

Geologie und Paläontologie in Westfalen

Heft 60

Lioceratoides sp. indet., ein mediterranes
Faunenelement aus der *Pleuroceras apyrenum*-Subzone
(Ober-Pliensbachium) von Ennigloh bei Bünde

Siegfried Schubert und Rudolf Fischer

Geologie im Bereich des Trassenneubau für die
Stadtbahnlinie 4 (Universitätslinie) der Stadt Bielefeld:
Beckenanalyse, Fazies und Palaeoenviroment des
Keupers im Raum Bielefeld

Markus Harting, Otto Leiss, Wolfgang Boenigk,
Haino-Uwe Kasper, Gerd Grumm & Savvas Semertzidis

Die Fossilführung des Mitteldevons im Raum Attendorn-Olpe
(West-Sauerland; Rechtsrheinisches Schiefergebirge)

Andreas May



Hinweise für Autoren

In der Schriftenreihe **Geologie und Paläontologie in Westfalen** werden geowissenschaftliche Beiträge veröffentlicht, die den Raum Westfalen betreffen.

Druckfertige Manuskripte sind an die Schriftleitung zu schicken.

Aufbau des Manuskriptes

1. Titel kurz und bezeichnend.
2. Klare Gliederung.
3. Zusammenfassung in Deutsch am Anfang der Arbeit.

Äußere Form

4. Manuskriptblätter einseitig und weitzeilig beschreiben; Maschinenschrift, Verbesserungen in Druckschrift.
5. Unter der Überschrift: Name des Autors (ausgeschrieben), Anzahl der Abbildungen, Tabellen und Tafeln; Anschrift des Autors auf der 1. Seite unten.
6. Literaturzitate im Text werden wie folgt ausgeführt: (AUTOR, Erscheinungsjahr: evtl. Seite) oder AUTOR (Erscheinungsjahr: evtl. Seite). Angeführte Schriften werden am Schluß der Arbeit geschlossen als Literaturverzeichnis nach den Autoren alphabetisch geordnet. Das Literaturverzeichnis ist nach folgendem Muster anzuordnen:

SIEGFRIED,P.(1959):Das Mammut von Ahlen (*Mammonteus primigenius* BLUMENB.).-Paläont. Z.**30,3**:172-184, 3 Abb., 4 Taf.; Stuttgart.

WEGNER, T. (1926): Geologie Westfalens und der angrenzenden Gebiete. 2. Aufl. – 500 S., 1 Taf., 244 Abb.; Paderborn (Schöningh).

7. Schrifttypen im Text:

doppelt unterstrichen = **Fettdruck**

einfach unterstrichen oder g e s p e r r t = S p e r r u n g.

Gattungs- und Artnamen unterschlängeln = *Kursivdruck*

Autorennamen durch GROSSBUCHSTABEN wiedergeben.

Abbildungsvorlagen

8. In den Text eingefügte Bilddarstellungen sind Abbildungen (Abb. 2). Auf den Tafeln stehen Figuren (Taf. 3, Fig.2) oder Profile (Taf. 5, Profil 2).
9. Strichzeichnungen können auf Transparentpapier oder Photohochglanzpapier vorgelegt werden. Photographien müssen auf Hochglanzpapier abgezogen sein.

Korrekturen

10. Korrekturfahnen werden den Autoren einmalig zugestellt. Korrekturen gegen das Manuskript gehen auf Rechnung des Autors.

Für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren allein verantwortlich.

Geologie und Paläontologie in Westfalen

Heft 60

***Lioceratoides* sp. indet., ein mediterranes Faunenelement aus der *Pleuroceras apyrenum*-Subzone (Ober-Pliensbachium) von Ennigloh bei Bünde**

Siegfried Schubert und Rudolf Fischer

Geologie im Bereich des Trassenneubau für die Stadtbahnlinie 4 (Universitätslinie) der Stadt Bielefeld: Beckenanalyse, Fazies und Palaeo- environment des Keupers im Raum Bielefeld

Markus Harting, Otto Leiss, Wolfgang Boenigk, Haino-Uwe Kasper, Gerd Grumm &
Savvas Semertzidis

Die Fossilführung des Mitteldevons im Raum Attendorn-Olpe (West-Sauerland; Rechtsrheinisches Schiefergebirge)

Andreas May

Geol. Paläont. Westf.	60	79 S.	19 Abb. 7 Tab. 3 Taf.	Münster März 2003
--------------------------	----	-------	-----------------------------	----------------------

Impressum

Geologie und Paläontologie in Westfalen

Herausgeber: Dr. Alfred Hendricks
Landschaftsverband Westfalen-Lippe
Westfälisches Museum für Naturkunde, Münster
Sentruper Str. 285, 48161 Münster
Telefon 02 51/5 91-05, Telefax: 02 51/5 91 60 98

Druck: LINDEN Print & Media GmbH, Münster

Schriftleitung: Dr. Peter Lanser

ISSN 0176-148X
ISBN 3-924590-77-X

© 2003 Landschaftsverband Westfalen-Lippe

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung des LWL reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Geol. Paläont. Westf.	60	5 - 11	3 Abb. 2 Tab.	Münster März 2003
--------------------------	----	--------	------------------	----------------------

***Lioceratoides* sp. indet., ein mediterranes Faunenelement
aus der *Pleuroceras apyrenum*-Subzone (Ober-Pliensbachium)
von Ennigloh bei Bünde**

Siegfried Schubert¹ und Rudolf Fischer²

Kurzfassung

Vor einigen Jahren wurde im Raum Bünde eine neue Tongrube in Betrieb genommen. Sie erschloss Tonsteine mit Ammoniten aus der Familie der Amaltheidae, wie sie aus der *margaritatus*- und der *spinatum*-Zone des Ober - Pliensbachiums (Domerium) des epikontinentalen Lias - Meeres in NW - Europa allgemein bekannt sind. Ihnen beigesellt ist ein Einzelfund von *Lioceratoides* sp. indet. (Fam. Hildoceratidae). Die Gattung ist im mediterranen Domerium artenreich vertreten; für den nw - europäischen Raum bedeutet der Fund von *Lioceratoides* sp. indet. den Erstnachweis.

Abstract

A section through claystone with intercalated layers of clay ironstone concretions was exposed within a clay pit in the nearer surroundings of Bünde (Westfalia, NW-Germany). Ammonites of the family Amaltheidae are frequent and indicate the Domerian age (*margaritatus*- to *spinatum*-zones) of the series. Among the ammonites, the find of a single specimen of *Lioceratoides* sp. indet. is of special interest, for being the first find of that mediterranean taxon within the epicontinental environment of the Northwest - European faunal province.

Résumé

Il y a quelques années une glaisière située près de la cité de Bünde, présentait une coupe de roches argilleuses, contenant ammonites de la famille domérienne des Amaltheidae, généralement connues dans couches de l'océan épicontinental du Nord-Ouest Europe. Une exemplaire singulier de *Lioceratoides* sp. indet. était associé au groupe des Amaltheidae. Sa découverte signifie la preuve initiale du genre, généralement réstringué à l'océan méditerrané, en dehors de cette région.

Anschriften der Verfasser

* Siegfried Schubert, Magdeburger Str. 16, 33803 Steinhagen

+ Prof. Dr. R. Fischer, Elbinger Weg 39, D-30938 Burgwedel

Inhaltsverzeichnis

1 Lage des Aufschlusses	5
2 Geologie und Fossilführung	6
3 <i>Lioceratoides</i> sp. indet. von Ennigloh	7
3.1. Beschreibung	8
3.2. Mittellias - Hildoceratidae in NW-Deutschland	9
4 Dank	10
5 Literatur	11

1. Lage des Aufschlusses

Der Fundort liegt ca. 8 km nordwestlich des Stadtzentrums von Bünde (Ostwestfalen) im Stadtteil Ennigloh (TK 25 000, Blatt 3717 Kirchlengern, R: 34 68 450, H: 57 86 280). Dort wurde von der Firma Meyer aus Holsen der Abbau von Tonsteinen in einer Grube betrieben, die unmittelbar an der Bahnlinie Bünde - Minden liegt, jedoch seit langem aufgelassen und zugewachsen ist. Direkt östlich davon wurde in den frühen 90er Jahren vom Landwirt Moritz eine neue Tongrube aufgefahren, die auch heute noch in Betrieb ist. Sie ist über die Horstsiekstraße in Ennigloh erreichbar.

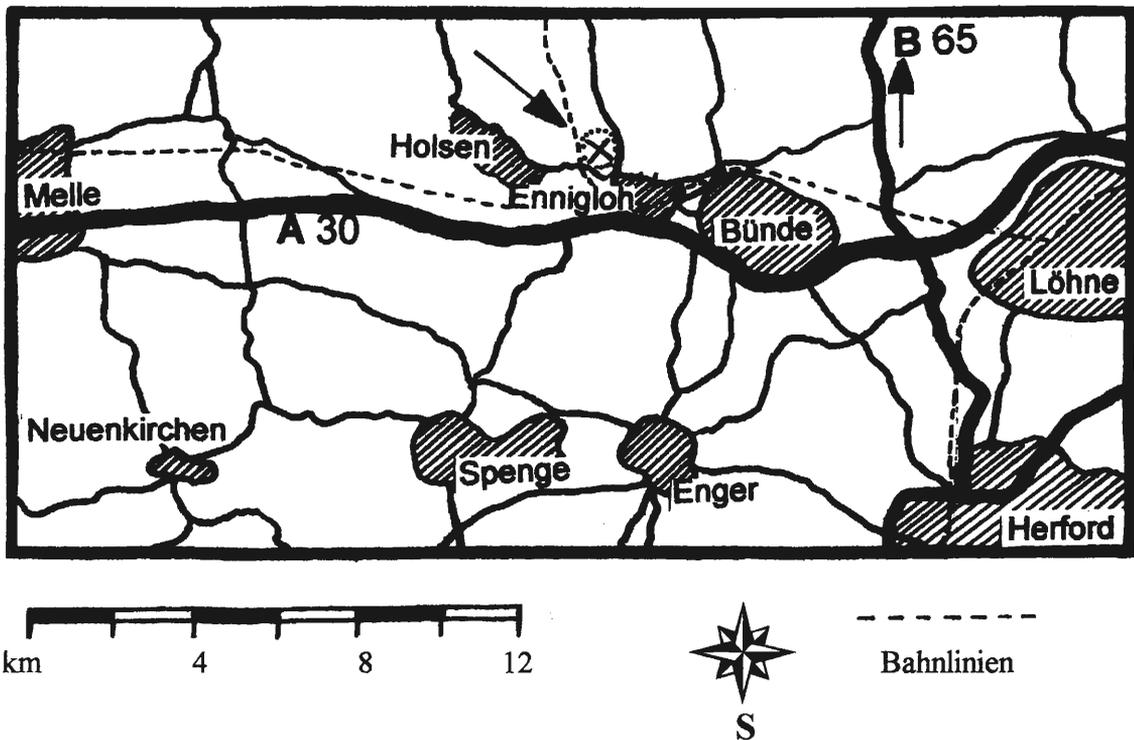


Abb. 1: Lage des Aufschlusses (Pfeil) nordwestlich von Bünde und seine nähere Umgebung.

2. Geologie und Fossilführung

Die Tongrube Ennigloh befindet sich im Ausdehnungsbereich der Herforder Liasmulde. Als vor etwa 8 Jahren der Abbau begann, erschloß er siltige dunkelgraue Tonsteine des Ober - Pliensbachium (Domerium) von der *gibbosus* - Subzone (nicht bis zur Basis erfaßt) über die *apyrenum* - Subzone bis in die *hawskerense* - Subzone. Heute geht der Abbau im jüngeren Abschnitt der Schichtfolge um; die älteren Schichten (*gibbosus*- und *apyrenum* - Schichten), aus denen der Fund von *Lioceratoides* sp. indet. stammt, sind rekultiviert und nicht mehr zugänglich. Die Tonsteine, in die zahlreiche Lagen von Toneisenstein- und Kalkgeoden eingeschaltet sind, fallen schwach nach Süden ein. Sie werden von einer ca. 2 m mächtigen Decke von Geschiebelehm überlagert und sind bis in eine Tiefe von etwa 6 m stark verwittert.

Vor allem die Toneisensteingeoden zersetzen sich zu gelblich-brauner Mudde und die Fossilien wittern aus ihnen aus.

Im westlichen Teil der Tongrube standen die Schichten mit *Amaltheus gibbosus* (SCHLOTHEIM) an. Hier waren brauchbare Funde wegen der starken Verwitterung leider nicht möglich. Erst im Laufe der weiteren Abbautätigkeit gelang es, bessere Funde an einer weniger tiefgründig verwitterten Stelle der Tongrube zu machen. Die dort erhaltene Fauna gehört zur *apyrenum* - Subzone.

Die Geodenlage mit dem hier beschriebenen Fund führte eine typische Pleuroceraten-Fauna. Die Ammoniten waren in ihr außergewöhnlich häufig. Auch die Tonsteine unmittelbar über und unter dieser Geodenlage führten reichlich Ammoniten, allerdings ausschließlich plattgepresste Exemplare.

Die Geoden sind sehr hart und deshalb schwer zu präparieren. Teilweise läßt sich das Gestein schlecht vom Objekt trennen. Die Gehäuse sind teils mit Sediment, teils mit Zinkblende bzw. Kalkspat gefüllt; die erhaltene Schale ist schwarz gefärbt. Die Farbe hängt eventuell mit der thermischen Umwandlung organischer Substanz unter dem Einfluß des Vlothoer Massivs zusammen (vgl. BÜCHNER & SERAPHIM 1973 - 1977). Etwa 2 m über der Geodenlage war eine weitere Lage aus kleineren Geoden erschlossen, aus der *Pleuroceras transiens* FRENTZEN, *Pleuroceras spinatum* BRUGUIERE, *Pleuroceras salebrosum* (HYATT) und *Pleuroceras apyrenum* (BUCKMAN) geborgen wurden. Auf Grund der starken Verwitterung war die Erhaltung der Ammoniten mäßig.

Unhorizontierte Aufsammlungen aus den Schichten unter und über den beschriebenen Geodenlagen ergaben Muscheln, Brachiopoden, Schnecken, Belemniten, Seelilien und Treibholzreste, wenn auch in Vergleich zu den Ammoniten in untergeordneter Zahl. Die Ammonitenfunde, auf denen auch die stratigraphische Gliederung der Schichtfolge von Ennigloh gründet, sind in Tab. 1 aufgeführt.

Stufe	Zone	Subzone	Ammoniten
Ober- Domerium (Ober-Pliensbachium)	<i>Pleuroceras spinatum</i>	<i>Pl. hawskerense</i>	<i>Pl. spinatum</i> <i>Pseudam. engelhardtii</i>
		<i>Pl. apyrenum</i>	<i>Pl. apyrenum</i> <i>Pl. salebrosum</i> <i>Pl. solare</i> <i>Pl. solare solitarium</i> <i>Pl. spinatum</i> <i>Pl. transiens</i> <i>Pseudam. engelhardtii</i> <i>Lioceratoides sp. indet.</i>
Unter-Domerium (Ober-Pliensbachium)	<i>Amaltheus margaritatus</i>	<i>Am. gibbosus</i>	<i>Am. gibbosus</i> <i>Am. margaritatus</i>

Tab. 1: Ammonitenfunde aus der Tongrube Moritz in Ennigloh und ihre stratigraphische Reichweite (Artbestimmung nach JORDAN 1960 und HOWARTH 1958).

Sehr ähnliche Amaltheiden-Faunen beschreibt JORDAN (1960) aus der aufgelassenen, nur wenig westlich gelegenen Tongrube der Fa. MEYER. Er erwähnt aber keine Funde von Mittellias – Falciferen.

3 *Lioceratoides sp. indet* von Ennigloh

Das hier beschriebene Exemplar eines *Lioceratoides sp. indet.* stammt aus einer etwas größeren dickrunden Toneisenstein – Geode. Es lag dort zusammen mit mehreren *Pleuroceras solare* (PHILLIPS) vergesellschaftet, von denen noch ein Fragment auf dem Gesteinsstück anheftet, das den Falciferen überliefert. Die Ammoniten sind vollkörperlich und mit ihrer Schale erhalten, die allerdings beim Aufschlagen der Geoden z.T. abgeplatzt und verloren gegangen ist.

Von dem zusammen mit dem *Lioceratoides* sp. indet. überlieferten *Pleuroceras solare* (PHILLIPS) liegt ein Fragment des mit Zinkblende gefüllten Phragmokons vor. Das *Lioceratoides* – Exemplar dagegen ist recht vollständig erhalten und zeigt den Phragmokon und einen Wohnkammerabschnitt (ca. $\frac{1}{4}$ Umgang). Dieser ist mit Toneisenstein gefüllt; die Kammern des Phragmokons sind z.T. mit Schwefelkies unterschiedlicher Kristallgröße, mit Zinkblende oder Toneisenstein gefüllt.

3.1 Beschreibung

Das vorliegende Exemplar hat eine Größe von 14,72 mm. Von der Wohnkammer ist etwa $\frac{1}{4}$ Umgang erhalten, vom Phragmokon ist der letzte Umgang sichtbar; die inneren Windungen sind nicht freipräpariert. Auf der Wohnkammer und der Nabelregion des Phragmokons sind Reste der Schale erhalten (Abb.2 a, b).

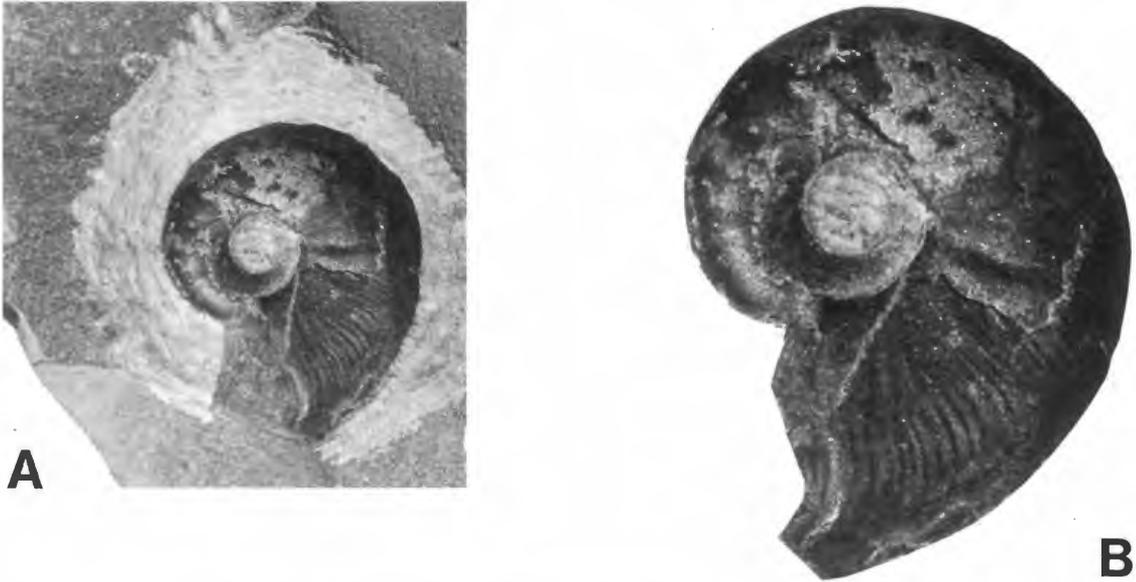


Abb.2: *Lioceratoides* sp. indet. Steinkern mit Schalenresten aus der Tonsteingrube von Ennigloh/Bünde. Oberes Pliensbachium, Oberes Domerium, *Pleuroceras apyrenum*-Subzone.
 2 A: Übersichtsfoto, ca. 2,7 x ; 2 B: Detailfoto, ca. 5,1 x (D = 14,72 mm).
 (Sammlung Schubert/ Steinhagen, Inv.-Nr. SCBE 0500).

Das Gehäuse ist mäßig weit genabelt (s. Tab. Meßwerte), scheibenförmig. Die Windungen, die sich zu etwa einem Drittel übergreifen, sind verhältnismäßig hoch und von subelliptischem Querschnitt. Die Externseite zeigt einen flachen Kiel, der mit zunehmender Gehäusegröße an Schärfe zunimmt, begleitet von gegen die Flanke abgesetzten Dorsalbändern.

Maße:	Durchmesser	= D	= 14,72 mm	
	Windungshöhe	= Wh	= 6,88 mm	= 46,7 %
	Windungsbreite	= Wb	= 3,52 mm	= 23,9 %
	Nabelweite	= N	= 4,32 mm	= 29,3 %

Der Steinkern des Phragmokons zeigt ab einem Durchmesser von 8 mm feine, dicht-stehende Sichelrippen. Die Sichelbögen sind gleichartig entwickelt ist; sie gehen gebündelt von Sichelstielen aus, die verdickt und nur sporadisch entwickelt sind. Kurz vor der letzten Kammerscheidewand ist einer der Rippenstiele besonders stark verdickt. Auf der Schale der Wohnkammer zeigen sich dichtstehende Sichelbögen, deren feine, Anwachsstreifen vergleichbare Stiele sich bündeln und dabei eine wulstartige Schalenschwellung erzeugen.

Die Lobenlinie, von der nur der äußere Abschnitt gesehen werden kann, zeigt einen breiten Sattel zwischen E und L, einen tief eingesenkten L und (bei D=12,00 mm: vorletzte Kammerscheidewand) 3 Umbilikalloben (Abb.3).



Abb. 3: Vorletzte Suturlinie bei Wh = 5 mm und D = 12 mm. Gezeichnet unter Benutzung eines Wild M3C-Binokulars mit Zeichenspiegel.

Dem äußeren Habitus nach (Windungsverhältnisse, Windungsquerschnitt, Ausbildung der Externseite, Berippung) und auch nach dem Bau der Lobenlinie (Zerschließungsgrad des Sattels zwischen E und L; Zahl der U - Loben) gehört das beschriebene Exemplar zu den „Mittellias-Falciferen“ (QUENSTEDT 1885; FISCHER 1975), jedoch zu keiner der bisher aus NW - Deutschland bekannten Arten (FISCHER 1975:52), die den Gattungen *Arieticerias*, *Fucinicerias* und *Protogrammoceras* zugeordnet sind. Deren Gehäuse sind durchweg weitnabeliger und im Allgemeinen deutlich gröber berippt.

Die feine Berippung aus Sichelrippen, deren Stiele weniger deutlich entwickelt sind und sich zu Bündeln zusammenschließen, sowie die verhältnismäßig kleine Nabelweite sind Merkmale der Gattung *Lioceratoides* SPATH, 1919 (vgl. BRAGA 1983). *L. fucinianus* (HAAS) (BRAGA 1983, Taf.7, Fig.14,16), *L. naumachensis* (FUCINI) (BRAGA 1983, Taf.7, Fig.17,18) und *L. aradasi* (FUCINI) (BRAGA 1983, Taf.8, Fig.4-6) zeigen diese Berippungsart und weichen lediglich in der Rippen-Dichte von unserem Stück ab. Eine Zuordnung zu einer der genannten Arten ist dennoch nicht möglich. Das Exemplar von Ennigloh ist klein und nicht ausgewachsen; seine (Jugend-)Merkmale sind auf den größeren Exemplaren, die bisher aus dem Tethys-Bereich beschrieben wurden, nicht zu erkennen. Deren Innenwindungen sind entweder durch jüngere Windungen überdeckt, nicht freipariert oder nicht erhalten.

3.2. Mittellias-Falciferen in NW-Deutschland

Der Fund von *Lioceratoides* sp. indet. erweitert nicht nur das Artenspektrum mediterraner Ammoniten aus dem epikontinentalen Mittellias, sondern ergänzt auch die bisherigen Kenntnisse über das zeitliche Auftreten dieser Formen (Tab.2).

Aus NW-Deutschland sind schon seit BRAUNS 1871 Falciferen aus Ton- und Mergelsteinen des Mittellias bekannt. In horizontalen Aufsammlungen sind sie auf Schichten des basalen Domerium (*stokesi*-Subzone) beschränkt (FISCHER 1975:52). Nach Beobachtungen des Erstautors lassen sich verschiedene Fundhorizonte trennen: *Arieticerias nitescens* (YOUNG & BIRD) kommt nahe der Basis der *stokesi*-Subzone vor, etwas jünger ist der Horizont der die meisten bisher bekannten Falciferen-Arten in NW-Deutschland führt. Noch höher, im jüngsten Abschnitt der *stokesi*-Subzone, wurde *Protogrammoceras kurrianum* (OPPEL) gefunden. Darüber hinaus ist aus den basalen Schichten des Posidonienchiefers im östlichen Niedersachsen *Protogrammoceras paltum* (BUCKMAN) bekannt geworden (Harzvorland: GARCÍA 1996, Abb.4), das in Süddeutschland die Basis des Toarciums markiert (SCHLATTER 1985).

Aus der Zeitspanne zwischen dem frühen Domerium (*stokesi* - Subzone) und dem frühen Toarcium (*paltum* - Subzone) war bisher aus dem extratethydischen Bereich nur noch *Canavaria* aff. *cultraro* FUCINI bekannt, das HOWARTH 1955 in jüngsten Schichten der *hawskerense*-Subzone von Staithes/Yorkshire fand.

Stufe	Zone	Subzone	Falciferen
Unter-Toarcium	<i>Dactyloceras tenuicostatum</i>	<i>Protogrammoceras paltum</i>	+ <i>Protogr. paltum</i>
Ober-Domerium	<i>Pleuroceras spinatum</i>	<i>Pleuroceras hawskerense</i>	+ <i>Canavaria</i> aff. <i>cultraroï</i> [in Yorkshire]
		<i>Pleuroceras apyrenum</i>	+ <i>Lioceratoides</i> sp. indet.
Unter-Domerium	<i>Amaltheus margaritatus</i>	<i>Amaltheus gibbosus</i>	
		<i>Amaltheus subnodosus</i>	
		<i>Amaltheus stokesi</i>	+ <i>P. kurrianum</i> + <i>P. monestieri</i> , <i>Protogramm. incertum</i> + <i>Arietoceras nitescens</i>

Tab. 2: Verbreitung der „Mittellias-Falciferen“ im Ober-Pliensbachium bei Bielefeld in der Herforder Liasmulde. Die Amaltheenschichten sind ca. 95 m mächtig (ALTHOFF 1928). Angegeben sind auch weitere Falciferen-Arten, die in der nw-europäischen Faunenprovinz vorkommen.

Obwohl *Lioceratoides* sp. indet. nur als Einzelfund vorliegt, könnte er etwas mehr Licht in die Geschichte der Einwanderung mediterraner Ammoniten-Arten in die nw-europäische Faunenprovinz bringen. FISCHER 1975 konnte zeigen, dass süd- und nw-deutsches Liasbecken durch auf getrennten Wegen einwandernde Falciferen besiedelt wurden. Zusätzlich scheint das nur sporadische Auftreten der mediterranen Elemente in einzelnen von einander getrennten Horizonten der mittel- bis ober-liasischen Schichtfolge darauf hinzudeuten, dass die Einwanderung nur in zeitlich getrennten, kurzfristigen Schüben erfolgte. Sie waren allerdings nur selten so erfolgreich, dass sich die Immigranten überregional verbreiten (z.B. in der *stokesi*- und der *paltum*-Subzone) oder gar neue (endemische) Arten entwickeln konnten („mittlere“ *stokesi*-Subzone).

4. Dank

Herr M. METZ (Holsen bei Ennigloh) gab Hinweise zu dem beschriebenen Aufschluss und stellte Literatur zur Verfügung, wie auch Herr Dr. R. EBEL (Bünde). Frau K. GLAWE aus Hannover stellte spontan Farbfotos von den Fundstücken her. Dafür danken wir sehr herzlich.

5. Literatur

- ALTHOFF, W. (1914): Die geologischen Aufschlüsse Bielefelds. - Ber. naturwiss. Ver. Bielefeld (1911 –1913), **3**: 195 – 225, 1 Abb.; Bielefeld.
- ALTHOFF, W. (1928): Übersicht über die Gliederung der mesozoischen Schichten bei Bielefeld. - Ber. naturwiss. Ver. Bielefeld (1922 - 1927), **5**: 117 – 135, 18 Tab.; Bielefeld.
- BRAGA ALARCON, J. C. (1983): Ammonites del Domerense de la Zona Subbética (Cordilleras Béticas, Surde España).- 410 S., 197 Abb., 16 Taf.; Granada [Diss. Univ. Granada].
- BRAUNS, D. (1871): Der untere Jura im nordwestlichen Deutschland etc.- X+493 S., 2 Taf.; Braunschweig Vieweg).
- BÜCHNER, M. & SERAPHIM, E. Th. (1973): Mineralneubildungen im saxonischen Bruchfaltengebirge des Unteren Weserberglandes. - Ber. naturwiss. Ver. Bielefeld **21**, (1):17 – 95, 36 Abb., 1Tab.; Bielefeld.
- & (1975): Mineralneubildungen im saxonischen Bruchfaltengebirge des Unteren Weserberglandes. Teil 2. Jura bis Tertiär und Altersfrage - Ber. naturwiss. Ver. Bielefeld **22**, (2):59 – 146, 36 Abb., 1Tab.; Bielefeld.
- & (1977): Mineralneubildungen im saxonischen Bruchfaltengebirge des Unteren Weserberglandes. Teil 3 (Schluß): Nachträge zu den Lagerstätten und Kausalfrage- Ber. naturwiss. Ver. Bielefeld **23**, (3): 9 – 89, 19 Abb., 1Tab.; Bielefeld.
- FISCHER, R. (1975): Die deutschen Mittellias-Falciferen (Ammonoidea; *Protogrammoceras*, *Fuciniceras*, *Arieticerus*). - Palaeontographica Abt. A, **151**: 1 – 3: 47 – 101, 36 Abb., 4 Taf.; Stuttgart.
- GARCÍA, M.R. (1996): Dactylioceratinae (Ammonoidea) der *tenuicostatum*- und *falciferum*-Zone (Unter-Toarcium, Lias) von Nordwestdeutschland. – 114 S., 9 Taf.; Hannover [Diss.Univ. Hannover].
- HOWARTH, M. K. (1955): Domesian of the Yorkshire Coast. - Proc. Yorkshire geol. Soc. **30**, 2, Nr. 10: 147 – 175; Whitby.
- (1958): A monograph of the ammonites of the Liassic family Amaltheidae in Britain.- Palaeontogr. Soc., **1957/58**: XXXVII + 53 S., 18 Abb., 10 Taf.; London.
- JORDAN, R. (1960): Paläontologische und stratigraphische Untersuchungen im Lias delta (Domerium) Nordwestdeutschlands. - Dissertation Univ. Tübingen [unveröff.].
- KNITTER, H. & OHMERT, W. (1986): Zur Pliensbachium/Toarcium-Grenze im Oberrheingebiet. - Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, **28**: 161 – 172, 4 Abb.; Freiburg im Breisgau.
- LANGE, W. (1932): Über ein *Hammatoceras* und einen Amaltheenvorläufer (*Proamaltheus wertheri* gen. sp. nov.) aus dem Lias + von Werther in Westfalen. – Z. dt. geol. Ges. **84**: 235 – 241, Berlin.
- MEISTER, CH. (1989): Les Ammonites du Domesien des Causses (France), Analyses paléontologiques et stratigraphiques. - Edit. CNRS, **15**: 99 S., 9 Taf., 53 Fig., 4 Tab.; Paris.
- QUENSTEDT, F.A. (1885): Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. I. Band. Der Schwarze Jura (Lias).- 440 S., Atlas mit 54 Taf., Stuttgart (Schweizerbart).
- SCHLATTER, R. (1985): Eine bemerkenswerte Ammonitenfauna aus dem Grenzbereich Pliensbachium/Toarcium der Baar (Baden- Württemberg).- Stuttgarter Beitr. Naturk., (B), **112**: 27 S., 4 Taf., 4 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- SCHLEGELMILCH, R. (1992): Die Ammoniten des süddeutschen Lias – Ein Bestimmungsbuch für Fossiliensammler und Geologen. - 2. Auflage: 245 S., 22 Abb., 58 Tafeln; Stuttgart (Gustav Fischer).
- SCIAU, J. (1991): Coup d'oeil sur les fossiles des Causses. I. Du Primaire au Lias moyen.- Assoc. amis Mus. Millau **1991**:77 S., 3 Tab., 5 Abb., 2 Ktn, div. Bilder, 52 Taf.; Millau.

8

Geol. Paläont. Westf.	60	13 - 45	12 Abb. 5 Tab.	Münster März 2003
--------------------------	----	---------	-------------------	----------------------

Geologie im Bereich des Trassenneubau für die Stadtbahnlinie 4 (Universitätslinie) der Stadt Bielefeld: Beckenanalyse, Fazies und Palaeo-environment des Keupers im Raum Bielefeld

Markus Harting¹, Otto Leiss², Wolfgang Boenigk¹, Haino-Uwe Kasper¹, Gerd Grumm² & Savvas Semertzidis³

1 Untersuchungsgebiet (Tunneltrasse)

1.1 Konstruktionsabschnitte und Verlauf der Tunneltrasse

Die Tunneltrasse für die Stadtbahnlinie 4 (Universitätslinie) verläuft inmitten des Innenstadtbereiches der Stadt Bielefeld (Ostwestfalen-Lippe, NRW) und wird von der Topographischen Karte 1 : 25.000, Blatt 3917 Bielefeld erfaßt.

Die Trassenführung für die Stadtbahnlinie 4 wird in neun Konstruktionsabschnitte, davon vier in offener Bauweise (Abb. 1, 2 und 3), unterteilt:

1. Unterfahrung der setzungsempfindlichen Gleisanlagen der Deutschen Bahn AG (10 Gleise, 3 Bahnsteige) und Anschluß an bereits vorhandene Tunnelröhren im Bereich der Haltestelle Hauptbahnhof
2. Weichenstraße (zweigleisig) mit Anfahrschacht 1 (Af 1: offene Bauweise), dem späteren Notausstieg
3. Unterfahrung der Weststraße durch Gleis 11, sowie unterhalb der Bebauung der Weststraße durch die Einzelröhre des Gleises 12
4. Haltestelle Siegfriedplatz und Zugangsanlagen in offener Bauweise
5. Synchron verlaufender Streckenbereich mit Af 2 etwa 80 m vor der Haltestelle Bürgerpark
6. Haltestelle Bürgerpark (Oetkerhalle) und Zugangsanlagen in offener Bauweise
7. Unterfahrung der Stapenhorststraße (zweigleisig)
8. Zusammenführung von Gleis 11 und 12
9. Rampe (Af 3: offene Bauweise); Übergang zur oberirdischen Trassenführung (Kurt-Schumacher Straße)

Die Trasse verläuft zunächst in einem Bogen von Südost nach West, später in Richtung Nordwest. Hierbei wurden weite Teile der Bereiche Jöllenbecker Straße, der Weststraße, der Stapenhorststraße sowie der Kurt-Schumacher Straße unterquert.

1.2 Bohrungen

Zur überregionalen Erfassung der Verbreitungs- und Lagerungsverhältnisse der Keupergesteine im Osnabrücker Bergland, dem Wiehengebirge sowie dem Lippischen Bergland wurden insgesamt sechs Auf-

Anschriften der Verfasser:

¹ Universität zu Köln, Institut für Geologie und Paläontologie, Zülpicherstraße 49a, 50674 Köln

Email: markus.harting@bio-geo.uni-karlsruhe.de

² PSP-Beratende Ingenieure, Heinrich-Heine Straße 1, D-80686 München

³ Universität Bielefeld, OSK, Universitätsstraße 23, 33615 Bielefeld

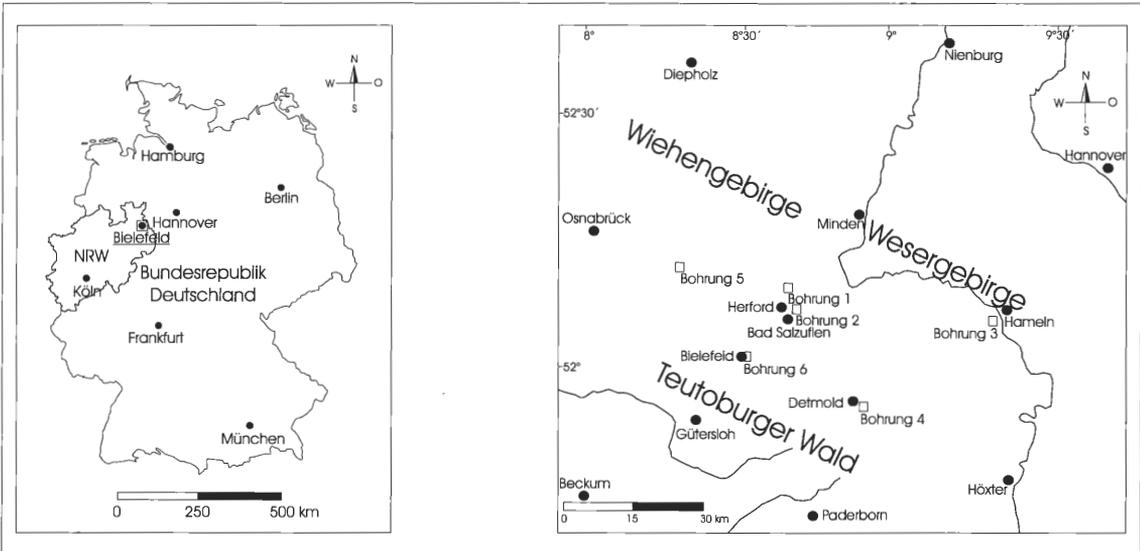


Abb. 1: Geographische Übersichtskarten zur Lage des Arbeitsgebietes sowie zur Lage der Bohrungen (AB) 1-6.

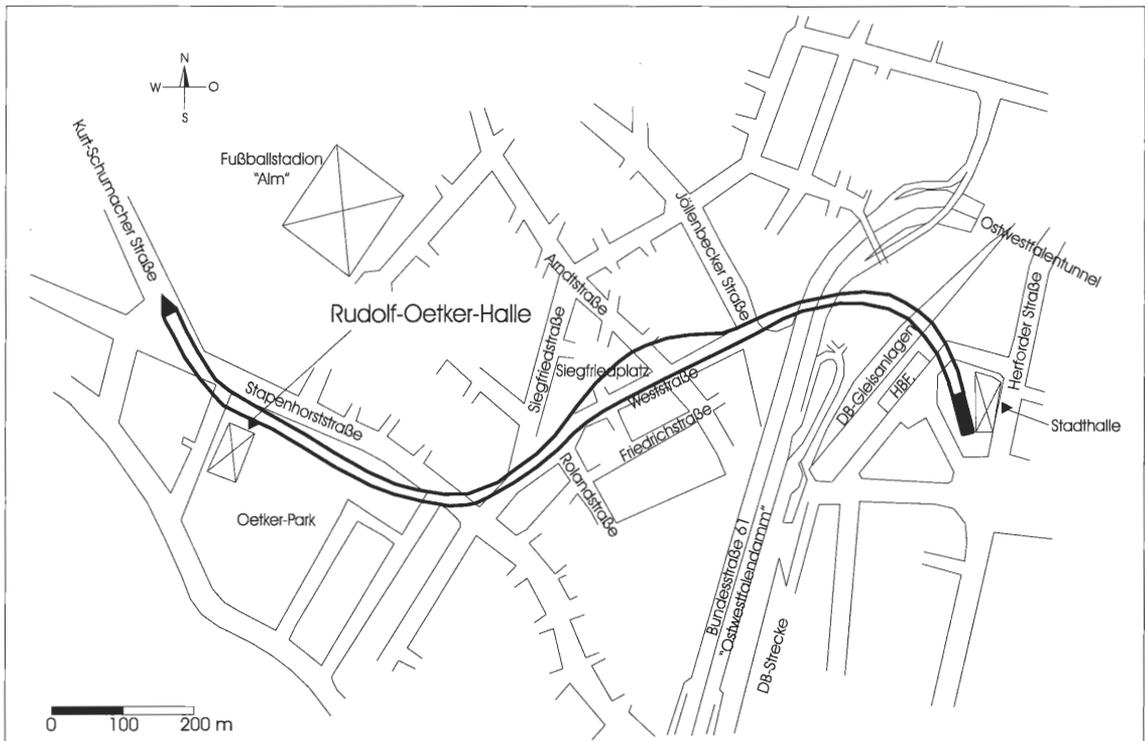


Abb.2: Verlauf der gesamten Tunneltrasse zwischen Hauptbahnhof und dem Übergangsbereich zur überirdischen Trassenführung im Bereich der Kurt-Schumacher Straße.
Nach NEUMANN & STIPEK (1997), geändert.

schlußbohrungen (AB) der Erdölindustrie (Abb. 1), bei denen der Keuper vollständig durchteuft worden ist, ausgewertet. Bei der Bohrung 1 handelt es sich um den "Alexander von Humboldt Sprudel", der durch SANDER (1977) beschrieben wurde, bei Bohrung 6 um die Bohrung Bielefeld 1, welche durch FABIAN (1956) bearbeitet worden ist. Die Bohrungen 2 – 5 werden im folgenden aus Datenschutzgründen nicht näher benannt.

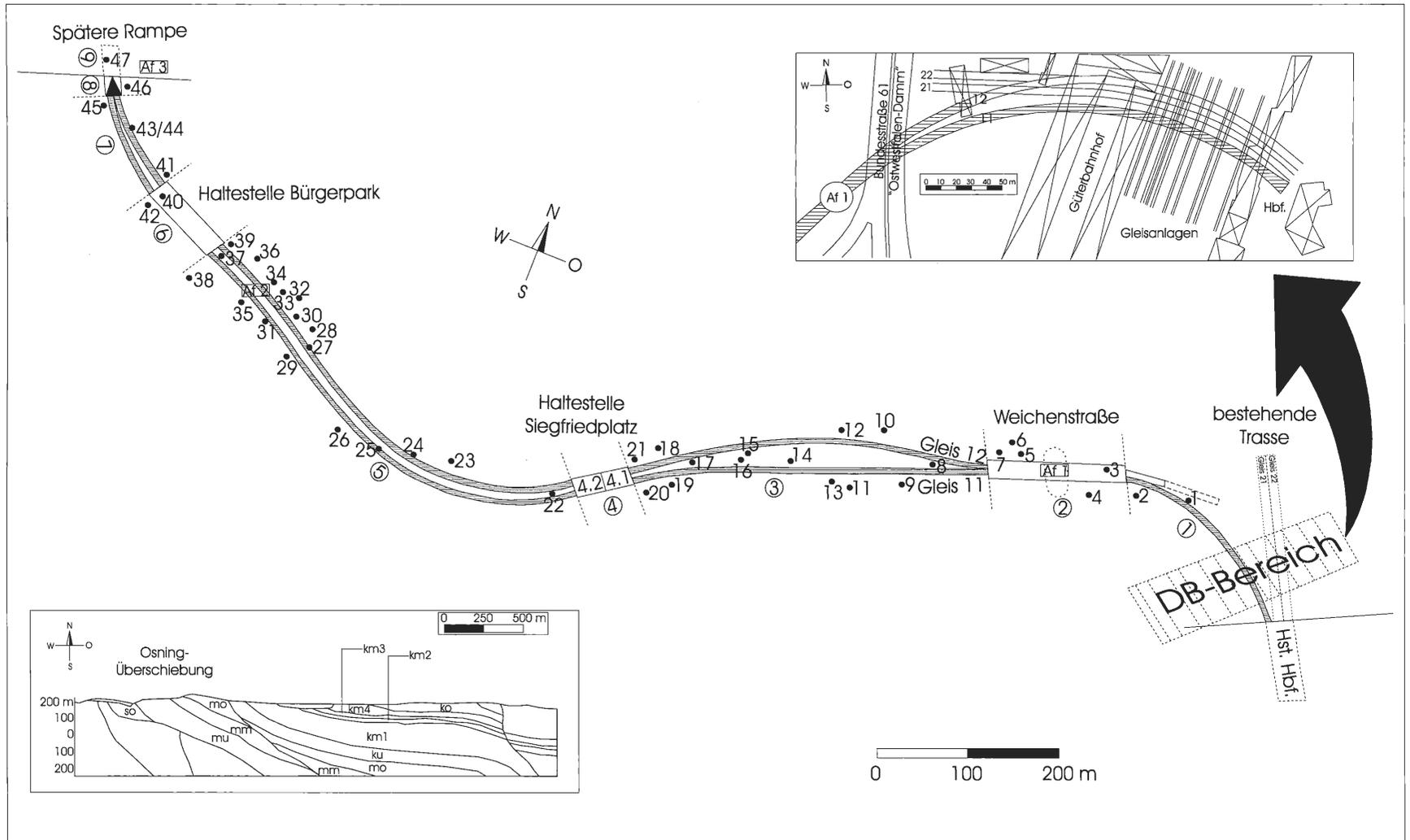


Abb. 3: Trassenführung mit Bauabschnitten, Sondierborhungen (TB) und Anfahrtschächten (Af). Oben rechts: Vergrößerter Ausschnitt des setzungsempfindlichen Bereiches des Hauptbahnhofes; Unten links: Tektonische Übersicht und Lagerungsverhältnisse im Raum Bielefeld. Nach DEUTLOFF KÜHN-VELTEN & MICHEL (1986) und LEISS (1999), geändert.

Der Keuper des Untersuchungsgebietes wird von 47 Bohrungen (TB), die im Rahmen der Voruntersuchungen zur Trassenführung abgeteuft wurden, erfaßt (Abb. 3). Diese 47 Bohrungen dienten der vorliegenden Arbeit zur Festigung und Bestätigung der während des Vortriebes gewonnenen lithologischen Daten, wengleich in keiner der genannten Bohrungen der Keuper vollständig durchteuft worden ist.

2 Geologie

2.1 Forschungsgeschichte und Stand der Wissenschaft

2.1.1 Keuper

Erste Beschreibungen des Keupers stammen aus dem ersten Viertel des 19. Jahrhunderts. Hier fügte L. VON BUCH (1822, in VON BUCH 1867) den Keuper als jüngste Formation der Trias den Ergebnissen von HAUSMANN, OEYNHAUSEN, DECHEN und DE BEAUMONT (in KRÖMMELBEIN 1991) hinzu. ALBERTI (1834), der anfangs den Keuper als eigenständige Formation, abgetrennt von Muschelkalk und Buntsandstein betrachtete, faßte 1834 die Einheiten zur Trias-Formation zusammen. Im Raum Osnabrück wurde der Keuper erstmalig von HOFFMANN (1826), später von HEINE (1861) in Randbereichen der Ibbenbürener Karbonscholle erkannt und beschrieben. Im Rahmen seiner Arbeit stellte HOFFMANN (1826) einen zunehmenden Mergelanteil der Kalke im Oberen Teil des Oberen Muschelkalkes (mo) fest. Dieser Bereich wurde von ihm als dolomitische Grenzschicht betrachtet und stratigraphisch in den Bereich des Oberen Muschelkalkes (mo), alle darüber folgenden Schichten in den Bereich des Unteren Keupers (ku), gestellt. HEINE (1861) stellte entgegen HOFFMANN (1826) die dolomitische Grenzschicht des Oberen Muschelkalkes (mo) in die "Lettenkohlengruppe" des Unteren Keupers (ku), die darüber folgenden Schichten beschrieb er als Basisschichten des Keupers. Diese Grenzziehung wurde so in der Arbeit von KEMPER & BÖLSCH (1885) übernommen. Das Weserbergland, hier insbesondere der Schilfsandstein (km2), wurde von RÖMER (1857) bzw. JUGLER (in RÖMER 1857) sowie ROSENFELD (1968) beschrieben. Eine Arbeit über den Keuper im Raum des Piesberg-Sattels wurde durch HAARMANN (1909) publiziert. Der geologische Bau der Ravensberger Lande und der Osningüberschiebung wurde durch STILLE (1910 a, 1910 b, 1925), die Tektonik zwischen Osning und Egge-Gebirge durch ROSENFELD (1977), und die Mineralneubildungen der regionalen Bruchfaltengebirge durch BÜCHNER & SERAPHIM (1973) beschrieben. STILLE & MESTWERDT (1909) beschäftigten sich grundlegend mit der Gliederung des Kohlenkeupers im östlichen Westfalen. Untersuchungen im Gipskeuper (km1) wurden durch KLUTH (1894) ausgeführt, erste geologische Kartierungen in Westfalen von SPULSKI (1909), KUHLMANN (1915) nachfolgend von GRUPE (1911, 1927), HAACK (1926, 1930, 1935), HAACK & DIENEMANN (1930) und DIENEMANN (1926, 1928, 1929) durchgeführt. JUBITZ (1952), der sich mit der Feinstratigraphie der Trias zwischen Osnabrück und Melle beschäftigte, stellte in den Arbeiten von DIENEMANN (1926, 1928, 1929) sowie HAACK & DIENEMANN (1930) stratigraphische Fehleinstufungen fest. Verockerungshorizonte (Paläoböden ?) im Rhät im Raum Herford wurden durch BURRE (1920) beschrieben, umfangreiche Beschreibungen zur Geologie Westfalens wurden durch WEGNER (1926) publiziert.

