke von *Mytilus faujasi* BRONGNIART 1822 gegründet ist. Letztere Art ist auf Grund des Vorhandenseins des vorderen Adduktorenmuskeleindrucks in die Gattung *Perna* zu stellen (vgl. auch KADOLSKY 1984: 198) und ist im Mainzer Becken aus den Cerithien- und *inflata*-Schichten bekannt. Sie besitzt auch deutliche Schloss-Zähnen. Die Art der Mittleren Pechelbronn-Schichten und des belgischen

Tongriens besitzt keinerlei Zahnbildungen im Schloss, hat aber einen vorderen Adduktormuskeleindruck unter dem Vorderrand der Schale. Deshalb gehört sie eindeutig in die Gattung *Mytilus* und hat mit *P. faujasi* nichts zu tun. Damit ist aber unklar, wie diese Art richtig zu benennen ist. Möglicherweise gibt es also für diese Art noch keinen Namen, doch wird wegen weiterer notwendiger Recherchen vorerst noch von einer Neubeschreibung abgesehen. Zu prüfen ist in diesem Zusammenhang auch *Mytilus affinis* SOWERBY 1826 aus dem englischen Ober-Eozän und Unter-Oligozän. Bemerkenswert und vielleicht von stratigraphischer Bedeutung ist das völlige Fehlen dieser Art im gesamten hessischen Melanionten.

Zur vorliegenden Art gehört auch die in der Tongrube Nackenheim (Material von Prof. Dr. Erlend Martini, Kronberg i.Ts.) in zahlreichen Lagen vorkommende *Mytilus* sp. (DOEBL 1969).

Familie Dreissenidae GRAY in TURTON 1840
Gattung *Congeria* PARTSCH 1835

Congeria nystiana (ORBIGNY 1852)

- 1852 *Dreissena nystiana* ORBIGNY, Prodomes paléont., **3**: 22 (pro *D. basteroti* sensu NYST 1845: 265 von Kl.-Spauwen und LOOZ, non DESHAYES).
1954 *Dreissena* (*Congeria*) *nysti*. – GLIBERT & HEINZELIN, Vol. jub. v. STRAELEN, **1**: 331, Taf. 2, Fig. 12.

Nur aus der Probe 70,75–70,80 m im oberen Abschnitt der ZFB der Bohrung B98-BK5 liegen einige Fragmente einer Dreissenide vor (Beil. 5).

Bei diesen sind zwar gerade der Schlossbereich und das Septum unter dem Wirbel stark beschädigt, doch ist trotzdem noch zu erkennen, dass eine Apophyse ausgebildet ist. Damit sind diese Reste zur Gattung *Congerina*, nicht zu *Dreissena* s. str., zu stellen (vgl. Diskussion bei KADOLSKY 1995: 28). Aus dem belgischen Tongrium bilden GLIBERT & HEINZELIN (1954) eine *Congerina nysti* (sic!) ab, die mit den Funden aus Wallau gut übereinstimmt. Obwohl mir kein Vergleichsmaterial der belgischen Art vorlag, kann man aber bei der auch sonst vorhandenen großen Übereinstimmung des Arteninventars wohl davon ausgehen, dass es sich bei der Art aus Wallau um *C. nystiana* handelt. Diese ist zudem die einzige Dreissenide, die bisher aus dem Latdorfium Mitteleuropas bekannt ist.

Sehr wahrscheinlich gehört hierher auch die von GRAMANN (1960: 22, 51) aus Kirchhain und von RITZKOWSKI (1967: 98) aus Borken zitierte *Dreissena*.

Familie Corbiculidae GRAY 1847

Gattung *Polymesoda* RAFINESQUE 1828

***Polymesoda subarata tenuistriata*
(DUNKER 1854)**

1854 *Cyrena tenuistriata* DUNKER, Programm höh. Gewerbeschule Cassel: 4.

1862 *Cyrena tenuistriata*. – DUNKER, Palaeontographica, **9**: 86, Taf. 16, Fig. 13–16.

1884 *Cyrena (Corbicula) tenuistriata*. – SPEYER & V. KOENEN, Abh. geol. Spez.-Kt. Preussen Thüring. Staaten, **4** (4): Taf. 9, Fig. 5–8.

1950 *Cyrena tenuistriata*. – GILLET, Rev. Inst. fr. Pétrole, **5**: 88.

?1950 *Corbicula semistriata*. – GILLET, Rev. Inst. fr. Pétrole, **5**: 104, Taf. 1, Fig. 5.

Es liegen aus der Bohrung W07 nur drei Fragmente mit Schloss von juvenilen Individuen aus 78,65–78,70 m vor, aber in der Bohrung B98-BK5 (Beil. 5) wurde diese Art in manchen Proben relativ häufig angetroffen, allerdings fast nur Fragmente mittelgroßer Schalen oder juvenile bis subadulte Stücke. In der ZFM kommt diese Art regelmäßig vor, wurde aber nicht direkt mit *Mytilus* assoziiert gefunden. Alles Material stimmt exakt mit Vergleichsmaterial aus Großalmerode überein.

Polymesoda tenuistriata ist bekannt aus dem hessischen Melanienton (Großalmerode, Borken) und wird auch aus den Unteren und Mittleren Pechelbronn-Schichten (und hier vor allem aus

Tafel 1



Mittlere Pechelbronn-Schichten von Wallau.

Fig. 1–2. *Mytilus* sp.

1. Brg. B98-BK5: 81,95–82,00 m (Kernstück mit mehreren Exemplaren, SMF 324405), Länge = 13 mm, x 5.

2. Brg. B98-BK5: 81,95–82,00 m (Kernstück mit mehreren Exemplaren, SMF 324405), Länge = 16 mm, x 5.

Fig. 3. *Anomalorbina schulziana* (DUNKER). Brg. W07: 64,50 m (SMF 324406), Durchmesser = 1,25 mm, x 40.

3a. Protoconch mit Netzskulptur, x 200.



1



2



3



3a

30µm

den Marnes à Cyrenes im oberen Teil der sog. „Hydrobien-Schichten“ erwähnt (GILLET 1950). In Borken tritt die Art vereinzelt im limnischen Horizont B, aber häufig in den brackischen Horizonten C und D des dortigen Profils auf (RITZKOWSKI 1967: Abb. 2). Möglicherweise sind die aus der Tongrube Nackenheim und von anderen Stellen erwähnten glattschaligen Bivalven auf diese Art zu beziehen.

KADOLSKY (1995: 29) hat gezeigt, dass die oligozänen „Cyrenen“ des Mainzer und des Nordsee-Beckens wegen ihrer zwar nur schwach ausgebildeten, aber doch vorhandenen Mantelbucht zur Gattung *Polymesoda* zu stellen sind. Für die unteroligozäne, vor allem im belgischen Tongrien häufige Art ist der Name *Polymesoda subarata convexa* (BRONGNIART 1822) anzuwenden. Bei einem Vergleich von *P. tenuistriata* mit gleich großen Exemplaren dieser belgischen Form sind kaum Unterschiede festzustellen. *P. tenuistriata* scheint im Durchschnitt etwas dünnschaliger zu sein, vor allem aber ist die konzentrische Streifenkulptur im Regelfall deutlich feiner und enger als bei *convexa*. Ob diese Unterschiede hinreichen, um die Populationen des Melanientons und der Pechelbronn-Schichten von denen des

belgischen Tongriens taxonomisch abzutrennen, erscheint zweifelhaft. In Ermangelung einer eigentlich notwendigen umfassenden morphologischen und taxonomischen Bearbeitung verschiedener *Polymesoda*-Populationen wird hier die Form des Melanientons vorläufig als eigene Unterart von *P. subarata* (SCHLOTHEIM 1820) behandelt. Es ist gut möglich, dass eine weitergehende Untersuchung zu dem Ergebnis kommt, dass eine solche taxonomische Abtrennung nicht haltbar ist und *tenuistriata* in die Synonymie von *convexa* fällt.

Familie Sphaeriidae DESHAYES 1855

Gattung *Pisidium* PFEIFFER 1821

***Pisidium* ? sp.**

Nur in einer Probe (63,78–63,82 m) im Bereich der ZFH aus Wallau B98-BK5 (Beil. 5) fanden sich einige Fragmente einer kleinen, dünnschaligen, außen fein und gleichmäßig konzentrisch gestreiften Muschel vor, die nach dem Habitus gut zur Gattung *Pisidium* gehören könnten. Leider ist die gesamte Wirbel- und Schlossregion abgebrochen, sodass sich eine sichere Zuordnung nicht vornehmen lässt.

Tafel 2



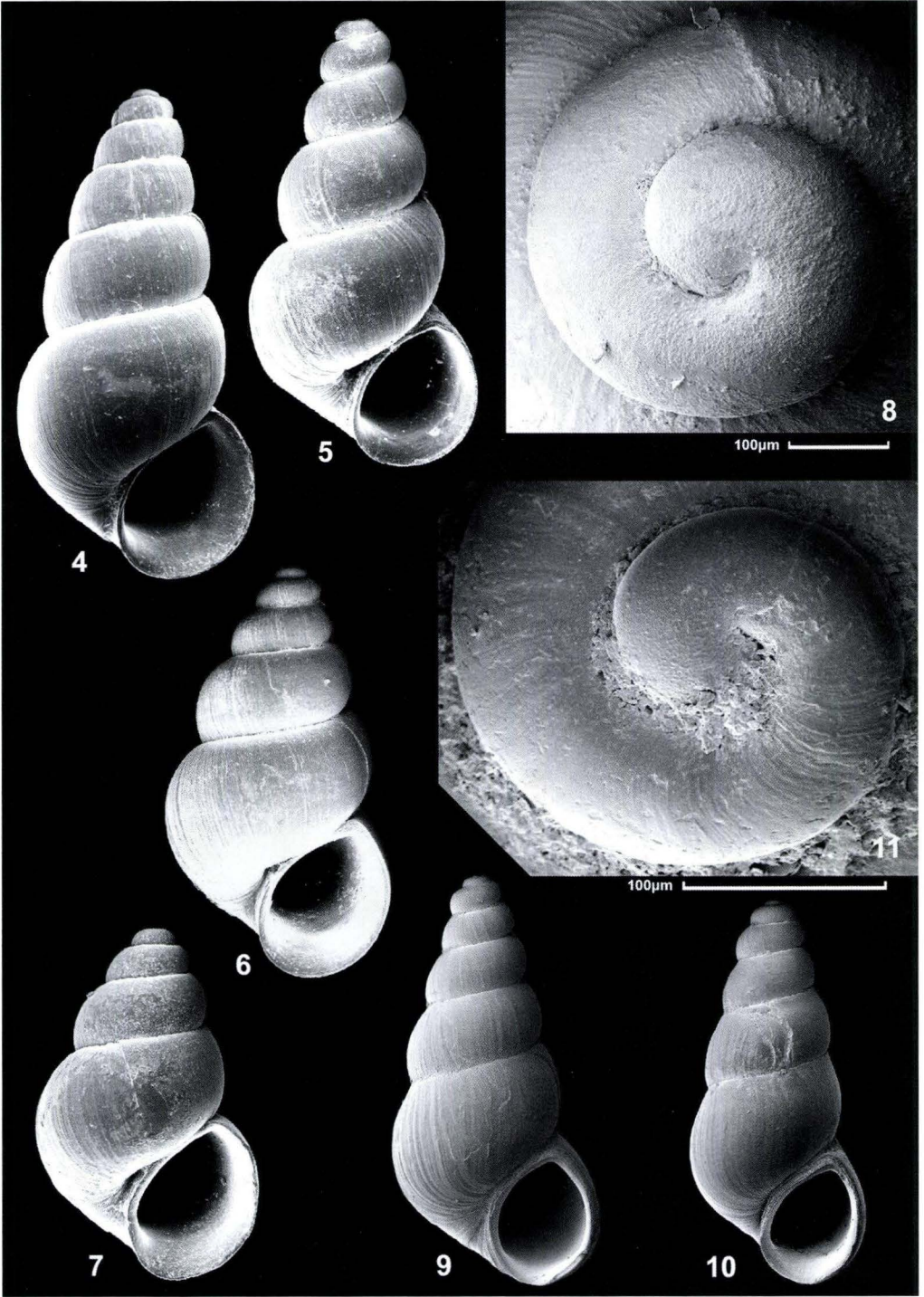
Mittlere Pechelbronn-Schichten von Wallau.

Fig. 4–8. *Hydrobia* (s. lat.) sp. 1.

4. Brg. W07: 64,50 m (SMF 324407), Höhe = 3,6 mm, x 20.
5. Brg. W07: 72,28–72,31 m (SMF 324408), Höhe = 3,3 mm, x 20.
6. Brg. W07: 64,50 m (SMF 324409), Höhe = 3,1 mm, x 20.
7. Brg. W07: 73,05–73,10 m (SMF 324410), Höhe = 2,6 mm, x 20.
8. Brg. B98-BK5: 61,00–61,10 m (SMF 324411), Protoconch x 150.

Fig. 9–11. *Hydrobia* (s. lat.) sp. 2.

9. Brg. B98-BK5: 72,33–72,50 (SMF 324412), Höhe = 3,3 mm, x 18.
10. Brg. B98-BK5: 72,33–72,50 (SMF 324413), Höhe = 3,2 mm, x 18.
11. Brg. B98-BK5: 72,33–72,50 (SMF 324414), Protoconch x 300.



2.2 Gastropoda

Familie Hydrobiidae TROSCHEL 1857 s. lat.

Gattung *Hydrobia* HARTMANN 1821

***Hydrobia* (s. lat.) sp. 1**

Taf. 2, Fig. 4–8

1950 *Hydrobia hassiaca*. – GILLET, Rev. Inst. fr. Pétrole, **5**: 105, Taf. 1, Fig. 9a
(non SANDBERGER 1873).

Die so bezeichnete Gastropode ist die bei weitem häufigste Form sowohl im gesamten Profil der Bohrung W07 als auch in der Bohrung B98-BK5 oberhalb etwa 67 m. Sie tritt in diesen Profilschnitten häufig und in meist sehr guter Erhaltung auf und charakterisiert die Zone fossilifère à Hydrobies (Beil. 5). Das reichliche Material zeigt eine recht große Variabilität in Bezug auf die Gehäuseform (Taf. 2). Schlanke und gedrungenere Formen kommen nebeneinander in denselben Proben vor, ein Trend in Richtung auf das Überwiegen der einen oder anderen Form im Verlaufe des Profils ist nicht erkennbar. Ähnliche Formen wurden von GILLET als *Hydrobia hassiaca* SANDBERGER 1873 bestimmt. Die so benannte Art wird als charakteristisch und häufig für die Mittleren Pechelbronn-Schichten angegeben, wo sie in allen drei Horizonten vorkommen soll. *H. hassiaca* beruht auf ursprünglich von SPEYER (1870: 89, Taf. 14, Fig. 1–3) aus dem Melanionton von Großalmerode und Nordshausen bei Kassel als „*Hydrobia acuta* DRAPARNAUD“ bestimmtem Material. Mit den Abbildungen von SPEYER und mit topotypischem Material von Nordshausen stimmt das Material von Wallau allerdings nicht überein. Danach hat *H. hassiaca* ein spitzkegelförmiges Gehäuse mit relativ flachen, kaum gewölbten Umgängen und einer an der Basis nicht so stark gerundeten, sondern stumpf gewinkelten Schlusswindung mit einem nur feinen Nabelritz. Demgegenüber ist die Art der Mittleren Pechelbronn-Schichten durch stark konvexe Umgänge, tiefe Nähte und einen zwar engen, aber stets deutlich entwickelten Nabel

gekennzeichnet. Charakteristisch für die Wallauer Art ist der relativ große Protoconch (Durchmesser ca. 0,36–0,39 mm) mit einem leicht vorstehenden Nukleus (Durchmesser ca. 0,20–0,23 mm), wodurch sie sich leicht von der folgenden *Hydrobia* sp. 2 mit kleinem, nur halb so großem und planspiraligem Protoconch unterscheidet (Taf. 2). Auch die als *hassiaca* identifizierte Form aus dem Melanionton der Borkener Tagebaue (RITZKOWSKI 1967: Abb. 2) stellt eine andere Art dar, die weder mit der typischen *hassiaca* noch mit derjenigen von Wallau übereinstimmt. Auch die von GILLET (1950: Taf. 1, Fig. 9) als *H. hassiaca* var. *elongata* abgebildeten Stücke gehören mit Sicherheit nicht zu dieser Art, sie unterscheiden sich schon durch die zylindrische Gehäuseform sehr deutlich von der Wallauer Art. Das gesamte Formenensemble bedarf also einer eingehenden systematischen Revision, um festzulegen, welche Namen für die einzelnen Vorkommen überhaupt anzuwenden sind. Außer *hassiaca* gibt es noch andere Namen, die auf Vorkommen aus dem Melanionton bezogen sind, wie *subrotunda* und *laxa* LUDWIG 1865. Nach KADOLSKY 1995 entspricht *H. acuta* sensu SPEYER (und damit die darauf bezogene *H. hassiaca*) der von LUDWIG aus dem Melanionton von Kirchhain beschriebenen *H. subrotunda*. Nach den Abbildungen und der Beschreibung bei LUDWIG zu urteilen scheint diese Synonymisierung durchaus zweifelhaft und mangels topotypischen Materials auch nicht bewiesen. Daher wird die Art der Mittleren Pechelbronn-Schichten vorerst in offener Nomenklatur geführt, obwohl es auch gut möglich ist, dass sie noch unbeschrieben ist. Doch solange eine kritische Revision der gesamten Hydrobiiden des Melaniontons und des belgischen Tongriems aussteht, ist eine Neubeschreibung oder unkritische Verwendung eines schon bestehenden Namens nicht zu rechtfertigen. Zu überprüfen ist auch die Zuordnung in die Gattung *Hydrobia*. Diese Gattung – wie auch einige weitere ähnliche Gattungstaxa (*Semisalsa*, *Ventro-*

sia, *Heleobia*) – sind auf rezente Arten begründet und vor allem durch anatomische Merkmale charakterisiert. Bei fossilem Material kann nur versucht werden mittels eines sehr genauen gehäusemorphologischen Vergleichs mit Gehäusen der rezenten Typusarten eine Zuordnung wahrscheinlich zu machen. Der relativ große Nukleus erinnert an *Hydrobia draparnaldii* NYST 1836, der Typusart für die Gattung *Tournoueria* BRUSINA aus dem belgischen Tongrien. Doch ist diese Gattung wie auch viele andere auf fossile Arten begründete Hydrobiidengattungen, z.B. auch *Parhydrobia* (s.u.), sehr unzureichend begründet und charakterisiert. Um Klarheit darüber zu bekommen, ob diese Gattungen durch konsistente und differenzierende Merkmalskombinationen charakterisiert werden können und ihr Gebrauch berechtigt sein könnte, sind eingehende Untersuchungen aller hierher gerechneten Arten notwendig. Diese Arbeiten stehen noch am Anfang, daher wird die vorliegende Art zunächst nur als *Hydrobia* s. lat. geführt.

***Hydrobia* (s. lat.) sp. 2**

Taf. 2, Fig. 9–11

Ausschließlich im tieferen Profilabschnitt der Bohrung B98-BK5, und zwar im Wesentlichen im Teufenbereich zwischen 67,85 und 75,60 m, nicht jedoch im gesamten Profil von W07, kommt abschnittsweise massenhaft eine Hydrobiide vor, die sich von *Hydrobia* sp. 1 in zahlreichen Merkmalen deutlich unterscheidet. Besonders auffällige Kennzeichen sind bei dieser Form der wesentlich kleinere, in einer Ebene aufgewundene Protoconch (Durchmesser ca. 0,21–0,23 mm, Nukleus ca. 0,1 mm), die mehr spitzkegelige, hoch aufgewundene Gehäuseform, die flachen Umgänge und die oft deutlich faltenartig vortretenden, flexuösen Anwachsstreifen. Besonders die geschwungenen Anwachsstreifen und die ebenfalls deutlich flexuöse Mündungsaußenlippe, die spitzere Gestalt und der abgeplattete Apex sind Merkmale, die an verschiedene mittel- und obereozäne Arten aus dem

Pariser Becken erinnern, für die der Gattungsname *Parhydrobia* COSSMANN zur Verfügung steht. Doch gilt für die Begründung und Differenzierung dieser Gattung das Gleiche, was oben schon über andere fossile Gattungstaxa gesagt wurde. Angesichts des Fehlens einer Revision der verschiedenen aus dem Ober-Eozän/Unter-Oligozän beschriebenen „*Hydrobia*“-Arten ist derzeit weder die sichere Zuordnung zu einer dieser Gattungen noch gar die Aufstellung einer neuen Art zu verantworten.

Diese Art charakterisiert durch häufiges Vorkommen den oberen Bereich der Bryozoen-Zone zwischen 67,85 und 73,70 m, setzt aber schon ab 75,60 m ein. Auch durch die beiden unterschiedlichen *Hydrobia*-Arten lassen sich die Hydrobien-Zone und die Bryozoen-Zone sehr deutlich voneinander trennen. Aus der *Mytilus*-Zone liegen nur sehr vereinzelte praktisch unbestimmbare, da sehr juvenile Hydrobiidenreste vor (Beil. 5).

Gattung *Sellia* RAINCOURT 1884

***Sellia angulifera* (DUNKER 1854)**

Taf. 3, Fig. 12–13

- 1854 *Hydrobia angulifera* DUNKER, Programm höh. Gewerbeschule Cassel: 14.
 1862 *Hydrobia angulifera*. – DUNKER, Palaeontographica, **9**: 89, Taf. 16, Fig. 11.
 1865 *Paludina angulifera*. – LUDWIG, Palaeontographica, **14**: 89, Taf. 22, Fig. 38.
 1865 *Paludina ulrichi* LUDWIG, Palaeontographica, **14**: 88, Taf. 22, Fig. 36.
 1870 *Amnicola angulifera*. – SPEYER, Palaeontographica, **19**: 85, Taf. 14, Fig. 10–13.
 1926 *Amnicola (Amnicola) angulifera*. – WENZ, Fossilium Catalogus, **I**, Pars 32: 2055.
 1950 *Amnicola angulifera*. – GILLET, Rev. Inst. fr. Pétrole, **5**: 107, Taf. 1, Fig. 15–16.
 1954 *Pseudamnicola angulifera*. – GLIBERT & HEINZELIN, Vol. jub. v. STRAELLEN, **1**: 346, Taf. 5, Fig. 1.

Auch diese Art ist im Material beider Bohrungen reichlich und in großer Variationsbreite

vertreten. Besonders häufig ist sie in der ZFH, wo sie stets mit *Hydrobia* sp. 1 assoziiert ist. In der ZFB kommt sie ebenfalls nicht selten vor, hier zusammen mit *Hydrobia* sp. 2. Auffallend ist, dass die Art in der liegenden ZFM trotz des reichen Materials bisher nicht nachgewiesen wurde und in Wallau bereits in der ZFB einsetzt, während sie im Typusgebiet der Pechelbronn-Gruppe (GILLET 1950) auf die ZFH beschränkt zu sein scheint. Die Variabilität dieser Art ist sehr groß; zwischen Gehäusen mit deutlich gekielten Umgängen und solchen mit vollkommen glatten Windungen gibt es fließende Übergänge. Solche ungekielten Exemplare sind von LUDWIG (1865) als *Paludina ulrichi* beschrieben worden. An der Identifizierung mit der aus dem Melaninton von Großalmerode beschriebenen Art besteht kein Zweifel. Die Stücke stimmen auf das Genaueste mit entsprechendem topotypischem Vergleichsmaterial überein. Unhaltbar jedoch ist die bisherige Zuordnung zu der Gattung *Ammicola* GOULD & HALDEMAN 1840. Diese ist eine nordamerikanische Gattung, begründet auf die rezente Art *A. limosa* (SAY). Eine deutliche gehäusemorphologische Ähnlichkeit weist „A.“ *angulifera* mit der aus dem Pariser Becken beschriebenen Gattung *Sellia* RAINCOURT auf. Typusart ist *S. pulchra* RAINCOURT aus den obereozänen Sables de Marines. Mit *pulchra* verwandte For-

men kommen auch im limnisch-brackischen Ober-Eozän (Headon Hill Formation: Colwell Bay Member) der Isle of Wight vor. Diese konnten verglichen werden und zeigen in der Ausbildung eines Kiels und vor allem in der planspiralen Ausbildung des Protoconches eine so gute Übereinstimmung, dass an der Zugehörigkeit von *angulifera* zu *Sellia* kein Zweifel ist, obwohl ein Vergleich mit der Typusart von *Sellia* selbst noch aussteht. Charakteristisch und in dieser Weise bisher von keiner anderen Hydrobiide beschrieben ist der sinuöse Verlauf der Anwachsstreifen (Taf. 3, Fig. 13). Die systematische Stellung in der Familie Hydrobiidae ist daher auch bei dieser Gattung bzw. Art äußerst zweifelhaft.

Gattung ***Pechelbronnia* n. gen.**

Typusart: *Bythinella prefalloti* GILLET 1950.

Diagnose: Eine Gattung der Hydrobiidae mit kleinem, zylindrischem, hochgetürmtem Gehäuse aus zahlreichen stark konvexen Umgängen. Die Windungen tragen eine Skulptur aus sehr feinen, dicht stehenden, teilweise etwas lamellös ausgebildeten axialen Rippen oder Fältchen, die dem Verlauf der Anwachsstreifen folgen. Apex abgeflacht, Protoconch mit einer deutlich ausgeprägten granulösen Mikroskulptur. Basis ungenabelt.

Tafel 3

Mittlere Pechelbronn-Schichten von Wallau.

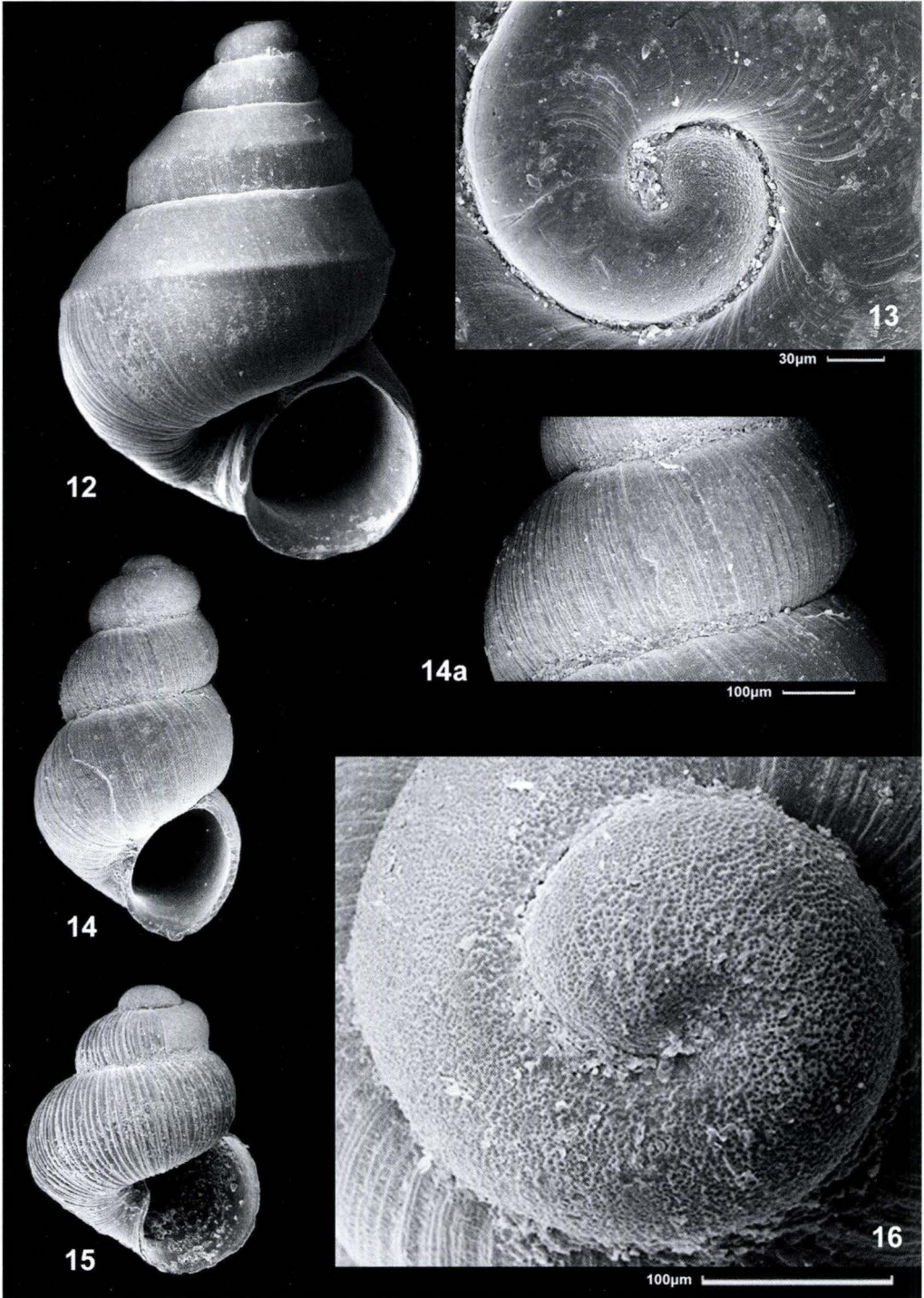


Fig. 12–13. *Sellia angulifera* (DUNKER).

- 12. Brg. W07: 68,40–68,45 m (SMF 324415), Höhe = 3,9 mm, x 20.
- 13. Brg. W07: 68,40–68,45 m (SMF 324416), Protoconch x 300.

Fig. 14–16. *Pechelbronnia prefalloti* (GILLET).

- 14. Brg. W07: 63,60 m (SMF 324417), Höhe = 1,4 mm, x 40.
- 14a. Skulpturdetail, x 80.
- 15. Brg. W07: 63,25 m (SMF 324418), Höhe = 1,06 mm, x 40.
- 16. Brg. W07: 63,30 m (SMF 324419), Protoconch x 300.



Unterschiede zu anderen Gattungen: Diese Gattung unterscheidet sich von der rezenten Gattung *Bythinella*, in der die Typusart ursprünglich beschrieben wurde, durch das schlanke, hochgetürmt-zylindrische Gehäuse, die aus Runzeln und Grübchen anstatt feiner Spiralen bestehende Protoconch-Mikroskulptur und die deutliche Axialskulptur sowie das Habitat, nämlich euryhalines Milieu anstatt Quellen und Quellbäche wie bei *Bythinella*. Von *Wallaua* n. gen. (s. u.), mit der sie die Skulptur aus axialen Fältchen gemeinsam hat, unterscheidet sich *Pechelbronnia* ebenfalls durch die schlanke Gehäuseform, das getürmte, nicht stufenförmige Gewinde, durch den fehlenden Nabelritz und die wesentlich gröbere granulöse Mikroskulptur des Protoconchs.

Eine entfernte Ähnlichkeit besteht auch zu *Martinietta* SCHLICKUM 1974, deren Arten KADOLSKY & PIECHOCKI (2000: 221) diskutiert haben. Die bisher beschriebenen zwei Arten stammen aus dem Unter-Miozän und unterscheiden sich von *Pechelbronnia* durch ihre wesentlich geringere Größe (max. 2 mm hoch) sowie durch eine feine spiralige Mikroskulptur und eine Varix an der Mündungsaußenlippe. Auch sind diese Arten nur aus reinen Süßwasser-Ablagerungen und bislang nur aus dem Unter-Miozän (Aquitanium und Burdigalium) bekannt. Zu vergleichen ist auch *Nematurella* SANDBERGER. Diese Gattung hat ein mehr spitzelförmiges, glattes Gehäuse mit einem ganzrandigen, etwas abgelösten Mundsaum und eine verdickte Außenlippe. KADOLSKY & PIECHOCKI (2000: 221) rechnen als älteste Art *Hydrobia dactylodes* SANDBERGER 1873 aus dem hessischen Melanienton zu *Nematurella*. Diese Gattungszuordnung wird jedoch nicht näher begründet. Ähnlich im Gehäusehabitus ist auch die Gattung *Belgrandia*, die sich außer ihrer wesentlich geringeren Größe (meistens unter 2 mm) durch einen flachen Apex und vor allem durch die Ausbildung von einer oder mehreren Varicen vor der Mündung unterscheidet. Auch *Belgrandia*-Arten sind nur rezent aus Quellgewässern und mit einer fossilen Art aus

dem Pleistozän bekannt (HAASE 2000). Weiter besteht eine entfernte Ähnlichkeit zur Gattung *Caspia* DYBOWSKI (Fam. Pyrgulidae), deren Arten aber keine axiale Lamellenskulptur tragen und die vor allem einen ganz flachen Apex mit plan-spiralem Protoconch besitzen.

