



Geologie
und Paläontologie
in Westfalen

Heft 19

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

RENATE HESSE

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

ECKHARD MÖNNIG

**Beiträge zur oberjurassischen Flora
des Wiehengebirges**

STEPHAN SCHULTKA

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 weitzeitig 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 gesperrt = Sperrung.

Gattungs- und Artnamen unterschlängeln = *Kursivdruck*.

Autorenamen durch GROSSBUCHSTABEN wiedergeben.

Abbildungsvorlagen

8. In den Text eingefügte Bild Darstellungen 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.

Schriftleitung: Dr. Peter Lanser
Westfälisches Museum für Naturkunde
Sentruper Straße 285
4400 Münster

Redaktion: Dr. Lothar Schöllmann

Geologie und Paläontologie in Westfalen

Heft 19

Herausgeber:
Westfälisches Museum für Naturkunde
und
Westfälisches Museum für Archäologie
– Amt für Bodendenkmalpflege –

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

Renate Hesse

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

Eckhard Mönnig

Beiträge zur oberjurassischen Flora des Wiehengebirges

Stephan Schultka

Geol. Paläont. Westf.	19	93 S.	23 Abb. 6 Tab. 16 Taf.	Münster Mai 1991
--------------------------	-----------	-------	------------------------------	---------------------

ISSN 0176-148 X
ISBN 3-924590-24-9

© 1991 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.

Inhalt

	Seite
HESSE, R.: Untersuchungen an einem monotypischen Fund von <i>Encrinus liliiformis</i> aus dem Oberen Muschelkalk bei Bad Driburg	7
MÖNNIG, E.: Das Wittekind-Flöz (Mittlerer Jura) des Wiehengebirges (Nordwestdeutschland)	47
SCHULTKA, St.: Beiträge zur oberjurassischen Flora des Wiehengebirges	55

Geol. Paläont. Westf.	19	7-46	21 Abb. 3 Tab. 4 Taf.	Münster Mai 1991
--------------------------	----	------	-----------------------------	---------------------

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

Renate Hesse*

Zusammenfassung

Es wird eine fossile, hauptsächlich aus Crinoiden der Art *Encrinus liliiformis* LAMARCK 1816 zusammengesetzte Taphozönose untersucht. Das Massenvorkommen der Seelilien befindet sich auf der Oberfläche einer ca. 4 m² großen Kalksteinplatte aus dem Oberen Muschelkalk bei Bad Driburg/Siebenstern.

Nach Erläuterungen stratigraphischer und regionalgeologischer Gegebenheiten zur Fundsituation folgt eine Darstellung der Bergung und Präparation des spektakulären Fossilfundes. Eine anschließende Beschreibung der Crinoidenplatte umfaßt deren morphologische Gestaltung, die Erhaltung und Verteilung der Seelilien sowie eine Übersicht über die Begleitfauna.

Anhand von Detailuntersuchungen der zahlreich vorhandenen Kronen, Stiele und Haftorgane von *Encrinus liliiformis* werden die bisherigen Erkenntnisse zur Ontogenese dieser Seelilienart nachvollzogen und erweitert.

Insbesondere aufgrund einer Mikrofaziesanalyse des Kalkgesteins, aber auch mit Hilfe der Einregelungsverhältnisse, werden Rückschlüsse auf die äußeren Lebensumstände von *Encrinus liliiformis* gezogen und ein Faziesmodell entworfen.

1. Einleitung

Im Jahre 1987 wurde durch das westfälische Museum für Naturkunde in Zusammenarbeit mit dem Fachreferat Paläontologische Bodendenkmalpflege eine mehrtägige Grabung zur Bergung einer Kalksteinplatte mit knapp 400 fossilen Kronen der Seelilienart *Encrinus liliiformis* ausgerichtet. Der bedeutende Fund wird im Westfälischen Museum für Naturkunde (WMfN), Münster, aufbewahrt. Die schutzwürdige Fundstelle (siehe Kapitel „Der Fundort“ wurde 1988 als paläontologisches Bodendenkmal ausgewiesen.

Stratigraphische, stratinomische und ökologische Untersuchungen des Fundes ermöglichen die Rekonstruktion des Lebensraumes der Crinoiden sowie der Einbettungs- und Fossilisationsumstände. Die wesentlichen Fragenkomplexe sind dabei folgende:

1. Wie sah das Biotop zu Lebzeiten der Crinoiden aus?
2. In welcher Art und Weise haben sich die ökologischen Bedingungen im engeren Lebensbereich der Crinoiden verändert, so daß es zum Absterben der Fauna kam?
3. Welche postmortalen Vorgänge (Biostratonomie) bewirkten die Einregelung und Einbettung der Skelettreste?
4. Welche Umstände der Fossilisation machten die sehr gute Erhaltung dieser außergewöhnlichen Massenfauuna möglich?

Die Untersuchungsmethoden umfaßten:

- die Aufnahme der Fundortsituation,
- die detaillierte Vermessung der Skelettreste,
- die systematische Bestimmung der Faunenelemente,
- Kalkgehaltsanalysen des Gesteins,
- die Anfertigung von Dünnschliffpräparaten und
- vergleichende Studien ähnlicher Fundverhältnisse.

* Anschrift der Verfasserin:
Dipl.-Geol. Renate Hesse,
Geologisch-Paläontologisches Institut
der Westfälischen Wilhelms-Universität,
Corrensstraße 24,
4400 Münster

Sie wurden finanziell vom Landschaftsverband Westfalen-Lippe unterstützt.

Es soll an dieser Stelle noch auf besondere Ausdrücke und Abkürzungen hingewiesen werden. Die untersuchte Kalksteinplatte wird im folgenden als Bad Driburger Seelilienplatte (Hinweis auf den Fundort) oder als Muschelkalkplatte (Hinweis auf die stratigraphische Stellung) bezeichnet. Der Speziesname „*liliiformis* LAM.“ wird im weiteren weggelassen, so daß mit der Kurzform „*Enocrinus*“ stets diese Art gemeint ist.

2. Geologie

2.1. Östliches Egge-Vorland

Die Muschelkalk-Sedimente wurden vor ca. 200 Mio. Jahren in einem flachen Epikontinentalmeer (Germanisches Becken) im subtropisch-semiariden Klimabereich abgelagert.

Aufgrund ausgeprägter Reliefunterschiede des Meeresgrundes kam es zu differenzierten Faziesausbildungen (Abb. 1).

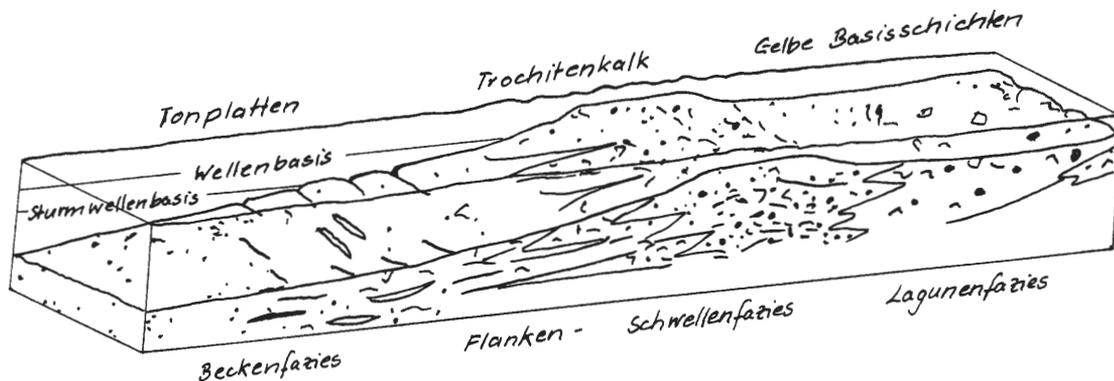


Abb. 1: Faziesmodell des Oberen Muschelkalks [nach U. RÖHL in: HAUSCHKE, N. & RÖHL, U., 1988]. Aufgrund des ausgeprägten Reliefs im Germanischen Becken kam es zu unterschiedlichen Faziesausbildungen.

Für die Lagunenfazies im Grenzbereich Inter-/Subtidal ergibt sich ein lagunäres Milieu mit eingeschränkter Wasserzirkulation und geringer, aber wechselnd starker Wasserbewegung.

Die Schwellen- und Flankenfazies umfaßt Zonen unterschiedlicher Wassertiefe, die von der Schwellenposition (geringe Wassertiefe) beckenwärts zunimmt. An den Flanken, die dem offenen Schelfmeer zugewandt sind, wirkt sich noch tiefgreifender Wellengang aus; mit zunehmender Tiefe wird das Milieu niederenergetischer.

Die Beckenfazies spiegelt die Verhältnisse im offenen Schelfmeer wieder. Als typisch für dieses Milieu nennt U. RÖHL (in: HAUSCHKE, N. & RÖHL, U., 1988) häufig auftretende „Hochenergieereignisse“ wie Stürme, die zur Ablagerung von Tempestiten führten.

Eine biostratigraphische Gliederung des Oberen Muschelkalks wurde u.a. von H. KLEINSORGE (1935) vorgenommen (Abb. 2a), wobei – wohl aufgrund kurzfristiger Meeresspiegelschwankungen (U. RÖHL, in: HAUSCHKE, N. & RÖHL, U., 1988) – im östlichen Egge-Vorland eine Zweiteilung des Trochitenkalks beobachtet werden kann (Abb. 2b).

Der tektonische Bau des östlichen Egge-Vorlandes zeichnet sich durch NNW-SSE-gerichtete Bruchstrukturen aus, die die vorkretazischen Sedimente in zahlreiche Schollen zerlegt haben (Abb. 3). Die an treppenförmigen Brüchen abgesenkten Schollen werden Senkungsfelder genannt. In der Ahlhausener-Kühlser Senke liegt der Fundort der Seelilienplatte. Die Lokalität wird als Siebensterner Horst bezeichnet, da sie sich durch einen örtlich geringeren Absenkungsbetrag als sonst in dem Senkungsfeld üblich hervorhebt.

2.2. Der Fundort

Der Fundort der 4 m² großen und etwa 13 cm mächtigen Kalksteinplatte mit dem spektakulären Crinoidenfund ist ein unscheinbarer Aufschluß im Gräflichen Forst Siebenstern bei Bad Driburg im östlichen Vorland des Egge-Gebirges (TK 4220 Bad Driburg).

Der Steinbruch wurde wahrscheinlich schon im vorigen Jahrhundert von der ansässigen Bevölkerung zum Abbau des begehrten, sehr harten Trochitenkalks angelegt. Die gebrochenen Steine eigneten sich insbeson-

	Untere Letten mit Dolomit	ku1			Unterer Keuper
70	Tonplatten	Schichten	<i>Discoceratiten</i>	+Crinoiden----- +Ceratiten +--- +Terebrateln +---	Oberer
60			<i>C. spinosus</i>		
50			<i>C. evolutus</i>		
40		Ceratiten	<i>C. compressus</i>		Muschel-
30			<i>C. robustus</i>		
20			<i>C. pulcher</i>		
10	Trochitenkalk	mo1			kalk
0m	Dolomit-Mergel-Serie	mm			Mittlerer Muschelkalk

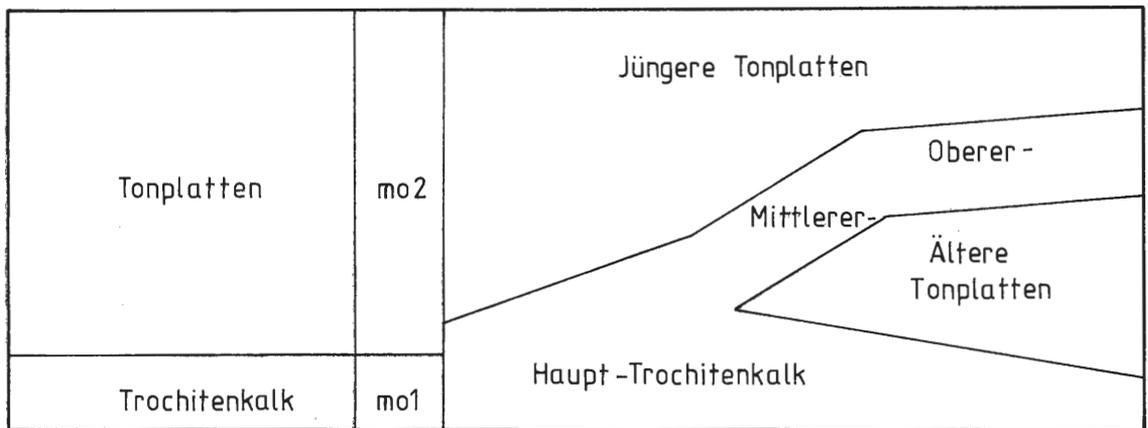


Abb. 2: a) Stratigraphische Tabelle des Oberen Germanischen Muschelkalk östlich der Westfälischen Kreidemulde. Gegenübergestellt sind lithofazielle, bio-, öko- und chronostratigraphische Gliederungen.
 b) Im östlichen Egge-Vorland kann eine weitere Untergliederung des fett umrandeten Bereiches vorgenommen werden [nach H. KLEINSORGE, 1935, geändert].

dere zur Gründung von Hausfundamenten und zur Errichtung des Mauerwerkes. Nur selten wurde dieser fast reine Kalk gebrannt. Heute wird der Aufschluß nicht mehr genutzt und ist größtenteils zugewachsen (Abb. 4).

Die aufgeschlossenen Schichten des Oberen Muschelkalks fallen mit ca. 10° nach NW ein. Im Ostteil des Aufschlusses streichen sie an der Geländeoberfläche aus und bilden dort eine Geländekante. An der Steinbruchsohle ist der Trochitenkalk (unterste Einheit des Oberen Muschelkalks) aufgeschlossen. Ihm läßt sich die ca. 13 cm mächtige Schillkalkbank mit den Crinoiden zuordnen.

Im Hangenden dieser Bank folgt eine Wechsellagerung von 0,5 bis 5 cm mächtigen gering verfestigten Tonmergelsteinen oder festeren Schillkalkbänken. Es handelt sich um den lithofaziellen Übergangsbereich zwischen dem Trochitenkalk und den Tonplatten.

Der in Abb. 5 dargestellte Profilabschnitt verdeutlicht diese kleinräumige Wechselfolge.