Lithostratigraphische Untersuchungen im Mittleren Keuper zwischen Weser und Osning wurden von KÜHL (1956) durchgeführt. WURSTER (1964), der sich mit der "Geologie des Schilfsandsteins" (WURSTER 1964) beschäftigte, stellte für diesen im Germanischen Becken eine vorherrschende SSW-Richtung der Rinnensandsteine fest. Rhätvorkommen (ko) im Lippischen- und Weserbergland wurden durch KISSING (1922) sowie SCHICKOR (1966, 1969) untersucht, welcher sich sowohl mit dem Rhät (ko) als auch mit dem Steinmergelkeuper (km4) beschäftigte. Palynologische bzw. mikropaläontologische Arbeiten wurden durch WICHER (1957) und MÄDLER (1964), Arbeiten zur Stratigraphie des Unteren und Mittleren Keupers zwischen Weser und Ems von RAZAWI (1965) durchgeführt. Eine kurze Abhandlung zur Trias des Münsterlandes findet sich in HESEMANN (1967). Der gesamte Keuper des Lippischen Berglandes wurde von DUCHROW (1968) feinstratigraphisch beschrieben. Paläogeographische Interpretationen der Stufen Rhät bis Alb im Emsland sowie zur Paläogeographie im Münsterland wurden durch MEYER (1969) und ROSENFELD (1978) veröffentlicht. Eine kurze Abhandlung zur Gliederung der mesozoischen Schichten im Raum Bielefeld wurde durch ALTHOFF (1928), zur Geologie des Teutoburger Waldes bei Bielefeld durch ALTHOFF & BÜCHNER (1979) verfaßt. Die Stratigraphie, Genese sowie die Paläontologie des Oberen Keupers Nordwestdeutschlands wurde von WILL (1953, 1969) untersucht. Eine geologische Bearbeitung des westlichen Osnabrücker Berglandes wurde von THIERMANN (1970, 1973, 1975, 1980) ausgeführt. Die Arbeiten von SCHICKOR (1966, 1969) wurden durch die Arbeit von SANDER (1977), der sich im Rahmen der Bohrung "Alexander von Humboldt Sprudel" mit der Roten Wand sowie dem Steinmergelkeuper beschäftigte, korrigiert. SANDER (1963) beschäftigte sich überdies mit der stratigraphischen Bedeutung der Fossilagen des lippischen Steinmergelkeupers. Abhandlungen über die Paläontologie des Keupers in Biele-

feld wurden durch BÜCHNER (1969) und DEPPE (1975) verfaßt. Der Keuper im Raum Borgholzhausen wurde durch KNAPP (1967), im Raum Rintel durch NAUMANN (1915, 1916), im Raum Schwalenberg und Holzminden durch GRUPE (1927, 1929), im Raum Hasbergen durch HAACK (1935), im Raum Blomberg und Bad Salzuflen von MESTWERDT (1911, 1915) sowie KNAUFF (1978), im Raum Vlotho von NAUMANN (1922), im Raum Herford durch BURRE (1926) und THIERMANN (1959), im Raum Halle in Westfalen durch MESTWERDT (1926) sowie im Raum Bielefeld durch MESTWERDT & BURRE (1926, 1981) im Rahmen der Erläuterungen zur jeweiligen geologischen Karte beschrieben. Untersuchungen zur Stratigraphie und Fazies im Unteren Gipskeuper (km1) des Lippischen Berglandes sowie zur Genese des Unteren Gipskeupers (km1) im lippischen Keupergebiet wurden von HAUSCHKE (1982, 1985, 1986) durchgeführt. ROSENFELD (1982) stellt in seiner Arbeit "Beiträge zur Geologie des Lippischen Berglandes" (ROSENFELD 1982) fest, daß eine Gliederung nach DUCHROW (1968) für den Unteren und Mittleren Keuper in SE-Lippe nicht oder nur bedingt anwendbar ist. DUCHROW (1984) veröffentlichte eine Feinstratigraphie des Osnabrücker Berglandes, wobei er durch Profilkorrelationen eine neue lithologische Keupernomenklatur entwickelte. Besondere feinstratigraphische Gliederungen wurden durch HAUSCHKE (1985) im Rahmen seiner Arbeit "Zur Genese des Unteren Gipskeupers" entwickelt. Die Anwendbarkeit der Feinstratigraphie DUCHROW'S (1984) auf das niedersächsische Keuperbecken wurde durch die Arbeit von LEWANDOWSKI (1988) belegt. HESEMANN (1985) widmete sich in seinem Buch mit dem Titel "Geologie von Nordrhein-Westfalen" (HESEMANN 1985) ebenfalls dem Keuper. DEUTLOFF, KÜHN-VELTEN & MICHEL (1986) beschrieben die Schichten des Keupers in den Erläuterungen zur Geologischen Karte, Blatt C 3914 Bielefeld. Eine Umdeutung bzw. Revision des Delta-Modells von WURSTER (1964) wurde durch DITTRICH (1989) publiziert. Beiträge zur Faziesentwicklung liegen von HAUSCHKE & RÖHL (1988) sowie HAUSCHKE & HEUNISCH (1990) vor. BEUTLER (1980, 1995, 1998) beschäftigte sich in seinen Arbeiten insbesondere mit der Unteren und Mittleren Trias sowie der altkimmerischen Tektonik Nordwestdeutschlands, AIGNER & BACHMANN (1992) mit sequenzstratigraphischen Zyklen der Germanischen Trias. Abhandlungen über die Geologie des Bielefelder Tunnelbauloses wurde von NEUMANN & STIPEK (1997) sowie durch LEISS (1999) publiziert, jedoch standen hier geotechnische Aspekte im Vordergrund.

2.1.2 Quartär (Pleistozän/Holozän)

Arbeiten zu den quartären Sedimentserien im Großraum Ostwestfalen sowie dem Raum Bielefeld sind von ADRIAN (1972), KLASSEN (1974), HESEMANN (1975), KNAUFF (1978), MESTWERDT & BURRE (1981), DEUTLOFF, KÜHN-VELTEN & MICHEL (1986) sowie SKUPIN (1995) weitgehend im Rahmen von geologischen Kartierungen beschrieben worden. BÄRTLING (1921), BURRE (1924), FRANKEN (1952), KELLER (1952, 1954), DAHM (1958), HESEMANN (1957, 1971, 1975), BRAUN & THIERMANN (1972), SERAPHIM (1972, 1973, 1978, 1979, 1980), DAHM, HOHENSCHWERT, SKUPIN & SERAPHIM (1980), HARMS & BRÜNING (1980) sowie SKUPIN (1980, 1994) beschäftigten sich in ihren Arbeiten mit der quartären Vereisungs- und Sedimentationsgeschichte im Raum Bielefeld (Ostwestfalen Lippe) bzw. den angrenzenden Gebieten (Lipper Land, Osnabrücker Bergland). Eine kurze Beschreibung der beim Tunnelvortrieb angefahrenen pleistozänen Schichten im Speziellen findet sich in TOLLKIEN (1997), NEUMANN & STIPEK (1997) sowie in LEISS (1999).

2.2 Lithofazies

2.2.1 Trias

2.2.1.1 Unterer Gipskeuper (km1)

2.2.1.1.1 Aufschlußbedingungen

Der Untere Gipskeuper (km1) konnte in den Konstruktionsabschnitten 5, 6 und 7 mit einer erschlossenen Mächtigkeit von etwa 63 m nachgewiesen werden. Aufgrund der in den Konstruktionsabschnitten 6 und 7 ansteigenden Tunnelgradienten wurde der untere Teil des Unteren Gipskeupers (km1) nicht aufgeschlossen. Auch die Bohrungen (TB) 33 – 41 durchteufen den Unteren Gipskeuper (km1) nicht vollständig, so daß keine Aussage über die Gesamtmächtigkeit im Untersuchungsgebiet gemacht werden kann. Die Gesteine des Unteren Gipskeupers (km1) zeigen die insgesamt vorherrschende Streichrichtung NW – SE (herzynisch) mit einem Einfallswinkel von 26° – 35° (Tab. 2).

2.2.1.1.2 Lithologie

Der Gipskeuper des Untersuchungsgebietes besteht überwiegend aus rotbraunen, grauen, selten grau-grünen, violetten oder gelblichen, scherbilig-bröckeligen, relativ weichen Mergeln und nur schwach geschichteten Tonsteinen, in die rhythmisch, z. T. in großer Häufigkeit, Sulfatlagen (möglicherweise auch Chloridlagen) eingeschaltet sind. Diese Sulfatlagen sind infolge der Oberflächennähe ausgelaugt und nur noch in Form von Residual-Lagen, -Bändern und -Drusen erhalten. Die Umrandung der Residual-Drusen z. T. auch der Residual-Lagen zeigen eine grüngraue Korona, selbst in roten Schichten (KNAUFF 1978). Graue Partien sind in der Regel härter, was auf den erhöhten Karbonatanteil zurückzuführen ist. Eine eng gestaffelte, rhythmische Abfolge zwischen grauen und roten, z. T. bunten Mergeln ist im unteren Teil des Profils besonders deutlich ausgebildet. Im oberen Teil des Unteren Gipskeupers (km1) sind ebenfalls Farbwechsel von grau nach rot zu erkennen, jedoch sind die einzelnen Einheiten mächtiger. Eine enge Staffe- lung fehlt hier mit nur einer Ausnahme. In den obersten Profilanteilen konnten gelbliche, dünnplattige Mer- gellagen beobachtet werden. Intraformationell traten des öfteren Kalzitlagen von wenigen cm Mächtigkeit auf. In den tiefsten aufgefahrenen Sedimentserien des Unteren Gipskeupers (km1) konnte eine etwa 0,7 – 0,85 m mächtige quarzitisches Grobsilt-Bank über den gesamten Bereich der Haltestelle Oetkerhalle (~ 108 m) beobachtet werden (LEISS 1999). Bei genauer Betrachtung zeigten sich hier deutliche Schrägschich- tungs- und Fließgefüge (flute casts) sowie inkohlte Pflanzenreste. Im Dünnschliff wurde ebenfalls eine leichte Schrägschichtung als Interngefüge mit U-förmigen Grabbauten (mm-Bereich) nachgewiesen. Im Übergangsbereich zum Schilfsandstein (km2) wurde eine etwa 3,1 m mächtige, harte Mergelbank beob- achtet (Abb.6), die in ihren lithologischen Eigenschaften extreme Analogien zu denen des Oberen Stein- mergelkeupers (km4 β) aufweist. Etwa gleiche Bildungsbedingungen müssen hier angenommen werden (DEUTLOFF, KÜHN-VELTEN & MICHEL 1986; LEWANDOWSKI 1988; LEISS 1999). Die Klufflächen des Unteren Gipskeupers (km1) waren oftmals rostrot gefärbt und teilweise mit kleinen Pyritkristallen (mm) oder Kalzitlagen (bis max. 3,1 cm) besetzt.

2.2.1.1.3 Paläoenvironment

Für den Unteren Gipskeuper (km1) des Untersuchungsgebietes muß aufgrund der lithologischen Daten ein marines Becken in Form einer Großlagune, die möglicherweise durch eine vorgelagerte Barre geschützt war, angenommen werden, welche temporär durch einmündende Flüsse ausgesüßt gewesen sein dürfte. Hohe Temperaturen begünstigten hierbei die Anhydrit- sowie die Karbonatbildung (Dolomit). Ton dürfte in diesem Faziesystem vornehmlich in Form von Ereignissedimentationen (Sturzfluten, Ruckregen, Schich- tenströmung, "sheetflow") von der nahegelegenen Rheinischen Masse eingetragen worden sein. Die besonders im unteren Teil des Profil auftretende rhythmische Wechsellagerung von grauen und roten Mer- geln spiegelt verschiedene Sequenzgrenzen, folglich syndimentäre Wechsel im paläogeographischen Kontext, wieder. Demnach kommt es zur Bildung von grauen Mergeln in Bereichen, die unter stetiger Was- serbedeckung gelegen haben. Rotbunte Bereiche charakterisieren subaerische Exposition, die zur Oxida- tion des Eisenanteils geführt hat. Darüber hinaus beschreibt DUCHROW (1984) einen Farbwechsel infolge migrierender heißer Porenwässer des Bramscher-Vlothoer Doppelmassivs. Ein Einfluß von hydrothermalen Lösungen kann für das Untersuchungsgebiet nicht zweifelsfrei belegt werden, wenngleich nach den Daten von LEWANDOWSKI (1988) ein thermischer Einfluß durch das Bramscher-Vlothoer Doppelmassiv für den Bielefelder Raum nachgewiesen worden ist.

2.2.1.2 Schilfsandstein (km2)

2.2.1.2.1 Aufschlußbedingungen

Der Schilfsandstein (km2) konnte im Konstruktionsabschnitt 5 mit einer erschlossenen Mächtigkeit von etwa 18 m in Augenschein genommen werden. Die Gesteine des Schilfsandsteins (km2) streichen herzy- nisch mit einem Einfallswinkel von 25° – 35° (Tab. 2).

2.2.1.2.2 Lithologie

Der Schilfsandstein (km2) des Untersuchungsgebietes besteht aus überwiegend roten, nur selten aus grauen oder rotgrauen, mergeligen, dünngebankten Tonsteinen, in denen insgesamt vier harte, 0,4 – 0,55 m mächtige, dünnbankige, graue dolomitische Bänke nachgewiesen werden konnten (Abb. 6). Im

Dünnschliff konnten vereinzelt kleine Lagen (mm) der Schlufffraktion beobachtet werden. Der Schilfsandstein (km²) des Untersuchungsgebietes zeigt folglich eine deutlich atypische Ausbildung und entspricht dem klassischen Schilfsandstein (km²), wie er im Osnabrücker Bergland und dem Wiehengebirge anzutreffen ist, nicht einmal in Ansätzen. LEWANDOWSKI (1988) weist darauf hin, daß es in Annäherung zur Rheinischen Masse, also dem Beckenrand, zu deutlich geänderten Rinnenmächtigkeiten kommen kann. Auch die Auswertung der Bohrung 6 (Bielefeld 1) durch FABIAN (1956) sowie die Beschreibungen von MESTWERDT & BURRE (1926) für drei Schilfsandsteinvorkommen (km²) bei Bechterdissen, Hillegossen und bei Stieghorst, also zwischen 6 – 10 km SE der Tunneltrasse, charakterisieren ebenfalls keinen massiven Sandstein einer Rinnenfazies. Sie weisen darauf hin, daß reine Sandsteinhorizonte nur selten auftreten, Wechsellagerungen mit roten, mürben Mergeln häufig sind oder gar anstelle der Sandsteine auftreten (Faziesvertreter). MESTWERDT (1926), der im Raum Halle i. W. Untersuchungen durchführte, weist für den Schilfsandstein (km²) darauf hin, daß dieser in Richtung Bielefeld ganz verkümmert oder durch mergelige Serien ersetzt wird. Eine echte Rinnenfazies, wie sie von WURSTER (1964), DUCHROW (1984), LEWANDOWSKI (1988) und DITTRICH (1989) angenommen wurde, wird durch KNAUFF (1978) für das naheliegende Bad Salzuflen beschrieben.

2.2.1.2.3 Paläoenvironment

Für die Stufe des Schilfsandsteins (km²) müssen im Untersuchungsgebiet weitgehend terrestrisch-litorale, zeitweise intertidale bis supratidale Bedingungen angenommen werden. Die Sandsteinablagerungen des Schilfsandsteins (km²) im Umland, die in der Literatur als Ablagerungen eines anastomosierenden Flußlaufes (Braided River – Braided Stream Fazies) beschrieben werden, treten hier nicht mehr auf. Im Kontext einer sich nur unweit des Untersuchungsgebietes erhebenden Rheinischen Masse, also eines positiven Gefälles (gegenläufige Gradienten; LEISS 1999), erscheint die Vorstellung durchaus plausibel, daß der Rinnenverlauf des Schilfsandsteins (km²) in einigem Abstand zum Untersuchungsgebiet eine Richtungsänderung vollzog. DUCHROW (1984) gibt ebenfalls Hinweis auf eine Stauwirkung der Rheinischen Masse, wodurch es zu einem Umlenken der normalen SSW Fließrichtung nach WNW (DUCHROW 1984) kam; LEWANDOWSKI (1988) beschreibt eine Änderung der Rinnenmächtigkeit in Annäherung zur Rheinischen Masse. Vermutlich lag das Bielefelder Keuperprofil z. Z. des Schilfsandsteins (km²) über dem Wasserspiegel und erhob sich weiter in Richtung W zur Rheinischen Masse. Für die Schilfsandsteinablagerungen (km²) des Umlandes muß eine Schüttung aus N vom Festland des Baltischen Schildes angenommen werden (DEUTLOFF, KÜHN-VELTEN & MICHEL 1986).

2.2.1.3 Rote Wand (km³)

2.2.1.3.1 Aufschlußverhältnisse

Die Gesteine der Roten Wand (km³) wurden in den Konstruktionsabschnitten 4 und 5 mit einer erschlossenen Mächtigkeit von etwa 48 m angetroffen. Die Schichten streichen NW – SE mit einem Einfallen von 25° – 30° (Tab. 2).

2.2.1.3.2 Lithologie

Die Gesteine der Roten Wand (km³) des Untersuchungsgebietes bestehen zum überwiegenden Teil aus roten, ziegelroten, nur sehr selten grau-grünen oder violetten Tonmergeln. Häufig traten in meist konkordanter Lagerung Gips- bzw. Anhydritresiduen in Form von Residual-Lagen, -Bändern (Gekröse-gips), untergeordnet Residual-Drusen auf. In den Oberen Profilm Metern konnten mehrere steinmergelige Bänke mit Mächtigkeiten von 0,1 – 0,4 m nachgewiesen werden (Abb. 6). Hierbei handelt es sich vermutlich um subaerisch gebildete Kalkkrusten (Caliche) mit nur undeutlicher Lamination, welche eine temporäre Exposition des Sedimentationsraumes nachzeichnen (SCHOLLE, BEBOUT & MOORE 1983). Violette Horizonte wurden über als auch unter den Caliche Horizonten nachgewiesen, bei denen es sich möglicherweise um Paläoböden handelt. Paläoböden und Kalkkrusten im Keuper werden von DUCHROW (1984), AIGNER & BACHMANN (1992), BOURQUIN & GUILLOCHEAU (1996) und LEISS (1999) beschrieben. Mehrfach konnten Aufarbeitungsbrekzien (Sturz-/Kollaps-Brekzien ?) beobachtet werden. Direkt an der Basis der Roten Wand (km³) konnte als Grenzhorizont zum Schilfsandstein (km²) ein brekziöser Horizont nachgewiesen werden, welcher aus intraformationellen überwiegend roten, nur sehr vereinzelt grauen Geröllen und Residualgrus in einer roten Mergelmatrix besteht, bei dem es sich vermutlich um die KÜHL'sche Brekzie (KÜHL

1956) handelt. Diese tritt mit großem Leitwert, der erstmals durch KÜHL (1956) erkannt und beschrieben wurde, überregional sowohl im Osnabrücker Bergland (DUCHROW 1984), als auch dem Wiehengebirge (LEWANDOWSKI 1988) auf. Die Genese der KÜHL'schen Brekzie ist unklar. Zum einen kommt eine postsedimentäre Auslaugung von sulfatischen Sedimenten in Frage, wie sie auch von DUCHROW (1984) beschrieben wurde. Folglich würde es sich um eine Kollaps-Brekzie handeln. Eine weitere Möglichkeit besteht jedoch auch in der synsedimentären Aufarbeitung von Sedimenten infolge eines kurzfristigen Meeresspiegelanstiegs in Form einer Ereignissedimentation (Tempestit), so daß es sich folglich um eine Aufarbeitungsbrekzie handeln würde. Für letztere Variante spricht zumindest für das Untersuchungsgebiet, daß nach jeder Brekzie eine Gekröseegipslage (Gipsresiduallage) entwickelt ist, die Hinweis auf zeitweise subaerische Exposition (langsamer Meeresrückzug, Barre ?/Trockenfallen) gibt. Infolge, des z. Z. der Roten Wand (km³) herrschenden semiariden Klimas, kam es dann in der Unteren Roten Wand (km³ α) möglicherweise nur untergeordnet zur Bildung von Calichehorizonten, (vgl. Oberen Roten Wand (km³ β); Abb. 6) sondern infolge der allgemein erhöhten Evaporation (TUCKER & WRIGHT 1990; LEISS 1999), oder eines "evaporative pumping" (HSÜ & SIEGENTHALER 1969; MCKENZIE, HSÜ & SCHNEIDER 1980; MCKENZIE 1981) in einem Playa-/Sabkha-Milieu primär zur Fällung von Sulfaten (REINECK 1984). Eine vergleichbare Faziesentwicklung eines Anhydrit Playa-/Sabkha-Litoral wurde für den Keuper des Pariser Beckens von BOURQUIN & GUILLOCHEAU (1996) und BOURQUIN, VAIRON & LE STRAT (1997) beschrieben. Die Mächtigkeit der Roten Wand (km³) im Untersuchungsgebiet beträgt etwa 48 m und liegt somit deutlich über den Mächtigkeiten für das Umland (Abb. 5, 6 u. 9).

2.2.1.3.3 Paläoenvironment

Für das Untersuchungsgebiet muß für die Zeit der Roten Wand (km³) von einem flachen, zeitweise übersalzten Becken unter geringer Wasserbedeckung ausgegangen werden, welches zeitweise auch trocken-gefallenen war. Durch das gehäufte Auftreten von Brekzien und darüber folgenden Gekröseegipsshorizonten muß für die Untere Rote Wand (km³ β) des Untersuchungsgebietes von einer Beckenrandlage, möglicherweise einem supratidalen bis zeitweise intertidalen Bereich (Playa/Sabkha) ausgegangen werden, während in der Oberen Roten Wand (km³ β) des Untersuchungsgebietes, möglicherweise bedingt durch einen Meeresspiegelanstieg oder eine Senkung des Hinterlandes, intertidale oder subtidale Bedingungen angenommen werden müssen. Zur Bildung der Caliche Horizonte, die eine sehr undeutliche und schwache Lamination zeigten, kam es hier durch zeitweises Trockenfallen bzw. durch einen drastischen Rückgang des Wasserspiegels. Eine solche fazielle Zweiteilung der Roten Wand (km³) deckt sich mit den Beschreibungen von WOLBURG (1969) und läßt sich ebenso aus den Daten von BOURQUIN & GUILLOCHEAU (1996) interpretieren. LEISS (1999) weist auf eine "chickenwire-anhydrite"-Struktur in den Gekröseegipslagen hin, wie sie rezent aus den inter- und supratidalen Wattbereichen des persischen Golfs nachgewiesen wurden (SCHOLLE, BEBOUT & MOORE 1983; LUCCHI 1995; LEISS 1999).

Die Existenz einer Barre kann nicht nachgewiesen werden, könnte aber ebenso als Steuerungsfaktor in Betracht gezogen werden, so daß es zur Ausbildung eines Haffs gekommen sein könnte. Hinweis hierauf gibt die deutlich erhöhte Mächtigkeit der Roten Wand (km³) des Untersuchungsgebietes bzw. die Beschreibungen von DUCHROW (1984) sowie LEWANDOWSKI (1988), die für das Umland Mächtigkeitsreduktionen infolge von Schwellenbereichen postulieren. Demnach war das Untersuchungsgebiet z. Z. der Roten Wand (km³) im Norden als auch im Osten von Schwellen umgeben; im Westen bildete die Rheinische Masse eine Barriere. Als steuernde Faktoren können die Nordwestfälisch-Lippische-Schwelle bzw. Piesberg-Pyrmonter Achse sowie das Becken von Vlotho als jungkimmerische Bewegungseinheiten, die Hunte Schwelle als spätpaläozoisch-frühmesozoische Bewegungseinheit sowie die Eigendynamik der Rheinischen Masse genannt werden. Die vermutlich während des z. Z. der Roten Wand (km³) herrschenden semi-ariden Klimas häufig trockenengefallenen Flächen boten ideale Bedingungen für den Absatz von Feinklastika, welche untergeordnet äolisch, in Form von Lateritstaub, überwiegend aquatisch als "sheet-flow" eingetragen worden sind.

2.2.1.4 Steinmergelkeuper (km⁴)

2.2.1.4.1 Aufschlußbedingungen

Der Steinmergelkeuper (km⁴) wurde in den Konstruktionsabschnitten 1, 2 und 3 mit einer erschlossenen Mächtigkeit von etwa 29 m (incl. der Übergangsschichten) angetroffen. Die Schichten zeigen herzynisches Streichen mit einem Einfallen von 12° – 25° (Tab. 2).

2.2.1.4.2 Lithologie

Der Untere Steinmergelkeuper (km4 β) zeigt im Gegensatz zum Oberen Steinmergelkeuper (km4 β) eine deutlich differenzierte lithologische Ausprägung. Hier finden sich vermehrt graurote bis graugrüne, im Gegensatz zum Oberen Steinmergelkeuper (km4 β) mit 0,4 – 3,0 m mächtigere und weniger harte Steinmergelbänke, in die mit großer Häufigkeit rhythmisch Tonbänder von grünroter oder grauroter Farbe eingeschaltet sind. Karbonat tritt in diesem Bereich ausschließlich in Form von Dolomit auf. Calichebildungen wurden hier nur stellenweise nachgewiesen. Im Unteren Teil des Unteren Steinmergelkeupers (km4 α) schalten sich zunehmend dünnlagige Mergel- und Tonmergelbänke von graugrüner Farbe ein. Der Obere Steinmergelkeuper (km4 β) besteht zumeist aus Wechselfolgen von harten, splittig, grobscherbigen, grauen, selten grauroten massiven Steinmergelbänken (Mergeldolomit) mit einer Bankmächtigkeit von 0,4 – 1,0 m, in deren Schichtfugen Tone ausgebildet sind. Eine Wechsellagerung von Mergeldolomit und Tonen, wie sie für das Umland beschrieben sind, konnte somit nicht nachgewiesen werden. Der Anteil an nichtkarbonatischen Bestandteilen ist sehr gering, vermutlich unter 20 % (nach den Analysen von HESEMANN (1985) bis max. 24 %). Ein Karbonatanteil in Form von Kalzit mit etwa 27 % konnte nachgewiesen werden. Analogien der lithologischen Prägung zu einer Mergelbank im Unteren Gipskeuper (km1) des Untersuchungsgebietes waren deutlich festzustellen (LEISS 1999). Die daraus zu schließende Ähnlichkeit des Ablagerungsraumes wird von LEWANDOWSKI (1988) bestätigt. Auf Klufflächen, sowie in Gesteinsbruchstücken im Oberen Steinmergelkeuper (km4 β) selbst, fanden sich häufig Pyrite in Form von Einzelkristallen, wie sie auch durch RAZAWI (1965) in Bohrungen beobachtet werden konnten. Eine im Untersuchungsgebiet häufig auftretende orange Farbe der Kluffläche weist möglicherweise auf einen hydrothermalen Einfluß der naheliegenden Intrusionskomplexe (Bramscher-Massiv, Vlotho-Intrusionskomplex) hin. Es handelt sich hierbei vermutlich um das Verwitterungsprodukt des Pyrit, also Brauneisenstein (Limonit/Goethit, FeOOH), welcher infolge der zirkulierenden Grund- bzw. Kluffwässer oxidierte. Mehrfach nachgewiesene Kalzitapeten auf den Kluffgefügen des Oberen Steinmergelkeupers stützen diese Annahme, ebenso wie die Daten von LEWANDOWSKI (1988), der durch Illit-Kristallinitäten einen Temperaturisolinienvverlauf rekonstruierte. Demnach ergibt sich im Raum Bielefeld ein Illit-Reflektionswert von etwa 400 Hb/rel. Ein geothermischer Einfluß auf die hier anstehenden Keupergesteine muß demnach zumindest zeitweise angenommen werden.

Der Dachbereich des Steinmergelkeupers (km4 β) wurde im Gleis 11 überwiegend im Bereich der Sohle und untersten Strosse angetroffen, im Gleis 12 vollständig aufgefahren, so daß im Konstruktionsabschnitt 1 das erste Drittel des Steinmergelkeuperprofils (km4 β) erschlossen wurde. Der konkordante Übergangsbereich vom Oberen Steinmergelkeuper (km4 β) zum Rhät (ko) zeichnet sich durch eine etwa 2 – 5 m mächtige Partie dunkler Farbgebung sowie einer Leitbank mit schwarzem Farbumschlag aus. Nach dem Auffahren des Muldenzentrums des Rhäts (ko) im Konstruktionsabschnitt 1 wurde das Steinmergelkeuperprofil weiter erschlossen, bis es in Form einer Übergangsschicht (km4 α 3) im Konstruktionsabschnitt 3 mit graduelltem Fazieswechsel in der Nähe der Haltestelle Siegfriedplatz in die Schichten der Roten Wand (km3) überleitet.

Das Bielefelder Keuperprofil ordnet sich in die schon von GRUPE (1911) für das Lippische Bergland, später u. a. durch DUCHROW (1965), HAUSCHKE (1985) und LEWANDOWSKI (1988) beschriebene Zweiteilung des Unteren Bunten- und Oberen Grauen Steinmergelkeupers (DUCHROW 1965; LEWANDOWSKI 1988) ein. Sowohl der Untere als auch der Obere Steinmergelkeuper (km4 α/β) erwiesen sich im Untersuchungsgebiet als fossilfrei. Die u. a. durch KLUTH (1894), NAUMANN (1916), KÜHL (1956), BARTENSTEIN & WICHER (1962), SANDER (1963, 1977), DUCHROW (1984), LEWANDOWSKI (1988) und HOPF (1992) beschriebenen Fossilien konnten, ebenso wie Residuallagen, nicht nachgewiesen werden (DUCHROW 1984; LEWANDOWSKI 1988).

2.2.1.4.3 Paläoenvironment

Für den Unteren Steinmergelkeuper (km4 α) müssen ähnliche Beckenbedingungen wie für die Obere Rote Wand (km3 β) postuliert werden. In den Übergangsschichten zeigt sich vermutlich eine leichte Änderung der Beckentiefe, die im Bereich des Oberen Steinmergelkeupers (km4 β) ihren Höhepunkt erreicht. Eine Gliederung in Form einer sich immer mehr vertiefenden Lagune (Playasee, Sabkhas) mit sich immer wieder einschaltenden Sequenzen in einem hyperhalinen Milieu erscheint als angebracht.

Der Untere Steinmergelkeuper (km4 α) zeigt sich durch die häufig auftretenden dolomitischen Bänke als leicht tiefere und stärker marin beeinflusste Fazies als noch in der Oberen Roten Wand (km3 β). Die Entstehung der dolomitischen Mergel kann hierbei als primär angesehen werden, wenngleich eine sekundäre, frühdiagenetische Umwandlung nicht ausgeschlossen werden kann. Nach PRASADA-RAO (1996) lassen sich solche Dolomite in ein Plattform/Sabkha-Faziesmodell in einem semiariden Klimasystem zuordnen.

LEWANDOWSKI (1988) ordnet die Domolit-Mergel Abfolgen des gesamten Steinmergelkeupers (km4) einem "evaporative pumping – Playa/Sabkha" Modell ("Dolcrete-Playa Sequenz") zu, bei dem die Dolomite durch nachströmendes Mg-reiches Meerwasser unter der Oberfläche generiert werden (FÜCHTBAUER 1988). Die Wechsellagerung von Dolomit und Ton, welcher vermutlich zum größten Teil als sheetflow eingeschwemmt ist, spiegelt für den Unteren Steinmergelkeuper (km4 α) ein eben solches Plattform/Playa Modell, mit zeitweisem terrestrischen/marinen Übergriff wieder.

Im Bereich des Oberen Steinmergelkeupers (km4 β) erreicht das Absinken der Lagune ihren Höhepunkt. Einhergehend mit der sich wohl schon in der Oberen Roten Wand (km3 β) einleitenden Subsidenz des Beckens von Vlotho und einer sich möglicherweise senkenden Rheinischen Masse (Hunte Sporn ?) im Hinterland kam es zu einer leichten Zunahme der Beckentiefe. Dieses System läßt sich so nicht in die Beschreibungen der epiorogenetischen Phasen von WOLBURG (1969) einordnen (Abb. 11). Die dolomiti-schen Mergel des Oberen Steinmergelkeupers (km4 β) des Untersuchungsgebietes wurden auf einer vermutlich leicht nach Osten abfallenden Karbonatrampe sedimentiert, welche im Raum Bielefeld während der gesamten Zeit unter Wasserbedeckung gelegen haben dürfte. Das Fehlen von Residuallagen oder mächtigen Toneinschaltungen, wie sie für das Umland insbesondere für das Osnabrücker Bergland und das Wesergebirge beschrieben wurden, unterstreichen diese Annahme. Sich nur noch in Form von sehr dünnen Lagen einschaltende Tone sind vermutlich auf temporäre Sturzregen zurückzuführen. Als nahelie-gendes Liefergebiet kann die Rheinische Masse in Betracht gezogen werden. Eine Sequenz schließt im Untersuchungsgebiet somit nicht wie u. a. von DUCHROW (1984) und LEWANDOWSKI (1988) für das Umland beschrieben mit einer Calichebildung oder Residuallage ab läßt sich folglich auch nicht, wie von LEWANDOWSKI (1988) durchgeführt, in evaporitische Zyklen, welche durch HAUSCHKE (1985) für den Unteren Gipskeuper (km1) durchgeführt wurden, auf das Bielefelder Keuperprofil übertragen. Eine Sequen-zeinteilung kann hier nur aufgrund der feinen Tonbänder der Bankfugen erfolgen, dokumentieren jedoch wahrscheinlich den gleichen Prozeß eines sich temporär zurückziehenden marinen Einflusses, einherge-hend mit starker Trockenheit.

Die Obere Rote Wand (km3 β), die Übergangsschichten als auch der Untere Steinmergelkeuper (km4 α) dokumentieren einen erheblichen Fazieswechsel, welcher durch die Auswertung, der in Auftrag gegebene n röntgenographischen Mineralanalysen (Tab. 3, 4 und 5), bestätigt wird. Während in der Oberen Roten Wand (km3 β) ein Karbonatanteil von etwa 21,5 % (davon etwa 7,7 % als Dolomit) vorherrscht, nimmt die- ser in den Übergangsschichten auf etwa 57,5 % (davon etwa 51 % als Dolomit) zu. Im Unteren Steinmer- gelkeuper (km4 α) erreicht der Karbonatgehalt etwa 74 %, welcher vollständig als Dolomit ausgebildet ist.

2.2.1.5 Rhät (ko)

2.2.1.5.1 Aufschlußbedingungen

Die Gesteine des Rhäts (ko) konnten in den Konstruktionsabschnitten 1 und 2 mit einer erschlossenen Mächtigkeit von 11,5 m in Augenschein genommen werden. Durch den abschüssigen Verlauf der Tunnel- gradiente wurde der Obere Teil des Rhäts (ko) nicht erschlossen. Die Gesamtmächtigkeit des Rhäts (ko) konnte jedoch aufgrund der Bohrungen (TB) 1 – 4 auf etwa 21,5 m festgelegt werden. Ob es sich hierbei um die tatsächliche Gesamtmächtigkeit handelt bleibt zweifelhaft, da es aufgrund pleistozäner Erosion zum Fehlen der Oberen Schichten gekommen sein könnte. Das Rhät (ko) des Untersuchungsgebietes streicht NW – SE mit einem Einfallen von 10° – 15° (Tab. 2).

2.2.1.5.2 Lithologie

Bei den Gesteinen des Rhäts (ko) handelt sich um dunkelgraue bis schwarze, dünngebankte Tonsteine (2 – 8 cm) mit nur geringem Mergelanteil, die lagenweise extrem feinschichtig auftraten und hier als Ton- schiefer angesprochen werden müssen. Vereinzelt wurden darüberhinaus feinbankige Siltlagen von grau- grüner Farbe beobachtet. Trotz der z. T. geringen Überdeckung von 6,5 m konnten keine Verwitterungs- scheinungen ausgemacht werden. Sandige Bänke, wie sie von DUCHROW (1984) und LEWANDOWSKI (1988) als Rhätsandsteine (Glimmersandsteine) für das Umland beschrieben wurden, konnten nicht nach- gewiesen werden, wenngleich diese, während der Vortriebsarbeiten für den etwa 470 m entfernten Straßentunnel des Ostwestfalendamms (B 61), in geringer Mächtigkeit angetroffen wurden (LEISS 1999). Darüber hinaus gibt RAZAWI (1965) Hinweis auf sandig-siltige Partien des Rhäts (ko) in der Bohrung Bie- lefeld 1. LEWANDOWSKI (1988) weist daraufhin, daß westlich von Hannover der Sandgehalt und die Anzahl der Sandsteinbänke kontinuierlich abnimmt (LEWANDOWSKI 1988), im Osnabrücker Bergland die Siltkomponente überwiegt und daß die Sedimentserien des Rhäts (ko) in NW-Deutschland zwei Haupt-

ausbildungen zeigen. Demnach dominiert westlich der Weser eine marine, östlich der Weser eine mehr fluviatile Fazies. Der Übergangsbereich beider Faziestypen liegt nach LEWANDOWSKI (1988) „zwischen der Weser im Osten und einer gedachten Linie Bremen – Bielefeld im Westen“ (LEWANDOWSKI 1988). Hinweise auf eine atypische Ausbildung der Basalquarzit-Gruppe im Osnabrücker Bergland (Herford-Glied, erosiver Ausfall des Bögerhof-Glieds im Osnabrücker Bergland, erst ab Melle in Resten erschlossen) finden sich darüber hinaus in der Arbeit von DUCHROW (1984).

Im Rahmen des Tunnelvortriebs wurde in den Tonsteinen des Rhäts (ko) der einzige Fossilfund des gesamten Tunnelbauloses gemacht. Hierbei handelt es sich um die Muschel *Protocardia rhaetica* (MERIAN 1853; WILL 1969; MOORE 1969; MURRAY 1990; MÜLLER 1993, 1994), die in Form eines Muschelpflasters mit etwa 280 Exemplaren auf einem ca. 120 cm² großen Gesteinsstück gefunden wurde. Es handelt sich um relativ kleine, maximal 8 mm breite (ø 3,8 mm) und maximal 7 mm hohe (ø 3,4 mm), durchweg einklappige, gewölbt oben eingebettete Schalen, welche durchweg pyritisiert sind. Die Schalenfragmente zeigen eine leichte, durch Strömung erzeugte Orientierung. Es wird davon ausgegangen, daß die gefundenen Exemplare den von DUCHROW (1984) beschriebenen Zwergenwuchs zeigen und so als Faziesanzeiger (GEYER 1977) genutzt werden können. Diese Vermutung wird durch die Daten von WILL (1969) bestätigt. Bei *Protocardia rhaetica* (MERIAN 1853) handelt es sich nach den Angaben von WILL (1969), um eine parastratigraphische, voll bis minder marine Leitart für den Rhätkeuper von Deutschland, Schweden, England, Frankreich sowie des Apennins und der Karpaten.

Der Übergang vom liegenden Steinmergelkeuper (km4 β) zum Rhät (ko) erfolgt graduell in konkordanter Lagerung. Die Grenzziehung wurde an einer Leitbank mit deutlichem Farbumschlag von grau nach schwarz vorgenommen. Eine Zuordnung der angetroffenen lithologischen Daten zu denen der Autoren der Nachbargebiete, also im wesentlichen DUCHROW (1984) und LEWANDOWSKI (1988), ist nicht zweifelsfrei möglich (Abb. 6 u. 9).

2.2.1.5.3 Paläoenvironment

Der Obere Keuper, das Rhät (ko), leitet langsam die Liastransgression ein. Im Laufe des Wechsels vom Oberen Steinmergelkeuper (km4 β) zum Rhät (ko) kam es zu einer zunehmenden Veränderung des Faziesraumes und somit zu einer veränderten Lithologie. Die dolomitischen Sedimente des Oberen Steinmergelkeupers (km4 β) werden hier durch vermehrte Einschalten von zunächst brackisch-fluviatilen Sedimentserien, einhergehend mit einer Veränderung des Wasserchemismus, abgelöst. Ein erhöhter Niederschlag sowie erniedrigte Evaporation müssen angenommen werden, so daß es zur zeitweisen Aussüßung des ehemals halinen Milieus gekommen ist. Die Vorstellung, daß der Faziesraum des Oberen Steinmergelkeupers (km4 β) weitgehend in Form einer gegliederten Großlagune (Schwellen und Becken) erhalten geblieben ist, erscheint angebracht, wenngleich LEWANDOWSKI (1988) für das Nordwestdeutsche Keuperbecken eine zunehmende Beckendifferenzierung in Form von sich zunehmend einschaltenden Schwellenbereichen infolge des Diapirismus (JARITZ 1973) annimmt, welche jedoch kaum bis in den Bielefelder Raum Einfluß gezeigt haben dürften. Insgesamt stellt sich im Rhät (ko) das Absenkungsmuster der norddeutschen Senke ein, welches dann vom Nordatlantik und der Tethys ausgehend die Rhättransgression, also die marine Entwicklung des Saxonischen Beckens einleitete, das während des Juras und der Kreide bestimmend war, und löste so das Germanische Becken, welches seit dem Zechstein existierte, ab.

Das Rhät (ko) des Untersuchungsgebietes zeigt einen deutlich eigenständigen Charakter. Dies ist vermutlich auf die Randlage des Bielefelder Keuperprofils zur Rheinischen Masse zurückzuführen, welche in nur geringer Entfernung von wohl wenigen zehner Kilometern vorgelagert war, der Nähe zum Becken von Vlotho, welches bereits im Steinmergelkeuper (km4) Subsidenz zeigte, und einer vermuteten Lage in Form einer Bucht (lokaler Trog ?; LEWANDOWSKI 1988), die möglicherweise im Osten von einigen Inseln umgeben war. Das durch APPEL (1981) beschriebene Deltamodell, welches von der Böhmisches Massen in Richtung NW schüttete (Allertal-Schüttung) und nach BATTERMANN (1983) vorgegebene Rinnenverläufe nachzeichnet, erreichte das Bielefelder Profil in seiner grobklastischen Ausprägung nicht mehr (LEWANDOWSKI 1988). Stattdessen werden hier überwiegend marine Silte und Tone abgelagert, wobei das Fehlen von stenohalinen Organismengruppen sowie der Fund von *Protocardia rhaetica* (MERIAN 1853) in Form einer Kümmerfauna darauf hindeuten, daß zumindest im Bielefelder Raum kein stenohalines Milieu vorherrscht hat. Hinweis auf eine sich innerhalb kurzer Distanzen ändernde Fazies geben bereits MESTWERDT & BURRE (1926), die in ihren Erläuterungen zur Geologischen Karte Blatt Bielefeld darauf hinweisen, daß feinsandige Partien des Rhäts, welche am Nordrand der Herforder Liasmulde (BURRE 1926) erschlossen waren, im Raum Bielefeld nur noch in wenigen mm Stärke auftreten.

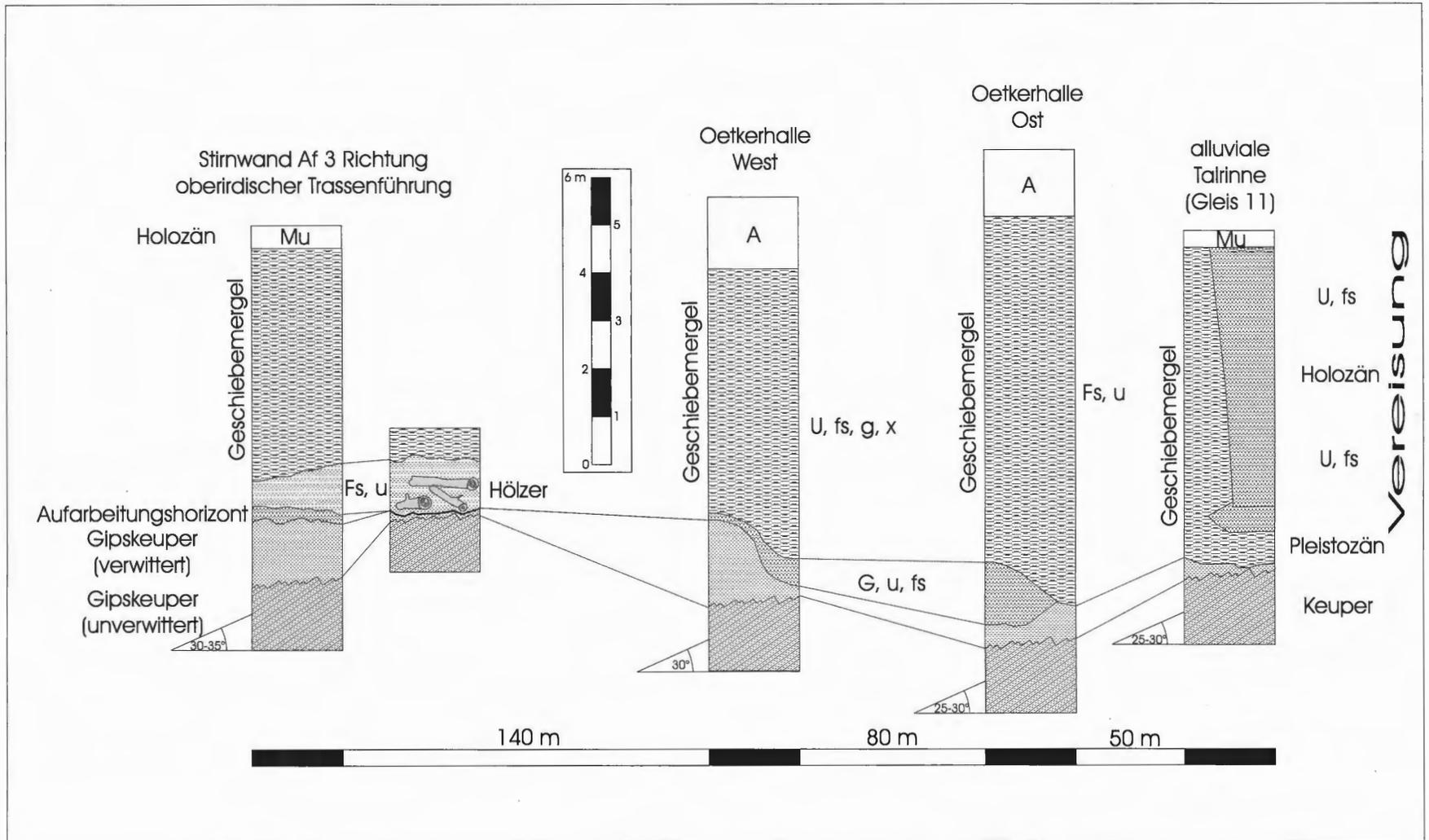


Abb. 4: Geologische Situation im Bereich der Haltestelle "Oetkerhalle". Hier liegen pleistozäne Sedimente in diskordanter Lagerung auf Schichten des Gipskeupers (km1). Im Bereich des Gleises 11 (Richtung Siegfriedplatz) schneiden sich im wesentlichen schluffige Sande in den pleistozänen Geschiebelehm (alluviale Talrinne), welche vorriebstechnische Relevanz zeigen. Nach LEISS (1999), geändert.