Derivatio nominis: nach dem ausschließlich aus der Pechelbronn-Gruppe bekannten Vorkommen.

***Pechelbronnia prefalloti* (GILLET 1950)**

Taf. 3, Fig. 14–16

1950 *Bythinella prefalloti* GILLET. – Rev. Inst. fr. Pétrole, **5**: 106, Taf. 1, Fig. 14.

Ein Dutzend Gehäuse sind dieser Art zuzurechnen, die von GILLET aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten des Elsaß beschrieben wurde, wo sie in allen drei Niveaus, besonders häufig aber in den „Hydrobien-Schichten“ auftritt. In den Bohrungen von Wallau kommt sie vor allem in der ZFH, wo sie stets mit *Hydrobia* sp. 1 und *Sellia angulifera* assoziiert ist, vereinzelt aber auch in den ZFB vor. In der ZFM hingegen fehlt sie (Beil. 5). Charakteristisch sind das schlanke Gehäuse, die häufig leicht gewinkelten Umgänge und vor allem die auch makroskopisch sichtbare, deutlich ausgeprägte Axialskulptur aus dicht stehenden lamellenartigen Rippchen bzw. verdickten Anwachsstreifen. Der Protoconch besteht aus einem Umgang (Durchmesser 0,3 mm) und ist mit einer deutlich entwickelten granulären Skulptur versehen. An der Artbestimmung bestehen keine Zweifel, während sich wiederum die Gattungszuordnung nicht aufrechterhalten lässt. *Bythinella* MOQUIN-TANDON 1856 ist eine ausschließlich limnische Gattung, deren Arten in Quellaustritten zu finden sind. Typusart ist *B. viridis* (POIRET) aus Frankreich. Schon aus ökologischen Gründen ist es wenig wahrscheinlich, dass die unteroligozäne Art in diese Gattung zu stellen ist. Auch Gehäusemerkmale wie die deutliche Axialstreifung sprechen dagegen. Im reichen

Gattungsinventar rezenter und fossiler Hydrobioida ist dem Autor keine Gattung bekannt, in die sich diese Art zwanglos einordnen ließe.

Im Melanienton wurde diese Art bislang nicht gefunden, wohl aber eine noch kleinere Art mit ebenfalls schlank-walzenförmigem, aber glattem Gehäuse und einem wulstförmig verdickten äußeren Mundrand: „*Bythinella*“ *schwarzenbergi* (DUNKER 1853) (vgl. SPEYER 1870: Taf. 14, Fig. 8). Diese soll nach GILLET auch in den Mittleren Pechelbronn-Schichten vorkommen (1950: 106, Taf. 1, Fig. 13, Tabl. 1, Fig. 5), jedoch ist diese Bestimmung sehr zweifelhaft.

Gattung *Wallaua* n. gen.

Typusart: *Wallaua flexiplicata* n. sp.

Diagnose: Eine breit kegelförmige Hydrobiide mit stufig abgesetzten Umgängen und einer charakteristischen Skulptur aus leicht sinuös geschwungenen, verdickten Anwachsfältchen. Mündung groß und oval, Basis mit deutlich entwickeltem Nabenschlitz. Apex abgeflacht, Protoconch aus einer Windung bestehend, Nukleus groß, mit undeutlicher granulöser Mikroskulptur.

Unterschiede zu anderen Gattungen: Weder unter den rezenten noch den fossilen Gattungen gibt es eine, die sich durch die Merkmalskombination eines breitkegeligen Gehäuses mit stufig abgesetzten Windungen und einer kräftig entwickelten Anwachsfältchen-Skulptur auszeichnet. Eine ähnliche Skulptur aus lamellenartigen Rippchen besitzt auch die monotypische Gattung *Vouastia* RASPAIL 1909 (Typusart: *V. micans* RASPAIL aus dem Ober-Eozän (Ludium) des Pariser Beckens). Bei dieser sind die Rippen allerdings sehr stark prosoklin, die Nähte sind tief rinnenartig eingesenkt, der Protoconch ist relativ groß und deutlich granuliert. Ferner hat *Vouastia* ein spitzeiförmiges Gehäuse und einen sehr gut entwickelten, rinnenförmig ausgebildeten Nabelspalt, der im Alter von der Innenlippe verdeckt wird. Die systematische Stellung von *Vouastia* ist

unklar. WENZ (1939) stellt sie zu den Lacunidae, und auch KABAT & HERSHLER (1993) führen sie nicht unter den Hydrobiidae, PACAUD & LE RENARD (1995) stellen sie in die Familie Fossaridae. Eine entfernte Ähnlichkeit besteht zur Gattung *Polycircus* COSSMANN, deren Arten ebenfalls axiale Falten entwickeln können. Doch sind diese stets weitständig und unregelmäßig entwickelt, und die Arten dieser Gattung haben eine besonders große, erweiterte Mündung und einen weiteren, runden Nabel. Für die Unterschiede zu *Pechelbronnia* n. gen. siehe dort. Dem Autor ist nur die hier beschriebene Art bekannt, weitere ähnliche oder vergleichbare Formen sind bislang nicht beschrieben.

Derivatio nominis: nach dem Fundort Wallau.

Wallaua flexiplicata n. sp.

Taf. 4, Fig. 17–18

Locus typicus: Bohrung Wallau B98-BK5.

Stratum typicum: 65,42–65,47 m, Mittlere Pechelbronn-Schichten: unterer Teil der Zone fossilifère à Hydrobies (ZFH), Latdorfium.

Derivatio nominis: nach der leicht flexuös geschwungenen axialen Fältchenskulptur.

Material: Holotypus SMF 324420, Paratypen: B98-BK5: 65,42–65,47 m (SMF 324421/1, 324422/1, 324423/3), weiteres Material: W07: 79,50–79,55m (2 Ex.), B98-BK5: 53,00–53,15 m (1 Ex.), 58,70–58,75 m (1 Ex.).

Beschreibung: Gehäuse breitkegelförmig bis zylindrisch, mit stumpfem Apex. Protoconch aus einer Windung bestehend, Durchmesser 0,34 mm, Nukleus fast planspiral eingerollt, relativ groß (Durchmesser 0,16 mm), mit einer undeutlich entwickelten granulösen Mikroskulptur. Gewinde hoch, stufenförmig, Umgänge relativ schwach gewölbt, im oberen Viertel unter der

Naht stufenartig abgeflacht, Nähte tief. Gehäuse mit $2\frac{1}{2}$ Mittelwindungen, die vollständig von einer gut entwickelten Skulptur aus feinen Anwachsfältchen bedeckt sind. Diese Fältchen stehen sehr dicht (ca. 20/mm auf der Vorderseite der Schlusswindung), sind gerundet, nicht lamellos, und schwach flexuös leicht nach hinten gerichtet. Die Fältchen können sich teilen bzw. können zwischen etwas stärkere, feinere, eingeschoben sein, sie reichen bis auf die Basis. Schale seidig glänzend. Mündung groß, regelmäßig oval, Mundsaum ganzrandig, nicht verdickt. Basis mit einem deutlichen, offenen Nabelritz. Dimensionen (Holotypus): 3,1 x 1,9 mm, Höhe der Schlusswindung 2,3 mm.

Differenzierende Merkmale und Diskussion: Diese Art ist durch ihre auffällige Skulptur aus axialen Fältchen sehr gut gekennzeichnet. Eine vergleichbare Art ist mir weder aus gleich alten noch älteren oder jüngeren Schichten bekannt. Von der Gehäuseform sehr ähnlich ist lediglich „*Hydrobia*“ *contabulata* SPEYER aus dem Melanionton von Nordshausen bei Kassel. Doch diese ist glatt, hat einen deutlich kleineren Nukleus, ein insgesamt spitzeres Gewinde mit niedrigeren Umgängen sowie einen relativ großen, runden Nabel. Die neue Art

kommt offenbar nur in der ZFH verstreut, aber nicht gerade häufig vor.

Gattung *Mercuria* BOETERS 1971

***Mercuria* ? sp.**

Taf. 4, Fig. 20

1954 *Pseudamnicola helicella*. – GLIBERT & HEINZELIN, Vol. jub. STRAELEN, **1**: 346, Taf. 4, Fig. 25 (non BRAUN).

1980 *Mercuria helicella*. – JANSSEN, Meded. Werkgr. tert. kwart. Geol., **17** (2): 46, Taf. 2, Fig. 7–8.

Einige kleinwüchsige (ca. 1,3 mm hohe), relativ bauchige und deutlich genabelte Gehäuse mit stufig abgesetzten Umgängen liegen aus dem oberen Abschnitt der ZFH der Bohrung W07 vor. Diese Gehäuse lassen sich zurzeit keiner anderen, aus dem Melanionton bzw. der Pechelbronn-Gruppe genannten Art eindeutig zuordnen. Dagegen besteht sehr gute Übereinstimmung mit einer Art des belgischen Tongriens (Sande von Vieux Joncs), die von GLIBERT & HEINZELIN (1954) als *Pseudamnicola helicella* (BRAUN 1850) bestimmt wurde. Auch bei dieser Form ist die Gattungszugehörigkeit zu überprüfen.

Tafel 4

Mittlere Pechelbronn-Schichten von Wallau.



Fig. 17–18. *Wallaua flexiplicata* n. gen. n. sp.

17. Brg. B98-BK5: 65,42–65,47 m (Holotypus SMF 324420), Höhe = 3,1 mm, x 30.

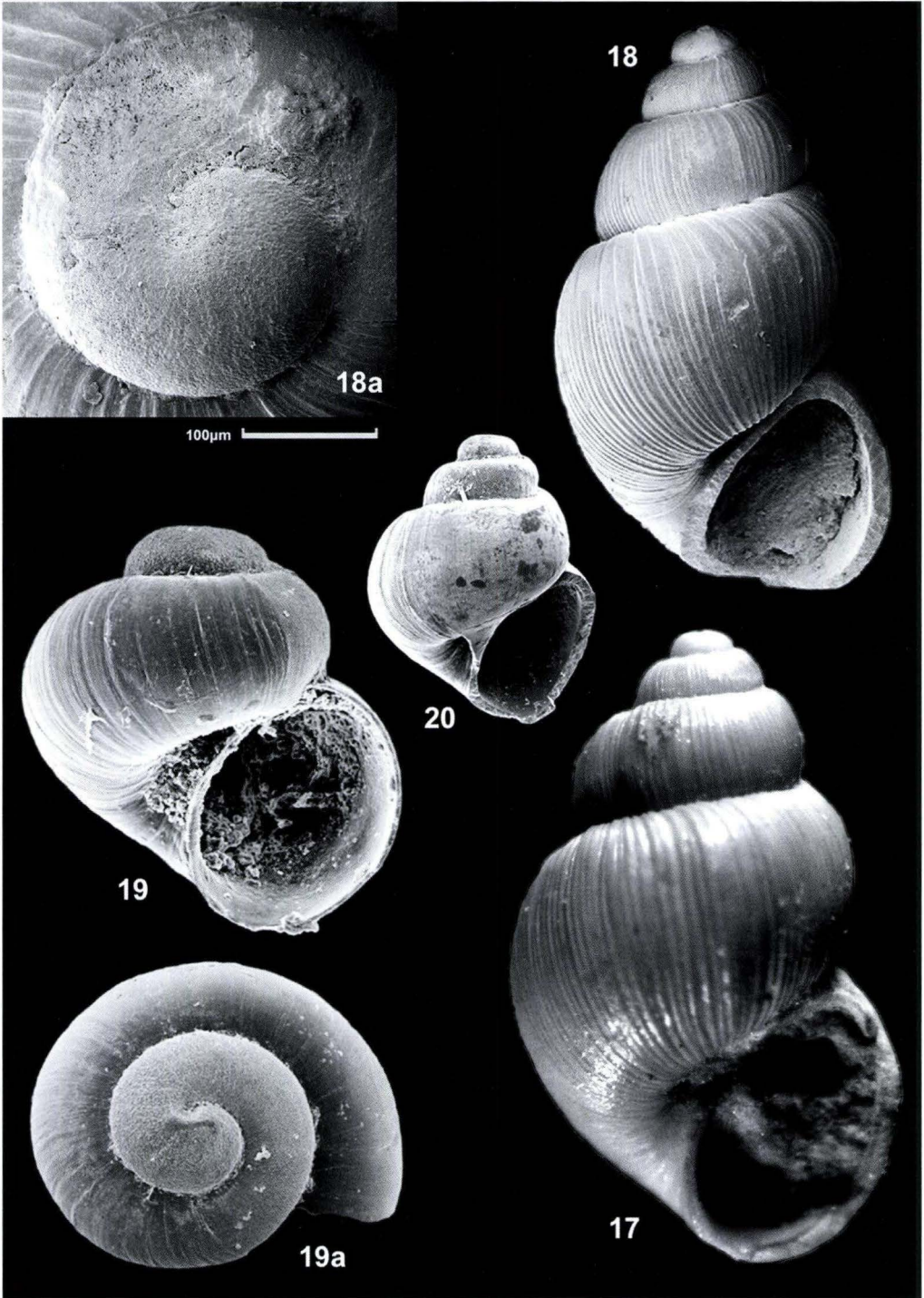
18. Brg. B98-BK5: 65,42–65,47 m (Paratypus SMF 324421), Höhe = 3,0 mm, x 27.

18a. Protoconch, x 200.

Fig. 19. Hydrobiidae ? gen. et sp. indet. 2. Brg. W07: 76,00–77,00 m (SMF 324429), Höhe = 0,6 mm, x 100.

19a. Ansicht von oben mit Protoconch, x 100.

Fig. 20. *Mercuria* ? sp. Brg. W07: 78,55–78,70 m (SMF 324424), Höhe = 1,35 mm, x 30.



A.W. JANSSEN (1980) stellte diese Art zu *Mercuria* BOETERS, doch ist auch diese Zuordnung durchaus zweifelhaft. Ein Vergleich der belgischen Form mit der echten *helicella*, die ursprünglich aus dem oberoligozänen Cyrenenmergel des Mainzer Beckens beschrieben wurde, zeigte, dass beide nicht konspezifisch sind. Damit ist die Benennung der unteroligozänen Art noch ungeklärt.

Hydrobiidae gen. et sp. indet. 1

Es liegen aus dem oberen Teil der ZFH der Bohrung W07 (65,60–66,65 m) sowie aus der ZFB der Bohrung B98-BK5 (73,84–73,85 und 75,55–75,60 m) nur vier unausgewachsene winzige Stücke (das größte Exemplar misst nur 1,0 mm) einer walzenförmigen Art vor, die sich weder spezifisch bestimmen lassen noch eindeutig einer bestimmten Gattung zugeordnet werden können. Die zwei vorhandenen Umgänge sind glatt, der Apex ist stumpf. Es besteht eine entfernte Ähnlichkeit mit „*Bythinella*“ *tenuiplicata* GLIBERT & HEINZELIN aus dem belgischen Tongrien.

Hydrobiidae ? gen. et sp. indet. 2

Taf. 4, Fig. 19

In der Hydrobien-Zone der Bohrung W07 wurden zwei winzige (ca. 0,6 mm hohe), offenbar juvenile Exemplare einer Hydrobiidae (?) gefun-

den, die sich durch ein breites, kugeliges Gehäuse mit deutlichem Nabel und einen auffällig granulierten Protoconch auszeichnet. Von der Spitze des Nukleus erhebt sich eine kurze, verdickte Leiste, die auf die erste Protoconchwindung gelegt ist. Das Gehäuse ist bis auf sehr feine Anwachsstreifen vollkommen glatt, ca. 0,6 mm hoch, aus einer Mittelwindung und einem Protoconch aus 1,25 Umgängen bestehend. Diese Art gehört in eine Formengruppe, die konventionell häufig als „*Amnicola*“ oder „*Pseudamnicola*“ bezeichnet wird. Mit den echten (rezentem) Vertretern dieser Gattungen hat die Art der Mittleren Pechelbronn-Schichten jedoch gar nichts zu tun. Schon die auffällige Skulptur des Protoconchs und die Leiste am Nukleus unterscheiden sie erheblich von den rezenten Typusarten dieser Gattungen und auch von der oben als *Mercuria* ? sp. angeführten Art. Da nur sehr juvenile Stücke vorliegen, ist bislang eine nähere Bestimmung weder der Art noch der Gattung möglich gewesen. Eine Leistenbildung auf dem Nukleus ist von Hydrobiiden noch nicht beschrieben worden, sodass auch die Zugehörigkeit dieser Art zur Familie unsicher ist.

Familie Assimineidae H. & A. ADAMS 1856

Gattung *Assiminea* FLEMING 1828

Assiminea wallauensis n. sp.

Taf. 5, Fig. 21–22

Tafel 5


Mittlere Pechelbronn-Schichten von Wallau (Fig. 21–22) und eine rezente Art (Fig. 23). 

Fig. 21–22. *Assiminea wallauensis* n. sp.

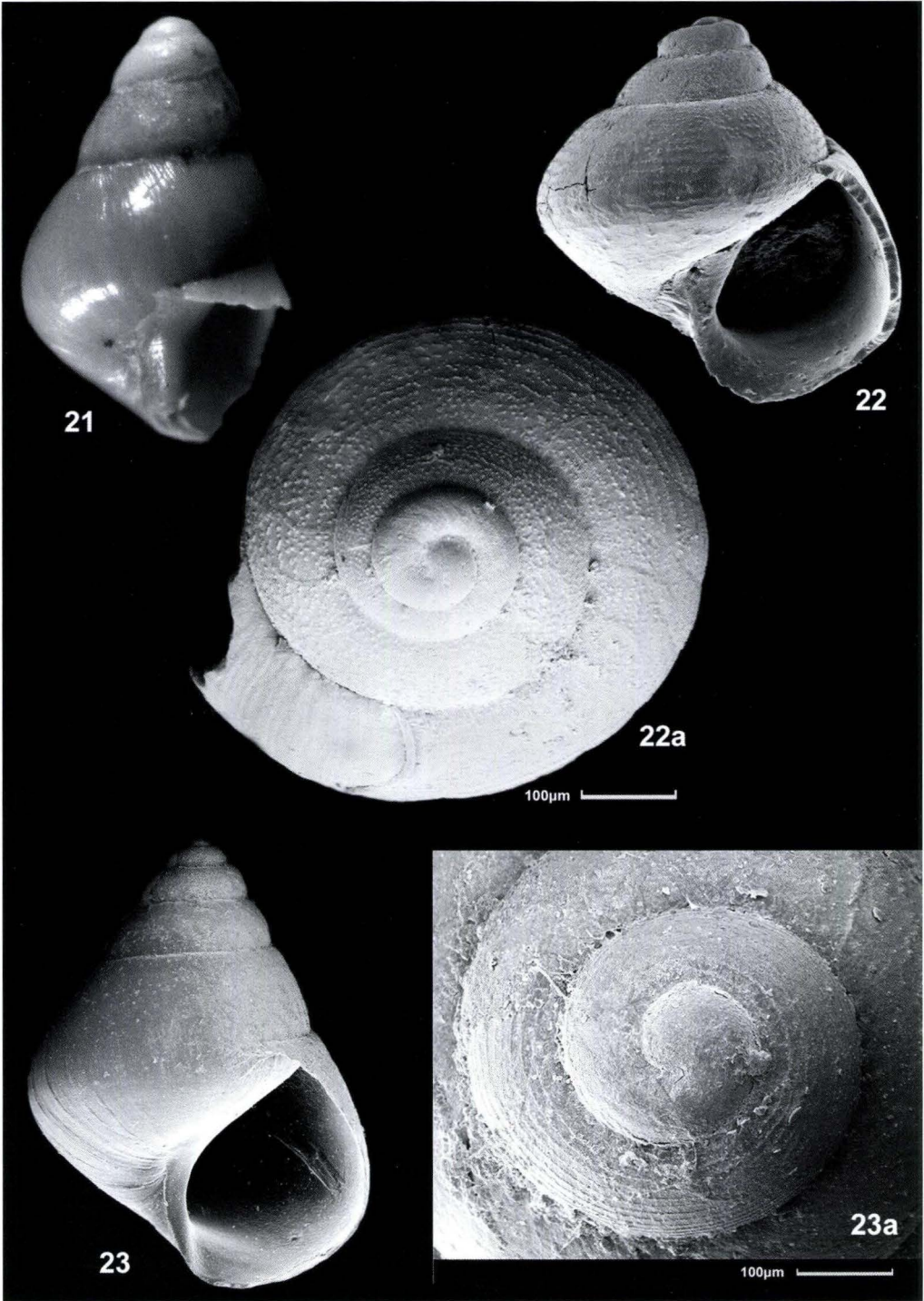
21. Brg. B98-BK5: 82,25–82,30 m (Holotypus SMF 324425), Höhe = 2,0 mm, x 30.

22. Brg. B98-BK5: 82,25–82,30 m (juv. Paratypus SMF 324426), Höhe = 0,63 mm, x 90.

22a. Protoconch, x 150.

Fig. 23. *Assiminea grayana* FLEMING. Rezent: Wesermündung bei Blexen, BRD (SMF 324434), Höhe = 2,2 mm, x 30.

23a. Protoconch, x 150.



Locus typicus: Bohrung Wallau B98-BK5.

Stratum typicum: 82,25–82,30 m, Mittlere Pechelbronn-Schichten: oberster Abschnitt der Zone fossilifère à *Mytilus* (ZFM), Latdorfium.

Derivatio nominis: nach dem Fundort.

Material: Holotypus SMF 324425, Paratypen: B98-BK5: 82,25–82,30 m (juv. Ex.: SMF 324426/1, 324427/1), 82,66–82,69 m (subadultes Ex.: SMF 324428/1), weiteres Material: B98-BK5: 81,95–82,00 m (2 juv. Ex.).

Beschreibung: Neben einem adulten, aber beschädigten Stück wurden noch einige sehr juvenile sowie ein halbwüchsiges Exemplar gefunden. Das Gehäuse ist eikegelförmig, mit spitz zulaufendem Gewinde aus drei Mittelwindungen. Diese sind flach bis sehr schwach gewölbt und durch flache, nicht eingesenkte Nähte getrennt. Der Protoconch ist spitz kegelförmig und deutlich in zwei Stadien gegliedert, die durch eine Anwachslinie getrennt sind: Protoconch I mit 1 Umgang (Durchmesser 0,11 mm) und Protoconch II mit 2,5 Umgängen. Diese Ausbildung beweist ein planktonisches Larvenstadium. Der Nukleus ist winzig klein (0,068 mm Durchmesser) und glatt, der Protoconch I zeigt einige unregelmäßig stehende, undeutliche Granulae, der Protoconch II trägt eine deutliche Skulptur aus

in 10 feinen Spiralreihen angeordneten Granulae. Vom Teleoconch ist der Protoconch durch eine scharfe, stark gekrümmte Wachstumslinie getrennt. Gehäuse glatt und glänzend, mit sehr feiner, deutlich prosokliner Anwachsstreifung. Schlusswindung groß, am Übergang zur Basis schwach stumpf gerundet. Am Holotypus ist der rechte Mundrand abgebrochen, deshalb kann die Form der Mündung nur nach dem halbwüchsigen Paratypus als gerundet dreieckig beschrieben werden. Spindel bzw. linker Mundrand verdickt und etwas schwielenartig umgeschlagen, einen sehr feinen Nabelritz freilassend. Basis mit deutlich eingesenktem Nabelfeld, Nabel bei dem halbwüchsigen Stück durch eine dünne Schwiele verdeckt. Dimensionen (Holotypus): 2,0 x 1,3 mm, Höhe der Schlusswindung 1,3 mm.

Differenzierende Merkmale und Diskussion: Eindeutige *Assimineae*-Arten sind aus dem Paläogen bislang nicht bekannt, obwohl in der älteren Literatur mehrere Taxa hier eingereiht wurden. So wurden aus dem Paläogen des Pariser Beckens von COSSMANN (1888) eine Anzahl Arten zu *Assimineae* gestellt, die jedoch heute nach PACAUD & LE RENARD (1995) mehrheitlich in die Hydrobiidengattung *Peringia* gehören sollen. Schon WENZ (1923: 1861–1862) hatte keine dieser Arten noch zu den Assimineidae gerechnet. Nach ihm kommt die Gattung *Assimineae* im europäischen Tertiär erst ab dem Ober-Miozän

Tafel 6



Mittlere Pechelbronn-Schichten von Wallau.

- Fig. 24.** *Stenothyroides* (s. lat.) sp. Brg. B98-BK5: 82,66–82,69 m (SMF 324430), Höhe = 1,4 mm, x 30.
Fig. 25. *Granulolabium mucronatum* (LUDWIG). Brg. B98-BK5: 82,66–82,69 m (juvenil, SMF 324431), Höhe = 2,5 mm, x 20.
Fig. 26. *Melanooides fasciatus* (SOWERBY). Brg. B98-BK5: 73,84–73,85 m (juvenil, SMF 324432), Höhe = 2,7 mm, x 20.
Fig. 27. *Tarebia trimargaritifera* (LUDWIG). Brg. W07: 73,65–73,70 m (SMF 324433), Höhe = 5,3 mm, x 14.

(Sarmatium) vor. Auch bei *Assiminea nicolasi* ROMAN 1910 aus dem Sannoisium der Gegend von Lyon ist die generische Zuordnung nach den Abbildungen (1910: Taf. 23, Fig. 6) kaum zu beurteilen. Jedenfalls ist diese Art von *A. wallauensis* durch wesentlich größere Dimensionen (4 x 2 mm), eine nicht kegelförmige, sondern eher etwas zylindrische Gehäuseform und die mehr ovale Mündung unterschieden. Damit stellt *A. wallauensis* die bisher älteste nachgewiesene Art der Gattung im europäischen Tertiär dar und ist zugleich die erste durch ihren charakteristischen Protoconch mit der kennzeichnenden Mikroskulptur (vgl. die Typusart *A. grayana* FLEMING 1828 von der Nordseeküste, Taf. 5, Fig. 23) als unzweifelhafte *Assiminea* ausgewiesene fossile Art überhaupt. Zwar besitzt die rezente Art einen insgesamt etwas kleineren Protoconch mit einem deutlich größeren Nukleus und die Granulae sind infolge teilweiser Verschmelzung noch deutlicher zu richtigen Spiralen angeordnet, doch sind der ganze Habitus des Protoconches und die Mikro-

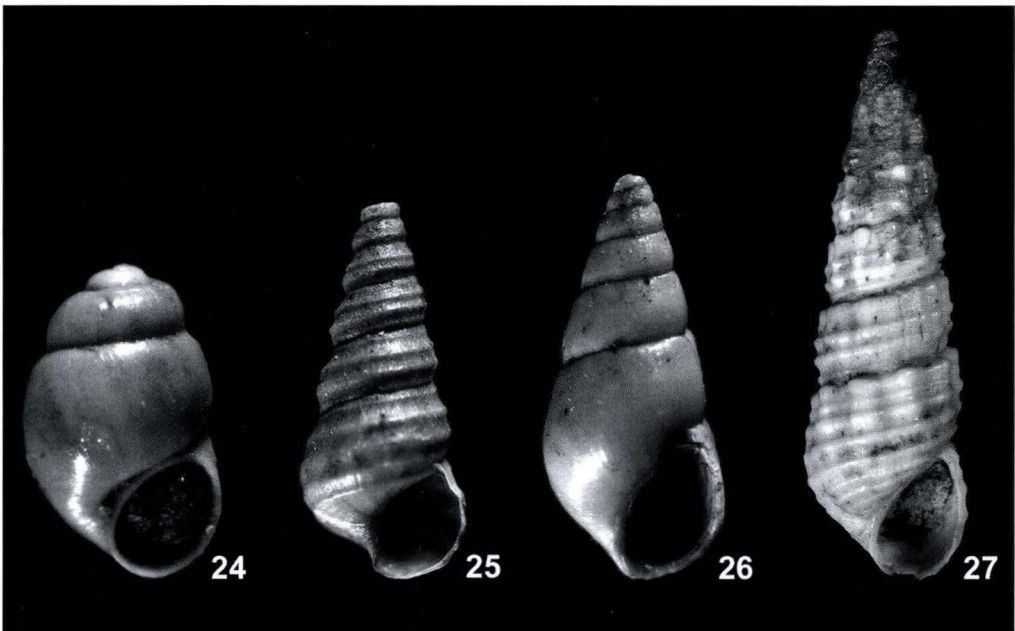
skulptur der fossilen Art so ähnlich, dass die generische Zuordnung wohl unzweifelhaft ist. In Wallau ist die Art auf die ZFM beschränkt. Der Lebensraum von *Assiminea* ist das obere Eulitoral bis Supralitoral, wo z.B. die rezente Typusart auf den nur zeitweise überfluteten Salzwiesen lebt, während tropische Arten auf den schlammigen Wattflächen der Mangrovenzone vorkommen.

Familie Stenothyridae FISCHER 1885
 Gattung *Stenothyroides* LOZOUET 1985

***Stenothyroides* (s. lat.) sp.**

Taf. 6, Fig. 24

Von dieser Art wurde im oberen Teil der ZFM der Bohrung B98-BK5 (82,66–82,69 m) nur ein Exemplar gefunden (Beil. 5). Dieses ist sehr klein (1,4 x 0,8 mm, Schlusswindung 1,1 mm), walzenförmig, mit stumpfem, abgeplatteten Apex. Nukleus klein, fast planspiral aufgewunden, Gewinde aus 1½ Mittelwindungen, diese sind niedrig, die Schlusswindung ist



vergleichsweise sehr groß. Umgänge konvex, schwach stufig abgesetzt, durch tiefe Nähte getrennt. Schale glatt und glänzend, keine Anwachsstreifen sichtbar. Mündung schräggestellt, oval, im letzten Abschnitt gattungstypisch etwas losgelöst und absteigend. Mundrand ganzrandig, rechter Mundrand nicht verdickt, Basis mit deutlichem, schmalem Nabelritz, Schlusswindung an der Basis ganz leicht abgeflacht, sonst ist das Gehäuse nicht dorsoventral abgeplattet. Mundsäum innen mit einer ganz schwachen Verdickung, aber Zähnen sind nicht zu erkennen, da die Mündung durch ein Sandkorn verfüllt ist.

Diese Art unterscheidet sich sehr klar von der aus dem Melanienton und dem belgischen Tongrien bekannten *St. pupa* (NYST 1836), die mindestens doppelt so groß ist, ein höheres und vor allem spitzeres Gewinde mit einem leicht aufragenden Protoconch sowie ein auf der Vorderseite deutlich abgeplattetes Gehäuse hat. In der Größe ähnlich ist *St. minutus* (WENZ 1925) aus dem Schleichsand von Sulzheim im Mainzer Becken. Diese Art hat auch einen eher etwas stumpfen Apex, aber ein insgesamt spitzeres Gewinde, eine nicht walzenförmige, sondern spitzeiförmige Gestalt, ist deutlich abgeplattet und hat eine kleinere Mündung. Da von der Form aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten leider nur ein einziges Stück vorliegt, wird vorerst von einer Neubeschreibung abgesehen.

Familie Potamididae H. & A. ADAMS 1854
Gattung *Granulolabium* COSSMANN 1889

***Granulolabium mucronatum* (LUDWIG 1865)**

Taf. 6, Fig. 25

1865 *Potamides mucronatus* LUDWIG, Palaeontographica, **14**: 73, Taf. 21, Fig. 4, 4a–b.

1960 *Pirenella monilifera* f. *galeotti*. – GRAMANN, Sitzungsber. Ges. Beförd. ges. Naturwiss. Marburg, **82** (1): 22, Taf. 3, Fig. 6.

In einzelnen Proben der Bohrung B98-BK5 (82,25–82,30 m und 82,66–82,69 m) wurden

ausschließlich juvenile Individuen dieser für den hessischen Melanienton charakteristischen *Granulolabium*-Art gefunden. Die Stücke von Wallau stimmen vollkommen mit verglichenem Material aus Großalmerode (Locus typicus) und Borken überein. Kennzeichnend sind die stark gewölbten Umgänge und die feine, gleichmäßige Spiralstreifung in den Zwischenräumen zwischen den größeren und relativ weitständig geknoteten, scharfen Spiralreifen. Demgegenüber unterscheidet sich die sonst im Latdorfium, vor allem im belgischen Tongrien, verbreitete Art *G. galeottii* (NYST 1836) durch fast plane Umgänge und drei gleich starke, auf den oberen Umgängen dicht beieinander stehende gerundete Spiralreifen, die viel dichter geknotet sind, sowie durch das Fehlen der feinen Spiralstreifung. In Wallau ist das Vorkommen der Art auf die ZFM beschränkt.