Die Ursache dieses relativ raschen vertikalen Wechsels ist wohl in großräumigen Hebungs- und Senkungsvorgängen im Muschelkalkmeer zu suchen. Damit sind Änderungen der Salinitäts- und pH-Wert-Verhältnisse des Meerwassers verbunden, die HESEMANN (1975) auch für bankinterne Unterschiede innerhalb der organogenen Kalksteinbänke verantwortlich macht:

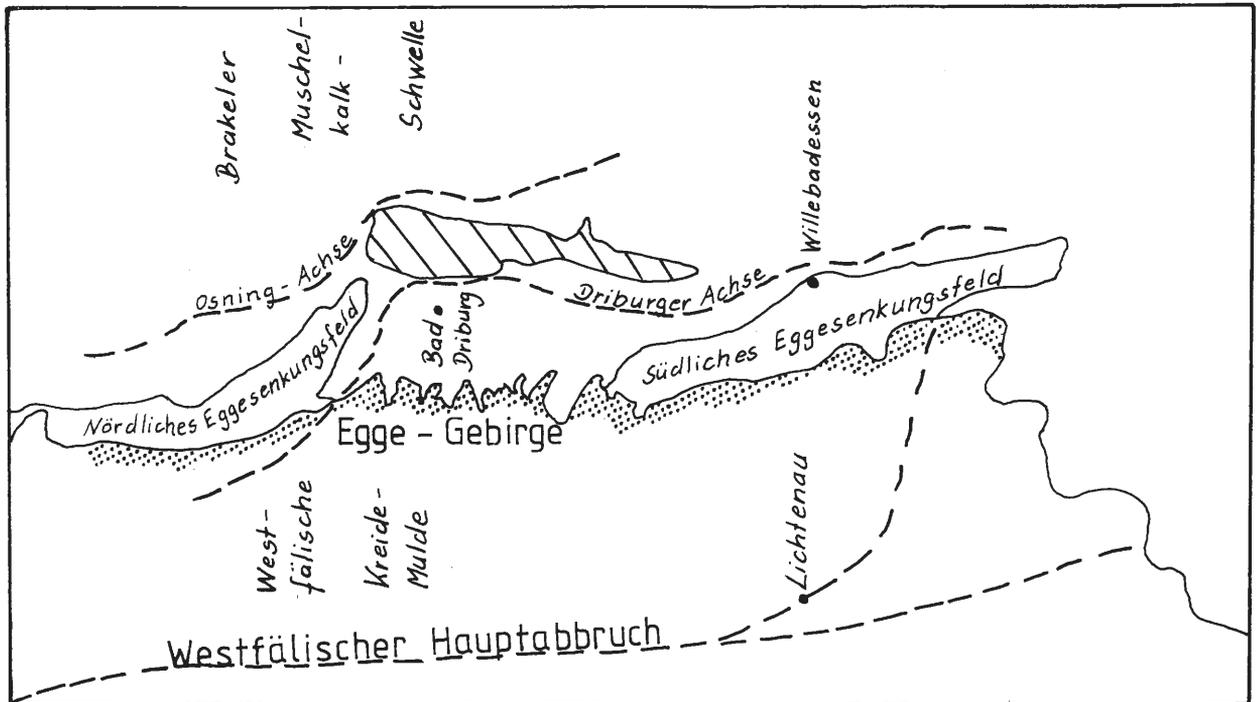


Abb. 3: Tektonische Übersichtskarte des Egge-Gebirges [aus H. STILLE, 1935]. Durch eine intensive Bruchfaltung ist das Gebiet östlich des Egge-Gebirgszuges in einzelne Schollen zerlegt worden, die als Senkungsfelder oder Staffeln bezeichnet werden. Die schraffierte Zone gibt die Lage des Ahlhausener-Kühler Senkungsfeldes an.

am Meeresboden fand ein ständiger Ausgleich kalkunter- und -übersättigender Prozesse statt. Die reiche Muschelkalkfauna entzog dem Meerwasser dabei ständig Kalk, so daß Schalen abgestorbener Tiere im relativ untersättigten Wasser schnell in Lösung gingen. Setzten daraufhin Vorgänge ein, die zur Übersättigung führten, wie beispielsweise Temperaturerhöhung, Verdunstung oder Anstieg des pH-Wertes aufgrund der Zersetzung organischen Materials, konnte es zur Ausfällung von Kalk kommen. Diagenetische Prozesse verfestigten diesen Kalkschlamm zum Kalkpelit. Wurde jedoch der Austausch zwischen den am Boden sedimentierten Organismenschalen und dem Meerwasser verhindert – z.B. durch Tonzufuhr – konnten sie konserviert werden. In diesem Fall kam es zur Überlieferung von Schill-Lagen und Bruchschillpflastern.

3. Fundumstände und Fundstück

3.1. Bergung und Präparation

Die Bergung der 4 m² großen und 13 cm mächtigen Gesteinsplatte wurde von KARL-HEINZ HILPERT, KLAUDIA MERZ und RALF METZDORF unter Leitung Dr. PETER LANSERs (Westfälisches Museum für Naturkunde) ausgeführt. Sie konnte aus mehreren Gründen nicht an einem Stück erfolgen:

- a) der überaus dichte Trochitenkalk hat ein hohes spezifisches Gewicht,
- b) die Crinoidenplatte war durch Klüfte und z.T. ursprünglich kalzitverfüllte Störungen so stark zerstückelt, daß sie zerbrochen wäre,
- c) nicht alle Fossilfragmente befanden sich unmittelbar auf der Schichtoberfläche der Platte; zahlreiche Skelett-Teile wurden in der hangenden weichen Tonmergelsteinschicht gefunden, die nicht fest mit der Kalkbank verbunden war.

Nachdem die Schichtoberfläche der in Abb. 4 erkennbaren Trochitenkalkbank freigelegt war, konnten 181 Einzelteile geborgen werden. Bei der Bergung wurde die Anordnung der Stücke zueinander in einer Lageskizze aufgenommen.

Bei jedem Stück wurde darauf geachtet, daß möglichst der Tonmergel auf der Schichtfläche des Kalksteins liegenblieb. Herausfallende Fossilteile wurden separat gesammelt, um später bei der Präparation Skelettlücken schließen zu können.

Wie die mühsame Bergung dieses umfangreichen Fossilfundes im Gelände vonstatten ging, läßt sich anhand der Abb. 6 und 7 erahnen.

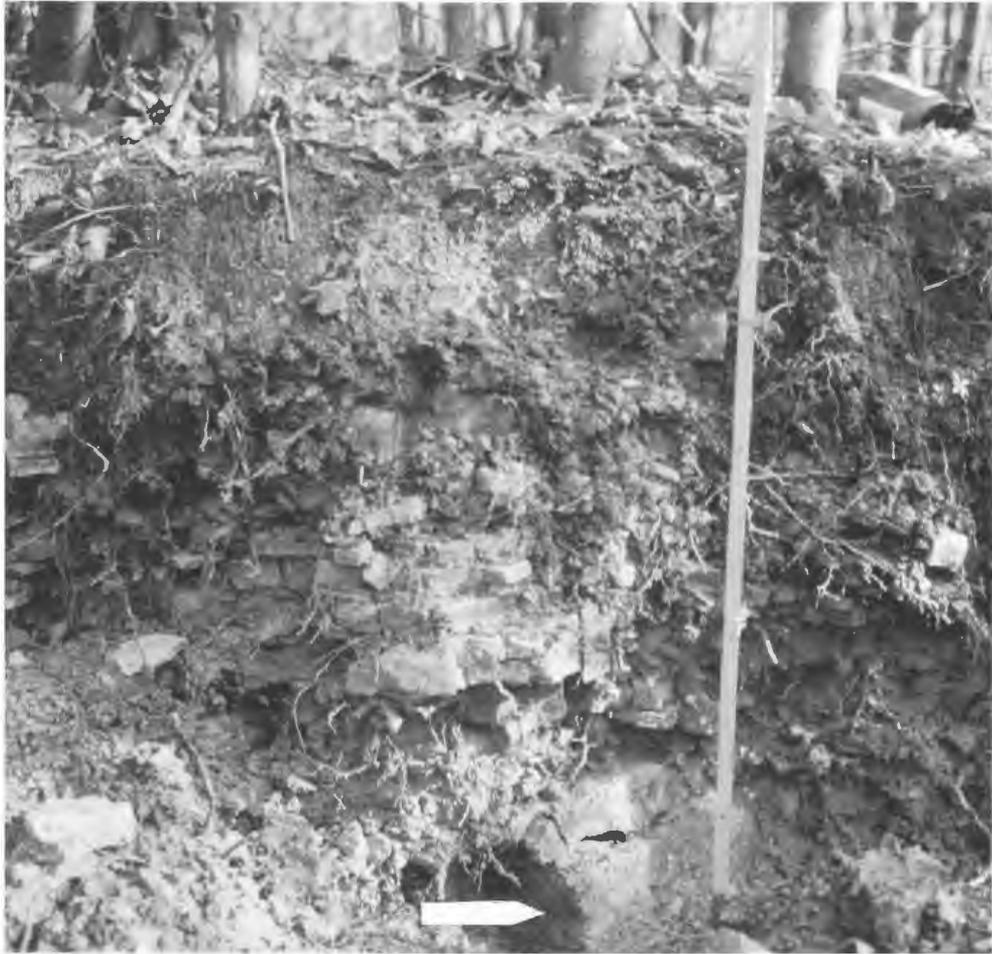


Abb. 4: Ostteil des Aufschlusses mit Blickrichtung nach Norden. Der Pfeil weist auf die Trochitenbank hin, aus der die Crinoidenplatte stammt.

Die Präparationsarbeiten und das Zusammenfügen der Einzelteile wurden in der Werkstatt des Westfälischen Museums für Naturkunde, Münster, durchgeführt. Sie nahmen insgesamt etwa den Zeitraum eines Jahres in Anspruch.

Die Präparation erfolgte an jedem der 181 Teile gesondert und gliederte sich in mehrere Arbeitsgänge auf: zunächst wurde der lockere, stark verwitterte Tonmergel unter Zuhilfenahme von Zahnbürsten entfernt. Anschließend wurden die in ihm eingebetteten Fossilreste auf der Schichtoberseite der Kalkbank mit Sekundenkleber fixiert. Sie kamen dabei teils neben, teils über der bereits anfangs auf der Oberfläche vorhandenen Fauna zu liegen.

Der nächste Schritt war das Entfernen zahlreicher Haarwurzeln der heutigen Vegetation, die allgegenwärtig waren. Zum Teil hatten sie zusammenhängende Skelett-Fragmente, z.B. an Gelenkstellen, durchdrungen und behinderten deren Fixierung.

Die Befestigung beschränkte sich nicht nur auf das Ankleben der Fragmente auf der Schichtoberfläche der Kalkbank, sondern es mußten auch aus dem Skelettverband disartikulierte Elemente wieder zusammengesetzt werden. Insbesondere Crinoidenstiele wurden durch die während der Bergung gesammelten zahlreichen Trochiten lückenlos rekonstruiert, wobei es sich jedoch nicht um die Originaltröchiten und -abfolge handelt.

Nachdem diese zeitaufwendige Feinarbeit beendet war, wurden die 181 Einzelteile zu 13 größeren zusammenhängenden Teilplatten aneinandergesetzt. Die Abb. 8 zeigt, daß dies aufgrund geringer Materialverluste in Kluft- und Störungsbereichen nicht lückenlos erfolgen konnte (vgl. auch Abb. 19 im Anhang).

3.2. Morphologie und Lithologie

Die Schichtoberfläche der ca. 13 cm mächtigen Seelilienplatte weist ein Relief mit geringen Höhenunterschieden auf. Es handelt sich um flache Erhebungen (Scheitelhöhen von 5 bis 10 cm) beiderseits einer 1 bis 2 m breiten Vertiefung (Abb. 9).

Profil und Kalkgehalte

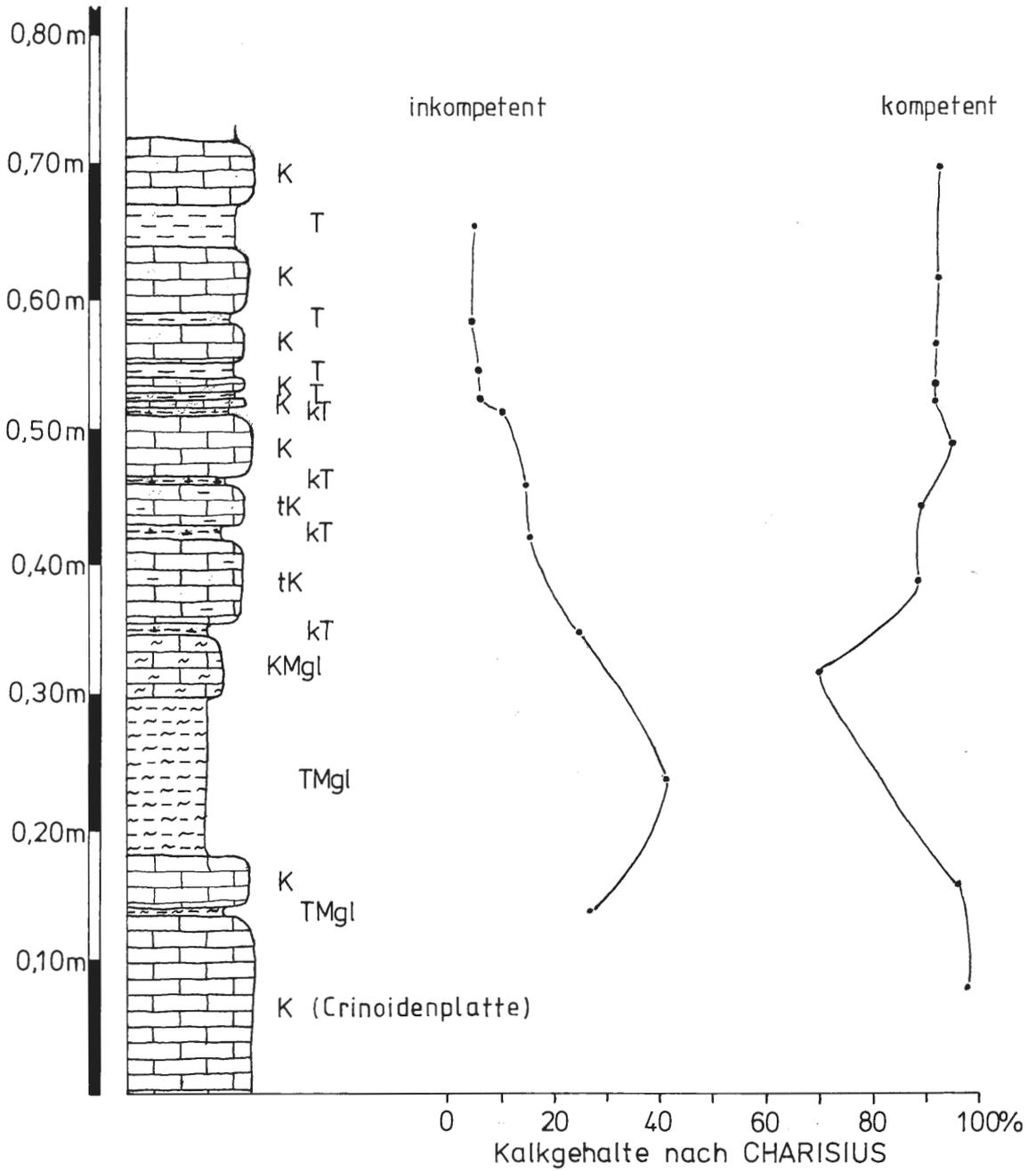
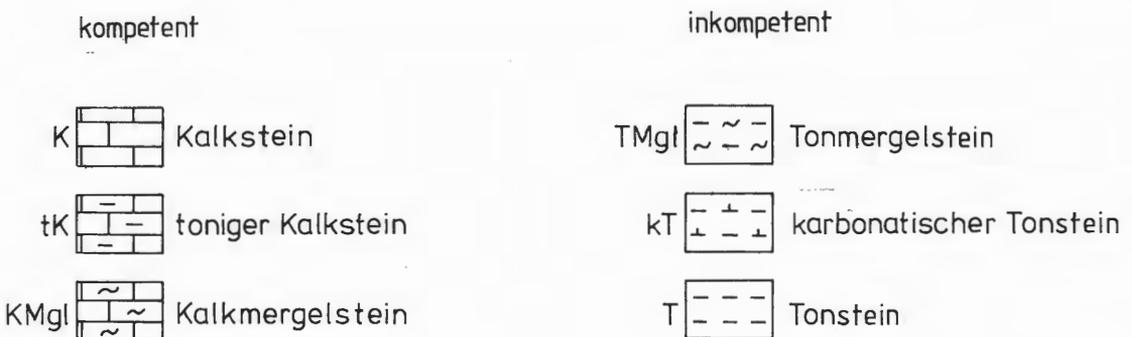




Abb. 6: Schichtoberfläche der Crinoidenplatte vor der Bergung. In dem aufliegenden Tonmergel sind einige Stiele der Seelilien erkennbar (Pfeil).