2.2.2 Quartär

In den Konstruktionsabschnitten 5 und 6 wurden Sedimente des Quartärs angetroffen. Hierbei handelt es sich zum einen um pleistozänen Geschiebemergel zum anderen um holozäne Sande und Schluffe (Abb. 4).

2.2.2.1 Pleistozän

2.2.2.1.1 Lithologie

Die Sedimente des Geschiebemergels (dm) bestehen aus einer dunkelbraunen tonig-schluffigen Matrix mit Karbonatanteil (Mergel), welcher in den oberen 0,5 – 0,8 m abgeführt ist, in die willkürlich eingelagert Feuersteine, Kalke, Lydite, Granite sowie eine Reihe von z. T. stark geritzten Geschieben auftraten. Die Größe der einzelnen Gesteine variiert von der Grobsand- bis zur Feinkiesfraktion. Findlinge wurden nicht angetroffen. Allgemein zeigte das mitgeführte Material eine mäßig bis gute Rundung, ungerundete Komponenten konnten nicht nachgewiesen werden. Nur sehr selten wurden sandig-schluffige Linsen beobachtet. Lokal konnten Pflanzenreste, in einem Fall als Baustamm (\varnothing 12 cm, Länge etwa 0,7 m), nachgewiesen werden. Der pleistozäne Geschiebemergel (dm) der Grundmoräne liegt diskordant mit einer Mächtigkeit von etwa 4,5 – 7,8 m in den Konstruktionsabschnitten 6, 7 und 8 über den mit etwa 25° – 35° einfallenden Schichten des Unteren Gipskeupers (km1). An der Basis des Geschiebemergels (dm) sind lokal Aufarbeitungshorizonte mit Mächtigkeiten von 0,1 – 0,5 m entwickelt, welche im Bereich der Haltestelle Oetkerhalle über eine Distanz von etwa 70 m zu beobachten waren. Vermutlich infolge der hohen glazialen Auflast zeigt der Geschiebemergel (dm) eine erstaunlich hohe Verdichtung bzw. Festigkeit. Periglaziale Erscheinungen wie Kryoturbation und Eiskeilpseudomorphosen konnten gelegentlich im Bereich des Konstruktionsabschnittes 6 beobachtet werden. Der Geschiebemergel (dm) ist stratigraphisch der Saale-Kaltzeit zuzurechnen (Abb. 4). Elster-Kaltzeitliche Sedimente haben den Bielefelder Raum nach den Beschreibungen von DEUTLOFF, KÜHN-VELTEN und MICHEL (1986) nicht erreicht.

2.2.2.2 Holozän

2.2.2.2.1 Lithologie

Der pleistozäne Geschiebemergel (dm) der Grundmoräne wird im Bereich des Konstruktionsabschnittes 5 zwischen Haltestelle Oetkerhalle und Af 2 durch eine alluviale Talrinne mit etwa 6,5 m Mächtigkeit durchschnitten, welche aus schluffig-feinsandigen Komponenten besteht (Abb. 4). Bedingt durch den senkrechten Verlauf der Talrinne zum Teutoburger Wald sowie der Morphologie des Bürgerparks (Oetkerpark), in dessen Trogachse die Talrinne verläuft, dient diese vermutlich heute noch als eine Entwässerungsrinne des Teutoburger Waldes. Während der Tunnelvortriebsmaßnahmen wurde eine stetige Wassersättigung beobachtet. Umfangreiche Sicherungsmaßnahmen waren für den Tunnelvortrieb in diesem Bereich erforderlich (Abb. 4).

2.3 Stratigraphie

Bislang basierte eine stratigraphische Zuordnung des Keupers auf einer Standardunterteilung (ku, km1, km2, km3, km4, ko) wie sie z. B. in der Erdölindustrie Verwendung findet (BOIGK 1981). DUCHROW (1968) entwickelte zunächst für den Unteren Gipskeuper (km1) des nordwestdeutschen Keupers eine z. T. neue stratigraphische Gliederung, bei der er gegenüber älteren Autoren (GRUPE 1911; SCHOTT 1942; WICHER 1957; THIERMANN 1959; SCHICKOR 1966) detailliertere Unterteilungen vorgenommen hat (Tab. 1).

Eine Neugliederung des Keupers im Raum Osnabrück in Anlehnung an die ICSN-Norm (**I**nternational **C**ode of **S**tratigraphic **N**omenclature) wurde von DUCHROW (1984) durchgeführt (LEWANDOWSKI 1988). Hierbei entwickelte DUCHROW (1984) eine neue Keuper-Nomenklatur, bei der er den Keuper in lokale Sequenzen, Gruppen, Formationen sowie Schichtglieder unterteilte und somit eine "Keuper-Feinstratigraphie" entwickelte.

Stratigraphische Unterteilungen lassen sich im Untersuchungsgebiet nur bedingt vornehmen (ROSENFELD 1982), eine feinstratigraphische Gliederung in Annäherung an DUCHROW (1968, 1984) ist unmöglich. Zur Sicherung der untertage gewonnenen Daten wurden für die stratigraphische Grenzziehung die

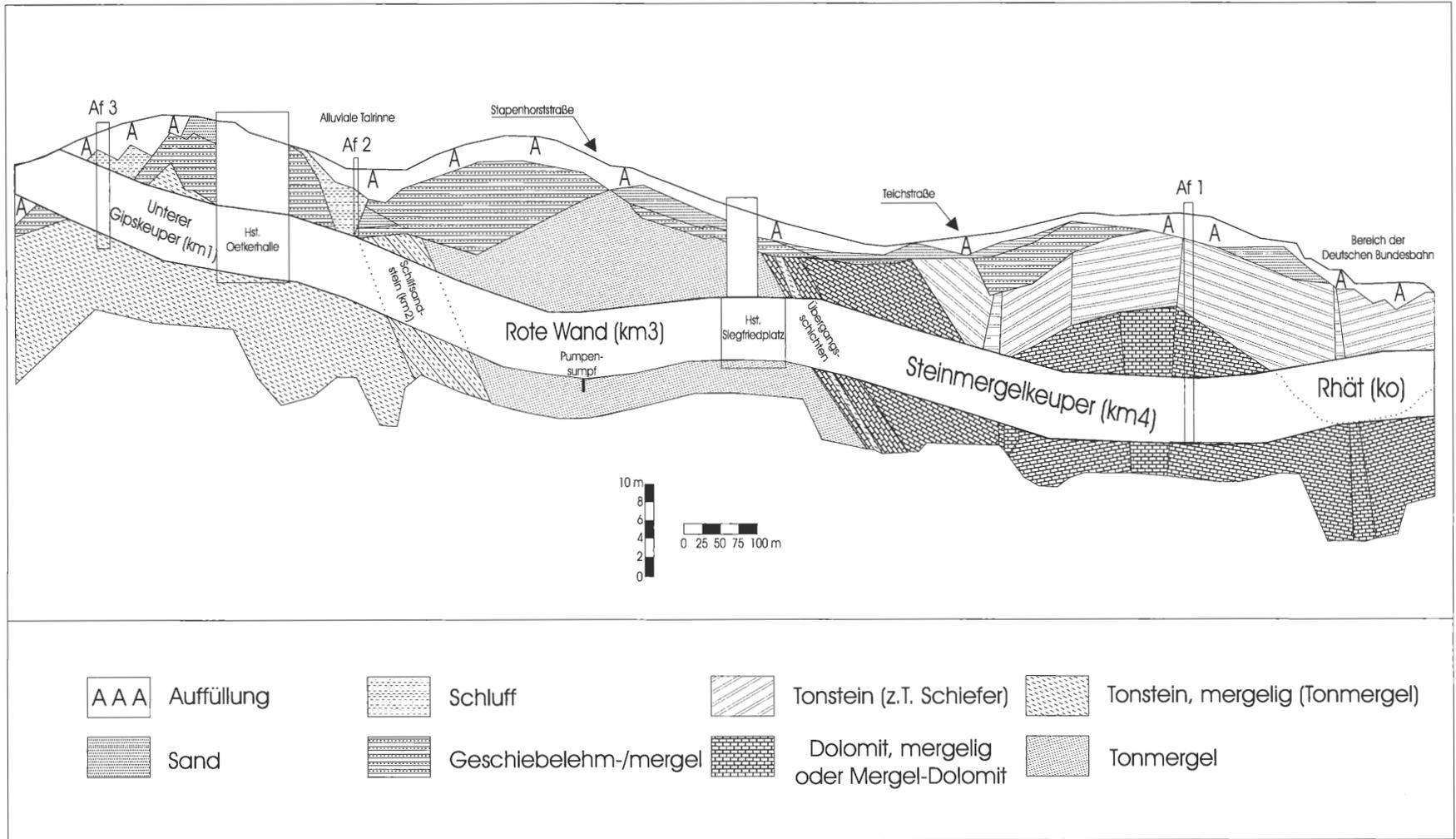


Abb. 5: Geologischer Längsschnitt (schematisch) entlang des Gleises 11. Nach LEISS (1999), geändert.

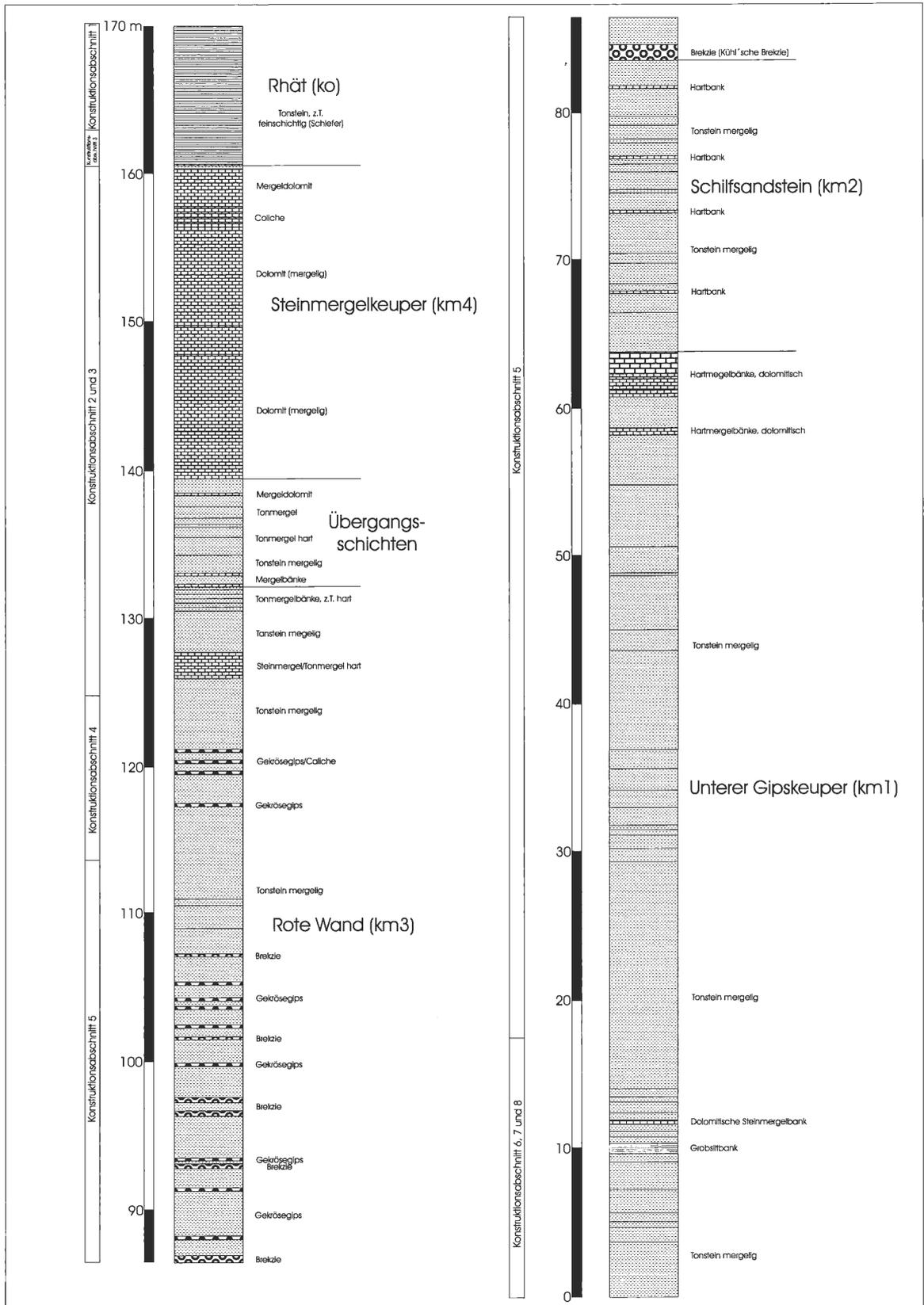


Abb. 6: Idealisiertes Säulenprofil. Darstellung für Gleis 11 und 12 (zusammengefaßt) der während des Tunnelvortriebs durchfahrenen Schichten des Keupers (km 1- ko).

DUCHROW (1984) Lipper-, Osnabrücker- und Leine-Bergland					DUCHROW (1968) Südliches Lipper-Bergland					WILL (1969) Nordwestdeutschland					
Sequenz	Abteilung	Gruppe	Formation		Glied										
Osenberg-Sekundenz	Lias	Hettang	Psiloceraten-Schichten		"Pylonoten-Tone"							Pylonoten-Schichten	Unterer Lias		
			Klosterberg-Glied									? Präplanorbis-Schichten			
Schaumburg-Sequenz	Exter-Gruppe		Vahlbruch-Formation		Meiborssen-Glied	KeV'M						Glimmersandstein	Triletes-Schichten	Ober Keuper (ko)	
			Oeynhaus-Formation		Ottenstein-Glied	KeV'O						Rhätschiefer-Gruppe	Contorta-Schichten		
			Rinteln-Formation		Holtrup-Glied	KeO'H							Basalquarzit-Gruppe		Postera-Schichten
					Deesberg-Glied	KeO'D									
					Bögerhof-Glied	KeR'B									
Ravensberg-Sequenz	Deimold-Gruppe		Kliewitz-Formation	Magdeburg-Formation			4			km4	km4	Steinmergelkeuper	Saurichthys-Schichten	Steinmergelkeuper	
					Schwalenberg-Formation		Steinbach-Glied	KdS'S	3						
					Hagedorn-Glied	KdS'H	2								
					Vlotho-Formation	Valorf-Glied	KdV'V	3							
					Egge-Glied	KdV'E	1								
Lippe-Sequenz	Weser-Gruppe		Rischenau-Formation		Henkenbrink-Glied	KwR'H	2			km3	km3	Rote Wand	Oberer Gipskeuper	Mittlerer Keuper (Gipskeuper i.w.s)	
					Biestersfeld-Glied	KwR'B	1								
			Polle-Formation		Friedland-Glied	KwP'F	Km3 β		Obere Rote Wand						
					Köllergrund-Glied	KwP'K	Km3 α		Untere Rote Wand						
					Lehrberg-Glied	KwP'L									
		Eckberg-Glied	KwPE												
Enger-Sequenz	Keuper	Stuttgart-Gruppe	Osnabrück-Formation						km2	km2	Schilfsandstein	Schilfsandstein	Schilfsandstein		
			Plessen-Formation		Schledehausen-Formation										
		Grabfeld-Gruppe		Bredenborn-Formation				kgB	3			km1	km1	Unterer Mittelkeuper, Gipskeuper	Unterer Gipskeuper
				Oldenburg-Formation				kgO	2						
				Hahnenklau-Formation		Vogelsang-Glied		KgH'V	1						
						Hummersen-Glied		KgH'H	Km1 H	Hummersen-Schichten					
						Mönchsberg-Glied		KgH'M	Km1 M	Mönchsberg-Schichten					
				Vörden-Formation		Voxtrup-Glied		KgV'V	Km1 V	Vördener-Schichten					
						Hungerberg-Glied		KgV'H							
				Elbrinchen-Formation		Schulenburg-Glied		KgE'S	3						
						Lothe-Glied		KgE'L	2	Elbrinchen-Schichten					
						Dörenberg-Glied		KgE'D	1						
		Löwendorf-Formation		Obere Löwendorf-Formation		Kg L 2	2	Löwendorfer-Formation							
				Untere Löwendorf-Formation		Kg L 1									
		Höxter-Gruppe		Hohehaus-Formation		Papenhöfen-Glied		KhH'P	3 s	Sandsteinhorizont 3		km1	km1	Hauptlettenkohlen-sandstein	Unterer Keuper (Lettenkohlenkeuper)
Saumer-Glied						KhH'S	2 d	Dolomithorizont 2							
								Sandsteinhorizont 2							
Ratsiek-Glied				Nette-Glied		KhR'N	2 s	Dolomithorizont 1							
				Bramheide-Glied		KhR'B	1 d	Sandsteinhorizont 1							
Bödexen-Formation				Wallenhorst-Formation		Khh'R		KhR'B	1 s	Anopophorasandstein					
						Bönekenberg-Glied		KhB'B							
						Kollerbeck-Glied		KhB'K	Hauptdolomit						
						Eilversen-Glied		KhB'E	Unterer Lettenkohlen-Schichten						
Corvey-Sequenz	Muschel-kalk	Oberer Muschel-kalk	Ceratiten-Schichten		Dolomitische Grenzschicht		Mo 2 i			Ceratitenschichten					

Tab. 1: Keuper-Stratigraphie nach DUCHROW (1968, 1984) und WILL (1969).

Bohrungen TB 1 – 47 ausgewertet, soweit diese einen Übergang dokumentierten.

Der Untere Gipskeuper (km1) konnte im Untersuchungsgebiet nicht vollständig erschlossen werden, da die Tunnelgradienten im Bereich der Konstruktionsabschnitte 5, 6 und 7 nicht tiefgreifend genug war. Es ergibt sich somit eine unvollständige, erschlossene Mächtigkeit von etwa 63 m.

Der Gipskeuper (km1) kann im Untersuchungsgebiet zum hangenden Schilfsandstein (km2) durch einen markanten lithologischen Wechsel von dolomitischem Mergel zu Tonmergel abgegrenzt werden. Die Grenzziehung im Hangenden zur Unteren Roten Wand (km3 α) basiert auf dem Auftreten der KÜHL'schen Brekzie, welche mit gutem Leitwert überregional als Basalschicht der Roten Wand (km3) definiert ist (KÜHL 1956; DUCHROW 1984; LEWANDOWSKI 1988).

Die Rote Wand (km3) des Untersuchungsgebietes läßt sich stratigraphisch in eine obere und eine untere Abfolge, folglich Untere Rote Wand (km3 α) und Obere Rote Wand (km3 β) einstufen. Die Grenzziehung zwischen beiden basiert im Untersuchungsgebiet auf dem Einschalten von harten Tonmergelbänken, einhergehend mit dem Ausbleiben der ansonsten in der Unteren Roten Wand (km3 α) sequenziell einschaltenden Aufarbeitungsbrekzien und Gipsresiduallagen.

Der Übergang zwischen Oberer Roter Wand (km3 β) und dem Unteren Steinmergelkeuper (km4 α) erfolgt graduell in Form einer mächtigen Übergangsschicht. Für das Untersuchungsgebiet wurde die stratigraphische Grenzziehung mit Hilfe der röntgendiffraktometrischen Mineralanalyse an einer in beiden Gleisen auftretenden harten Steinmergelbank mit nur noch geringem Anteil an Ton vorgenommen.

Für das Untersuchungsgebiet muß aufgrund der Analysedaten diese Übergangsschicht dem Unteren Steinmergelkeuper (km4 α) zugerechnet werden. Die Unterteilung in Unteren Steinmergelkeuper (km4 α) und Oberen Steinmergelkeuper (km4 β) basiert im Untersuchungsgebiet, wie auch in den Nachbargebieten, primär auf einem deutlichen Farbwechsel von rotbunt nach grau einhergehend mit einem Rückgang nichtkarbonatischer Bestandteile (GRUPE 1911; DUCHROW 1965; HAUSCHKE 1985; LEWANDOWSKI 1988). Die Grenzziehung zwischen dem Oberen Steinmergelkeuper (km4 β) und dem Rhät (ko) im Hangenden wird im Untersuchungsgebiet aufgrund einer auftretenden Leitbank mit deutlichem Farbwechsel gezogen. Die in Augenschein genommenen Gesteine des Rhäts (ko) der Tunneltrasse, mit einer erschlossenen Mächtigkeit von etwa 11,5 m, sind dem unteren Bereich des Oberen Keupers (Rhätschiefer-Gruppe/Rhät-Keuper) zuzurechnen. Der Dachbereich wird vermutlich z. T. diskordant durch pleistozäne Sedimentserien abgeschnitten. Im Bereich des Af 1 konnte aufgrund der Bohrungen TB 1 – 4 eine mittlere Gesamtmächtigkeit von etwa 21,5 m bestimmt werden. Nach den Beschreibungen von MESTWERDT & BURRE (1981) beträgt die vollständige Mächtigkeit des Rhäts (ko) im Raum Bielefeld (AB 6) etwa 40 m. Ausgehend von dieser "Normalmächtigkeit" für den Raum Bielefeld, liegt die Mächtigkeit für das Rhät (ko) immer noch deutlich unter den Beschreibungen von LEWANDOWSKI (1988) für das Osnabrücker Bergland (~ 80 m), Wesergebiet (~ 60 m) und das nördliche Harzvorland (~ 100 m). Durch den Nachweis von *Protocardia rhaetica* (MERIAN 1853) können die unteren aufgefahrenen Rhätsedimente (ko) nach WILL (1969) biostratigraphisch in die Oberen Contorta-Schichten gestellt werden. Die darauf folgenden Schichten müßten demnach den Triletes-Schichten, die darunter liegenden den Postera-Schichten (WILL 1969) zugerechnet werden. Eine biostratigraphische Beweisführung hierfür ist jedoch nicht möglich. Lediglich durch lithologische Wechsel kann hier eine solche Grenzziehung durchgeführt werden. Ob das Rhät (ko) vollständig ansteht oder ein Teil der Oberen Schichten erodiert wurde, läßt sich trotz der Korrelation mit den Bohrungen TB 1 – 4 nicht gesichert belegen.

2.4 Tektonik

Die Gesteine des Keupers zeigen eine deutliche Beeinflussung durch ihre Randlage zur Osningüberschiebung. Es handelt sich hierbei um einen kompressiven Baustil, als Folge der unterkretazischen bis paläogenen Deckenfernwirkung der Alpen Orogenese (Laramische Phase), der in Form von flexurartigen Schichtverstellungen im Steinmergelkeuper (km4) sowie dem Rhät (ko) am deutlichsten in Erscheinung tritt und für den Raum Bielefeld weder im Schrifttum (mit Ausnahme von LEISS 1999) noch in Aufschlußbohrungen beschrieben wurde. Nach den Daten von LEISS (1999) ergeben sich folgende Gefügewerte:

Meßbereich (Schichtglied)	Streichrichtung	Einfallswinkel der Schichten (der tektonischen Trennflächen)	Σ
Konstruktionsabschnitt 1 (ko)	NW – SE: 150°	10° – 15°	25
Konstruktionsabschnitt 2 (km4)	NW – SE: 145°	12° – 18° (70° – 90°)	50
	N – S: 165°		
	E – W: 110°		
	NE – SW: 35°		
Konstruktionsabschnitt 3 und 4 (km4, km3)	NW – SE: 128°	21° – 28° (75° – 90°)	150
Konstruktionsabschnitt 5 (km3, km2)	N – S: 165°	(75° – 85°)	50
	NW – SE: 140°	(90°)	
	NW – SE: 125°	25° – 35°	
	E – W: 85°	(90°)	
Konstruktionsabschnitt 6 (km3, km1)	NW – SE: 124°	26° – 35° (80° – 90°)	25

Tab 2: Auswertung von insgesamt 300 Kluftrichtungen. Die Haupteinrichtung sind hervorgehoben.
Nach LEIS (1999), ergänzt.

Die maximale Verkipfung der Keupersedimente beträgt 35° mit dazu oft sehr steil stehenden Trennflächen (70° – 90°). Winkeldiskordant auflagernd finden sich die Gesteine des Pleistozäns (Konstruktionsabschnitte 5, 6, 7 und 8). Die Hauptstreichrichtung folgt dem herzynischen Streichen (NW – SE) des Osning (FIEDLER 1984). Störungen, mit einem maximalen Versatz von bis zu 0,6 m (Konstruktionsabschnitt 5 und 6), folgen zumeist senkrecht dazu.

2.5 Paläogeographie

Der Keuper des Untersuchungsgebietes kann paläogeographisch dem norddeutschen Teil des obertriassischen Germanischen Keuperbeckens, das sich im Osten über das polnische Mittelgebirge, im Nordwesten über die Nordsee, den Britischen Inseln und Irland erstreckte, zugerechnet werden. Der nord- und süddeutsche Teil des Germanischen Keuperbeckens war durch das Vindelizische Hochland getrennt und stand nur zeitweise über das Thüringer Becken und die Hessische Straße in Verbindung (RAZAWI 1965). Zu Meeresingressionen der Tethys kam es mehrmalig über die südlich gelegene Burgundische Pforte, über die südöstlich gelegene Schlesisch-Mährische Pforte sowie den nördlich gelegenen Ozean, über die sich im Ober-Keuper öffnende Irische Pforte. Hochgebiete z. Z. des Keupers waren der Fennoskandische Schild im Norden, die Rheinische Masse im Südwesten (in direkter Nachbarschaft zum Untersuchungsgebiet), das Vindelizisch-Böhmische Land im Osten sowie das Zentral-Plateau im Südwesten (LEISS 1999). Die Keuperschichten des Germanischen Beckens, das sehr reliefarm, übersalzen und oft trockengefallen war (zeitweilig Playa- und Sabkha-Milieu; Evaporitbildung; FÜCHTBAUER 1974; GEYER 1977; SCHOLLE, BEBOUT & MOORE 1983; LUCCHI 1995) wurden unter (semi-) aridem Klima abgelagert (DUCHROW 1984). DEUTLOFF, KÜHN-VELTEN & MICHEL (1986) teilen den Keuper in drei große paläogeographische Zonen: 1. Unterer Keuper (km1): Wechsel von brackisch-terrestrischem und marinem Milieu, 2. Mittlerer Keuper (km2 – km4): brackisch bis limnischer, semiarider Ablagerungsraum in Form einer Großlagune und 3. Oberer Keuper (ko): epikontinentales Flachmeer (Meeresingression). Diese Einteilung läßt sich so für das Untersuchungsgebiet nicht nachvollziehen (Abb. 7 und 8).

Liefergebiete waren die Böhmische Masse während der Zeit des gesamten Keupers und zusätzlich die Rheinische Masse während der Zeit des Unteren Keupers (ku) sowie des Oberen Keupers (ko) (SCHÖNENBERG & NEUGEBAUER 1987; WALTER 1995). Zu einem Wechsel der Paläogeographie des Germanischen Keuperbeckens im Raum des Untersuchungsgebietes kam es insbesondere durch die altkimmerische Phase der saxonischen Gebirgsbildung, die im Raum Osnabrück besonders ausgeprägt war (DEUTLOFF, KÜHN-VELTEN & MICHEL 1986; SCHÖNENBERG & NEUGEBAUER 1987; WALTER 1995).

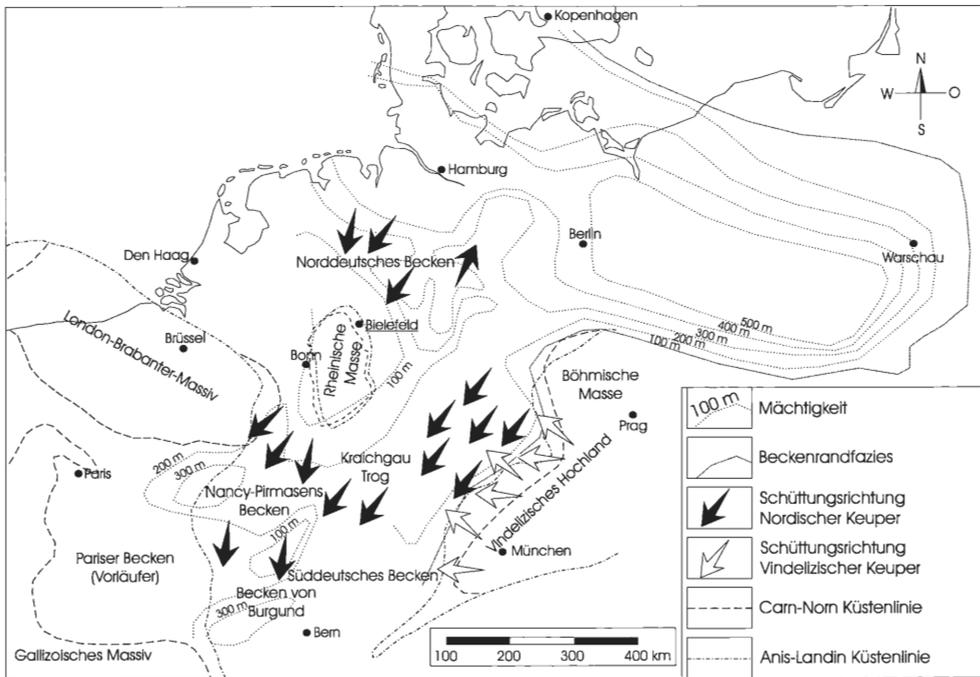


Abb. 7: Paläogeographische Karte des mitteleuropäischen Keupers. Zusammengestellt nach den Daten von HESEMANN (1985) und BOURQUIN & GUILLOCHEAU (1996).

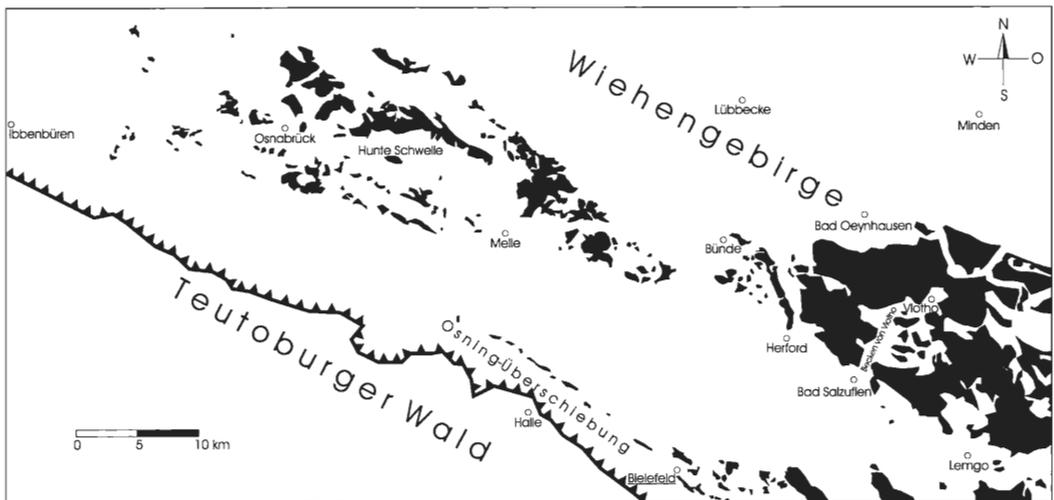


Abb. 8: Verbreitung des Keupers (schwarze Flächen) im Osnabrücker Bergland, dem Wiehengebirge sowie dem Teutoburger Wald. Nach DUCHROW (1984), geändert.

2.6 Beckenanalyse und Fazies

Bei der Einordnung des Bielefelder Keuperprofils in die Profile des Umlandes läßt sich der bereits mehrfach erwähnte besondere Charakter deutlich erkennen. Die Gesteine der Bielefelder Tunneltrasse unterscheiden sich z. T. erheblich lithologisch, als auch aufgrund der Mächtigkeit von naheliegenden Profilen. Für den Vergleich wurden die von LEISS (1999) nach DUCHROW (1984) aus Einzelprofilen unterschiedlicher Maßstäbe zusammengesetzten Profile für das Osnabrücker Bergland, die Hunte-Schwelle, das

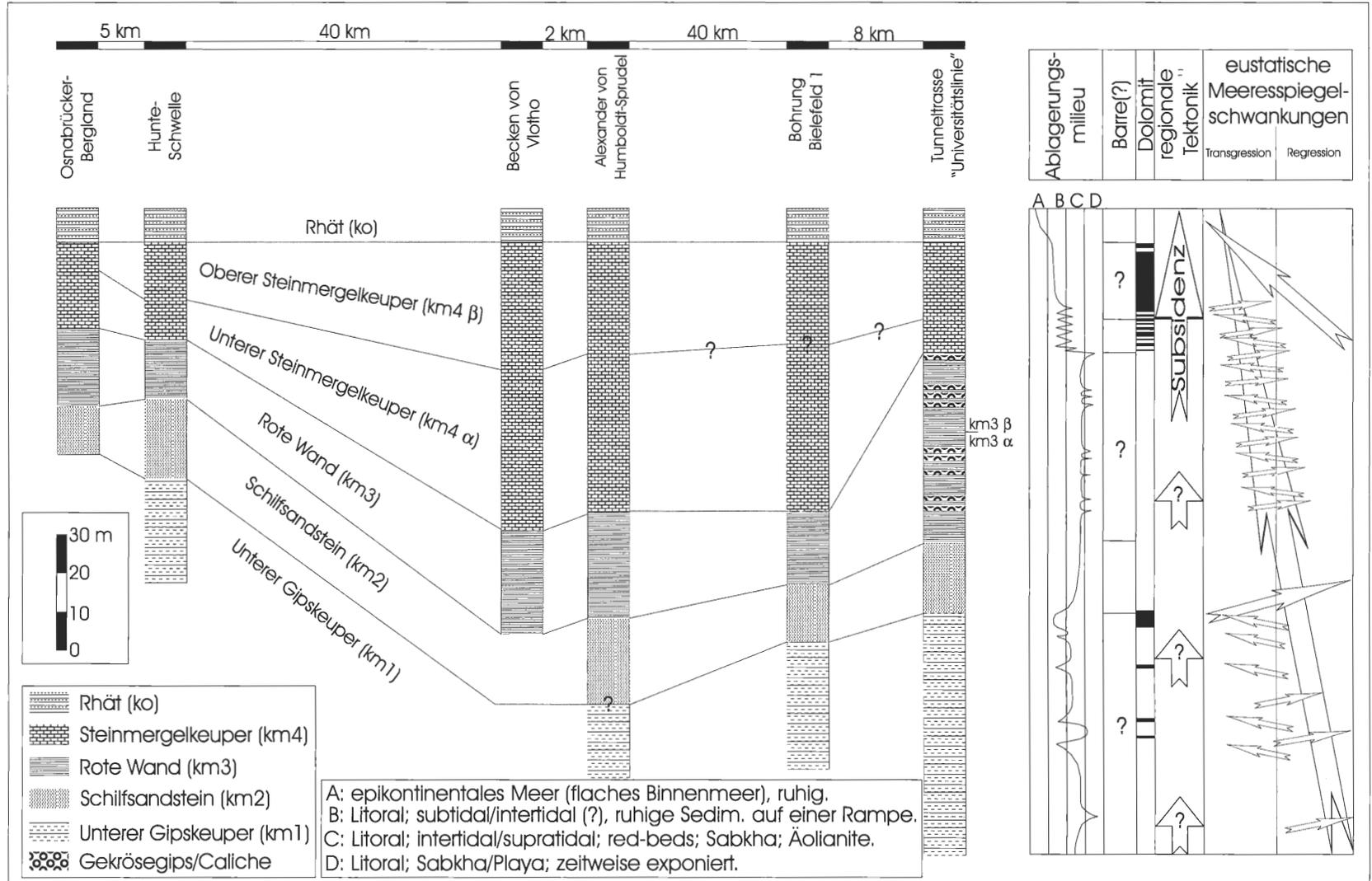


Abb. 9: Schematische Gegenüberstellung der auf der NW-SE verlaufenden Beckenachse liegenden Profile bei Osnabrück, der Hunte-Schwelle sowie dem Becken von Vlotho zu denen des südwestlichen Beckenrands im Raum Bielefeld (Bohrung Bielefeld 1 und Tunnelprofil).
 "": primär in Bezug auf das Becken von Vlotho, sekundär auf den Hunte-Sporn (Hunte-Schwelle) und die Rheinische Masse.
 Nach LEISS (1999), geändert.

Becken von Vlotho sowie der Bohrung Bielefeld 1 (FABIAN 1956), der Bohrung "Alexander von Humboldt Sprudel" (SANDER 1977) dem Bielefelder Profil gegenübergestellt (LEISS 1999). Das letztgenannte Profil wird somit in einen NW/SE streichenden Sedimentationsraum eingeordnet (Abb. 9). Der Untere Gipskeuper (km1) zeigt hinsichtlich seiner lithologischen Merkmale zunächst keine bedeutenden Unterschiede. Eine im Unteren Gipskeuper (km1) auftretende Siltbank sowie die im oberen Profiltail beobachteten Hartmergelbänke, lassen sich problemlos den lithologischen Beschreibungen des Umlandes zuordnen. Demnach ordnet sich der Untere Gipskeuper (km1) des Untersuchungsgebietes in ein weitläufiges Küstensystem (intertidal bis supratidal), welches im Untersuchungsgebiet zumindest zeitweise als Playa bzw. Sabkha entwickelt gewesen sein muß, ein. Hinsichtlich der Mächtigkeit kann infolge der nur teilweisen Durchquerung des Unteren Gipskeupers (km1) keine Aussage erfolgen. Der Schilfsandstein (km2) des Untersuchungsgebietes zeigt hingegen eine in dieser Form noch nicht beschriebene stark atypische Ausbildung. Die für das gesamte Umland beschriebenen Sandsteine, normalerweise als ineinander verflochtene Rinnensandsteine (anastomosierender Flußlauf) ausgebildet (WURSTER 1964; KNAUFF 1978; DUCHROW 1984; LEWANDOWSKI 1988), finden sich hier nicht.

Stattdessen treten weitgehend rote oder rotbunte mergelige Tonsteine auf, in die insgesamt vier harte dolomitische Bänke eingeschaltet sind. Die Mächtigkeit des Schilfsandsteins (km2) des Untersuchungsgebietes liegt leicht unter den Mächtigkeiten, die für das Umland angegeben werden. Der Schilfsandstein (km2) im Untersuchungsgebiet kann nach seinem Lithotypus einer Playafazies zugeordnet werden, die möglicherweise temporär unter supratidalem bis intertidalem Einfluß gestanden hat. In der Bohrung Bielefeld 1 (FABIAN 1956), sowie in den Beschreibungen von MESTWERDT & BURRE (1926) für Schilfsandsteinvorkommen (km2) in Bechterdissen (in 10 km Entfernung), Hillegossen (in 8 km Entfernung) und bei Stieghorst (in 6 km Entfernung), lassen sich deutliche Änderungen in Annäherung an das Profil des Untersuchungsgebietes feststellen (LEWANDOWSKI 1988). Die Rote Wand (km3) des Untersuchungsgebietes zeigt von ihrem lithologischen Erscheinungsbild (red bed Sedimente), als auch von ihrer Mächtigkeit mit etwa 48 m, erhebliche Unterschiede zu den umgebenden Profilen. Schon in der nur etwa 8 km entfernten Bohrung Bielefeld 1 (FABIAN 1956) treten deutliche Unterschiede auf. Die Mächtigkeit der Roten Wand (km3) beträgt hier weniger als die Hälfte der Mächtigkeit im Untersuchungsgebiet; die Lithologie zeigt einen ebenfalls gänzlich anderen Charakter. Die sich im Untersuchungsgebiet mehrfach einschaltenden Gipsresiduen und Kalkkrusten (Caliche) setzen das Bielefelder Profil in eine Playa-/Sabkha-Fazies, welcher ein zeitweiser intertidaler bis supratidaler Einfluß unterstellt werden muß. Der Steinmergelkeuper (km4) des Untersuchungsgebietes präsentiert sich ebenfalls mit deutlichen Unterschieden zu bereits bekannten Profilen. Der Untere Steinmergelkeuper (km4 α) zeigt im Gegensatz zu seinen Nachbarprofilen mit etwa 7 m eine signifikant reduzierte Mächtigkeit, während sich die sonstigen Befunde durchaus diesen Profilen zuordnen lassen. Der Obere Steinmergelkeuper (km4 β) mit 22 m Mächtigkeit hingegen, zeigt eine drastisch differenzierte Lithologie. Hier fehlen die rhythmischen Wechsellagerungen von Ton und Dolomit wie sie für das Umland, insbesondere für das naheliegende Becken von Vlotho, beschrieben wurden (LEISS 1999). Eine deutliche Reduktion der Schichtmächtigkeit, ist ebenfalls zu erkennen. Für den Steinmergelkeuper (km4) muß für das Untersuchungsgebiet von einer intertidalen Rampenfazies (Karbonatrampe) ausgegangen werden.

Das Rhät (ko) des Untersuchungsgebietes zeichnet sich durch das Fehlen der ansonsten stets beschriebenen Sandsteinhorizonte aus. Im Schrifttum existieren zahlreiche Hinweise auf eine Reduktion dieser in Richtung auf den Bielefelder Raum. Die Gesamtmächtigkeit im Untersuchungsgebiet konnte unter zur Hilfenahme der Bohrungen TB 1 – 4 auf etwa 21,5 m festgelegt werden und liegt somit deutlich unter den Angaben der Nachbargebiete. Insbesondere durch den Fund von *Protocardia rhaetica* muß für das Untersuchungsgebiet von marin-brakischen bis brackisch-limnischen Bedingungen ausgegangen werden. Hierbei könnte der Ablagerungsraum in Form einer Großlagune, wie sie bereits im Steinmergelkeuper (km4) existierte, weiterhin bestanden haben. Das Rhät (ko) des Untersuchungsgebietes könnte somit einem flachen intertidalen bzw. supratidalen Bereich mit deutlich fluviatilen Einfluß zugeordnet werden.

Für den gesamten Keuper des Untersuchungsgebietes kann von Ablagerung am Rande einer angrenzenden Großlagune, mit zeitweisem marinen, fluviatil-limnischen oder terrestrischen Einfluß, abhängig von Meeresspiegel und Subsidenz, ausgegangen werden, welcher möglicherweise zumindest zeitweise eine Barre vorgeschaltet war und so Steuerungsfunktionen übernahm. Diese Großlagune stand nach den lithologischen Ergebnissen sowie der Beckenanalyse sicherlich zeitweise im Kontakt mit den angrenzenden Faziesräumen (Lagunen/Becken), spiegelt jedoch einen besonderen Faziesbereich in der direkten Randlage zur Rheinischen Masse, einer flachen Rampe eines intertidalen Litoralbereiches (Playa/Sabkha), wieder (Abb. 10). In wieweit überregionale tektonische Ereignisse als Steuerungsfaktoren fungiert haben, läßt sich nicht zweifelsfrei benennen. Nach jüngsten Ergebnissen von BOURQUIN, VAIRON & LE STRAT (1997) für den Keuper des Pariser Beckens, scheinen sich überregionale tektonische Ereignisse sowie eustatische Meeresspiegelschwankungen jedoch nicht entscheidend auf das Sedimentationsgeschehen auszuwirken (WOLBURG 1969; Abb. 11). Der Einfluß von lokalen Faktoren erscheint somit plausibler.

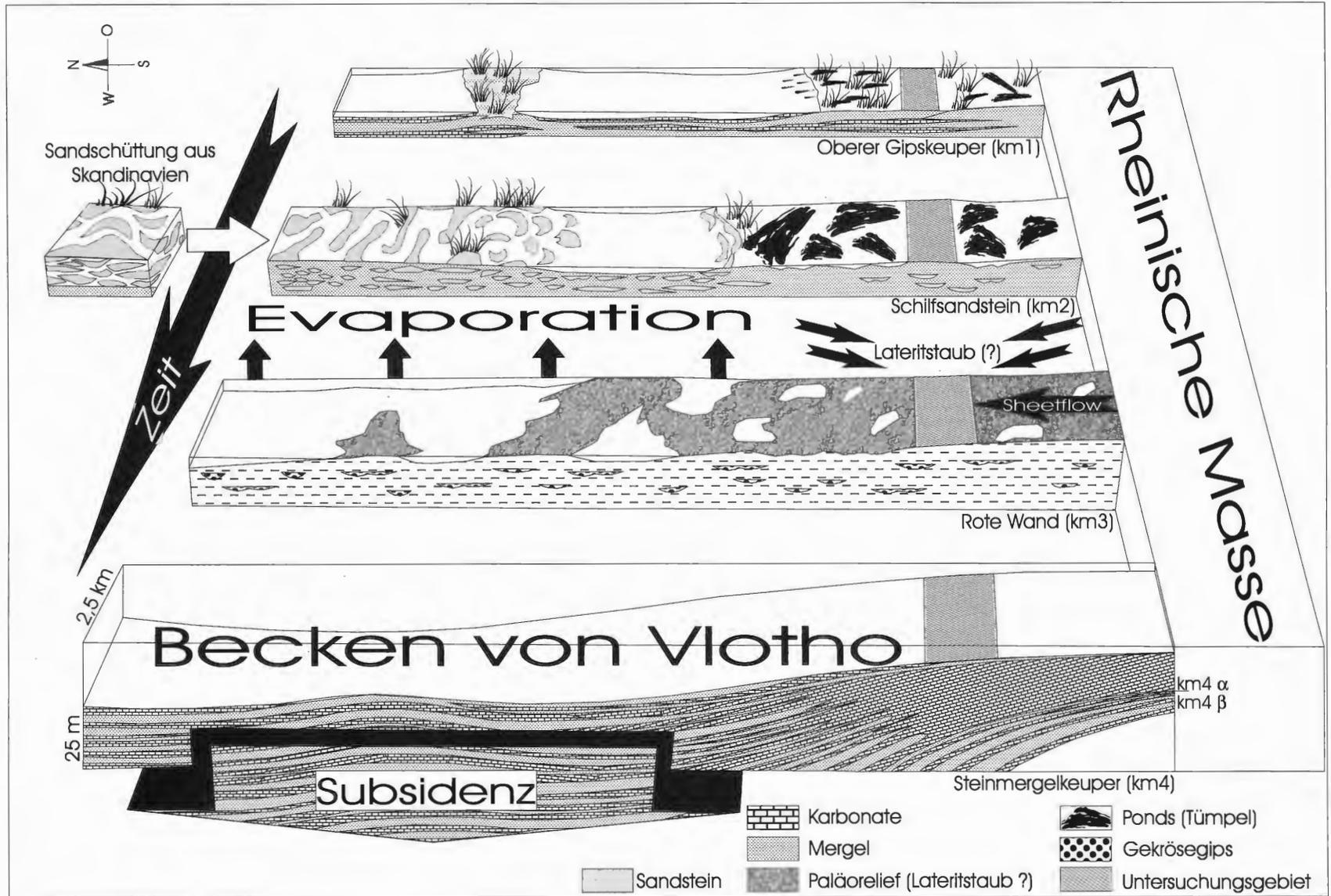


Abb. 10: Graphische Darstellung des Ablagerungsraumes und der Fazies als Raum - Zeit - Modell für den Unteren Gipskeuper (km1), den Schilfsandstein (km2), die Rote Wand (km3) und den Steinmergelkeuper (km4). Nach LEISS (1999), geändert und ergänzt.