Familie Thiariidae TROSCHEL 1857

Gattung *Melanooides* OLIVIER 1804

***Melanooides fasciatus* (SOWERBY 1819)**

Taf. 6, Fig. 26

1819 *Melania fasciata* SOWERBY, Mineral Conchology, **3**: 71, Taf. 241, Fig. 1.

1950 *Melanooides fasciata*. – GILLET, Rev. Inst. fr. Petr., **5**: 109, Taf. 2, Fig. 5.

1954 *Melanooides fasciatus*. – GLIBERT & HEINZELIN, Vol. jub. v. STRAELEN, **1**: 352, Taf. 5, Fig. 17.

1954 *Melanooides fasciatus* f. *levis*. – GLIBERT & HEINZELIN, Vol. jub. v. STRAELEN, **1**: 353, Taf. 5, Fig. 21e.

Zwei juvenile Stücke dieser Art liegen aus dem mittleren Teil (73,84–73,85 m) der ZFB der Bohrung B98-BK5 vor. Das größere der beiden Exemplare ist 2,7 mm hoch. Es stimmt sehr gut überein mit verglichenem Material aus dem belgischen Tongrien (Vieux Joncs) und dem Melanienton von Nordshausen bei Kassel und gehört zu der glatten Varietät (fa. *laevis* NYST). Das Exemplar zeigt auf den obersten Mittelwindun-

gen einige extrem schwache Andeutungen von Spiralbändern, die unteren Umgänge sind vollkommen glatt, die Schale ist relativ dickschalig, die Spindel zeigt die typische, etwas verdickte und unten leicht umgeschlagene Innenlippe, die Anwachsstreifen sind sehr schwach flexuös. GILLET (1950) nennt die Art aus der ZFB und der ZFH.

Gattung *Tarebia* H. & A. ADAMS 1854

***Tarebia trimargaritifera* (LUDWIG 1865)**

Taf. 6, Fig. 27

- 1854 *Melania spina* DUNKER, Programm höh. Gewerbeschule Cassel: 16 (non GRATELOUP 1832).
 1862 *Melania spina*. – DUNKER, Palaeontographica, **9**: 89, Taf. 16, Fig. 9–10.
 1865 *Melania spina* var. *trimargaritifera* LUDWIG, Palaeontographica, **14**: 69, Taf. 20, Fig. 13–14.
 1870 *Melania spina*. – SPEYER, Palaeontographica, **19**: 99, Taf. 15, Fig. 7–9.
 1928 *Melanoides (Tarebia) trimargaritifera*. – WENZ, Fossilium Catalogus, **I**, Pars 38, 40: 2553.
 1950 *Melanoides (Tarebia) trimargaritifera*. – GILLET, Rev. Inst. fr. Pétrole, **5**: 111, Taf. 2, Fig. 9, Tabl. 2, Fig. 18.
 1960 *Melanoides (Tarebia) trimargaritifera*. – GRAMANN, Sitzungsber. Ges. Beförd. ges. Naturwiss. Marburg, **82** (1): 22, Taf. 3, Fig. 3.

Von dieser recht charakteristischen Form wurden 13 Gehäuse gefunden, die aber alle nicht ganz ausgewachsen sind. Die Art kommt in Wallau vereinzelt im gesamten Bereich der ZFH (W07) sowie in einer Probe der ZFB (B98-BK5), nicht jedoch in der ZFM vor (Beil. 5). Die Gehäuse stimmen vollkommen überein mit topotypischem Material von Großalmerode. In der Pechelbronn-Gruppe ist sie nach GILLET (1950) auf die „Hydrobien-Schichten“ der Mittleren Pechelbronn-Schichten beschränkt. Auffallend ist,

dass in Wallau nur diese Art vorkommt, nicht aber die sonst in gleich alten Schichten überall verbreitete Art *Tarebia acuta* (SOWERBY 1823). Die systematischen Beziehungen dieser Art zu *trimargaritifera* bedürfen der Klärung. Es ist nicht auszuschließen, dass letztere eine Extremvariante von *acuta* darstellt. Um das zu beurteilen sind jedoch genauere Studien der Variabilität von *acuta* notwendig.

? Familie Cornirostridae PONDER 1990

Gattung *Anomalorbina* PAUL 1996

***Anomalorbina schulziana* (DUNKER 1854)**

Taf. 1, Fig. 3

- 1854 *Planorbis schulzianus* DUNKER, Programm höh. Gewerbeschule Cassel: 8.
 1862 *Planorbis schulzianus*. – DUNKER, Palaeontographica, **9**: 88, Taf. 16, Fig. 5.
 1865 *Planorbis schulzianus* (sic!). – LUDWIG, Palaeontographica, **14**: 97, Taf. 21, Fig. 15.
 1870 *Planorbis schulzianus*. – SPEYER, Palaeontographica, **19**: 165, Taf. 18, Fig. 6.
 1923 *Planorbis (Gyraulus) schulzianus*. – WENZ, Fossilium Catalogus, **I**, Pars 20–23: 1574.
 1954 *Planorbis schulzianus*. – GLIBERT & HEINZELIN, Vol. jub. v. STRAELEN, **1**: 376.
 1963 *Planorbis (Gyraulus) schulzianus*. – JANSSEN, Basteria, **27**: 37, Taf. 4, Fig. 7.

Das vorliegende Material stimmt sehr gut mit Vergleichsmaterial aus dem belgischen Tongrien sowie topotypischem Material aus Großalmerode überein. Die Gehäuse dieser Art zeigen eine recht große Variabilität in Bezug auf die Skulpturenentwicklung, vor allem die auf den Abbildungen in der Literatur so hervorgehobene Spiralkarina tritt oft erst auf dem letzten Umgang hervor, besonders unausgewachsene Stücke erscheinen makroskopisch glatt, während sie unter dem Mikroskop eine feine und dichte Spiralfurche zeigen. Die Art kommt in einigen Horizonten beider Bohrungen nicht selten vor. Aus der Pechelbronn-Gruppe war sie bislang noch

nicht nachgewiesen, wohl aber aus dem Ton-
grien inférieur Belgiens. In Wallau ist sie eine
häufige und regelmäßig zusammen mit *Hydrobia*
sp. 1 und *Sellia angulifera* vorkommende Art der
ZFH, auch in der ZFB ist sie stellenweise nicht
selten, aber in der ZFM wurde nur ein einziges
Exemplar gefunden (Beil. 5).

A. schulziana wurde bislang stets in die Gat-
tungen *Planorbis* bzw. *Gyraulus* und damit in die
Familie Planorbidae gestellt. Da die Arten dieser
Familie reine Süßwasserbewohner sind, würde
demnach ein gehäuftes Vorkommen der Art für
limnisches Milieu sprechen. Die REM-Untersu-
chung der Embryonalschale von *schulziana* zeigt
jedoch die charakteristische Netzskulptur der
Arten der erst vor wenigen Jahren beschriebe-
nen Gattung *Anomalorbina* PAUL 1996. Diese
Gattung wurde für einige kleinwüchsige „Plan-

orbis“-Arten begründet, die charakteristisch für
Ablagerungen mit brackisch-euryhalinem Milieu
sind, z.B. die Headon Hill Formation der Isle of
Wight (PAUL 1991). Auch in entsprechenden Ab-
lagerungen des Pariser Beckens kommen *An-*
omalorbina-Arten vor. Die Familienzugehörigkeit
von *Anomalorbina* ist noch etwas unklar, auf
Grund ihrer conchologischen Merkmale gehört
sie keinesfalls zu der Pulmonatenfamilie Planor-
bidae; von PACAUD & LE RENARD (1995) wurde sie
daher als fraglich der Familie Cornirostridae
PONDER 1990 (Heterobranchia) zugeordnet, de-
ren Vertreter vom Eulitoral bis in brackische Ha-
bitate vorkommen. Am Beispiel dieser Art wird
deutlich, wie sehr die Klärung der Taxonomie
(hier der Gattungszugehörigkeit) Einfluss auf
Aussagen über die Paläoökologie haben kann.

3. Stratigraphische und geographische Verbreitung der Arten

Auf Grund der Molluskenfauna lassen sich die
zur Pechelbronn-Gruppe gehörenden fossilfüh-
renden Sedimente der beiden Bohrungen in ih-
rer Gesamtheit in die Mittleren Pechelbronn-
Schichten der Gliederung nach GILLET (1950)
einstufen. Ebenso wie im südlichen Oberrhein-
graben kann man auch in Wallau die Mittleren
Pechelbronn-Schichten sehr deutlich in drei
Horizonte untergliedern, von denen der obere
mit den Couches bzw. der Zone fossilifère à
Hydrobies zu korrelieren ist, der mittlere der
ZFB entspricht, während der untere der Zone
fossilifère à *Mytilus* angehört. Das gesamte Profil
der Bohrung W07 ist in die Zone fossilifère à
Hydrobies zu stellen, während in der Bohrung
B98-BK5 nur der Bereich von 43,60 bis ca. 68 m
diesem Horizont angehört. Der Hydrobien-Hori-
zont ist durch das ausschließliche Vorkommen
der *Hydrobia* sp. 1 zusammen mit regelmäßigen
Begleitarten wie *Sellia angulifera*, *Pechelbronnia*
prefalloti und *Anomalorbina schulziana* gekenn-
zeichnet. Der Teufenbereich von 67,85 bis ca.

74 m der Bohrung B98-BK5 gehört nach Mollus-
kenfunden in die Zone fossilifère à Bryozoaires,
die durch das Fehlen der die ZFH charakterisie-
renden *Hydrobia* sp. 1, aber das Vorkommen von
Hydrobia sp. 2 und das erste etwas häufigere
Auftreten von Arten wie *Sellia angulifera* und
Pechelbronnia prefalloti gekennzeichnet ist. Das
gehäufte Vorkommen von *Sellia angulifera* und
Tarebia trimargaritifera in den „Couches à Hy-
drobies“ stimmt exakt mit den Beobachtungen
von GILLET im südlichen Rheintal überein, wo
diese Arten allerdings nur in der ZFH beobach-
tet wurden, während sie in Wallau auch verein-
zelt in der ZFB nachgewiesen werden konnten.
Ferner treten nur in der ZFB die Arten *Congeria*
nystiana und *Melanooides fasciatus* auf. Der Be-
reich zwischen ca. 74 und 82 m lässt sich nach
Mollusken nicht eindeutig einer Zone zuordnen,
da hier noch *Mytilus*-Lagen zusammen mit er-
sten *Sellia angulifera* zu beobachten sind. Nach
anderen Fossilgruppen ist die Grenze ZFB/ZFM
bei 82,00 m gezogen worden (MARTINI & RADTKE

2007). Der tiefere Profiltteil unterhalb 82 m schließlich ist ohne Zweifel der „Zone fossilifère à *Mytilus*“ zuzurechnen. Dieser Bereich ist durch die häufigen Schilllagen mit *Mytilus* sp. und das regelmäßige Vorkommen von *Polymesoda subarata tenuistriata* gekennzeichnet. Bezeichnend ist das sehr starke Zurücktreten bzw. Fehlen der Hydrobiidae, die nur ganz vereinzelt durch unbestimmbare Juvenilstadien repräsentiert sind. Arten wie *Sellia angulifera* und *Pechelbronnia prefaloti* fehlen in der ZFM. Auf die ZFM beschränkt zu sein scheinen stattdessen die Gastropoden *Assiminea wallauensis* n. sp., *Stenothyroides* sp. und *Granulolabium mucronatum*.

Weiträumige präzise Korrelationen mit den verschiedenen Vorkommen des hessischen Melanientons sind einerseits wegen der starken Faziesabhängigkeit der meisten Molluskentaxa, andererseits wegen der Unsicherheit der Artbestimmungen in allen Faunenlisten kaum möglich. Es macht wenig Sinn, auf Grund einer mehr oder weniger großen Übereinstimmung im nominellen Artenbestand stratigraphische Folgerungen zu ziehen, da die Identität der mit gleichen Namen bezeichneten Taxa in jedem Fall nur durch Nachuntersuchung des jeweiligen Belegmaterials abzusichern wäre. Die bisherigen Erfahrungen (vgl. die Diskussion bei *Hydrobia* sp. 1) lassen hierbei große Zurückhaltung angeraten erscheinen. Soweit aber Arten zweifelsfrei richtig bestimmt sein dürften, kann gesagt werden, dass für den Hydrobien-Horizont eine relativ gute Übereinstimmung mit den Vorkommen von Großalmerode und den Horizonten C und D von Borken (RITZKOWSKI 1967) besteht. Von den neun aus Wallau nachgewiesenen Arten mit Vorkommen außerhalb der Pechelbronn-Gruppe findet man jeweils fünf Arten auch in Borken, in Kirchhain und im belgischen Tongriem sowie vier in Großalmerode. Allerdings ist auffällig, dass es an den Lokalitäten des hessischen Melanientons häufig Arten gibt, die in Wallau nicht vorkommen. Dies sind z.B. *Melanopsis hassiaca* (SANDBERGER), *Nystia*

„*duchastelii*“ auct (= *loxostoma* SANDBERGER) und *Tarebia acuta* (SOWERBY). Umgekehrt ist die in der ZFM der Mittleren Pechelbronn-Schichten so häufige und weit verbreitete *Mytilus* sp. von keinem hessischen Fundort bekannt, sondern nur aus dem belgischen Tongriem. Überhaupt ist die faunistische Übereinstimmung der ZFM mit dem Melanienton deutlich geringer: von den oben erwähnten neun Arten kommen jeweils nur drei in Borken und Großalmerode und je zwei in Kirchhain und Belgien vor.

Mit den Aufschlüssen von Bodenheimer-Nackenheim bzw. den Bohrungen Nieder-Olm und Stockstadt (SONNE 1963) ist die Fauna von Wallau mangels spezifisch determinierbarer Molluskenfunde an diesen Lokalitäten wenigstens von den Mollusken her nur mit Einschränkungen korrelierbar. Jedoch weisen die von allen diesen Lokalitäten genannten *Mytilus*-Lagen wohl darauf hin, dass hier zumindest auch die ZFM, also die untere Abteilung der Mittleren Pechelbronn-Schichten, aufgeschlossen waren.

Vergleicht man die in der bisherigen Literatur (GRAMANN 1966: 501, RITZKOWSKI 1967: 99, MARTINI 1990: 85) publizierten sowie die im vorliegenden Band anhand der Mikrofaunen (GRIEBEMER et al. 2007, GRIMM et al. 2007, MARTINI & REICHENBACHER 2007) erarbeiteten Aussagen zur Korrelation des Melanientons mit der Pechelbronn-Gruppe, speziell den Mittleren Pechelbronn-Schichten, so lassen sich die Beobachtungen an den Mollusken mit diesen Befunden nur bedingt in Einklang bringen.

Während Großalmerode wegen der zumindest nominell teilweise recht guten Übereinstimmung der Molluskenfauna etwa mit den Niveaus C/D von Borken und auch der ZFH korreliert werden könnte, was auch mit den malakologischen Befunden aus Wallau in Einklang steht, korreliert GRIEBEMER (2002) auf Grund des *Bolboforma*-Signals nur die ZFM mit Borken D. In diesem Horizont ist auch die Nannoplanktonzone NP 22 (tiefes Oligozän) nachgewiesen. In der Bohrung B98-BK5 reicht der sichere Nachweis der NP 22 von der ZFM bis in den unteren Abschnitt der

ZFH hinein (MARTINI 1998, MARTINI & REICHENBACHER 2007). Andererseits scheint Großalmerode mittels Ostracoden mit der Ostracodenzone 5 korrelierbar zu sein, die aber wiederum der ZFH der Mittleren Pechelbronn-Schichten entspricht (GRIEBEMER 2002: 61). Die ganze Problematik wird eingehend bei MARTINI & RADTKE (2007) diskutiert. Angesichts dieser Befunde scheinen vorläufig jedenfalls die Mollusken kaum brauchbare Hinweise für weiträumigere Korrelationen zu liefern. Über die exakten stratigraphischen Reichweiten aller im Melanienton bzw. der Mittleren Pechelbronn-Schichten vorkommenden Molluskenarten ist allerdings auch kaum eine präzise

Aussage möglich, weil das Vorkommen oder Fehlen in sehr vielen Fällen von ökologischen Faktoren abhängig sein dürfte.

Nach GILLET (1950) ist die Fauna der Mittleren Pechelbronn-Schichten besonders von Norden her beeinflusst. Das lässt sich wenigstens für die ZFH mit der vorliegenden Fauna und ihren Beziehungen zu Großalmerode und Borken wohl bestätigen. Typische südliche Faunenelemente wie *Potamides*- und *Brotia*-Arten (auch charakteristisch für die Unteren Pechelbronn-Schichten) fehlen in Wallau. Ein nördliches Faunenelement dürfte hingegen *Anomalorbina schulziana* sein, die bislang nur aus dem Nordseebecken bekannt war.

4. Ökologie

Die Molluskenassoziation der ZFM, insbesondere Gastropoden wie *Granulolabium*, *Stenothyroides* und *Assimineea* sprechen sehr für ein brachyhalines Milieu. Darauf deutet das völlige Fehlen typischer mariner Vertreter in der Molluskenfauna dieses Horizontes. Auch *Mytilus* kann nicht als Indikator für vollmarine Bedingungen gelten, da diese Gattung häufig ins Brackwasser vordringt und sogar Salzgehalte von nur noch 4 ‰ toleriert. Die zahlreich auftretenden *Mytilus*-Schille können als parautochthone Bildungen gedeutet werden, da die überaus fragilen Schalen zwar meist verdrückt, aber häufig noch vollständig erhalten sind und keine Spuren eines weiteren Transportes aufweisen. Ein brackisches bis limnisch beeinflusstes Milieu muss auch für die folgende ZFB und ganz besonders für die ZFH angenommen werden, die mit ihrer relativ artenarmen Fauna einen noch stärkeren limnischen Einfluss anzeigen. Doch auch hier war sicher eine geringe marine Beeinflussung und dementsprechend ein mehr oder weniger brackisches Milieu gegeben, wie das regelmäßige Vorkommen von *Anomalorbina schulziana* sowie vereinzelte Funde von Balanidenplatten zeigen. Ein echt limnisches Milieu hat in der

ZFH ganz sicher nicht geherrscht, wie das völlige Fehlen reiner Süßwasserelemente wie Planorbiden und Lymnaeiden beweist. Alle gefundenen Gastropodenarten sind Weidegänger auf Weichböden. *Granulolabium*, *Assimineea* und *Stenothyroides* sind typisch für Schlammböden und -flächen im brackisch-marinen Übergangsbereich, und die Gesamtfaua kann für die ZFM als Hinweis auf ein vielleicht lagunäres, jedenfalls aber stärker brackisches Milieu gelten, als es während der Ablagerung der ZFH geherrscht haben dürfte (entgegen der Annahme von GILLET 1950, die für die ZFM von einem limnischen Milieu ausgeht!).

Diese Befunde auf Grund der Molluskenfauna stehen in deutlichem Widerspruch zu den Ergebnissen, die sich aus der Mikrofauna ableiten lassen (GRIEBEMER et al. 2007, GRIMM et al. 2007, MARTINI & REICHENBACHER 2007). Sowohl die hoch diversen Foraminiferen als auch das Auftreten von Bolboformen sprechen für vollmarine Konditionen mit nach oben hin einsetzender Regression im Verlauf der Ablagerung der Mittleren Pechelbronn-Schichten. Die Inkongruenz der Befunde aus solch verschiedenen Fossilgruppen lässt sich vorerst nicht leicht er-

klären. Es wäre vielleicht denkbar, dass die entsprechenden Mikrofaunen-Elemente doch etwas breitere Salinitätstoleranzen hatten als die Larven mariner Molluskenarten, so dass zwar diese Mikrofaunen episodisch in den Oberrheingraben vordringen (GRIMM et al. 2007) und den Ablagerungen einen marinen Anstrich geben konnten, nicht aber auch entsprechende vollmarine Molluskenarten. Es ist schwer vorstellbar, dass im Oberrheingraben, wenn auch nur zeitweise, vollmarine Bedingungen geherrscht haben sollen, ohne dass auch eine im marinen Bereich so dominante Gruppe wie die Mollusken entsprechend nachweisbar wäre.

Danksagung: Das Molluskenmaterial aus den Bohrungen wurde zum größeren Teil freund-

licherweise von Herrn Prof. Dr. E. Martini (Kronberg i.Ts.) ausgeschlämmt, ausgelesen und dem Verfasser zur Bearbeitung übergeben, weiteres Material und vor allem Kernstücke aus der ZFM mit *Mytilus*-Lagen wurden von Frau Dr. G. Radtke (HLUG) zur Verfügung gestellt; beiden sei dafür sehr herzlich gedankt. Herrn Dipl.-Geol. D. Kadolsky (Sanderstead, U.K.) danke ich sehr für seine kritische Durchsicht des Manuskriptes und ihm sowie Herrn Dr. H. Boeters (München) auch für Diskussionen über die Hydrobiiden von Wallau. Einige Photos wurden dankenswerterweise von Herrn Dr. E. Neubert (SMF) angefertigt. Für die REM-Aufnahmen und die Zusammenstellung der Phototafeln danke ich meiner Assistentin, Frau S. Hof (SMF).

5. Schriftenverzeichnis

- ANDERSON, H.-J., GRAMANN, F., RITZKOWSKI, S., SONNE, V. & TOBIEN, H. (1969): Führer zur Oligocän-Exkursion 1969: 112 S., 33 Abb.; Marburg.
- COSSMANN, M. (1888): Catalogue illustré des coquilles fossiles de l'Eocène des environs de Paris. – Ann. Soc. roy. malacol. Belgique, **23**: 3–324, 12 pls.; Bruxelles.
- DOEBL, F. (1969): Ein Oberflächen-Aufschluss in den Pechelbronner Schichten (Sannois) bei Nackenheim (Westliches Mainzer Becken). – Oberrhein. geol. Abh., **18**: 47–51, 1 Abb.; Karlsruhe.
- DUNKER, W. (1854): Ueber die in der Braunkohlenformation von Großalmerode in neuerer Zeit entdeckten Süßwasser-Mollusken. – Programm höh. Gewerbeschule Cassel. Schuljahr Michaelis 1853 bis 1854: 2–18; Cassel.
- DUNKER, W. (1862): Ueber die im plastischen Thone von Grossalmerode vorkommenden Mollusken. – Palaeontographica, **9**: 86–90, Taf. 16; Cassel.
- GILLET, S. (1950): La faune des invertébrés des couches de Pechelbronn. – Rev. Inst. fr. Pétrole, **5** (3): 77–89, 30 figs., 2 pls.; (4): 104–119; Paris.
- GLIBERT, M. & HEINZELIN, J. DE (1954): L'Oligocène inférieur Belge. – In: Volume jubilaire Victor v. Straelen, **1**: 281–438, 16 figs., 15 tab., 7 pls.; Bruxelles (Hayez).
- GRAMANN, F. (1960): Das ältere Tertiär im nördlichen Vorland des Vogelsberges. – Sitzungsber. Ges. Beförd. ges. Naturwiss. Marburg, **82**(1): 3–118, 19 Abb., 3 Taf.; Marburg/Lahn.
- GRAMANN, F. (1966): Das Oligozän der Hessischen Senke als Bindeglied zwischen Nordseebecken und Rheintalgraben. – Zeitschr. dtsh. geol. Ges., **115** (2/3): 497–514, 1 Abb.; Hannover.
- GRIEBEMER, T.W. (2002): The *Bolboforma* signal. A distinct level for correlating Lower Oligocene deposits (NP 22), the *Melania* Clay Formation of Northern Hesse (Hessian Depression) with the Middle Pechelbronn Formation of the Mainz Basin (Rhine-land-Palatinate, Germany). – In: GÜRS, K. (Hrsg.): Northern European Cenozoic Stratigraphy. – Proc. 8th Biannual Meeting of RCNNS/RCNPS: 57–66, 6 figs., 1 pl.; Flintbek.
- GRIEBEMER, T.W., UFFENORDE, H. & RADTKE, G. (2007): Die Ostracoden der Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän) in der Bohrung Wallau B98-BK5 (nordöstliches Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 173–192, 3 Abb., 1 Taf., Beil. 4; Wiesbaden.

- GRIMM, K.I., RADTKE, G. & SPIEGLER, D. (2007): Foraminiferen und Bolboformen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (tiefes Unter-Oligozän) der Bohrung Wallau B98-BK5. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 157–171, 1 Abb., 2 Taf., Beil. 3; Wiesbaden.
- HAASE, M. (2000): A revision of the genus *Belgrandia*, with the description of a new species from France (Caenogastropoda: Hydrobiidae). – *Malacologia*, **42** (1): 171–201, 15 figs.; Ann Arbor, Mich.
- JANSSEN, A.W. (1963): Gastropoda uit de Belgische „Sables de Vieux Joncs“ en de Nederlandse „Cerithiumklei“ (Oligocean). – *Basteria*, **27**: 18–44, 4 pls.; Lisse.
- JANSSEN, A.W. (1980): A mollusc-fauna with „*Pseudamnicola helicella* (BRAUN) from the Atuatuca Formation (Oligocene) at St. Truiden (Belgium, Province of Limburg). – *Meded. Werkgr. tert. kwart. Geol.*, **17** (2): 43–55, 2 pls.; Rotterdam.
- KABAT, A.R. & HERSHLER, R. (1993): The prosobranch snail family Hydrobiidae (Gastropoda: Rissooidea): Review of classification and supraspecific taxa. – *Smithsonian Contr. Zoology*, **547**: 1–94; Washington.
- KADOLSKY, D. (1984): Zur Taxonomie, Nomenklatur und stratigraphischen Bedeutung einiger Mollusken der Inflaten-Schichten und höchsten Cerithien-schichten (Tertiär, Mainzer Becken). – *Mainzer geowiss. Mitt.*, **13**: 195–203, 6 Abb.; Mainz.
- KADOLSKY, D. (1995): Stratigraphie und Molluskenfaunen von „Landschneckenkalk“ und „Cerithienschichten“ im Mainzer Becken (Oberoligozän bis Untermiozän ?). II: Revision der aquatischen Mollusken des Landschneckenkalkes. – *Arch. Molluskenkunde*, **124** (1/2): 1–55, 48 Abb., 4 Taf.; Frankfurt a.M.
- KADOLSKY, D. & PIECHOCKI, A. (2000): Freshwater Rissooidea from the Miocene of Belchatów, Poland (Gastropoda Prosobranchia: Hydrobiidae, Pomatiopsidae). – *Arch. Molluskenkunde*, **128** (1/2): 217–236, 18 figs., 1 pl.; Frankfurt a.M.
- KÜMMERLE, E. (1996): „Milchquarzkies“, „Randfazies“ und Unteroligozän bei Wallau, Main-Taunus-Kreis. – *Jb. nass. Ver. Naturkd.*, **117**: 65–68, 1 Abb.; Wiesbaden.
- LUDWIG, R. (1865): Fossile Conchylien aus den tertiären Süßwasser- und Meerwasser-Ablagerungen in Kurhessen, Grossherzogtum Hessen und der Bayer'schen Rhön. – *Palaeontographica*, **14**: 40–97, Taf. 11–22; Cassel.
- 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 figs.; Bremen.
- MARTINI, E. (1998): Eine neue *Trochoaster*-Art (Nannoplankton) mit Leitcharakter in den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän). – *Mainzer naturwiss. Archiv, Beiheft 21* (ROTHAUSEN-Festschr.): 71–75, 2 Abb., 1 Taf.; Mainz.
- MARTINI, E. & RADTKE, G. (2007): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation) – Einführung und Synthese. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – *Geol. Abh. Hessen*, **116**: 7–36, 10 Abb., 1 Tab., Beil. 1; Wiesbaden.
- MARTINI, E. & REICHENBACHER, B. (2007): Nannoplankton und Fisch-Otolithen in den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän, Oberrheingraben/Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – *Geol. Abh. Hessen*, **116**: 235–273, 9 Abb., 9 Tab., 3 Taf.; Wiesbaden.
- PACAUD, J.-M. & LE RENARD, J. (1995): Révision des mollusques paléogènes du Bassin de Paris. IV – Liste systématique actualisée. – *Cossmanniana*, **3** (4): 151–187; Paris.
- ORBIGNY, A. D' (1852): *Prodrome de Paléontologie*. – **3**: 196 p. + 189 p., Register; Paris (Masson).
- PAUL, CH. (1991): The morphology, palaeoecology, and taxonomic affinities of three British Tertiary species of „*Planorbis*“ (Mollusca; Gastropoda). – *Tertiary Research*, **13** (1): 37–46, 2 pls.; Leiden.
- PAUL, CH. (1996): *Anomalorbina*, new name for *Anomalorbis* PAUL, 1991, non VINE 1972. – *Tertiary Research*, **17** (1-2): 73, 1 pl.; Leiden.
- RADTKE, G., LIPPIMANN, R. & GAUPP, R. (2007): Neues Vorkommen der Pechelbronn-Gruppe im Mainzer Becken (Ober-Eozän – tiefes Unter-Oligozän, Deutschland) – Lithologie und Sedimentologie der Bohrungen Wallau B98-BK5 und W07. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – *Geol. Abh. Hessen*, **116**: 37–72, 17 Abb., Beil. 2; Wiesbaden.
- RITZKOWSKI, S. (1967): Die Feingliederung des Hessischen Melanientons (Unteroligozän, nördliches Hessen). – *Geologica et Palaeontologica*, **1**: 97–100, 2 Abb.; Marburg/Lahn.

- ROMAN, F. (1910): Faune saumâtre du Sannoisien du Gard. – Bull. Soc. géol. France, **10** (4): 927–955, pls. 22–24; Paris.
- SANDBERGER, F. (1870–1875): Die Land- und Süßwasser-Conchylien der Vorwelt. – 1–96, Taf. 1–12 (1870); 97–160, Taf. 13–20 (1871); 161–256, Taf. 21–32 (1872); 257–352, Taf. 33–36 (1873); 353–616 (1874); 617–1000 (1875); Wiesbaden (Kreidel).
- SITTLER, C. (1969): Le fossé rhénan en Alsace. Aspect structurel et histoire géologique. – Rev. géogr. phys. géol. dynam., **11** (5): 456–494, 20 figs., 2 tabs.; Paris.
- SONNE, V. (1963): Zur Verbreitung unteroligozäner Schichten (Sannois) im westlichen Mainzer Becken. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**: 197–205, 3 Abb.; Wiesbaden.
- SOWERBY, J. (1819–1821): The Mineral Conchology of Great Britain. – **3**: 1–40, pls. 204–221 (1818); 41–98, pls. 222–253 (1819); 99–126, pls. 254–271 (1820); 127–186, pls. 272–306 (1821); London (Arding).
- SPEYER, O. (1870): Die Conchylien der Casseler Tertiär-Bildungen. – Palaeontographica, **19**: 47–101, 159–202, Taf. 10–15, 18–21; Cassel.
- SPEYER, O. & KOENEN, A. VON (1884): Die Bivalven der Casseler Tertiär-Bildungen. – Abh. geol. Spezial-Karte Preussen Thüring. Staaten, **4** (4): I–XII, 31 Taf.; Berlin.
- WENZ, W. (1923–1930): Gastropoda extramarina tertiaria. – Fossilium Catalogus, **I** (Animalia), Pars 17, 18, 20–23: 1–1862 (1923); Pars 32: 1863–2230 (1926); Pars 38, 40: 2231–2890 (1928); Pars 43: 2891–3014 (1929); Pars 46: 3015–3387 (1930); Berlin (Junk).
- WENZ, W. (1938–1944): Gastropoda. – In: Handbuch der Paläozoologie, **6**, **I** (1): 1–240 (1938); (2): 241–480 (1938); (3): 481–720 (1939); (4): 721–960 (1940); (5): 961–1200 (1941); (6): 1201–1506 (1943); (7): 1507–1639 (1944); Berlin (Bornträger).
- WIRTH, E. (1954): Die nördliche Verbreitungsgrenze des Unteroligozäns im Rheintalgraben und ihre wirtschaftliche Bedeutung. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **82**: 168–189, 4 Abb.; Wiesbaden.