Da die NNW-SSE' gerichteten Erhebungen und Vertiefungen (entsprechend dem Generalstreichen der Bruchstrukturen im Egge-Vorland) symmetrische Querschnitte aufweisen, kann es sich nicht um Strömungsrippeln handeln. Auch Wellenrippeln kommen aufgrund ihrer generell geringen Größe hier nicht in Betracht. Wahrscheinlich handelt es sich bei der Vertiefung um eine Fließrinne. Die Tiefenerosion ist jedoch so gering gewesen, daß die liegende Schicht nicht mehr betroffen wurde, da keine Diskordanz vorliegt. Im Bereich der geborgenen Platte betragen die Höhenunterschiede zwischen dem höchsten und dem tiefsten Punkt nur 5 cm. Dennoch ist deutlich eine rinnenartige Senke zu erkennen. Westlich und östlich ist sie von erhabenen Bereichen begrenzt.

Der im Hangenden der Platte folgende Tonmergel hat das sanfte Relief z. T. wieder ausgeglichen: in den Rinnen ist er daher mächtiger als über den erhöhten Bereichen. Ebenso verhalten sich die hangenden Sedimente, so daß nach und nach der Übergang zu ebenen Schichtflächen erfolgt.



Nomenklatur nach FÜCHTBAUER, H. & MÜLLER, G. (1977)

Abb. 5: Schematisches Härteprofil des in Abb. 4 fotografierten Ostteils des Aufschlusses mit Gesteinsansprache und Kalkgehalten (Erläuterungen im Text).



Abb. 7: Eines der 181 Einzelstücke mit aufliegender Tonmergelschicht wird sorgfältig verpackt, so daß beim Transport kein Material verloren gehen kann (von links: Herr Hilpert und Herr Metzdorf).

Die mikrofaziell-lithologische Ansprache des Karbonatgesteins, auf dessen Oberseite die Crinoiden liegen, wurde anhand von Dünnschliffen vorgenommen. Die entsprechenden Proben konnten – wegen der Beschädigungsgefahr des Fundstückes – bis auf eine Ausnahme nur an den Teilplattenrändern und -ecken entnommen werden (vgl. Abb. 21 im Anhang).

Im folgenden werden lediglich die lithologischen Aspekte der Dünnschliffauswertungen (siehe Anhang, Tab. 1) angesprochen. Im Kapitel „Mikrofaziesanalyse und Fossil-Diagenese“ wird auf weitere Einzelheiten eingegangen.

In mikrosparitischer Grundmasse liegen, unterschiedlich dicht gepackt, Schalen und Schalenbruchstücke von Brachiopoden, Mollusken und Gastropoden. Während ein Teil des Schills noch die ursprüngliche Mikrostrukturhaltung zeigt, weisen einige Stücke bereits grobe Sammelkristallisationserscheinungen auf. Das Stadium zwischen diesen beiden extremen Erhaltungsformen ist ebenfalls zu beobachten; es deutet sich durch kleine Kristallite an. An weiteren Komponenten lassen sich Crinoidenreste, Fischreste, Bohrgänge und Mikritsäume erkennen. Da jedoch die Schalen und Schalenbruchstücke den Hauptkomponentenanteil ausmachen, ist die lithofazielle Bezeichnung Trochitenkalk irreführend; es handelt sich eigentlich um einen Schillkalk.

3.3. Materialübersicht

Die bisher rein lithologisch beschriebene Muschelkalkplatte erhält ihren spektakulären Charakter erst durch die auf der Schichtoberfläche überlieferte überaus individuenreiche und gut erhaltene Makrofauna. Den größten Teil der Taphozönose bildet die Crinoide *Encrinus liliiformis* LAM.. Sie wird von weiteren typisch triassischen Faunenelementen begleitet.

3.3.1. Crinoiden

Bekannterweise ist das Crinoidenskelett aus Krone, Stiel und Haftscheibe aufgebaut. Diese drei Einheiten setzen sich aus zahlreichen Einzelelementen zusammen. Es sind Kalzitkristalle, die Ossikel genannt werden und über die gesamte Dachfläche der Muschelkalkplatte ungleichmäßig verteilt sind. Im einzelnen handelt es sich neben den bekannten Trochiten um Arm- und Kelchossikel (Kronenteile) und Pinnulae (ventral den Armen anhängende Fiederfädchen).

Bedeutend sind die größeren im Skelettverband erhaltenden Einheiten. Das sind:

- 396 mehr oder weniger vollständige Kronen,
- 421 über 5 cm lange Stielteile und
- 19 Haftorgane.



Abb. 8: Gesamtfund nach der Präparation. Die Längserstreckung beträgt ca. 4 m; an der breitesten Stelle mißt die Platte 2 m. Die reliefabhängige, stark unterschiedliche Verteilung der Fossilfragmente ist deutlich erkennbar.



Abb. 9: Freigelegte, gewellte Schichtoberfläche der Trochitenbank vor der Bergung. Deutlich erkennbar ist der symmetrische Querschnitt des NNW-SSE' gerichteten morphologischen Strukturen (Erläuterungen im Text).

69 Kronen (17%) stehen noch mit den basal ansetzenden Stielen über 5 cm Länge in Verbindung, weitere 101 Kronen (24%) weisen Stielabschnitte unter 5 cm Länge auf. Bis auf zwei Ausnahmen, in denen die Haftbereiche völlig separiert wurden, zeigen auch diese alle noch einen mehr oder weniger langen Stielfortsatz.

Trotz der guten Erhaltung der Seelilienfragmente ist es nicht möglich, ein gesamtes Skelett vom Wurzelbereich bis zur Krone zu rekonstruieren und etwa Aussagen über die Größe der Tiere dieser Population zu machen.

3.3.2. Begleitfauna

Die Begleitfauna von *Encrinus* auf der Bad Driburger Crinoidenplatte setzt sich folgendermaßen zusammen:

- *Plagiostoma striata* (v. SCHLOTH.), früher *Lima striata* v. SCHLOTH., eine mehr oder weniger gleichklappige, schwimmfähige Muschel (Taf. 1, Fig. 1);
- *Gervilleia socialis* (v. SCHLOTH.), früher *Hoernesia socialis* v. SCHLOTH., eine durch ihr verdrehtes, gestrecktes Gehäuse charakterisierte Muschel (Taf. 1, Fig. 2);
- austernähnliche Lamellibranchiaten; in Frage kommen cf. *Enantiostreon* und cf. *Newaagia*. Eine Entscheidung, um welche Gattung es sich handelt, ist am Material nicht mehr möglich;
- *Coenothyris vulgaris* (v. SCHLOTH.), eine für den Oberen Muschelkalk charakteristische, glattschalige Terebratel (Taf. 1, Fig. 3, 4);
- Gastropoden; in Frage kommen die pflanzenfressenden Gattungen *Loxonema* und *Omphaloptycha*. Eine Identifizierung der Gattung ist unmöglich (Taf. 1, Fig. 5);
- *Ceratites* sp., ex aff. *pulcher/robustus*; kräftig skulpturierte Cephalopoden, deren Unterscheidung an diesem Material nicht möglich ist (Taf. 1, Fig. 6);
- Ganoidenreste (Zähnen, Schüppchen).

Von den austernähnlichen Lamellibranchiaten, den Gastropoden und den Ceratiten sind lediglich schlecht erhaltene Abdrücke zu erkennen, so daß nähere Gattungs- oder Artbestimmungen nicht möglich sind; bei den Gastropoden sind weder die Mündungen noch die letzten Umgänge der Gehäuse erkennbar. Die Ganoidenreste sind sehr klein, bruchstückhaft und zahlenmäßig gering vertreten. Lediglich *Plagiostoma striata*, *Gervilleia socialis* und *Coenothyris vulgaris* sind körperlich überliefert. Die von *Gervilleia socialis* (v. SCHLOTH.) vorhandenen Schalenreste sind vom zersetzten Periostrakum braun gefärbt.

3.3.3. Erhaltung

Der heutige Erhaltungszustand der ca. 200 Mio. Jahre alten Fossilvergesellschaftung auf der Bad Driburger Crinoidenplatte ist zahlreichen ineinandergreifenden primären und sekundären postmortalen Prozessen zu verdanken.

Zu den primären Prozessen gehören Transport, Einbettung und Konservierung, zu den sekundären z.B. Tektonik und Verwitterung. Letztgenannte Vorgänge hatten einen starken Einfluß auf die bei Siebenstern geborgene Fauna: aufgrund der Schichtlagerung der Triassedimente dieser Lokalität (sie befindet sich auf der westlichen Hangseite, und die Schichten fallen nach NW ein) ist deren Durchwurzelung im östlichen Teil des Aufschlusses besonders kräftig.

Im folgenden wird lediglich auf die Erhaltung der Seelilien eingegangen. Über den Zustand der Begleitfauna wurde bereits im entsprechenden Kapitel informiert.

Hinsichtlich der Erhaltung der 396 *Encrinus*-Kronen sind i.w. zwei grundsätzlich unterschiedliche Beobachtungen gemacht worden: häufig sind entweder die Arme oder die Kelchpartien der Kronen zerstört bzw. gut erhalten. Das ist auf die unterschiedliche Festigkeit der Körperteile zurückzuführen. Während sich die Thekalplatten in einem sehr kompakten Verband befinden und nur unter der Wirkung eines Auflastdruckes hieraus gelöst werden können (meistens geschieht dies durch Eindrücken der Thekalplatten in das Lumen), sind die wesentlich flexibleren Armzweige in der Lage, dieser Art von Beanspruchung auszuweichen. Die biegsamen organischen Verbindungen zwischen den Armossikeln werden durch Verwesungsprozesse zerstört. Diese sogenannte Disartikulation beginnt distal (an den Spitzen ist die Angriffsfläche am größten) und schreitet nach proximal fort, so daß bei den meisten Armzweigen die distalen Glieder fehlen (siehe Abb. 10).

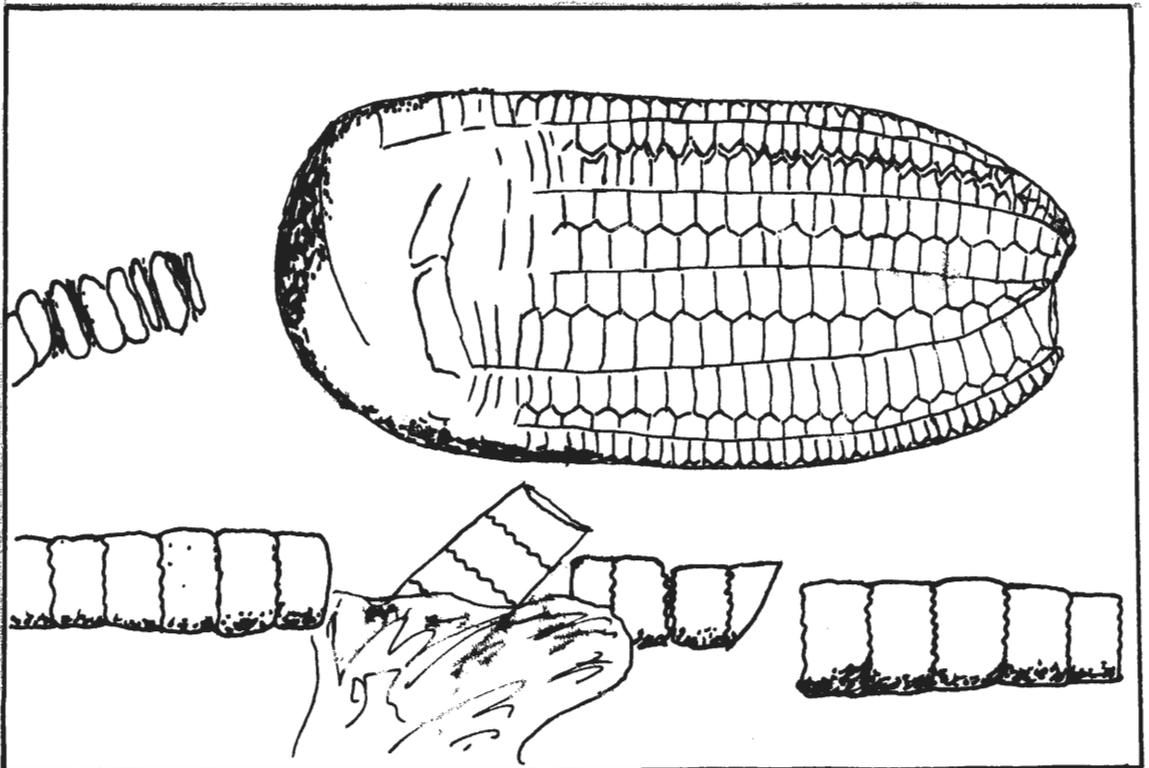


Abb. 10: Bis auf wenige fehlende Armossikel vollständige Krone mit ansitzendem Stielabschnitt. Dieser unterscheidet sich in der Form seiner Glieder deutlich von dem im Vordergrund liegenden distalen Stielteil. Zwei Trochiten weisen Bruchflächen auf, die wahrscheinlich Spaltflächen des trigonalen Kalkspatgitters entsprechen.