2.7 Gesteinsfarben

Die häufig auftretenden, beschriebenen Farbwechsel in den Gesteinen des Keupers geben direkten Hinweis auf das Ablagerungsmilieu sowie das Paläoenvironment. Wichtigste Farbträger sind hierbei Eisenminerale wie Hämatit, Goethit und Pyrit. Organische Verbindungen dürften nur eine untergeordnete Rolle gespielt haben (LEWANDOWSKI 1988). Auffallend ist, daß sich die schnellen lateralen Farbwechsel ohne erkennbaren Wechsel der Korngrößen bzw. des Materials vollziehen, so daß nicht von einer Änderung des Abtragungsraumes (Liefergebiet) ausgegangen werden kann. Es kommen somit folgende Mechanismen der primären und sekundären Farbgebung für die Gesteine des Keupers im Untersuchungsgebiet in Betracht (LEWANDOWSKI 1988):

1. Primär: Eintrag von lateritischem Material, welches bereits rotgefärbt ist. Überwiegend als "sheet-flow", untergeordnet als Lateritstaub (Äolisch) eingetragen.

2. Sekundär: a): Durch Oxidation von Eisenmineralen, infolge der Exposition des Sedimentationsraumes.

b): Veränderung der Farbe durch diagenetische Prozesse entsprechend der vorherrschenden Eh- und pH-Verhältnisse.

c): Veränderung der Farbe infolge des thermischen Einflusses des Bramscher-Vlothoer Doppelmassivs (Migration hydrothermalmer Lösungen).

Hämatit setzt als wichtigster Farbträger semiarides Klima voraus, um dessen chemische Verwitterung zu ermöglichen. Bei der in situ Entstehung sind detritische Fe-haltige Silikate wichtig, bei denen es unter oxidierenden Bedingungen zur Bildung von metastabilen Fe-Hydroxiden kommt, welche zu Hämatit transformiert werden. Bei der Silikatverwitterung können die dann freiwerdenden Oxide intergranular oxidieren oder umkrusten. Als Hauptträger des Eisen vermuten WALKER & HONEA (1969) Fe-haltige Tonminerale. Durch lokale diagenetische Reduktionen können die oft zu beobachtenden rotgrau gefleckten oder vollständig grauen Sedimentfarben erklärt werden. Rote, grüne oder graue Farben sind direkt vom Fe^{2+}/Fe^{3+} -Verhältnis abhängig (LEWANDOWSKI 1988). Demnach bewirkt ein niedriges Fe^{2+}/Fe^{3+} -Verhältnis rote Farbtöne, ein hohes Fe^{2+}/Fe^{3+} -Verhältnis grüne Farbtöne (POTTER, MAYNARD & PRYOR 1980). Eine Schwarzfärbung, wie sie im Untersuchungsgebiet ausnahmslos im Rhät (ko) zu beobachten ist, muß auf einen erhöhten Anteil an organischem Material zurückgeführt werden. Die Gesteinsfarbe kann somit nicht als lithostratigraphisches Kriterium genutzt werden. Bedingt durch die Engräumigkeit der Farbänderung können in einem Faziesbereich mehrere Farben auftreten bzw. innerhalb kurzer Distanzen wechseln (VAN HOUTEN 1973; DUCHROW 1984; LEWANDOWSKI 1988).

2.8 Mineraluntersuchungen

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden fünf Gesteinsproben aus der Oberen Roten Wand (km3 β), den Übergangsschichten zwischen Oberer Roter Wand (km3 β) und Unterem Steinmergelkeuper (km4 α) mittels Röntgendiffraktometrie analysiert (DIN 22021, 22024, 52105). Die Ergebnisse wurden mit 14 analysierten Proben der Stadt Bielefeld sowie den Daten von LEWANDOWSKI (1988) verglichen und ausgewertet. Hierbei zeigt sich, daß in allen Gesteinsproben Dolomit ($Ca, Mg (CO_3)_2$) und Quarz (SiO_2) die dominierenden Minerale sind. Als Nebenbestandteile treten Feldspat ($K, Al Si_3O_8; Na, Al Si_3O_8; Ca, Al_2Si_2O_8$), Glimmer ($K, Al_3[Si_3O_{10}(OH)_2]$) sowie die Tonminerale Kalolinit ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$), Illit ($K, Al_2Si_3O_9(OH)_4$), Chlorit ($Mg_{10}Al_2(Si_6Al_2)O_{20}(OH)_{16}$) und Corrensit (Chlorit-Montomorillonit) $Al_2(OH)_2(Si_4O_{19})(Ca, Na, \dots)_4H_2O$ auf. Anhydrit konnte, ebenso wie in den Proben der Stadt Bielefeld, vermutlich aufgrund der Oberflächennähe (Auslaugung), nicht nachgewiesen werden (DUCHROW 1984).

Erwähnenswerte Abweichung der eigenen Analysedaten gegenüber denen der Stadt Bielefeld und denen von LEWANDOWSKI (1988) liegen nicht vor. Die Auswertung von Tabelle 1 spiegelt deutlich den graduellen Faziesübergang von der Oberen Roten Wand (km3 β) zum Unterem Steinmergelkeuper (km4 α) wieder. Die Übergangsschicht muß aufgrund der gewonnenen Daten (Tab. 3) dem Unterem Steinmergelkeuper (km4 α) zugerechnet werden. Die bereits beschriebene Änderung des Ablagerungsraumes zwischen Oberer Roter Wand (km3 β) und Unterem Steinmergelkeuper (km4 α) von einem durch das Hinterland dominierten (Supra)-Litoral hin zu einem Intertidalbereich einer Karbontrampe läßt sich ebenso durch die vorliegenden Daten stützen. Möglicherweise wird hier ebenfalls ein deutlicher Klimawechsel dokumentiert. Die Frage der Dolomitgenese in den Proben der Übergangsschicht und des Unterem Steinmergelkeupers (km4 α) bzw. des Steinmergelkeupers (km4) insgesamt, kann nicht zweifelsfrei geklärt werden. Für das Untersuchungsgebiet erscheint es als plausibel, daß es sich um primäre Dolomitgenese handelt, die einerseits

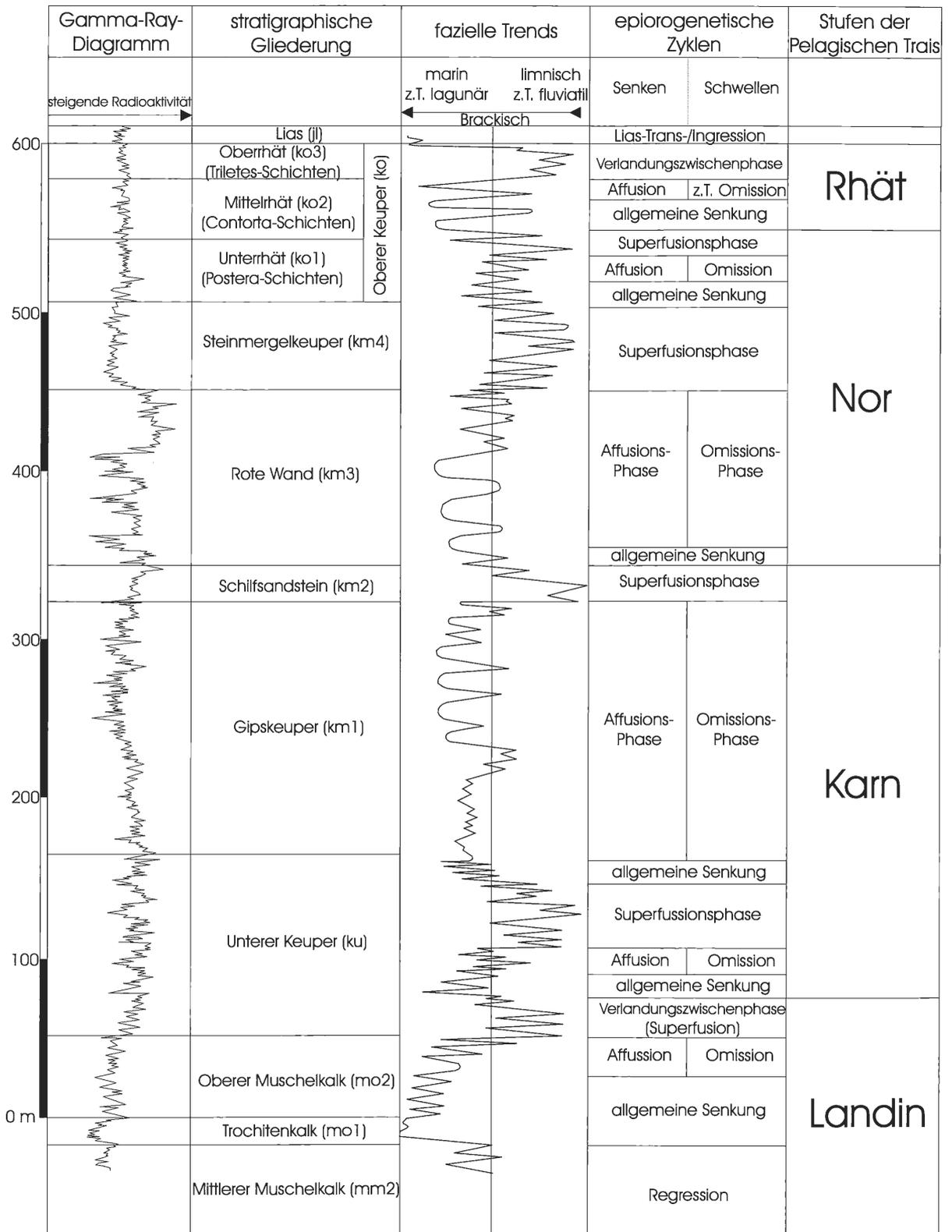


Abb. 11: Standardprofil (Normalprofil) für die Zeit des gesamten Keupers des nordeutschen Beckens nach WOLBURG (1969). Die epiorogenetischen Zyklen lassen sich im Untersuchungsgebiet nicht nachvollziehen. Nach WOLBURG (1969), geändert.

Probe	Karbonat (1+2)	Dolomit (1)	Kalzit (2)	Quarz (3)	Tonminerale (4)	Feldspat (5)	Σ
1. Unterer Steinmergelkeuper (km4 α)	84,6 %	56,9 %	27,7 %	12,4 %	1,5 %	1,5 %	100
2. Unterer Steinmergelkeuper (km4 α): Grenzhorizont	74,0 %	74,0 %	–	10,0 %	4,0 %	12,0 %	100
3. Übergangsschicht	57,6 %	50,9 %	6,7 %	24,6 %	10,4 %	7,4 %	100
4. Obere Rote Wand (km3 β)	21,6 %	7,7 %	13,9 %	50,8 %	18,2 %	9,4 %	100
5. Obere Rote Wand (km3 β)	9,4 %	4,7 %	4,7 %	39,3 %	26,6 %	24,7 %	100

Tab. 3: Mineralogische Zusammensetzung der Proben aus der Oberen Roten Wand (km β), dem Übergangshorizont sowie dem Unteren Steinmergelkeuper (km α).

Probe	Illit, Montmorillonit, Smektit	Corrensit
1. Steinmergelkeuper (km4 α)	60 %	40 %
2. Steinmergelkeuper (km4 α): Grenzhorizont	70 %	30 %
3. Übergangsschicht	40 %	60 %
4. Obere Rote Wand (km3 β)	90 %	10 %
5. Obere Rote Wand (km3 β)	90 %	10 %

Tab. 4: Auswertung der Mineralanteile für Tonminerale.

Probe	Quarz	Dolomit	Feldspat	Illit	Montmorillonit	Chlorit	Kaolinit
1	X	X	((X))	X	X	((X))	-
2	X	X	((X))	X	X	((X))	-
3	X	X	X	(X)	(X)	((X))	-
4	X	X	X	X	X	((X))	-
5	X	X	X	X	X	((X))	-
6	X	X	((X))	((X))	-	((X))	(X)
7	X	X	(X)	(X)	-	-	((X))
8	X	X	(X)	(X)	-	-	((X))
9	X	X	(X)	(X)	-	-	((X))
10	X	X	(X)	(X)	-	-	(X)
11	X	X	(X)	(X)	-	((X))	(X)
12	X	X	X	X	-	((X))	(X)
13	X	X	X	X	-	((X))	(X)
14	X	X	X	X	-	((X))	(X)
15	X	X	X	X	-	-	(X)
16	X	X	X	X	X	?	(X)
17	X	X	X	X	X	?	(X)
18	X	X	X	X	X	?	((X))
19	X	X	X	X	X	?	((X))

Tab. 5: Übersichtsdarstellung aller Proben. X: Hauptbestandteile, X: Nebenbestandteil, (X): schwacher Nebenbestandteil, ((X)): untergeordnet, (((X))): sehr schwach, ?: unsicher, -: nicht nachweisbar.

durch die Wasserchemie, andererseits durch ein "evaporative pumping system" in einer Dolomite-Playa Fazies (LEWANDOWSKI 1988) gesteuert wurde. Rezentbeispiele für primäre Dolomitgenese unter semiariden Klimabedingungen in Intertidal/Supratidal- bis Playabereichen sind aus dem Nahen Osten bekannt (SCHOLLE, BEBOUT & MOORE 1983; LUCCHI 1995).

2.9 Geländebegehung

Im Rahmen der hier vorliegenden Arbeit wurde eine Geländebegehung im etwa 18 km entfernten Bad Salzuflen und Umgebung durchgeführt (Abb. 12). Der Bereich um Bad Salzuflen wurde aufgrund seiner Nähe zum Tunnelprofil sowie der Beschreibungen von KNAUFF (1978) gewählt, der in seinen Erläuterungen zur Geologischen Karte auf engem Raum das Auftreten von Rhät (ko), Steinmergelkeuper (km4), Roter Wand (km 3), Schilfsandstein (km2) und Unterem Gipskeuper (km1) beschreibt. Aufgrund der relativ geringen Entfernung zum Untersuchungsgebiet, wurde hier von weitgehend gleichen Faziesbedingungen ausgegangen. Aufschlüsse in anderen Gebieten liegen in deutlich größerer Entfernung, so daß diese nicht in Betracht kamen.

Von den durch KNAUFF (1978) beschriebenen Gesteinsserien des Keupers konnte, vermutlich bedingt durch die fortschreitende Bebauung und ausgiebige Verwitterung und Bodenbildung, nur die Stufe des Schilfsandsteins (km2) in Augenschein genommen werden.

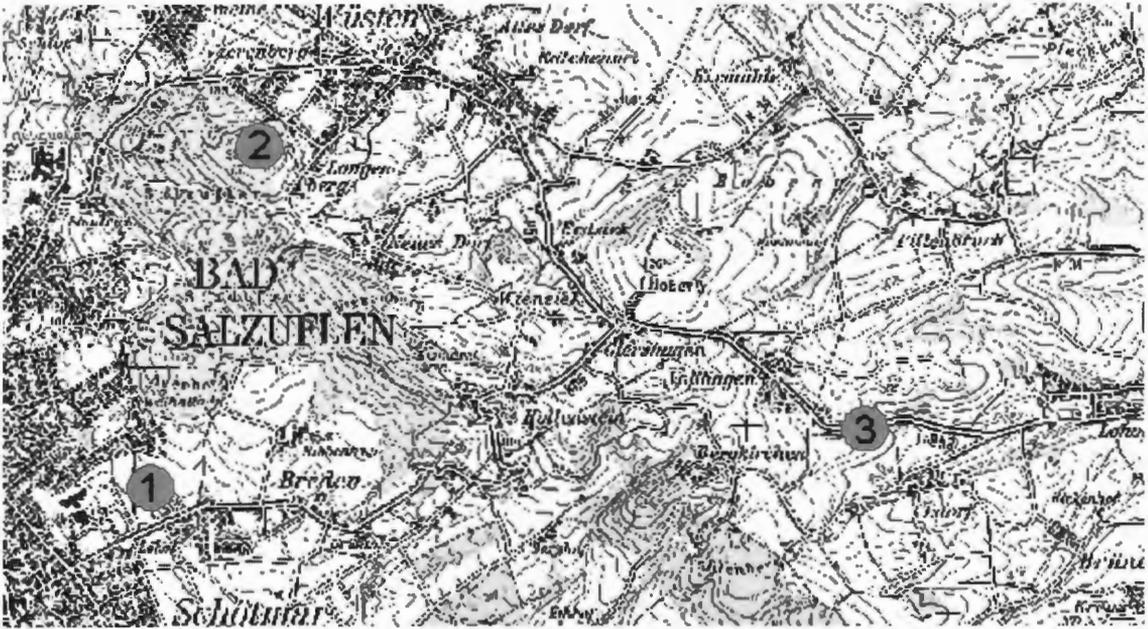


Abb. 12: Lage der Aufschlüsse 1 – 3 in Bad Salzuflen und Umgebung.
Kartengrundlage: Topographische Karte 1 : 25.000 NRW (Digital), Stand 1997.

2.9.1 Aufschluß 1: Neubaugebiet am Asenberg (Bad Salzuflen, Stadtteil Breden)

In einem Neubaugebiet wurden im Bereich eines Neubaubodenaushubes die anstehenden Gesteine untersucht. Hierbei handelt es sich um gebankte stark rote, in nur wenigen Partien graubeige gefärbte, fein- bis mittelkörnige Sandsteine (Schilfsandstein (km2)) mit Mächtigkeiten von 0,2 – 0,4 m. Eine deutliches internes Schichtgefüge war, ebenso wie ein relativ hoher Anteil von Muskovit zu erkennen.

2.9.2 Aufschluß 2: Am Vierenberg (Bad Salzuflen, Stadtteil Wüsten)

An einem steilen Berghang (Vierenberg) konnten im Stadtteil Wüsten stark verwitterte Schilfsandsteinbänke mit Mächtigkeiten von 0,2 – 0,4 m beobachtet werden. Hierbei handelt es sich um fein- bis mittelkörnige, hellbraune, braunrote, z.T. beige Sandsteine mit fein laminiertem Interngefüge. Auffällig traten rot bis rotbraun gefärbte geflammte Partien auf, welche im Aufschlußbereich lateral keinerlei Begrenzung zeigten. Zudem wurde in allen untersuchten Sandsteinbänken dieses Aufschlusses ebenfalls Muskovit nachgewiesen.

2.9.3 Aufschluß 3: Straße zwischen Giershagen und Kirchheide (nähe Kalletal)

Entlang der Straße zwischen den Orten Giershagen und Kirchheide konnten ebenfalls Gesteine des Schilfsandsteins (km²) in einem ehemaligen Steinbruch auf etwa 75 m Länge beobachtet werden. Hierbei handelt es sich um fein- bis mittelkörnige, hellbraune bis beige Sandsteinbänke mit Mächtigkeiten von 0,3 – 0,5 m, wechsellagernd mit feinsandig schluffigen Bänken mit Mächtigkeiten von etwa 0,1 – 0,3 m. Lageweise konnte eine leichte Rotfärbung beobachtet werden, welche lateral sehr eng begrenzt ist.

Der Schilfsandstein (km²) im Raum Bad Salzuflen tritt namensgebend als echter Sandstein in Erscheinung. Nach den Beschreibungen von KRUCK & WOLFF (1975) handelt es sich bei den helleren Sandsteinen (Aufschluß 2 und 3) um die der Rinnenfazies, während die Sandsteine mit deutlicher Rotfärbung (Aufschluß 1) in den Bereich der Überflutungsfazies (Crevasse splay Fazies) gestellt werden müssen. In allen Aufschlüssen konnte ein leichtes Schichteinfallen von 10° - 15° nach SW gemessen werden.

Nach den Daten von KÜHL (1956), ROSENFELD (1968), WURSTER (1964) und KNAUFF (1978) besitzt der Schilfsandstein im Raum Bad Salzuflen eine Gesamtmächtigkeit von 5 – 30 m. Nach KÜHL (1956) und ROSENFELD (1968) handelt es sich im Raum Bad Salzuflen um Sandsteine, welche in einem weiten Bereich einer Deltaebene stark durch die Fließgeschwindigkeit des Wassers beeinflusst wurden, was sich nach ROSENFELD (1968) in Ostlippe in einer sich drei Mal wiederholenden, rhythmischen Sedimentation erkennen läßt.

3 Zusammenfassung und Ergebnis

Die Keupersedimente des Untersuchungsgebietes bestehen zum überwiegenden Teil aus feinklastischen Sedimenten. Eingeschaltet finden sich Grobsilte und Feinsande. Reine Tone sind selten und treten in der Regel als Mergel auf. Karbonate liegen weitgehend in Form von Dolomit vor. Erwartete sulfatische Lagen fehlen in den durchfahrenen Keupersedimenten ganz, stattdessen treten im gesamten Vortriebsbereich Gips- bzw. Anhydritresiduen (KLUTH 1894; GRUPE 1911, 1927, 1929; KÜHL 1956; RAZAWI 1965; HAUSCHKE 1982; DUCHROW 1968; DUCHROW 1984; LEWANDOWSKI 1988) in Form von Residualknollen, -Lagen, -Bänder oder -Drusen auf, welche zum größten Teil durch rekristallisierten Kalzit (teil-) verfüllt sind. Auf einem Großteil der Klufflächen in den Schichten des Steinmergelkeupers (km⁴) sowie des Rhäts (ko) wurden Pyrit- sowie Hämatitkristalle nachgewiesen. In den Schichten der Roten Wand (km³) fanden sich mehrfach, sequenziell eingeschaltete Aufarbeitungshorizonte, die möglicherweise als Aufarbeitungs-/Kollapsbrekzien gedeutet werden können. Bei der ersten sich in die Rote Wand (km³) einschaltenden Brekzie handelt es sich möglicherweise um die KÜHL'sche Brekzie (KÜHL 1956), die als basale Schicht der Roten Wand (km³) beschrieben ist (DUCHROW 1984). Die für den Keuper charakteristische Rotfärbung (Buntfärbung), hervorgerufen sowohl durch synsedimentäre als auch diagenetische Prozesse (LEWANDOWSKI 1988; VAN HOUTEN 1973) tritt mit Ausnahme des Rhäts (ko) in allen durchfahrenen Keupersedimenten auf. Besonders im Steinmergelkeuper (km⁴) sowie in der Roten Wand (km³) fanden sich häufig farblabile Zonen, bei denen es sich um engräumige, laterale Farbwechsel von bunt zu grau handelt, die an bestimmte Fazieszonen gebunden sind (DUCHROW 1984).

Der Keuper im Raum Bielefeld weist nach den Daten der Bohrung Bielefeld 1 (FABIAN 1956; etwa 8 km östlich der Tunneltrasse, Stadtteil Oldentrup-Bröninghausen) eine Mächtigkeit von ca. 348 m, nach den Beschreibungen von MESTWERDT & BURRE (1981) von 305 m auf. Im östlich gelegenen Lipper- bzw. Weserbergland nimmt die Mächtigkeit auf ca. 390 m (km¹ – ko = 335 m) zu; im westlich gelegenen Osnabrücker Bergland wieder ab, so daß hier Mächtigkeiten von 227 – 330 m (km¹ – ko = 285 m) erreicht werden. DUCHROW (1984) erklärt die letztgenannte Mächtigkeitsreduktion durch eine Schichtausdünnung infolge des Senkungswiderstandes der Hunte Schwelle. Die Mächtigkeit des Keupers nimmt generell in Richtung E – NE zu, so daß im nördlichen Harzvorland bereits Mächtigkeiten von ca. 475 m (km¹ – ko = 440 m), weiter in Richtung NE > 500 m erreicht werden (RAZAWI 1965; LEWANDOWSKI 1988). Die Mächtigkeit der durchfahrenen Keupersedimente weist generell mit etwa 170 m deutlich geringere Mächtigkeit (km¹ – ko) auf. Auch die Verteilung der Mächtigkeiten der einzelnen Schichtglieder im Bielefelder Keuperprofil unterscheidet sich größtenteils von den Angaben für das Umland, was vermutlich auf die direkte Randlage des Keuperprofiles (südliches Randbecken des nordwestdeutschen Keuperbeckens) zur Rheinischen Masse sowie auf lokale tektonische Ereignisse zurückzuführen ist. Die im gesamten nordwestdeutschen Keuper vorherrschende Fossilarmut erschwerte stratigraphische Einstufungen. Im Untersuchungsgebiet selbst konnten nur ein einziges Mal, in den Schichten des Rhäts (ko), Fossilien in Form von Peleciopoden (*Protocardia rhaetica*; MERIAN 1853) nachgewiesen werden.

Durch die Vortriebsmaßnahmen für die Tunneltrasse der Stadtbahn-Linie 4 (Universitätslinie) konnte im Raum Bielefeld das erste Mal überhaupt ein vollständiges bergfrisches Keuperprofil von etwa 170 m Mächtigkeit (km1 – ko) in Augenschein genommen werden. Das Bielefelder Profil zeigt hierbei einen gänzlich eigenen Charakter, der in dieser Form für den Großraum Ostwestfalen Lippe noch nicht beschrieben wurde. Die Vermutungen anderer Autoren, die sich mit dem Keuper in den angrenzenden Gebieten beschäftigten und in Annäherung an den Bielefelder Raum lithostratigraphische Besonderheiten vermuteten, konnten so das erste Mal bestätigt werden.

Der Untere Gipskeuper (km1) zeigt hinsichtlich seines lithologischen Erscheinungsbildes sowie der Mächtigkeit keine besonderen Abweichungen zu den Beschreibungen für das Umland. Der Schilfsandstein (km2) hingegen tritt atypisch als mergeliger Tonstein auf, die namensgebenden Sandsteine fehlen hier, einhergehend mit einer leichten Reduktion der Schichtmächtigkeit im Gegensatz zum Osnabrücker, Weser und Lipper Bergland. Die Rote Wand (km3) repräsentiert sich mit stark erhöhter Schichtmächtigkeit. Hinsichtlich der Lithologie läßt sich eine klare Zweiteilung in Untere Rote Wand (km3 α) und Obere Rote Wand (km3 β) erkennen. In den obersten Profilanteilen wurde, eine ansonsten nicht beschriebene Übergangsschicht hin zu den Gesteinen des Unteren Steinmergelkeupers (km4 α) beobachtet, welche nach den Daten der mineralogischen Untersuchungen in den Bereich des Unteren Steinmergelkeupers (km4 α) zu stellen ist. Der gesamte Steinmergelkeuper (km4) des Untersuchungsgebietes zeigt mit weniger als der Hälfte der Mächtigkeit, wie sie für die nur 8 km entfernte Bohrung Bielefeld 1 beschrieben wurde, deutlich reduzierte Schichtmächtigkeiten. Teile des Rhäts (ko) des Untersuchungsgebietes konnten aufgrund des Fundes von *Protocardia rhaetica* (MERIAN 1853) in die Oberen Contorta-Schichten (WILL 1969) gestellt werden.

Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Becken- und Faziesanalyse, in Korrelation mit der Beckenanalyse von LEISS (1999), stellen das gesamte Bielefelder Keuperprofil in die Nähe eines Hochlandes der Rheinischen Masse, welche vermutlich verknüpft mit anderen regionalen tektonischen Ereignissen eine Beckensteuerfunktion übernommen haben dürfte (Abb. 6, 9 u. 10). Die Keupersedimente zeigen für den Unteren Gipskeuper (km1), den Schilfsandstein (km2), die Rote Wand (km3) sowie den Steinmergelkeuper (km4) immer wieder hierfür typische litorale, supratidale, intertidale oder schwach subtidale Sedimente. Zum Teil lassen sich die Sedimente des Tunnelbaus deutlich von denen für das Umland unterscheiden, was die Vermutung eines besonderen Faziesraumes, möglicherweise in Form einer Bucht (Lagune), bestätigt. Der gesamte paläogeographische Kontext mit der Rheinischen Masse, dem Hunte-Sporn (Hunte-Schwelle) und dem Becken von Vlotho im Umkreis von z. T. nur wenigen km Entfernung spricht ebenfalls für einen gesonderten Beckenbereich. Die Existenz einer Barre als vorgelagertes Steuerungselement läßt sich nicht nachweisen, kann aber aufgrund der rekonstruierten Bedingungen für den Unteren Gipskeuper (km1), die Rote Wand (km3) sowie den Steinmergelkeuper (km4) durchaus in Betracht gezogen werden.

Entgegen anfänglicher Vermutungen, bedingt durch die beschriebene differenzierte Ausbildung des Keupers im Raum Bielefeld, konnte eine stratigraphische Einstufung, wie für das Umland üblich, nach DUCHROW (1984) nicht einmal in Ansätzen, nach LEWANDOWSKI (1988), nur sehr bedingt, nach WILL (1969) gesichert durchgeführt werden.

Im Gegensatz zu anderen Autoren, welche sich mit dem Keuper im angrenzenden Osnabrücker Bergland, dem Wiehengebirge und dem Lipper Bergland beschäftigten und für diese Bereiche überwiegend abrupte Fazieswechsel beschreiben, konnten im Bielefelder Tunnelprofil weitgehend graduelle Fazieswechsel nachgewiesen werden.

Die in den Schichten der Roten Wand (km3) sowie des Steinmergelkeupers (km4) nachgewiesenen Calichebildungen bzw. Gekröseegipslagen (Paläoböden i.w.S.) zeichnen eine im Untersuchungsgebiet mehrfache Sedimentationsunterbrechung (Hiatus) nach, welche durch andere Autoren noch nicht beschrieben wurden.

Der beschriebene kompressive Baustil, besonders des Steinmergelkeupers (km4) sowie des Rhäts (ko) im Untersuchungsgebiet, in Form einer Doppelflexur läßt sich vermutlich auf die direkte Randlage zum Teutoburger Wald (Osnigüberschiebung) zurückführen und konnte durch die Vortriebsmaßnahmen des Tunnelbaus das erste Mal in Augenschein genommen werden (LEISS 1999).

Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Geländebegehung im Raum Bad Salzuflen, zeigte für die Stufe des Schilfsandsteins (km2) eine deutliche lithologische Differenzierung, welche die Unterschiede zum Schilfsandstein (km2) des Bielefelder Tunnelprofils bestätigte.

4 Danksagung

Herrn Dr. R. BECKER-HAUMANN gebührt mein Dank für vielfach gegebene Hinweise und stetiges Interesse an meiner Arbeit.

Mein Dank gilt ebenfalls der Stadt Bielefeld, Fachbereich Verkehr, Abteilung Stadtbahn und Brückenbau, für die freundliche Unterstützung und Bereitstellung von Unterlagen. An dieser Stelle seien auch Herr Dipl. Ing. LEPPER sowie Herr Dipl. Ing. NEUMANN (Stadt Bielefeld) erwähnt, denen ich für ihre immerwährende Hilfe und Diskussionsbereitschaft während der Geländearbeiten meinen besonderen Dank aussprechen möchte.

Für das Überlassen von Bohrungsunterlagen gilt mein Dank den Firmen Wintershall AG (Erdölwerke Barnsdorf), BEB (Erdgas und Erdöl GmbH, Hannover) sowie der Preussag GmbH (Lingen/Ems).

Für die röntgendiffraktometrische Mineralanalyse möchte ich Herrn Dr. G. KUHN vom Alfred-Wegener-Institut für Meeres- und Polarforschung in Bremerhafen danken, der die erforderlichen Untersuchungen ausführte.

An dieser Stelle sei auch den Vortriebsmannschaften der ARGE, deren Vorarbeitern und Schichtleitern sowie der Bauleitung gedankt, denen ich für ihre Unterstützung und Rücksichtnahme untertage meinen herzlichen Dank zum Ausdruck bringen möchte.

Frau S. HÖFER, Herr M. RECH sowie Herr R. TOLLKIEN übernahmen, wie auch bei früheren Arbeiten dankenswerterweise die Korrekturlesung.

5 Literaturverzeichnis

- ADRIAN, W. (1972): Der Urgeschichtliche Mensch im Bielefelder Raum. – 30 S.; Bielefeld (Bentrop).
- ALBERTI, F. VON (1834): Beiträge zu einer Monographie des bunten Sandsteins, Muschelkalk und Keuper und die Verbindung dieser Gebilde zu einer Formation (Trias). – 366 S.; Stuttgart-Tübingen (Cotta).
- ALTHOFF, W. (1928): Übersicht über die Gliederung der mesozoischen Schichten bei Bielefeld. – Ber. Naturwiss. Ver. Bielefeld, **5**: 1 – 20; Bielefeld.
- ALTHOFF, W. & BÜCHNER, M. (1979): Geologie des Teutoburger Waldes bei Bielefeld. – Geologie und Mineralogie aus dem Naturkundemuseum Bielefeld, **1**: 24 S.; Bielefeld.
- AIGNER, T. & BACHMANN, G. H. (1992): Sequenzstratigraphic framework of the German Triassic. – Sedimentary Geology, **80**: 115 – 135; Amsterdam.
- APPEL, D. (1981): Petrographie und Genese der Sandsteine des Unter- und Mittelrhäts im nördlichen Harzvorland (Ostniedersachsen). – Mitt. geol. Inst. Univers. Hannover, **20**: 133 S.; Hannover.
- BARTENSTEIN, H. & WICHER, C. A. (1962): Leitfossilien der Mikropaläontologie, B 2 Trias, 67. – 72 S.; Berlin (Bornträger).
- BATTERMANN, C. (1983): Fazieskorrelation des Rhäts in Tiefbohrungen im östlichen Niedersachsen. – 132 S., unver. Dipl. Arbeit; Hannover.
- BÄRTLING, R. (1921): Die Endmoränen der Hauptvereisung zwischen Teutoburger Wald und Rheinischem Schiefergebirge. – Zt. Dt. geol. Ges. [Jg. 1920], **72**, Mber.: 3 – 23; Berlin.
- BEUTLER, G. (1980): Beitrag zur Gliederung des Unteren und mittleren Keupers. – Z. geol. Wiss., **8** (8): 1001 – 1018; Berlin.
- BEUTLER, G. (1995): Quantifizierung der altkimmerischen Bewegung in Nordwestdeutschland. Teil 1: Stratigraphie des Keupers, Band 1 und 2. – Ber. Bundesanst. Geowiss. Rohstoffe, 147 S.; Berlin (Bundesanstalt).
- BEUTLER, G. (1998): Keuper. – In: BACHMANN, G. –H., BEUTLER, G. & LERCHE, I. (eds.): Epicontinental Triassic International Symposium, Excursions. – Hallesches Jahrb. Geowiss., Reihe B, Beiheft **6**: 45 – 58; Halle.
- BOIGK, H. (1981): Erdöl und Erdgas in der Bundesrepublik Deutschland. – 330 S.; Stuttgart (Enke).
- BRANDL, H. (1979): Vorlesungsskript (SS 79) der Technischen Universität in Graz, Institut für Bodenmechanik, Felsmechanik und Grundbau. – 78 S.; Graz (Universität zu Graz).
- BRAUN, F. J. & THIERMANN, A. (1972): Frühweichselkaltzeitliche Fließerden am Fuß des Teutoburger Waldes und des Schafberges im Tecklenburger Land. – Fortschr. Geol. Rheinld. U. Westf., **21**: 297 – 302; Krefeld.
- BUCH, L. VON (1867): Gesammelte Schriften. Bd. 1. – 740 S.; Berlin (Reimer).
- BURRE, O. (1920): Ein Vorkommen von Ockererden im Rhät am Nordrand der Herforder Liasmulde. – Jber. niedersächs. geol. Ver., **13**: 42 – 44; Hannover.

- BURRE, O. (1924): Ein Endmoränenbogen bei Herford und Bünde i. Westf. – Jb. preuß. geol. L.- Anst., **44**: 306 – 311; Berlin.
- BURRE, O. (1926): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen, Blatt Herford. – 44 S.; Berlin (Preußische Landesanstalt).
- BOURQUIN, S., VAIRON, J. & LE STRAT, P. (1997): Three-dimensional evolution of the Keuper of the Paris basin based on detailed isopach maps of the stratigraphic cycles: tectonic influences. – Geol. Rdsch., **86**: 670 – 685; Berlin.
- BOURQUIN, S. & GUILLOCHEAU, F. (1996): Keuper stratigraphic cycles in the Paris Basin and comparison with cycles in other Peritethyan basins (German Basin and Bresse – Jura Basin). – Sedimentary Geology, **105**: 159 – 182; Amsterdam.
- BÜCHNER, M. (1969): Rhät-Bonebed im Stadtgebiet von Bielefeld. – Ber. Naturwiss. Ver. Bielefeld, **19**: 37 – 54; Bielefeld.
- BÜCHNER, M. & SERAPHIM, E. TH. (1973): Mineralneubildungen im saxonischen Bruchfaltengebirge des Unteren Weserberglandes. Teil 1: Karbon bis Keuper. – Ber. Naturwiss. Ver. Bielefeld, **21**: 17 – 95; Bielefeld.
- DAHM, H.- D. (1958): Merkmale und Verbreitung periglazialer Fließerden im nördlichen Egge-Gebirge. – Geol. Jb., **76**: 25 – 36; Hannover.
- DAHM, H.- D., HOHENSCHWERT, F., SKUPIN, K. & SERAPHIM, E. TH. (1980): Exkursion B2. Quartär im östlichen Münsterland und in Südost Westfalen. – Westf. geogr. Stud., **36**: 183 – 193; Münster.
- DEPPE, A. (1975): Bemerkenswerte Fossilien aus Muschelkalk, Keuper, Jura und Kreide von Bielefeld. – Ber. Naturwiss. Ver. Bielefeld, **17**: 8 – 16; Bielefeld.
- DEUTLOFF, O., KÜHN-VELTEN, H. & MICHEL, G. (1986): Erläuterungen zu Blatt C 3914 Bielefeld. – 140 S.; Krefeld (J. v. Acken).
- DIENEMANN, W. (1926): Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Blatt 3816 Neuenkirchen. – 24 S.; Berlin (Preußische Landesanstalt).
- DIENEMANN, W. (1928): Beiträge zur Kenntnis des Gebietes der Piesberg-Parmonter Achse zwischen Herford und Schleddehausen. – Jb. preuß. geol. L-Anst., **49**, 1: 471 – 500; Berlin.
- DIENEMANN, W. (1929): Nachtrag zur Arbeit von DIENEMANN (1928): Beitrag zur Kenntnis des Gebietes der Piesberg-Parmonter Achse zwischen Herford und Schleddehausen. – Jb. preuß. geol. L-Anst., **49**, 2: 1265 – 1266; Berlin.
- DITTRICH, D. (1989): Der Schilfsandstein als synsedimentär-tektonisch geprägtes Sediment – eine Umdeutung bisheriger Funde. – Z. dt. geol. Ges., **140**: 295 – 310; Hannover.
- DUCHROW, H. (1965): Stratigraphie und Lithologie des Keupers im Lippischen Berglande. – Zt. dt. geol. Ges., **117**: 371 – 387; Hannover.
- DUCHROW, H. (1968): Zur Keuper-Stratigraphie in Südostlippe (Trias, Nordwest-deutschland). – Z. dt. geol. Ges., **117**: 620 – 662; Hannover.
- DUCHROW, H. (1984): Der Keuper im Osnabrücker Bergland. In KLASSEN, H. (ed.), Geologie des Osnabrücker Berglandes. – 113 S.; Osnabrück (Rasch).
- FABIAN, H. J. (1956): Das Namur der Bohrung Bielefeld 1. – Z. dt. geol. Ges., **107**: 66 – 72; Hannover.
- FIEDLER, K. (1984): Tektonik (Baugeschichte). In Klassen, H. (1984). – 46 S.; Osnabrück (Rasch).
- FRANKEN, A. (1952): Bodenstrukturen am Südhang des Teutoburger Waldes. – Ber. Naturwiss. Ver. Bielefeld, **12**: 7 – 29; Bielefeld.
- FÜCHTBAUER, H. (1974): Sediments and Sedimentary Rocks 1, Part II. – 464 S.; Stuttgart (Schweizerbart).
- FÜCHTBAUER, H. (1988): Sedimente und Sedimentgesteine, Teil II. – 1141 S.; Stuttgart (Schweizerbart).
- GEYER, O. F. (1977): Grundzüge der Stratigraphie und Fazieskunde, Bd. II. – 341 S.; Stuttgart (Schweizerbart).
- GRUPE, O. (1911): Zur Stratigraphie der Trias im Gebiet des oberen Wesertales. – Jber. nieders. Geol. Ver., **4**: 1 – 102; Hannover.
- GRUPE, O. (1927): Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Blatt Schwalenberg. – 47 S.; Berlin (Preußische Landesanstalt).
- GRUPE, O. (1929): Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Blatt 4122 Holzminden. – 35 S.; Berlin (Preußische Landesanstalt).
- HAACK, W. (1926): Zur Kenntnis der Osnabrücker Trias. – Jb. Preuß. geol. L. Anst., **40**: 160 - 207; Berlin (Preußische Landesanstalt).
- HAACK, W. (1930): Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Blatt 3714 Osnabrück. – 44 S.; Berlin (Preußische Landesanstalt).
- HAACK, W. (1935): Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Blatt 3713 Hasbergen. – 39 S.; Berlin (Preußische Landesanstalt).
- HAACK, W. & DIENEMANN, W. (1930): Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Blatt 3715 Schleddehausen. – 38 S.; Berlin (Preußische Landesanstalt).
- HAARMANN, E. (1909): Die geologischen Verhältnisse des Piesberg-Sattels bei Osnabrück. – Dies. Jb. F. 1921, Bd. XXX, T.1: 58 S.; Osnabrück.

- HARMS, F.-J. & BRÜNING, U. (1980): Gletscherschrammen auf dem Piesberg bei Osnabrück. – Osnabrücker naturwiss. Mitt., **7**: 43 – 48; Stuttgart.
- HAUSCHKE, N. (1982): Untersuchungen zur Stratigraphie und Fazies im Unteren Gipskeuper (km1) des Lippischen Berglandes. – Münster. Forsch. Geol. Paläont., **55**: 113 – 147; Münster.
- HAUSCHKE, N. (1985): Beitrag zur Genese des Unteren Gipskeupers. – 258 S., Diss. Univers. Münster; Münster (Universität).
- HAUSCHKE, N. (1986): Zur Genese des Unteren Gipskeupers (km1) im Lippischen Keupergebiet/Nordwestdeutschland. – 1. Treffen deutschsprachiger Sedimentologen, Kurzf.; Freiburg (Universität).
- HAUSCHKE, N. & RÖHL, U. (1988): Zyklen im Oberen Muschelkalk und Keuper Ostwestfalens. – 19 S., Treffen deutschsprachiger Sedimentologen, Exk. Führ. **D**; Bochum (Universität).
- HAUSCHKE, N. & HEUNISCH, C. (1990): Lithologie und Palynologie der Bohrung USB 3 Horn Bad Meinburg, Ostwestfalen: Ein Beitrag zur Faziesentwicklung im Keuper. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh. **181**: 79 – 105; Stuttgart.
- HEINE, T. (1861): Geognostische Untersuchung der Umgebung von Ibbenbüren.- Z. dt. geol. Ges., **13**: 149 – 243; Berlin.
- HESEMANN, J. (1957): Elster- und Saale-Eiszeit in Westfalen und anschließendem Rheinland nach ihrer Geschiebeführung. – N. Jb. Geol. u. Paläont., Mh., **1956** (2): 49 – 54; Stuttgart.
- HESEMANN, J. (1967): Das Münsterland zur Triaszeit. – Sonderveröff. geol. Inst. Univ. Köln, **13**: 15 – 18; Köln.
- HESEMANN, J. (1971): Über einen eiszeitlichen Sand-Kieszug im Raum Bielefeld – Halle (Westf.). – Ber. naturwiss. Ver. Bielefeld, **20**: 61 – 65; Bielefeld.
- HESEMANN, J. (1975): Kristalline Geschiebe der nordischen Vereisungen. – 267 S.; Krefeld (GLA).
- HESEMANN, J. (1985): Geologie von Nordrhein-Westfalen: Bochumer Geogr. Arbeiten; Sonderr. Bd. II. – 416 S.; Paderborn (Schöningh).
- HOFFMANN, A. (1826): Über die geognostischen Verhältnisse der Gegend von Ibbenbüren und Osnabrück. – Arch. Bergb. Hüttenwes., **12**: 264 – 336 & **13**: 3 – 34; Berlin.
- HOPF, H. (1992): Erster Nachweis von Dinosaurierresten im Steinmergelkeuper der Drei Gleichen bei Arnstadt – Beiträge zur Fauna des Mittleren Keupers in Thüringen. – Zt. geol. Wiss., **20**: 327 – 355; Berlin.
- HSÜ, K. J. & SIEGENTHALER, C. (1969): Preliminary experiments on hydrodynamic movement induced by evaporation and their bearing in the dolomite problem. – Sedimentology, **12**: 11 – 25; Amsterdam.
- JARITZ, W. (1973): Zur Entstehung der Salzstrukturen Nordwestdeutschlands. – Geol. Jb., A **10**: 77 S.; Hannover.
- JUBITZ, K. (1952): Feinstratigraphische - petrographische Untersuchungen in der Trias zwischen Osnabrück und Melle. – Hann.- Geol., **1**, H. 5: 398 S.; Berlin.
- KELLER, G. (1952): Zur Frage der Osning-Endmoräne bei Iburg. – N. Jb. Geol. u. Paläont., Mh., **1952**: 71 – 79; Stuttgart.
- KELLER, G. (1954): Fluviale Feinsande des Saale-Weichsel-Interglazials an der Münsterlandseite des nordwestlichen Teutoburger Waldes. – N. Jb. Geol. u. Paläont., Mh., **1953**: 350 – 357; Stuttgart.
- KEMPER, R. & BÖLSCH, W. (1885): Einige Bemerkungen über die Gliederung der Trias-formationen und ihre Verbreitung in der Umgebung von Bissendorf. – Jb. Naturwiss. Ver. Osnabrück, **6**: 272 – 284; Osnabrück.
- KNAUFF, W. (1978), mit Beitr. von DEUTLOFF, O., JÄGER, B., MICHEL, G. & WILL, K.-H.: Erläuterungen zu Blatt 3918 Bad Salzuffen. – 143 S.; Krefeld (J. v. Acken).
- KNAPP, G. (1967): Aufnahmebericht zur geologischen Karte Blatt Borgholzhausen. – 9 S., Manusk. Geol. L-Amt NRW; Krefeld (GLA).
- KRUCK, W. & WOLFF, F. (1975): Ergebnisse einer Fazieskartierung im Schilfsandstein des Weserberglandes. – Mitt. geol. paläont. Inst. Univ. Hamburg, **44**: 417 – 421; Hamburg.
- KUHLMANN, L. (1915): Die Osningachse zwischen Hüggl und Schafberg. – Jb. Preuß. Geol. L.- Anst., **35**, 1: 1 – 62; Berlin.
- KÜHL, K. W. (1956): Stratigraphisch-fazielle Untersuchungen im Mittleren Keuper zwischen Weser und Osning. – 199 S., Diss. Univers. Braunschweig; Braunschweig (Universität).
- KISSING, W. (1922): Der Rhätkeuper und seine Grenzschichten im Lippischen Weserberglande. – 78 S., Diss. Univers. Clausthal; Clausthal (Universität).
- KLASSEN, H. (1974): Geo – Documenta. – 56 S.; Bielefeld (Ravens).
- KLUTH, R. (1894): Der Gipskeuper im mittleren Wesergebiet. – 47 S.; Diss. Univers. Göttingen (Universität).
- KRÖMMELBEIN, K. (1991): Abriss der Geologie. – 404 S.; Stuttgart (Enke).
- LEISS, O. (mit einem Beitrag von HARTING, M.) (1999): Geotechnik und Geologie der Oberen Trias (Keuper) im Vortrieb des Stadtbahntunnels Uni-Linie Bielefeld. – 24 S., Münchner geowissenschaftliche Abhandlungen: Reihe B, 10; München (Pfeil).
- LEWANDOWSKI, J. (1988): Sedimentpetrographische Untersuchungen im Keuper Nordwestdeutschlands. – 356 S.; Diss. Universität Bochum; Bochum (Universität).
- LUCCHI, F. R. (1995): Sedimentographica. – 255 S.; New York (Columbia).