ERLEND MARTINI¹ & BETTINA REICHENBACHER²

Nannoplankton und Fisch-Otolithen in den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän, Oberrheingraben/Mainzer Becken)

Nannoplankton and fish otoliths from the Middle Pechelbronn Beds (Early Oligocene, Upper Rhine Graben/Mainz Basin)

Kurzfassung

Die Verbreitung des Nannoplanktons in den Mittleren Pechelbronn-Schichten im Oberrheingraben wird diskutiert. Sechs Nannoplankton-Leithorizonte ermöglichen eine biostratigraphische Gliederung der Mittleren Pechelbronn-Schichten und eine stratigraphische Einstufung von Bohrungen und Geländeaufschlüssen im Oberrheingraben und Mainzer Becken. Weiterhin wurden in zwei Bohrungen bei Wallau östlich von Wiesbaden erstmals zahlreiche Fisch-Otolithen in den Mittleren Pechelbronn-Schichten nachgewiesen. Die Fischfauna enthält *Noto-*

goneus sp. 1, *Enoplophthalmus* sp. 1, *Dapalooides sieblosensis*, *Perca* sp. 1 und „genus Percoideorum“ *validus*. Aufgrund der stratigraphischen Abfolge der Fisch-Arten und des umgelagerten Nannoplanktons werden für den Oberrheingraben kurzfristige Verbindungen nach Nordosten über die Hessische Straße und möglicherweise nach Süden postuliert. Ein Teil der Zone fossilifere à *Mytilus* (ZFM) der Mittleren Pechelbronn-Schichten wird mit dem Melanionton C/D in Nordhessen parallelisiert.

Abstract

The occurrence of calcareous nannoplankton in the Middle Pechelbronn Formation is discussed. Six nannoplankton index horizons in the Middle Pechelbronn Formation can be used for a stratigraphic positioning of boreholes and outcrops in the Upper Rhine Graben and the Mainz

Basin. Moreover, in samples from two boreholes near Wallau east of Wiesbaden fish otoliths were found for the first time in fair numbers in the Middle Pechelbronn Formation. The fish fauna consists of *Notogoneus* sp. 1, *Enoplophthalmus* sp. 1, *Dapalooides sieblosensis*, *Perca* sp. 1, and

¹ Prof. Dr. E. Martini, Parkstr. 40, D-61476 Kronberg im Taunus

² Prof. Dr. B. Reichenbacher (e-mail: b.reichenbacher@lrz.uni-muenchen.de), Department für Geo- und Umweltwissenschaften, Sektion Paläontologie, Universität München (LMU), Richard-Wagner-Str. 10, D-80333 München

„genus Percoideorum“ *validus*. Short time connections from the Upper Rhine Graben to areas to the northeast via the Hessian Street and possibly to the south are postulated on basis of fish species and reworked nannoplankton assem-

blages. Part of the Zone fossilifère à *Mytilus* (ZFM) of the Middle Pechelbronn Formation can be correlated with the Melania clay C/D of northern Hesse.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	237
2. Methoden und Material	239
3. Kalkiges Nannoplankton	239
3.1 Kenntnisstand	239
3.2 Bohrung Wallau W07	240
3.3 Bohrung Wallau BK98-BK5	242
3.4 Ehemalige Tongrube Nackenheim	242
3.5 Bohrungen im nördlichen Oberrheingraben	244
3.6 Bohrungen im mittleren und südlichen Oberrheingraben	244
3.7 Aufschlüsse im südlichsten Oberrheingraben	247
3.8 Umgelagertes Nannoplankton in den Mittleren Pechelbronn-Schichten	247
3.9 Umgelagertes Nannoplankton im Unter-Oligozän nördlich des Oberrheingrabens	250
4. Fischfauna	250
4.1 Fischeskelette	250
4.2 Fisch-Otolithen	251
4.2.1 Kenntnisstand	251
4.2.2 Neufunde	251
4.3 Taxonomie	251
4.3.1 Ordnung Gonorhynchiformes	251
4.3.2 Ordnung Osmeriformes	253
4.3.3 Ordnung Perciformes	257
5. Stratigraphische Abfolge der Fischfaunen und Korrelation zwischen den Wallau-Bohrungen	261
6. Paläoökologie und Biostratigraphie	262
7. Paläobiogeographie der Fischarten	264
8. Paläogeographie und stratigraphische Korrelationen	265
8.1 Ober-Eozän	265
8.2 Unter-Oligozän	267
8.2.1 Zone fossilifère à <i>Mytilus</i> (ZFM)	267
8.2.2 Zone fossilifère à Bryozoaires (ZFB)	267
8.2.3 Zone fossilifère à Hydrobies (ZFH)	267
8.3 Korrelation mit dem Melanienton von Nordhessen	268
9. Schriftenverzeichnis	268
10. Anhang	272

1. Einleitung

Beim Bau der ICE-Neubaustrecke Köln–Rhein/Main der Deutschen Bahn AG wurde im Jahr 1995 südlich der Ortschaft Wallau eine 80,20 m tiefe Kernbohrung (W07) niedergebracht (Bl. 5916, Hochheim am Main, R 34 55 234, H 55 46 705, Lok. 1 in Abb. 1). Die Bohrung erreichte zwischen 46,75 m und der Endteufe 80,20 m die Mittleren Pechelbronn-Schichten (KÜMMERLE

1996). Diese Schichten waren aus dem nordöstlichsten Mainzer Becken und dem nördlichen Oberrheingraben bislang nicht bekannt, die nächsten Vorkommen liegen bei Nackenheim im Mainzer Becken (SONNE 1963) und Königstädten im Oberrheingraben (Lok. 2 und 3 in Abb. 1).

Die paläogeographisch interessante Situation und die reiche Fossilführung der Bohrung W07

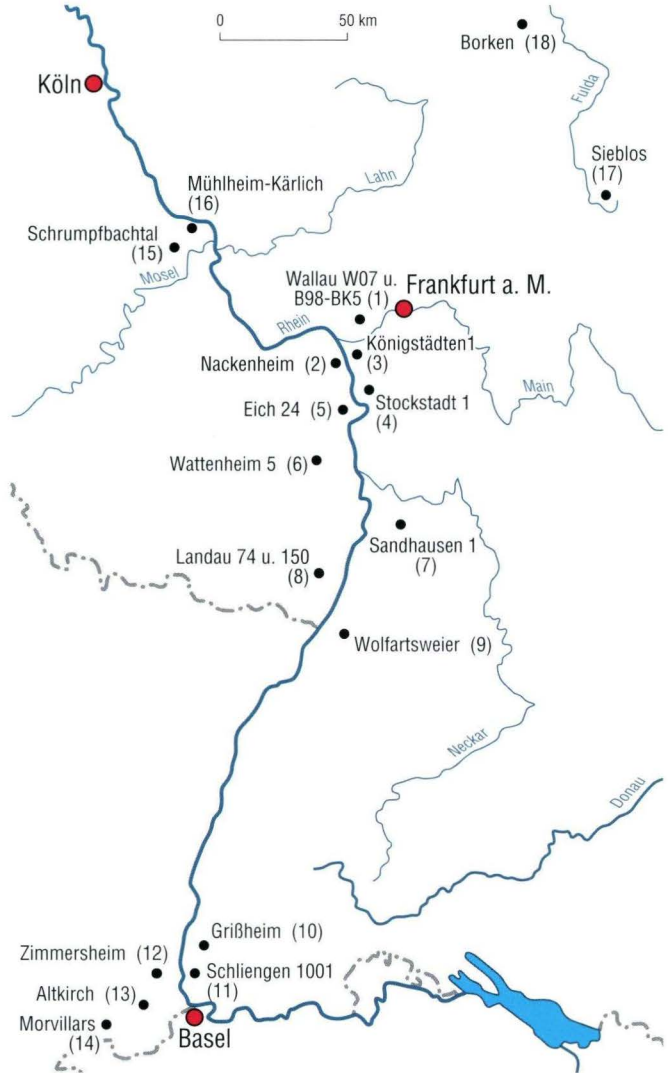


Abb. 1. Übersichtskarte mit den erwähnten unteroligozänen Lokalitäten (Nummern in Klammern lt. Text).
Stratigraphische Zuordnung: 1–8, 10–14: Mittlere Pechelbronn-Schichten, 9: Rote Leitschicht (Ober-Eozän), 15–16: Maifeld-Formation, 17: Sieblos-Formation, 18: Melanienton (Ober-Eozän/Unter-Oligozän).

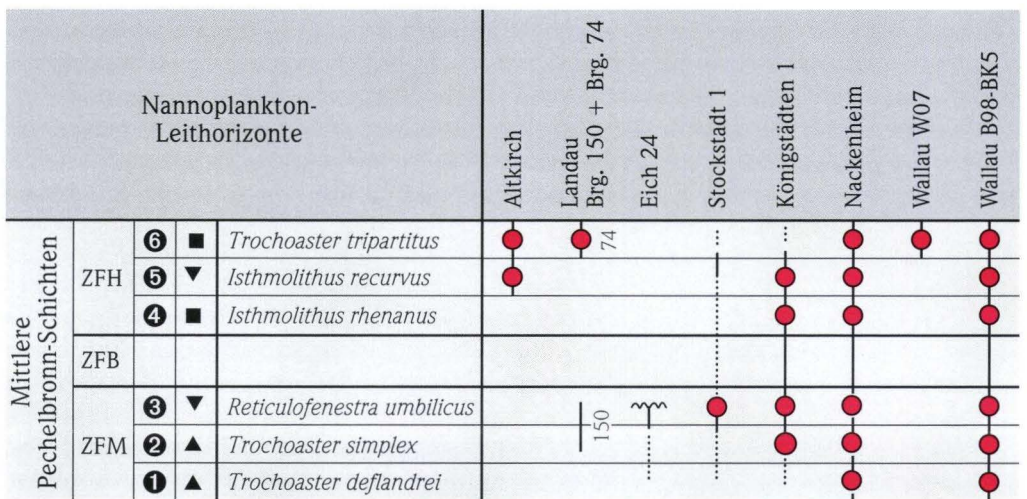
fürten 1998 zu einer weiteren Bohrung (B98-BK5) des damaligen Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, heute Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), die um etwa 50 m versetzt neben der Bohrung W07 durchgeführt wurde (Bl. 5916, Hochheim am Main, R 34 55 220, H 55 46 660). Die dabei durchteufte Abfolge gliedert sich wie folgt (RADTKE et al. 2007: Beil. 2):

- 2,10 m Quartär
- 39,55 m Tertiär, Obere Pechelbronn-Schichten (Oligozän)
- 93,75 m Mittlere Pechelbronn-Schichten
- 144,85 m Untere Pechelbronn-Schichten (Oligozän/Eozän)
- 170,00 m Perm, Rotliegend

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden das Nannoplankton und die Fisch-Otolithen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten beider Bohrungen untersucht. Die Nannoplankton-Untersuchungen ergänzen die bereits vorliegenden Daten aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten aus Bohrungen und Aufschlüssen im Oberrheingraben (MARTINI 1973, 1982, 1991,

1998). Die schon bekannten Nannoplankton-Daten aus der Bohrung Königstädten 1 (DOEBL 1969), aus dem Profil der ehemaligen Tongrube Nackenheim (GAD et al. 1990) und aus dem Aufschluss der Firma Ciments d'Origny in Altkirch/Elsaß (DURINGER 1988) werden hier neu diskutiert (zur Lage dieser Lokalitäten siehe Abb. 1). Alle bisherigen Daten weisen darauf hin, dass in den Mittleren Pechelbronn-Schichten regional und lokal stark schwankende Strömungsverhältnisse, unterschiedliche Salzgehalte und zeitweise anoxische Bedingungen herrschten (u.a. SITTLER 1965, DURINGER 1988, MARTINI & RADTKE 2007).

Fisch-Otolithen lagen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten bislang nur sehr vereinzelt vor (WEILER 1963). Die zahlreichen Otolithen aus dem Schlämmrückstand beider Bohrungen erweitern die bisherige Kenntnis der Fischfauna wesentlich; die paläobiogeographische Auswertung ermöglicht Rückschlüsse zur Paläogeographie des unteroligozänen Ablagerungsraumes. Die Position der untersuchten Bohrungen und Geländeaufschlüsse in den Mittleren Pechelbronn-Schichten ist aus Abb. 2 ersichtlich.



① bis ⑥ Leithorizonte ■ Gesamtvorkommen ▼ letztes Vorkommen ▲ erstes Vorkommen ~ erosive Oberkante

Abb. 2. Stratigraphische Position der untersuchten Bohrungen und Geländeaufschlüsse (s. Abb. 1) in den Mittleren Pechelbronn-Schichten mit Angaben der nachgewiesenen Nannoplankton-Leithorizonte (rote Punkte).

2. Methoden und Material

Die Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrungen Wallau W07 und B98-BK5 wurden für die Untersuchung auf Nannoplankton intensiv beprobt. Das Sediment wurde aufgeschlämmt und zu Ausstrichpräparaten verarbeitet. Die Untersuchung und Bestimmung der Arten erfolgte unter einem ZEISS-Polarisationsmikroskop. Für die Häufigkeitsangaben wurde jeweils die Mittelreihe des Präparats (R. 75 in der Kreuztischzählung) durchmustert und die Arten ausgezählt. Dieses Verfahren gilt auch für die übrigen untersuchten Bohrungen bzw. Lokalitäten. Die Probenahme und Nummerierung der Proben (Tab. 3) aus der Tongrube Nackenheim (Gesamtmächtigkeit nach DOEBL 1969: 16,50 m) erfolgte durch Prof. Dr. Volker Sonne (ehem. LA Geologie und Bergbau, Rheinland-Pfalz (LGB-RP), erhalten 1970).

Für die Untersuchung der Fisch-Otolithen wurde Kernmaterial geschlämmt, gesiebt (Siebgröße 100 μm) und der Rückstand nach Trocknung auf Mikrofossilien ausgelesen. Weitere Otolithen wurden von Dr. Gudrun Radtke (HLUG) zur Verfügung gestellt. Die Dokumentation erfolgte über ein Rasterelektronenmikroskop (REM).

Die abgebildeten Otolithen sowie zusätzliches,

horizontiertes Otolithenmaterial aus den Bohrungen Wallau W07 und B98-BK5 sind im Forschungsinstitut und Naturmuseum Senckenberg, Frankfurt a. M., unter den Katalog-Nummern SMF PO 64381–64437 hinterlegt. Weitere Otolithen aus diesen Bohrungen befinden sich im HLUG unter den Labor-Nummern LB 15304–15516 und LB 16172–16174. Die Nannoplankton-Präparate der aufgelisteten Profile und Bohrkerne stammen aus der Sammlung Prof. Dr. Erlend Martini. Einige Holotypen (Nannoplankton) von Taxa aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten sind im Forschungsinstitut und Naturmuseum Senckenberg, Frankfurt a. M., hinterlegt: *Isthmolithus rhenanus* (SM.B 9711), *Trochoaster deflandrei pseudoquadripes* (SM.B 14057), *Trochoaster deflandrei torquatus* (SM.B 14058), *Trochoaster simplex variabilis* (SM.B 14059) und *Trochoaster tripartitus* (SM.B 16657).

Zum Vergleich wurden Otolithen aus der Sammlung des Geowissenschaftlichen Zentrums Göttingen (GZG), u. a. aus Bohrungen der Preussischen Elektrizitäts AG (PREAG) und aus dem Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie in Leiden, Niederlande (RGM), untersucht.

3. Kalkiges Nannoplankton

3.1 Kenntnisstand

Die Mittleren Pechelbronn-Schichten werden im Becken von Pechelbronn von unten nach oben in die Zone fossilifère à *Mytilus* (ZFM), die Zone fossilifère à Bryozoa (ZFB) und die Zone fossilifère à Hydrobies (ZFH) unterteilt (u. a. SITTLER 1969). Diese Unterteilung wird hier übernommen. Die Zusammensetzung und Entwicklung der Nannoplankton-Gemeinschaften ist eng an die Ausbreitung einer marinen Fazies innerhalb der Mittleren Pechelbronn-Schichten gebunden. Insgesamt ist das Nannoplankton mit ca. 27 Ar-

ten bzw. Unterarten vertreten (MARTINI 1973, 1982, 1991, 1998).

Die Nannoplankton-Gemeinschaft im untersten Teil der ZFM besteht aus nur wenigen Arten, nimmt dann rasch an Diversität zu und enthält neben weiteren Arten *Isthmolithus recurvus* und *Reticulofenestra umbilicus*. Aufgrund dieser Arten kann ein Großteil der Mittleren Pechelbronn-Schichten in die unteroligozäne Nannoplankton-Zone NP 22 eingestuft werden (MARTINI 1971, 1973). Bemerkenswert sind weiterhin die häufi-

gen *Blackites*-Arten im mittleren Teil der ZFM. Im tieferen Teil der ZFH enthält die Nannoplankton-Gemeinschaft zahlreiche kleinwüchsige Exemplare von *Braarudosphaera bigelowi* und geht dann im mittleren Teil der ZFH auf wenige Arten zurück. Es verbleiben nur *Trochoaster simplex* und eine kleine *Reticulofenestra*-Art, die schließlich nahe der Grenze zu den Oberen Pechelbronn-Schichten aussetzen. Lagen mit Massenvorkommen einzelner Nannoplankton-Arten und die Ausbildung endemischer Formen deuten auf extreme Lebensbedingungen im unteroligozänen Ablagerungsraum des Oberrheingrabens und der angrenzenden Gebiete (MARTINI 1973, 1991).

Insgesamt können zur Untergliederung der

Mittleren Pechelbronn-Schichten sechs Nannoplankton-Leithorizonte herangezogen werden (von oben nach unten, MARTINI 1998, Abb. 2):

- 6** der *Trochoaster tripartitus*-Horizont,
- 5** das letzte Vorkommen von *Isthmolithus recurvus*,
- 4** der *Isthmolithus rhenanus*-Horizont,
- 3** das letzte Vorkommen von *Reticulofenestra umbilicus*,
- 2** das erste Vorkommen von *Trochoaster simplex*,
- 1** das erste Vorkommen von *Trochoaster deflandrei*.

Die Leithorizonte 1–3 sind in der ZFM gelegen, die Leithorizonte 4–6 in der ZFH.

3.2 Bohrung Wallau W07

In der Bohrung W07 bei Wallau enthalten die Abschnitte zwischen 3,70 und 5,80 m (Bodenheim-Formation, Rupelton) und zwischen 46,75 und 80,20 m (Mittlere Pechelbronn-Schichten, RADTKE et al. 2007) Nannoplankton-Gemeinschaften. Der Bereich zwischen 5,80 m und 46,75 m, der die Oberen Pechelbronn-Schichten repräsentiert, ist fossilfrei.

Die Nannoplankton-Gemeinschaft der Proben aus der Bodenheim-Formation (Rupelton) besteht aus nur einigen autochthonen Arten (*Coccolithus pelagicus*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Dictyococcites dictyodus*, *Reticulofenestra lockeri*, *Reticulo-*

fenestra sp.). Umgelagertes Nannoplankton aus der Kreide ist sehr selten. Die vorliegende Gemeinschaft entspricht somit der Zone 1 (umlagerungsarme Zone) der Regionalgliederung nach MARTINI (1960) und kann, da *Cyclicargolithus abisectus* noch nicht vorhanden ist (erst ab NP 24), in die Standard-Nannoplankton Zone NP 23 gestellt werden (MARTINI & MÜLLER 1971, MÜLLER 1971). Dies entspricht der aufgrund der Foraminiferen erfolgten Einstufung dieses Abschnittes in die Wallau-Subformation (Unterer Rupelton, KÜMMERLE 1996, RADTKE et al. 2007).

Die Proben aus den Mittleren Pechelbronn-

Tafel 1



Kalkiges Nannoplankton aus der Bohrung Wallau W07, Mittlere Pechelbronn-Schichten (ZFH).

Fig. 1–4. *Trochoaster tripartitus* MARTINI 1998. Bohrung Wallau W07: 64,50 m.

Fig. 1–2. Holotypus SM.B 16657,

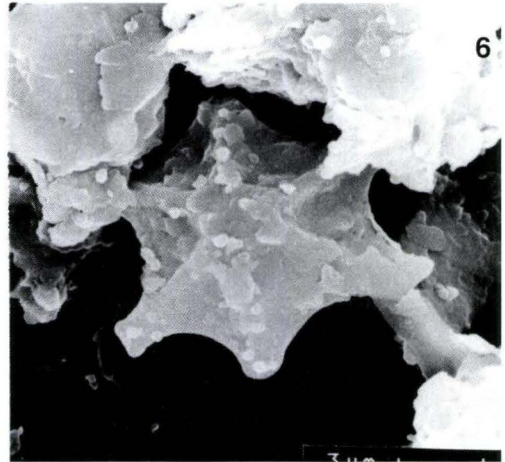
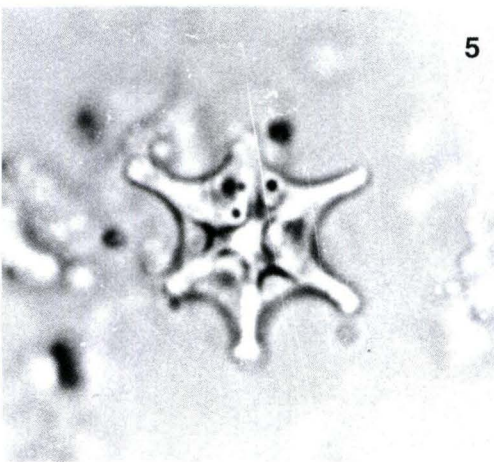
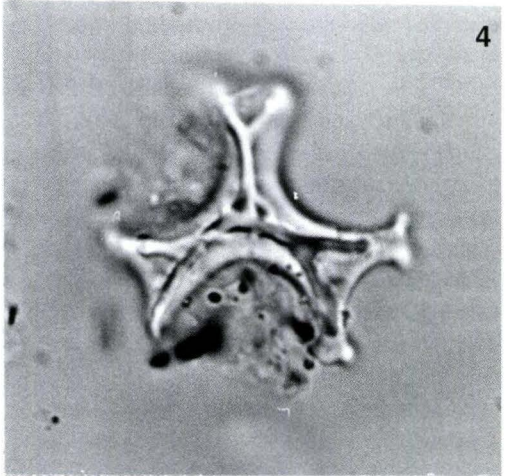
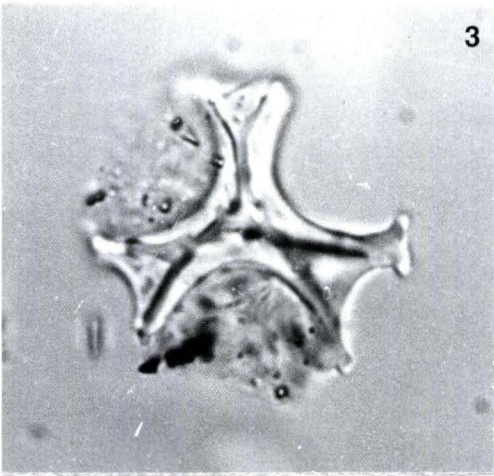
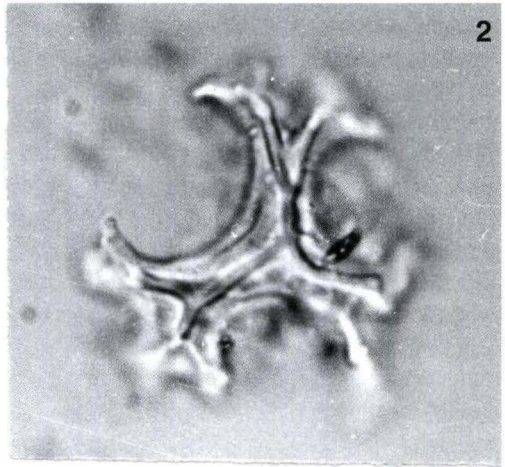
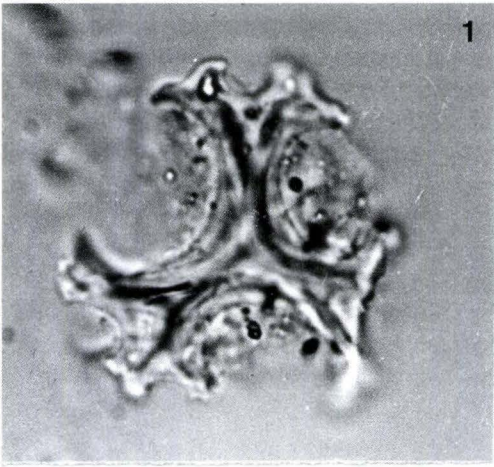
Fig. 1, 3. Lichtmikroskop, mittlere Einstellung, 2000 x,

Fig. 2, 4. Lichtmikroskop, hohe Einstellung, 2000 x.

Fig. 5–6. *Trochoaster simplex* KLUMPP 1953. Bohrung Wallau W07: 65,25 m.

Fig. 5. Lichtmikroskop, 3000 x,

Fig. 6. REM, Maßstab: 3 µm.



Tab. 1. Häufigkeiten der Nannoplankton-Arten in den Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrung Wallau W07, Nannoplanktonhorizonte siehe Abb. 2.

Bohrung Wallau W07	<i>Coccolithus pelagicus</i>	<i>Markalius inversus</i>	<i>Reticulofenestra</i> sp.	<i>Trochoaster simplex</i>	<i>Trochoaster tripartitus</i>	umgelagertes Nannoplankton	Nannoplankton-Leithorizonte	Fossilzonen
49,55–49,60 m						•		
50,45–50,50 m						•		
52,45–52,50 m				○		○		
55,60–55,65 m				○		○		
57,10–57,15 m				••		••		
58,50 m				•		••		
59,50 m				○		•		
60,63–60,66 m	○			•		•••		
60,75 m	○			••		•••		
61,30–61,35 m				○		•••		
62,90–62,95 m	○			••	○	•••		
63,25 m				•	○	••		
63,60 m				••	○	••	6	
64,50 m				••	•	••		
65,25 m				••	•	••		
65,60–65,65 m				••		••		ZFH
66,10–66,20 m				○		•		
67,47–67,52 m				•		•		
68,40–68,45 m				•		••		
70,55–70,60 m				•		•		
71,55–71,58 m				•		••		
72,28–72,31 m				••		••		
72,46–72,48 m				•		••		
73,05–73,10 m				○		••		
73,65–73,70 m						○		
74,18–74,22 m	○			•		••		
75,73–75,76 m				○		••		
76,37–76,40 m	○			○		•		
77,20–77,25 m	○	○		○		•		
78,55–78,70 m	○			○		•		
79,00–79,05 m	○			○		••		
79,50–79,55 m	○			○		•		
79,95–80,00 m	○			○		○		
80,10–80,15 m						○		
80,25 m	•	○		○		○		

Legende Tab. 1 bis 4

- = selten
- = mäßig häufig
- = häufig
- = massenhaft

Schichten enthalten nur wenige autochthone Nannoplankton-Arten, unter denen *Trochoaster simplex* dominiert (Tab. 1). Zwischen 62,90 und 65,25 m wurde *Trochoaster tripartitus* (Taf. 1) und damit der Nannoplankton-Leithorizont 6 (MARTINI 1998) nachgewiesen. Somit gehört der erbohrte Teil der Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrung W07 in die Zone fossilifère à Hydrobies (ZFH).

3.3 Bohrung Wallau B98-BK5

Die Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrung Wallau B98-BK5 wurden zwischen 43,25 und 93,75 m intensiv beprobt (n = 150) und enthielten in den meisten Proben Nannoplankton. 47 Proben waren bis auf gelegentliche, umgelagerte Stücke nannoplanktonfrei. Die wichtigsten Nannoplankton-führenden Proben sind in Tab. 2 zusammengestellt. Sämtliche Nannoplankton-Leithorizonte (nach MARTINI 1998) wurden erfasst: (1) Das erste Vorkommen von *Trochoaster deflandrei* bei 91,00–91,10 m, (2) das erste Vorkommen von *Trochoaster simplex* bei 84,00–84,05 m, (3) das letzte Vorkommen von *Reticulofenestra umbilicus* bei 82,30 m, (4) der *Isthmolithus rhenanus*-Horizont bei 67,05 m, (5) das letzte Vorkommen von *Isthmolithus recurvus* bei 66,60 m und (6) der *Trochoaster tripartitus*-Horizont zwischen 55,02 m und 56,70 m. Als Besonderheit sind mehrere Exemplare von *Phacotus lenticularis*, einer Süßwasseralge, in den Proben 68,00 m und 71,30 m zu erwähnen, die als Einschwemmungen von Süßwasserzuflüssen gewertet werden (MARTINI & RADTKE 2007).

3.4 Ehemalige Tongrube Nackenheim

Ein vollständiges Profil der Mittleren Pechelbronn-Schichten hat vermutlich auch in der ehemaligen Tongrube Nackenheim (Bl. 6015 Mainz) vorgelegen, aus der schon von MARTINI (1973) einige Massenvorkommen von Nannoplankton-

Arten beschrieben wurden. Im Rahmen einer Neubearbeitung (Tab. 3) konnten alle sechs Nannoplankton-Leithorizonte in der nur etwa 22,50 m mächtigen Abfolge von bunten Tonen und Tonmergeln (DOEBL 1969, GAD et al. 1990) nachgewiesen werden. Markant ausgebildet sind

außerdem die *Blackites*-Vorkommen in der ZFM (Tab. 3: Proben 16-0 bis 16-22) und das *Braarudosphaera*-Vorkommen in der ZFH (Tab. 3: Proben 29-1 bis 29-6). In der ZFM der Tongrube wie auch in der Bohrung Wallau B98-BK5 sind *Mytilus*-Lagen häufig.

3.5 Bohrungen im nördlichen Oberrheingraben

In den Bohrungen aus dem Oberrheingraben (Abb. 1) ist die Fossilführung in den Mittleren Pechelbronn-Schichten sehr unterschiedlich. Fossilfreie Abschnitte, möglicherweise auch Schichtlücken, sind weit verbreitet.

Am vollständigsten ist bislang die Fossilabfolge in den mächtigen (68 m) Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrung Königstädten 1 (Lok. 3 in Abb. 1, Bl. 6016 Groß-Gerau, auch Abb. 2 und Tab. 4). Die Leitarten *Trochoaster deflandrei* (Leithorizont 1) und *Trochoaster simplex* (Leithorizont 2) setzen zusammen ein (Probe 46: 1647,5–1653,0 m, Probennummern wie in NICKEL 1996) was vermutlich auf die nicht ausreichend differenzierte Probennahme zurückzuführen ist. Während die Leithorizonte 3, 4 und 5 vorhanden sind, wurde der Leithorizont 6 mit *Trochoaster tripartitus* bisher nicht gefunden, was ebenfalls an unzureichender Probendichte liegen könnte.

In der Bohrung Eich 24 (Lok. 5 in Abb. 1, Bl. 6216 Gernsheim) sind die Mittleren Pechelbronn-Schichten auf wenige Meter reduziert. Nach der Nannoplankton-Führung der Proben 60–65: 1843,0–1858,0 m ist hier nur ein kleiner Abschnitt aus der ZFM mit *Reticulofenestra*

umbilicus und *Isthmolithus recurvus* entwickelt.

Die Nannoplankton-Führung in der Bohrung Stockstadt 1 (Lok. 4 in Abb. 1, Bl. 6217 Zwingerberg) ist ähnlich wie in der Bohrung Eich 24. In der *Mytilus*-führenden Abfolge der ZFM zwischen 1570,0 und 1586,5 m sind nur in einigen Proben *Isthmolithus recurvus* und *Reticulofenestra umbilicus*, *Coccolithus pelagicus*, *Braarudosphaera bigelowi* und eine kleine *Reticulofenestra*-Art vertreten. Umgelagertes Nannoplankton aus der höheren Kreide ist dagegen in allen untersuchten Proben sehr häufig (Kap. 3.8).

In der Pechelbronn-Gruppe der Bohrung Wattenheim 5 (Lok. 6 in Abb. 1, Bl. 6414 Grünstadt West) führen von zahlreichen Proben nur zwei Proben (13: 2434,0–2437,1 m und 17: 2440,5–2443,6 m) autochthones Nannoplankton mit vereinzelt Exemplaren von *Coccolithus pelagicus*, *Reticulofenestra umbilicus* und *Reticulofenestra* sp. Auch umgelagertes Nannoplankton ist sehr selten und besteht vor allem aus der lösungsbeständigen Kreide-Art *Watznaueria barnesae*. Zahlreiche Kalzitkristalle in den Präparaten deuten auf Umkristallisation, wodurch das Nannoplankton weitgehend vernichtet sein könnte.

3.6 Bohrungen im mittleren und südlichen Oberrheingraben

Im mittleren und südlichen Oberrheingraben wurden nur vereinzelt Proben aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten auf Nannoplankton untersucht. In der Bohrung Landau 74 (Lok. 8 in Abb. 1, Bl. 6814 Landau in der Pfalz) wurde die

ZFM bei 731,0–733,0 m mit *Coccolithus pelagicus*, *Isthmolithus recurvus* und *Reticulofenestra umbilicus* nachgewiesen. In der Bohrung Landau 150 belegen *Trochoaster simplex* und *Trochoaster tripartitus* (Leithorizont 6) die ZFH bei

Tab. 3. Häufigkeiten der Nannoplankton-Arten in den Mittleren Pechelbronn-Schichten der ehemaligen Tongrube Nackenheim (Probennummern nach Prof. Dr. V. Sonne, LBG-RP, unveröff., Kap. 2). Legende siehe Tab. 1, Nannoplanktonhorizonte siehe Abb. 2.