Zuweilen scheint das Fehlen der Armspitzen jedoch nicht auf eine schrittweise Disartikulation, sondern auf ein plötzliches Abtrennen hinzuweisen, nämlich in den Fällen, in denen die Arme wie durch einen Schnitt gleichmäßig verkürzt wurden. Eine ähnliche Beobachtung beschreibt O. LINCK (1954) an einem *Encrinus*-Fund aus Süddeutschland (Aufschluß Württemberg Portland-Cement-Werk bei Neckarwestheim) als scheinbar mit einer Schere glatt abgeschnittene Arme. Er konnte in seiner Arbeit nachweisen, daß der Vorgang, der die Abtrennung bewirkt hat, zu Lebzeiten der Seelilien zu suchen ist, da die fehlenden Distalglieder wegge-

schwemmt wurden. Beispiele dafür wären Autotomie, Fischfraß o.a.. Im Fall der Bad Driburger Seelilienplatte läßt sich leider nicht mehr feststellen, ob sich die abgetrennten Armoskikel eventuell in dem hangenden Tonmergel befanden. Da sie sehr klein sind, hätte der Tonmergel nach der Bergung geschlämmt werden müssen. Diese wissenschaftliche Fragestellung konnte damals jedoch noch nicht abgesehen werden.

Eventuell ist die Ursache der Abtrennung an einer bestimmten Stelle aber auch in Bruchvorgängen zu suchen. Es könnte sich beispielsweise um eine morphologisch bedingte Schwachstelle im Skelettbau von *Encrinus* handeln, da die „Schnitte“ auffällig häufig im Bereich der Tertibrachialia liegen. H. HAGDORN (1982) bezeichnet diese Zone bei der ähnlichen Art *Chelocrinus schlotheimi* als schlanke Taille, die die ganze Krone umgibt und führt sie auf starkes transverses Wachstum der Brachialia (Armglieder) zurück.

Eine weitere wichtige Beobachtung zur Erhaltung der *Encrinus*-Kronen ist ihre stets geschlossene Armstellung. Lebende Seelilien öffnen die Kronen, um mit den Fiederfädchen der Arme Schwebstoffe einzufangen. Das „Schließen“ der Kronen erfolgt reflektorisch aufgrund äußerer Reize, z.B. durch Eintrübung des Wassers. Vor Eintreten des Todes haben die Tiere also auf eine Änderung ihres Milieus reagieren können.

Neben den oben beschriebenen Disartikulationen zeigen die *Encrinus*-Kronen Verwitterungserscheinungen. In diesem Zusammenhang sind einige wenige Kronen zu nennen, die auf der der Muschelkalkplatte zugewandten Seite eine vollständige Erhaltung aufweisen, auf der abgewandten Seite jedoch starke Zerfallerscheinungen zeigen. Eine ähnliche Beobachtung ist bereits von JAECKEL (1894) beschrieben worden und wird von ihm mit der Schutzwirkung des Sedimentes erklärt: das umgebende Sediment verhindert weitgehend den Austausch mit dem aggressiven Meerwasser.

Im Gegensatz zu den *Encrinus*-Kronen sind die Stielglieder verhältnismäßig verwitterungsrestitent. Allenfalls ist in wenigen Fällen eine etwas aufgeraute Oberfläche zu beobachten.

In den meisten Fällen sind die Stielglieder aufgrund des Verlustes der organisch beschaffenen Ligamente an den Gelenkstellen disloziert worden und liegen einzeln als Ossikel (Einkristalle) vor. Zuweilen sind jedoch schräg durch einen Trochiten vorhandene Bruchspuren erkennbar, die Spaltflächen des trigonalen Kalkspatgitters entsprechen (siehe Abb. 10). Zwar sind sämtliche Kalzitkristalle mit ihrer c-Achse parallel zur vertikalen Körperachse angeordnet; nach NISSEN (1963) können jedoch die zwei weiteren Kristallachsen verschieden orientiert sein; die Lage der entstehenden Spaltflächen hängt also von der Orientierung aller drei Gitterachsen ab.

Nichts mit destruktiven postmortalen Prozessen haben die relativ häufig auf der Bad Driburger Crinoidenplatte vorkommenden kuppeligen Abrundungen einzelner Trochiten zu tun. Diese sind pathologisch bedingt und werden im Kapitel „Stiele“ ausführlicher besprochen.

3.3.4. Einregelung

Die auf der gesamten Muschelkalkplatte verteilten Crinoidenkronen und -stiele sind deutlich eingeregelt. Für die fazielle Rekonstruktion des Lebensraumes ist die quantitative Erfassung dieses zunächst rein optischen Eindrucks notwendig; dazu wurden möglichst viele Kronen und Stiele eingemessen.

Das unterschiedliche strömungsdynamische Verhalten von Kronen und Stielen muß bei der Messung berücksichtigt werden: die Lage der Crinoidenkronen kann von dorsal (Basalgrube) nach ventral (Kelchbasis) oder umgekehrt angegeben werden, da Kelch und Arme einer Strömung unterschiedlich starken Widerstand leisten. In einer Strömung wirkt der breite, schwere Kelch ankernd und richtet sich gegen sie (Abb. 11).

Ein eventuell noch ansitzender Stielabschnitt würde bei einer starken Strömung umbiegen. Eine entsprechende Beobachtung ist jedoch bei keiner der mit Stiel erhaltenen Kronen gemacht worden. Bei geringen Strömungsgeschwindigkeiten ist seine Angriffsfläche zu klein, um den Stiel umzubiegen.

Die Lage der Bad Driburger Crinoidenkronen wurde von dorsal nach ventral vermessen und in ein Koordinatensystem mit vier Quadranten eingetragen. In die Auswertung gingen 342 *Encrinus*-Kronen ein; das sind 86,4% der Gesamtzahl. Bei den übrigen 54 Exemplaren war entweder die Erhaltung zu schlecht, oder sie waren so stark verdeckt, daß sich keine Richtung messen ließ.

Bei den Stielen ist es nicht nötig, zwischen distal und proximal zu unterscheiden, da sich beide Enden strömungsdynamisch gleich verhalten. (Dennoch wäre es interessant zu wissen, ob die Proximal- bzw. Distalenden signifikant häufig in eine Richtung weisen. Leider reichen für eine solche Auswertung die oftmals nur kurzen Stielabschnitte nicht aus). Es wurden also die Komplementärrichtungen zusammengefaßt, so daß die Meßwerte zwischen 0 und 180° liegen. Zur Auswertung gelangten 421 Stielabschnitte; Voraussetzung zur genauen Richtungsbestimmung war hier eine Mindestlänge von 5 cm.

Die Abb. 12 zeigt das Einregelungsverhalten der *Encrinus*-Kronen. Wegen ihrer häufig unterschiedlichen Orientierung in den Hoch- und Tieflagen wurde eine zusätzliche Aufschlüsselung der Meßwerte vorgenommen. Dadurch wird der subjektive Eindruck bestätigt, daß inner- und außerhalb der Vertiefung (Längsachse: NNW-SSE) verschiedene Richtungen bevorzugt wurden.

So sind in den Bereichen westlich und östlich der Fließrinne vielfach Richtungen gemessen worden, die innerhalb der Fließrinne nur selten anzutreffen sind (ESE, SW) und umgekehrt (NNW).

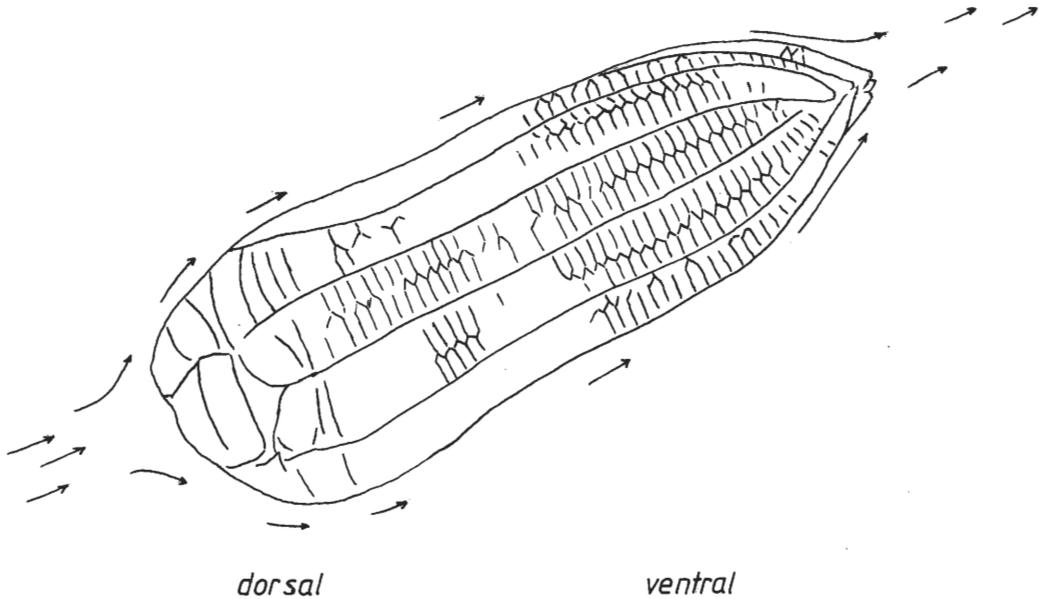
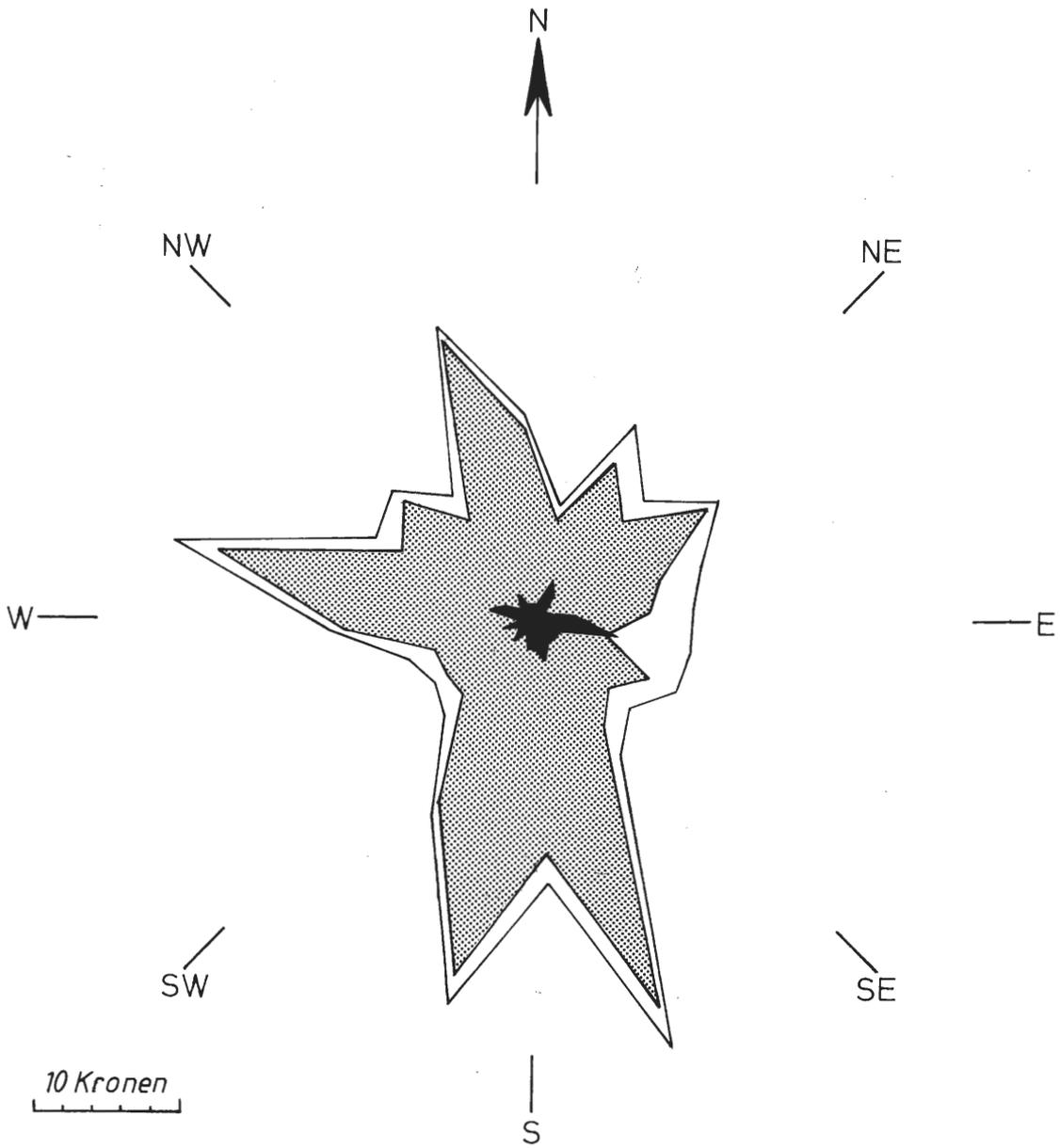


Abb. 11: Einregelungsverhalten einer *Encrinus*-Krone in einer gerichteten Strömung. Der breite Kelch wirkt ankernd und richtet sich gegen die Strömung.

Insgesamt sind die Kronen deutlich nach zwei Vorzugsrichtungen orientiert. Das Hauptmaximum (Richtung SSE) mit seinem kleineren Gegenmaximum (Richtung NNW) stimmt mit der Längsrichtung des vertieften Bereiches überein. Zahlreiche weitere Exemplare sind nach SSW gerichtet; das ist zwar nicht mehr exakt parallel zum Rinnenverlauf, ergibt aber immer noch eine gute Anpassung. Im Gegensatz dazu liegt die zweite Vorzugsrichtung (WNW) fast senkrecht zur Längserstreckung der Senke. Ein ganz ähnliches Einregelungsbild ergibt sich bei der Darstellung der Stielorientierungen (Abb. 13). Die Maxima liegen auch hier erstens wieder bei Richtungswerten, die eindeutig mit der Längserstreckung der Vertiefung zu korrelieren sind (SE bzw. NW bis SSE bzw. NNW) und zweitens quer hierzu (ESE bzw. WNW).