- MÄDLER, K. (1964): Die geologische Verbreitung von Sporen und Pollen in der Deutschen Trias. – Beih. geol. Jb., **65**: 147 S.; Hannover.
- MCKENZIE, J. A., HSÜ, K. J. & SCHNEIDER, J. F.: (1980): Movement of subsurface waters under the sabkha, Abu Dhabi, UEA, and its relation to evaporative dolomite genesis. In: Concepts and Models of Dolomitisation (Ed. By D. H. Zenger, J. B. Dunham and R. L. Ethington) Spec. Publ. Soc. Econ. Paleont. Miner. **28**, 11 – 30; Cambridge.
- MCKENZIE, J. A. (1981): Holocene dolomitization of calcium carbonate sediments from the coastal sabkhas of Abu Dhabi, UEA: a stable isotope study. – J. Geol. **89**: 195 – 189; New York.
- MERIAN, P. (1853): In: Escher von der Linth: Geologische Bemerkung über das nördliche Vorarlberg und die angrenzenden Gebiete. – N. Mem. Soc. Hel. Sci. Natur., **13**: 1 – 34; Zürich.
- MESTWERDT, A. (1911): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen, Blatt Blomberg. – 35 S.; Berlin (Preußische Landesanstalt).
- MESTWERDT, A. (1915): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen, Blatt Salzuflen. – 77 S.; Berlin (Preußische Landesanstalt).
- MESTWERDT, A. (1926): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen, Blatt Halle i. W. – 40 S.; Berlin (Preußische Landesanstalt).
- MESTWERDT, A. & BURRE, O. (1926): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen, Blatt Bielefeld. – 40 S.; Berlin (Preußische Landesanstalt).
- MESTWERDT, A. & BURRE, O. (1981): Erläuterungen zu Blatt 3917 Bielefeld. – 39 S.; Krefeld (Weiler).
- MEYER, K. (1969): Zur Paläogeographie der Stufen Rhät bis Alb im Emsland. – Erdöl-Erdgas Z., **85**: 484 – 505; Wien.
- MOORE, R. C. (1969): Treatise on Invertebrate Paleontology – Volume 2 (of 3), Mollusca **6**, Bivalvia. – 235 S.; Kansas (Geological Society).
- MURRAY, W. (1990): Wirbellose Makrofossilien - Ein Bestimmungsatlas. – 189 S; Stuttgart (Enke).
- MÜLLER, A. H. (1993): Lehrbuch der Paläozoologie, Bd.2 Invertebraten, Teil 1: Protozoa-Mollusca 1. – 685 S.; Stuttgart (Fischer).
- MÜLLER, A. H. (1994): Lehrbuch der Paläozoologie, Bd.2 Invertebraten, Teil 2: Mollusca 2 - Arthropoda 1. – 618 S.; Stuttgart (Fischer).
- NAUMANN, E. (1915): Bericht über Aufnahmen auf dem Blatte Rinteln im Sommer 1913 (Gipskeuper, Rhät). – Jb. preuß. geol. L-Anst., **34**, 2: 578 – 588; Berlin.
- NAUMANN, E. (1916): Ergebnisse der Aufnahme auf dem Blatte Rinteln im Sommer 1914, sie Muschelkalk und Keuper betreffen. – Jb. preuß. geol. L-Anst., **35**, 2: 565 – 581; Berlin.
- NAUMANN, E. (1922): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen, Blatt Vlotho. – 54 S.; Berlin (Preußische Landesanstalt).
- NEUMANN, H.- W. & STIPEK, W. (1997): Das Bauvorhaben Stadtbahn Bielefeld – Uni Linie. – Felsbau, **15**, 6: 500 – 506; Essen.
- POTTER, P. E., MAYNARD, J. B. & PRYOR, W. A. (1980): Sedimentology of Shale. – 306 S.; Berlin (Springer).
- PRASADA-RAO, C. (1996): Modern Carbonates. – 206 S.; Tasmania (Universität).
- RAZAWI, B. (1965): Die Stratigraphie des Unteren und Mittleren Keupers zwischen Weser und Ems. – 35 S.; unveröff. Dipl. Arbeit; Barnstorf.
- REINECK, H. E. (1984): Aktuogeologie klastischer Sedimente. – 348 S.; Frankfurt (Kramer).
- ROSENFELD, U. (1968): Beobachtungen zur Stratigraphie des Schilfsandstein im ost-lippischen Bergland. – Geol. Rundschau, **57**: 402 – 424; Stuttgart.
- ROSENFELD, U. (1977): Zur Tektonik zwischen Osning und Egge-Gebirge. – Zt. dt. geol. Ges., **128**: 25 – 39; Hannover.
- ROSENFELD, U. (1978): Beitrag zur Paläogeographie des Mesozoikums in Westfalen. – N. Jb. Geol. U. Paläont., Abh., **156** (1): 132 – 155; Stuttgart.
- ROSENFELD, U. (1982): Beiträge zur Geologie des Lippischen Berglandes. – Münster. Forsch. Geol. Paläont., **55**: 147 S.; Münster.
- RÖMER, F. (1857): Die jurassische Weserkette. – Z. dt. geol. Ges., **9**: 581 – 728; Berlin.
- SANDER, A. (1963): Zur Parallelisierung und stratigraphischen Bedeutung der Fossilien des lippischen Steinmergelkeupers. – N. Jb. f. Geol. Paläont., **117**: 340 – 345; Stuttgart.
- SANDER, A. (1977): Rote Wand und Steinmergelkeuper (Mittlerer Keuper) in der Bohrung Alexander von Humbold Sprudel im Vergleich mit Übertageaufschlüssen des Weserberglandes. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **26**: 89 – 108; Krefeld.
- SCHICKOR, G. (1966): Feinstratigraphisch - fazielle Untersuchungen im Rhät zwischen Osning und Weser (mit besonderer Berücksichtigung der Petrographie und Sedimentologie). – 156 S.; Diss. Univers. Münster; Münster (Universität).
- SCHICKOR, G. (1969): Zur Paläogeographie und Sedimentologie des Rhäts zwischen Osning und Weser. – Geotekt. Forsch., **32**: 66 – 97; Stuttgart.
- SCHOLLE, P. A., BEBOUT, D. G. & MOORE, C. H. (1983): Carbonate Depositional Environments. – 708 S., AAPG-Memoir **33**; Oklahoma (AAPG).

- SCHOTT, W. (1942): Die Gliederung im nordwestdeutschen Rätbecken. – Ber. Reichsamt Bodenforsch., **1942**: 61 – 77; Wien.
- SCHÖNENBERG, R. & NEUGEBAUER, J. (1987): Einführung in die Geologie Europas. – 294 S.; Freiburg (Rombach).
- SERAPHIM, E. TH. (1972): Wege und Halte des saaleeiszeitlichen Inlandeises zwischen Osning und Weser. – Geol. Jb., **A 3**: 85 S.; Hannover.
- SERAPHIM, E. TH. (1973): Drumlins des Drenthe-Stadiums am Nordostrand der Westfälischen Bucht. – Osnabrücker naturwiss. Mitt., **2**: 41 – 87; Osnabrück.
- SERAPHIM, E. TH. (1978): Erdgeschichte, Landschaftsformen und geomorphologisches Gliederung der Senne. – Ber. naturwiss. Ver. Bielefeld, Sonderh. Beitr. Ökol. der Senne, **1**: 7 – 24; Bielefeld.
- SERAPHIM, E. TH. (1979): Der sog. Senne-Sander, eine Kames-Terrasse – Drenthestadiale Grundmoräne und post-moränale Schmelzwasser-Sedimente der Oberen Senne. – Ber. naturwiss. Ver. Bielefeld, **24**: 319 – 344; Bielefeld.
- SERAPHIM, E. TH. (1980): Über einige neuere Ergebnisse zur Vereisungsgeschichte der Westfälischen Bucht und des Unteren Weserberglandes. – Westf. geogr. Stud., **36**: 11 – 20; Münster.
- SKUPIN, K. (1980): Die Sanderablagerungen der südlichen Senne bei Paderborn. – Westf. geogr. Stud., **36**: 53 – 56 & 186 – 187; Münster.
- SKUPIN, K. (1994): Aufbau, Zusammensetzung und Alter der Flugsand- und Dünenbildungen im Bereich der Senne (Östliches Münsterland). – Geol. U. Paläont. West., **28**: 41 – 72; Münster.
- SKUPIN, K. (1995): Geologie im Münsterland. – 195 S.; Krefeld (Meinke).
- SPULSKI, B. (1909): Geologie der Gegend von Borgloh und Holte. – Jb. nieders. geol. Ver., **2**: 1 – 33; Hannover.
- STILLE, H. & MESTWERTD, A. (1909): Die Gliederung des Kohlenkeupers im östlichen Westfalen. – Jb. kgl. preuß. Geol. L.-Anst., **27**: 210 – 229; Berlin.
- STILLE, H. (1910 a): Der geologische Bau der Ravensberger Lande. – Jb. nieders. geol. Ver., **3**: 234 S.; Hannover.
- STILLE, H. (1910 b): Der Mechanismus der Osningauffaltung. – Jb. preuß. geol. L.-Anst., **31**: 357 – 382; Berlin.
- STILLE, H. (1925): Die Osning-Überschiebung. – Abh. preuß. geol. L.-Anst. N. F., **95**: 32 – 56; Berlin.
- THIERMANN, A. (1959): Geologische Untersuchungen im Mittleren und Oberen Keuper östlich der Herforder Mulde. – 99 S., unver. Dipl. Arbeit Univers. Hamburg.
- THIERMANN, A. (1970): Erläuterungen zur geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt 3712 Tecklenburg. – 243 S.; Krefeld (GLA).
- THIERMANN, A. (1973): Erläuterungen zur geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt 3710 Rheine. – 174 S.; Krefeld (GLA).
- THIERMANN, A. (1975): Erläuterungen zur geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt 3611 Hopsten. – 214 S.; Krefeld (GLA).
- THIERMANN, A. (1980): Erläuterungen zur geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt 3612 Mettingen. – 200 S.; Krefeld (GLA).
- TOLLKIEN, R. M. (1997): Die Qualität quartärer Sande, zwischen Quelle und Steinhagen, für die Betonherstellung. – 37 S., unveröff. Studienarbeit des OSK a.d. Univers. Bielefeld.
- TUCKER, M. E. & WRIGHT, V. P. (1990): Carbonate Sedimentology. – 482 S.; Cambridge (Blackwell).
- VAN HOUTEN, F. B. (1973): Origin of Red Beds: A Review 1961 – 1972: Ann. Rev. Earth Planet. – Sci., **1**, 39 – 42; Amsterdam.
- WALKER, T. R. & HONEA, R. M. (1969): Iron Content of Modern Deposits in Sonora Desert: A Contribution of the Origin of Red Beds. – Bull. Geol. Soc. Amer., **80**: 535 – 544; Boulder.
- WALTER, R. (1995): Geologie von Mitteleuropa. – 566 S.; Stuttgart (Schweizerbart).
- WEGNER, TH. (1926): Geologie Westfalens. – 500 S.; Paderborn (Schöningh).
- WICHER, C. A. (1957): Die mikropaläontologische Gliederung des nichtmarinen Keupers. – Erdöl und Kohle, **10**: 3 – 7; Hamburg.
- WILL, H.- J. (1953): Paläontologische Untersuchungen zur Stratigraphie des Oberkeupers in Nordwestdeutschland. – 288 S., Diss. Univers. Tübingen; Tübingen (Universität).
- WILL, H.- J. (1969): Untersuchungen zur Stratigraphie und Genese des Oberkeupers in Nordwestdeutschland. – Geol. Jb., Beih., **54**: 240 S.; Hannover.
- WOLBURG, J. (1969): Die epirogenetischen Phasen der Muschelkalk- und Keuper-Entwicklung Nordwest-Deutschlands, mit einem Rückblick auf den Bundsandstein. – Geotekt. Forsch., **32**: 1 – 65; Stuttgart.
- WURSTER, P. (1964): Geologie des Schilfsandsteines. – Mitt. geol. Staatsinst; Hamburg, **33**: 140 S.; Hamburg.

Geol. Paläont. Westf.	60	47 - 79	4 Abb. 3 Taf.	Münster März 2003
--------------------------	----	---------	------------------	----------------------

Die Fossilführung des Mitteldevons im Raum Attendorn-Olpe (West-Sauerland; Rechtsrheinisches Schiefergebirge)

Andreas May*

Kurzfassung:

Fundorte von Fossilien in den mitteldevonischen Schichten im Raum Attendorn-Olpe (West-Sauerland) und ihre Fossilführung werden aufgelistet. Ausgewählte Fossilien werden abgebildet. Dadurch wird die Kenntnis der Fauna des Mitteldevons im Südwest-Sauerland wesentlich erweitert. Besonders bemerkenswert sind folgende Fossilfunde: der Seestern *Eospondylus* sp. aus dem oberen Teil der Selscheider Schichten (Ober-Eifelium), die tabulate Koralle *Aulopora (Aulopora) ex gr. liber* SCRUTTON 1990 aus den Oberen Newberrien-Schichten (Unter-Givetium), die rugose Koralle *Cyathopaedium paucitabulatum* (SCHLÜTER 1880) aus den Oberen Newberrien-Schichten (Unter-Givetium), die Stromatopore *Taleastroma pachytextum* (LECOMPTE 1952) aus dem Massenkalk (Ober-Givetium?), die tabulate Koralle *Thamnopora bilamellosa* ERMAKOVA 1960 aus dem Massenkalk (Ober-Givetium?) und die rugose Koralle *Smithiphyllum belanskii* PEDDER 1965 aus dem Massenkalk (Ober-Givetium?). Desweiteren wird festgestellt, dass *Thamnopora schoupepei* BRÜHL 1999 ein jüngeres Synonym von *Coenites vermicularis* (McCOY 1850) ist.

Das gesamte Material wurde von Herrn Ludwig Korte gesammelt. Es befindet sich im Kreisheimatmuseum Attendorn.

Schlüsselwörter: Devon, Anthozoa, Brachiopoda, Asterozoa, Fauna, Rheinisches Schiefergebirge, Riffe.

Abstract:

Fossiliferous localities in the Middle Devonian strata of the Attendorn–Olpe area (western Sauerland) and their fossil contents are listed. Selected fossils are figured. This increases the knowledge of the Middle Devonian fauna of the south-western Sauerland significantly. Especially remarkable are following fossils: the asterozoan *Eospondylus* sp. from the upper part of the Selscheid Beds (Upper Eifelian), the tabulate coral *Aulopora (Aulopora) ex gr. liber* SCRUTTON 1990 from the Upper *Newberria*-Beds (Lower Givetian), the rugose coral *Cyathopaedium paucitabulatum* (SCHLÜTER 1880) from the Upper *Newberria*-Beds (Lower Givetian), the stromatoporoid *Taleastroma pachytextum* (LECOMPTE 1952) from the Massenkalk limestone (Upper Givetian?), the tabulate coral *Thamnopora bilamellosa* ERMAKOVA 1960 from the Massenkalk limestone (Upper Givetian?), and the rugose coral *Smithiphyllum belanskii* PEDDER 1965 from the Massenkalk limestone (Upper Givetian?).

Thamnopora schoupepei BRÜHL 1999 is a junior synonym of *Coenites vermicularis* (McCOY 1850).

The whole material has been collected by Mr. Ludwig Korte. It is stored in the Kreisheimatmuseum Attendorn.

Key words: Devonian, Anthozoa, Brachiopoda, Asterozoa, faunal list, Rhenish Massif, reefs.

*Anschrift des Verfassers:

Dienstlich - Dr. Andreas May, University of Saint Louis – Madrid Campus, Avenida del valle, 34, E-28003 Madrid, Spain
Privat – Andreas May, c/o Ana Maria Contento, Calle La Cañada, 69, 5 B, E-28850 TORREJON DE ARDOZ (Madrid)

1. Einführung

Der vorliegende Artikel liefert eine Übersicht über die Fossilführung der mitteldevonischen Gesteinsschichten des Raumes Attendorn–Olpe, wie sie bisher noch nie möglich war. Das wurde möglich durch die intensive und systematische Sammeltätigkeit von Herrn Ludwig Korte, der – neben seinen anderen Arbeiten als Attendorner Heimatforscher – weit mehr als 30 Jahre lang systematisch Fossilien und Mineralien aus dem Kreis Olpe und angrenzenden Gebieten gesammelt hat. Dadurch konnte Herr Korte eine Sammlung zusammentragen, die ihresgleichen sucht. Aus diesem großen Fundus wählte er für eine geologisch-paläontologische Sonderausstellung im Kreisheimatmuseum Attendorn mehr als 650 Objekte von mehr als 120 Fundorten aus, die mir, dem Autor, mit der Bitte um wissenschaftliche Bearbeitung und Aufbau dieser Sonderausstellung anvertraut wurden. Bei diesen Arbeiten unterstützten mich Herr Ludwig Korte und Herr Otto Höffer in außerordentlich dankenswerter Weise. Die Sonderausstellung war vom 20.10.1996 bis zum 20.1.1997 unter dem Titel „Trampelpfade in die Erdgeschichte - Der Kreis Olpe und seine Geologie“ im Kreisheimatmuseum Attendorn zu sehen (MAY et al. 1996). Danach ging das gesamte, durch einen wissenschaftlichen Katalog vollständig erschlossene Material in den Besitz des Kreisheimatmuseums Attendorn über und trägt jetzt die Inv.-Nr. II 3/ 1 bis II 3/ 663. Das Material liegt in Form von Handstücken und polierten Anschliffen vor, Dünnschliffe wurden nicht erstellt.

Ein Blick auf eine geologische Karte, die den Raum Attendorn–Olpe enthält (Abb. 1), zeigt, dass die Hauptmasse der Gesteine ein Mitteldevon-Alter hat. Ebenso haben die von Herrn Korte aufgesammelten Fossilien und Gesteine hauptsächlich ein Mitteldevon-Alter. Deshalb soll in diesem Artikel nur die Fossilführung der mitteldevonischen Gesteinsschichten dargestellt werden.

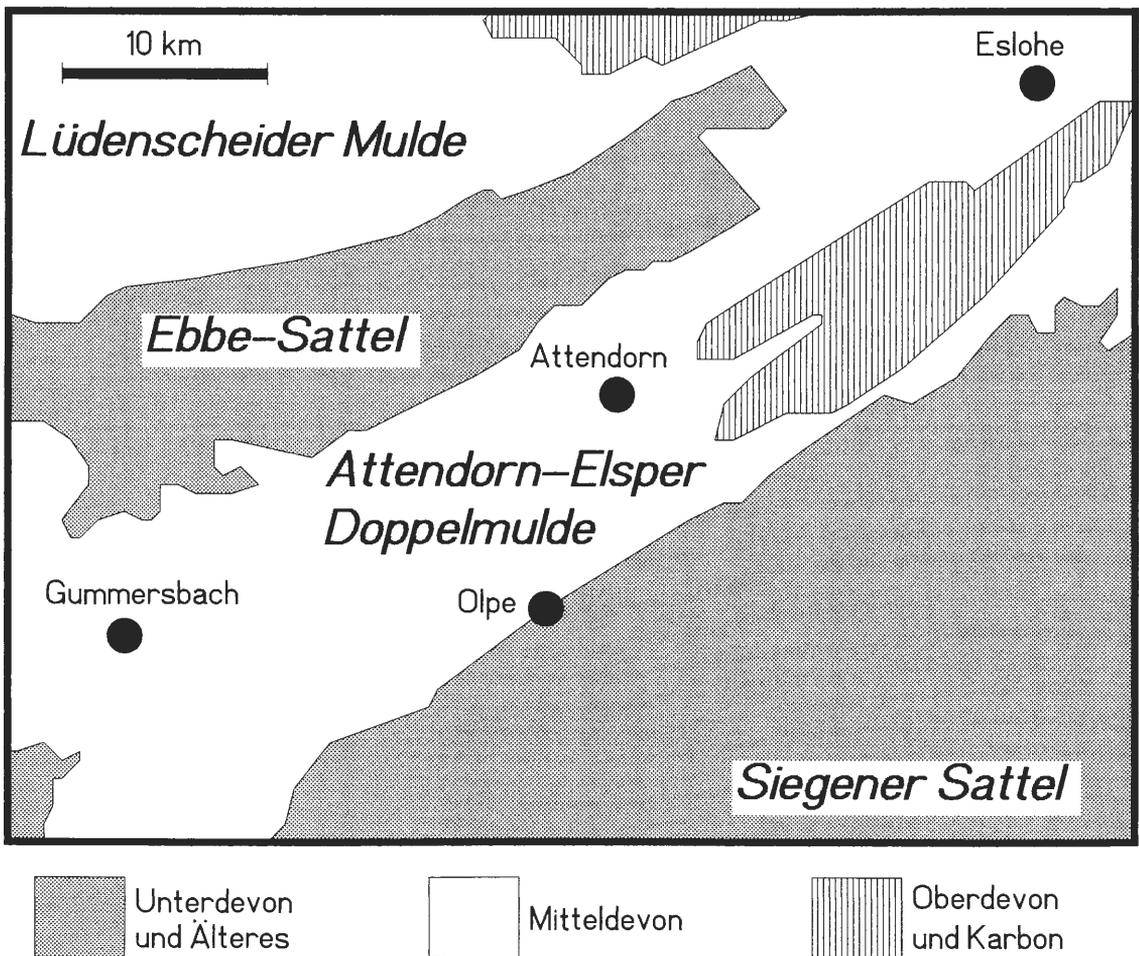


Abb. 1: Geologische Übersichtskarte für das südwestliche Sauerland.
Fig. 1: Geological map of the south-western Sauerland.

2. Überblick über die Entwicklung des Raumes Attendorn-Olpe im Devon

Im Zusammenhang mit dem Abschluss der Kaledonischen Gebirgsbildung, die das Old-Red-Festland bildete, erfolgte im größten Teil des Unterdevons eine mehr oder weniger festländische Sedimentation (siehe z. B. ZIEGLER 1978; KOCH & LEMKE & BRAUCKMANN 1990). Erst im obersten Unterdevon, dem Ober-Emsium, konnte das Meer diesen Raum wieder erobern. Die Schichten des obersten Emsiums und tiefen Eifeliums, die aus Tonschiefern mit eingeschalteten Sandsteinen und Kalksteinen bestehen, wurden unter normalmarinen Bedingungen auf dem Schelf abgelagert. Von da an blieb das West-Sauerland permanent von Meer überflutet bis zum Karbon.

Im Norden des Rheinischen Schiefergebirges lag das Old-Red-Festland. Das Old-Red-Festland umfasste das gesamte Nordeuropa und das nordöstliche Nordamerika. Im Bereich des Rechtsrheinischen Schiefergebirges mündete ein Fluss (oder Flusssystem) in das Meer und bildete ein großes Delta (siehe Abb. 2). Südlich und südöstlich an das Festland schloss sich ein flaches Schelfmeer an. Ungefähr parallel zur Küste verlief der Schelfhang, der das flache Meer des Schelfes – dokumentiert durch \pm fossilreiche Ablagerungen – vom tiefen Meer des Beckens trennte. Während des Mitteldevons verlief der Schelfhang ungefähr entlang einer Linie, die Elspe und Olpe verbindet. Da die Ablagerungen des Beckens überwiegend aus fossilarmen Tonschiefern bestehen, findet sich nur wenig Material aus diesem Bereich in der Sammlung Korte. Eine bemerkenswerte Ausnahme sind die fossilreichen Stöppeler Tonschiefer (Unter- bis Mittel-Eifelium), die die Beckenentwicklung einleiten. Die Küstenlinie war nicht immer an der selben Stelle, sondern wanderte etwas vor und zurück. Ganz allgemein lässt sich vom Unterdevon bis zum Unterkarbon eine Wanderung der Küstenlinie nach Norden bzw. Nordwesten beobachten. Ein typisches Bild für die Geographie

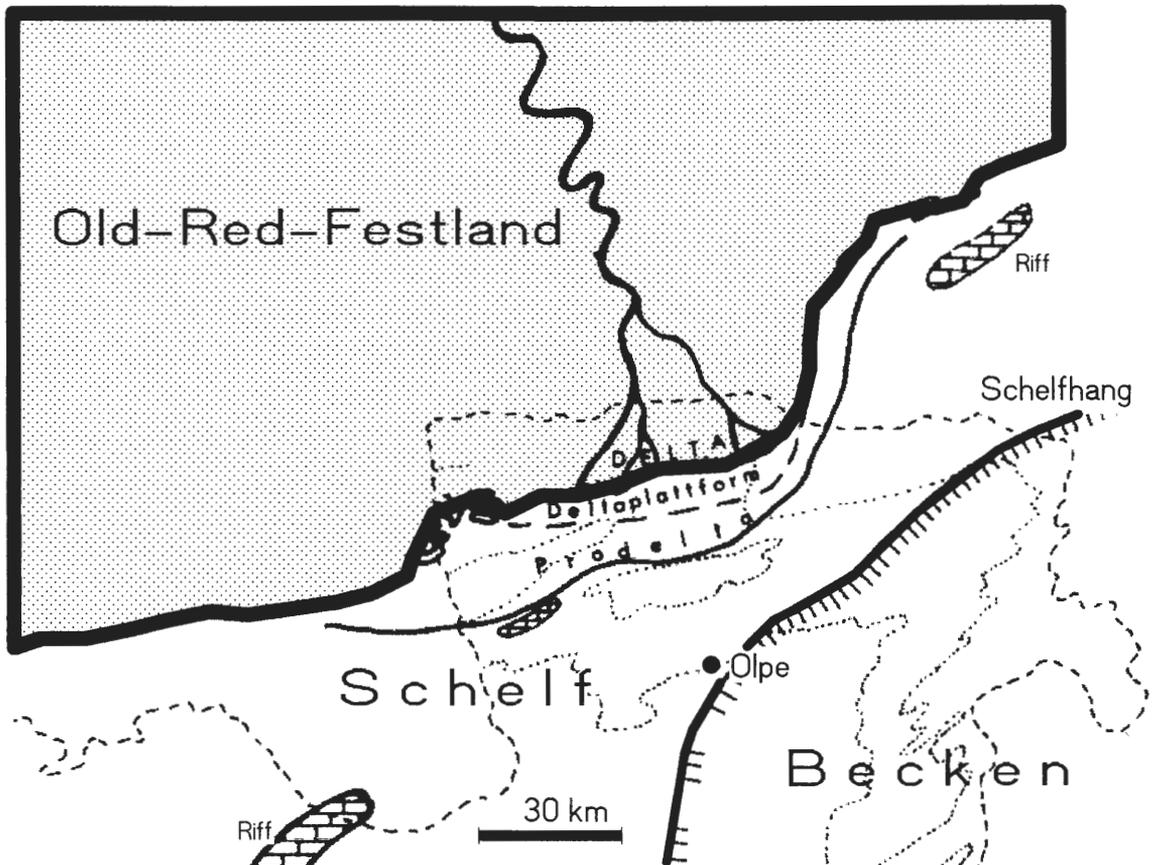


Abb. 2: Übersicht der Paläogeographie des Rheinischen Schiefergebirges zur Zeit der Ablagerung der Selscheider Schichten (Ober-Eifelium). Die Nordgrenze des Rheinischen Schiefergebirges ist gestrichelt markiert. [Etwas verändert nach LANGENSTRASSEN (1982: 328)].

Fig. 2: Overview of the paleogeography of the Rhenish Massif during sedimentation of the Selscheid Beds (Upper Eifelium). The northern boundary of the Rhenish Massif is marked by a broken line. [Slightly modified after LANGENSTRASSEN (1982: 328)].

im Mitteldevon zeigt die Abbildung 2, die die Verhältnisse zur Zeit der Ablagerung der Selscheider Schichten wiedergibt.

Auf dem Schelf folgen auf die tonschieferreichen Schichten des Unter-Eifeliums mächtige Sandschüttungen, die als Mühlenberg-Schichten bezeichnet werden. Die darüber folgenden Selscheider Schichten gehören zeitlich ins Ober-Eifelium, bestehen überwiegend aus Tonschiefern und sind sehr fossilreich. Die danach folgenden Odershäuser Schichten, Wiedenester Schichten und Grevensteiner Schichten bestehen überwiegend aus Tonschiefern und enthalten untergeordnet Feinsandsteine und Kalksteine. Die Grenze Eifelium/Givetium verläuft durch die Odershäuser Schichten.

Die fossilreichen Newberrien-Schichten des Unter-Givetiums enthalten die letzte große Sandschüttung auf dem Schelf. Durch eine (mehr oder weniger) kontinuierlich fortschreitende Ausdehnung des Meeres nach Nordwesten zogen sich die Sandschüttungen immer mehr zurück, so dass ab dem mittleren Teil der Newberrien-Schichten Korallenrasen entstehen konnten. Aus diesen Korallenrasen entwickelten sich dann die Rifffkomplexe des Massenkalkes. Zwischen Attendorn und Elspe erstreckte sich ein Atoll-Riff. Das Rifff-Wachstum überschritt die Grenze Mitteldevon/Oberdevon. Die Ablagerungen des Mitteldevons haben ca. 1000-2200 m Mächtigkeit (CLAUSEN 1978; ZIEGLER 1978).

Das Attendorner Massenkalk-Riff starb im Frasnium, dem unteren Oberdevon, ab. Es ertrank aufgrund des steigenden Meeresspiegels. Die Ablagerungen des höheren Oberdevons und Unterkarbons entstanden in ziemlich tiefem, stillem Wasser. Es handelt sich hauptsächlich um kalkige und tonige Sedimentgesteine. Die Ablagerungen des Oberdevons und Unterkarbons haben ca. 400–1000 m Mächtigkeit (CLAUSEN 1978; ZIEGLER 1978). Sie treten im Kreis Olpe nur in einem kleinen Gebiet auf, und zwar im Kern der Attendorn-Elspeler Doppelmulde.

3. Schichten des obersten Emsiums und tiefen Eifeliums

Die Schichten des obersten Emsium, des Unter-Eifeliums und des unteren Mittel-Eifeliums bestehen aus Tonschiefern mit eingeschalteten Sandsteinen und Kalksteinen, die unter normalmarinen Bedingungen auf dem Schelf abgelagert wurden. Da sich innerhalb des West-Sauerlandes die Gesteinsausbildung räumlich und zeitlich etwas verändert, gibt es verschiedene Namen für die Schichten. Der rein unterdevonische Anteil wird durchgängig als **Harbecke-Schichten** bezeichnet und besteht aus dunklen Tonschiefern mit eingeschalteten Siltsteinen und Sandsteinen.

Im Raum Olpe-Lennestadt-Kirchundem folgen nach oben die **Orthocrinus-Schichten**. Sie bestehen aus Silt- und Feinsandsteinen sowie Tonschiefern und gehören größtenteils noch ins Ober-Emsium (CLAUSEN 1978: 65–73; 1991: 83–85). Der Fundort (Fundort 1; MTB 4913 Olpe: R 20500 H 56700) in den *Orthocrinus*-Schichten in der Ziegelei „Im Osterseifen“ bei Olpe wurde schon von KUNERT (1965: 487) erwähnt. Die Sammlung Korte enthält daher die Brachiopoden *Chonetes sarcinulatus* SCHLOTHEIM 1820, *Areostrophia* sp.? und *Leptostrophia* sp.? sowie den Tentaculiten *Tentaculites* sp.

Ein anderer Fundort in den *Orthocrinus*-Schichten ist bei Bracht am Weg nach Gleierbrück (Fundort 2; MTB 4814 Lennestadt: R 41550 H 68650). Die Siltsteine bis Feinsandsteine enthielten folgende Fauna:

a) Tabulate Korallen:

Coenites vermicularis (McCOY 1850)? (relativ häufig)

unbestimmbare ästige Alveolite?

Pleurodictyum sp.

Aulopora sp.

b) Rugose Korallen

Hapsiphyllum sp.?

Mesophyllum sp.?

Rugose Einzelkorallen (unbestimmbar) relativ häufig

c) unbestimmbarer Pelecypode

d) Bryozoen:

Fenestella sp.

- e) Crinoiden:
Crinoidenreste

Cupressocrinites sp.

Da die Fauna von Bracht nur in Steinkernerhaltung vorliegt, ist eine genaue Bestimmung der Korallen schwer oder unmöglich. Trotzdem ist es auffällig, dass hier schon dünne ästige Korallen auftreten, die sich als (fragliche) *Coenites vermicularis* (McCOY 1850)? bestimmen lassen, da diese Art in Korallenkalken des Unter-Eifeliums weitverbreitet ist.

Auf dem Messtischblatt Attendorn werden die grauen Tonschiefer mit eingeschalteten Siltsteinen und Sandsteinen, die auf die Harbecke-Schichten folgen, als **Hobräcker Schichten** bezeichnet. Sie repräsentieren das Unter-Eifelium und das untere Mittel-Eifelium (ZIEGLER 1978: 41-43). Bemerkenswert ist das Auftreten von Korallenrasen und fossilreichen Riffkalksteinen. Es handelt sich um die ersten Ansätze zur Riffbildung im Kreis Olpe und seiner Umgebung. Das größte Riffkalk-Vorkommen ist im Nordwest-Teil des Blattes Attendorn südöstlich von Österau an der Heinrich-Bernhardt-Höhle und im Bachbett davor (Fundort 3; MTB 4813 Attendorn: R 21700 H 71230 bis R 21670 H 71150). Ein anderer Fundort (Fundort 4) ist das Vorkommen eines Korallenrasen bei „Auf dem Berge“ westlich Frielentrop (nördlich Finnentrop). Die Fossiliste der Fundorte 3 und 4 lautet:

- a) Stromatoporen (3)

- b) Tabulate Korallen:

Thamnopora aff. *boloniensis* (GOSSELET 1877) (3)

Thamnopora angusta LECOMPTE 1939 (3)

Thamnopora ex gr. *angusta* LECOMPTE 1939 (4)

Pachyfavosites ex gr. *cronigerus* (ORBIGNY 1850) (3)

Coenites vermicularis (McCOY 1850) [= *Thamnopora schoupeei* BRÜHL 1999] (3), (4)

Platyaxum (*Roseoporella*) sp. (3)

- c) Rugose Korallen:

Metriophyllum sp. (3)

- d) Crinoiden-Stielstücke und andere -Reste (3 häufig)

Ein typisches Beispiel für einen derartigen Korallen-Kalkstein liefert die Abbildung auf Taf. 1 Fig. 1. Die beiden ästigen tabulaten Korallen *Coenites vermicularis* (McCOY 1850) und *Thamnopora angusta* LECOMPTE 1939, die hier häufig und verbreitet sind, treten ebenfalls häufig und verbreitet in den von AVLAR & MAY (1997) beschriebenen Korallenkalken im oberen Teil der *cultrijugatus*-Schichten des Raumes Kierspe-Meinerzhagen auf. Möglicherweise sind die verschiedenen Vorkommen vergleichbar alt. Während AVLAR & MAY (1997) die Korallenkalke des Raumes Kierspe-Meinerzhagen mittels Brachiopoden ins Unter-Eifelium einstufen konnten, ist die genaue Einstufung der Korallenkalke bei Attendorn unklar, da dort noch keine Brachiopoden gefunden wurden.

Anmerkung zu *Coenites vermicularis* (McCOY 1850): BRÜHL (1999: 44–45, Taf. 30–31) beschreibt die neue Art *Thamnopora schoupeei* BRÜHL 1999 aus dem oberen Eifelium der Eifel. Seine Beschreibung und Abbildungen zeigen, dass es sich nicht um eine Thamnoporide, sondern um eine ästige Alveolitide handelt – die Unterscheidungsmerkmale zwischen beiden Gruppen ästiger tabulater Korallen werden von MAY (1998: 142) zusammengestellt. Der Vergleich von *Thamnopora schoupeei* BRÜHL 1999 mit *Coenites vermicularis* (McCOY 1850) zeigt eindeutig, dass *Thamnopora schoupeei* BRÜHL 1999 ein jüngerer Synonym von *Coenites vermicularis* (McCOY 1850) ist. Ausführliche Beschreibungen von *Coenites vermicularis* liefern AVLAR & MAY (1997: 113–114, Taf. 2, Fig. 6–8) und LECOMPTE (1939: 130–132, Taf. 18 Fig. 13–14). Auf Taf. 1 Fig. 1 ist gut zu erkennen, dass *Coenites vermicularis* (McCOY 1850) dünne Äste bildet, die erheblich dünner und zierlicher als die Äste der meisten *Thamnopora*-Arten sind.

4. Stöppeler Tonschiefer

Seit dem Beginn des Eifeliums war südöstlich einer Linie, die Elspe und Olpe verbindet, das Becken. Die Beckenentwicklung leiteten die fossilreichen Stöppeler Tonschiefer ein. Es sind schwarze bis graue Tonschiefer, die gelbbraunlich verwittern. Sie repräsentieren das tiefere Eifelium (LANGENSTRASSEN 1972: 20; CLAUSEN 1978: 81). In der Sammlung Korte liegen Fossilien aus dem Aushub von Haus Mittel in Neuenwald bei Oberveischede (Fundort 5; MTB 4913 Olpe: R 25040 H 59620) vor:

a) Pelecypoden:

Leiopteria (Leiopteria) sp.

b) Brachiopoden:

Atrypa (Planatrypa) cf. tirocinia COPPER 1967

Devonaria minuta (BUCH 1837)

Gypidula (Ivdelinia) montana SPRIESTERSBACH 1942

Isorthis sp.?

Leptaena sp.

Leptostrophia sp.?

Pholidostrophia sp.?

c) Trilobiten:

Pedinopariops sp.? (großwüchsiger Phacopide)

d) Bryozoen:

Fenestella sp.

ästige Bryozoen

e) Crinoiden-Stielglieder

Taf. 1 Fig. 2 zeigt den Brachiopoden *Atrypa (Planatrypa) cf. tirocinia* COPPER 1967. Dieses Material ist doppelt so groß wie die typische *A. tirocinia* aus der Ahrdorf-Formation des Mittel-Eifeliums in der Eifel (COPPER 1967b: 232–234), entspricht aber ansonsten gut dem typischen Material. Die Funde von *Atrypa (Planatrypa) cf. tirocinia* COPPER 1967 sind ein Hinweis darauf, dass der Stöppeler Tonschiefer bis ins Mittel-Eifelium reicht.

5. Mühlenberg-Schichten

Im Bereich des Schelfs folgten auf die tonschieferreichen Schichten des Unter-Eifeliums und unteren Mittel-Eifeliums mächtige Sandschüttungen, die als Mühlenberg-Schichten bezeichnet werden. Es handelt sich um bankige bis plattige Sandsteine, in die sich nach Südosten immer mehr Tonschiefer einschalten. Am häufigsten findet man in ihnen Lagen aus zusammengeschwemmten Crinoiden-Stielgliedern, man kann aber auch häufig Brachiopoden-Schillagen beobachten. Fossilien aus den Mühlenberg-Schichten sind auf Taf. 1 Fig. 3-5 abgebildet. Von folgenden Fundorten liegt Material vor:

Fundort 6: Neue Straßentrasse der B55 am SSW-Hang der Hardt von Olpe nach Rohde (MTB 4913 Olpe: R 18650 H 56700). Tonreiche Basisschichten der Mühlenberg-Schichten, die eine reiche Brachiopoden-Fauna enthalten. [Zur Stratigraphie der Mühlenberg-Schichten in diesem Bereich siehe KUNERT (1965) und GRABERT (1969)].

Fundort 7: Nordwestlich Waterland nahe Kohlhahn (MTB 4813 Attendorn: R 22400 H 70080) nördlich Attendorn. Mühlenberg-Sandstein.

Fundort 8: Tiefenau bei Hülschotten (MTB 4813 Attendorn: R 23570 H 71970). Mühlenberg-Sandstein.

Fundort 9: Vierkreuze bei Attendorn (MTB 4813 Attendorn), Mühlenberg-Sandstein.

Fossilliste der Fundorte 6 bis 9 in den Mühlenberg-Schichten (Mittel-Eifelium):

a) Gastropoden:

Loxonema sp. (6)

Straparollus (Philoxene) cf. laevis ARCHIAC & VERNEUIL 1842 [= *Euomphalus cf. laevis*] (7)

Turbonitella sp.? (6)

b) Tentaculiten:

Tentaculites sp. (6)

c) Brachiopoden:

Acrospirifer (Arduspirifer) supraspeciosus (LOTZE 1928) (6)

Athyris sp. (7) (8)

Athyris triplesioides OEHLERT 1881 (7)

Athyris ex gr. concentrica (BUCH 1834) (6)

Atrypa (Kyratrypa) culminigera STRUVE 1966 (6)

Atrypa sp.? (6)

Devonaria minuta (BUCH 1837) (6)

Helaspis? dissimilis (DE KONINCK 1847) (7)

Quiringites aff. elegans (STEININGER 1853) (6)

Schizophoria schnuri cf. schnuri STRUVE 1965 (6)

Schizophoria sp. „cf. antiqua SOLLE“ sensu MAY 1984 (7)

Straelenia sp. (8)

Subcuspidella geesensis (R. & E. RICHTER 1920) (7) (9)

Subrensselandia abbreviata (FUCHS 1919) (7)

Uncinulus sp. (6)

Xystostrophia umbraculum (SCHLOTHEIM 1820) (6) (7)

d) Bryozoen:

Fenestella sp. (6)

e) Crinoiden:

Facetocrinus queuernensis LE MENN 1985 (7)

Crinoiden-Stielglieder (7 häufig)

Crinoiden-Stielstücke (6) (7)

Während die Fundorte 7 bis 9 eine Fauna liefern, die auch für die Mühlenberg-Schichten im nordwestlichen Sauerland typisch ist – siehe z. B. die Angaben in MAY (1984) –, besitzt die Fauna des Fundortes 6 (Taf. 1 Fig. 4–5) größere Ähnlichkeit mit den Faunen gleichalter Schichten der Eifel. Diese Unterschiede lassen sich leicht durch unterschiedliche Umweltbedingungen erklären, denn auch das Sediment unterscheidet sich an den Fundorten deutlich. Die Fossilien der Fundorte 7 bis 9 sind in Feinsandsteine eingebettet – wie sie für die Mühlenberg-Schichten im nordwestlichen Sauerland typisch sind –, aber die Fossilien des Fundortes 6 befinden sich in tonreichen Siltsteinen – ähnlich den gleichalten Sedimenten der Eifel.

6. Selscheider Schichten

Die auf die Sandschüttungen der Mühlenberg-Schichten folgenden Selscheider Schichten gehören zeitlich ins Ober-Eifelium, bestehen überwiegend aus Tonschiefern und sind sehr fossilreich. Im nördlich und westlich anschließenden Gebiet werden die Selscheider Schichten durch die Sandschüttung des Unnenberg-Sandsteins in einen unteren hauptsächlich aus Tonschiefern bestehenden Teil – den Ohler Schiefer – und einen oberen hauptsächlich aus Tonschiefern bestehenden Teil – den Selscheider Schiefer – untergliedert (siehe z. B.: KOCH & LEMKE & BRAUCKMANN 1990: 109–115; MAY 1986). Da aber der Raum Attendorn-Olpe schon relativ weit vom sandliefernden Delta entfernt war, ist der mittlere, sandsteinführende Teil der Selscheider Schichten unregelmäßig entwickelt und nicht immer sicher erfassbar (siehe z. B.: ZIEGLER 1978: 44–49; KUNERT 1965: 493–497). Deshalb ist es sinnvoller, jeweils von „Äquivalenten der Ohler Schiefer“ usw. zu sprechen. Von folgenden Fundorten liegen Fossilien vor:

Fundort 10: „Auf der Höhe“ zwischen Windhausen und Roscheid (MTB 4813 Attendorn: R 19140 H 67600). Selscheider Schichten, unterer Teil (=Äquivalente der Ohler Schiefer).

Fundort 11: Straße zwischen Hülschotten und Landemert (MTB 4813 Attendorf: R 25680 H 72140). Selscheider Schichten, unterer Teil (=Äquivalente der Ohler Schiefer).

Fundort 12: Abraum des Erbscheid-Tunnels nordöstlich Neusondern (MTB 4913 Olpe: R 19000 H 60500). Äquivalente des Unnenberg-Sandsteins bis Selscheider Schiefers.

Fundort 13: Straßenverbreiterung im Bereich von „Auf dem Höchsten“, südlich Hülschotten (MTB 4813 Attendorf R 24870 H 71200). Selscheider Schichten, oberer Teil (= Äquivalente der Selscheider Schiefer).

Fundort 14: Ülhoff bei Neusondern (Nordwest-Teil des MTB Olpe); Selscheider Schichten. Es fand sich ein Handstück mit mehreren Exemplaren des Brachiopoden *Bifida lepida* (ARCHIAC & VERNEUIL 1842), die an einen Crinoidenstiel angeheftet waren.

Fossilliste der Fundorte 10 bis 14 in den Selscheider Schichten (Ober-Eifelium):

a) Rugose Korallen:

unbestimmbare rugose Einzelkoralle (13)

Disphyllum sp. (11)

Calceola sandalina (LINNAEUS 1771) (13)

b) Porifera:

Haufen kleiner Schwammnadeln (13)

c) Pelecypoden:

Pterinopecten (*Pterinopecten*) sp. (13)

d) Tentaculiten:

Tentaculites sp. (13)

e) Brachiopoden:

Acrospirifer (*Arduspirifer*) *supraspeciosus* (LOTZE 1928) (13)

Acrospirifer (*Arduspirifer*) *supraspeciosus supraspeciosus* (LOTZE 1928) (13)

Atryparia sp. (13)

Bifida lepida (ARCHIAC & VERNEUIL 1842) (13) (14)

Cyrtina heteroclita (DEFrance 1824) (13) (12)

Desquamatia (*Independatrypa*) sp. (13)

Devonaria minuta (BUCH 1837) (13) (10) (11)

Gypidula cf. *calceolae* (FRECH 1898) (13)

Helaspis plexa ssp. S MAY 1984 (13)

Kayseria dividua (SCHNUR 1853) (13)

Leptaena rhomboidalis (WAHLENBERG 1821) [= *Leptaena analogaeformis* BIERNAT 1966] (13)

Platyorthis sp. (13)

Spinocyrtia (*Spinocyrtia*) *ostiolata* (SCHLOTHEIM 1820) (13)

Subrensselandia sp. (13)

Uncinulus sp. (10)

Xystostrophia umbraculum (SCHLOTHEIM 1820)

f) Bryozoen:

Fenestella sp. (mehrere Arten) (13) (11)

Polypora sp. (13)

g) Anneliden:

Spirorbis omphalodes GOLDFUSS (13)

h) Trilobiten:

Pedinopariops ex gr. *brongniarti* (STEININGER) [bestimmt von M. BASSE] (13)

unbestimmbarer Trilobitenrest (13)

i) Crinoiden:

Bactrocrinites sp.? (Krone) (13)

Hexacrinites sp.? (Stielstücke) (13)

Lecythocrinus sp. (Kronen) (13)

Rhopalocrinus sp.? (Krone) (13)

unbestimmbare Crinoiden-Stielglieder, -Kronen und andere Reste (13)

Crinoiden-Stielstücke (11) (14)

j) Asterozoen:

Eospondylus sp. (13)

unbestimmbarer Schlangensterne (13)

k) fragliche Panzerfisch-Platte (13)

Der fossilreichste und interessanteste Fundort ist Fundort 13 „Auf dem Höchsten südlich Hülshotten“. Fossilien von diesem Fundort sind auf Taf. 1 Fig. 6–11 und Taf. 2 Fig. 13–15 dargestellt. Einen wichtigen Hinweis, dass die Fossilien von diesem Fundort aus dem oberen Teil der Selscheider Schichten, also den Äquivalenten der Selscheider Schiefer, stammen, gibt die geologische Karte von ZIEGLER (1978). Den letzten Beweis aber liefert ein Exemplar von *Spinocyrtia* (*Spinocyrtia*) *ostiolata* (SCHLOTHEIM 1820) (siehe Taf. 2 Fig. 14). *Sp. ostiolata* ist eine Spiriferen-Art, die nur in einer kurzen Zeit im Ober-Eifelium, aber dafür links- und rechtsrheinisch vorkommt (siehe z. B.: STRUVE 1986; MAY 1997c: Abb. 3) – eine detaillierte Diskussion des stratigraphischen Leitwertes von *Sp. ostiolata* liefert SCHÖNE (1997: 79). Ihre nächsten Verwandten sind aus dem östlichen Nordamerika bekannt (PAECKELMANN 1942: 14). *Sp. ostiolata* konnte dadurch nach Europa einwandern, dass ein Anstieg des Meeresspiegels – der auch die Sandschüttungen abdrängte – kurzfristig eine Meeresverbindung in das „Ostamerikanische Faunenreich“ öffnete (MAY 1997c: 145). Der weitere Anstieg des Meeresspiegels führte dann zum Kacák-Event und zur Ablagerung der Odershäuser Schichten (siehe Kap. 7. und Abb. 3).