Tongrube Nackenheim	<i>Blackites spinosus</i>	<i>Blackites tenuis</i>	<i>Braarudosphaera bigelowi</i>	<i>Coccolithus pelagicus</i>	<i>Cyclargolithus floridanus</i>	<i>Cyclococcolithus luminis</i>	<i>Discolithina distincta</i>	<i>Helicosphaera minima</i>	<i>Ishmolithus recurvus</i>	<i>Ishmolithus rhenanus</i>	<i>Koczyia fimbriata</i>	<i>Markalius inversus</i>	<i>Reticulofenestra insignita</i>	<i>Reticulofenestra umbilicus</i>	<i>Reticulofenestra</i> sp.	<i>Sphenolithus moriformis</i>	<i>Trochoaster deflandrei</i>	<i>Trochoaster d. pseudoquadripes</i>	<i>Trochoaster d. torquatus</i>	<i>Trochoaster simplex</i>	<i>Trochoaster tripartitus</i>	umgelagertes Nannoplankton	Nannoplankton-Leith.	Fossilzonen
Proben-Nr.																								
36															○							○		
34				○		○									○							○		●●
33				○											○						●	○	●●	⑥
31				○		○			○												●		●●	⑤
29-6			○ ●	●					●					○									○	Z F H
29-5			●●	●●				○ ●●●	●								○	○	○	○		●●	●●	④
29-4			● ●●	●●				○ ●●	●●					○		○						●●	●●	Z F H
29-3			●●	●●		○		●●	●●					○		○						●●	●●	Z F H
29-2			● ●●	●●				●●	●●					○		○						○	●●	Z F H
29-1			● ●●	●●				○ ●●	●●					○		○						○	●●	Z F H
28				●●				○	○					●		○						○	●●	Z F H
26				●				○	○					○		○						●●	●●	Z F B
25				●●				○	○					●		○						●●	●●	Z F B
22				○	○			○	○					●		?						○	●●	Z F B
21				●	●			○	○					●●	○		○	○	○			●	●●	Z F B
20				●●				○			○			●●●			○	○	○			○	●●	Z F B
19-2				●		○								○	○		○	○				●●	●●	③
19-1				●●							○			○	○		●	○	●	○		●●	●●	②
18				●●	○			●	○			○		○	○							●	●●	②
17				●●●				● ●●	●●			○		○	●							○	○	Z F M
16-82				●●	○			○ ●	○		○	○		●●	●●							○	○	Z F M
16-71				●				○	○					○	●							○	○	Z F M
16-50				●●	○	○		●●	●●					●●	●●		○	●				●	●●	Z F M
16-32				●●	○	○	○	●	●					●	●●		○	●				●●	●●	Z F M
16-22	● ●●			●●	○			●	●			○		○	●●		○	●				●●	●●	Z F M
16-11	●●	●●		●●				●	●					●	●●		○	●				●●	●●	Z F M
16-8	○	○		●				○						●	●		○	●				●	●●	①
16-0		○		●				○						○	●							○	○	①
15				●●		○		●●	●●		○			●	●●							●	●●	①
14				●●				●●	●●					○	●●							○	○	①
13				●	○		○	●	○				○	○	●							●	●	①
12				○				○	○					○	○							○	○	①
11				●●		?		●●	●●				●●	●●	●							●	●	①
10				●●				○					●	○	○	○						●	●	①
6				●										○		○						●	●	①

Tab. 4. Häufigkeiten der Nannoplankton-Arten in den Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrung Königstädten 1 (Probennummern wie in NICKEL 1996). Legende siehe Tab. 1, Nannoplanktonhorizonte siehe Abb. 2.

Bohrung Königstädten 1	Proben-Nummer	<i>Blackites tenuis</i>	<i>Braarudosphaera bigelowii</i>	<i>Coccolithus pelagicus</i>	<i>Cyclargolithus floridanus</i>	<i>Cyclococcolithus luminis</i>	<i>Discolithina distincta</i>	<i>Helicosphaera minima</i>	<i>Isthmolithus recurvus</i>	<i>Isthmolithus rhenanus</i>	<i>Koczyia fimbriata</i>	<i>Markalius inversus</i>	<i>Phacotus lenticularis</i>	<i>Reticulofenestra insignita</i>	<i>Reticulofenestra umbilicus</i>	<i>Reticulofenestra</i> sp.	<i>Sphenolithus moriformis</i>	<i>Sphenolithus</i> sp.	<i>Transversopontis pulcherrum</i>	<i>Trochoaster deflandrei</i>	<i>Trochoaster d. pseudoquadrupes</i>	<i>Trochoaster simplex</i>	<i>Trochoaster s. variabilis</i>	<i>Zygrhablithus bijugatus</i>	umgelagertes Nannoplankton	Nannoplankton-Leithorizonte	Fossilzonen
1605,3–1612,3 m	23			○											○							○		●●			
"	24																						○		●		
"	25																						○		○		
"	26			○		○																○	○		●●		
"	27																					○	○		●●		
1616,2–1624,2 m	29																					○	○		●		
"	30																						○		●		
"	31																						○		●		
"	32																						○		●		
"	33			○																			○		●●		
1624,2–1632,2 m	34																					○	●●		●●		⑤
1632,2–1638,2 m	35	○		●●					○									○		○	○	○	○		●●		④
"	36		●●	●		○		●●●	●						○						○	○	○		●●		④
"	37			●					○			○						○		○	○				●●		
"	38			●		○			○												○	○			●●		
"	39			●																	○				●●		
1638,2–1644,2 m	40			●								○													●●		
"	41			●																					●		
1644,2–1647,5 m	42			●				○	●			○			○	○									●●		③
"	43		○	●	○				●●						○	●●						○			●●		
"	44			●											●	○	○		○						○		
"	45			●	○		○		○		○		○		○	○	●				○	○	○		●●		
1647,5–1653,0 m	46			●	○	○	○		●		○				●	●●					○	○	○	○	●●		① ②
1653,0–1658,5 m	50			●	●		?				○					●●									●●		
"	53			○	○			●●	○		○					●									●●		
1658,5–1663,0 m	54			○							○					○									●●		

1248,0–1250,0 m. Schließlich wurde in der Bohrung Schliengen 1001 (Lok. 11 in Abb. 1, Bl. 8211 Kändern) bei 94,4–95,4 m eine Nannoplankton-Gemeinschaft mit *Helicosphaera mini-*

ma, *Coccolithus pelagicus*, *Reticulofenestra umbilicus* und einigen weiteren Arten gefunden, die für die ZFM unterhalb des Leithorizontes 3 bezeichnend ist.

3.7 Aufschlüsse im südlichsten Oberrheingraben

Im Steinbruch Altkirch im Elsaß (Lok. 13 in Abb. 1, Feuille 3721 Ouest-Altkirch) wurde autochthones Nannoplankton in einer dicht genommenen Probenserie aus den oberen Mittleren Pechelbronn-Schichten (ZFH) nachgewiesen (nach DURINGER 1988: Abb. 45: von unten nach oben: 4,40 bis 12,00 m). Dieses entspricht weitgehend dem im gleichen Niveau gefundenen Nannoplankton aus dem nördlichen Oberrheingraben. Von 4,40 bis 7,20 m, kommen *Isthmolithus recurvus* zusammen mit *Coccolithus pelagicus* und *Trochoaster simplex* sowie untergeordnet *Braarudosphaera bigelowi*, *Markalius inversus*, *Reticulofenestra* sp. und *Trochoaster deflandrei* vor. Das letzte Vorkommen von *I. recurvus* bei 7,00–7,20 m repräsentiert dabei den Leithorizont 5. Bis 10,00 m wurde *Trochoaster simplex* festgestellt, der bei 9,20–9,40 m von *Trochoaster deflandrei* und *Trochoaster tripartitus* (Leithorizont 6) begleitet wurde. Weitere Proben aus

den tiefer liegenden „Plattigen Steinmergeln“, aus denen eine Fischfauna sowie Wasserasselfunde bekannt sind (GAUDANT & BURKHARDT 1984, MARTINI 1972), enthielten kein autochthones Nannoplankton, dagegen war umgelagertes Nannoplankton aus der Kreide und untergeordnet aus dem Jura häufig. Die gleichen Ergebnisse erbrachten auch Proben aus dem wenig weiter nördlich gelegenen Gipsbruch Zimmersheim (Lok. 12 in Abb. 1).

Das derzeit am südlichsten gelegene auf Nannoplankton untersuchte Vorkommen der Mittleren Pechelbronn-Schichten befindet sich bei Morvillars, Territoire de Belfort (Lok. 14 in Abb. 1). Hier konnte eine Nannoplankton-Gemeinschaft mit *Isthmolithus recurvus* und *Reticulofenestra umbilicus*, die aus dem Bereich unterhalb des Leithorizontes 3 stammt, nachgewiesen werden (MARTINI 1995).

3.8 Umgelagertes Nannoplankton in den Mittleren Pechelbronn-Schichten

Abb. 3 gibt eine Übersicht über die Verbreitung von umgelagertem Nannoplankton in den Mittleren Pechelbronn-Schichten im Oberrheingraben. Umgelagertes Nannoplankton aus dem Jura (Abb. 1: Lok. 1–8, 11) ist in allen untersuchten Bohrungen und Aufschlüssen mehr oder minder reichlich vertreten, besonders häufig ist die lösungsresistente Art *Ellipsogelosphaera* (früher *Watznaueria*) *britannica*. Weitere leicht zu identifizierende Arten sind *Schizosphaerella punctulata* und *Stephanolithion bigotii*. Gelegentlich kommen auch Nannoconiden der *steinmanni*-Gruppe vor (häufig im Ober-Jura bis Santon des Tethys-Raumes).

In der Bohrung W07 bei Wallau (Abb. 1: Lok. 1) wurde das umgelagerte Nannoplankton in der ZFH genauer untersucht (Abb. 4). Zunächst nimmt die Anzahl der aus Jura-Ablagerungen umgelagerten Exemplare deutlich zu und erreicht in

der Probe 61,30–61,35 m den Höhepunkt. Danach ließ die Umlagerung von älterem Nannoplankton rasch nach und wird ab 55,60–55,65 m nahezu bedeutungslos. Gleichzeitig setzen auch die Fisch-Otolithen aus, und das autochthone Nannoplankton ist auf *Trochoaster simplex* reduziert (Abb. 4, Tab. 1).

Umgelagertes Nannoplankton aus der höheren Kreide fehlt in den Bohrungen und Aufschlüssen in den Mittleren Pechelbronn-Schichten im nördlichen Oberrheingraben (Lok. 1, 7, 8) oder ist sehr selten (Lok. 2, 3, 5). Eine Ausnahme bildet die Bohrung Stockstadt 1 (Lok. 4), in der Arten aus der höheren Kreide in der ZFM überaus häufig sind und die Arten aus dem Jura zahlenmäßig bei weitem übertreffen. Bezeichnende Arten sind *Arkhangelskiella cymbiformis*, *Eiffellithus eximius*, *Eiffellithus turriseiffeli*, *Eprolithus floralis*, *Gartnerago obliquum*, *Lucianorhabdus cayeuxi*,

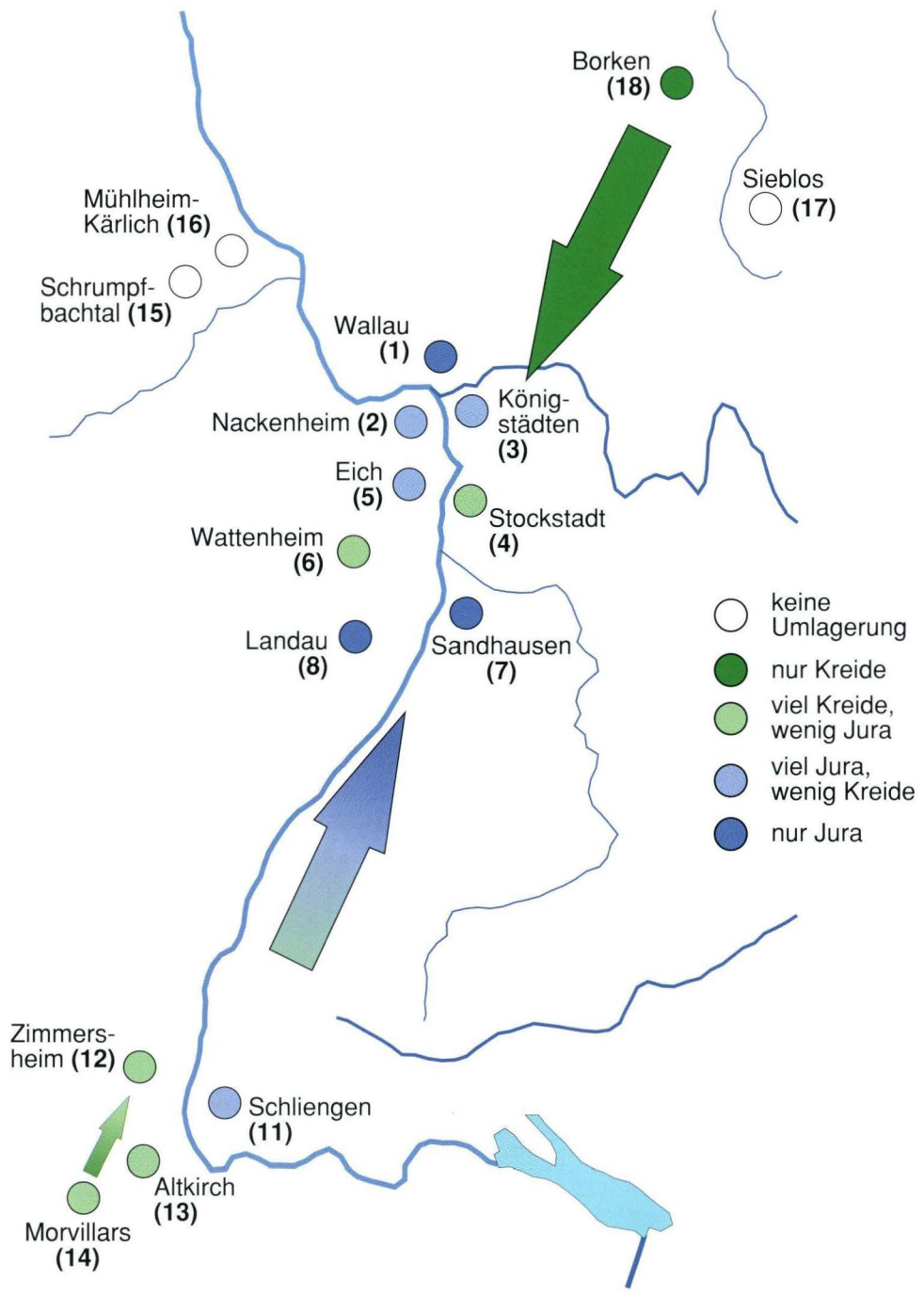


Abb. 3. Umgelagertes Nannoplankton aus Jura und Kreide in den Mittleren Pechelbronn-Schichten der untersuchten Lokalitäten (Nummern in Klammern lt. Text, s. Abb. 1).

Prediscosphaera cretacea, *Reinhardtites anthophorus* und *Watznaueria barnesae*. In der Bohrung Wattenheim 5 (Lok. 6) ist umgelagertes Nannoplankton aus der Kreide in der ZFM ebenfalls vorhanden, allerdings beschränkt auf lösungsresistente Formen.

In den Aufschlüssen im Elsaß (Lok. 12, 13) enthielt die ZFH einen hohen Anteil an umge-

lagertem Nannoplankton aus der Kreide des Tethys-Raumes mit Vertretern der Gattung *Nannoconus* (*steinmanni*-Gruppe). In Morvillars, Territoire de Belfort (Lok. 14), sind in der ZFM umgelagerte Arten etwa im gleichen Umfang aus dem Jura und der Kreide vorhanden und nur mäßig häufig (MARTINI 1995).

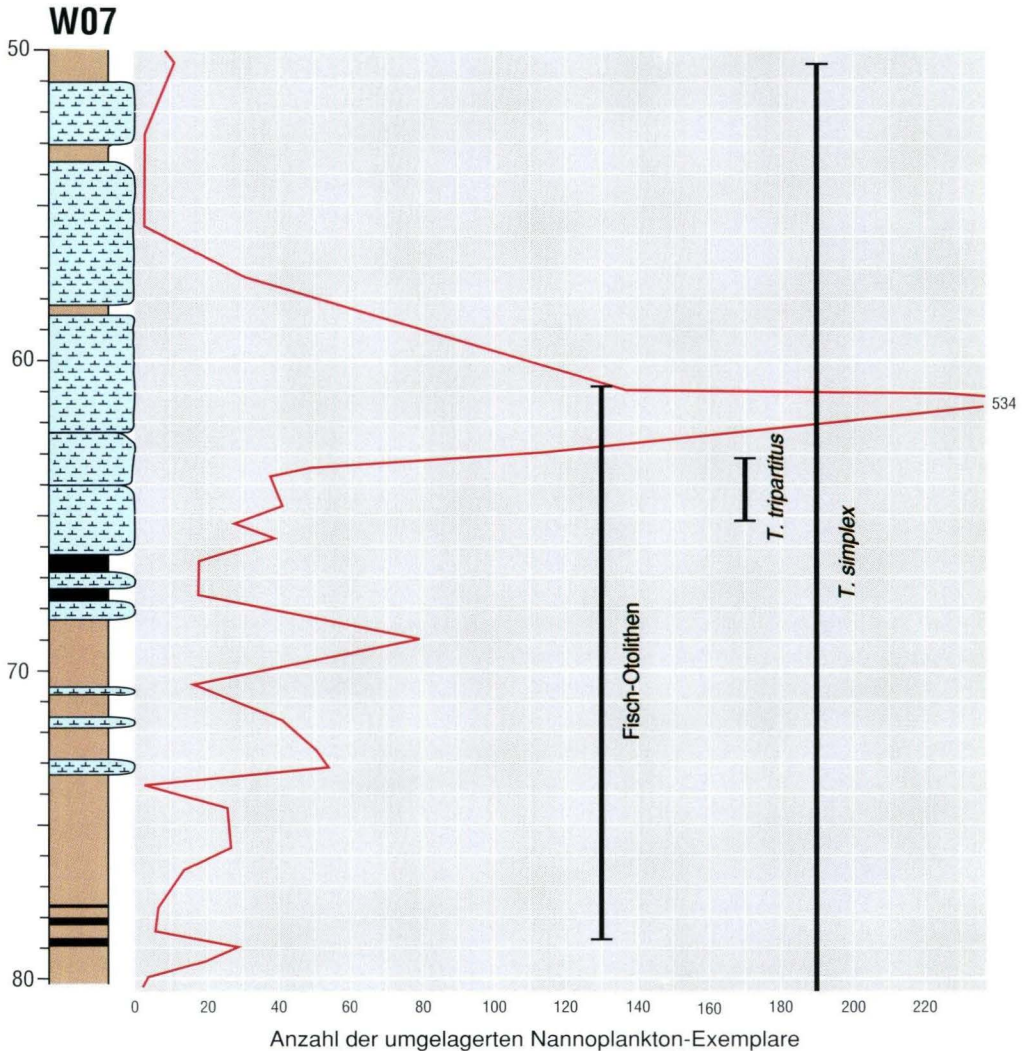


Abb. 4. Häufigkeitsverteilung des umgelagerten Nannoplanktons aus dem Jura in den höheren Mittleren Pechelbronn-Schichten (ZFH) der Bohrung Wallau W07 (Auszählung: Mittelreihe [R 75] eines Ausstrichpräparates) mit Reichweiten von Fisch-Otolithen und den Nannoplankton-Arten *Trochoaster tripartitus* sowie *Trochoaster simplex*.

3.9 Umgelagertes Nannoplankton im Unter-Oligozän nördlich des Oberrheingrabens

Im Neuwieder Becken (Lok. 15, 16, Abb. 1, 3) sind aus der unteroligozänen Maifeld-Formation bislang nur drei Nannoplankton-Arten bekannt: *Coccolithus pelagicus*, *Trochoaster simplex variabilis* und *Nannoserratolithus dissolutus*, letztere offensichtlich eine Süßwasser-Art (MARTINI & SCHILLER 1998). Umgelagertes Nannoplankton aus älteren Schichten fehlt (Abb. 3). In der Sieblos-Formation der Rhön (Lok. 17, Abb. 1, 3) wurde nur *Trochoaster simplex variabilis* nachgewiesen, umgelagertes Nannoplankton aus älteren

Schichten fehlt dort ebenfalls (MARTINI & SCHILLER 1998). Im Gegensatz dazu sind im nordhessischen Melanienton von Borken (Lok. 18, Abb. 1, 3) umgelagerte Kreide-Arten aus dem höheren Santon bis tieferen Maastricht häufig (MARTINI 1987). Sie entsprechen in der Zusammensetzung auffallend den in der Bohrung Stockstadt 1 im Oberrheingraben angetroffenen Formen aus der höheren Kreide, so dass man an eine direkte Verbindung zwischen den beiden Vorkommen denken könnte (Kap. 7).

4. Fischfauna

4.1 Fisch-Skelette

Eine ausführliche historische Übersicht über die Dokumentation von Fisch-Skeletten aus stratigraphischen Äquivalenten der Mittleren Pechelbronn-Schichten im südlichen Oberrheingraben und im Elsaß gibt GAUDANT (1981a). Darin und in GAUDANT (1981b) wird auch die bis dahin bekannte Fischfauna revidiert. „*Paralates*“ *bleicheri* SAUVAGE 1883 (THÉOBALD 1934, MAIKOVSKI 1941) wird zur Gattung *Pomatoschistus* GILL 1864 gestellt. Weiterhin wird *Prolebias rhenanus* GAUDANT 1981 eingeführt; dieses Taxon war zuvor als *Prolebias* cf. *gregatus* (AYMARD 1856) und als *Prolebias praecursor* WEILER 1929 bestimmt worden (LERICHE 1927, THÉOBALD 1934). Die Fundschichten beider Fisch-Arten können mit der Zone salifère moyenne parallelisiert werden und sind damit stratigraphische Äquivalente der Mittleren Pechelbronn-Schichten (GAUDANT 1981a, b). Während *Pomatoschistus bleicheri* (SAUVAGE 1883) bislang nur mit drei Exemplaren nachgewiesen ist (GAUDANT 1981b), ist *Prolebias rhenanus* GAUDANT 1981 mit rund 30 Exemplaren häufiger. *P. rhenanus* kommt nach GAUDANT (1981b) auch noch in

der Zone salifère supérieure (Obere Pechelbronn-Schichten) vor, ist dort aber selten. Weitere Fischskelette lieferte eine Abfolge im Steinbruch Altkirch (Elsaß), die dem höheren Teil der Zone salifère moyenne angehört (nach GAUDANT & BURKHARDT 1984) und aufgrund der Hydrobien mit der ZFH (unterhalb des Nannoplankton-Leithorizontes 5, siehe Kap. 3.7) parallelisiert werden kann. Aus dieser Abfolge wurden *Enoplophthalmus alsaticus* GAUDANT & BURKHARDT 1984 sowie *Notogoneus* cf. *cuvieri* (AGASSIZ 1833–1844) und *Dapaloides?* sp. beschrieben (GAUDANT & BURKHARDT 1984).

Die Liste der anhand von Skeletten nachgewiesenen Fisch-Arten aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten im Elsaß lautet danach:

Prolebias rhenanus GAUDANT 1981
Pomatoschistus bleicheri (SAUVAGE 1883)
Enoplophthalmus alsaticus GAUDANT & BURKHARDT
1984
Notogoneus cf. *cuvieri* (AGASSIZ 1833–1844)
Dapaloides? sp.

4.2 Fisch-Otolithen

4.2.1 Kenntnisstand

Die einzigen bisher publizierten Otolithen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten stammen aus den Bohrungen Grißheim 2 und 9 im südlichen Oberrheingraben (Lok. 10, Abb. 1). WEILER (1963) bestimmte die sieben mäßig erhaltenen

Exemplare als *Otol.* (*Argentinarum?*) sp. Ein weiterer, leicht abgeriebener Otolith lag WEILER (1963) aus den Oberen Pechelbronn-Schichten der Bohrung Grißheim 2 vor und wurde als *Prolebias* sp. bestimmt.

4.2.2 Neufunde

Fisch-Otolithen kommen in den Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrung Wallau W07 im Teufenbereich von 60,63 bis 78,70 m und in der Bohrung Wallau B98-BK5 von 53,00 bis 76,36 m und von 79,10 bis 84,30 m vor (Abb. 5). Folgende Arten wurden nachgewiesen:

Enoplophthalmus sp. 1

Notogoneus sp. 1

Dapaloides sieblosensis (WINKLER 1880)

Perca sp. 1

„genus *Percoideorum*“ *validus* (STINTON 1977).

4.3 Taxonomie

4.3.1 Ordnung Gonorhynchiformes

Familie Gonorhynchidae BLEEKER 1859

Gattung *Notogoneus* COPE 1885

Notogoneus sp. 1

Taf. 2, Fig. 1–3

aff. 1961 *Notogoneus* sp. – WEILER: 53, Taf. 9, Fig. 48–49.

Material: 9 Sagitten.

Beschreibung: Die Sagitten sind durch den schwach gewölbten Ventral- und Dorsalrand und das kurze, abgerundete Rostrum gekennzeichnet. Der gerade Sulcus steigt nach hinten/oben geringfügig an. Er zeigt ein kleines, rundliches Ostium und eine längere Cauda, die hinten offen ist. Die kräftige Crista superior endet abrupt vor dem Cauda-Ende. Die Crista inferior ist dünn. Die Sagitten werden mit zunehmender Größe relativ länger (Tab. 5).

Vergleich mit anderen *Notogoneus*-Arten: Der oberoligozäne bis untermiozäne *N. longiceps* (H. v. MEYER 1851) zeigt eine ver-

gleichbare Form des Sulcus und der Crista superior (WEILER 1963, REICHENBACHER 2000), allerdings weicht *Notogoneus* sp. 1 aufgrund seines flachen Dorsalrandes und des kurzen, abgerundeten Rostrums von *N. longiceps* deutlich ab. WEILER (1961) beschrieb aus nicht näher stratifiziertem Melanienton als *Notogoneus* sp. eine schlanke Sagitta von 0,9 mm Länge (L/H-Index 1,8), die durch ein spitzes Antirostrum gekennzeichnet ist. Im hier vorliegenden Material zeigt nur eine Sagitta (Länge 0,9 mm) ein spitzes Antirostrum; dieses Exemplar ist jedoch mit einem L/H-Index von 2,1 noch schlanker als *Notogoneus* sp. aus dem Melanienton.

Von anderen *Notogoneus*-Arten weicht *Notogoneus* sp. 1 durch seine Form deutlich ab: der

Tab. 5. Maße einiger Sagitten von *Notogoneus* sp. 1.

Länge [mm]	0,45	0,45	0,54	0,70	0,72	0,73	0,90
Höhe [mm]	0,31	0,28	0,36	0,40	0,43	0,41	0,43
L/H	1,45	1,6	1,5	1,75	1,7	1,8	2,1

unteroligozäne, in NOLF (1977) dokumentierte *Notogoneus* sp. von Hoeleden (Belgien) ist vergleichsweise gestreckter; *N. fusiformis* SCHWARZHANS 1994 aus dem Ober-Oligozän der Nordsee zeigt einen abweichenden Sulcus (SCHWARZHANS 1994a); die als *N. brevirostris* SCHWARZHANS 1974 aus dem Ober-Oligozän der Nordsee bekannte Art gehört wegen der stark abweichenden Sulcusemorphologie (SCHWARZHANS 1974) vermutlich zur Familie der Acropomatiden.

Bemerkungen: GAUDANT & BURKHARDT (1984) beschrieben aus dem Steinbruch Altkirch, Elsaß, anhand von Skelettfunden *Notogoneus cf. cuvieri* (AGASSIZ 1833–1844). Die Funde stammen aus Sedimenten, die mit der ZFH unterhalb des Nanoplankton-Leithorizontes 5 korreliert werden können (Kap. 3.7, siehe auch SITTLER 1965). Es

ist wahrscheinlich, dass die hier vorliegenden Sagitten von *Notogoneus* sp. 1 zu *N. cf. cuvieri* gehören. Eine gesicherte Zuordnung kann jedoch nicht erfolgen, da Otolithenfunde in situ von *N. cf. cuvieri* bisher nicht bekannt sind.

In der Sammlung des Geowissenschaftlichen Zentrums Göttingen (GZG) werden zahlreiche Proben aus dem Melanionton aufbewahrt, die u. a. auch Otolithen führen (unpubliziertes Material). In diesem Material, das von uns eingesehen werden konnte, ist jedoch nur eine Sagitta der Gattung *Notogoneus* enthalten. Diese ist durch ein langes Rostrum gekennzeichnet und dadurch von *Notogoneus* sp. 1 deutlich unterschieden; sie erinnert an die von NOLF (1977) dokumentierte Art.

4.3.2 Ordnung Osmeriformes

Familie Osmeridae REGAN 1913

Gattung *Enoplophthalmus* SAUVAGE 1880

Enoplophthalmus sp. 1

Taf. 2, Fig. 4–10, 14, Abb. 6

1963 Otol. (Argentinidarum?) sp. – WEILER: 10–11, Abb. 11–17.

Material: 570 Sagitten und etwa 100 Lapilli.

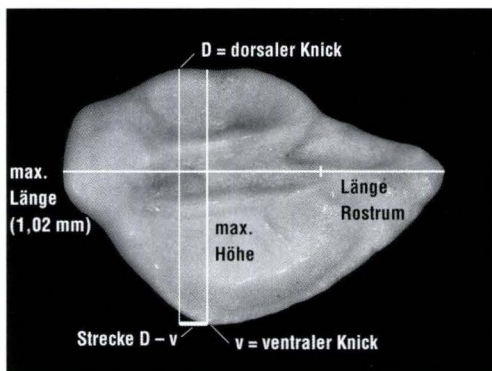


Abb. 6. Definition der Mess-Strecken bei *Enoplophthalmus* sp. 1.

Beschreibung: Der Umriss der Sagitta ist abgerundet-fünfeckig, wobei die „Ecken“ von der prae- und posterodorsalen Ecke, der posteroventralen Ecke, dem Medianknick des Ventralrandes und der Rostrumspitze gebildet werden. Der Dorsalrand ist in charakteristischer Weise dreifach gewellt (seltene Ausnahmen kommen vor), wobei die höchste Erhebung etwa in der Mitte liegt. Der Ventralrand ist tief gewölbt, sein Medianknick liegt entweder direkt unter der höchsten Erhebung des Dorsalrandes oder ist nach vorne verschoben. Die Länge des Rostrums (L-Ro) beträgt im Allgemeinen 24–35% der Gesamtlänge der Sagitta (Tab. 6 und 7), der Wert ist unabhängig von der Sagittengröße. Ein kleines Antirostrum ist vorhanden, kann aber auch fehlen. Der etwas supramedian gelegene Sulcus zeigt ein vertieftes, V- bis schmales U-förmiges Ostium, das deutlich von der Cauda abgegrenzt ist. Die Cauda ist flach und gerade, bei manchen Sagitten am Ende etwas abgebogen.

Die zusammen mit den *Enoplophthalmus*-Sagitten gefundenen Lapilli (Taf. 2, Fig. 14) sind von breit-ovaler Form mit einer anterior gelege-

Tab. 6. Maße einiger Sagitten des Morphotyps A von *Enoplophthalmus* sp. 1. L-Ro = Länge des Rostrums bezogen auf die maximale Länge der Sagitta (s. Abb. 6). D-V = Distanz zwischen der Linie der maximalen Höhe und der D-Linie (s. Abb. 6).