Zusammenfassend sind also innerhalb des grob als polymodal zu bezeichnenden Einregelungsbildes zwei Hauptorientierungen erkennbar: eine in Richtung der Rinne, die andere fast senkrecht dazu. Bei der Interpretation dieser Beobachtungen (siehe Kapitel Faziesmodell und Fossilisationsverhältnisse) muß berücksichtigt werden, daß Individuen an exponierten Stellen – wie sie beispielsweise die „Untiefen“-Bereiche darstellen – eventuell vorhandenen gerichteten Strömungen stärker ausgesetzt waren als in eine Fließrinne eingespülte Tiere, denn bei quer zur Rinne verlaufenden Wasserströmungen käme es an den Rändern zu Turbulenzen, die Einfluß auf das Einregelungsverhalten hätten (Abb. 14).

Da die Maxima stets ein entsprechendes Gegenmaximum zeigen, kann bei keinem der beiden Einregelungsmechanismen mit Sicherheit angegeben werden, aus welcher Richtung die Strömung kam.



-  342 Kronen der Gesamtplatte
-  295 Kronen in der Fließrinne
-  47 Kronen außerhalb der Fließrinne

Abb. 12: Einregelung der Seelilienkronen. Die Gliederung der an den insgesamt 342 ausgemessenen Kronen in Abhängigkeit von der Morphologie ergibt unterschiedliche Einregelungsverhältnisse in der Fließrinne (Längsachse NNW-SSE) und den angrenzenden Bereichen.

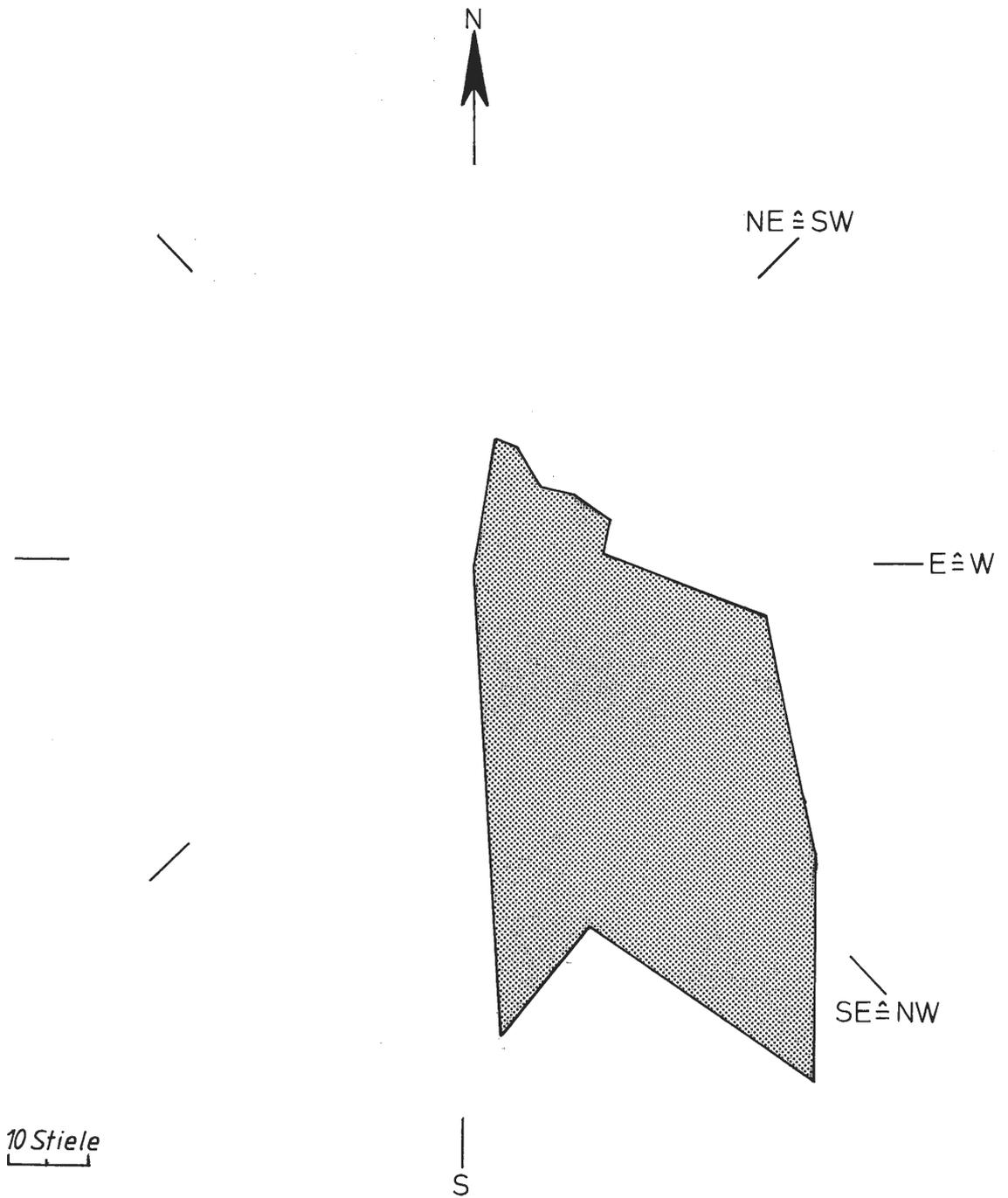


Abb. 13: Einregelung der Seelilienstiele. Durch die Zusammenfassung der Komplementärrichtungen (Erläuterungen im Text) ist die Darstellung auf den Halbkreis bezogen. Dem Einregelungsbild liegen 421 Stielabschnitte über 5 cm Länge zugrunde.

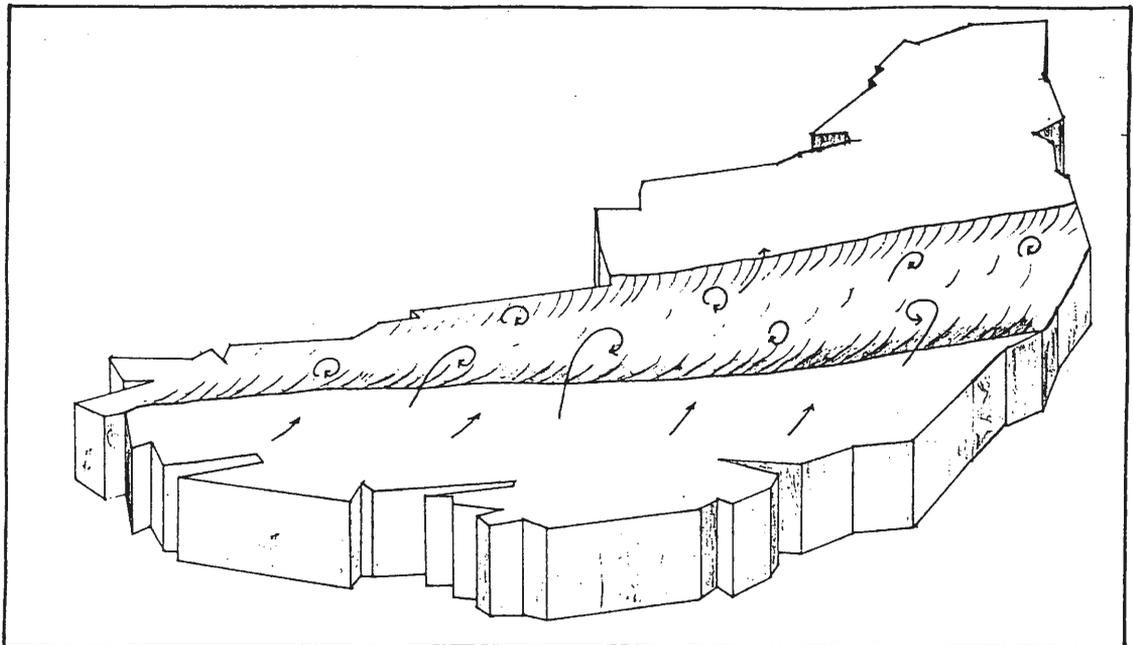
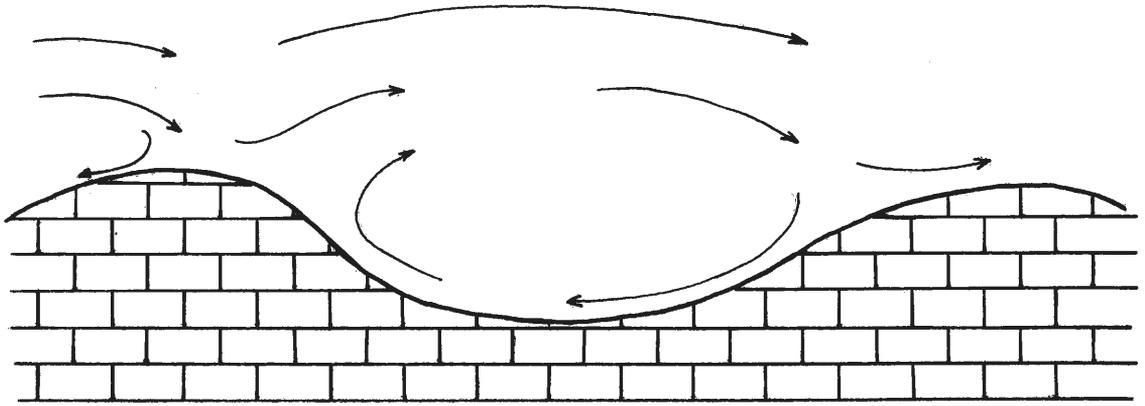


Abb. 14: Entstehung von Turbulenzen bei gerichteten Strömungen quer zu einer Fließrinne (oben Profil, unten Aufsicht auf die Cinoidenplatte).

4. *Encrinus liliiformis* LAMARCK

4.1. Diagnose

Systematik und Diagnose nach A. H. MÜLLER (1978):

Stamm	Echinodermata KLEIN 1734
Klasse	Crinoidea MILLER 1821
Ordnung	Isocrinida SIEVERTS-DORECK 1953
Familie	Encrinidae ROEMER 1851
Gattung	<i>Encrinus</i> SCHULZE 1760

Theka niedrig, schüsselförmig, mit dizyklischer Basis. Die fünf sehr kleinen Infrabasalia bilden einen spitzen, unter dem Stielansatz verborgenen fünfstrahligen Stern. Über den großen Basalia folgt ein aus fünf tra-

pezförmigen Radialia bestehender Plattenkranz. Stiel i.a. rund und ohne Zirren. Befestigung des Stiels meist mit unregelmäßig verdickter Haftscheibe.

Vorkommen: Trias.

Art

Encrinus liliiformis LAM. 1816

Zehn proximal universale, distal biseriale Arme. Der Stiel besteht vor allem im unteren Stielabschnitt aus trommelförmigen, am Rande gezähnt ineinandergreifenden Gliedern. Glieder proximal niedrig, abwechselnd breit und schmal.

Vorkommen: Oberer Muschelkalk; Einzelteile, insbesondere die Stielglieder im Oberen Muschelkalk (Trochitenkalk) oft schichtweise gesteinsbildend.

4.2. Detailuntersuchungen

4.2.1. Kronen

Beobachtungen zur Morphologie von *Encrinus* konnten insbesondere an den zahlreich vorhandenen Kronen durchgeführt werden. Sie bestehen aus einem Kelch, der die Eingeweide umschließt und aus zehn Armen, die praktisch Fortsetzungen der Ambulakralfurchen als Teile des Wassergefäßsystems sind. Die Verbindung der Armossikel untereinander erfolgt bei *Encrinus* durch Ligamente, die an Rippen und Furchen der Gelenkflächen inserieren. Diese zur Unbeweglichkeit gegeneinander führende Gelenkung nennt sich Syzygie.

Die wichtigsten makroskopisch erkennbaren Merkmale (Abb. 15) wurden an den 27 vollständig erhaltenen Kronen vermessen (vgl. Abb. 20 im Anhang):

1. Gesamtlänge von der Basalgrube bis zu den Armspitzen,
2. Radialbreite an der längsten Trapezseite,
3. Armzweiglänge von der ersten Primibrachiale bis zur Spitze,
4. Armgliederzahl,
5. Durchmesser des Kelches in Höhe der ersten Primibrachiale.

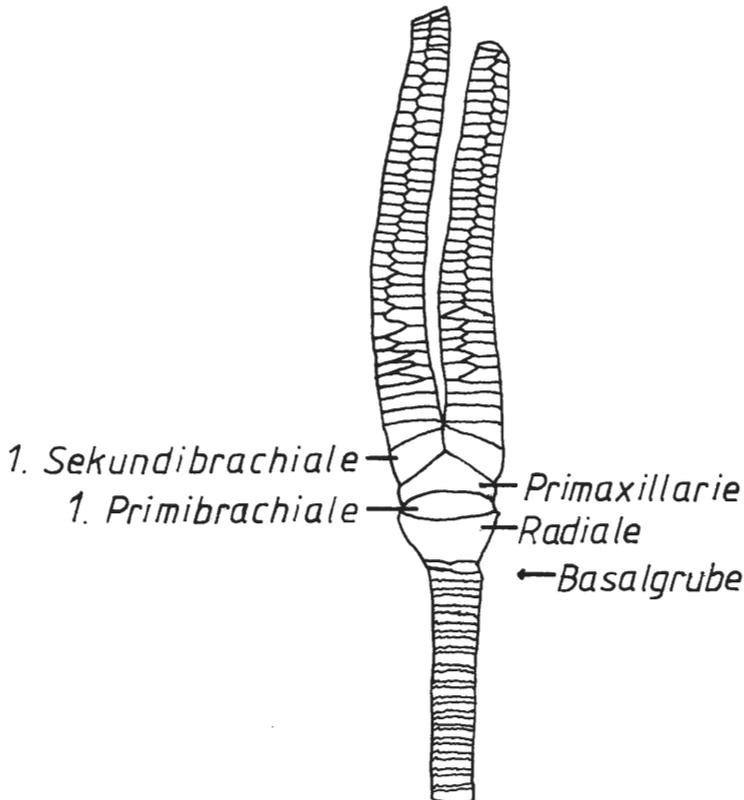


Abb. 15: Aufbau und Nomenklatur der *Encrinus liliiformis*-Krone.

Die Meßwerte sind in den Tabellen 2 und 3 (s. Anhang) aufgeführt.

Das Ziel der Untersuchungen ist es, die morphologischen Veränderungen während der Ontogenese von *Encrinus* zu erfassen. Das ist insbesondere deshalb von Interesse, als daß darüber bisher kaum Erkenntnisse an fossilen Seelilien gewonnen werden konnten. Es bietet sich daher an, mit der gut erhaltenen Bad Driburger Population die Ergebnisse der entsprechenden Untersuchungen von O. LINCK (1954) an *Encrinus liliiformis* und von H. HAGDORN (1980 a,b) an *Chelocrinus schlotheimi* zu verifizieren oder gegebenenfalls zu modifizieren.