Das dominierende Faunenelement des Fundortes 13 sind Brachiopoden (Taf. 1 Fig. 6, 10, Taf. 2 Fig. 13–15). Dazu kommt eine reiche Begleitfauna, die Korallen, Mollusken, Bryozoen, Anneliden, Trilobiten (Taf. 1 Fig. 9), Crinoiden (Taf. 1 Fig. 7 + 8) und Fische enthält. Auffällig ist das Auftreten von Schwammnadeln (siehe Taf. 2 Fig. 15), da Schwammreste ansonsten ausgesprochen selten sind. Zum ersten Mal wurde von GRABERT (1965) ein Seesterne aus dem Mitteldevon des Rheinischen Schiefergebirges beschrieben. Umso sensationeller sind die beiden Seesterne, die Herr Korte am Fundort 13 fand. Die Funde von GRABERT (1965) und Korte gehören zur Untergruppe der „Schlangensterne“, da die Arme deutlich von der Körperscheibe abgegrenzt sind. Obwohl beide Seesterne von Hülshotten noch nicht ausgewachsen waren, ließ sich zumindest der größere von den beiden noch bestimmen. Ein Vergleich mit den von LEHMANN (1957) aus dem Unterdevon beschriebenen Seesternen führte zur Bestimmung als *Eospondylus* sp. (siehe Taf. 1 Fig. 11). Bemerkenswert ist, dass der Fund von Herrn Korte einer anderen Gattung als der Fund von GRABERT (1965) angehört, obwohl die zeitliche und räumliche Distanz (Odershäuser Schichten von Gummersbach) ziemlich gering ist.

Erwähnenswert ist außerdem ein Handstück vom Fundort 13, auf dem viele Exemplare des kleinen Brachiopoden *Bifida lepida* (ARCHIAC & VERNEUIL 1842) in einer 57 mm langen Reihe aufeinanderfolgen (Taf. 1 Fig. 6). Offensichtlich waren diese Exemplare an einem fadenförmigen Objekt aus organischer Substanz – vermutlich Tang – angeheftet, das nach der Einbettung ins Sediment spurlos zerfiel.

Ein echter Glücksfall sind die auf Taf. 2 Fig. 13 dargestellten Exemplare des Brachiopoden *Helaspis plexa* ssp. S MAY 1984, der früher oft fälschlicherweise als „*Productella subaculeata*“ bestimmt wurde (siehe MAY 1984). Normalerweise sind nämlich die empfindlichen langen Stacheln auf der konvexen Klappe nicht so gut erhalten, sondern abgebrochen. Mit diesen Stacheln verankerte sich das Tier im Sediment, denn es lebte – vermutlich als Schutz vor Feinden – nicht auf, sondern direkt unter der Sedimentoberfläche. Die konvexe Klappe war dabei nach unten gerichtet.

7. Odershäuser Schichten, Wiedenester Schichten und Grevensteiner Schichte

Die danach folgenden Odershäuser Schichten, Wiedenester Schichten und Grevensteiner Schichten bestehen überwiegend aus Tonschiefern und enthalten untergeordnet Feinsandsteine und Kalksteine. Die neudefinierte Grenze Eifelium/Givetium verläuft durch die Odershäuser Schichten (vergleiche: WALLISER

et al. 1995; SCHÖNE et al. 1998). Die Odershäuser Schichten bestehen aus dunkelgrauen bis schwarzen Tonschiefern mit einer reichen Fauna aus Styliolinen und Nowakien. Sie sind das Ergebnis des Kacák-Events (siehe Abb. 3), einer katastrophalen Verschlechterung der Sauerstoff-Versorgung des Meereswassers, die im Zusammenhang mit einem schnellen starken Meeresspiegelanstieg erfolgte. Mögliche Ursachen und Zusammenhänge diskutieren MAY (1997a) und SCHÖNE (1997). Die Wiedenester Schichten enthalten etwas mehr Silt und Sand als die Odershäuser Schichten und die Grevensteiner Schichten darüberhinaus etwas mehr Kalk (ZIEGLER 1978).

Vom Uferweg des Leimebachs bei der Burg Schnellenberg (Fundort 15; MTB 4813 Attendorn: R 25070 H 65840) liegt aus den Grevensteiner Schichten eine kleine Fauna vor, die den Trilobiten *Pedinopariops* sp.? (Auge & Glabella) und die tabulate Koralle *Thamnopora* sp. umfasst.

8. Newberrien-Schichten

Das Hangende der Grevensteiner Schichten bilden die Newberrien-Schichten. Die fossilreichen Newberrien-Schichten des Unter-Givetiums enthalten die letzte große Sandschüttung auf dem Schelf. Die **Unteren Newberrien-Schichten** bestehen aus Sandsteinen und siltigen Tonschiefern. Die Sandsteine enthalten oft Fossilien, insbesondere massenhaft den Brachiopoden *Subrensselandia amygdala* (GOLDFUSS in DE LA BECHE 1832). Da diese Art früher oft mit der etwas jüngeren, sehr ähnlichen *Newberria* [= *Rensselandia*] *caiqua* (ARCHIAC & VERNEUIL 1842) verwechselt wurde (siehe dazu: CLOUD 1942; STRUVE 1982), heißen diese Schichten „Newberrien-Schichten“. STRUVE (1989: 135–136, Abb. 23) interpretiert das Milieu dieser *Subrensselandia*-Massenvorkommen so: Es handelte sich um einen Meeresboden aus weitgehend kompaktiertem feinstsandigem Material, auf dem eine gelinde Wasserströmung in der Regel nur feine Siltschleier verdriftete. *Subrensselandia* besiedelte Areale sehr dicht, vergleichbar etwa den heutigen Miesmuscheln (*Mytilus*).

Folgende Fundorte gehören in die Unteren Newberrien-Schichten:

Fundort 16: Stbr. Zippelberg an der Windhausener Straße bei Attendorn (MTB 4813 Attendorn: R 22000 H 67360).

Fundort 17: Birkeshardt bei Papiermühle (MTB 4813 Attendorn: R 19840 H 65800).

Fundort 18: Fürstmicke bei Attendorn (MTB 4813 Attendorn: R 21750 H 67280).

Fundort 19: Eithe bei Heggen (Sange-Illeschlade) (MTB 4813 Attendorn: R 26160 H 70550).

Fossilliste der Fundorte 16–19 in den Unteren Newberrien-Schichten (Unter-Givetium):

a) Rugose Korallen:

hornförmige Einzelkorallen (16) (17)

Cyathopaedium sp. (Anfangsstadien) (16 selten)

Cyathopaedium sp.? (19)

b) Gastropoden:

Bellerophon sp.? (16)

Euomphalus sp.? (16)

Eunema sp. (17)

unbestimmbare Gastropoden (16)

c) Pelecypoden:

Mytilarca sp. (16)

d) Brachiopoden:

Atrypa sp.? (16)

Gypidula cf. *abunda* STRUVE 1992 (16)

Schizophoria schnuri cf. *schnuri* STRUVE 1965 (16)

Spinatrypa cf. *orthoclina* COPPER 1967 (18)

Subrensselandia amygdala (GOLDFUSS in DE LA BECHE 1832) (16 sehr häufig) (17 häufig) (19 sehr häufig)

Undispirifer sp. (16)

Xystostrophia umbraculum (SCHLOTHEIM 1820) (16)

e) Crinoiden-Reste (16)

Durch eine ± kontinuierlich fortschreitende Ausdehnung des Meeres nach Nordwesten zogen sich die Sandschüttungen immer mehr zurück, so dass ab dem mittleren Teil der Newberrien-Schichten Rasen und kleine Riffe aus Korallen und Stromatoporen entstehen konnten.

Erste Vorläufer sind vereinzelte Kalkstein-Vorkommen im obersten Teil der Unteren Newberrien-Schichten. Aus einem Garagenneubau in Heggen-Sange an der Straße nach Hülschotten (Fundort 20; MTB 4813 Attendorn: R 26180 H 69930), liegen aus einem derartigen Kalkstein-Vorkommen im obersten Teil der Unteren Newberrien-Schichten die tabulate Koralle *Heliolites intermedius* LE MAITRE 1947 und die Stromatopore *Stromatopora* sp. vor.

Die Mittleren bis Oberen Newberrien-Schichten bestehen aus Feinsandsteinen und sandigen Tonschiefern mit eingelagerten Rasen und kleinen Riffen aus Korallen und Stromatoporen, die heute als bankförmige bis linsenförmige Kalkstein-Vorkommen vorliegen. Die Mittleren Newberrien-Schichten sind ein weit durchgehender Zug eines Korallen-Stromatoporen-Riffkalksteins (ZIEGLER 1978: 74–76), der auf der geologischen Karte zur Grenzziehung verwandt werden konnte. Die Kalksteine der Oberen Newberrien-Schichten halten nicht so lange aus. Es handelt sich um Rasen und Riffe von Korallen und Stromatoporen, die immer wieder durch verstärkte Sandschüttungen erstickt wurden. Die Mittleren bis Oberen Newberrien-Schichten enthalten sowohl in ihren Feinsandsteinen und sandigen Tonschiefern als auch in ihren Kalksteinen eine reiche Fauna.

Von folgenden Fundorten liegen Fossilien aus den Oberen Newberrien-Schichten (z. T. möglicherweise auch aus den Mittleren Newberrien-Schichten) vor:

Fundort 21: Altfinnentrop, Südseite der Brücke über die Eisenbahn. Fundort ist das Ufer der Abtragung direkt bei der Brücke (MTB 4813 Attendorn: R 27440 H 70400); Mittlere bis Obere Newberrien-Schichten.

Fundort 22: Biekhofen, Am Noacken (MTB 4813 Attendorn: R 21730 H 67060); Obere Newberrien-Schichten (unwahrscheinlich, aber möglich, dass es sich um Mittlere Newberrien-Schichten handelt).

Fundort 23: Biekhofen, Am Noacken, Grundstück DECKER (MTB 4813 Attendorn); Obere Newberrien-Schichten (möglicherweise Schwelmer Kalk).

Fundort 24: Biekhofen, Am Noacken, Grundstück K.J.HOFFMANN 1970 (MTB 4813 Attendorn); Obere Newberrien-Schichten (möglicherweise Mittlere Newberrien-Schichten).

Fundort 25: Biekhofen, Am Noacken, Weg zum Wasserhochbehälter (MTB 4813 Attendorn: R 21830 H 67000); Obere Newberrien-Schichten (unwahrscheinlich, aber möglich, dass es sich um Mittlere Newberrien-Schichten handelt).

Fundort 26: Biekhofen, Am Noacken, alter Pfad bei „Sporn“ (MTB 4813 Attendorn); Obere Newberrien-Schichten.

Fundort 27: Biekhofen, Mühlenweg, Neubau Grundstück RUDOLPH (MTB 4813 Attendorn: R 21800 H 66480); Obere Newberrien-Schichten.

Fundort 28: Biekhofen, Am Noacken, Dahlhauser Weg (1982) (MTB 4813 Attendorn); Mittlere bis Obere Newberrien-Schichten.

Fundort 29: Heldener Straße, unter dem Mooskamp. Fundort ist unter der Jugendherberge (MTB 4813 Attendorn: R 23800 H 65820); Mittlere Newberrien-Schichten bis unterer Teil der Oberen Newberrien-Schichten.

Fundort 30: Helden (MTB 4813 Attendorn: R 26000 H 65060); Obere Newberrien-Schichten

Fundort 31: Heggen-Sange, ehemaliger Wasser-Hochbehälter (Wäldchen) (MTB 4813 Attendorn: R 25880 H 69600); Obere Newberrien-Schichten (unwahrscheinlich, aber möglich, dass es sich um Mittlere Newberrien-Schichten handelt).

Fundort 32: Milstenau, am Tennisplatz neben der Tennishalle (MTB 4813 Attendorn: R 24670 H 68700); Obere Newberrien-Schichten.

Fundort 33: Mühlhardt, Aushub für Hochspannungsmasten (MTB 4813 Attendorn: R 22940 H 68020); Obere Newberrien-Schichten.

Fundort 34: Müllen, Fundort ist kleine Felspartie hinter dem Sägewerk Frettermühle (MTB 4813 Attendorn: R 29240 H 72400); Obere Newberrien-Schichten.

Fundort 35: Stürzenberg, Südumgehung-Straßenbau (13.10.1979) (MTB 4813 Attendorn: R 24120 H 66080); Obere Newberrien-Schichten.

Fundort 36: Stürzenberg, Südumgehung-Straßenbau (November 1980) Stürzenberg/Biggen, Südseite, KHM (MTB 4813 Attendorn; vgl: Fundort 35); Obere Newberrien-Schichten.

Fundort 37: Stürzenberg, Straßenbau (1980) ca. 100 m westlich Belgierlager (MTB 4813 Attendorn; vgl: Fundort 35); Obere Newberrien-Schichten (bis Massenkalk??).

Fundort 38: Altfinnentrop, Baugrube E. Antonik 1983, nahe der Motte (MTB 4813 Attendorn: R 27320 H 70310); (Mittlere bis Obere?) Newberrien-Schichten.

Fundort 39: Beul bei Bleche (MTB 4912 Drolshagen: R 11160 H 59600); Obere Newberrien-Schichten (= Oberer *Rensselandia*-Sandstein).

Fossiliste der Fundorte 21–39 in den Oberen Newberrien-Schichten (z. T. möglicherweise auch in den Mittleren Newberrien-Schichten) (Unter-Givetium):

a) Stromatoporen:

Actinostroma sp.? (38)

Clathrocoilona (*Clathrocoilona*) sp. (31)

Clathrocoilona (*Clathrocoilona*) *solidula spissa* (LECOMPTE 1951) (31)

Stromatopora sp.? mit symbiontischer Koralle *Syringopora* sp. (31)

Stachyodes sp.? (32)

Stachyodes (*Stachyodes*) sp. (24) (31)

Amphipora ex gr. *laxeperforata* LECOMPTE 1952 (24)

b) Chaetetiden:

Rhaphidopora sp. (31)

c) Tabulate Korallen:

Favosites goldfussi ORBIGNY 1850 (22 häufig) (25) (28) (29 häufig) (31) (32) (35) (36)

Pachyfavosites sp. (29)

Pachyfavosites sp.? (31)

Thamnopora sp. (23) (31) (35)

Thamnopora bilamellosa ERMAKOVA 1960 (31)

Thamnopora ex gr. *tumefacta* LECOMPTE 1939 (31)

Celechopora devonica (SCHLÜTER 1885) (34)

Alveolites sp. (31) (34)

Alveolites (*Alveolites*) *suborbicularis* LAMARCK 1801 (31)

Alveolites (*Alveolites*) ex gr. *suborbicularis* LAMARCK 1801 (32)

Alveolites (*Alveolitella*) sp. (31)

Alveolites (*Alveolitella*) sp.? (29)

Alveolites (*Tetralites*) *praetenuissimus* (IVEN 1980) (31)

Squameoalveolites sp. (23)

Squameoalveolites perporosus BIRENHEIDE 1985 (31)

Platyaxum sp.? (21)

Platyaxum (*Platyaxum*) sp. (22) (36)

Platyaxum (*Egosiella*) sp. (31)

Platyaxum (*Roseoporella*) sp.? (31)

Procteria (*Granulidictyum*) sp. (31)

Aulopora (*Aulopora*) sp. (31)

Aulopora (*Aulopora*) ex gr. *liber* SCRUTTON 1990 (31)

Remesia cf. crispa (SCHLÜTER 1885) (23)
Remesia sp. (33)
Roemerolites sp. (23)
Aulocystis sp. (23)
Heliolites porosus (GOLDFUSS 1826) (31) (37)

d) Rugose Korallen:

Acanthophyllum sp. (22)
Acanthophyllum vermiculare (GOLDFUSS 1826) (31)
Calceola sandalina (LINNAEUS 1771) (34) (36)
Cyathophyllum sp.? (21) (32)
Cyathopaedium paucitabulatum (SCHLÜTER 1880) (31 ziemlich häufig)
Cyathopaedium cf. paucitabulatum (SCHLÜTER 1880) [vielleicht Einzelkoralle] (37)
Cyathopaedium sp. [Kolonie mit 10–20 mm Korallitendurchmesser] (35)
Dohmophyllum sp. (31) (36)
Dohmophyllum sp.? (29)
Dohmophyllum ex gr. difficile (WEDEKIND 1925) (31)
Mesophyllum (Mesophyllum) sp. (25) (31)
Mesophyllum (Mesophyllum) maximum maximum (SCHLÜTER 1882) (31) (36)
Mesophyllum (Cystiphyllodes) secundum (GOLDFUSS 1826) (31)
Stringophyllum sp. (31)
Stringophyllum acanthicum (FRECH 1886) (31)
unbestimmbare rugose Einzelkorallen (21) (27) (31) (32) (37)

e) Cephalopoden:

Geisonoceras sp. (31)

f) Trilobiten:

Schwanzschild von *Scutellum* sp. (34)
Schwanzstücke von *Dechenella* sp. (34) (39)
Kopfschild von *Geesops* sp. (27)
unbestimmbare Schwanzschilde (27)

g) Brachiopoden:

Athyris sp. (31)
Atrypa sp. (34)
Gypidula cf. abunda STRUVE 1992 (26) (34)
Gypidula (Devonogypa) spinulosa HAVLICEK 1951 (32)
Protodouvillina interstitialis (PHILLIPS) (31)
Schizophoria schnuri STRUVE 1965 (30)
Spinatrypa sp. (34) (36)
Spinatrypina sp. (31)
Spinatrypina soetenica (STRUVE 1964) (31)
Subrenselandia amygdala (GOLDFUSS in DE LA BECHE 1832) (22)
Xystostrophia umbraculum (SCHLOTHEIM 1820)? (31)
unbestimmbare Brachiopoden (22) (31) (39)

h) Bryozoen:

Fenestella sp. (31)
Polypora sp. (31) (34)

i) Crinoiden:

Crinoiden-Kronenteile (31) (34)
Crinoiden-Stielglieder & -Stielstücke (22) (24) (31) (32) (33) (39)

j) Kalkalgen (31)

Der bei weitem fossilreichste Fundort in den (Mittleren bis) Oberen Newberrien-Schichten ist der Fundort 31 „Heggen-Sange“. Von ihm kommen die auf Taf. 2 Fig. 12 + 17 und Taf. 3 Fig. 18 abgebildeten Fossilien. Auffällig reich und interessant ist an diesem Fundort die Korallen-Fauna. Zum Beispiel konnte am

Fundort 31 die tabulate Koralle *Squameoalveolites perporosus* BIRENHEIDE 1985 gefunden werden, die bisher nur aus den Newberrien-Schichten von Müllen beschrieben worden war (BIRENHEIDE 1985: 84–85).

Bemerkenswert ist in ökologischer Hinsicht ein Fund der Gattung *Aulopora*. Normalerweise sind die netzartigen Kolonien der Gattung *Aulopora* immer auf anderen Skeletten aufgewachsen. SCRUTTON (1990) berichtete erstmalig davon, dass Vertreter dieser Gattung ihre netzartigen Kolonien auch direkt auf dem Meeresboden – also ohne einen festen Untergrund zum Anheften – errichten können. Während das bisher nur von *Aulopora (Aulopora) liber* SCRUTTON 1990 aus dem Mitteldevon von England bekannt war, enthalten die Aufsammlungen von Herrn Korte vom Fundort 31 ebenfalls eine große auf dem Sediment aufgewachsene Kolonie, die sich von dem englischen Material nicht unterscheidet. Da bei diesem, auf Taf. 2 Fig. 12 dargestellten Exemplar das Skelett schon aufgelöst ist, lässt es sich nicht ganz sicher der englischen Art zuordnen und wurde nur als *Aulopora (Aulopora) ex gr. liber* SCRUTTON 1990 bestimmt.

Taf. 2 Fig. 17 zeigt die rugose Koloniekoralle *Cyathopaedium paucitabulatum* (SCHLÜTER 1880), die bisher nur aus den Büchel-Schichten von Bergisch-Gladbach bekannt war, die ein unwesentlich jüngeres Alter haben. Die Kolonien von Heggen-Sange entsprechen sehr gut der Beschreibung von BIRENHEIDE (1978: 186–187) und unterscheiden sich nur durch ihre etwas lockerer gepackten Koralliten vom Typus-Material. Dieser kleine Unterschied dürfte nur auf der größeren Sedimentationsrate in den Oberen Newberrien-Schichten beruhen. Bemerkenswert ist allerdings, dass in den Oberen Newberrien-Schichten der Fundorte 35 und 37 am Stürzenberg *Cyathopaedium*-Exemplare vorkommen, die etwas stärker abweichen: zum einen eine Kolonie mit 10–20 mm Korallitendurchmesser (Taf. 2 Fig. 16), zum anderen ein Exemplar, das möglicherweise eine Einzelkoralle war.

Der auf Taf. 3 Fig. 18 erkennbare Brachiopode *Spinatrypina soetenica* (STRUVE 1964) erlaubt eine Aussage über die zeitliche Parallelisierung der Oberen Newberrien-Schichten mit der Eifel und dem Nordwest-Sauerland: Diese Art ist in der Eifel ein Leitfossil für die Cürten-Schichten des Unter-Givetiums (COPPER 1967a: 490; STRUVE 1964: 530–532). Damit sind die Oberen Newberrien-Schichten dem oberen Teil der Unterhonsel-Formation und dem unteren Teil der Oberhonsel-Formation im Nordwest-Sauerland zeitgleich, einem Abschnitt, der ebenfalls den Umschwung von einer sandigen Sedimentation zu einer Korallenkalk-führenden tonreichen Abfolge dokumentiert (siehe MAY 1991).

9. Massenkalk

Der Massenkalk ist das Dokument bedeutender Riff-Komplexe. Die wichtigsten Massenkalk-Vorkommen des Sauerlandes sind der Raum Hagen–Iserlohn–Balve, das Attendorn–Elsper Riff und das Briloner Riff. Sie sind ± zeitgleich. Zwischen Attendorn und Elspe erstreckte sich ein Atoll-Riff, das heute mitten in der Attendorn–Elsper Doppelmulde liegt.

Die wichtigsten Riffbildner der Massenkalk-Riffkomplexe sind die Stromatoporen, an zweiter Stelle folgen die tabulaten Korallen, während die rugosen Korallen nur untergeordnete Bedeutung besitzen. Im Vergleich zu den Korallenkalen des Unter-Eifeliums bis Unter-Givetiums (Hobräcker Schichten bis Newberrien-Schichten) hat die Bedeutung der Stromatoporen zugenommen und die der rugosen Korallen abgenommen. Zumindest zum Teil dürfte sich das auf die Abnahme der Zufuhr von klastischem Sediment zurückführen lassen – bedingt durch die Transgressionen, die die Küstenlinie weiter entfernt nach Norden verschoben –, denn rugose Korallen konnten klastische Sedimentation erheblich besser tolerieren als Stromatoporen.

Die Massenkalk-Riffkomplexe des Givetiums und Frasniums sind der Höhepunkt einer weltweit beobachtbaren Entwicklung von Korallen- und Riffkalen, die im West-Sauerland in tiefsten Mitteldevon begann. Im nordwestlichen und im südwestlichen Sauerland verlief die Entwicklung in vergleichbarer Weise (siehe Abb. 3): Der größte Teil des Unterdevons bestand aus terrestrischen bis randmarinen siliziklastischen Schüttungen. Der weltweit beobachtbare, eustatische Anstieg des Meeresspiegels seit dem Unter-Emsium (JOHNSON & SANDBERG 1988; JOHNSON et al. 1996) drängte die Sandschüttungen des Deltabereiches im Unter-Eifelium soweit nach Nordwesten zurück, dass erstmalig riffartige Strukturen auf dem äußeren Schelf des westlichen Sauerlandes entstehen konnten – der „Meinerzhagener Korallenkalk“ der Oberen *cultrijugatus*-Schichten (AVLAR & MAY 1997) und die mehr oder weniger gleichalten Korallenkalen der Hobräcker Schichten im Raum Attendorn (siehe Kap. 3, Fundorte 3–4). Durch den starken Meeresspie-

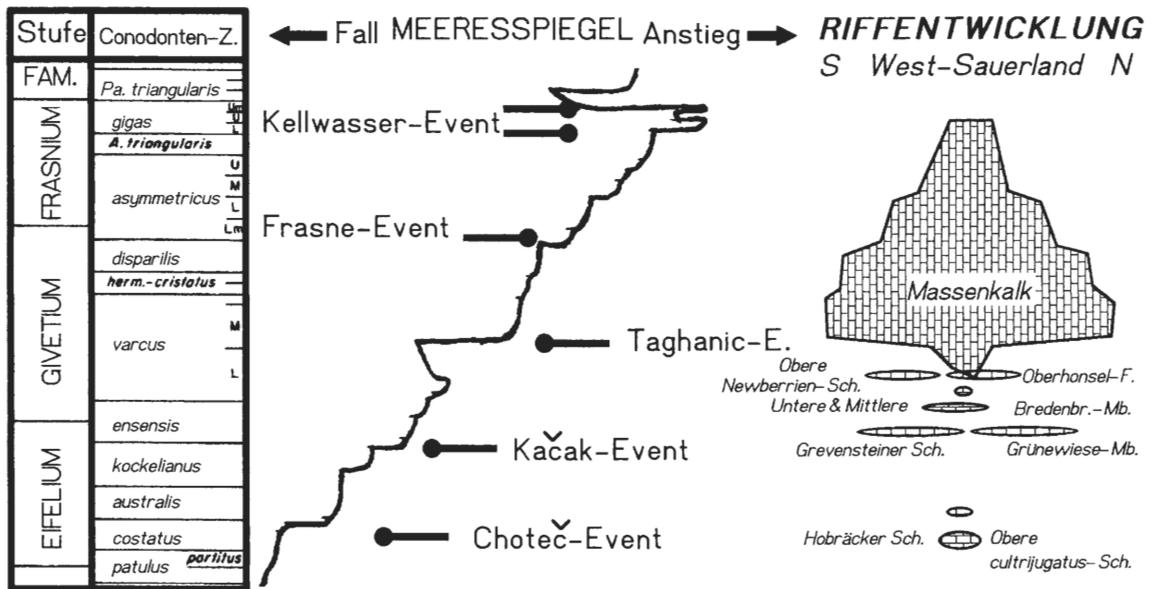
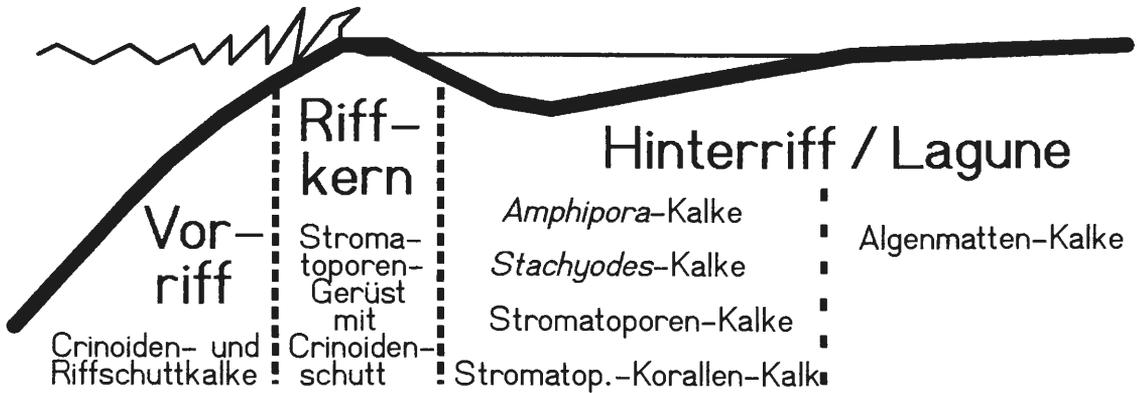


Abb. 3: Zusammenhänge zwischen der Entwicklung des Meeresspiegels und der Verbreitung von Rifften und biostromalen Korallen-Stromatoporen-Kalke im Mitteldevon und unteren Oberdevon des westlichen Sauerlandes. Meeresspiegel-Kurve und Conodonten-Zonierung nach JOHNSON & SANDBERG (1988: Abb. 1); Eintragung der Bio-Events nach MAY (1997c: Abb. 1); Rifffentwicklung im westlichen Sauerland nach AVLAR & MAY (1997), MAY (1993c, 1991), KOCH-FRÜCHTL & FRÜCHTL (1993), STOPPEL (1990), ZIEGLER (1978), dieser Arbeit und anderen Publikationen. Erläuterungen zur Spalte "Rifffentwicklung": Links sind die stratigraphischen Bezeichnungen im Raum Attendorf und rechts die Bezeichnungen im Raum Meinerzhagen-Lüdenscheid-Iserlohn angegeben. Liegende Mauerstein-Signatur: biostromale (und biohermale) Korallen-Stromatoporen-Kalke; stehende Mauerstein-Signatur: Massenkalk-Rifffkomplexe. **Fig. 3:** Connections between the development of the sea level and the distribution of reefs and biostromal coral-stromatoporoid limestones in the Middle Devonian and lower Upper Devonian of the western Sauerland. Curve of the sea level and conodont zonation after JOHNSON & SANDBERG (1988: Fig. 1); positions of the bio-events after MAY (1997c: fig. 1); reef development in the western Sauerland after AVLAR & MAY (1997), MAY (1993c, 1991), KOCH-FRÜCHTL & FRÜCHTL (1993), STOPPEL (1990), ZIEGLER (1978), this paper and other publications. Explanations concerning the column "reef development": On the left side the stratigraphical names of the Attendorf area are used, and on the right side the stratigraphical names of the Meinerzhagen-Lüdenscheid-Iserlohn area are given. The laying brick sign represents biostromal (and biohermal) coral-stromatoporoid limestones; the standing brick sign represents Massenkalk reef-complexes.

gel-Anstieg im oberen Eifelium, der zum Káčák-Event (=otomari-Event) führte (MAY 1997c: 145–148), wurden die Sandschüttungen des Deltas soweit nach Nordwesten abgedrängt, dass auch im westlichen Sauerland siltig-tonige Schichten abgelagert wurden (Odershäuser Schichten usw.; siehe Kap. 7). Im untersten Givetium – in den Grevensteiner Schichten und im Grünewiese-Member der Ihmert-Formation – entstanden im westlichen Sauerland weitverbreitet Biostrome (sowie seltener Bioherme) aus Korallen (Tabulata und Rugosa) und Stromatoporen. Das war eine gewisse Zeit nach dem Káčák-Event, aber bevor die Sandschüttungen zurückkehrten – vielleicht behinderten vorher Nachwirkungen des Káčák-Event, wie z. B. Sauerstoffmangel im bodennahen Wasser, die Rifffbildung. Diese Biostrome und Bioherme wurden durch die Rückkehr der siliziklastischen Deltaschüttungen (Newberrien-Schichten und Unterhonsel-Formation) erstickt. In Zeiten, in denen die Sandschüttungen des Deltabereiches nachließen, konnten sich biostromale (seltener biohermale) Korallen-Stromatoporen-Kalke bilden. Durch den fortschreitenden Meeresspiegel-Anstieg wurden noch im Unter-Givetium die Sandschüttungen nach Nordwesten aus dem Sauerland herausgedrängt. Als Konsequenz wurden die Oberen Newberrien-Schichten und die Oberhonsel-Formation abgelagert, die gelegentlich linsenförmige biostromale Korallen-Stromatoporen-Kalke enthalten.

Die Anfänge der Massenkalk-Rifffkomplexe liegen sowohl im westlichen als auch im östlichen Teil des Nord-Sauerlandes im oberen Unter-Givetium, bzw. in der Unteren varcus-Conodontenzone (siehe z. B.: KOCH-FRÜCHTL & FRÜCHTL 1993; STOPPEL 1990: 181, 216, 276; MAY 1991: 11–13). Im westlichen Sauerland, also auf dem Schelf, entwickelten sich die Massenkalk-Rifffkomplexe allmählich aus den Korallenkalke der Oberen Newberrien-Schichten – bzw. im Nordwest-Sauerland aus den Korallenkalke der Oberhonsel-Formation (siehe z. B.: MAY 1991: 11–13; KOCH-FRÜCHTL & FRÜCHTL 1993). Im östlichen Sauerland, also am Schelfrand, bilden zumindest stellenweise untermeerische vulkanische Gesteine (Diabas, Schalstein) das Fundament (siehe z. B.: STOPPEL 1990; KÜRSCHNER et al. 1999).

a) klassisches Modell



b) neues Modell



Abb. 4: Modelle zur Erklärung der Faziesverteilung in den Massenkalk-Riffen des Sauerlandes. a) klassisches Modell, basierend auf den heutigen Korallenriffen; b) neues Modell, basierend auf den Untersuchungen von MAY (1987; 1997b).
Fig. 4: Models explaining the facies distribution in the Massenkalk reef-complexes of the Sauerland. a) classical model, based on the comparison with recent coral reefs, b) new model, based on the investigations of MAY (1987; 1997b).

Die große Ausweitung der Massenkalk-Riffkomplexe zu Beginn der Mittleren *varcus*-Conodontenzone koinzidiert mit einer sehr starken Transgression – dem Taghanic-Event –, die aber vermutlich nicht so schlagartig verlief wie von JOHNSON & SANDBERG (1988) dargestellt (siehe Abb. 3). Wahrscheinlich verbesserte dieser Meeresspiegel-Anstieg die Voraussetzungen für die Riffbildung, in dem er die siliziklastischen Schüttungen nach Nordwesten, zum Kontinent hin, zurückdrängte.

Die Massenkalk-Entwicklung begann mit dunklen, bankigen Kalken mit Riffbildner-Rasen als dem ± undifferenzierten Anfangsstadium. Dieses Anfangsstadium wird als „Schwelm-Fazies“ bezeichnet (ZIEGLER 1978: 79–83; CLAUSEN 1978: 142–145). Diese Anfangsstadien der Massenkalk-Vorkommen differenzierten sich bald in ausgedehnte lagunäre Areale, schmale Riffkerne und die Riffschutt-Areale des Vorriffs. Das differenzierte Stadium der Massenkalk-Riffe wird als „Dorp-Fazies“ bezeichnet. Die Kalksteine der „Dorp-Fazies“ sind sehr variabel: Sie können hell- bis dunkelgrau, massig oder dick- bis dünnbankig, feinkörnig bis grobkörnig sein (ZIEGLER 1978: 83–94; CLAUSEN 1978: 145–154).

Das Riff-Wachstum überschritt die Grenze Mitteldevon/Oberdevon. Das Attendorner Massenkalk-Riff starb im Verlaufe des Frasniums ab. Es ertrank schrittweise aufgrund des steigenden Meeresspiegels (vergleiche z. B. ZIEGLER 1978: 92). Während also der Meeresspiegel-Anstieg an der Basis der Mittleren *varcus*-Zone zur erheblichen Ausweitung der Riffkomplexe führte, bewirkten nachfolgende Meeresspiegel-Anstiege eine Reduzierung (und vermutlich auch stärkere Differenzierung) der Massenkalk-Riffe. Dieser

Prozess ging soweit, bis die letzten Riff-Teile im „Kellwasser-Event“ des obersten Frasniums starben (vergleiche z. B.: WILDER 1989; SCHINDLER 1990). MAY (1997a: 306–311) deutet das Aussterbe-Ereignis des „Kellwasser-Events“ als das Ergebnis von zwei „ozeanischen Sauerstoffmangel-Ereignissen“, die jeweils durch einen schnellen starken Meeresspiegelanstieg verursacht wurden. Es gibt aber auch zahlreiche andere Deutungen zur Erklärung dieses Massenaussterbens und eine sehr breite Diskussion darüber (siehe z. B.: WILDER 1989; SCHINDLER 1990; BECKER 1993; HLADIL & KALVODA 1993; FAGERSTROM 1994; BECKER & HOUSE 1994a; MAY 1997a, c; COPPER 1998; LETHIERS & CASIER 1999; RACKI 1999; CASIER & LETHIERS 2001). Nach dem „Kellwasser-Event“ gab es im Rechtsrheinischen Schiefergebirge keine Riffe mehr.

Das klassische Modell für die Massenkalk-Riffe geht davon aus, dass der Bau und die Zonierung eines rezenten Korallenriffs einfach auf ein devonisches Riff übertragen werden kann. Aber die Beobachtungen von MAY (1987; 1997b) zeigen, dass dieses klassische Modell viele Phänomene nicht erklären kann, die sich leicht erklären lassen, wenn man das neue Modell von MAY (1997b: 131–133, Abb. 2) anwendet (siehe Abb. 4), das sich vom klassischen Modell dadurch unterscheidet, dass der Riffkern keine Barriere bildete.

Im lagunären Bereich des Riffes erfolgte die Abnahme der Wasserturbulenz durch Bodenreibung, und die Salinitätsverhältnisse wurden durch Niederschläge und/oder Evaporation beeinflusst. Am Rand des lagunären Bereichs war die Wassertiefe noch relativ groß, die Turbulenz groß und die Salinität normalmarin. Zum Kern hin änderte sich das kontinuierlich. Der Kern des lagunären Bereichs befand sich normalerweise im Gezeitenbereich – Algenmatten-Kalke entstanden dort. Mit zunehmender Wassertiefe folgten *Amphipora*-Kalke, *Stachyodes*-Kalke und Stromatoporen-Korallen-Kalke. Mit zunehmender Wassertiefe nahm im Bereich der Lagune auch die Wasserbewegung zu (MAY 1987: 69–71). Die Wassertiefe dürfte im lagunären Massenkalk zwischen 0 und 5 m gelegen haben. Im lagunären Massenkalk kann man neben Riffbildnern Gastropoden, dickschalige Pelecypoden (z. B. *Megalodon*) und den dickschaligen Brachiopoden *Stringocephalus* finden. Ein besonders großes Exemplar des Brachiopoden *Stringocephalus* findet sich auf Taf. 3 Fig. 24. Die Gattung *Stringocephalus* ist ein Leitfossil für das Givetium. Durch moderne, detaillierte Untergliederungen (siehe z. B.: STRUVE 1992: 583-612) erlauben die *Stringocephalen* genaue zeitliche Einstufungen.

Der Bereich des Riffkerns in den Massenkalk-Riffen besteht aus arenitischen Kalken mit vielen Riffbildnern in Lebensstellung. Bei den Riffbildnern kann es sich um *Stachyodes*-Rasen handeln, aber mindestens ebenso häufig sind Pakete mit vielen großen, kugeligen bis knolligen Stromatoporen oder aus großen lagigen Stromatoporen. Die arenitische Grundmasse besteht überwiegend aus Crinoiden-Schutt. Der „Riffkern“ lag etwas tiefer als die eigentliche Massenkalk-Plattform (MAY 1987). Der „Riffkern“ bildete den obersten Teil des beckenwärts gerichteten Abhanges der Massenkalk-Plattform. Hier waren die Turbulenz und der Nährstoffreichtum des Meeresswassers groß genug, um ein reiches Riffbildner-Wachstum zu ermöglichen.

Das Vorriff ist durch Crinoidenschutt-Kalksteine gekennzeichnet. Die Crinoiden wuchsen zum Teil wohl im Bereich der Riffkerne, hauptsächlich aber in darunter folgenden Crinoiden-„Wäldern“. Anders lässt sich diese enorme Dominanz der Crinoidenschutt-Kalksteine in den Vorriff-Sedimenten nicht erklären. Stellenweise enthalten diese Crinoidenschutt- und Riffschutt-Kalksteine eine reiche, von Brachiopoden dominierte Fauna, in der auch Cephalopoden nicht selten auftreten. Besonders erwähnt sei der Goniatit *Maenioceras terebratum* (SANDBERGER 1856), der ein Leitfossil für das Givetium ist. Berühmte Fundstellen dieser von Brachiopoden dominierten Fauna sind im Bereich des Frettertals. Zum Beispiel liegen die Fundorte 48 und 49 im Frettertal (siehe unten). Nach dem Frettertal ist ein dort stellenweise massenhaft auftretender Brachiopode *Mimatrypa fretterensis* COPPER 1968 benannt worden.

Von folgenden Fundorten liegt Material aus dem Massenkalk vor:

Fundort 40: Stbr. „Emil“ bei Asbeck-Oberrödinghausen (MTB 4613); Givetium (wegen *Stringocephalus*).

Fundort 41: Hahnbeul bei Attendorn, Bau der Straße (Friedensstr.) zum Friedhof (MTB 4813 Attendorn: R 21920 H 67120).

Fundort 42: Biggen, ehem. „Felsenhöhle“ nahe Haus Biggen (MTB 4813 Attendorn: R 25180 H 67100); Schwelm-Fazies.

Fundort 43: Biggen, Biggener Steinbruch (MTB 4813 Attendorn: R 24880 H 67250); Dorp-Fazies; laut geologischer Karte im größten Teil des Steinbruchs „Riffkern“, aber am Rand auch Riff-Vorderseite oder Riff-Rückseite.

Fundort 44: Hohe Ley bei Heggen: Waldweg unterhalb des Steinbruchs (MTB 4813 Attendorn: R 27760 H 69440); Dorp-Fazies (Ober-Givetium bis Frasnium wegen *Phillipsastrea*).

Fundort 45: Stürzenberg, Kalksteinbruch an der Attahöhle (MTB 4813 Attendorn: R 24140 H 66400); Dorp-Fazies, Riffkern.

Fundort 46: Heggen, Steinbruch am Hörsten (MTB 4813 Attendorn: R 27100 H 68890); Dorp-Fazies, Riff-rückseite.

Fundort 47: Heggen, Steinbruch am Elberskamp (MTB 4813 Attendorn: R 26720 H 68600); Dorp-Fazies, Riff-rückseite (Givetium wegen *Stringocephalus*).

Fundort 48: Deutmecke, Bahnböschung nahe der Deutmecker Höhle, Fundort eines Kalkstein-Blocks mit sehr vielen Brachiopoden, nahebei fand sich der große *Smithiphyllum*-Korallenstock (MTB 4814 Lennestadt: R 31840 H 72260); Dorp-Fazies, Riffvorderseite (Ober-Givetium? wegen *Mimatrypa fretterensis*).

Fundort 49: Frettermühle / Kurve, Altbekannter Fundort am Deutmecker Bahnhof (siehe z. B. auch MAY 1991: 22) (MTB 4814 Lennestadt: R 30920 H 71980); Dorp-Fazies, Riffvorderseite (Ober-Givetium wegen *Maenioceras terebratum*, *Stringocephalus* und *Mimatrypa fretterensis*).

Fossilliste der Fundorte 40–49 im Massenkalk (Givetium bis Frasnium) (der allergrößte Teil der Funde stammt sicher aus dem oberen Unter-Givetium oder dem Ober-Givetium):

a) Stromatoporen:

Actinostroma sp. ex gr. *clathratum* NICHOLSON 1886 (40)

Actinostroma stellulatum NICHOLSON 1886 (45)

Clathrocoilona (*Clathrocoilona*) sp. (45)

Hermatostroma sp. (41)

Taleastroma pachytextum (LECOMPTE 1952) (45)

Stromatopora sp.? (45)

Trupetostroma sp. (45)

Dendrostroma sp.? (49)

Stachyodes (*Stachyodes*) sp. (45)

unbestimmbare Stromatoporen (41) (43)

b) Tabulate Korallen:

Favosites sp. (41)

Thamnopora sp. (49)

Thamnopora sp.? (41)

Thamnopora bilamellosa ERMAKOVA 1960 (dornenreiche Varietät) (45)

Alveolites (*Crassialveolites*) sp. (45) (47)

Platyaxum (*Roseoporella*) sp. (49)

Syringopora expansa MAURER 1885 in Symbiose mit *Trupetostroma* sp. (45)

Heliolites porosus (GOLDFUSS 1826) (45)

c) Rugose Korallen:

Acanthophyllum vermiculare (GOLDFUSS 1826) (45)

Acanthophyllum cf. *concauum* (WALTHER 1928) (46)

Acanthophyllum sp. (45)

Acanthophyllum sp.? (42)

Disphyllum sp.? (41)

Dohmophyllum sp. (45)

Phillipsastrea sp. (44)

Smithiphyllum belanskii PEDDER 1965 (Fragment der großen Kolonie vor dem Museum) (48)

Thamnophyllum ex gr. *caespitosum* (GOLDFUSS 1826) (49)

Temnophyllum? sp. (49)
unbestimmbare rugose Einzelkorallen (45) (49)

d) Pelecypoden:
Edmondia sp. (49)
Megalodon abbreviatus (SCHLOTHEIM) (43)
Megalodon sp. (43)
unbestimmbare Pelecypoden (47) (49)

e) Gastropoden:
Bellerophon striatus GOLDFUSS (49)
Eunema sp. (49)
unbestimmbare Gastropoden (47) (49)

f) Cephalopoden:
„*Orthoceras*“ sp. (49)
Maenioceras terebratum (SANDBERGER 1856) (49)
Tornoceras simplex (BUCH 1832) (49)

g) Brachiopoden:
Denckmannella sp. (49)
Enantiosphen sp. (49)
Gypidula (Devonogypta) spinulosa HAVLICEK 1951 (49)
Isopoma brachyptyctum (SCHNUR 1853) (49)
Kransia sp., ex gr. *parallelepipeda* (BRONN 1835) - *subcordiformis* (SCHNUR 1853) (49)
Mimatrypa sp.? (49)
Mimatrypa fretterensis COPPER 1968 (48 häufig) (49 häufig)
Stringocephalus ex gr. *georgmeyeri* STRUVE 1992 - *aleskanus* CRICKMAY 1962 (40)
Stringocephalus sp. (40) (47) (49)
Stringocephalus sp.? (46) (47)
unbestimmbare Brachiopoden (43) (48) (49)

h) Bryozoen:
Hemitrypa sp. (48)
Polypora sp. (48)

i) Crinoiden-Stielstücke (42) (48) (49)

Die wichtigsten und häufigsten Fossilien des Massenkalkes sind die Riffbildner, wobei die Stromatoporen häufiger als die Korallen sind. Unter den Korallen sind die Tabulaten häufiger als die Rugosen.

Eine Rarität ist der Fund der Stromatopore *Taleastroma pachytextum* (LECOMPTE 1952), die ein für Stromatoporen ungewöhnlich grobes Skelett hat (siehe Taf. 3 Fig. 19). Dank der besonders großen Skelettelemente – sie sind im Foto hell, während der die Hohlräume erfüllende Kalk dunkel ist – lässt sich der Bau des Skelettes auch im polierten Handstück gut erkennen. Charakteristisch für diese Art sind die dicken und etwas unregelmäßigen, mehrere Millimeter langen vertikalen Pfeiler, die durch erheblich dünnere horizontale Elemente miteinander verbunden werden. Bemerkenswert ist, dass LECOMPTE (1952: 275–276), der *Taleastroma pachytextum* erstmalig beschrieben hat, von dieser Art nur zwei Exemplare und zwar aus Schichten des unteren Mittel-Eifeliums finden konnte. Das belgische Material von LECOMPTE (1952) stammte also aus erheblich älteren Schichten als das Stück vom Stürzenberg in Attendorn (Fundort 45).