Länge [mm]	0,71	0,88	0,92	0,93	0,93	1,00	1,01	1,01	1,05	1,07	1,07	1,11	1,14	1,14	1,14	1,20
Höhe [mm]	0,56	0,67	0,69	0,66	0,62	0,71	0,73	0,66	0,79	0,74	0,71	0,76	0,77	0,80	0,76	0,85
L/H	1,27	1,31	1,33	1,41	1,50	1,41	1,38	1,53	1,33	1,44	1,51	1,46	1,48	1,42	1,50	1,41
L-Ro [%]	21	29	32	34	34	32	28	30	31	30	33	34	24	31	35	32
D-V [%]	0	7,9	7,8	7,7	0	0	5,5	3,7	0	7,8	3,6	4,1	3,9	3,7	0	3,8

Tab. 7. Maße einiger Sagitten des Morphotyps B von *Enoplophthalmus* sp. 1. L-Ro = Länge des Rostrums bezogen auf die maximale Länge der Sagitta (s. Abb. 6). D-V = Distanz zwischen der Linie der maximalen Höhe und der D-Linie (s. Abb. 6).

Länge [mm]	0,88	0,86	0,93	0,97	1,00	1,03	1,05	1,08	1,19
Höhe [mm]	0,54	0,61	0,61	0,63	0,64	0,70	0,69	0,62	0,72
L/H	1,63	1,41	1,52	1,54	1,56	1,47	1,52	1,74	1,65
L-Ro [%]	28	26	30	37	30	35	35	24	32
D-V [%]	9,8	13,1	17,2	13,9	11,1	10	11,8	14,8	12,5

Tafel 2



Fisch-Otolithen aus der Bohrung Wallau W07, Mittlere Pechelbronn-Schichten (ZFH) und Vergleichsmaterial aus der Atuatuca-Formation, südliches Nordseebecken.

Fig. 1–3. *Notogoneus* sp. 1, Bohrung Wallau W07.

Fig. 1. 74,18–74,22 m (SMF PO 64381),

Fig. 2–3. 73,65–73,70 m (SMF PO 64382–64383).

Fig. 4–10. *Enoplophthalmus* sp. 1, Bohrung Wallau W07.

Fig. 4–5, 8. 68,40–68,45 m (SMF PO 64384–64386),

Fig. 6. 73,65–73,70 m (SMF PO 64387),

Fig. 7. 75,76–76,73 m (SMF PO 64388),

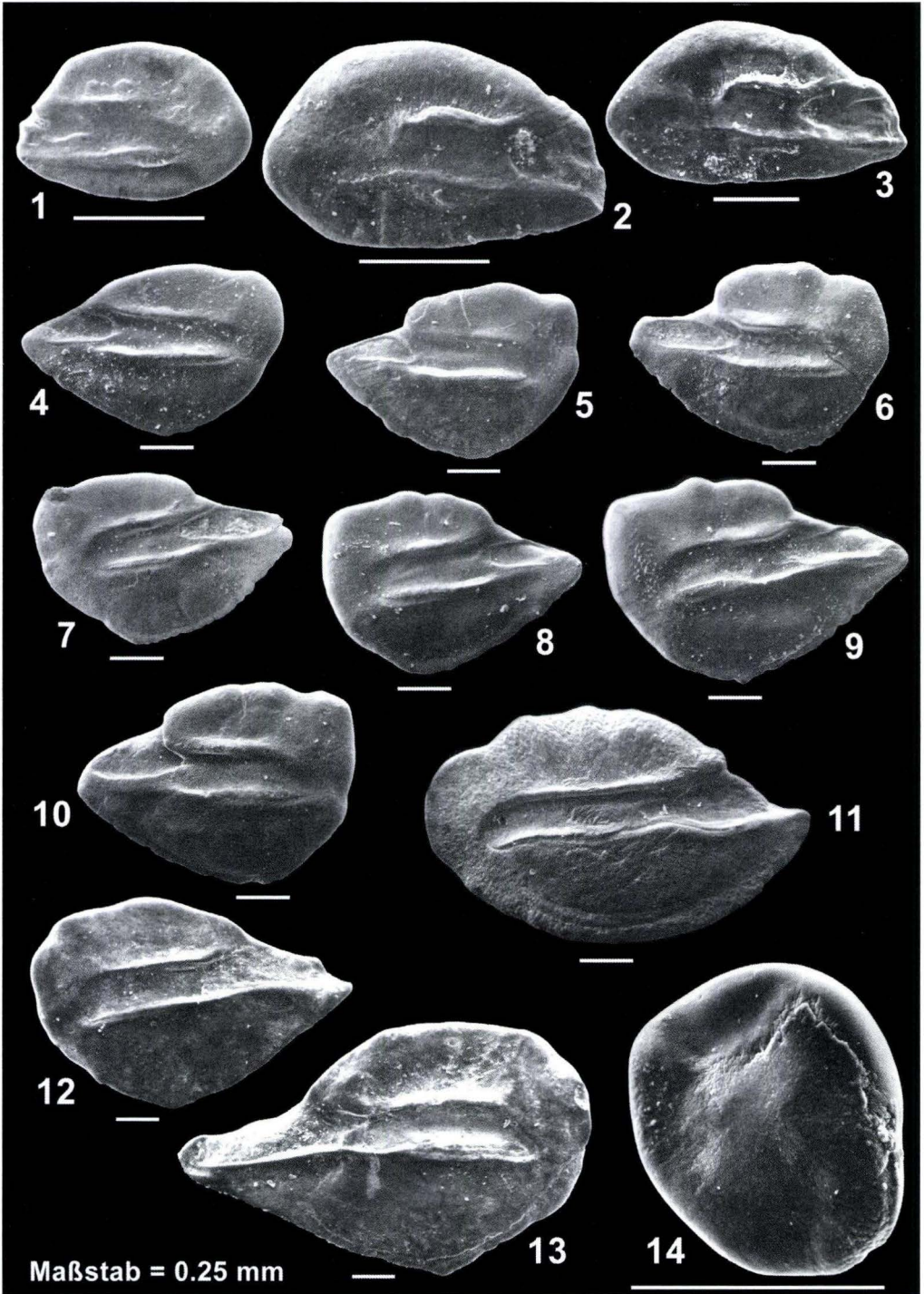
Fig. 9. 72,46–72,48 m (SMF PO 64389),

Fig. 10. 73,05–73,10 m (SMF PO 64390).

Fig. 11. *Dapaloides sieblosensis* (WINKLER 1880), Bohrung Wallau W07. 68,40–68,45 m (SMF PO 64391).

Fig. 12–13. cf. *Osmerus* sp. juvenil, Belegmaterial zu VAN HINSBERGH (1980: Taf. 1, Fig. 7) als *Thaumaturus rhenanus* WEILER 1963; RGM 176570, 176569, Atuatuca-Formation, südliches Nordseebecken.

Fig. 14. *Enoplophthalmus* sp. 1. Dorsalseite eines Lapillus; Bohrung Wallau W07: 73,05–73,10 m (SMF PO 64392).



nen deutlichen Kante. Ventral- und Dorsalseite sind konvex. Entlang des Vorderrandes verläuft eine nahtartige Struktur. Die größten Lapilli sind etwa 0,5 mm lang.

Variabilität: Die Vermessung der Sagitten erfolgte mit Hilfe einer digitalen Kamera und eines Mess-Moduls; Abb. 6 zeigt die Messstrecken. Es wurden nur sehr gut erhaltene Sagitten gemessen. Der durch die Dreidimensionalität der Sagitten bedingte Messfehler beträgt $\pm 0,04$ mm.

Bei den Sagitten lassen sich zwei Morphotypen anhand des Länge/Höhe-Index (L/H) und der Strecke D–V unterscheiden (Abb. 6). Die Strecke D–V wird dabei auf die Gesamtlänge der Sagitta bezogen und in % ausgedrückt (Tab. 6 und 7). Beim Morphotyp A beträgt D–V bis zu 8 % und der L/H-Index variiert zwischen 1,3–1,5 (Tab. 6). Beim Morphotyp B beträgt D–V 10–17 % und der L/H-Index variiert zwischen (1,4) 1,5–1,7 (Tab. 7). Die Morphotypen A und B stimmen in den übrigen Merkmalen gut überein. Auch kommen sie in den meisten Proben zusammen vor, es liegt also keine ökologische Spezialisierung vor, ebenso keine stratigraphische Verschiedenheit. Möglicherweise handelt es sich hier um einen Geschlechtsdimorphismus der Sagitten, wie er für einige rezente Teleostei beschrieben wurde (SCHWARZHANS 1994b, REICHENBACHER & SIENKNECHT 2001).

Vergleich mit anderen Osmeriden-Arten: Die vorliegende Spezies stimmt hinsichtlich der Sulcus-Morphologie und der abgerundet-fünfeckigen Form gut überein mit *Enoplophthalmus rhenanus* (WEILER 1963) und *E. robustus* (WEILER 1963) aus dem Ober-Oligozän und Unter-Miozän des Oberrheingrabens und des Mainzer und Hanauer Beckens (GAUDANT & REICHENBACHER 1998, REICHENBACHER 2000). Dabei besteht durch die relativ gestreckte Form von *Enoplophthalmus* sp. 1 mehr Ähnlichkeit zu *E. rhenanus*. Das typische Merkmal für *Enoplophthalmus* sp. 1 ist der dreifach gewellte Dorsalrand mit der höchsten Erhebung in der Mitte, denn bei *E. rhenanus* und *E. robustus* ist der Dorsal-

rand unregelmäßig gewellt oder gelappt und die höchste Erhebung ist im Allgemeinen die posterodorsale Ecke (REICHENBACHER 2000: Taf. 5). Außerdem zeigt *E. rhenanus* meistens ein Rostrum, das 35–40 % der Gesamtlänge der Sagitta einnimmt und damit deutlich länger ist als bei *Enoplophthalmus* sp. 1. In den Oberen Cerithien-Schichten (Ober-Oligozän bis unteres Unter-Miozän) können die Abmessungen von *E. rhenanus* innerhalb der Maße des hier vorliegenden Materials liegen, verschieden sind aber die Form des Dorsalrandes (keine dreifache Wellung) und des Rostrums, das bei *E. rhenanus* schlanker und stärker zugespitzt ist als bei *Enoplophthalmus* sp. 1 (REICHENBACHER 2000: Taf. 5, Fig. 12–17). Möglicherweise war *Enoplophthalmus* sp. 1 der Vorläufer von *E. rhenanus*, dafür sprechen seine Ähnlichkeiten mit diesen ältesten *E. rhenanus* und der übereinstimmende regionale Rahmen.

Als „*Thaumaturus rhenanus* WEILER 1963“ beschrieb VAN HINSBERGH (1980) mehrere Sagitten aus der unteroligozänen Atatuca-Formation des südlichen Nordseebeckens (Region zwischen Maastricht in den Niederlanden und Tongeren in Belgien). Von diesem Material, das nur teilweise in einer öffentlichen Institution hinterlegt ist (Museum Leiden), konnten einige Exemplare überprüft werden (Taf. 2, Fig. 12–13). Diese Sagitten sind dorsal und posterior stärker gerundet als *Enoplophthalmus rhenanus* und *Enoplophthalmus* sp. 1 und weisen ein etwas schlankeres und spitzeres Rostrum als *Enoplophthalmus* sp. 1 auf. Sie sind jedoch zu schlecht erhalten, um zu entscheiden, ob es sich um juvenile *Osmerus*-Vertreter oder um adulte *Enoplophthalmus* handelt; vermutlich gehören sie einer neuen Art an.

Aus dem Melanienton ist *Thaumaturus amoeneburgensis* WEILER 1961 bekannt. Diese Art ist im Umriss vergleichsweise variabel, durch die nach oben zugespitzte posterodorsale Ecke jedoch sehr charakteristisch. *Th. amoeneburgensis* gehört nicht zur Gattung *Enoplophthalmus*, sondern ist, wie von WEILER angenommen, ein echter Vertreter der im Eozän nicht seltenen Gattung *Thaumaturus* REUSS 1844.

Einen ähnlichen fünfeckigen Umriss wie *Enoplophthalmus* sp. 1 zeigen Sagitten, die als *Argentina parvula* KOKEN 1891 aus dem norddeutschen Oligozän bis Mittel-Miozän beschrieben wurden. Aus den Sammlungen des Instituts für Geophysik und Geologie (IGG) in Leipzig und des Forschungsinstitutes und Naturmuseums Senckenberg in Frankfurt a. M. lagen einige Exemplare dieser Art vor. Sie zeigen einen glatten bis sehr fein gekerbten Dorsalrand, der von der posterodorsalen Ecke in nahezu gerader Linie nach vorne zum Antirostrum abfällt. Der Sulcus ist wie bei *Enoplophthalmus* gerade, aber das Ostium ist nicht in der für *Enoplophthalmus* typischen Weise V- bis U-förmig abgegrenzt. Zwar sind die Sagitten von *Argentina parvula* mit einer Länge von 1,3 mm bis über 2 mm vergleichsweise groß und nicht so gut erhalten wie das hier vorliegen-

de *Enoplophthalmus*-Material, dennoch sind die morphologischen Unterschiede deutlich und nicht auf ontogenetische Variabilität zurückzuführen.

Bemerkungen: Wie schon erwähnt, beschrieben GAUDANT & BURKHARDT (1984) aus dem Steinbruch Altkirch (Elsaß) anhand von Skelettfunden die neue Art *Enoplophthalmus alsaticus*. Die Fundschichten können mit der ZFH unterhalb des Nannoplankton-Leithorizontes 5 korreliert werden. Deshalb ist es wahrscheinlich, dass die hier vorliegenden Sagitten von *Enoplophthalmus* sp. 1 zu *E. alsaticus* gehören. Eine gesicherte Zuordnung kann derzeit nicht erfolgen, da *E. alsaticus*-Otolithen in situ oder aus dem entsprechenden Niveau im Steinbruch Altkirch bisher nicht bekannt sind.

4.3.3 Ordnung Perciformes

Familie incertae sedis

Gattung *Dapalooides* GAUDANT 1985

Dapalooides sieblosensis (WINKLER 1880)

Taf. 2, Fig. 11

1880 *Smerdis sieblosensis*. – WINKLER: 91, Taf. 3, Fig. 3–4.

1965 *Smerdis sieblosensis* WINKLER. – MARTINI: 295–298, Taf. 19–21, Abb. 1–2.

1985 *Dapalooides sieblosensis* (WINKLER). – GAUDANT: 186–187.

1998 *Dapalooides sieblosensis* (WINKLER). – MARTINI & REICHENBACHER: 256, Taf. 1, Fig. 1–7.

Vollständige Synonymieliste siehe MARTINI & REICHENBACHER (1998).

Material: 2 Sagitten.

Bemerkungen: Die einzige gut erhaltene Sagitta (Länge: 1,65 mm, Höhe: 1,03 mm) stimmt mit *D. sieblosensis* aus Sieblos und aus dem Neuwieder Becken gut überein (Belegmate-

rial zu MARTINI & REICHENBACHER 1998, REICHENBACHER 1995; siehe dort auch hinsichtlich detaillierter Beschreibung der Art). Von den *Perca* sp. 1-Sagitten unterscheidet sich *D. sieblosensis* vor allem durch die glatteren Ränder, die Ventrallinie und das U-förmige, besser begrenzte Ostium. Ein Bruchstück einer weiteren Sagitta wurde von KÜMMERLE (1996: 97) als „*Morone*“ aus dem Bereich 74–77 m der Bohrung Wallau W07 aufgeführt.

Familie Percidae CUVIER 1817

Gattung *Perca* LINNAEUS 1758

Perca sp. 1

Taf. 3, Fig. 1–2

Material: 40 Sagitten, davon 30 von juvenilen Fischen.

Beschreibung: Es handelt sich um langgestreckte Sagitten, deren Ränder kräftig gewellt oder gekerbt sind. Das Rostrum springt deutlich

Tab. 8. Maße einiger Sagitten von *Perca* sp.1.

Länge [mm]	0,37	0,84	0,86	0,89	1,15	1,30	1,78	2,17	2,50
Höhe [mm]	0,26	0,54	0,58	0,60	0,67	0,75	1,04	1,25	1,38
L/H	1,42	1,55	1,48	1,48	1,72	1,73	1,71	1,74	1,81

Tab. 9. Maße einiger Sagitten von „genus *Percoideorum*“ *validus* (STINTON 1977).

Länge [mm]	0,45	0,63	0,80	1,01	1,06	1,11	1,22	1,51	1,64	1,86	1,93	1,94	1,96	2,17	2,18
Höhe [mm]	0,41	0,54	0,67	0,83	0,98	0,87	0,91	1,15	1,30	1,45	1,62	1,64	1,53	1,73	1,84
L/H	1,10	1,17	1,19	1,22	1,08	1,27	1,34	1,31	1,26	1,28	1,19	1,18	1,28	1,25	1,18

hervor. Auch ein kräftiges Antirostrum ist bei den meisten Sagitten, auch bei den juvenilen, vorhanden. Der Sulcus ist durch einen Knick am Unterrand deutlich in Ostium und Cauda gegliedert. Das Ostium ist durch den kurzen und nach oben ansteigenden Oberrand charakterisiert. Die lange Cauda ist schmal und gerade, nur am Ende leicht abgelenkt. Aus Tab. 8 ist ersichtlich, dass die Sagitten ein allometrisch positives Längenwachstum aufweisen.

Beziehungen: Die vorliegenden Sagitten stimmen mit Sagitten der rezenteren *Perca fluviatilis* LINNAEUS 1758 hinsichtlich der gekerbten Rän-

der, des weit vorspringenden Rostrums und der Form des Sulcus sowie dessen medianer Lage gut überein. Allerdings sind Sagitten von *P. fluviatilis* in der Längsachse stärker gebogen, und die Cauda ist etwas kürzer. Die vorliegende Art kann keiner bekannten fossilen Art zugeordnet werden. Von der aus dem Melanienon beschriebenen *Perca hassiaca* WEILER 1961 unterscheidet sie sich vor allem durch den schmalen Sulcus und die relativ längere Cauda (Taf. 3, Fig. 11–12). Da jedoch nur wenige adulte bzw. subadulte Sagitten vorliegen, erscheint die Definition einer neuen Spezies vorerst nicht zweckmäßig.

Tafel 3



Fisch-Otolithen aus der Bohrung Wallau B98-BK5, Mittlere Pechelbronn-Schichten (ZFM/ZFB) und Vergleichsmaterial aus dem Melanienon von Nord-Hessen.

Fig. 1–2. *Perca* sp. 1, Bohrung Wallau B98-BK5: 69,53–69,60 m (SMF PO 64393–64394), ZFB.

Fig. 3–8. „genus *Percoideorum*“ *validus* (STINTON 1977), Bohrung Wallau B98-BK5.

Fig. 3–4. 84,15–84,20 m (SMF PO 64395–64396),

Fig. 5–7. 84,00–84,05 m (SMF PO 64397–64399),

Fig. 8. Dorsalseite eines Lapillus: 84,15–84,20 m (SMF PO 64400), alle ZFM.

Fig. 9–10. „genus *Percoideorum*“ *validus* (STINTON 1977).

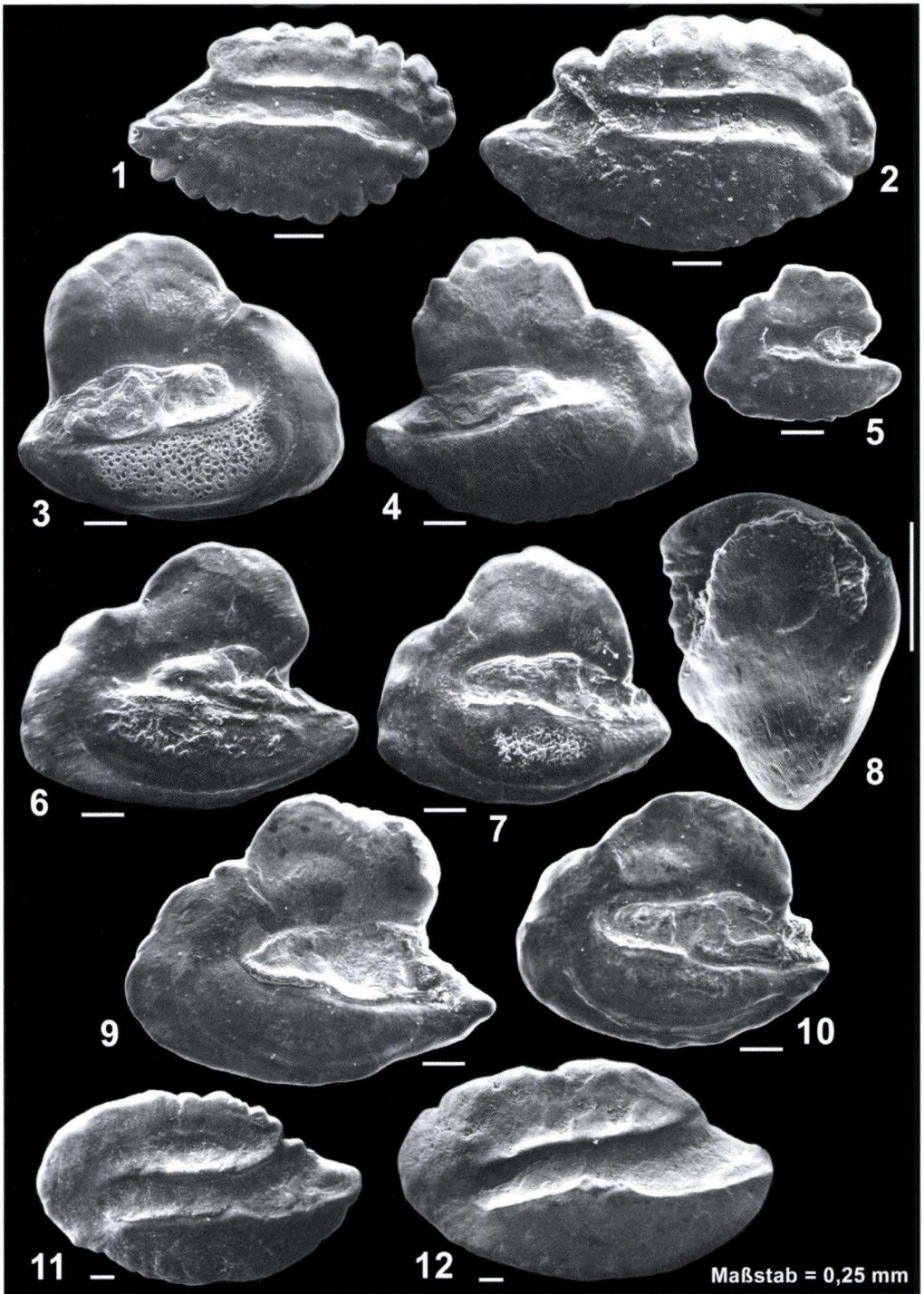
Fig. 9. Bohrung PREAG 3254: 32–33 m.

Fig. 10. Bohrung PREAG 2676: 131 m, Melanienon C (Sammlung GZG, Göttingen).

Fig. 11–12. *Perca hassiaca* WEILER 1961.

Fig. 11. Bohrung Erksdorf 35: 38,80–39,00 m,

Fig. 12. Bohrung PREAG 2697: 18,00 m, Melanienon (Sammlung GZG, Göttingen).



Familie incertae sedis
Gattung incertae sedis

„genus Percoideorum“ *validus* (STINTON 1977)

Taf. 3, Fig. 3–10

- cf. 1933 Otol. (Clupeidarum) *dilatatus*. – FROST:
390, Taf. 12, Fig. 5.
1961 *Umbra* cf. *dilata* (FROST). – WEILER: 51,
Taf. 9, Fig. 27–30.
1977 *Umbra* *valida*. – STINTON: 74, Taf. 5,
Fig. 14a–b.

Material: 84 Sagitten, davon 58 von juvenilen Sagitten; 5 Lapilli. Des Weiteren etwa 60 sehr kleine Otolithen (0,1–0,2 mm Länge), die wahrscheinlich ebenfalls zu der Art gehören.

Beschreibung: Abgerundet-dreieckige Sagitten mit mäßig langem und spitzem Rostrum. Der Länge/Höhe-Index variiert zwischen 1,1 und 1,3; zu den Maßen siehe Tab. 9. Der Dorsalrand ist breit gerundet und am Übergang zum Hinterrand deutlich eingebuchtet; bei den juvenilen Sagitten ist diese Einbuchtung noch nicht oder nur andeutungsweise entwickelt. Der schräg nach hinten/unten verlaufende Hinterrand ist leicht gewölbt und etwas gewellt. Er biegt fast rechtwinklig zum schwach gebogenen und fein gekerbten Ventralrand um. Das Antirostrum tritt vor allem bei juvenilen und subadulten Sagitten hervor. Der Sulcus steigt vom Rostrum nach hinten etwas an und ist von Schuhsohlen-ähnlicher Form, das Ostium ist dabei länger als die Cauda. Das von der Ventrallinie gut begrenzte Ventralfeld zeigt eine feine Skulptur in Form von Knötchen, die, wenn sie weggelöst sind, ein netzförmiges Muster entstehen lassen (Taf. 3, Fig. 3).

Die zusammen mit den Sagitten gefundenen Lapilli (Taf. 3, Fig. 8) sind von länglicher Form und durch das zugespitzte hintere Ende gekennzeichnet. Die Dorsalseite ist glatt und konvex, vorne ist eine tiefe Rinne erkennbar, die etwa bis zur Mitte des Lapillus reicht und dort in einen Höcker mündet. Die Ventralseite ist konvex und im hinteren Teil mit einigen radialen Runzeln

versehen. Der größte Lapillus ist 0,62 mm lang und 0,47 mm breit.

Bemerkungen zur Taxonomie und Systematik: Die vorliegenden Sagitten stimmen mit den von WEILER (1961) als „*Umbra* cf. *dilata*“ bezeichneten Exemplaren aus dem nordhessischen Melanienton überein (zum Vergleich lagen aus der Slg. des GZG, Göttingen, Otolithen aus dem Melanienton C der Bohrungen PREAG 3254, PREAG 2676 und Frielendorf 1980 vor; siehe Taf. 3, Fig. 9–10). STINTON (1977: 74) hatte den Artnamen *valida* für eine Art definiert, die erstmals von FROST (1933) unter dem nicht verfügbaren Namen *dilatatus* aus den unteroligozänen Bembridge Marls der Gurnard Bay, Isle of Wight, Großbritannien, beschrieben worden war. Die Sagitta, die STINTON (1977: Taf. 5, Fig. 14a–b) als „*Umbra* *valida*“ abbildete, wurde nachfolgend von Dr. Dirk Nolf (Institut royal Sciences naturelles, Bruxelles) untersucht und gezeichnet. Auf der Grundlage dieser Zeichnung, die Dr. Dirk Nolf uns freundlicherweise zur Verfügung stellte, sowie der von STINTON (1977) wiedergegebenen Fotografie ist die Übereinstimmung der STINTON'schen und der hier vorliegenden Sagitten offensichtlich. Hinsichtlich der systematischen Einordnung folgen wir der von NOLF & REICHENBACHER (1999) formulierten Auffassung, dass Sagitten dieses Typs nicht der Familie Umbridae angehören, sondern einer ausgestorbenen Familie der Percoidei.

Bemerkungen zur Sedimentologie und Paläoökologie: „genus Percoideorum“ *validus* (STINTON 1977) kommt in der Bohrung Wallau B98-BK5 ausschließlich in einem Abschnitt vor, der durch zwei anoxische Ereignisse begrenzt ist. Eine eng genomene Probenserie zwischen 83,95 m und 84,60 m lässt die folgende Entwicklung erkennen: Die Proben 84,55–84,60 m und 84,32–84,37 m sind im Schlämmrückstand durch fossilfreie, glimmerhaltige, graue bis schwarze Tonplättchen charakterisiert, die in der Probe 84,55–84,60 m Kupfer-Anflüge erkennen

lassen. Unmittelbar darüber (84,25–84,30 m) beginnt eine schwache Nannoplankton-Führung, Ostracoden kommen vor und vereinzelt sind Foraminiferen vorhanden (s. MARTINI & RADTKE 2007: Beil. 1). Hier konnten die ersten seltenen Otolithen von „genus *Percoideorum*“ *validus* festgestellt werden. In den darüber folgenden Proben, die auch hellere Sedimentfarben aufweisen, sind Nannoplankton, Ostracoden, Foraminiferen, Gastropoden und Lamellibranchiaten-Brut sowie

Otolithen von „genus *Percoideorum*“ *validus* reichlich vertreten. Die Fossilführung findet bei 84,00 m ein abruptes Ende. Die Probe 83,95–84,00 m ist fossilfrei und enthält in einem dunkelgrauen Ton Steinsalzkristalle. In den darüber folgenden Proben sind Nannoplankton und vereinzelt Lamellibranchiaten vorhanden, Otolithen von „genus *Percoideorum*“ *validus* sind jedoch nicht mehr nachweisbar (Abb. 5).

5. Stratigraphische Abfolge der Fischfaunen und Korrelation zwischen den Wallau-Bohrungen

In der Bohrung Wallau B98-BK5 wurde die gesamte Abfolge der Mittleren Pechelbronn-Schichten erfasst, da alle bekannten Nannoplankton-Leithorizonte angetroffen wurden. In der Bohrung Wallau W07 wurde dagegen nur der Nannoplankton-Leithorizont 6 nachgewiesen, der Leithorizont 5 wurde nicht erreicht.

In beiden Bohrungen enthält der obere Otolithen-führende Abschnitt nur *Enoplophthalmus* sp. 1 (W07: 60,63 bis 67,52 m, B98-BK5: 53,00 bis 59,60 m). Dieser Bereich ist mit der ZFH korrelierbar, da der für die ZFH charakteristische Nannoplankton-Leithorizont 6 jeweils angetroffen wurde (Abb. 5).

Darunter wurden in der W07 weiterhin *Enoplophthalmus* sp. 1 sowie bei 68,40 m *Dapalooides sieblosensis* angetroffen. Von 68,40 bis 74,22 m kommt außerdem *Notogoneus* sp. 1 vor. Ab 74,22 m ist bis zur untersten Otolithen-führenden Probe (bei 78,70 m) nur noch *Enoplophthalmus* sp. 1 zu finden. Der gesamte Bereich ist ebenfalls der ZFH zuzuordnen, da keine weiteren Nannoplankton-Leithorizonte gefunden wurden. Auch die Ostracodenfauna enthält nach GRIEBEMER et al. (2007) nur Arten der ZFH.

In der Bohrung B98-BK5 ist ab 60,43 m weiterhin *Enoplophthalmus* sp. 1 verbreitet, zwischen 68,40 und 73,85 m sowie bei 75,15 m sind außerdem einige *Perca* sp. 1 vorhanden. Im Un-

terschied zum entsprechenden Teufenbereich der Bohrung W07 ist *Notogoneus* sp. 1 nur in der Probe 60,43–60,46 m und *Dapalooides* gar nicht vertreten. Der gesamte Bereich unterhalb 68,40 m befindet sich über dem Nannoplankton-Leithorizont 3 (jüngster Leithorizont für die ZFM) und unter Leithorizont 4 (ältester Leithorizont für die ZFH) und kann mit der ZFB korreliert werden. Dafür sprechen auch die außerdem gefundenen Bryozoen (MARTINI & RADTKE 2007: Beil. 1). Nach rund 1,30 m ohne Otolithen sind von 75,15 bis 83,60 m nochmals einige *Enoplophthalmus* sp. 1 enthalten. Ab 82,00 m gehört dieser Abschnitt bereits der höheren ZFM an, da der Nannoplankton-Leithorizont 3 enthalten ist (Abb. 5). Etwas tiefer, von 84,00 bis 84,30 m, kommt ausschließlich „genus *Percoideorum*“ *validus* vor. Dieses Vorkommen ist durch den Nannoplankton-Leithorizont 2 gekennzeichnet und deshalb ebenfalls der ZFM zuzuordnen.

In der Bohrung B98-BK5 beträgt der Abstand zwischen den Leithorizonten 6 und 5 etwa 11 m, in der W07 wurde bis zur Endteufe von 80,20 m, also bis 15 m unter dem Leithorizont 6, der Leithorizont 5 nicht erbohrt (Abb. 7). Weiterhin fällt auf, dass in der B98-BK5 keine *Notogoneus/Dapalooides*-Vorkommen, wie in der W07, zu finden sind, somit offenbar ca. 7,0 m Sediment in der B98-BK5 fehlen. Als Ursache kommt am ehesten

eine subaquatische Rutschung in Frage, die diese Abfolge entfernt hat. Projiziert man die fehlenden 7,0 m in die Bohrung B98-BK5 zwischen die Leithorizonte 6 und 5, dann würde der Leithorizont 5 etwa 17,0 m unter dem Leithorizont 6 liegen (anstatt 11 m). Entsprechend wäre der Leithorizont 5 in der Bohrung W07 ebenfalls 17,0 m unter dem Leithorizont 6 und damit unterhalb der Endteufe in der W07 zu erwarten (Abb. 7).