Die Untersuchungen beschränken sich hier auf mehr oder weniger noch im Wachstum begriffene Crinoiden, jedoch fehlen – wie noch auszuführen ist – ausgesprochene Jungtiere. (Juvenile Seelilien sind an ihren im Vergleich mit adulten völlig unterschiedlichen Körperproportionen zu erkennen: sie haben eine noch wenig entwickelte Calyx (Kelch) und relativ zur Kronenlänge sehr lange Arme wie Rezentuntersuchungen von A. KAESTNER (1957) ergaben).

Auch O. LINCK (1954) machte seine Beobachtungen an adulten bis fast adulten Tieren der Art *Encrinus liliiformis* LAM. Er setzte die Größe der Kronen, genauer die Breite ihrer Radialia und die Zahl ihrer Armglieder ins Verhältnis zum Alter. Da die Bildung neuer Armplatten ein wichtiger Wachstumsvorgang ist, ist der Zusammenhang mit dem Alter evident: je mehr Glieder die Arme aufbauen, desto weiter ist das Tier in seinem Wachstum fortgeschritten (Armgliederzahl und -zweiglänge stehen in linearer Beziehung zueinander).

Die Korrelation zwischen der Armzweiglänge und der Radialbreite ist jedoch – zumindest am Bad Driburger Material – mäßig. Der niedrige Korrelationskoeffizient von +0,619 weist auf starke Streuung hin. In der Koordinatendarstellung wird dennoch eine gewisse Tendenz sichtbar, und zwar scheinen die Radialbreite und die Armlänge bis zu einer gewissen Größe der Seelilie gleichmäßig zuzunehmen (Abb. 16).

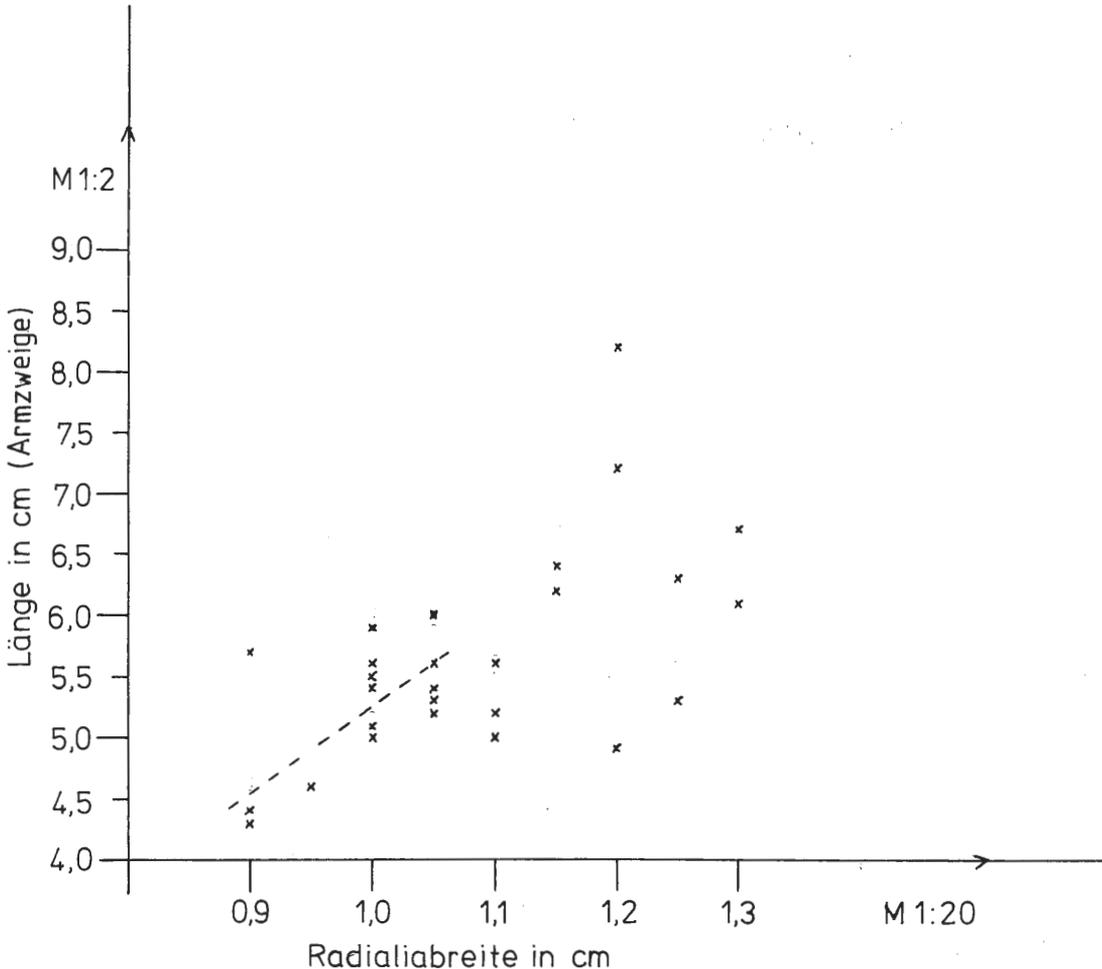


Abb. 16: Korrelation zwischen Armzweiglänge und Radialbreite an 27 *Encrinus*-Kronen. Mit zunehmender Größe der Kronen wird die Beziehung der beiden Parameter zueinander undeutlicher.

Danach streuen die Meßwerte so stark, daß es nicht einmal mehr möglich ist, zu entscheiden, ob nun die Radialia langsamer wachsen oder ob die Bildung neuer Armplatten verzögert wird. Offenbar sind also die LINCK'schen Überlegungen bis zu einem gewissen Ontogenesestadium von *Encrinus* zu bestätigen. Ältere Tiere (Armlänge über 5,5 cm) sind jedoch untereinander auf diese Art und Weise nicht mehr vergleichbar. H. HAGDORN (1980 a,b) stellte an einem umfangreichen *Chelocrinus schlotheimi*-Fund andere Überlegungen in den Vordergrund. Er fand eine Änderung der Arm- und Kelchanteile an der Gesamtkrone dahingehend, daß der Kelch mit fortschreitendem Wachstum immer weniger Anteil an der Gesamtlänge der Krone hat.

Ähnliche Verhältnisse liegen offensichtlich auch bei *Encrinus* vor. Es ist jedoch nicht so, daß der Armanteil allein von der Größe der Krone abhängig wäre (vgl. Tab. 2, Anhang), sondern daß komplexere ontogenetische Prozesse zu dieser Änderung der Verhältnisse führen. In diesem Zusammenhang ist es beispielsweise auffällig, daß gleiche Radialabreiten bei verschiedenen Tieren zu unterschiedlichen Kelchdurchmessern führen (siehe Tab. 3, gekennzeichnete Individuen). Das bedeutet, daß die Thekalplatten mehr oder weniger steil gegen die Dorsoventralachse geneigt sein müssen. Wie das Beispiel in Abb. 17 zeigt, ändert sich dadurch der prozentuale Anteil der Armlänge an der Gesamtkronenlänge.

Die Tendenz besteht in einer während des Wachstums zunehmenden Versteilung der Thekalplatten gegen die Körperlängsachse des Tieres (d.h. der Kelch wird flacher und sein Anteil an der Gesamtkrone nimmt ab), denn innerhalb einer Tiergruppe mit gleich breiten Radialia steigt mit Zunahme des Durchmessers der Arman- teil.

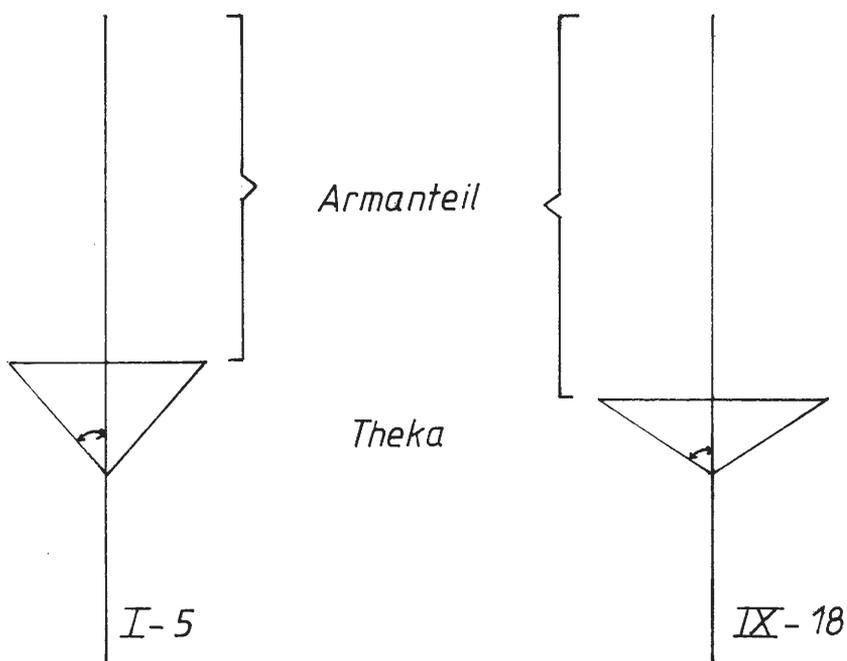


Abb. 17: Änderung des Armanteils an der Gesamtkronenlänge in Abhängigkeit von der Versteilung der Thekalplatten gegen die Dorsoventralachse am Beispiel zweier *Encrinus*-Kronen.

Anhand der *Encrinus*-Kronen der Bad Driburger Crinoidenfauna lassen sich also drei Aussagen zur Ontogenese zusammenfassen:

1. *Encrinus* wächst durch Einschieben neuer Armplatten in die Länge,
2. die Radialia verbreitern sich durch transverses Wachstum, und
3. sie ordnen sich steiler zur Dorsoventralachse an.

Da sich die Vorgänge zeitlich überlagern, bleibt es auch mit diesen Erkenntnissen schwierig, die Individuen altersmäßig einzuschätzen. Aufgrund der relativ großen Meßwertschwankungen und der insgesamt im Vergleich mit anderen *Encrinus*-Funden mittelgroßen Population muß davon ausgegangen werden, daß sich keine oder höchstens sehr wenige ausgewachsene Tiere auf der Bad Driburger Muschelkalk-Platte befinden.

Die Fortpflanzung und Ontogenese von Seelilien ist generell sehr unzureichend bekannt. Der heutige Kenntnisstand geht hauptsächlich auf Rezentuntersuchungen an Comatuliden (rezente Haarsterne) durch A. KAESTNER (1957) zurück.

Demnach erfolgt die Fortpflanzung von Crinoiden geschlechtlich. Wahrscheinlich werden die Eier bei der Gattung *Encrinus* nach ihrer Reifung innerhalb der Ovarialkapseln in den Pinnulae (ventral den Armen anhängenden Fiederfädchen) abgelegt; möglicherweise werden sie aber auch ins Wasser entlassen. Nach der Befruchtung schlüpft eine bilateralsymmetrische Dipleurolarve, die sich mit Hilfe von Wimpernringen schwimmend fortbewegen kann. In diesem Stadium lebt die Larve ausschließlich von ihrem Dottervorrat und beginnt bereits mit der Skelettanlage, die erst für die nächste Entwicklungsperiode von Bedeutung ist. Das nächste Stadium besteht im Festsetzen auf einem geeigneten harten Substrat und der Metamorphose von der Larve zum eigentlichen Seelilien-Stadium. Sie geht i.w. mit der Reduktion der Schwimmlarvenorgane und der Änderung der Symmetrieverhältnisse (bilateral nach pentamer) einher. Im letzten Stadium (Seelilien-Stadium) entwickelt sich zunächst besonders schnell ein leistungsfähiger Fangapparat durch Verlängerung der Arme. Parallel dazu erfolgen Größenwachstum, die Entwicklung der inneren Organe, des Nervensystems und der Genitalanlage.

4.2.2. Stiele

Im Gegensatz zu den *Encrinus liliiformis*-Kronen ist das Wachstum der Stiele recht gut bekannt (siehe H. ALDINGER, 1928). Ferner hat O. LINCK (1954) gezeigt, daß das Verhältnis des proximalen Stielabschnittes (erkennbar am Wechsel stark hervortretender Nodalialia und zurückspringender Internodalialia) zum distalen (erkennbar an Trochiten konstanter Höhe und Durchmessers) altersabhängig ist.

Das Längenwachstum wird von den breiten Nodalialia im proximalen Stielabschnitt gesteuert. Hier ist der Stiel erheblich flexibler als distal, da die Trochiten nahe der Wurzel durch ineinandergreifende Rippen (Crenellen) gegeneinander relativ unbeweglich werden.

Ähnlich genaue Vermessungen wie bei den Kronen wurden hier jedoch nicht durchgeführt, da wegen des Verlustes zahlreicher Stielglieder z. T. große Lücken entstanden sind und bei den Präparationsarbeiten ganze Stielteile rekonstruiert wurden. Das bedeutet, daß in vielen Fällen nicht von der ursprünglichen Reihenfolge der Trochiten ausgegangen werden kann und daher ontogenetische Untersuchungen entfallen müssen. An den vorhandenen unzähligen Stielresten sind jedoch zwei wichtige morphologische Besonderheiten beobachtet worden; dabei handelt es sich um

- abgerundete Stielglieder und
- pathologische, zystenartige Stielverdickungen.

Abgerundete Stielglieder (Taf. 3, Fig. 1, 2):

In einigen wenigen Fällen kann beobachtet werden, daß von der Haftung losgelöste Stiele am letzten Glied keine glatte Trennfläche, sondern einen gerundeten Abschluß zeigen.

Die Formen der Rundungen sind unterschiedlich und hängen von der Lage der Bruchfläche zur Körperachse ab. Nach O. LINCK (1954), der an der Neckarwestheimer *Encrinus*-Population ähnliche Beobachtungen beschrieben hat, handelt es sich um neugebildetes Gewebe (Kallus), das dem Verschuß des Zentralkanal als Nahrungsmitteltransportweg dient. Darüber hinaus steht der Achsialkanal mit dem zentralen Organ des dorsalen Nervensystems in Verbindung.

Da diese Gewebeabscheidung als ein regelrechter Regenerationsprozeß aufgefaßt werden kann, ist es wahrscheinlich, daß *Encrinus* nach seiner Abtrennung von der Haftscheibe durchaus weiterleben konnte. Offensichtlich besteht jedoch nicht die Möglichkeit, durch Gewebeneubildung wieder eine „Wurzel“ zu bilden, so daß die Tiere zur pseudoplanktonischen Lebensweise gezwungen waren. Wie lange sie in diesem Stadium überleben konnten ist nicht bekannt. Zumindest müssen sie jedoch so lange weitergelebt haben, bis die Regeneration abgeschlossen war, woraufhin sie wahrscheinlich recht gute Überlebenschancen hatten; andernfalls gäbe eine Regeneration keinen Sinn.