Die ästige tabulate Koralle *Thamnopora* wird am Stürzenberg (Fundort 45) durch die auf Taf. 3 Fig. 21 wiedergegebene Art *Thamnopora bilamellosa* ERMAKOVA 1960 repräsentiert. Das Material vom Stürzenberg liefert den Erstdnachweis von *Thamnopora bilamellosa* ERMAKOVA 1960 aus Deutschland – vergleiche dazu MAY (1995: 483–484). Interessant ist, dass es sich um die von MAY (1995: 483, Taf. 1 Fig. 5) aus Nord-Spanien beschriebene „dornenreiche Varietät“ handelt. Das spanische Vorkommen ist vermutlich unwesentlich jünger als das Attendorner Vorkommen. Es ist ein Beispiel dafür, dass schon im Givetium enge Faunenbeziehungen zwischen entfernten Teilen Europas existierten.

Rugose Korallen spielen im Massenkalk nur eine untergeordnete Rolle, und wenn man rugose Korallen findet, handelt es sich meist um Einzelkorallen. Ein Beispiel für eine typische Einzelkoralle des Massenkalkes

kes ist die *Acanthophyllum cf. concavum* (WALTHER 1928) der Taf. 3 Fig. 20. Sie unterscheidet sich von der nahe verwandten, weit verbreiteten Art *Acanthophyllum vermiculare* (GOLDFUSS 1826) nur durch die stärker verdickten Septen. Der Vergleich beider Arten wurde durch COEN-AUBERT (1998, 2000) erleichtert, denn COEN-AUBERT (1998: Taf. 2 Fig. 1) bildet den Holotypus von *Acanthophyllum vermiculare* neu ab und COEN-AUBERT (2000: Taf. 1 Fig. 1–2) bildet den Holotypus von *Acanthophyllum concavum* neu ab. Beide Arten können zusammen vorkommen, aber *Acanthophyllum vermiculare* hat ihre Hauptverbreitung in älteren Schichten. Von MAY & BECKER (1996: 215–217) wird die Frage aufgeworfen, ob die Verdickungen im Skelett von *concavum* erst nach dem Tode des Tieres – im Zusammenhang mit dem Prozess der Fossilisation – erfolgten. In dem Falle wären *vermiculare* und *concavum* ein und dieselbe Art. MAY & BECKER (1996: 215–217) konnten allerdings für das von ihnen untersuchte Material aus dem Nordwest-Sauerland wahrscheinlich machen, dass die Verdickungen im Skelett von *concavum* durch das lebende Tier selbst erfolgten. Vermutlich gilt für das als *Acanthophyllum cf. concavum* bestimmte Exemplar aus Heggen (Fundort 46) Vergleichbares.

Möglicherweise gehört der Massenkalk des Fundortes 44 (Hohe Ley bei Heggen) schon dem Frasnium an, denn die rugose Koloniekoralle *Phillipsastrea* galt lange als Leitfossil für Frasnium. Allerdings konnte ERRENST (1993) diese Gattung auch schon im Ober-Givetium nachweisen.

Eine echte Sensation ist die auf Taf. 3 Fig. 22–23 dokumentierte rugose Koloniekoralle *Smithiphyllum belanskii* PEDDER 1965 aus dem Frettertal (Fundort 48). Es handelt sich um ein Fragment der großen Kolonie neben dem Eingang zum Kreisheimatmuseum Attendorn. Funde von rugosen Koloniekorallen sind im Massenkalk (ziemlich) selten und Funde der Gattung *Smithiphyllum* sind in Europa sehr selten. *Smithiphyllum belanskii* PEDDER 1965 war bisher nur aus dem Unter-Frasnium von Alberta in Kanada bekannt (McLEAN & PEDDER 1987: 155, Taf. 5). Dieser Fund zeigt also, dass zur Zeit der Ablagerung dieser Schichten eine Meeresverbindung nach Nordamerika existierte. Der an diesem Fundort häufig auftretende Brachiopode *Mimatrypa fretterensis* COPPER 1968 spricht dafür, dass der Fundort 48 stratigraphisch ins Ober-Givetium eingestuft werden muß (siehe COPPER 1968; MAY 1987: 76), aber *Smithiphyllum belanskii* PEDDER 1965 spricht für Unter-Frasnium. Da erfahrungsgemäß Brachiopoden bessere Leitfossilien sind als Korallen, handelt es sich wahrscheinlich um Ober-Givetium.

10. Schlussbemerkungen

Bei meinen Arbeiten unterstützten mich Herr Ludwig Korte (Attendorn) und Herr Otto Höffer (Attendorn) sehr. Das auf Taf. 1 Fig. 9 dargestellte Trilobiten-Kopfschild wurde von Herrn Martin Basse (Bochum) als *Pedinopariops ex gr. brongniarti* (STEININGER) bestimmt. Für alle Hilfe bin ich herzlich dankbar.

Sofern nicht anders angegeben, wurden die Abbildungen vom Verfasser erstellt.

11. Literaturverzeichnis (einschließlich Bestimmungsliteratur)

- AVLAR, H., & MAY, A. (1997): Zur Fauna und Stratigraphie der *cultrijugatus*-Schichten (Wende Unter-/Mittel-Devon) im West-Sauerland (Rheinisches Schiefergebirge). – *Coral Research Bull.*, **5**: 103–119, 2 Abb., 4 Taf.; Dresden.
- BASSE, M. (1996): Trilobiten aus mittlerem Devon des Rhenohercynikums: I. Corynexochida und Proetida (1). – *Palaeontographica*, Abt. **A**, **239** (4–6): 89–182, 7 Abb., 14 Tab., 15 Taf.; Stuttgart.
- BASSE, M. (1997): Trilobiten aus mittlerem Devon des Rhenohercynikums: II. Proetida (2), Ptychopariida, Phacopida (1). – *Palaeontographica*, Abt. **A**, **246** (3–6): 53–142, 15 Taf.; Stuttgart.
- BASSE, M. (1998): Trilobiten aus mittlerem Devon des Rhenohercynikums: III. Proetida (3), Phacopida (2), Lichida (Lichoidea, Odontopleuroidea) und ergänzende Daten. – *Palaeontographica*, Abt. **A**, **249** (1–6): 1–162, 16 Abb., 15 Taf.; Stuttgart.
- BASSE, M., & LEMKE, U. (1996): Trilobiten aus mittlerem Givetium (Mittel-Devon) des nördlichen Rechtsrheinischen Schiefergebirges. – *Geol. Paläont. Westfalen*, **46**: 65 S., 4 Abb., 10 Taf.; Münster.
- BECKER, R. T. (1993): Anoxia, eustatic changes, and Upper Devonian to lowermost Carboniferous global ammonoid diversity. – In: HOUSE, M. R. [Hrsg.]: *The Ammonoidea: Environment, Ecology, and Evolutionary Change*; Systematics Assoc. spec. Vol., **47**: 115–164, 11 Abb.; Oxford (Clarendon).

- BECKER, R. T., & HOUSE, M. R. (1994a): Kellwasser Events and goniatite successions in the Devonian of the Montagne Noire with comments on possible causations. – Courier Forsch.-Inst. Senckenberg, **169**: 45–77, 17 Abb., 3 Taf.; Frankfurt am Main.
- BECKER, R. T., & HOUSE, M. R. (1994b): International Devonian goniatite zonation, Emsian to Givetian, with new records from Morocco. – Courier Forsch.-Inst. Senckenberg, **169**: 79–135, 10 Abb., 7 Taf.; Frankfurt am Main.
- BEUSHAUSEN, L. (1895): Die Lamellibranchiaten des rheinischen Devon mit Ausschluß der Aviculiden. – Abh. k. preuß. geol. Landesanst., N. F. **17**: 514 S., 38 Taf.; Berlin.
- BIERNAT, G. (1966): Middle Devonian brachiopods of the Bodzentyn Syncline (Holy Cross Mountains, Poland). – Palaeontologia polonica, **17**: 162 S., 51 Abb., 32 Taf.; Warszawa.
- BIRENHEIDE, R. (1978): Rugose Korallen des Devon. – Leitfossilien, **2**: 265 S., 119 Abb., 2 Tab., 21 Taf.; Berlin, Stuttgart (Borntraeger).
- BIRENHEIDE, R. (1985): Chaetetida und tabulate Korallen des Devon. – Leitfossilien, **3**: 249 S., 87 Abb., 2 Tab., 42 Taf.; Berlin, Stuttgart (Borntraeger).
- BLIECK, A., & BRICE, D., et al. (1988): The Devonian of France and Belgium. – In: McMILLAN, N. J., & EMBRY, A. F., & GLASS, D. J. [Hrsg.]: Devonian of The World; Canadian Soc. Petroleum Geologists, Mem., **14** (Vol. I): 359–400, 23 Abb.; Calgary.
- BRICE, D. [Hrsg.] (1988): Le Dévonien de Ferques. Bas-Boulonnais (N. France). – Biostratigraphie du Paléozoïque, **7**: 1–522, 97 Abb., 20 Tab., 61 Taf.; Brest (Univ. de Bretagne Occidentale). – [Mit wissenschaftlicher Darstellung fast aller Fossilgruppen des Givetiums bis Frasniums].
- BRÜHL, D. (1997): Tabulate Korallen aus der Cürten-Formation (Mittel-Devon/Unter-Givetium) des Ahrtalprofils der Dollendorfer Mulde (Eifel/Rheinisches Schiefergebirge). – Geol. Inst. Univ. Koeln, Sonderveroeff., **114**: 137–157, 3 Taf.; Köln.
- BRÜHL, D. (1999): Stratigraphie, Fazies und Tabulaten-Fauna des oberen Eifelium (Mittel-Devon) der Dollendorfer Mulde/Eifel (Rheinisches Schiefergebirge). – Kölner Forum Geol. Paläont., **4**: 155 S., 10 Abb., 1 Tab., 43 Taf.; Köln.
- CASIER, J.-G., & LETHIERS, F. (2001): Ostracods prove that the Frasnian/Famennian boundary mass extinction was a major and abrupt crisis. – In: BUFFETAUT, E., & KOEBERL, C. [Hrsg.]: Impact Studies Series. Geological and biological effects of impact events: 1–10, 3 Abb.; Berlin usw. (Springer-Verlag).
- CLAUSEN, C. D. (1978): Erl. geol. Karte Nordrhein-Westfalen 1 : 25000, Bl. **4814** Lennestadt: 474 S., 29 Abb., 28 Tab., 4 Taf.; Krefeld (Geol. Landesamt NRW).
- CLAUSEN, C.-D. (1991): Erl. geol. Karte Nordrhein-Westfalen 1 : 25000, Bl. **4914** Kirchhundem: 146 S., 13 Abb., 7 Tab., 3 Taf.; Krefeld (Geol. Landesamt NRW). – [2. Aufl.].
- CLOUD, P. E. (1942): Terebratuloid Brachiopoda of the Silurian and Devonian. – Geol. Soc. America, spec. Pap., **38**: xi + 182 S., 17 Abb., 26 Taf.; Baltimore.
- COEN-AUBERT, M. (1998): Thamnophyllides et Acanthophyllides près de la limite Eifelien-Givetien à Wellin et Pondrôme (Belgique). – Bull. Inst. r. Sci. natur. Belgique, Sci. Terre, **68**: 5–24, 4 Abb., 3 Taf.; Bruxelles.
- COEN-AUBERT, M. (2000): Stratigraphy and additional rugose corals from the Givetian Mont d'Hours Formation in the Ardennes. – Bull. Inst. r. Sci. natur. Belgique, Sci. Terre, **70**: 5–23, 6 Abb., 3 Taf.; Bruxelles.
- COPPER, P. (1967a): *Spinatrypa* and *Spinatrypina* (Devonian Brachiopoda). – Palaeontology, **10** (3): 489–523, 24 Abb., Taf. 76–83; London.
- COPPER, P. (1967b): *Atrypa (Planatrypa)*, a new Devonian brachiopod species-group. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **128**: 229–243, 8 Abb., Taf. 21–23; Stuttgart.
- COPPER, P. (1968): *Mimatrypa* (Devonian Brachiopoda) from Sauerland (Germany). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **130**: 113–128, 8 Abb., Taf. 11–13; Stuttgart.
- COPPER, P. (1973a): New Siluro-Devonian atrypoid brachiopods. – J. Paleont., **47** (3): 484–500, 3 Abb., 3 Taf.; Tulsa/Okla.
- COPPER, P. (1973b): *Bifida* and *Kayseria* (Brachiopoda) and their affinity. – Palaeontology, **16** (1): 117–138, 6 Abb., Taf. 4–7; London.
- COPPER, P. (1998): Evaluating the Frasnian-Famennian mass extinction: Comparing brachiopod faunas. – Acta palaeontologica polonica, **43** (2): 137–154, 2 Abb.; Warszawa.
- DREWITZ, J. (1985): Paläoökologische und fazielle Untersuchungen in der Ohle-Formation (Eifel-Stufe, Rheinisches Schiefergebirge, Attendorn-Mulde). – Diss. math.-naturwiss. Fachbereiche Univ. Göttingen: 117 S., 33 Abb., 1 Taf.; Göttingen.
- EBERT, J. (1994): Crinoiden-Stielglieder aus der Ems- und Eifel-Stufe des Sauerlandes (Rheinisches Schiefergebirge). – Göttinger Arb. Geol. Paläont., **64**: 85 S., 73 Abb., 6 Tab., 3 Taf.; Göttingen.

- ERRENST, C. (1993): Koloniebildende Phillipsastreidae und Hexagonariinae aus dem Givetium des Messinghäuser Sattels und vom Südrand des Briloner Massenkalkes (nordöstliches Sauerland). – Geol. Paläont. Westfalen, **26**: 7–45, 4 Abb., 1 Tab., 7 Taf.; Münster (Landschaftsverband Westfalen-Lippe).
- FAGERSTROM, J. A. (1994): The History of Devonian-Carboniferous Reef Communities: Extinctions, Effects, Recovery. – Facies, **30**: 177–192, 1 Abb., 1 Tab.; Erlangen.
- FRECH, F. (1891): Die devonischen Aviculiden Deutschlands. – Abh. geol. Specialkt. Preußen Thüring. Staaten, **9** (3): 261 S., 18 Taf.; Berlin.
- GAD, J. (1994): Untersuchungen zum Status der Unterarten von *Arduspirifer arduennensis* (SCHNUR 1853) aus dem Unterdevon des Rheinischen Schiefergebirges. – Mainzer geowiss. Mitt., **23**: 185–198, 5 Abb., 2 Tab.; Mainz.
- GODEFROID, J. (1995): Les brachiopodes (Pentamerida, Atrypida et Spiriferida) de la fin de l'Eifelien et du début de Givetien à Pondrome (Belgique, bord sud du Synclinorium de Dinant). – Bull. Inst. r. Sci. natur. Belgique, Sci. Terre, **65**: 69–116, 18 Abb., 3 Taf.; Bruxelles.
- GRABERT, G. & H. (1965): Eine Protasteride (Ophiuroidea) aus dem rheinischen Mitteldevon. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **9**: 189–194, 1 Taf., 3 Abb.; Krefeld.
- GRABERT, H. (1969): Erl. geol. Karte Nordrhein-Westfalen 1 : 25000, Bl. **4912** Drolshagen: 103 S., 9 Abb., 5 Tab., 5 Taf.; Krefeld (Geol. Landesamt NRW).
- GRABERT, H. (1980): Oberbergisches Land. Zwischen Wupper und Sieg. – Samml. geol. Führer, **68**: 178 S., 65 Abb., 2 Tab.; Berlin, Stuttgart (Gebr. Borntraeger).
- HLADIL, J., & KALVODA, J. (1993): Extinction and recovery successions of the Devonian marine shoals: Eifelian-Givetian and Frasnian-Famennian, Moravia and Bohemia. – Vestník Českého geol. Ustavu, **68** (4): 13–23, 4 Abb.; Prag.
- HOLZAPFEL, E. (1895): Das Obere Mitteldevon im Rheinischen Gebirge. – Abh. k. preuß. geol. Landesanst., N. F. **16**: 459 S., 19 Taf.; Berlin.
- JOHNSON, J. G., & KLAPPER, G., & ELRICK, M. (1996): Devonian Transgressive-Regressive Cycles and Biostratigraphy, Northern Antelope Range, Nevada: Establishment of Reference Horizons for Global Cycles. – Palaios, **11**: 3–14, 5 Abb., 2 Tab.; Tulsa.
- JOHNSON, J. G., & SANDBERG, C. A. (1988): Devonian eustatic events in the Western United States and their biostratigraphic responses. – In: McMILLAN, N. J., & EMBRY, A. F., & GLASS, D. J. [Hrsg.]: Devonian of The World; Canadian Soc. Petroleum Geologists, Mem., **14** (Vol. III): 171–178, 2 Abb.; Calgary.
- JUX, U. (1969): Pentameriden aus dem Bergischen Devon. – Palaeontographica, Abt. A, **132** (1–3): 55–93, 19 Abb., Taf. 16–21; Stuttgart.
- KAEVER, M., & OEKENTORP, K., & SIEGFRIED, P. (1980): Fossilien Westfalens: Invertebraten des Oberdevons. – Münstersche Forsch. Geol. Paläont., **50**: 276 S., 5 Abb., 38 Taf.; Münster.
- KOCH, L. (1984): Aus Devon, Karbon und Kreide: Die fossile Welt des nordwestlichen Sauerlandes. – 159 S., 151 Abb., 4 Taf.; Hagen (Linnepe).
- KOCH, L. [Hrsg.] (1995): Fossilien aus dem Schwelmer Kalk. – Edition Archaea: 56 S., 59 Abb.; Gelsenkirchen (Björn Krause Verlag).
- KOCH, L., & LEMKE, U., & BRAUCKMANN, C. (1990): Vom Ordovizium bis zum Devon: Die fossile Welt des Ebbe-Gebirges. – 198 S., 87 Abb., 3 Tab., 26 Taf.; Hagen (Linnepe).
- KOCH-FRÜCHTL, U., & FRÜCHTL, M. (1993): Stratigraphie und Faziesanalyse einer mitteldevonischen Karbonatabfolge im Remscheid-Altenaer Sattel (Sauerland). – Geol. Paläont. Westfalen, **26**: 47–75, 13 Abb., 4 Taf.; Münster (Landschaftsverband Westfalen-Lippe).
- KREBEDIÜNKEL, J. (1995): Stromatoporen aus dem Givet und Frasn des Bergischen Landes. – Geol. Inst. Univ. Koeln, Sonderveroeff., **106**: 182 S., 20 Abb., 18 Taf.; Köln.
- KÜRSCHNER, W. & RIECK, T., & STRITZKE, R. (1999): Zur Geologie des Paläozoikum-Gebietes um Altenbüren und Brilon (östliches Rheinisches Schiefergebirge). – Münstersche Forsch. Geol. Paläont., **86**: 11–24, 10 Abb.; Münster.
- KUNERT, N. (1965): Das untere Mitteldevon zwischen Olpe und Attendorn im südlichen Sauerland. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **9**: 485–504, 2 Abb., 2 Tab., 4 Taf.; Krefeld.
- LANGENSTRASSEN, F. (1972): Fazies und Stratigraphie der Eifel-Stufe im östlichen Sauerland (Rheinisches Schiefergebirge, Bl. Schmallenberg und Girkhausen). – Göttinger Arb. Geol. Paläont., **12**: 106 S., 10 Abb., 12 Tab., 4 Taf.; Göttingen.
- LANGENSTRASSEN, F. (1982): Sedimentologische und biofazielle Untersuchungen an Proben aus der Bohrung Schwarzbachtal 1 (Rheinisches Schiefergebirge, Velberter Sattel). – Senckenbergiana lethaea, **63** (1/4): 315–333, 2 Abb., 2 Taf.; Frankfurt am Main.
- LECOMPTE, M. (1939): Les tabulés du du Dévonien moyen et supérieur du bord du bassin de Dinant. – Mém. Mus. r. Hist. natur. Belg., **90**: 229 S., 1 Tab., 23 Taf.; Bruxelles.

- LECOMPTE, M. (1951/52): Les stromatoporoides du Dévonien moyen et supérieur du bassin de Dinant. – Mém. Inst. r. Sci. natur. Belg., **116 & 117**: 359 S., 70 Taf.; Bruxelles.
- LEHMANN, W. M. (1957): Die Asterozoen in den Dachschiefern des rheinischen Unterdevons. – Abh. hess. Landesamt Bodenforsch., **21**: 160 S., 31 Abb., 55 Taf.; Wiesbaden.
- LETHIERS, F., & CASIER, J.-G. (1999): Autopsie d'une extinction biologique. Un exemple: la crise de la limite Frasnien-Famennien (364 Ma). – C. R. Acad. Sci. Paris, Sci. de la terre et des planètes: **329**: 303–315, 11 Abb.; Paris.
- LÜTTE, B.-P. (1990): Horn- und kegelförmige rugose Korallen aus dem Mittel-Devon der Eifel. – Senckenbergiana let- haea, **70** (4/6): 297–395, 45 Abb., 4 Tab., 8 Taf.; Frankfurt am Main.
- LÜTTE, B.-P. (1993): Zur stratigraphischen Verteilung tabulater Korallen im Mittel-Devon der Sötenicher Mulde (Rheini- sches Schiefergebirge, Nord-Eifel). – Geologica et Palaeontologica, **27**: 55–71, 2 Abb., 2 Tab., 2 Taf.; Marburg.
- MAY, A. (1984): Über einen Fossilfundort in den Mühlenberg-Schichten (Mittel-Devon) bei Altena und mitteldevonische Productellinae (Brachiopoda). – Dortmunder Beitr. Landeskde., naturwiss. Mitt., **18**: 81–94, 1 Abb.; Dortmund.
- MAY, A. (1986): Biostratigraphische Untersuchungen im Mittel-Devon des Nordwest-Sauerlandes (Rheinisches Schie- fergebirge). – Dortmunder Beitr. Landeskde., naturwiss. Mitt., **20**: 23–55, 2 Abb., 2 Tab.; Dortmund.
- MAY, A. (1987): Der Massenkalk (Devon) nördlich von Brilon (Sauerland). – Geol. Paläont. Westfalen, **10**: 51–84, 12 Abb., 1 Tab.; Münster (Landschaftsverband Westfalen-Lippe).
- MAY, A. (1991): Die Fossilführung des westsauerländischen Givetiums (Devon; Rheinisches Schiefergebirge) in der Sammlung des Städtischen Museums Menden. – Geol. Paläont. Westfalen, **17**: 7–42, 20 Abb.; Münster.
- MAY, A. (1993a): Korallen aus dem höheren Eifelium und unteren Givetium (Devon) des nordwestlichen Sauerlandes (Rheinisches Schiefergebirge). Teil I: Tabulate Korallen. – Palaeontographica, Abt. A, **227**: 87–224, 28 Abb., 6 Tab., 15 Taf.; Stuttgart.
- MAY, A. (1993b): Korallen aus dem höheren Eifelium und unteren Givetium (Devon) des nordwestlichen Sauerlandes (Rheinisches Schiefergebirge). Teil II: Rugose Korallen, Chaetetiden und spezielle Themen. – Palaeontographica, Abt. A, **228**: 1–103, 18 Abb., 1 Tab., 15 Taf.; Stuttgart.
- MAY, A. (1993c): Stratigraphie, Stromatoporen-Fauna und Palökologie von Korallenkalcken aus dem Ober-Eifelium und Unter-Givetium (Devon) des nordwestlichen Sauerlandes (Rheinisches Schiefergebirge). – Geol. Paläont. Westfalen, **24**: 93 S., 3 Abb., 4 Tab., 12 Taf.; Münster.
- MAY, A. (1993d): Zur Fossilführung des Ohler Schiefers (Devon: Eifelium) im West-Sauerland (Rheinisches Schieferge- birge). – Dortmunder Beitr. Landeskde., naturwiss. Mitt., **27**: 109–122, 2 Tab., 1 Taf.; Dortmund.
- MAY, A. (1995): *Thamnopora* (Anthozoa: Tabulata) aus dem Givetium bis Frasnium von Asturien (Devon; Nord-Spanien). – Münstersche Forsch. Geol. Paläont., **77**: 479–491, 2 Taf.; Münster.
- MAY, A. (1997a): Gedanken über Zusammenhänge zwischen Meeresspiegel, Biogeographie und Bio-Events im Devon. – Coral Research Bull., **5**: 291–318, 4 Abb; Dresden.
- MAY, A. (1997b): Sind die devonischen Riffe des Sauerlandes heutigen Korallenriffen vergleichbar? – Dortmunder Beitr. Landeskde., naturwiss. Mitt., **31**: 127–135, 2 Abb.; Dortmund.
- MAY, A. (1997c): Ein Modell zur Erklärung der Bio-Events und der biogeographischen Entwicklung im Devon durch den Meeresspiegel. – Dortmunder Beitr. Landeskde., naturwiss. Mitt., **31**: 137–174, 5 Abb.; Dortmund.
- MAY, A. (1998): Statistische Untersuchungen an der tabulaten Koralle *Thamnopora* (Anthozoa; Devon). – Geologica et Palaeontologica, **32**: 141–159, 10 Abb., 1 Tab.; Marburg.
- MAY, A. (1999a): Die Stromatoporen-Fauna des Mitteldevons von Zentral-Böhmen. – Münstersche Forsch. Geol. Paläont., **86**: 121–133, 2 Tab., 1 Taf.; Münster.
- MAY, A. (1999b): Kommensalische *Syringopora*-Arten (Anthozoa; Tabulata) aus dem Devon von Zentral-Böhmen. – Mün- stersche Forsch. Geol. Paläont., **86**: 135–145, 1 Tab., 1 Taf.; Münster.
- MAY, A. (2002): Bisher noch nicht bekannte Stromatoporen aus dem Pragian (Unterdevon) von Koneprusy (Böhmen). – Coral Research Bull., **7** [WEYER-Festschrift]: 115–140, 2 Abb., 1 Tab., 3 Taf.; Dresden.
- MAY, A., & BECKER, R. T. (1996): Ein Korallen-Horizont im Unteren Bänderschiefer (höchstes Mittel-Devon) von Hohen- limburg-Elsey im Nordsauerland (Rheinisches Schiefergebirge). – Berliner geowiss. Abh., **E 18**: 209–241, 1 Abb., 2 Tab., 3 Taf.; Berlin.
- MAY, A., & KORTE, L., & AHRWEILER, R. (1996): Trampelpfade in die Erdgeschichte. Zur Geologie des Kreises Olpe. – 92 S., 112 Abb.; Attendorn (Kreisheimatmuseum).
- McLEAN, R. A. (1993): Frasnian Rugose Corals of Western Canada, Part 3A: The massive Phillipsastreae – *Phillip- sastrea*, *Chuanbeiphylum*. – Palaeontographica, Abt. A, **230** (1–3): 39–76, 13 Abb., Taf. 17–31; Stuttgart.
- McLEAN, R. A., & PEDDER, A. E. H. (1987): Frasnian Rugose Corals of Western Canada, Part 2: The genus *Smithiphy- llum*. – Palaeontographica, Abt. A, **195**: 131–173, 12 Abb., Taf. 33–47; Stuttgart.
- MIESEN, J. (1971): Crinoiden der Eifel. – 60 S., 20 Taf.; Leverkusen (Slg. Miesen).

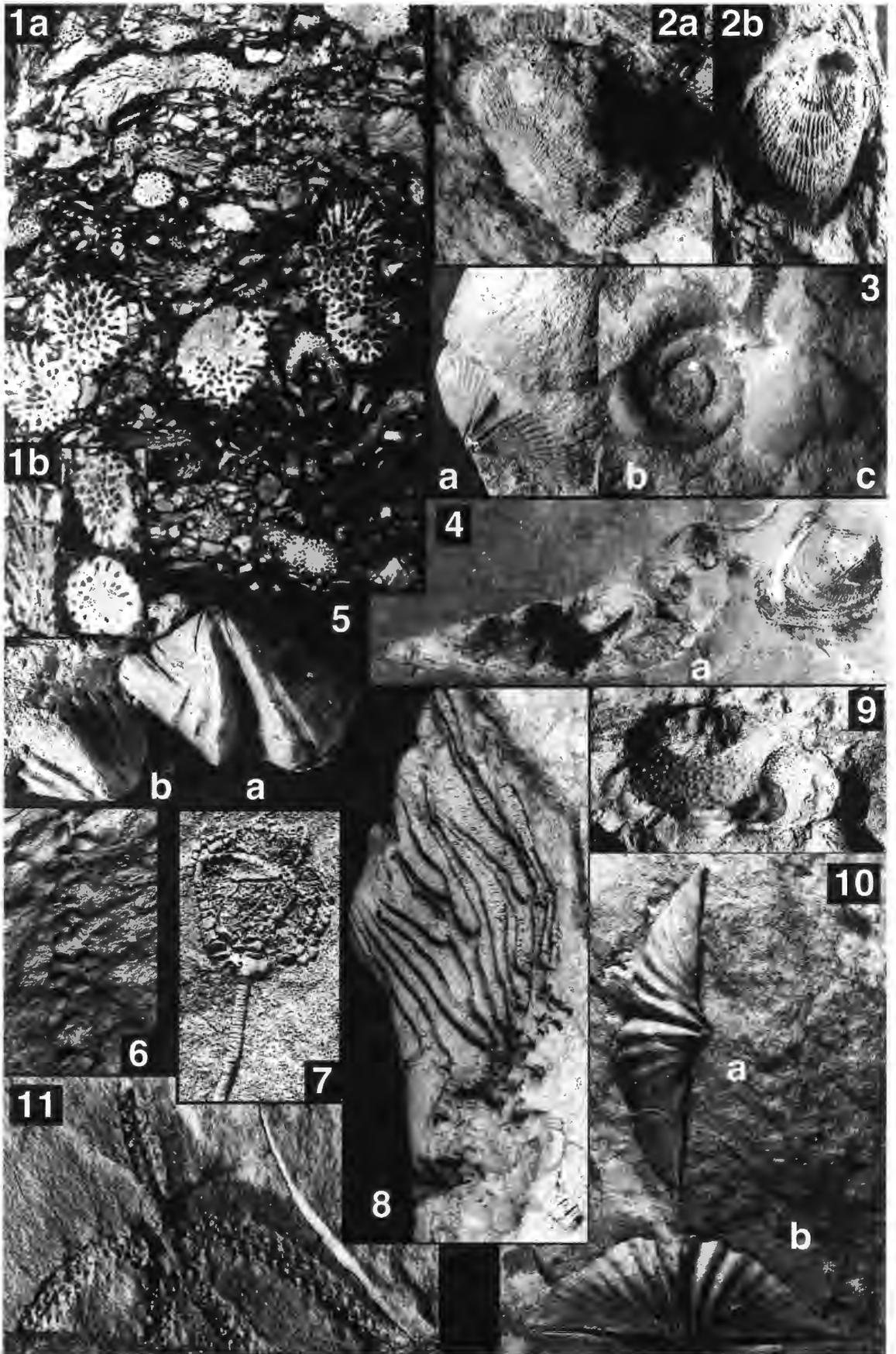
- MIESEN, J. (1974): Die Versteinerungen im Devon der Eifel. – 199 S., 1427 Abb.; Leverkusen (Slg. Miesen, Alkenrather Str. 59).
- MITTMEYER, H.-G. (1972): Delthyrididae und Spinocyrtidae (Brachiopoda) des tiefsten Ober-Ems im Mosel-Gebiet (Ems-Quarzit, Rheinisches Schiefergebirge). – Mainzer geowiss. Mitt., **1**: 82–121, 15 Abb., 2 Taf.; Mainz.
- PAECKELMANN, W. (1942): Beiträge zur Kenntnis devonischer Spiriferen. – Abh. Reichsamt Bodenforsch., N. F. **197**: 188 S., 93 Abb., 8 Taf., Berlin.
- RACKI, G. (1999): The Frasnian-Famennian biotic crisis: How many (if any) bolide impacts? – Geol. Rundschau, **87**: 617–632, 4 Abb.; Stuttgart.
- SANDBERGER, G. & F. (1850–1856): Die Versteinerungen des Rheinischen Schichtensystems in Nassau. – 564 S., 38 Taf.; Wiesbaden.
- SCHINDLER, E. (1990): Die Kellwasser-Krise (hohe Frasn-Stufe, Ober-Devon). – Göttinger Arb. Geol. Paläont., **46**: 115 S., 43 Abb., 6 Tab., 5 Taf.; Göttingen.
- SCHMIDT, HERTA (1941): Die mitteldevonischen Rhynchonelliden der Eifel. – Abh. senckenberg. naturforsch. Ges., **459**: 79 S., 7 Taf.; Frankfurt am Main.
- SCHMIDT, W. E. (1924): Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten. Lfg. **236**, Blatt Olpe. – 39 S.; Berlin.
- SCHÖNE, B. R. (1997): Der *otomari*-Event und seine Auswirkungen auf die Fazies des Rhenoheryzynischen Schelfs (Devon, Rheinisches Schiefergebirge). – Göttinger Arb. Geol. Paläont., **70**: 140 S., 34 Abb., 1 Tab.; Göttingen.
- SCHÖNE, B. R., & BASSE, M., & MAY, A. (1998): Korrelationen des Eifelium/Givetium-Grenzbereichs im Rheinischen Schiefergebirge. – Senckenbergiana lethaea, **77** (1/2): 233–242, 3 Abb., 2 Tab.; Frankfurt a. M.
- SCHRÖDER, S. (1998): Rugose Korallen und Stratigraphie des oberen Eifelium und unteren Givetium der Dollendorfer Mulde/Eifel (Mittel-Devon; Rheinisches Schiefergebirge). – Courier Forsch.-Inst. Senckenberg, **208**: 135 S., 10 Abb., 3 Tab., 24 Taf.; Frankfurt am Main.
- SCHRÖDER, S., & SALERNO, C. (2001): Korallenfauna und Fazies givetischer Kalksteinabfolgen (Cürten-/Dreimühlen-Formation) der Dollendorfer Mulde (Devon; Rheinisches Schiefergebirge/Eifel). – Senckenbergiana lethaea, **81** (1): 111–133, 1 Abb., 5 Taf.; Frankfurt am Main.
- SCRUTTON, C. T. (1990): Ontogeny and astogeny in *Aulopora* and its significance, illustrated by a new non-encrusting species from the Devonian of southwest England. – Lethaia, **23**: 61–75, 11 Abb.; Oslo.
- SOLLE, G. (1953): Die Spiriferen der Gruppe *arduennensis-intermedius* im Rheinischen Devon. – Abh. hess. Landesamt Bodenforsch., **5**: 156 S., 45 Abb., 7 Tab., 18 Taf.; Wiesbaden.
- SOLLE, G. (1976): Oberes Unter- und unteres Mitteldevon einer typischen Geosynklinal-Folge im südlichen Rheinischen Schiefergebirge: Die Olkenbacher Mulde. – Geol. Abh. Hessen, **74**: 264 S., 11 Abb., 2 Taf., 1 Kt.; Wiesbaden.
- SPRIESTERSBACH, J. (1942): Lenneschiefer (Stratigraphie, Fazies und Fauna). – Abh. Reichsamt Bodenforsch., N. F. **203**: 219 S., 19 Abb., 11 Taf., Berlin.
- STEARNS, C.W., & WEBBY, B.D., & NESTOR, H., & STOCK, C.W. (1999): Revised classification and terminology of Palaeozoic stromatoporoids. – Acta Palaeontologica Polonica, **44** (1): 1–70, 8 Abb.; Warszawa.
- STOPPEL, D. [Hrsg.] (1990): Zur Geologie des Briloner Riffs, Teil 1. – Geol. Jb., **D 95**: 330 S., 41 Abb., 11 Tab., 17 Taf.; Hannover.
- STRUVE, W. (1964): Beiträge zur Kenntnis devonischer Brachiopoden, 9: Erörterung des Alters der Refrath-Schichten und Darstellung einiger devonischer Atrypinae. – Senckenbergiana lethaea, **45** (6): 523–532, 4 Abb., 1 Tab.; Frankfurt am Main.
- STRUVE, W. (1965): Beiträge zur Kenntnis devonischer Brachiopoden, 11: *Schizophoria striatula* und *Schizophoria excisa* in ihrer ursprünglichen Bedeutung. – Senckenbergiana lethaea, **46** (2/3): 193–215, 4 Abb., Taf. 19–21; Frankfurt am Main.
- STRUVE, W. (1966): Beiträge zur Kenntnis devonischer Brachiopoden, 15: Einige Atrypinae aus dem Silurium und Devon. – Senckenbergiana lethaea, **47** (2): 123–163, 13 Abb., 1 Tab., Taf. 15–16; Frankfurt am Main.
- STRUVE, W. (1970): Beiträge zur Kenntnis devonischer Brachiopoden, 16: „Curvate Spiriferen“ der Gattung *Rhenothyris* und einige andere Reticulariidae aus dem Rheinischen Devon. – Senckenbergiana lethaea, **51** (5/6): 449–577, 12 Abb., 15 Taf.; Frankfurt am Main.
- STRUVE, W. (1981a): Beiträge zur Kenntnis devonischer Brachiopoden, 21: Das untergivetische Leitfossil *Undispirifer givefex* (Spiriferida / Reticulariidae). – Senckenbergiana lethaea, **61** (3/6): 437–443, 1 Taf.; Frankfurt am Main.
- STRUVE, W. (1981b): Beiträge zur Kenntnis devonischer Brachiopoden, 22: Über einige Arten von *Subtransnema* und *Devonaria* (Strophomenida). – Senckenbergiana lethaea, **62** (2/6): 227–249, 3 Taf.; Frankfurt am Main.
- STRUVE, W. (1982): Beiträge zur Kenntnis devonischer Brachiopoden, 23: Schaltier-Faunen aus dem Devon des Schwarzbach-Tales bei Ratingen, Rheinland. – Senckenbergiana lethaea, **63** (1/4): 183–283, 14 Abb., 13 Taf.; Frankfurt am Main.

- STRUVE, W. (1986): Kerpen und die Welt – Betrachtungen über den besonderen Beitrag einer Eifeler Gemarkung zur Erforschung des Devon-Systems. – Festschr. „850 Jahre Kerpen“: 9–30, Abb. 1–32; Kerpen / Kr. Daun (Ortsgemeinde).
- STRUVE, W. (1989): Zur Lebensweise von Schalentieren auf mitteldevonischen Karbonat-Plattformen. – Natur u. Museum, **119**: 128–139, 27 Abb.; Frankfurt am Main.
- STRUVE, W. (1992): Neues zur Stratigraphie und Fauna des rhenotypen Mittel-Devon. – Senckenbergiana lethaea, **71** (5/6): 503–624; Frankfurt am Main.
- STRUVE, W. (1995): Beiträge zur Kenntnis der Phacopina (Trilobita), 18: Die Riesen-Phacopiden aus dem Maider, SE-marokkanische Prä-Sahara. – Senckenbergiana lethaea, **75** (1/2): 77–129, 43 Abb., 11 Taf.; Frankfurt am Main.
- TORLEY, K. (1934): Die Brachiopoden des Massenkalkes der Oberen Givet-Stufe von Bilveringsen bei Iserlohn. – Abh. senckenberg. naturforsch. Ges., **43** (3): 67–148, 82 Abb., 9 Taf.; Frankfurt am Main.
- WALLISER, O. H., & BULTYNCK, P., & WEDDIGE, K., & BECKER, R. T., & HOUSE, M. R. (1995): Definition of the Eifelian–Givetian Stage boundary. – Episodes, **18** (3): 107–115, 6 Abb.; Ottawa.
- WILDER, H. (1989): Neue Ergebnisse zum oberdevonischen Stromatoporen-Riffsterben am Nordrand des mitteleuropäischen Variscikums. – Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **35**: 57–74, 8 Abb., 5 Tab.; Krefeld.
- ZIEGLER, W. (1978): Erl. geol. Karte Nordrhein-Westfalen 1 : 25000, Bl. **4813** Attendorn: 230 S., 19 Abb., 10 Tab., 5 Taf.; Krefeld (Geol. Landesamt NRW). – [2. Aufl.].

Tafelerläuterungen - Plate Explanations

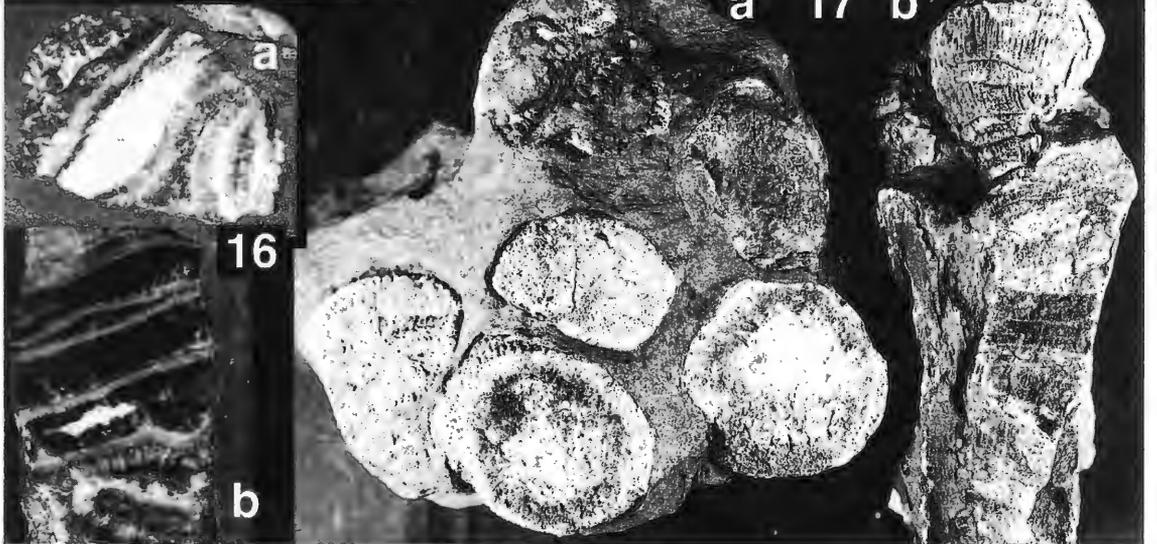
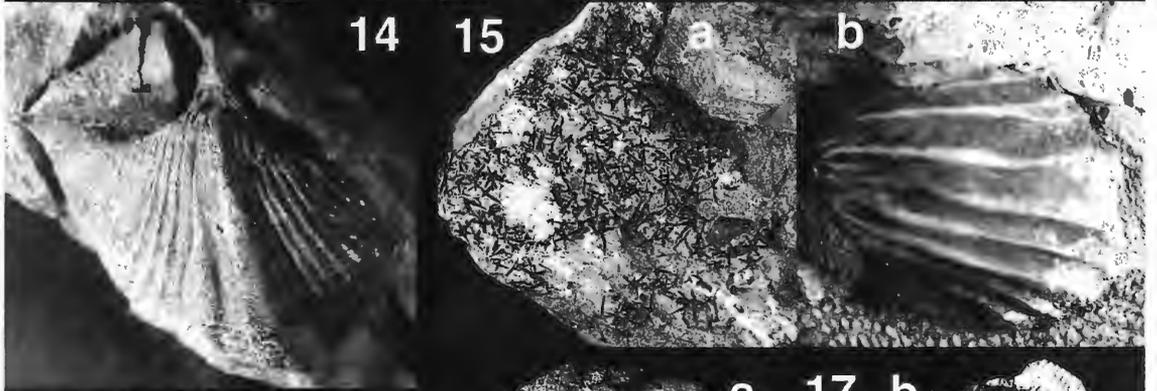
Tafel 1: Fossilien des Eifeliums

- Fig. 1a:** Polierter Anschliff eines Korallenkalks aus Crinoiden-Stielgliedern und den tabulaten Korallen *Coenites vermicularis* (McCOY 1850) [= *Thamnopora schoupepei* BRÜHL 1999] (= kleine Äste) und *Thamnopora angusta* Lecompte 1939 (= große Äste); Vergrößerung: 2,2x. Fundort 3: Österau; Schicht: Hobräcker Schichten (Unter-Eifelium bis unteres Mittel-Eifelium); Inv.-Nr.: II 3/ 562.
- Fig. 1b:** Vergrößerter Ausschnitt aus Fig. 1a: Äste von *Coenites vermicularis* (McCOY 1850) [= *Thamnopora schoupepei* BRÜHL 1999]; Vergrößerung: 4,4x.
- Fig. 2:** Abdrücke des Brachiopoden *Atrypa (Planatrypa) cf. tirocinia* COPPER 1967 [a = Armklappe, – = Stielklappe]; Vergrößerung: 1,0x. Fundort 5: Neuenwald bei Oberveischede; Schicht: Stöppeler Tonschiefer (Unter-Eifelium bis unteres Mittel-Eifelium); Inv.-Nr.: II 3/ 362 + 363.
- Fig. 3:** Gastropode *Straparollus (Philoxene) cf. laevis* ARCHIAC & VERNEUIL 1842 [= b] sowie Brachiopoden: *Subcuspidella geesensis* (R. & E. Richter 1920) [= a] und *Schizophoria* sp. „cf. antiqua SOLLE“ sensu MAY 1984 [= c], Steinkernerhaltung; Vergrößerung: 1,4x. Fundort 7: Kohlhahn nördlich Attendorn; Schicht: Mühlenberg-Sandstein (Mittel-Eifelium); Inv.-Nr.: II 3/ 319.
- Fig. 4:** Fossilien in Abdruckerhaltung: links der Gastropode *Loxonema* sp. [= a], rechts der Brachiopode *Atrypa (Kyratrypa) culminigera* STRUVE 1966 [= b]; Vergrößerung: 1,3x. Fundort 6: Olpe, Straßentrasse der B55; Schicht: unterer Teil der Mühlenberg-Schichten (Mittel-Eifelium); Inv.-Nr.: II 3/ 249.
- Fig. 5:** Steinkerne der Stielklappe [= a] und der Armklappe [= b] des Brachiopoden *Quiringites aff. elegans* (STEININGER 1853); Vergrößerung: 1,4x. Fundort 6: Olpe, Straßentrasse der B55; Schicht: unterer Teil der Mühlenberg-Schichten (Mittel-Eifelium); Inv.-Nr.: II 3/ 264.
- Fig. 6:** Ausschnitt aus einer 57 mm langen Reihe vieler Exemplare des kleinen Brachiopoden *Bifida lepida* (ARCHIAC & VERNEUIL 1842); Abdruckerhaltung; Vergrößerung: 1,1x. Fundort 13: Auf dem Höchsten südlich Hülschotten; Schicht: oberer Teil der Selscheider Schichten (Ober-Eifelium); Inv.-Nr.: II 3/ 349.
- Fig. 7:** Abdruck einer kleinen Krone der Crinoide *Lecythocrinus* sp.; Vergrößerung: 1,9x. Fundort 13: Auf dem Höchsten südlich Hülschotten; Schicht: oberer Teil der Selscheider Schichten (Ober-Eifelium); Inv.-Nr.: II 3/ 354.
- Fig. 8:** Abdruck einer großen Krone der Crinoide *Lecythocrinus* sp.; Vergrößerung: 1,4x. Fundort 13: Auf dem Höchsten südlich Hülschotten; Schicht: oberer Teil der Selscheider Schichten (Ober-Eifelium); Inv.-Nr.: II 3/ 253.
- Fig. 9:** Kopfschild des Trilobiten *Pedinopariops ex gr. brongniarti* (STEININGER) [bestimmt von M. BASSE]; Vergrößerung: 3,2x. Fundort 13: Auf dem Höchsten südlich Hülschotten; Schicht: oberer Teil der Selscheider Schichten (Ober-Eifelium); Inv.-Nr.: II 3/ 610.
- Fig. 10:** Steinkerne der Stielklappe [= a] und der Armklappe [= b] des Brachiopoden *Acrospirifer (Arduspirifer) supraspeciosus supraspeciosus* (LOTZE 1928); Vergrößerung: 1,3x. Fundort 13: Auf dem Höchsten südlich Hülschotten; Schicht: oberer Teil der Selscheider Schichten (Ober-Eifelium); Inv.-Nr.: II 3/ 255.
- Fig. 11:** Abdruck des Schlangensterne *Eospondylus* sp.; Vergrößerung: 3,1x. Fundort 13: Auf dem Höchsten südlich Hülschotten; Schicht: oberer Teil der Selscheider Schichten (Ober-Eifelium); Inv.-Nr.: II 3/ 352.