Eine weitere Unregelmäßigkeit in der Bohrung B98-BK5 betrifft einen Abschnitt zwischen 43,60

und 43,75 m im obersten Bereich der Mittleren Pechelbronn-Schichten. Hier wurde offensichtlich verschlepptes Nannoplankton angetroffen, darunter die Leitform des Horizontes 6 *Trochoaster tripartitus* bei 43,60–43,65 m sowie eine unbekanntes tonnenförmige Art bei 43,74–43,75 m. Dieser Befund weist ebenfalls auf eine synsedimentäre Unruhe im Ablagerungsraum hin. In der nur 50 m entfernten Bohrung W07 ist dieser Bereich trotz entsprechender Probennahme nicht nachweisbar.

6. Paläoökologie und Biostratigraphie

Eine gering diverse bis monospezifische Fisch-Fauna, wie sie in den Mittleren Pechelbronn-Schichten der beiden Bohrungen vorgefunden wurde, lässt generell auf eine lagunäre oder brackische Fazies schließen. Arten der hier vertretenen fossilen Gattungen *Enoplophthalmus*, *Notogoneus* und *Dapalooides* sind aus oligozänen und miozänen Brackwasserablagerungen teilweise in beträchtlicher Häufigkeit nachgewiesen, fehlen jedoch oder sind selten in marinen bzw. lakustrinen Sedimenten (GAUDANT & REICHENBACHER 1998: über *Enoplophthalmus*; WEILER 1963, REICHENBACHER 2000: über *Notogoneus*; GAUDANT 1989, REICHENBACHER 1995, MARTINI & REICHENBACHER 1998: über *Dapalooides*).

In den Proben mit „genus Percoideorum“ *validus* fällt die Abwesenheit des ansonsten in jeder Otolithen-führenden Probe nachgewiesenen *Enoplophthalmus* sp. 1 auf. Die Ursache dafür könnte eine erhöhte, annähernd marine Salinität gewesen sein, denn „genus Percoideorum“ *validus* kommt in der ZFM zusammen mit einer gut entwickelten Nannoplankton-Gemeinschaft im Bereich des Nannoplankton-Leithorizontes 2 vor (Tab. 2); das Paläo-Milieu war also möglicher-

weise zu salzhaltig für *Enoplophthalmus* sp. 1. Allerdings wurde „genus Percoideorum“ *validus* im Mittel- und Ober-Eozän sowie im Unter-Oligozän von England (Bembridge Marls) in fluviatilen, ästuarinen und brackischen Sedimenten gefunden (STINTON 1977: als *Umbra valida*; FROST 1933: als *Otolithus* (*Clupeidarum*) *dilatus*).

In diesem Zusammenhang ist interessant, dass die Einwanderung von „genus Percoideorum“ *validus* mit der Bildung von Schwarzpeliten zusammenfällt (RADTKE et al. 2007). DERSCH-HANSMANN (2007) führt deren Genese auf verstärkten Eintrag von terrigenem Material durch Süßwasserzuflüsse zurück. Danach wäre zu schließen, dass die Einwanderung von „genus Percoideorum“ *validus* aus einem Fluss bzw. über das damalige Binnengewässernetz erfolgte; *Enoplophthalmus* sp. 1 würde in diesem Fall fehlen, weil das Wasser nicht mehr brackisch, sondern (nahezu) ausgesüßt war. Allerdings stehen diese Annahmen in Widerspruch zu den gemeinsam mit „genus Percoideorum“ *validus* vorkommendem Nannoplankton, den Bolboformen, Foraminiferen und Ostracoden (GRIEBEMER et al. 2007, GRIMM et al. 2007).

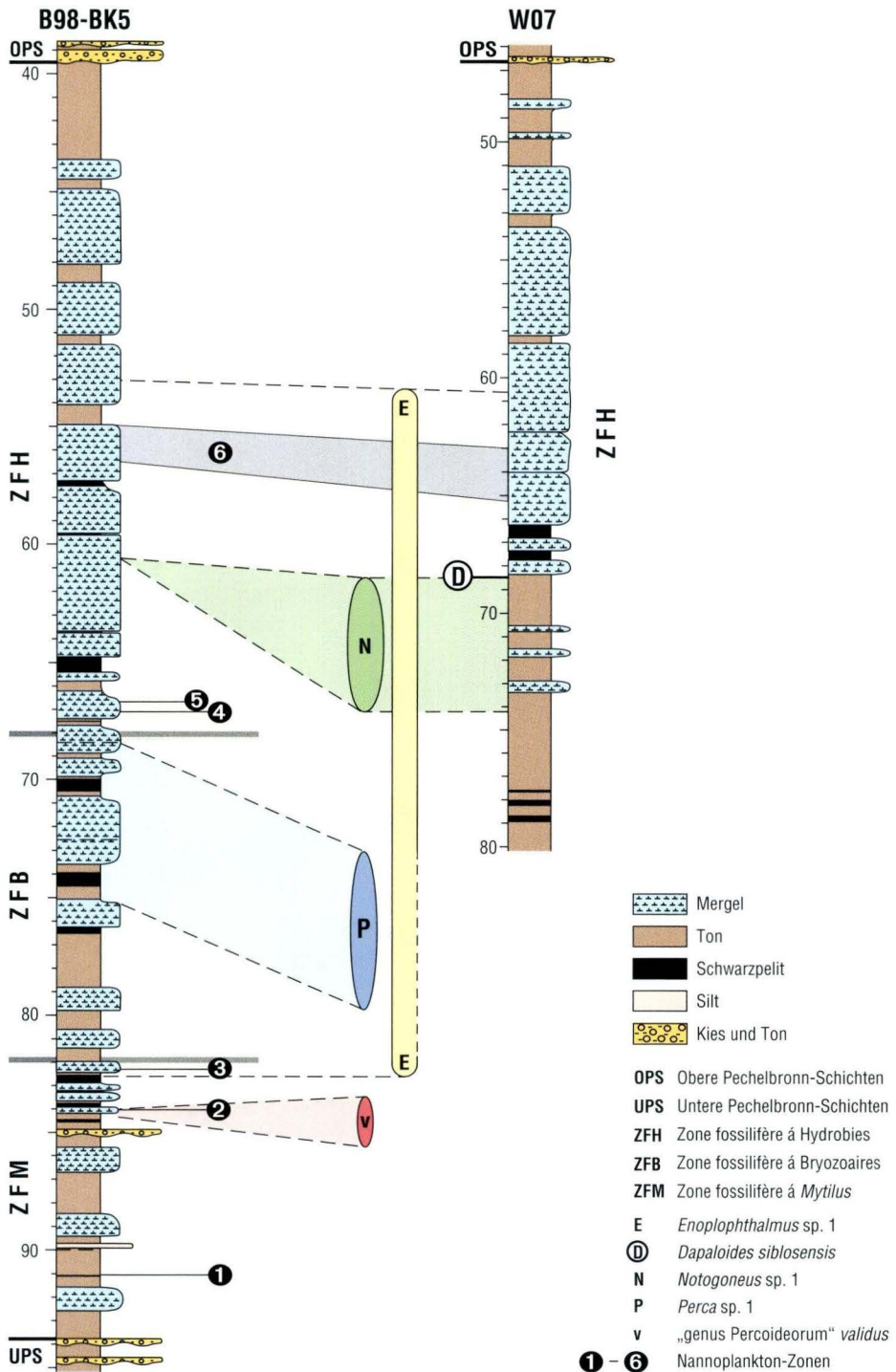


Abb. 7. Korrelation der Bohrungen Wallau B98-BK5 und W07 im Bereich der Mittleren Pechelbronn Schichten aufgrund der Nannoplankton-Leithorizonte und Vorkommen von Fisch-Otolithen.

7. Paläobiogeographie der Fischarten

Die Sagittenmerkmale von *Notogoneus* sp. 1 weisen auf verwandtschaftliche Beziehungen zu *Notogoneus longiceps* hin. Diese Art war vom späten Ober-Oligozän bis zum Unter-Miozän im Oberrheingraben und im Mainzer und Hanauer Becken verbreitet und sehr häufig (REICHENBACHER 2000). Außerhalb dieser Regionen ist *N. longiceps* bislang nicht sicher nachgewiesen. VAN HINSBERGH (1980) stellte eine einzelne Sagitta aus der unteroligozänen Atuatuca-Formation des südlichen Nordseebeckens (Region zwischen Maastricht in den Niederlanden und Tongeren in Belgien) zu *Notogoneus longiceps*, und WEILER (1961) vermutete für eine weitere einzelne Sagitta („*Notogoneus* sp.“) aus dem Melanionton ebenfalls eine Zugehörigkeit zu *Notogoneus longiceps*. Diese Bestimmungen sind jedoch unsicher. Wenn *Notogoneus* sp. 1 mit *Notogoneus cuvieri* identisch ist (Kap. 4.3.1), dann war die Art ein Faunenelement des Pariser Beckens.

Die Sagittenmerkmale von *Enoplophthalmus* sp. 1 lassen auf nahe Beziehungen zu *Enoplophthalmus rhenanus* und *E. robustus* schließen. Beide Arten waren im Ober-Oligozän und Unter-Miozän im Oberrheingraben und im Mainzer und Hanauer Becken verbreitet und sehr häufig (REICHENBACHER 2000). Außerhalb von Oberrheingraben und Mainzer/Hanauer Becken sind sie bislang nicht sicher nachgewiesen, denn die von VAN HINSBERGH (1980) als „*Thaumaturus rhenanus*“ beschriebenen Sagitten aus der Atuatuca-Formation repräsentieren wahrscheinlich juvenile *Osmerus*-Vertreter (Kap. 4.3.2). Aus dem Unter-Oligozän sind zwei weitere Arten der Gattung *Enoplophthalmus* anhand von Skeletten nachgewiesen: *E. alsaticus* GAUDANT & BURKHARDT 1984 aus dem südlichen Oberrheingraben und möglicherweise identisch mit *Enoplophthalmus* sp. 1 (Kap. 4.3.2) und *E. schlumbergeri* SAUVAGE 1880 aus Céreste in Südfrankreich (Tethys). Schließlich ist

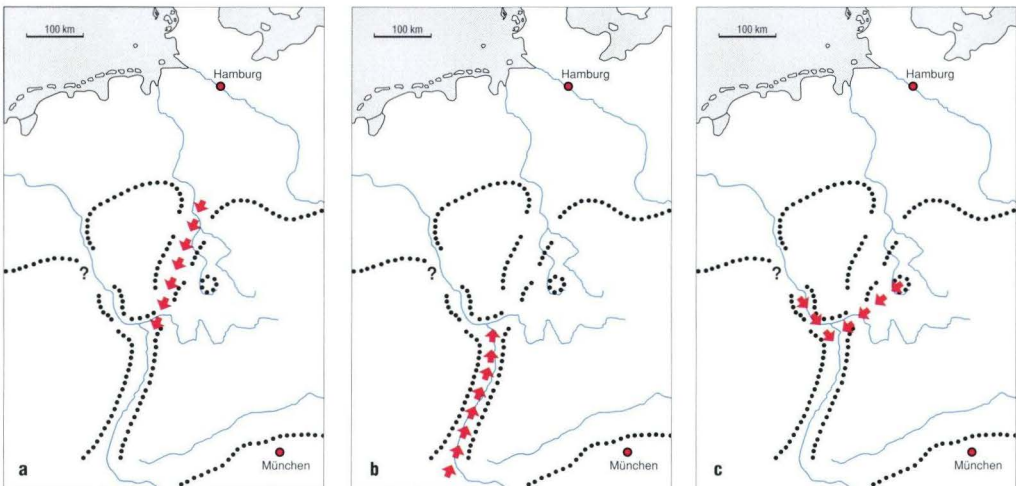


Abb. 8. Einwanderung von Fischen zur Zeit der Mittleren Pechelbronn-Schichten in das nordöstliche Mainzer Becken. **a:** Höhere ZFM: Einwanderung von „genus *Percoideorum*“ *validus* (STINTON 1977) aus dem nordhessischen Melanionton bzw. Unter-Oligozän des Nordsee-Beckens. **b:** Höchste ZFM: Einwanderung von *Enoplophthalmus* sp. 1 aus dem Süden. **c:** ZFH: Mögliche Herkunft von *Dapaloides sieblosensis* (WINKLER 1880) aus der Sieblos-Formation der Rhön bzw. Maifeld-Formation des Neuwieder Beckens. Die gepunktete Linie stellt die unteroligozänen Küstenlinien dar.

noch der Otolithen-Fund eines in offener Nomenklatur beschriebenen *Enoplophthalmus* aus dem Unter-Oligozän von Rumänien (Paratethys) zu erwähnen (REICHENBACHER & CODREA 1999). Damit ist *Enoplophthalmus* biogeographisch der Tethys/Paratethys-Faunenprovinz zuzurechnen, und *Enoplophthalmus* sp. 1 weist, ebenso wie einige Arten des umgelagerten Nannoplanktons (Kap. 3.8), auf eine Verbindung des Oberrheingrabens zur Tethys/Paratethys hin.

Dapalooides sieblosensis war bisher nur aus der unteroligozänen Sieblos-Formation der Rhön (Skelette und Otolithen) und aus der gleichalten Maifeld-Formation des Neuwieder Beckens (Otolithen) bekannt (MARTINI & REICHENBACHER 1998, REICHENBACHER 1995). Einige Skelettreste aus der Zone salifère moyenne im Steinbruch Altkirch/Elsaß stellten GAUDANT & BURKHARDT (1984) mit

Vorbehalt zur Gattung *Dapalooides*. Hier bleiben weitere Funde abzuwarten.

„genus Percoideorum“ *validus* kommt im nordhessischen Melanienton vor (WEILER 1961) und im Mittel- und Ober-Eozän sowie im Unter-Oligozän von England (FROST 1933, STINTON 1977). Die Art ist ein küstennah lebender Fisch der paläogenen südlichen Nordsee. Nach unseren Untersuchungen an Material aus der Bohrung PREAG 3254 (Slg. GZG, Göttingen) scheint „genus Percoideorum“ *validus* im Melanienton auf den marin-brakischen Horizont C beschränkt zu sein.

Insgesamt umfasst die Fischfauna der Mittleren Pechelbronn-Schichten somit Arten, die einen Faunenaustausch mit der südlichen Nordsee, der Hessischen Straße, der Paratethys/Tethys (Abb. 8) sowie möglicherweise mit dem Pariser Becken erwarten lassen.

8. Paläogeographie und stratigraphische Korrelationen

8.1 Ober-Eozän

Die bisher bekannte Paläobiogeographie von *Enoplophthalmus* sp. 1 weist auf eine Verbindung des Oberrheingrabens zur Faunenprovinz der Tethys/Paratethys hin (Kap. 7). Auch aufgrund der obereozänen Foraminiferenfauna aus der Roten Leitschicht, die im südlichen und mittleren Oberrheingraben die Unteren Pechelbronn-Schichten unterlagert, wurde eine derartige Verbindung vermutet (OHMERT 1993). Eine Nannoplankton-Gemeinschaft aus der Roten Leitschicht in der Bohrung Wolfartsweier (Abb. 1, Lok. 9: 12,0–12,6 m, unpublizierte Daten Prof. Dr. Erhard Martini, Kronberg i.Ts.) enthält reichlich umgelagertes Nannoplankton aus der alpinen Kreide und dem Paläogen mit zahlreichen Leitformen, von denen als jüngste einsetzende Arten *Chiasmolithus oamaruensis* (ab Nannoplankton-Zone NP 18) und *Isthmolithus recurvus* (ab Zone NP 19) auf Ober-Eozän schließen lassen. Dies könnte in Übereinstimmung mit den Ergebnissen an den Foraminiferen (OHMERT 1993) auf einen

verhältnismäßig schnellen marinen Vorstoß im Ober-Eozän hinweisen, der eine kurzfristige Verbindung zwischen Tethys/Paratethys und Oberrheingraben zur Folge hatte.

Ein mit dem Nannoplankton der Roten Leitschicht vergleichbarer Nannoplankton-Horizont wurde im Rahmen unserer Untersuchungen erstmals auch im höchsten Teil des nordhessischen Melanienton A in der PREAG-Bohrung 3221 bei Borken nachgewiesen. In einer ansonsten durch die Süßwasserualge *Phacotus lenticularis* geprägten Abfolge mit nur geringen Umlagerungserscheinungen setzt plötzlich zwischen 138,48 und 138,59 m (mit Schwerpunkt in der Probe 138,54–138,55 m) eine autochthone Nannoplankton-Gemeinschaft ein. Gleichzeitig ist kurzfristig ein deutlicher Anstieg von umgelagerten Stücken aus der höheren Kreide (vorwiegend Santon/Campan) festzustellen. Die autochthone Nannoplankton-Gemeinschaft enthält u. a. *Discoaster barbadiensis*, *Discoaster saipanensis*, *Cyclococcolithus*

Epoche	Nord-europäische Stufen	Nanno-plankton-Zonen	Internationale Gliederung
Oligozän	Mittel-	NP 23	Early Oligocene (Rupelian)
	Unte-	NP 22	
Eozän	(Priabonium)	NP 21	Late Eocene
		NP 19/20	

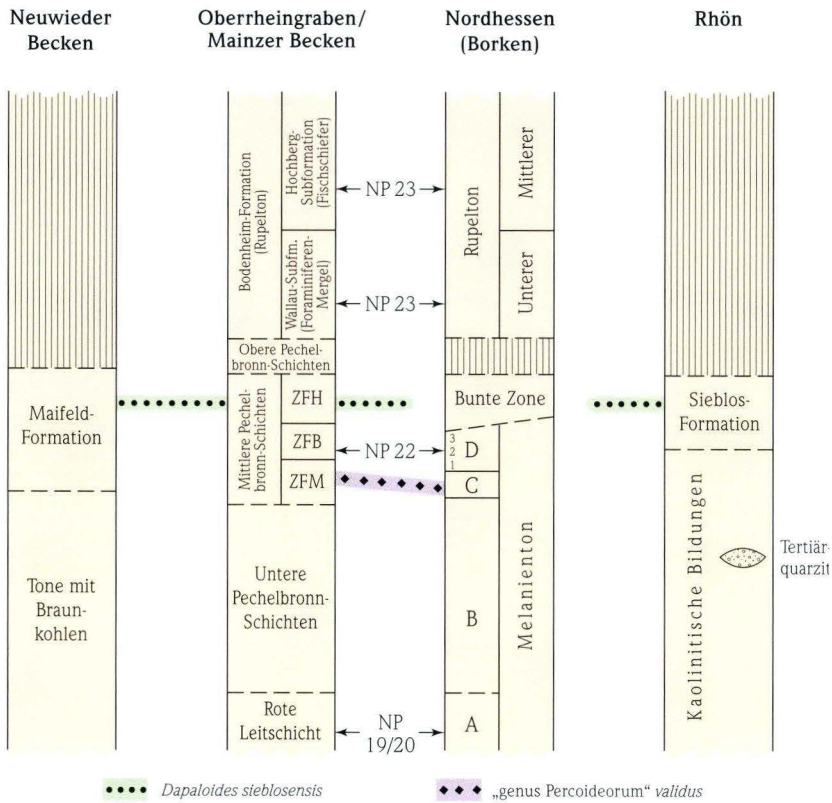


Abb. 9. Stratigraphische Übersicht und Korrelationen zwischen dem Neuwieder Becken, dem Oberrheingraben/Mainzer Becken, Nordhessen (Borken) und der Rhön mit Angaben von Nannoplankton-Zonen und Otolithen-Vorkommen von *Dapalooides sieblosensis* (WINKLER 1880) und „genus Percoideorum“ *validus* (STINTON 1977).

thus formosus, *Reticulofenestra umbilicus*, *Chias-molitus oamaruensis* und *Isthmolithus recurvus* und kann in die obereozäne Nannoplankton-Zone NP 19/20 gestellt werden (Abb. 9). Demzufolge ist im Ober-Eozän ein abrupter mariner Vorstoß nicht nur im Oberrheingraben, sondern auch im nordhessischen Raum nachweisbar.

8.2 Unter-Oligozän

Im Oberrheingraben konnten die in Bohrungen und Aufschlüssen angetroffenen Abfolgen der Mittleren Pechelbronn-Schichten aufgrund der Nannoplankton-Vorkommen und Nannoplankton-Leithorizonte miteinander korreliert werden (Abb. 2). Der Anteil umgelagerter Arten in den Nannoplankton-Gemeinschaften zeigt, dass die Strö-

mungsverhältnisse während der Ablagerungszeit der Mittleren Pechelbronn-Schichten gleichbleibend nach Norden gerichtet waren. Dadurch wurde Nannoplankton aus dem im südlichen Oberrheingraben anstehenden Jura ständig nach Norden bis an den Südrand des Taunus verfrachtet.

8.2.1 Zone fossilifère à *Mytilus* (ZFM)

Es ist bemerkenswert, dass umgelagerte Nannoplankton-Arten aus der nicht-alpinen Oberkreide (vgl. Kap. 3.9) auf den nordöstlichen Teil des Oberrheingrabens beschränkt sind (Abb. 3). Das Artenspektrum einerseits im nordhessischen Melanienton von Borken (vor allem in den Horizonten C und D) und andererseits in der ZFM in der Bohrung Stockstadt 1 deutet eine Verbindung zwischen dem Ablagerungsraum des Melanien-

tons und dem Oberrheingraben für den Zeitraum der ZFM an. Die Fischfauna bekräftigt diese Vermutung, da „genus *Percoideorum*“ *validus* im Oberrheingraben auf die ZFM (Bohrung Wallau B98-BK5) begrenzt und außerdem nur noch aus dem Melanienton (Horizont C) bekannt ist. Demnach könnte während der ZFM ein mariner Vorstoß aus dem nordhessischen Ablagerungsraum den Oberrheingraben erreicht haben (Abb. 9).

8.2.2 Zone fossilifère à Bryozoaires (ZFB)

Es sind bisher kaum Hinweise vorhanden, die für eine überregionale Anbindung des Oberrheingrabens zur Zeit der ZFB sprechen. Hinweise auf eine südliche Herkunft geben aller-

dings die zahlreichen Otolithen von *Enoplolphthalmus* sp. 1 (vgl. Kap. 7 und Abb. 8) sowie Bryozoen der Gattung *Penemìa* (SCHOLZ & VÁVRA 2007).

8.2.3 Zone fossilifère à Hydrobies (ZFH)

In der ZFH, also dem jüngsten Teil der Mittleren Pechelbronn-Schichten, wurden aus dem Alpenraum neben Jura-Arten auch Kreide-Arten in größerem Ausmaß im südlichen und südwestlichen Oberrheingraben verbreitet. Auf einen Transport in nördlicher bis nordwestlicher Richtung weisen auch Messungen an Mikroturbiditen im Steinbruch Altkirch im Elsaß hin (DURINGER 1988: Abb. 45). Ob die wenigen Sagitten von *Dapaloides sieblosensis* in der ZFH auf Verbreitungsmöglichkeiten für Fische vom Oberrhein-

graben zum Neuwieder Becken bzw. nach Sieblos/Rhön deuten (REICHENBACHER 1995: Abb. 4) oder vielleicht durch Vögel „verschleppt“ wurden, ist unsicher. Hinweise auf Wasserwege zwischen Oberrheingraben und Neuwieder Becken geben allerdings auch die Ostracoden (SCHÄFER 1986) und die Charophyten (SCHWARZ 1994). Aus dem Melanienton ist *D. sieblosensis* unbekannt, entweder wurde der nordhessische Raum von der Art nicht besiedelt oder die entsprechenden Sedimente sind abgetragen oder entkalkt (RITZ-

KOWSKI 1967). In den höheren ZFH erliegen die Umlagerungsvorgänge nach einer Phase verstärkten Transportes weitgehend (Abb. 4). In der

Fischfauna ist nur noch *Enoplophthalmus* sp. 1 vertreten, überregionale Einflüsse sind nicht mehr erkennbar.

8.3 Korrelation mit dem Melanienton von Nordhessen

Basierend auf „genus Percoideorum“ *validus* und dem Nannoplankton könnte die ZFM der Mittleren Pechelbronn-Schichten stratigraphisch dem Horizont C und dem Horizont D des Melanientons von Nordhessen entsprechen. Die zwischen Melanienton und überlagerndem Rupelton nachgewiesene „Bunte Zone“ und Erosionsdiskordanz (RITZKOWSKI 1967) würde weitgehend der ZFB und ZFH sowie den Oberen Pechelbronn-Schichten entsprechen. Eine ähnliche Korrelierung nimmt GRIEBEMER (1998: Fig. 2) vor, der die Horizonte C und D des Melanientons ebenfalls nur mit einem kleinen Abschnitt im unteren Teil der Mittleren Pechelbronn-Schichten (ZFM) korreliert und sich dabei auf Ostracodendaten bezieht. Eine Übersicht gibt Abb. 9.

Danksagung: Für Diskussion und Bereitstellung von Proben danken wir den Herren Dr. F. Doebl† (vorm. Wintershall AG, Landau), Dipl.-Geol. Th. Griebemer (Schifferstadt), Dr. D. Nolf (Institut royal des Sciences naturelles, Bruxelles),

Dr. W. Ohmert (vorm. Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Freiburg), Prof. Dr. V. Sonne (vorm. LGB-RP, Mainz) und Frau Dr. G. Radtke (HLUG). Den Herren Prof. Dr. A. Müller (IGG, Leipzig), Dr. S. Ritzkowski (vorm. GZG, Göttingen) und Dr. L. van den Hoek (Naturhist. Museum, Leiden) danken wir weiterhin für Informationen und Ausleihe von Otolithen. Frau R. Preiss (Labor für Elektronenmikroskopie, Karlsruhe), Herrn G. Janssen (Department für Geo- und Umweltwissenschaften, Univ. München) und Herrn B. Kahl (Institut für Geowissenschaften, Frankfurt a. M.) danken wir für die Fotoarbeiten. Die REM-Aufnahmen der Fisch-Otolithen wurden am Laboratorium für Elektronenmikroskopie der Universität Karlsruhe angefertigt; Herrn V. Zibat sei für seine Hilfe herzlichst gedankt. Für die konstruktive und redaktionelle Bearbeitung der Abbildungen danken wir Frau Dr. G. Radtke und für die graphische Umsetzung Frau J. von Dziegielewski (beide HLUG).

9. Schriftenverzeichnis

DOEBL, F. (1969): Ein Oberflächenaufschluss in den Pechelbronner Schichten (Sannois) bei Nackenheim (Westliches Mainzer Becken). – Oberrhein. geol. Abh., **18**: 47–51, 1 Abb.; Karlsruhe.

DERSCH-HANSMANN, M. (2007): Organisch-geochemische Untersuchungen an unteroligozänen Sedimenten der Bohrung Wallau B98-BK5. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 113–126, 5 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.

DURINGER, P. (1988): Les conglomérats des bordures du rift cénozoïque rhénan. Dynamique sédimentaire et contrôle climatique. – Thèse en Sciences, Sci. Nat. Univ.: 231 p., 150 figs., 14 pls.; Strasbourg.

FROST, G.A. (1933): Otoliths of fishes from the Lower Tertiary Formations of Southern England. – I. Iso-spondyli, Apodes, Berycomorphi. – Ann. Mag. Nat. Hist., **12** (10): 387–396, pl. 12; London.

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.
- GAUDANT, J. (1981a): Un nouveau Cyprinodontidae (poisson Téléostéen) de l'Oligocène inférieur de Kleinkems (pays de Bade, Allemagne): *Prolebias rhenanus* nov. sp. – *Bull. Sci. Géol.*, **34** (1): 3–12, 2 figs., 1 pl.; Strasbourg.
- GAUDANT, J. (1981b): Nouvelles recherches sur l'ichthyofaune des zones salifères moyenne et supérieure (Oligocène inférieur) du bassin potassique Alsacien. – *Bull. Sci. Géol.*, **34** (4): 209–218, 3 figs., 1 pl.; Strasbourg.
- GAUDANT, J. (1985): Mise au point sur les Vertébrés inférieurs de l'Oligocène de Sieblos (Hesse, Allemagne). – *Comptes rendus Acad. Sci. Paris (II)*, **300** (5): 185–188; Paris.
- GAUDANT, J. (1989): L'ichthyofaune stampienne des environs de Chartres-de-Bretagne, près de Rennes (Ille-et-Vilaine): un réexamen. – *Géol. France*, **1989** (1/2): 41–54, 6 figs., 2 pls.; Paris.
- GAUDANT, J. & BURKHARDT, T. (1984): Sur la découverte de poissons fossiles dans les marnes grises rayées de la zone fossilifère (Oligocène basal) d'Altkirch (Haut-Rhin). – *Bull. Sci. Géol.*, **37** (2): 153–171, 6 figs., 1 pl.; Strasbourg.
- GAUDANT, J. & REICHENBACHER, B. (1998): Skelette der Gattung *Enoplophthalmus* SAUVAGE 1880 (Teleostei, Osmeridae) mit Otolithen in situ aus dem Unter-Miozän des Mainzer Beckens. – *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **210** (2): 237–266, 8 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.
- GRIEBEMER, T.W. (1998): Ostracods – a tool for correlating Lower Oligocene deposits in Western Germany (Westphalia, Hesse and Rhine-Palatinate). – In: CRASQUIN-SOLEAU, S., BRACINI, E. & LETHIERS, F. (eds.): What about Ostracoda! – Actes du 3^e Congrès Européen des Ostracodologists, Paris-Bierville, France, 8–12 juillet 1996. – *Bull. Centre Rech. Elf Explor. Prod., Mém.*, **20**: 141–157, 4 figs., 4 pls.; Pau.
- GRIEBEMER, T.W., UFFENORDE, H. & RADTKE, G. (2007): Die Ostracoden der Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän) in der Bohrung Wallau B98-BK5 (nordöstliches Mainzer Becken). – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – *Geol. Abh. Hessen*, **116**: 173–192, 3 Abb., 1 Taf., Beil. 4; Wiesbaden.
- GRIMM, K.I., RADTKE, G. & SPIEGLER, D. (2007): Foraminiferen und Bolboformen aus den Mittleren Pechelbronn-Schichten (tiefes Unter-Oligozän) der Bohrung Wallau B98-BK5. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – *Geol. Abh. Hessen*, **116**: 157–171, 1 Abb., 2 Taf., Beil. 3; Wiesbaden.
- HINSBERGH, V. VAN (1980): Fish otoliths from euryhaline Oligocene deposits in Belgium (Atuatua Formation) and the Netherlands (Goudsberg Deposits) and their paleoecological importance. – *Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol.*, **17** (3): 199–223, 3 figs., 2 tabs., 2 pls.; Leiden.
- KÜMMERLE, E. (1996): „Milchquarzkies“, „Randfazies“ und Unteroligozän bei Wallau, Main-Taunus-Kreis. – *Jb. nass. Ver. Naturkde.*, **117**: 65–68, 1 Abb.; Wiesbaden.
- LERICHE, M. (1927): Les Poissons de la Molasse suisse. – *Abh. Schweiz. paläont. Ges.*, **46**: 1–55, 7 figs., 7 pls., 1 carte; Genève.
- MAIKOVSKI, V. (1941): Contribution à l'étude paléontologique et stratigraphique du bassin potassique d'Alsace. – *Mém. Serv. Carte géol. Alsace Lorr.*, **6**: 193 p., 18 tabs., 14 pls., 1 carte; Clermont-Ferrand.
- MARTINI, E. (1960): Braarudosphaeriden, Discoasteriden und verwandte Formen aus dem Rupelton des Mainzer Beckens. – *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **88**: 65–87, 5 Abb., Taf. 8–11; Wiesbaden.
- MARTINI, E. (1965): Die Fischfauna von Sieblos/Rhön (Oligozän). 2. Fischreste aus Koprolithen. – *Senckenbergiana lethaea*, **46a**: 307–314, 12 Abb., 1 Tab.; Frankfurt a. M.
- MARTINI, E. (1971): Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. – *Proc. II. Plankton. Conf., Roma 1970*, **2**: 739–785, 6 tabs., 4 pls.; Roma.
- MARTINI, E. (1972): Die Gattung *Eosphaeroma* (Isopoda) im europäischen Alttertiär. – *Senckenbergiana lethaea*, **53** (1/2): 65–79, 4 Abb., 2 Taf.; Frankfurt a. M.
- MARTINI, E. (1973): Nannoplankton-Massenvorkommen in den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän). – *Oberrhein. geol. Abh.*, **22**: 1–12, 2 Abb., 3 Taf.; Karlsruhe.
- MARTINI, E. (1982): Bestandsaufnahme des Nannoplankton im „prä-aquitänen“ Tertiär des Mainzer Beckens. – *Mainzer geowiss. Mitt.*, **10**: 29–36, 1 Tab.; Mainz.
- MARTINI, E. (1987): Nannoplankton aus dem nordhessischen Melanienton und von Sieblos/Rhön (Unter-