Pathologische, zystenartige Stielverdickungen

In drei Fällen wurden an distalen Stielpartien von *Encrinus* Deformationen beobachtet, die in ähnlicher Form bereits von L. VON GRAFF (1900) und E. FRAAS (1898) untersucht worden sind.

Bei den Bad Driburger Crinoiden sind jeweils vier bis sechs Stielglieder angeschwollen, so daß eine birnenförmige Zyste entstanden ist. Die gezähnelten Konturen zwischen den Trochiten sind dort mehr oder weniger verwischt. In einem Fall weisen die Stielglieder im verdickten Bereich vier rosettenförmig angeordnete ovale „Löcher“ auf (Taf. 3, Fig. 3). Dabei könnte es sich um Anbohrungen durch parasitäre Organismen handeln. Leider war es nicht möglich, diese Theorie weiterzuverfolgen, da hierzu das entsprechende Stielstück hätte entfernt und im Anschnitt untersucht werden müssen. Dabei wäre jedoch die zur Ausstellung vorgesehene Crinoidenplatte wahrscheinlich stark beschädigt worden. Bei schmarotzenden Parasiten wäre zu erwarten gewesen, daß sich die Anbohrungen bis zum nahrungsmitteltransportierenden Zentralkanal verfolgen ließen, während bei Kommensalen durchaus blind endende Gänge (evt. Wohnbauten) denkbar wären.

Fossil- und Rezentuntersuchungen durch oben genannte Autoren haben ergeben, daß es sich in den meisten Fällen um sowohl ecto- als auch endoparasitisch lebende Organismen der Klasse Myzostomida handelt: „... die Myzostomiden sind zumeist kreisrunde Scheiben von 0,5 mm bis 1 mm Durchmesser, von zarter, wei-

cher Konsistenz, mit fünf Paar Fußstummeln und vier Paar Saugnäpfen auf der Bauchseite, mit Mund, After und einem baumförmig verzweigten Darmkanal, mit zumeist zwitterigen Geschlechtsorganen und einer ventralen Ganglienmasse, von deren Vorderende ein den Schlund umgreifender Nervenring abgeht. Der bilateral-symmetrische Körper ist äußerlich nicht segmentiert und hat nur Spuren von muskulösen Septen im Inneren ...“ (L. VON GRAFF, 1900).

Die systematische Stellung dieser als hoch spezialisiert geltenden Tiere ist noch unsicher, erfolgt jedoch meist als Zuordnung zur 2. Klasse (Myzostomida) innerhalb des Stammes der Annelida. Von MOORE, R. C. (1967) werden sie jedoch systematisch niedriger angeordnet, nämlich unter die Polychaeten-Klasse des Annelida-Stammes.

4.2.3. Haftorgane

Weniger zahlreich als Kronen und Stiele – dennoch in relativ großer Häufigkeit – sind die 19 Haftorgane von *Encrinus* auf der Bad Driburger Muschelkalkplatte erhalten geblieben (vgl. Abb. 20 im Anhang). Sie dienen der Befestigung des Stiels, denn *Encrinus* gehört zu den – zumindest primär – sessil-benthonisch lebenden Seelilienarten. Die Haftung erfolgt durch plattenförmig abgeschiedenes Gewebe auf oder an harten Substraten wie beispielsweise Austernschalen, Stielen von Artgenossen, verfestigten Sedimentoberflächen usw. Nach der Form lassen sich drei Grundtypen unterscheiden:

1. Der substratabformende Typ mit
 - a) glatter Ansatzfläche (discoider Typ)
 - b) skulpturierter Ansatzfläche
2. Der inkrustrierende Typ

1a: Der discoide Typ (Taf. 2, Fig. 1a, 2a, 3a)

Dieser Typ ist wohl das klassische Haftorgan von *Encrinus* wie es in vielen Lehrbüchern dargestellt wird. Es ist gleichzeitig die einzige Form, die als Haftscheibe bezeichnet werden kann. Wie ein Saugpfropfen sitzt sie einer horizontalen Substratfläche oder dem verfestigten Sediment direkt auf (Fig. 1a). Der Stiel geht mehr oder weniger senkrecht zur Anheftungsfläche aus dem Wurzelbereich hervor.

1b: Der substratabformende Typ mit skulpturierter Ansatzfläche (Taf. 2, Fig. 4, 5, 6)

Hierbei handelt es sich um Haftorgane, die eine Skulpturierung aufweisen. Das jeweils zum Anheften gewählte Substrat wurde regelrecht umflossen, damit die Seelilie an ihm Halt finden konnte. Fig. 4 zeigt deutlich, daß dafür nicht nur horizontale Substratflächen, sondern auch fast senkrechte in Betracht kamen, an denen sich *Encrinus* dann seitlich festsetzte.

Da gestielte Crinoiden – genau wie Pflanzen – bestrebt sind, ihren Körper nach oben zu richten, muß beim Wachstum des Stieles eine entsprechende Krümmung erfolgen. Diese wird durch unterschiedliche Wachstumsgeschwindigkeiten an Bogeninnen- und -außenseiten der Trochiten erreicht (Taf. 2, Fig. 3a,b). Die erforderliche Krümmung beginnt zuweilen bereits im Wurzelbereich.

2. Der inkrustrierende Typ

Dieser Typ ist relativ schwer erkennbar, da es sich um strukturlose Kalkgebilde handelt, aus dem unterschiedlich viele *Encrinus*-Stiele hervorgehen.

O. LINCK (1964), A. H. MÜLLER (1978) und H. HAGDORN (1978) wählten die Bezeichnung „inkrustrierend“, weil sich die Haftbereiche mehrerer Individuen gegenseitig derartig umkrusten, daß sie morphologisch in dem „Wurzelballen“ (O. LINCK, 1964) nicht mehr einzeln getrennt werden können.

Das Vorkommen der drei beschriebenden Haftorgantypen von *Encrinus* auf der Bad Driburger Muschelkalkplatte setzt sich folgendermaßen zusammen:

- 3 discoide,
- 14 skulpturierte und
- 2 inkrustrierende Haftorgane (hier gehen in einem Fall mindestens zwei, im anderen mindestens drei Stiele aus den verkrusteten Partien hervor).

Bis auf zwei Ausnahmen sind sämtliche „Wurzeln“ von ihren Substraten gelöst worden.

4.3. Ökologie und Lebensweise

Aufgrund von Rezentbeobachtungen sowie funktionsmorphologischer, fazieller und lithologischer Deutungen fossilen Materials ist *Encrinus* ausschließlich auf stenohalines, klares Meerwasser beschränkt. Wichtig sind weiterhin ein hoher Sauerstoffgehalt und ein großes Angebot an suspensionsreicher Nahrung.

Gestielte Crinoiden sind generell Stillwasserbewohner (A. KAESTNER, 1957). Bis etwa zum Tertiär lebten ihre fossilen Vertreter ausschließlich in Flachmeerbereichen und siedelten auf festen, meist kalkigen Substraten.

Beim Nahrungsfang werden die Arme trichterartig ausgebreitet, so daß im Wasser treibende und schwimmende Organismen oder Partikel aufgenommen werden können. Bei stärkerer mechanischer Reizung führen Reflexionsbewegungen zum „Einklappen“ der Arme nach innen. Besteht der Reiz jedoch im Sinken des Salz- oder Sauerstoffgehaltes des Wassers, werden die Arme so steif, daß sie oftmals leicht abbrechen. In solchen Fällen (Autotomie) ist die Seelilie jedoch zur Regeneration imstande, wenn sich die Verhältnisse wieder normalisieren.

Zur Fortpflanzung kommt es wahrscheinlich nur einmal im Jahr. Rezentuntersuchungen ergaben, daß hierfür eine ganz bestimmte sehr kurze Zeitspanne (möglicherweise zwei Stunden) in Betracht kommt, in der sämtliche Organismen einer Population gleichzeitig aktiv werden. Außer Parasiten sind keine Feinde von gestielten Crinoiden bekannt, da die Tiere durch ihren hohen Skelettanteil an der Gesamtkörpermasse wenig nahrhaft sind.

5. Diagenese

Ein wichtiger Schritt zur Rekonstruktion der Fossilisationsumstände und Erarbeitung eines Faziesmodells (Kap. „Faziesmodell und Fossilisationsumstände“) ist das Erkennen diagenetischer Gefügemerkmale des Sedimentes, auf dem die Crinoidenpopulation gesiedelt hat. Dazu liefert bei Kalkgesteinen in der Regel die Mikrofaziesanalyse anhand von Dünnschliffen wertvolle Hinweise. Hier soll lediglich kurz auf den wichtigsten Diagenese-prozeß, die Zementation eingegangen werden.

Der wohl bedeutenste diagenetische Prozeß beim Vorhandensein kalzitischer Einkristalle ist die Abscheidung sparitischen Zements in deren optischer Kontinuität:

„... the most obvious diagenetic process in the limestone is the formation of the optically continuous calcite overgrowth on the crinoid fragments ...“ (F. J. LUCIA, 1962: 848-849).

Er äußert sich als typischer syntaxialer Anwachssaum (Taf. 4, Fig. 1). Die Abscheidung von Kalzit zur Zementation erfolgt aus dem CaCO₃-gesättigten Meerwasser.

Weitere Merkmale der Zementation sind drusiger, palisadenförmiger und hundezahnähnlicher Orthosparit. Allen Typen ist gemeinsam, daß sie die diagenetischen Füllungen primärer Hohlräume darstellen. Der drusige Sparit ist meist in bereits teilweise sedimentgefüllten Intrapartikel-Hohlräumen als Sparithaube zu beobachten (Taf. 4, Fig. 2). Häufig bildet er sich auch in einfachen Hohlräumen, z.B. unter konvex gelagerten Schalen und anderen Skelettfragmenten (Regenschirm-Strukturen) (Taf. 4, Fig. 3). Die statistische Auswertung dieser Geopetalstrukturen gibt normalerweise Auskunft über Unten und Oben einer Schicht während der Sedimentation. Im Fall der Bad Driburger Muschelkalkplatte sind jedoch diese „geologischen Wasserwaagen“ offensichtlich nach ihrer Entstehung noch einmal umgelagert worden, da sich kein übereinstimmendes Geopetalgefüge ermitteln läßt (Taf. 4, Fig. 4).

6. Faziesmodell und Fossilisationsumstände

6.1. Der Lebensraum

Die Bad Driburger Crinoidenplatte stellt mit ihrer individuenreichen Taphozönose einen fossilisierten Ausschnitt aus dem Lebensraum von *Encrinus* dar. Darauf weisen vor allem die gute Erhaltung der Seelilien insgesamt und die in situ-Funde von Haftorganen hin.

Innerhalb des Raumes zwischen der strandnahen Trochitenkalk-Fazies und der beckenwärtigen Tonplatten-Fazies (siehe Kapitel „Das östliche Egge-Vorland“) wurden von *Encrinus* nur Bereiche mit ganz bestimmten ökologischen Voraussetzungen besiedelt. Die Auswahl erfolgte bereits durch die Larven: sie benötigten zur Festheftung ein hartes Substrat im Stillwasserbereich. Dafür kamen, auf das Fundstück bezogen, offenbar nur die etwas höheren Bereiche westlich und östlich der Fließrinne in Betracht, da nur dort Haftorgane in situ gefunden wurden.

Das Sediment muß in den besiedelten Bereichen zumindest teilverfestigt gewesen sein, da sich die Crinoidenlarven u. a. auf der Schichtoberfläche direkt festgesetzt haben (Taf. 2, Fig. 1a). Für eine Verfestigung spricht auch das Vorkommen der sessilen Austern, die zur Fixierung ein festes Substrat benötigten. Ob jedoch die Kalksteinplatte im Ganzen als Hartgrund anzusprechen ist, konnte nicht geklärt werden. Dagegen spricht die seelilienbegleitende Muschel *Gervilleia socialis*, die nach McGHEE (1978) flach vergraben im Sediment lebte; sie könnte jedoch auch ein parautochthones oder gar allochthones Element der Taphozönose darstellen. Mit Sicherheit aber kann von einer sehr geringen bis völlig aussetzenden Sedimentationsrate ausgegangen werden, da sich sessil lebende Tiere (Austern, *Encrinus*) einer Verschüttung nicht entziehen können. Haben sich Austern erst einmal festgesetzt, sind sie zudem in der Lage, um sich herum weitere partielle hartgrundähnliche Sedimentkörperverfestigungen hervorzurufen.

Fossile, gestielte Crinoiden sind generell Flachwasserbewohner gewesen (A. KAESTNER, 1957). Erst etwa im Tertiär sind sie in Tiefwasserzonen abgewandert. Es ist darüber hinaus bekannt, daß die Tiere nicht im Wirkungsbereich von Wellen leben konnten, so daß von einem Stillwasserbereich im flachen Subtidal ausgegangen werden muß. Eine kurzfristige Aufwühlung des Meersbodens, beispielsweise durch tief greifende Stürme

(die Sturmwellenbasis liegt erheblich unter der Wellenbasis, siehe auch Abb. 1) kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, da in den Schliffen eine gewisse Einzelklappeneinregelung mit der Wölbung nach oben zu beobachten ist (Taf. 4). Eine derartige, wahrscheinlich in längeren Zeitabständen vorkommende Aufarbeitung führte dann offensichtlich zur Freispülung am Boden liegender Schalen und deren Konzentration in Schill-Lagen.

Bevor ein Faziesmodell des Lebensraumes von *Encrinus* entworfen werden kann, muß noch genauer auf die Unterschiede zwischen der Fließrinne und den angrenzenden Bereichen eingegangen werden.

Wenn die *Encrinus*-Larven offensichtlich die höher gelegenen „Untiefen“-Bereiche bevorzugt haben, so muß bereits vorher das Relief des Meeresbodens ausgeformt gewesen sein. In der rinnenartigen Vertiefung sind lediglich von ihren Substraten losgelöste Haftorgane beobachtet worden. Ferner hatte das Relief eindeutig Einfluß auf die Einregelungsverhältnisse der abgestorbenen Tiere.