Tafel 2: Fossilien des Ober-Eifeliums und Unter-Givetiums

- Fig. 12:** Netzförmige Kolonie der tabulaten Koralle *Aulopora* (*Aulopora*) ex gr. *liber* SCRUTTON 1990 in Abdruckerhaltung im Sandstein, und oben der Brachiopode *Spinatrypina* sp.; Vergrößerung: 1,8x. Fundort 31: Heggen-Sange; Schicht: Obere Newberrien-Schichten (Unter-Givetium); Inv.-Nr.: II 3/ 296.
- Fig. 13:** Abdrücke des Brachiopoden *Helaspis plexa* ssp. S MAY 1984 mit erhaltenen Stacheln; Vergrößerung: 2,6x. Fundort 13: Auf dem Höchsten südlich Hülschotten; Schicht: oberer Teil der Selscheider Schichten (Ober-Eifelium); Inv.-Nr.: II 3/ 529.
- Fig. 14:** Steinkern des Brachiopoden *Spinocyrtia* (*Spinocyrtia*) *ostiolata* (SCHLOTHEIM 1820); Vergrößerung: 1,4x. Fundort 13: Auf dem Höchsten südlich Hülschotten; Schicht: oberer Teil der Selscheider Schichten (Ober-Eifelium); Inv.-Nr.: II 3/ 530.
- Fig. 15:** Haufen kleiner Schwammnadeln [= a] und Brachiopode *Gypidula* cf. *calceolae* (FRECH 1898) [= b]; Vergrößerung: 2,1x. Fundort 13: Auf dem Höchsten südlich Hülschotten; Schicht: oberer Teil der Selscheider Schichten (Ober-Eifelium); Inv.-Nr.: II 3/ 257.
- Fig. 16:** Polierte Anschliffe der rugosen Koloniekoralle *Cyathopaedium* sp., Kolonie mit 10-20 mm Korallitendurchmesser [a = Koralliten-Querschnitt, b = Koralliten-Längsschnitt]; Vergrößerung: 1,6x. Fundort 35: Stürzenberg, Südumgehung-Straßenbau; Schicht: Obere Newberrien-Schichten (Unter-Givetium); Inv.-Nr.: II 3/ 138.
- Fig. 17:** Rugose Koloniekoralle *Cyathopaedium paucitabulatum* (SCHLÜTER 1880), links Koralliten-Querschnitte [= a], rechts Koralliten-Längsschnitt [= b]; Vergrößerung: 1,0x. Fundort 31: Heggen-Sange; Schicht: Obere Newberrien-Schichten (Unter-Givetium); Inv.-Nr.: II 3/ 151+152.



Tafel 3: Fossilien des Givetiums

- Fig. 18:** Brachiopode *Spinatrypina soetenica* (STRUVE 1964); Vergrößerung: 2,0x. Fundort 31: Heggen-Sange; Schicht: Obere Newberrien-Schichten (Unter-Givetium); Inv.-Nr.: II 3/ 301.
- Fig. 19:** Polierter Anschliff eines Teils der knolligen Stromatopore *Taleastroma pachytextum* (LECOMPTE 1952); Vergrößerung: 2,8x. Fundort 45: Attendorn, Stürzenberg; Schicht: Massenkalk (Dorp-Fazies, Riffkern); Inv.-Nr.: II 3/ 575.
- Fig. 20:** Polierter Querschnitt durch die rugose Einzelkoralle *Acanthophyllum cf. concavum* (WALTHER 1928); Vergrößerung: 2,0x. Fundort 46: Heggen, Steinbruch am Hörsten; Schicht: Massenkalk (Dorp-Fazies, Riffrückseite); Inv.-Nr.: II 3/ 95.
- Fig. 21:** Polierter Anschliff eines Astes der tabulaten Koralle *Thamnopora bilamellosa* ERMAKOVA 1960 (dornenreiche Varietät); Vergrößerung: 2,2x. Fundort 45: Attendorn, Stürzenberg; Schicht: Massenkalk (Dorp-Fazies, Riffkern); Inv.-Nr.: II 3/ 547.
- Fig. 22:** Polierter Querschnitt durch Koralliten der rugosen Koloniekoralle *Smithiphyllum belanskii* PEDDER 1965 (Fragment der großen Kolonie vor dem Museum); Vergrößerung: 3,1x. Fundort 48: Deutmecke, Bahnböschung; Schicht: Massenkalk (Dorp-Fazies, Riffvorderseite) (Ober-Givetium?); Inv.-Nr.: II 3/ 139.
- Fig. 23:** Polierter Längsschnitt durch Koralliten der rugosen Koloniekoralle *Smithiphyllum belanskii* PEDDER 1965 (Fragment der großen Kolonie vor dem Museum); Vergrößerung: 2,9x. Fundort 48: Deutmecke, Bahnböschung; Schicht: Massenkalk (Dorp-Fazies, Riffvorderseite) (Ober-Givetium?); Inv.-Nr.: II 3/ 139.
- Fig. 24:** Brachiopode *Stringocephalus* ex gr. *georgmeyeri* STRUVE 1992 - *aleskanus* CRICKMAY 1962; Vergrößerung: 0,5x. Fundort 40: Stbr. „Emil“ bei Asbeck-Oberrödinghausen; Massenkalk (Givetium); Inv.-Nr.: II 3/ 342.

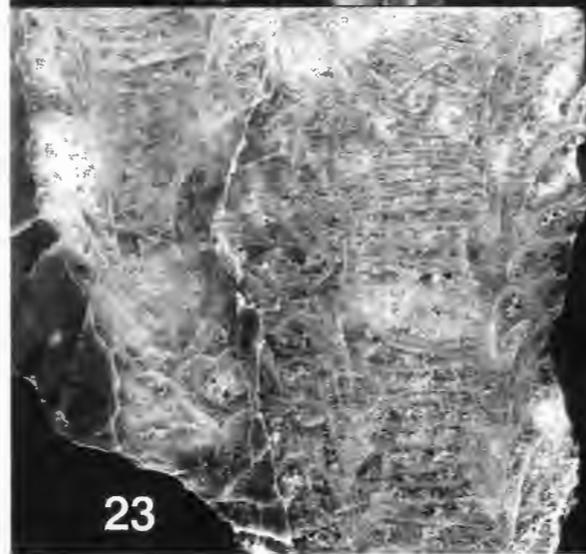
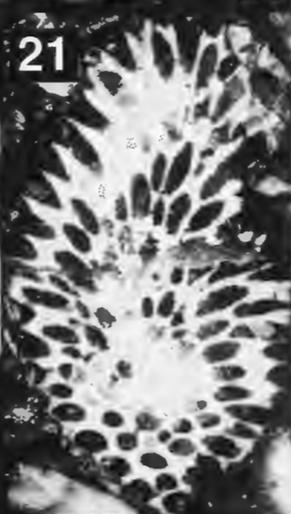
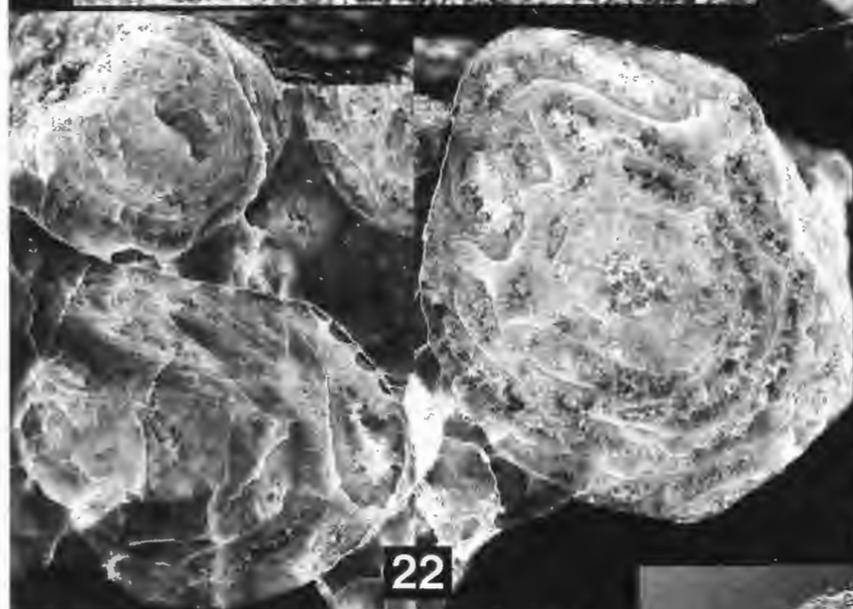
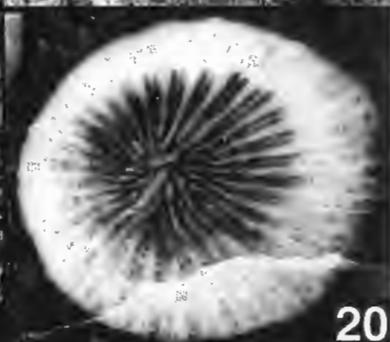
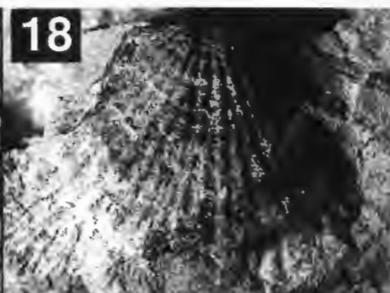
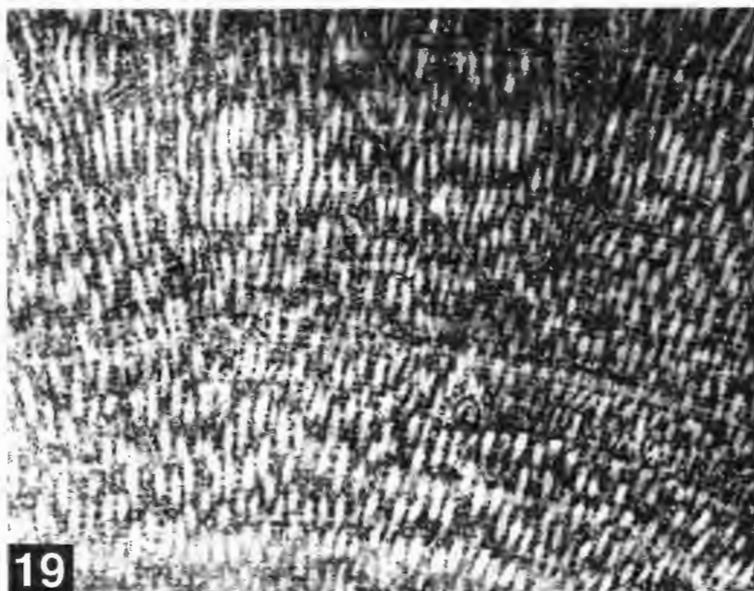


Plate 1: Fossils of the Eifelian

- Fig. 1a:** Polished specimen of a coral limestone consisting of crinoid ossicles and the tabulate corals *Coenites vermicularis* (McCOY 1850) [= *Thamnopora schoupepei* BRÜHL 1999] (= small branches) and *Thamnopora angusta* LECOMPTE 1939 (= large branches); magnification: 2.2x. Locality 3: Österau; formation: Hobrücke Beds (Lower Eifelian to lower Middle Eifelian); stock no.: II 3/ 562.
- Fig. 1b:** Magnified part of fig. 1a: branches of *Coenites vermicularis* (McCOY 1850) [= *Thamnopora schoupepei* BRÜHL 1999]; magnification: 4.4x.
- Fig. 2:** External moulds of the brachiopod *Atrypa (Planatrypa) cf. tirocinia* COPPER 1967 [a = brachial valve, b = pedicle valve]; magnification: 1.0x. Locality 5: Neuenwald near Oberveischede; formation: Stöppel Shale (Lower Eifelian to lower Middle Eifelian); stock no.: II 3/ 362 + 363.
- Fig. 3:** Gastropod *Straparollus (Philoxene) cf. laevis* ARCHIAC & VERNEUIL 1842 [= b] and brachiopods: *Subcuspidella geesensis* (R. & E. Richter 1920) [= a] and *Schizophoria* sp. „cf. antiqua SOLLE“ sensu MAY 1984 [= c], internal moulds; magnification: 1.4x. Locality 7: Kohlhahn northerly of Attendorn; formation: Mühlenberg Sandstone (Middle Eifelian); stock no.: II 3/ 319.
- Fig. 4:** External moulds of the gastropod *Loxonema* sp. [= a] and the brachiopod *Atrypa (Kyratrypa) culminigera* STRUVE 1966 [= b]; magnification: 1.3x. Locality 6: Olpe, roadcut of the road B55; formation: lower part of Mühlenberg Beds (Middle Eifelian); stock no.: II 3/ 249.
- Fig. 5:** Internal moulds of pedicle valve [= a] and brachial valve [= b] of the brachiopod *Quiringites* aff. *elegans* (STEININGER 1853); magnification: 1.4x. Locality 6: Olpe, roadcut of the road B55; formation: lower part of Mühlenberg Beds (Middle Eifelian); stock no.: II 3/ 264.
- Fig. 6:** Part of a 57 mm long row of many valves of the small brachiopod *Bifida lepida* (ARCHIAC & VERNEUIL 1842); magnification: 1.1x. Locality 13: „Auf dem Höchsten“ southerly of Hülschotten; formation: upper part of Selscheid Beds (Upper Eifelian); stock no.: II 3/ 349.
- Fig. 7:** External mould of a small crown of the crinoid *Lecythocrinus* sp.; magnification: 1.9x. Locality 13: „Auf dem Höchsten“ southerly of Hülschotten; formation: upper part of Selscheid Beds (Upper Eifelian); stock no.: II 3/ 354.
- Fig. 8:** External mould of a big crown of the crinoid *Lecythocrinus* sp.; magnification: 1.4x. Locality 13: „Auf dem Höchsten“ southerly of Hülschotten; formation: upper part of Selscheid Beds (Upper Eifelian); stock no.: II 3/ 253.
- Fig. 9:** Cephalon of the trilobite *Pedinopariops* ex gr. *brongniarti* (STEININGER) [determined by M. BASSE]; magnification: 3.2x. Locality 13: „Auf dem Höchsten“ southerly of Hülschotten; formation: upper part of Selscheid Beds (Upper Eifelian); stock no.: II 3/ 610.
- Fig. 10:** Internal moulds of pedicle valve [= a] and brachial valve [= b] of the brachiopod *Acrospirifer (Arduspirifer) supraspeciosus supraspeciosus* (LOTZE 1928); magnification: 1.3x. Locality 13: „Auf dem Höchsten“ southerly of Hülschotten; formation: upper part of Selscheid Beds (Upper Eifelian); stock no.: II 3/ 255.
- Fig. 11:** External mould of the ophiuroidean *Eospondylus* sp.; magnification: 3.1x. Locality 13: „Auf dem Höchsten“ southerly of Hülschotten; formation: upper part of Selscheid Beds (Upper Eifelian); stock no.: II 3/ 352.

Plate 2: Fossils of the Upper Eifelian and Lower Givetian

- Fig. 12:** Net-like colony of the tabulate coral *Aulopora (Aulopora) ex gr. liber* SCRUTTON 1990, external moulds in sandstone; and above the brachiopod *Spinatrypina* sp.; magnification: 1.8x. Locality 31: Heggen-Sange; formation: Upper *Newberria*-Beds (Lower Givetian); stock no.: II 3/ 296.
- Fig. 13:** External moulds of the brachiopod *Helaspis plexa* ssp. S MAY 1984 (notice well-preserved long spines); magnification: 2.6x. Locality 13: „Auf dem Höchsten“ southerly of Hülschotten; formation: upper part of Selscheid Beds (Upper Eifelian); stock no.: II 3/ 529.
- Fig. 14:** Internal mould of the brachiopod *Spinocyrtia (Spinocyrtia) ostiolata* (SCHLOTHEIM 1820); magnification: 1.4x. Locality 13: „Auf dem Höchsten“ southerly of Hülschotten; formation: upper part of Selscheid Beds (Upper Eifelian); stock no.: II 3/ 530.
- Fig. 15:** Sponge spicules [= a] and brachiopod *Gypidula* cf. *calceolae* (FRECH 1898) [= b]; magnification: 2.1x. Locality 13: „Auf dem Höchsten“ southerly of Hülschotten; formation: upper part of Selscheid Beds (Upper Eifelian); stock no.: II 3/ 257.
- Fig. 16:** Polished specimens of the colonial rugose coral *Cyathopaedium* sp., colony with corallites of 10–20 mm diameter [a = transversal section, b = longitudinal section]; magnification: 1.6x. Locality 35: road at Stürzenberg (Attendorn); formation: Upper *Newberria*-Beds (Lower Givetian); stock no.: II 3/ 138.
- Fig. 17:** Colonial rugose coral *Cyathopaedium paucitabulatum* (SCHLÜTER 1880), left side transversal section [= a], right side longitudinal section [= b]; magnification: 1.0x. Locality 31: Heggen-Sange; formation: Upper *Newberria*-Beds (Lower Givetian); stock no.: II 3/ 151+152.

Plate 3: Fossils of the Givetian

- Fig. 18:** Brachiopod *Spinatrypina soetenica* (STRUVE 1964); magnification: 2.0x. Locality 31: Heggen-Sange; formation: Upper *Newberria*-Beds (Lower Givetian); stock no.: II 3/ 301.
- Fig. 19:** Polished specimen of a part of the bulbous stromatoporoid *Taleastroma pachytextum* (LECOMPTE 1952); magnification: 2.8x. Locality 45: Attendorn, Stürzenberg; formation: Massenkalk limestone (Dorp facies, reef core) (Upper Givetian??); stock no.: II 3/ 575.
- Fig. 20:** Polished transversal section through the solitary rugose coral *Acanthophyllum* cf. *concauum* (WALTHER 1928); magnification: 2.0x. Locality 46: Heggen, Quarry near Hörsten; formation: Massenkalk limestone (Dorp facies, back-reef) (Upper Givetian??); stock no.: II 3/ 95.
- Fig. 21:** Polished specimen with a branch of the tabulate coral *Thamnopora bilamellosa* ERMAKOVA 1960 (variety with many septal spines); magnification: 2.2x. Locality 45: Attendorn, Stürzenberg; formation: Massenkalk limestone (Dorp facies, reef core) (Upper Givetian??); stock no.: II 3/ 547.
- Fig. 22:** Polished transversal section through corallites of the colonial rugose coral *Smithiphyllum belanskii* PEDDER 1965 (little part of the big colony in front of the Kreisheimatmuseum Attendorn); magnification: 3.1x. Locality 48: Deutmecke, railway cut; formation: Massenkalk limestone (Dorp facies, fore-reef) (Upper Givetian?); stock no.: II 3/ 139.
- Fig. 23:** Polished longitudinal section through corallites of the colonial rugose coral *Smithiphyllum belanskii* PEDDER 1965 (little part of the big colony in front of the Kreisheimatmuseum Attendorn); magnification: 2.9x. Locality 48: Deutmecke, railway cut; formation: Massenkalk limestone (Dorp facies, fore-reef) (Upper Givetian?); stock no.: II 3/ 139.
- Fig. 24:** Brachiopod *Stringocephalus* ex gr. *georgmeyeri* STRUVE 1992 - *aleskanus* CRICKMAY 1962; magnification: 0.5x. Locality 40: Quarry „Emil“ near Asbeck-Oberrödinghausen; Massenkalk limestone (Givetian); stock no.: II 3/ 342.

Bisher sind in dieser Reihe erschienen:

Heft 1

KAMPMANN, Hans:

Mikrofossilien, Hölzer, Zapfen und Pflanzenreste aus der unterkretazischen Sauriergrube bei Brilon-Nehden. Beitrag zur Deutung des Vegetationsbildes zur Zeit der Kreidesaurier in Westfalen.

November 1983, 146 S., 20 Abb., 1 Tab., 61 Taf. 9,71 €

Heft 2

MINNIGERODE, Christian; KLEIN-REESINK, Josef:

Das Dörentruper Braunkohleflöz als Zeuge eines fossilen Moores. Petrographische und palynologische Untersuchungen zur Flözgenese.

Juli 1984, 68 S., 17 Abb., 12 Tab., 9 Taf. 5,11 €

Heft 3

BRAUCKMANN, Carsten; KOCH, Lutz; KEMPER, Michael:

Spinnentiere (Arachnida) und Insekten aus den Vorhalle-Schichten (Namurium B; Ober-Karbon) von Hagen-Vorhalle (Westdeutschland).

Januar 1985, 132 S., 57 Abb., 23 Taf. 8,69 €

Heft 4

AVLAR, Hüseyin; DOHMEN, Maria:

Bemerkungen zur Schwarzschiefer-Fazies der Remscheider Schichten und erste Untersuchungsergebnisse der Vertebraten-Fundstelle NE-Kierspe (Sauerland, Rheinisches Schiefergebirge).

SCHALLREUTER, Roger:

Ein ordovizisches Kalksandstein-Geschiebe aus Westfalen.

SPRINGHORN, Rainer; DIEKMANN, Sieghard:

Böden in Lippe. Anwendung moderner Präparationsmethoden bei der Darstellung ostwestfälischer Bodentypen.

Mai 1985, 65 S., 14 Abb., 1 Tab., 10 Taf. 5,11 €

Heft 5

SCHÖNFELD, Joachim:

Zur Lithologie, Biostratigraphie und Fossilführung des Ober-Santon Mergels von Westerwiehe (Ostwestfalen).

SCHALLREUTER, Roger:

Eine weitere kalkschalige Foraminifere aus einem ordovizischen Geschiebe Westfalens.

Dezember 1985, 56 S., 28 Abb., 2 Tab., 3 Taf. 4,60 €

Heft 6

JORDAN, Hartmut & GASSE, Wolfgang:

Bio- und lithostratigraphisch-fazielle Untersuchungen des glaukonitischsandigen Santon und Campan im südwestlichen Münsterland.

FRIEG, Clemens:

Planktonische Foraminiferen zwischen Ober-Alb und Mittel Turon im Ruhrgebiet.

SVÁBENICKÁ, Lilian:

Coccolithen aus der Ober-Kreide der Bohrung Werne 8, westlich Hamm in Westfalen (NW-Deutschland).

August 1986, 88 S., 10 Abb., 3 Tab., 14 Taf. 6,65 €

Heft 7

Beiträge zur Geschiebekunde Westfalens I

SCHALLREUTER, Roger:

Geschiebekunde in Westfalen

SCHALLREUTER, Roger:

Ostrakoden aus ordovizischen Geschieben Westfalens I

SCHALLREUTER, Roger & SCHÄFER, Rainer:

Cruminata (Ostracoda) aus Silurgeschieben Westfalens I

SCHALLREUTER, Roger:

Ostrakoden aus silurischen Geschieben Westfalens I

SCHALLREUTER, Roger & SCHÄFER, Rainer:

Gibba (Ostracoda) aus einem Silurgeschiebe Westfalens

SCHALLREUTER, Roger & SCHÄFER, Rainer:

Karbonsandsteine als Lokalgeschiebe

SCHÄFER, Rainer:

Erfahrungen beim Geschiebesammeln im Münsterländer Hauptkiessandzug

Mai 1987, 88 S., 8 Abb., 11 Taf. 8,18 €

Heft 8

NORMAN, David B. & HILPERT, Karl-Heinz mit einem Beitrag von HÖLDER, Helmut:

Die Wirbeltierfauna von Nehden (Sauerland), Westdeutschland.

August 1987, 77 S., 54 Abb., 2 Taf. 6,65 €

Heft 9

SCHÖLLMANN, Lothar:

Sporen und Phytoplankton aus den Raumländer Schichten (Bl. 4916 Bad Berleburg).

ZYGOWSKI, Dieter W.:

Hydrologische Markierungsversuche in Westfalen:

Ein historischer Überblick.

November 1987, 68 S., 7 Abb., 6 Tab., 3 Taf. 6,14 €

Heft 10

SCHUDACK, Michael:

Charophytenflora und Alter der unterkretazischen Karsthöhlen-Füllung von Nehden (NE-Sauerland).

WILDE, Volker; GOTH, Kurt:

Keimlinge von Araukarien aus der Unterkreide von Brilon-Nehden.

MAY, Andreas:

Der Massenkalk (Devon) nördlich von Brilon (Sauerland).

Dezember 1987, 87 S., 22 Abb., 1 Tab., 5 Taf. 6,65 €

Heft 11

KORN, Dieter:

Die Goniatiten des Kulmplattenkalkes (Cephalopoda, Ammonoidea; Unterkarbon; Rheinisches Schiefergebirge).

November 1988, 293 S., 88 Abb., 60 Taf. 20,45 €

Heft 12

KAPLAN, Ulrich:

Die Ammoniten-Subfamilie Collignoniceratinae WRIGHT & WRIGHT 1951 aus dem Turon (Ober-Kreide) von Westfalen und Niedersachsen (NW-Deutschland).

KAPLAN, Ulrich; SCHMID, Friedrich:

Die heteromorphen Ammoniten der Gattungen Eubostrochoceras und Hyphantoceras aus dem Turon NW-Deutschlands.

Juni 1988, 90 S., 10 Abb., 1 Tab., 20 Taf. 7,16 €

Heft 13

LIEBAU, Alexander:

Skulptur-Evolution bei Ostracoden am Beispiel europäischer „Quadracytheren“.

März 1991, 395 S., 103 Abb., 8 Tab., 95 Taf. 35,79 €

Heft 14

MÜLLER, Arnold:

Selachier (Pisces, Neoselachii) aus dem höheren Campanium (Ober-Kreide) Westfalens (NRW, NW-Deutschland)

Dezember 1989, 161 S., 39 Abb., 4 Tab., 24 Taf. 15,34 €

Heft 15

KAPLAN, Ulrich & SCHUBERT, Siegfried:

Metatyloceras smithi – ein seltener heteromorpher Ammonit aus dem Turon von Westfalen.

KORN, Dieter:

Weitere Goniatiten aus dem Ober-Visé des Sauerlandes (Cephalopoda, Ammonoidea; Unterkarbon, Rheinisches Schiefergebirge).

KAPLAN, Ulrich:

Die heteromorphe Ammonitengattung *Allocioceras* SPATH aus dem Turon NW-Deutschlands.

Dezember 1989, 105 S., 23 Abb., 24 Taf. 7,67 €

Heft 16

SPEETZEN, Eckhard:

Die Entwicklung der Flußsysteme in der Westfälischen Bucht (NW-Deutschland) während des Känozoikums.

OTTO, Roland:

Der saalezeitliche Geschiebemergel am westlichen Stadtrand von Münster/Westfalen: Lithologie und seine Eigenschaften als Baugrund.

SPEETZEN, Eckhard:

Ziegelrohstoffe und Ziegeleien im zentralen Münsterland (Westfalen, NW-Deutschland).

April 1990, 61 S., 37 Abb., 6 Tab., 2 Taf. 6,14 €

Heft 17

MAY, Andreas:

Die Fossilführung des westsauerländischen Givetiums (Devon; Rheinisches Schiefergebirge) in der Sammlung des Städtischen Museums Menden.

SCHULTKA, Stephan:

Das Profil der Tongrube am Hof Wersborg bei Ibbenbüren.

KAMPMANN, Hans:

Die fossilen Reste in einem Kalkspatbruch südlich Oberalme im Grubental.

März 1991, 84 S., 22 Abb., 11 Taf. 12,27 €

Heft 18

CLAUSEN, Claus-Dieter; KORN, Dieter; LUPPOLD, Friedrich W.:

Litho- und Biofazies des mittel- bis oberdevonischen Karbonatpro-fils am Beringhäuser Tunnel (Messinghäuser Sattel, nördliches Rheinisches Schiefergebirge).

MALMSHEIMER, Klaus W.; MENSING, Hans & STRITZKE, Rüdiger:

Gesteinsvielfalt im Riffgebiet um Brilon.

STRITZKE, Rüdiger:

Zur Geologie am Südrand des Briloner Riffs.

April 1991, 91 S., 26 Abb., 7 Tab., 13 Taf. 11,50 €

Heft 19

HESSE, Renate:

Untersuchungen an einem monotypischen Fund von *Encrinurus liliiformis* aus dem Oberen Muschelkalk bei Bad Driburg.

MÖNNING, Eckhard:

Das Wittekind-Flöz (Mittlerer Jura) des Wiehengebirges (Nordwestdeutschland).

SCHULTKA, Stephan:

Beiträge zur oberjurassischen Flora des Wiehengebirges.

Mai 1991, 93 S., 22 Abb., 6 Tab., 16 Taf. 11,50 €

Heft 20

MÜLLER, Arnold; DIEDRICH, Cajus:

Selachier (Pisces, Chondrichthyes) aus dem Cenomanium von Ascheloh am Teutoburger Wald (Nordrhein-Westfalen, NW-Deutschland).

Mai 1991, 105 S., 6 Abb., 2 Tab., 22 Taf. 15,43 €

Heft 21

KAPLAN, Ulrich:

Die Oberkreide – Aufschlüsse im Raum Lengerich/Westfalen

MUTTERLOSE, Jörg:

Die Unterkreide – Aufschlüsse (Berrias-Hauterive) im nördlichen Wiehengebirgsvorland (N-Deutschland)

KAPLAN, Ulrich:

Das tiefe Turon von Allagen-Westendorf (Westfalen)

Mai 1992, 129 S., 37 Abb., 17 Taf. 33,23 €

Heft 22

GRZEGORCZYK, Detlef:

Paläontologische Bodendenkmalpflege beim Landschaftsverband Westfalen-Lippe.

MERSMANN, Hildegard:

Litho- und biostratigraphische Dokumentation des Aufschlusses „Sundern-Oberröhre“ südlich Sundern, Hochsauerlandkreis.

JENCHEN, Uwe; SCHULTKA, Stephan:

Die ehemalige Ziegeleitongrube Voßacker und die Abgrabung am Küchenberg, zwei fossilführende Aufschlüsse im tiefen Oberkarbon.

MÜLLER, Arnold:

Geologisch-Paläontologische Aufschlußaufnahme und Dokumentation der Ziegeleigruben Buldern.

Juli 1993, 103 S., 14 Abb., 2 Tab., 15 Taf. 24,54 €

Heft 23

KORN, Dieter:

Stratigraphie und Fossilführung der Visé/Namur – Aufschlüsse am Bau der A 46 bei Arnsberg/Westfalen.

KOHNNEN, Oliver:

Sedimentologie, Fazies und Diagnose der Schichten 10 bis 21 im Oberoligozän des Dobergs (Bünde/Westfalen).

Juli 1993, 56 S., 14 Abb., 2 Taf. 25,34 €

Heft 24

MAY, Andreas:

Stratigraphie, Stromatoporen-Fauna und Palökologie von Korallenkalken aus dem Ober-Eifelium und Unter-Givetium (Devon) des nordwestlichen Sauerlandes (Rheinisches Schiefergebirge).

Juli 1993, 94 S., 7 Abb., 4 Tab., 12 Taf. 24,54 €

Heft 25

SCHÖLLMANN, Lothar:

Die Tonsteine der Keratophyrkomplexe 3 und 4 im Unterdevon (Ems) des Sauerlandes: Geochemische Milieuindikation, Fazies, Palökologie.

November 1993, 151 S., 137 Abb., 19 Tab., 16 Taf. 33,23 €

Heft 26

ERRENT, Christoph:

Koloniebildende Phillipsastreidae und Hexagonariinae aus dem Givetium des Messinghäuser Sattels und vom Südrand des Briloner Massenkalkes (Nordöstliches Sauerland).

KOCH-FRÜCHTL, Ulrich; FRÜCHTL, Martina:

Stratigraphie und Faziesanalyse einer mitteldeutschen Karbonatabfolge im Remscheid-Altenaer Satte (Sauerland).

SCHUDACK, Michael:

Karbonatzyklen in Riff- und Lagunenbereichen des devonischen Massenkalkkomplexes von Asbeck (Hönnetal, Rheinisches Schiefergebirge).

September 1993, 106 S., 36 Abb., 1 Tab., 11 Taf. 24,54 €

Heft 27

SCHALLREUTER, Roger:

Beiträge zur Geschiebekunde Westfalens II. Ostrakoden aus ordovizischen Geschieben II.

November 1993, 273 S., 6 Tab., 62 Taf. 84,36 €

Heft 28

GUENTHER, Ekke, W.:

Die Mammutfunde von Stuckenbusch bei Herten.

SKUPIN, Klaus:

Aufbau, Zusammensetzung und Alter der Flugsand- und Dünenbildung im Bereich der Senne (östliches Münsterland).

April 1994, 72 S., 26 Abb., 11 Tab. 24,54 €

Heft 29

LUPPOLD, Friedrich Wilhelm, CLAUSEN, Claus-Dieter, KORN, Dieter & STOPPEL, Dieter:

Devon/Karbon-Grenzprofile im Bereich von Remscheid-Altenaer Sattel, Warsteiner Sattel, Briloner Sattel und Attendorf-Elsper Doppelmulde (Rheinisches Schiefergebirge)

CLAUSEN, Claus-Dieter, KORN, Dieter, FEIST, Raimund, LEUSCHNER, Kerstin, GROSS-UFFENORDE, Helga, LUPPOLD, Friedrich Wilhelm, STOPPEL, Dieter, HIGGS, Kenneth & STREEL, Maurice:

Devon/Karbon-Grenze bei Stockum (Rheinisches Schiefergebirge)

KORN, Dieter, CLAUSEN, Claus-Dieter, BELKA, Zdzislaw, LEUTERITZ, Klaus, LUPPOLD, Friedrich Wilhelm, FEIST, Raimund & WEYER, Dieter:

Devon/Karbon-Grenze bei Drewer (Rheinisches Schiefergebirge)

LEUSCHNER, Kerstin:

Trilobiten aus dem Devon/Karbon-Grenzbereich und aus der Gattendorfia-Stufe des Profiles NF/G von Drewer (Rheinisches Schiefergebirge)

WEYER, Dieter:

Korallen im Untertournai-Profil von Drewer (Rheinisches Schiefergebirge)

Mai 1994, 221 S., 62 Abb., 9 Tab., 21 Taf. 4 42,95 €

Heft 30

KORN, Dieter:

Devonische und karbonische Prionoceraten (Cephalopoda, Ammonoidea) aus dem Rheinischen Schiefergebirge

April 1994, 85 S., 76 Abb., 1 Tab. 24,54 €

Heft 31

KAPLAN, Ulrich; KENNEDY, William James:

Die Ammoniten des westfälischen Coniac.

April 1994, 155 S., 7 Abb., 43 Taf. 30,68 €

Heft 32

HAUSCHKE, Norbert:

Lepadomorpe Cirripedier (Crustacea, Thoracica) aus dem höchsten Cenoman des nördlichen Westfalen (Nordwestdeutschland), mit Bemerkungen zur Verbreitung, Palökologie und Taphonomie der Stramentiden.

HAUSCHKE, Norbert:

Temporäre Aufschlüsse im Campan des nordwestlichen Münsterlandes in den Jahren 1990–1992, unter besonderer Berücksichtigung der Fossilfunde.

Mai 1994, 111 S., 12 Abb., 29 Taf. 28,12 €

Heft 33

KENNEDY, William James; KAPLAN, Ulrich:

Parapuzosia (*Parapuzosia*) *seppenradensis* (LANDOIS) und die Ammonitenfauna der Dülmener Schichten, unteres Unter-Campan, Westfalen.

Mai 1995, 127 S., 7 Abb., 43 Taf. 21,73 €

Heft 34

SCHALLREUTER, Roger:

Beiträge zur Geschiebekunde Westfalens III Ostracoden aus silurischen Geschieben II

Mai 1995, 145 S., 26 Taf. 23,01 €

Heft 35

SCHULTKA, Stephan:

Die Flora des Namur B in der ehemaligen Ziegleitongrube Voßacker bei Fröndenberg. Eine Übersicht.

Juni 1995, 97 S., 1 Abb., 31 Taf. 17,38 €

Heft 36

MUTTERLOSE, Jörg:

Die Unterkreide-Aufschlüsse des Osning-Sandsteins (NW-Deutschland) – Ihre Fauna und Lithofazies.

Juni 1995, 85 S., 31 Abb., 10 Taf. 17,13 €

Heft 37

WRAY, David S.; KAPLAN, Ulrich; WOOD, Christopher J.:

Tuff-Vorkommen und ihre Bio- und Event-Stratigraphie im Turon des Teutoburger Waldes, der Egge und des Haarstrangs.

Mai 1995, 51 S., 39 Abb. 11,50 €

Heft 38

HAUSCHKE, Norbert:

Troegerella stenseni n. sp., ein hexactinellider Kieselschwamm (Lychniscosa, Coeloptychidae) aus dem Untercampan des nord-westlichen Münsterlandes (Nordwestdeutschland).

WIPPICH, Max, G., E.:

Ammoniten aus dem Untercampan des nordwestlichen Münsterlandes (Nordwestdeutschland).

MEHL, Dorte; HAUSCHKE, Norbert:

Hyalonema cretacea n. sp., erste körperlich erhaltene Amphidisco-phora (Porifera, Hexactinellida) aus dem Mesozoikum.

Juni 1995, 97 S., 12 Abb., 2 tab., 23 Taf. 17,90 €

Heft 39

HEIDTKE, Ulrich, H. J.:

Acanthodes sippeli sp., ein Acanthodier (Acanthodii : Pisces) aus dem Namurium (Karbon) von Hagen-Vorhalle (Deutschland).

KOCH, Lutz; LEMKE, Ulrich:

Trilobiten aus dem Unteren Tonschiefer (Unteres Llanvirn, Ordovizium) von Kiesbert (Ebbe-Sattel, Rheinisches Schiefergebirge).

KOHNEN, Oliver:

Stratigraphische Entwicklung oberoligozäner Flachmeersequenzen am Doberg bei Bündel.

September 1995, 72 S., 25 Abb., 2 Tab., 4 Taf. 13,80 €

Heft 40

LOMMERZHEIM, André Jürgen:

Stratigraphie und Ammonitenfaunen des Santons und Campans im Münsterländer Becken (NW-Deutschland).

November 1995, 97 S., 19 Abb., 8 Taf. 23,01 €

Heft 41

CLAUSEN, Claus-Dieter; ROTH, Reinhold:

Zur Ausbildung, Entstehung und Altersstellung von Karstfüllungen im Massenkalk bei Hemer (Sauerland, Rheinisches Schiefergebirge)

LEHMANN, Jens:

Die Genese des Münsterländer Kiessandzuges unter Berücksichtigung des Geröllbestandes und der Fossilinhalt der Oberkreidekalk.

MESTERMANN, Bernd:

Fenstergefüge im südlichen Briloner Massenkalk

SPRINGHORN, Rainer:

Historische Erdbeben seit dem Jahre 1612 am Teutoburger Wald (Nordrhein-Westfalen/Niedersachsen)

Dezember 1995, 81 S., 23 Abb., 2 Tab., 6 Taf. 20,96 €

Heft 42

SCHALLREUTER, R.:

Ostrakoden aus silurischen Geschieben III.

KOCH, Lutz & LEMKE, Ulrich:

Trilobiten aus dem Unteren Tonschiefer (Unteres Llanvirn, Ordovizium) von Kiesbert (Ebbe-Sattel, Rheinisches Schiefergebirge) Teil 2.

SCHALLREUTER R.:

Die ersten ordovizischen Ostrakoden aus Westfalen.

Oktober 1996, 71 S., 7 Abb., 3 Tab., 10 Taf. 13,55 €

Heft 43

KAPLAN, Ulrich; KENNEDY, William James; ERNST, Gundolf; Stratigraphie und Ammonitenfaunen des Campan im südlichen Münsterland.

August 1996, 133 S., 3 Abb., 41 Taf. 23,78 €

Heft 44

MICHELIS, Ioannis; SANDER, Martin P.; METZDORF, Ralf; BREITKREUZ, Harry:

Die Vertebratenfauna des Colloviums (Mittlerer Jura) aus dem Steinbruch Störmer (Wallücke, Wiehengebirge).

Oktober 1996, 66 S., 20 Abb., 5 Tab., 6 Taf. 12,27 €

Heft 45

NIERMEYER, Britta:

Litho- und Biostratigraphie der Tongrube Bonenburg.

WITTLER, Frank; MUTTERLOSE, Jörg:

Litho- und Biostratigraphie des Bajocium der Tongrube Spieker bei Osnabrück.

MUTTERLOSE, Jörg:

Die Litho- und Biostratigraphie des Abt der Tongruben Schnermann am Rothenberge.

WEBER, Michael:

Die Tongrube 4 der Ziegelei Schnermann in Rothenberge: Litho- und Biostratigraphie eines Ober-Aptprofils in NW-Deutschland.

November 1996, 105 S., 29 Abb., 21 Taf. 17,90 €

Heft 46

BASSE, Martin; LEMKE, Ulrich:

Trilobiten aus dem mittleren Givetium (Mittel-Devon) des nördlichen Rechtsrheinischen Schiefergebirges.

Dezember 1996, 65 S., 4 Abb., 10 Taf. 11,50 €

Heft 47

HAMPE, Oliver; HEIDTKE, Ulrich:

Hagenoselache sippeli n. gen. n. sp., ein früher xenacanthider Elasmobranchier aus dem Oberkarbon (Namurium B) von Hagen-Vorhalle (NW Sauerland/Deutschland).

DIEDRICH, Cajus:

Coniosaurus crassidens OWEN - ein seltener Reptilfund aus dem Ober Cenoman vom Hesseltal bei Halle/Westfalen.

LANSER, Klaus-Peter:

Der Schädel eines dicerorhinen Nashorns aus der Dechenhöhle bei Iserlohn-Letmathe im Sauerland.

BÖHME, Gottfried mit Beiträgen von Karlheinz Fischer, Wolf-Dieter Heinrich und Klaus Skupin:

Wirbeltierreste aus holozänen Tierbautensedimenten des südlichen Münsterlandes

März 1997, 93 S., 29 Abb., 1 Tab., 3 Taf. 21,99 €

Heft 48

MAY, Andreas:

Verwitterungsbeständigkeit und Verwitterung von Naturbausteinen aus Kalkstein.

April 1997, 185 S., 94 Abb., 11 Taf. 29,65 €

Heft 49

WALASCZYK, Irenäus:
Biostratigraphie und Inoceramen des oberen Unter-Campan und unteres Ober-Campan Norddeutschlands.
Oktober 1997, 111 S., 21 Abb., 32 Taf. 18,92 €

Heft 50

KAPLAN Ulrich; RÖPER, Martin:
Das Campan der Dammer Oberkreide-Mulde unter besonderer Berücksichtigung des Sternweder Berges (NW-Deutschland).
KENNEDY, William; KAPLAN, Ulrich:
Ammoniten aus dem Campan des Sternweder Berges, Dammer Oberkreidemulde, NW-Deutschland.
Oktober 1997, 245 S., 10 Abb., 1 Tab., 82 Taf. 35,79 €

Heft 51

KAPLAN Ulrich; KENNEDY, William James; LEHMANN, Jens; MARCINOWSKI, Ryszard:
Stratigraphie und Ammonitenfaunen des westfälischen Cenoman.
Oktober 1998, 236 S., 36 Abb., 2 Tab., 66 Taf. 33,23 €

Heft 52

SCHÖLLMANN, Lothar:
Pleurocaris juengeri n. sp., ein neuer Krebs (Malacostraca, Syn-carida) aus dem Namur B von Hagen - Vorhalle (Westfalen, Deutschland).
ALBAT, Friedrich:
Tetrapodenfährten im Unteren Muschelkalk von Borgholzhausen.
SALOUSTROS Kai; SPEETZEN, Eckhard:
Aufbau und Genese der saalezeitlichen Grundmoräne bei Mittel-Gaipel im westlichen Münsterland (Westfalen, NW-Deutschland).
SPEETZEN, Eckhard; WEBER, Michael:
Ein pleistozäner Kalkstein-Schotter bei Holtwick im westlichen Münsterland (Westfalen, NW-Deutschland).
LANSER, Klaus-Peter; SELMEIER, Alfred; SKUPIN, Klaus:
Ein Auenterrassenprofil der Lippe mit Vorkommen von *Castanea sativa* MILL. (Edelkastanie, Eßkastanie) westlich von Lippstadt
Dezember 1998, 79 S., 35 Abb., 3 Tab., 7 Taf. 14,43 €

Heft 53

SCHALLREUTER, Roger:
Ostracoden aus silurischen Geschieben IV.
Januar 2000; 69 S., 14 Taf. 14,57 €

Heft 54

MUTTERLOSE, Jörg; KLEIN, Christian; KESSELS, Kai:
Die Floren- und Faunenführung des Ober-Valangin (Unter-Kreide) in NW Deutschland.
Januar 2000; 95 S., 29 Abb., 23 Taf. 17,90 €

Heft 55

SCHALLREUTER, Roger:
Ostracoden aus silurischen Geschieben V.
RÖDDER, Gerhard; ZIEGLER, Fred-Karsten:
Kloedenia saalensis n. sp., eine neue obersilurische Ostrakodenart aus einem Beyrichienkalk-Geschiebe des Münsterländer Hauptkiessandzuges.
BRAUN, Andreas; GOSNY, Olaf:
Strukturbietend erhaltene Achsen von *Biliginea* aus Kiesel-schiefern des Unter-Karbons bei Wuppertal (Bergisches Land, Deutschland).
November 2000; 117S., 2 Tab., 23 Taf. 18,41 €

Heft 56

WITTLER, Frank A. & ROTH, Rosemarie:
Platypterygius (Reptilia, Ichthyosauria) aus dem oberen Unter-cenoman des Teutoburger Waldes (Oberkreide, Nordwestdeutschland).
SACHS, Sven:
Ein Pliosauride (Sauroptergia: Plesiosauria) aus der Oberkreide von Anröchte in Westfalen.
SACHS, Sven:
Mosasaurier-Reste aus der Oberkreide von Nordrhein-Westfalen.
SCHUBERT, Siegfried & METZDORF, Ralf:
Ein neues Lias-Profil (Hettangium/Sinemurium) an der neuen Umgehungsstraße östlich von Heepen bei Bielefeld
STUWE, Thomas:
Erstfunde von Ophiuren (Schlangensterne) im Obercampan des östlichen Münsterlandes
November 2000; 77 S., 20Abb., 3 Tab., 8 Taf. 14,06 €

Heft 57

KENNEDY, William James & KAPLAN, Ulrich :
Ammonitenfaunen des hohen Oberconiac und Santon in Westfalen
November 2000; 131 S., 21 Abb., 40 Taf. 25,31 €

Heft 58

MIUTTERLOSE, Jörg; MECKLENBECK, Martin & RÜCKHEIM, Sylvia:
Die Floren- und Faunenverteilung im Unter-Hauterive (Unter-Kreide) der Tongrube Heisterholz (NRW).
ZEZSCHWITZ von ;Ecke:
Waldböden des Lipper Berglandes.
JOSTEN, Karl-Heinz; LAVEINE, Jane-Pierre & Von AMERON, Hendrik W. J.:
Eine Calamiten-Modifikation aus dem Oberkarbon.
Dezember 2001; 85 S., 25 ABB., 8 Tab., 10 Taf.2 25,30 €

Heft 59

BRAUCKMANN, Carsten; SCHÖLLMANN, Lothar & SIPPEL, Wolfgang:
Die fossilen Insekten, Spinnentiere und Eurypteriden von Hagen - Vorhalle.
März 2003; 24Abb., 12 Taf.

Bestellungen an das
Westf. Museum für Naturkunde
Sentruper Str. 285, 48161 Münster
Tel.: 0251/591-6097
Preise zuzüglich Porto und Verpackung

LWL

Für die Menschen.
Für Westfalen-Lippe.

Westfälisches Museum für Naturkunde

Landesmuseum und Planetarium



Sentruper Straße 285
Tel: 0251/591-05

48161 Münster

ISSN 0176-148X
ISBN 3-924590-77-X