- Oligozän). – Geol. Jb. Hessen, **115**: 161–169, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- 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 figs.; Bremen.
- MARTINI, E. (1991): Endemische Vertreter der Gattung *Trochoaster* (kalkiges Nannoplankton) im westdeutschen Unter-Oligozän. – Geol. Jb., **A 128**: 167–177, 5 Abb., 2 Taf.; Hannover.
- MARTINI, E. (1995): Kalkiges Nannoplankton aus dem Unter-Oligozän von Morvillars, Territoire de Belfort, Frankreich. – Jber. Mitt. oberrh. geol. Ver., N.F., **77**: 265–269, 1 Taf.; Stuttgart.
- MARTINI, E. (1998): Eine neue *Trochoaster*-Art (Nannoplankton) mit Leitcharakter in den Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän). – Mainzer naturwiss. Archiv, Beiheft, **21** (ROTHAUSEN-Festschrift): 71–75, 2 Abb., 1 Taf.; Mainz.
- MARTINI, E. & MÜLLER, C. (1971): Das marine Alttertiär in Deutschland und seine Einordnung in die Standard Nannoplankton-Zonen. – Erdöl u. Kohle, Erdgas, Petrochemie, **24**: 381–384, 1 Taf.; Hamburg.
- MARTINI, E. & RADTKE, G. (2007): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheimer-Formation) – Einführung und Synthese. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheimer-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 7–36, 10 Abb., 1 Tab., Beil. 1; Wiesbaden.
- MARTINI, E. & REICHENBACHER, B. (1998): Fisch-Otolithen aus den Forschungsbohrungen Sieblös 1994/1 und 1994/2 (Rhön; Unter-Oligozän). – In: E. MARTINI & P. ROTHE (Hg.): Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblös an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 253–260, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- MARTINI, E. & SCHILLER, W. (1998): Kalkiges Nannoplankton von Sieblös/Rhön und dem Neuwieder Becken (Unter-Oligozän). – In: E. MARTINI & P. ROTHE (Hg.): Die alttertiäre Fossilagerstätte Sieblös an der Wasserkuppe/Rhön. – Geol. Abh. Hessen, **104**: 165–172, 1 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- MÜLLER, C. (1971): Nannoplankton-Gemeinschaften aus dem W-deutschen Mittel-Oligozän. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **99**: 43–53, 1 Tab., Taf. 5; Wiesbaden.
- NICKEL, B. (1996): Palynofazies und Palynostratigraphie der Pechelbronn Schichten im nördlichen Oberrheingraben. – Palaeontographica, **B 240**: 151 S., 10 Abb., 4 Diagr., 21 Taf.; Stuttgart.
- NOLF, D. (1977): Les otolithes des téléostéens de l'Oligo-Miocène belge. – Ann. Soc. roy. zool. Belg., **106** (1): 3–119, 3 figs., 3 tab., 18 pls.; Bruxelles.
- NOLF, D. & REICHENBACHER, B. (1999): Fisch-Otolithen aus brackischen Faziesräumen aus dem Mittel-Eozän von Norditalien und Ungarn. – Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg., **69**: 187–196, 1 Tab., 3 Taf.; Bruxelles.
- OHMERT, W. (1993): Eine obereozäne Foraminiferenfauna aus dem südlichen Oberrheingraben. – Zitteliana, **20**: 323–329, 2 Abb., 1 Taf.; München.
- RADTKE, G., LIPPMANN, R. & GAUPP, R. (2007): Neues Vorkommen der Pechelbronn-Gruppe im Mainzer Becken (Ober-Eozän – tiefes Unter-Oligozän, Deutschland) – Lithologie und Sedimentologie der Bohrungen Wallau B98-BK5 und W07. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheimer-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 37–72, 17 Abb., Beil. 2; Wiesbaden.
- REICHENBACHER, B. (1995): Unteroligozäne Fische (Otolithen) aus dem Neuwieder Becken (Rheinisches Schiefergebirge, West-Deutschland). – Paläont. Z., **69** (1/2): 241–255, 4 Abb.; Stuttgart.
- REICHENBACHER, B. (2000): Das brackisch-lakustrine Oligozän und Unter-Miozän im Mainzer Becken und Hanauer Becken: Fischfaunen, Paläoökologie, Biostratigraphie, Paläogeographie. – Courier Forsch.-Inst. Senckenberg, **222**: 143 S., 43 Abb., 5 Tab., 15 Taf.; Frankfurt a. M.
- REICHENBACHER, B. & CODREA, V. (1999): Fresh- to brackish water fish faunas from continental Early Oligocene deposits in the Transylvanian Basin (Romania). – Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg., **69**: 197–207, 2 figs., 1 tab., 2 pls.; Bruxelles.
- REICHENBACHER, B. & SIENKNECHT, U. (2001): Allopatric divergence and genetic diversity of Recent *Aphanius iberus* and fossil *Prolebias meyeri* (Teleostei, Cyprinodontidae) from southwest and western Europe, as indicated by otoliths. – Geobios, **34** (1): 69–83, 3 figs., 2 tabs.; Villeurbanne.
- RITZKOWSKI, S. (1967): Die Feingliederung des Hessischen Melanientons (Unteroligozän, nördliches Hessen). – Geologica et Palaeontologica, **1**: 97–100, 2 Abb.; Marburg.
- SCHÄFER, P. (1986): Eine unteroligozäne Mikrofauna von Bubenheim bei Koblenz (Tertiär, Neuwieder Becken). – Mainzer geowiss. Mitt., **15**: 65–76, 7 Abb.; Mainz.
- SCHOLZ, J. & VÁVRA, N. (2007): Eine neue Art der Gattung *Penemía* (Bryozoa, Cheilostomatida) aus den

- Mittleren Pechelbronn-Schichten (Unter-Oligozän) des Mainzer Beckens. – In: RADTKE, G. & MARTINI, E. (Hrsg.): Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation). – Geol. Abh. Hessen, **116**: 193–203, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- SCHWARZ, J. (1994): Unteroligozäne Charophyten aus dem Neuwieder Becken (Mittelrhein, Westdeutschland). – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **191** (3): 445–459, 12 Abb.; Stuttgart.
- SCHWARZHANS, W.W. (1974): Die Otolithen-Fauna des Chatt A und B (Oberoligozän, Tertiär) vom Niederrhein, unter Einbeziehung weiterer Fundstellen. – Decheniana, **126** (1/2): 91–132, 78 Abb., 3 Tab.; Bonn.
- SCHWARZHANS, W.W. (1994a): Die Fisch-Otolithen aus dem Oberoligozän der Niederrheinischen Bucht. Systematik, Palökologie, Paläobiogeographie, Biostratigraphie und Otolithen-Zonierung. – Geol. Jb., **A 140**: 3–248, 541 Abb.; Hannover.
- SCHWARZHANS, W.W. (1994b): Sexual and ontogenetic dimorphism in otoliths of the family Ophidiidae. – Cybium, **18** (1): 71–98, 106 figs.; Lyon.
- SITTLER, C. (1965): Le Paléogène des fossés rhénaux et rhodaniens. Études sédimentologiques et paléoclimatiques. – Thèse Fac. Sci. Univ. Strasbourg: 392 p., 102 figs., 118 tab.; Strasbourg.
- SITTLER, C. (1969): Le fossé rhénaux en Alsace. Aspect structurel et histoire géologique. – Rev. geogr. phys. géol. dynam., **11** (5): 465–494, 20 figs., 2 tab.; Paris.
- SONNE, V. (1963): Zur Verbreitung unteroligozäner Schichten im westlichen Mainzer Becken. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**: 197–205, 3 Abb.; Wiesbaden.
- STINTON, F.C. (1977): Fish otoliths from the English Eocene. Part 2. – Palaeont. Soc. Monogr., **130**: 57–126, 24 figs., 9 tabs., pls. 4–8; London.
- THÉOBALD, N. (1934): Contribution à la paléontologie du bassin oligocène du Haut-Rhin et du Territoire de Belfort – Les poissons oligocènes. – Bull. Serv. Carte géol. Alsace Lorr., **2** (2): 117–162, 6 figs., pls. 11–15; Strasbourg.
- WEILER, W. (1961): Die Fischfauna des unteroligozänen Melanientons und des Rupeltons in der Hessischen Senke. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **89**: 44–65, Taf. 8–9; Wiesbaden.
- WEILER, W. (1963): Die Fischfauna des Tertiärs im oberrheinischen Graben, des Mainzer Beckens, des unteren Maintales und der Wetterau, unter besonderer Berücksichtigung des Untermiozäns. – Abh. Senckenberg. naturforsch. Ges., **504**: 1–75, 259 Abb., 2 Taf.; Frankfurt a. M.
- WINKLER, T.C. (1880): Mémoire sur les poissons fossiles des lignites de Sieblos. – Arch. Mus. Teyler, **5**: 85–108, pls. 3–4; Haarlem.

10. Anhang

a. Liste der in den Mittleren Pechelbronn-Schichten gefundenen autochthonen Nannoplankton-Arten nebst einer Süßwasseralge*:

- Blackites spinosus* (DEFLANDRE) HAY & TOWE 1962
Blackites tenuis (BRAMLETTE & SULLIVAN) BYBELL 1975
Braarudosphaera bigelowi (GRAN & BRAARUD) DEFLANDRE 1947
Coccolithus pelagicus (WALLICH) SCHILLER 1930
Cyclicargolithus floridanus (ROTH & HAY) BUKRY 1971
Cyclococcolithus luminis SULLIVAN 1965
Dictyococcites dictyodus (DEFLANDRE & FERT) MARTINI 1969
Discolithina distincta (BRAMLETTE & SULLIVAN) LEVIN & JOERGER 1967
Helicosphaera minima (MARTINI) JAFAR & MARTINI 1975
Isthmolithus recurvus DEFLANDRE 1954
Isthmolithus rhenanus MARTINI 1973
Koczyia fimbriata (BRAMLETTE & SULLIVAN) PERCH-NIELSEN 1971
Lithostromation perdurum DEFLANDRE 1942
Markalius inversus (DEFLANDRE) BRAMLETTE & MARTINI 1964
Reticulofenestra insignita ROTH & HAY 1967
Reticulofenestra umbilicus (LEVIN) MARTINI & RITZKOWSKI 1968
Reticulofenestra sp. (kleine Arten)
Spenolithus moriformis (BRÖNNIMANN & STRADNER) BRAMLETTE & WILCOXON 1967
Sphenolithus sp.
Trochoaster deflandrei (STRADNER) MARTINI & STRADNER 1960
Trochoaster deflandrei pseudoquadrupes MARTINI 1991
Trochoaster deflandrei torquatus MARTINI 1991
Trochoaster simplex KLUMPP 1953
Trochoaster simplex variabilis MARTINI 1991
Trochoaster tripartitus MARTINI 1998
Transversopontis pulcheroides (SULLIVAN) PERCH-NIELSEN 1971
Zygrhablithus bijugatus (DEFLANDRE) DEFLANDRE 1959
* *Phacotus lenticularis* (EHRENBERG) STEIN 1878

b. Liste der weiteren erwähnten Nannoplankton-Arten aus dem Paläogen:

- Chiasmolithus oamaruensis* (DEFLANDRE) HAY, MOHLER & WADE 1966
Cyclicargolithus abisectus (MÜLLER) WISE 1979
Cyclococcolithus formosus KAMPTNER 1963
Discoaster barbadiensis TAN SIN HOK 1927
Discoaster saipanensis BRAMLETTE & RIEDEL 1954
Nannoserratolithus dissolutus MARTINI & SCHILLER 1998
Reticulofenestra lockeri MÜLLER 1970

c. Liste der erwähnten umgelagerten Nannoplankton-Arten aus Kreide und Jura:

- Arkhangelskiella cymbiformis* VEKSHINA 1959
Eiffellithus eximius (STOVER) PERCH-NIELSEN 1968
Eiffellithus turriseiffeli (DEFLANDRE) REINHARDT 1965
Eprolithus floralis (STRADNER) STOVER 1966
Gartnerago obliquum (STRADNER) REINHARDT 1970
Lucianorhabdus cayeuxi DEFLANDRE 1959
Nannoconus steinmanni KAMPTNER 1931
Prediscosphaera cretacea (ARCHANGELSKY) GARTNER 1968
Reinhardtites anthophorus (DEFLANDRE) PERCH-NIELSEN 1968
Watznaueria barnesae (BLACK) PERCH-NIELSEN 1968
-
- Ellipsagelosphaera britannica* (STRADNER) PERCH-NIELSEN 1968
Schizosphaerella punctulata DEFLANDRE & DANGEARD 1938
Stephanolithion bigotii DEFLANDRE 1939

Kreide

Jura



Kurzfassung des Inhalts

Die Bohrungen Wallau im nordöstlichen Mainzer Becken (Rotliegend, Pechelbronn-Gruppe, Bodenheim-Formation)

Der vorliegende Band stellt die umfangreichen neuen Erkenntnisse aus zwei tiefen Bohrungen östlich von Wiesbaden bei Wallau vor. Die Daten belegen eine wichtige Phase in der Ablagerungsgeschichte des tertiärzeitlichen nördlichen Oberrheingrabens mit der ersten marinen Ingression im Unter-Oligozän. Die Bohrungen durchteuften unter quartären Deckschichten die Bodenheim-Formation (Rupelton) sowie die Pechelbronn-Gruppe (Unter-Oligozän – Ober-Eozän) und endeten in einer Sedimentfolge des Rotliegend.

Nach langer terrestrischer Phase mit tiefgründiger Verwitterung der Rotliegend-Sedimente beginnt im Tertiär ein 1. sedimentärer Zyklus mit mächtigen alluvialen Ablagerungen einer Schwemmebene (Untere Pechelbronn-Schichten). Diese gehen in marine, küstennahe Sedimente der Mittleren Pechelbronn-Schichten über, die aus fossilreichen Tonen und Kalkmergeln mit eingeschalteten Schwarzpeliten bestehen. Der Höhepunkt der transgressiven Phase ist u.a. durch einen Bolboformen-Horizont belegt, der eine Meeresver-

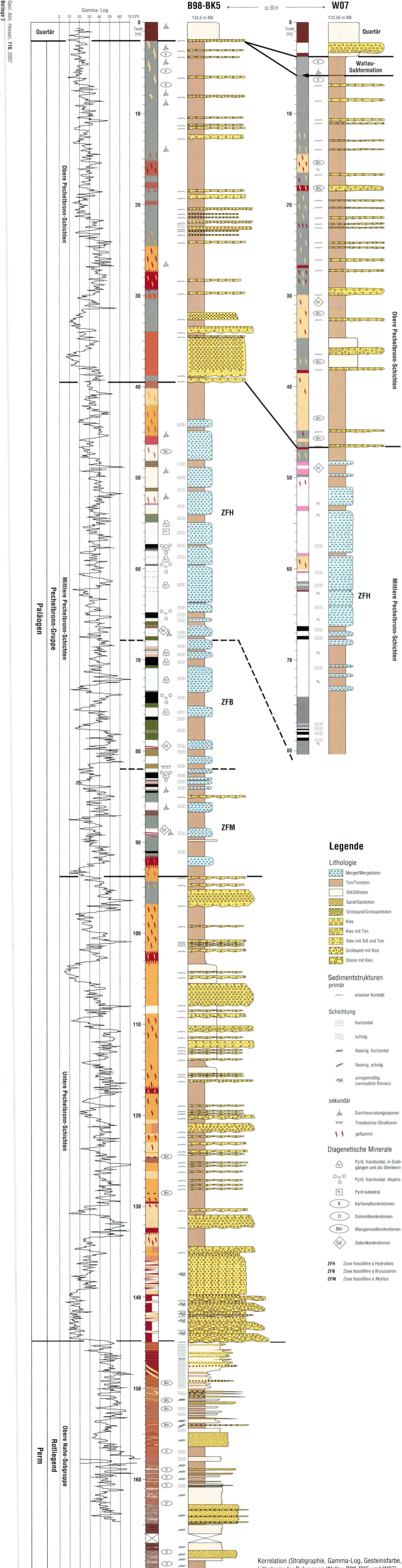
bindung über die Hessische Straße und damit erstmals einen durchgehenden marinen Ablagerungsraum vom Nordmeer bis in den südlichen Oberrheingraben nachweist. In der anschließenden Phase des Meeresspiegelhochstands wird der Ablagerungsraum flacher und verbrackt zunehmend. Ein 2. sedimentärer Zyklus beginnt ebenfalls mit alluvial-fluviatilen Sedimenten (Obere Pechelbronn-Schichten) und wird letztendlich von den marinen Sedimenten der Bodenheim-Formation (Rupelton) abgeschlossen.

Im Mittelpunkt der sedimentologischen, biofaziellen und geochemischen Untersuchungen stehen die Mittleren Pechelbronn-Schichten. Die einzelnen Beiträge belegen den außergewöhnlichen Reichtum an sehr gut erhaltenen Fossilien mit einer hohen stratigraphischen und biofaziellen Aussagekraft. Die paläogeographische und klimatische Entwicklungsgeschichte des Ablagerungsraums im nördlichen Oberrheingraben wird rekonstruiert.



Herausgeber, © und Vertrieb:
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186, 65203 Wiesbaden

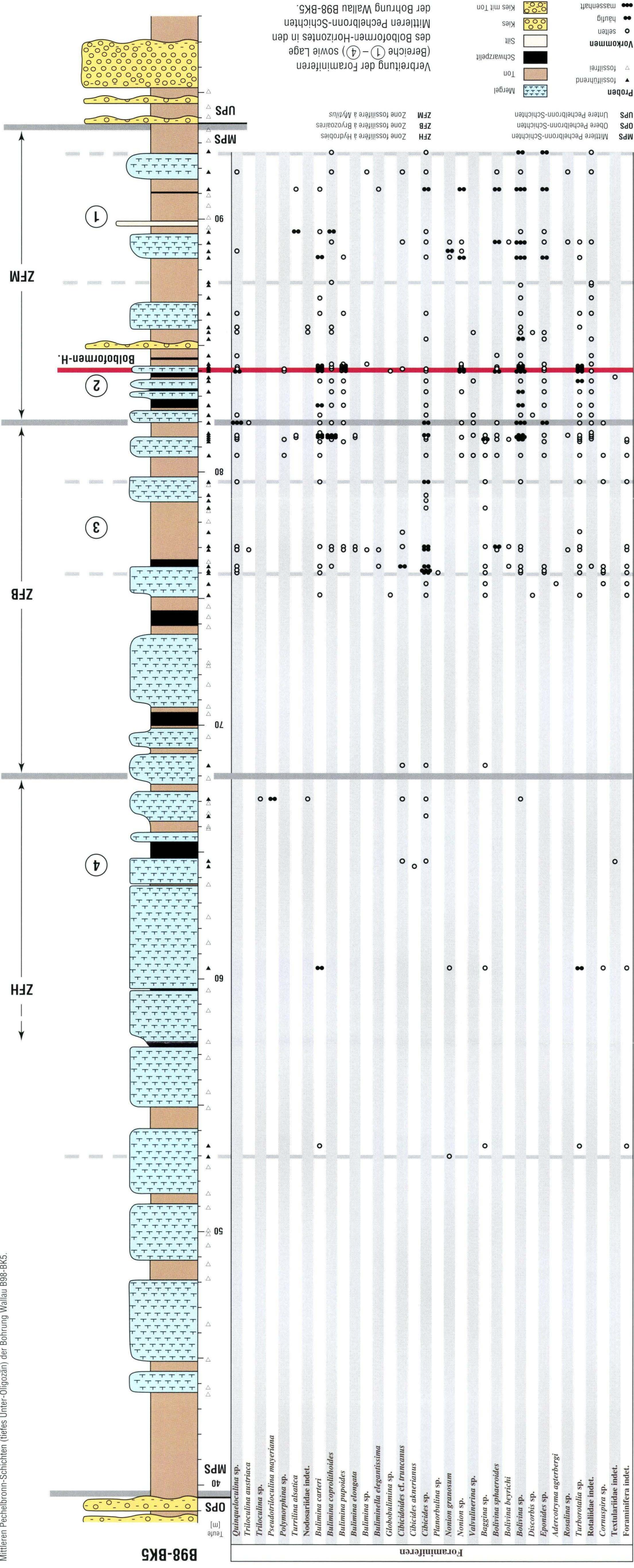
www.hlug.de



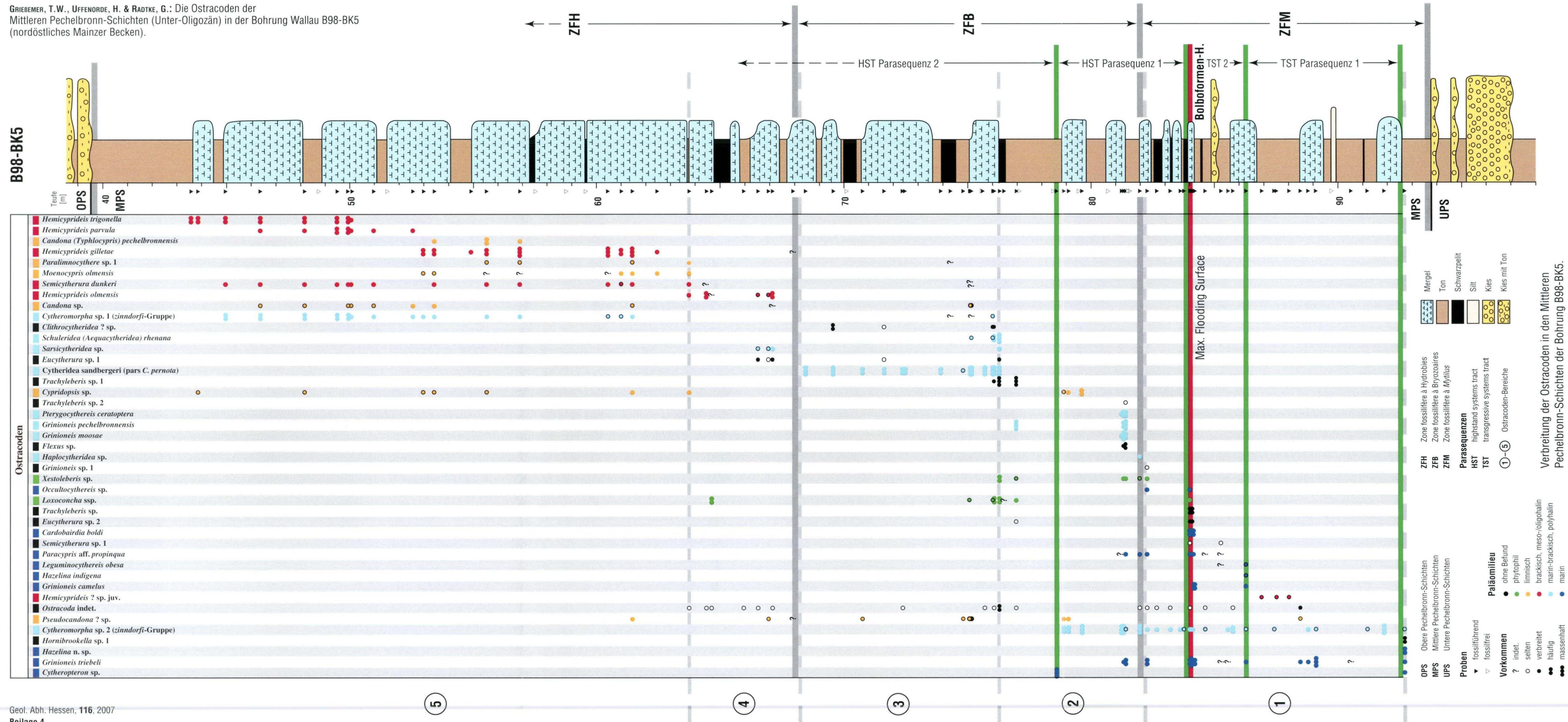
Korrelation (Stratigraphie, Gamma-Log, Gesteinsfarbe, Lithologie der Bohrungen Wallau B98-BK5 und W07).

B98-BK5

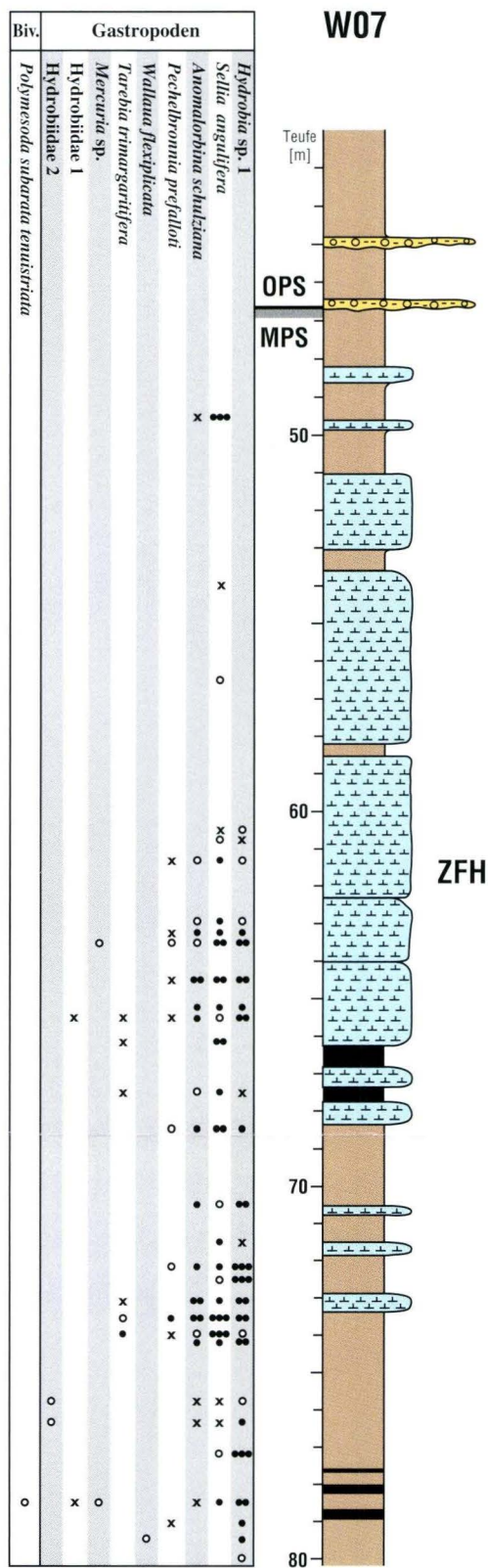
Tiefe [m]



B98-BK5



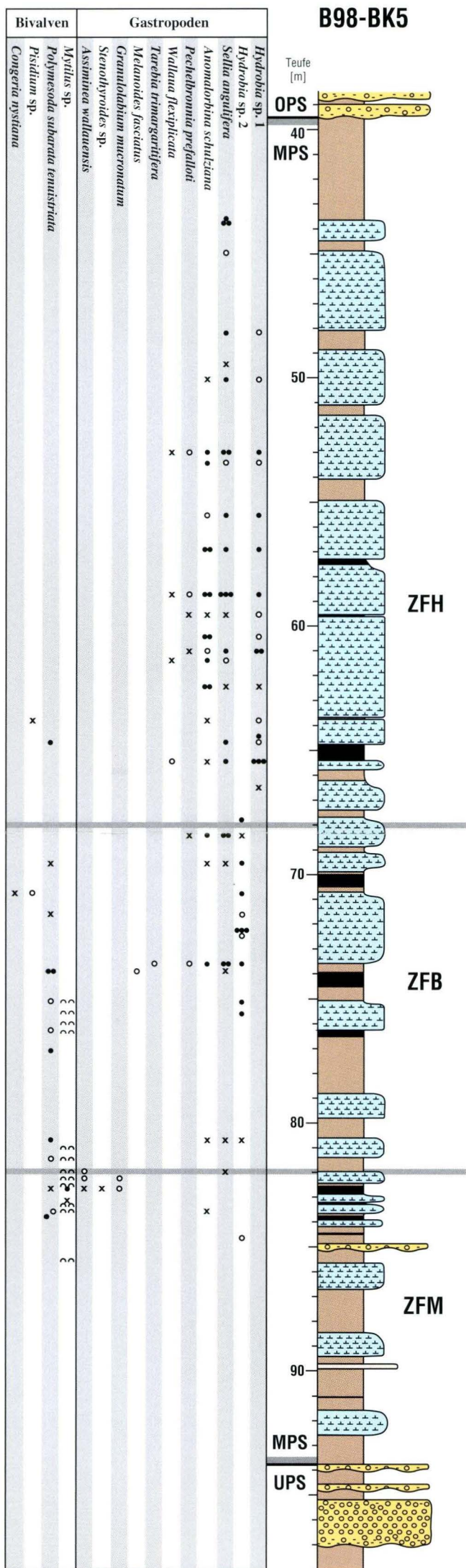
Verbreitung der Ostracoden in den Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrung B98-BK5.

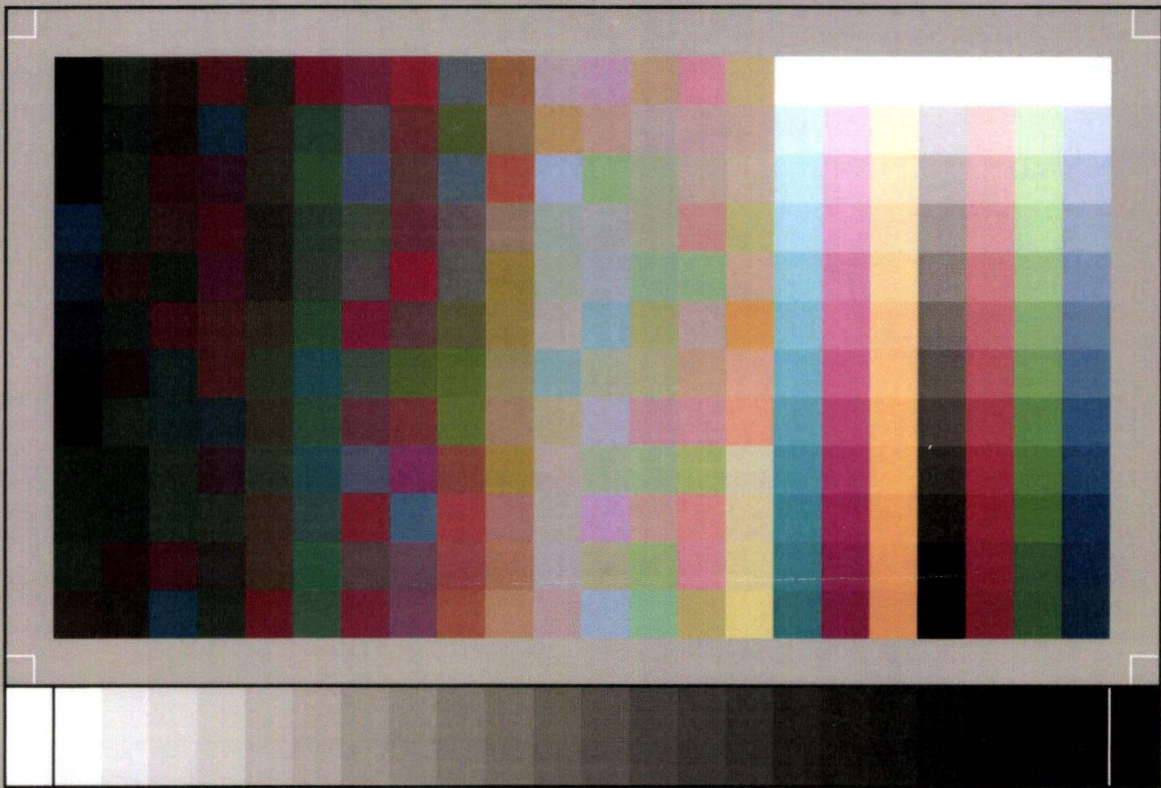


- OPS Obere Pechelbronn-Schichten
MPS Mittlere Pechelbronn-Schichten
UPS Untere Pechelbronn-Schichten
- ZFH Zone fossilifère à Hydrobies
ZFB Zone fossilifère à Bryozoaires
ZFM Zone fossilifère à *Mytilus*

- Vorkommen**
- x sehr selten
 - o selten
 - mäßig häufig
 - häufig
 - massenhaft
 - ~ Schill-Lage
- Mergel
 - Ton
 - Schwarzpelit
 - Silt
 - Kies
 - Kies mit Ton

Verbreitung der Mollusken in den Mittleren Pechelbronn-Schichten der Bohrungen B98-BK5 und W07.





SP050509001

ScanPrint® *autopilot* Scan Target v2.0