Vor der Besiedlung des Raumes durch *Encrinus* hat eine relativ konstante Strömung aus nördlicher oder südlicher Richtung die mechanische Ausformung der Fließrinne bewirkt. Wahrscheinlich dauerte diese Strömung auch zu Lebzeiten der Crinoiden noch an, da der Höhenunterschied von nur 5 cm zwischen den Rändern und dem Rinnentiefsten allein kaum zu einer solch deutlichen Selektion durch die Larven geführt haben dürfte, sondern die Fließbewegung des Wassers ein Festsetzen verhindert haben wird. Aus dieser reliefbedingten Differenzierung folgt die Ansprache der „Untiefen“-Bereiche – auf *Encrinus* bezogen – als eigentlicher Lebensraum, während die Seelilienreste in der rinnenartigen Senke als parautochthon bezeichnet werden müssen. Diese Gliederung trifft auch auf die Austern zu. Mit Sicherheit allochthone Elemente der Taphozönose sind die Ceratiten. Ihr Lebensraum ist das Beckeninhere.

Generell problematisch sind Aussagen zur Besiedlungsdichte des Biotops durch *Encrinus*. Das Verhältnis zwischen Kronen und „Wurzeln“ ist ausgesprochen stark zu Gunsten der Kronen verschoben, so daß es zwei

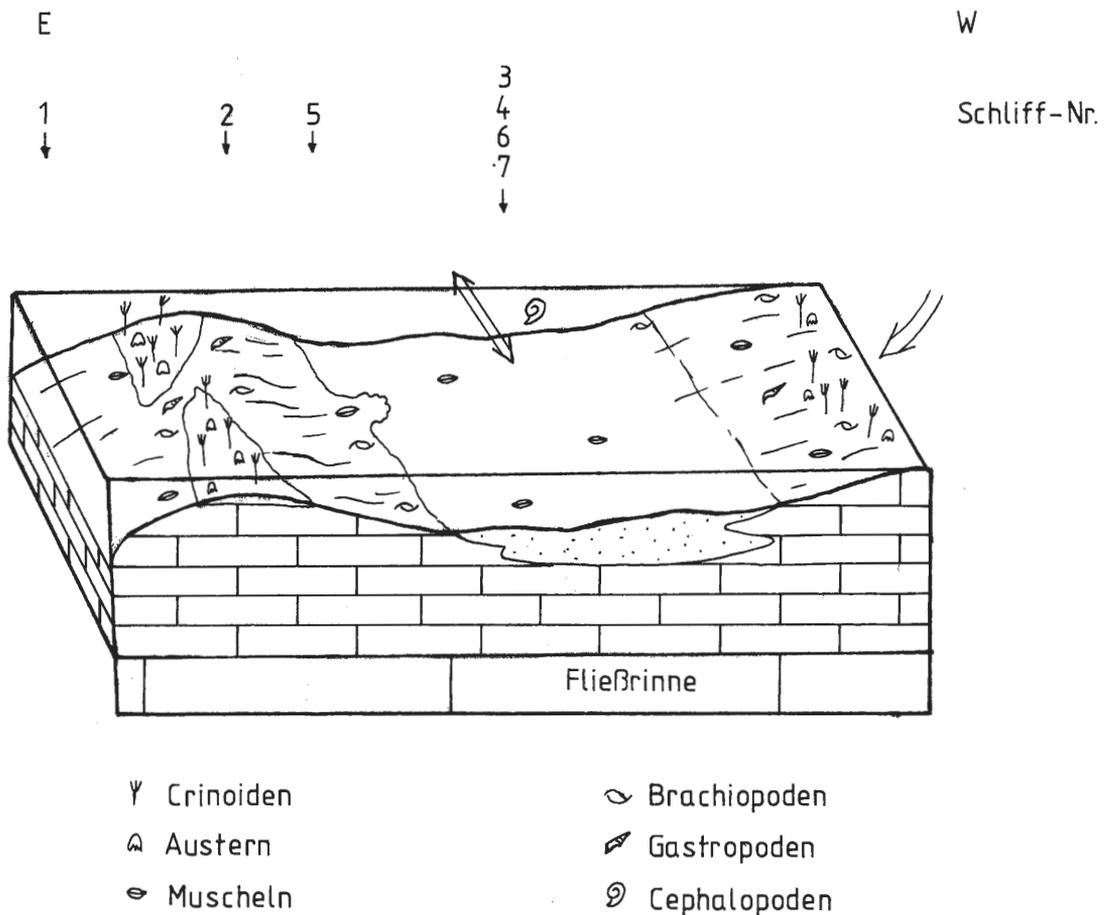


Abb. 18: Faziesmodell für die *Encrinus*-Fundstelle bei Bad Driburg/Siebenstern. Um den Bezug zur Crinoidenplatte herzustellen, sind die morphologischen Bereiche und Schliff-Nummern angegeben worden.

Möglichkeiten gibt: entweder sind zahlreiche Kronen antransportiert oder Haftscheiben verdriftet worden. Wahrscheinlicher ist letzteres, da die Kronen für einen weiteren Transport zu gut erhalten sind; wenn jedoch zahlreiche Haftorgane verdriftet wurden, ist ihre Verankerung am Substrat offensichtlich nicht sehr stabil gewesen. Dafür würde auch sprechen, daß relativ viele Stiele Regenerationserscheinungen zeigen.

Dennoch kann nicht von einer Besiedlung der „Untiefen“-Bereiche durch knapp 400 Individuen ausgegangen werden; in einem so dicht besetzten Raum müßten mehr inkrustierende Haftorgane vorkommen. Eher ist wohl eine lockere Streubesiedlung des Meeresbodens denkbar. In die Fließrinne sind zahlreiche Crinoidenkronen der angrenzenden Bereiche eingespült worden, ohne daß sie von weit her transportiert wurden.

Auffällig ist, daß die Seelilienpopulation nur eine Generation an Tieren aufweist. Es könnte sein, daß adulte Tiere aufgrund ihrer Größe und ihres Gewichtes leichter von ihrer Haftung am Substrat getrennt werden und somit aus ihrem ursprünglichen Siedlungsbereich verdriftet werden. Eine andere Vermutung wäre, daß ein aus seiner Elternpopulation zu einer ganz bestimmten Zeit freigesetzter Larvenschwarm verdriftet wurde und sich im Bereich des heute als Crinoidenplatte überlieferten Teil des Meeresbodens festsetzte.

Zusammenfassend kann auf ein Biotop in einem lebensfreundlichen Milieu geschlossen werden. Das bedeutet niedrig energetisches, stenohalines Wasser, ausreichende Durchlichtung, stabile pH- und Temperaturverhältnisse sowie ein suspensionsreiches Nahrungsangebot. Es könnte sich um eine ruhige, flach subtidale Zone eines küstenfernen Schelfgebietes gehandelt haben. Gleichzeitig müssen die Ökofaktoren in ihrer Ausprägung zueinander spezifizierend auf die Faunenvergesellschaftung gewirkt haben: es kam nicht zur Ausbildung einer gattungs- und artenreichen Faunengesellschaft, sondern zu einer gering diversen Fauna mit dem deutlichen Überwiegen einer Art.

Unter Berücksichtigung aller genannten Argumente wird das Modell in Abb. 18 über den Lebensraum von *Encrinus* erstellt.

6.2. Veränderung der Verhältnisse

Das offensichtlich für *Encrinus* günstige Ineinandergreifen der Ökofaktoren in diesem Teil des Muschelkalkmeeres wurde noch zu Lebzeiten der Population empfindlich gestört.

Die zum Tode der Seelilien führenden Änderungen der Umweltverhältnisse müssen in der Zusammensetzung des Meerwassers gesucht werden, denn die gute Erhaltung der Skelettreste gibt weder einen Hinweis auf mechanische Verletzungen noch auf weite Transporte, so daß auch eine starke Zunahme der Wasserenergie ausgeschlossen werden kann. Wahrscheinlich ist der Tod vieler Tiere mehr oder weniger gleichzeitig und damit plötzlich eingetreten; das fordert der Erhaltungszustand, der keine große zeitliche Differenz zwischen Tod und Einbettung zuläßt. Auffällig ist ferner die Häufigkeit der Fossilreste innerhalb der Tonmergelsteinschicht über der Crinoidenplatte; daher liegt es nahe, daß es sich bei dem Ton, aus dem diese Schicht entstanden ist, nicht nur um das Einbettungsmedium, sondern auch um die Todesursache gehandelt hat. Das Wasser ist vermutlich durch eine Tonsuspension eingetrübt worden. Die Seelilien reagierten darauf mit reflexartigem „Verschluß“ ihrer Kronen.

Es ist denkbar, daß es sich um eine Tonsuspension – eventuell als distaler Teil eines Turbidites – aus küstennahen Bereichen in Richtung Becken handelte, zumal sich westlich bis südwestlich in nicht sehr großer Entfernung der Rand der Rheinischen Masse befand.

Die Tonschüttung muß als energiearme Suspension erfolgt sein, da keine Aufarbeitung des Untergrundes in Form von Tongeröllen oder Abrollungserscheinungen der Fossilien zu beobachten ist. Wahrscheinlich ist der Antrieb dieser Suspension gravimetrisch bedingt gewesen und z.B. durch tiefgreifende Stürme in höher gelegenen benachbarten Bereichen ausgelöst worden. Die Sedimentation führte schließlich zum teilweisen Ausgleich des Reliefs, da der Ton bevorzugt in den Senken abgesetzt wurde.

6.3. Biostratonomie

Das durch den Ton getrübt Meerwasser im Lebensraum der Crinoiden behinderte zunächst deren Nahrungsaufnahme. Die eigentliche Todesursache war jedoch wahrscheinlich ein rasches Ersticken. Der Tod trat zumindest so schnell ein, daß die Tiere nicht mehr mit Autotomie einzelner oder mehrerer Arme reagieren konnten.

Vor der endgültigen Einbettung der Seelilien hat die Bewegung der Tonsuspension zur Einregelung geführt. Hierbei handelt es sich nicht um die zur Längsachse der Senke parallelen Orientierung, sondern um die zweite in den Einregelungsdarstellungen deutlich erkennbare Querrichtung. Sichtbar ist diese Ost-West-Einregelung insbesondere in den exponierten Bereichen westlich und östlich der Vertiefung, da sich dort die Rinnenströmung (NNW-SSE) nicht auswirkte.

Die Einregelung der Crinoiden quer zur Senke ist jedoch nicht so vollkommen, daß sie durch eine Strömung in dem Sinne erklärt werden könnte. Die Fortbewegung der Tonsuspension muß als gravimetrisches Gleiten und als insgesamt recht energiearm aufgefaßt werden, etwa wie es T. STEIGER (1981: 308) von Kalkturbiditen beschreibt: „Kalkkomponenten können aufgrund ihrer geringen Dichte bei gleichzeitiger großer Oberfläche in

einer hochkonzentrierten turbulenten Kalksuspension lange in Schwebelage gehalten werden. Gegenüber Quarzkörnern werden Karbonatkomponenten daher bei sehr niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten abgelagert. Dies bedingt das Fehlen von Strömungsmarken und den Mangel an Parallel-Lamination und Schrägschichtungsstrukturen.“

Wie oben erläutert, diente der aus der Suspension sedimentierte Ton als Einbettungsmedium der sich am Meeresboden gebildeten Taphozönose. Er deckte die Skelettreste rasch ab und schützte sie so erstens vor einem weitgehenden Austausch mit dem Meerwasser, der – wenn das Wasser CaCO₃-untersättigt ist – eine Kalklösung zur Folge haben kann, zweitens vor einer starken Sauerstoffzufuhr, die die Zersetzung der organischen Verbindungen bewirkt. Da auch im Sediment Sauerstoff vorhanden ist, kam es trotzdem zu einer allmählichen Auflösung der organischen Substanzen (z.B. der Ligamente zwischen den Stielgliedern, den muskulösen Syzygien zwischen den Armelementen usw.); parallel dazu liefen jedoch ebenfalls Prozesse ab, die zur Fossilisation der Faunenreste führten. Da offensichtlich die Wasserbewegung fast oder völlig zum Stillstand gekommen war – denn nur dann werden feinkörnige Sedimente abgesetzt – konnten die konservierenden Vorgänge unter der Tonbedeckung ungehindert ablaufen.

7. Ähnliche Crinoidenfunde

Es soll hier kurz auf ähnliche Seelilienfunde hingewiesen werden. Z.T. wurde auf entsprechende Arbeiten in den Ausführungen zur Bad Driburger Crinoidenplatte bereits Bezug genommen.

Wichtige Erkenntnisse lieferte die von O. LINCK (1954, 1965) bearbeitete Seelilienschicht von Neckarwestheim aus einem Aufschluß des Württemberg Portland-Cement-Werkes zu Lauffen a.N.. Neben mehreren kleineren Platten, die geborgen und präpariert wurden, stand im Aufschluß eine Fläche von etwa 100 m² für Beobachtungen zur Verfügung. Es handelt sich bei der Fundschicht um die sogenannten oberen Trochitenbänke (süddeutsche Gliederung ALDINGERS); sie ist 5-20 cm mächtig und weist auf ihrer Oberfläche Wellen im Abstand von ca. 40 cm auf. Im Hangenden befindet sich wie bei Bad Driburg/Siebenstern eine 5-10 cm mächtige Tonmergelschicht, in der Skelett-Teile und vollständige Seelilien der Art *Encrinus liliiformis* eingebettet sind. In den Tälern sind die Fragmente mehr oder weniger parallel zu den Tallängsachsen eingeregelt, ansonsten kann man nur eine sehr ungleichmäßige Verteilung (von völlig leeren Stellen bis zu nesterartigen Anhäufungen) feststellen. Die meist ein wenig geöffnet überlieferten Kronen sind durchschnittlich etwas kleiner als die Bad Driburger Seelilien.

Eine weitere Bearbeitung, auf die des öfteren in den vorliegenden Ausführungen Bezug genommen wurde, ist die Untersuchung von *Chelocrinus schlotheimi* QUENSTEDT aus dem Oberen Muschelkalk von NW-Deutschland durch HAGDORN (1980 a,b). Es handelt sich um verschiedene kleine Platten und Handstücke aus unterschiedlichen Aufschlüssen mit gut erhaltenem Fossilmaterial, an dem ausführliche funktionsmorphologische Deutungen durchgeführt wurden. Die Konservierung der Fauna war auch hier durch eine über den Fossilbänken liegende Tonmergelstein-Schicht gegeben.

Neben der Bergung zahlreicher Einzelfunde von Seelilienresten in verschiedenen Aufschlüssen versucht man seit Juli 1988 wieder eine flächige Bergung im Steinbruch der Firma Schneidewind bei Bartrup/Alverdissen. Bei diesem jüngsten Fund von *Encrinus liliiformis* handelt es sich wahrscheinlich um eine stratigraphisch etwas ältere Schicht als in Bad Driburg/Siebenstern. Bisher sind zusammenhängende Stiele bis zu 2 m Länge geborgen worden, die z.T. noch mit den Kronen in Verbindung stehen. Die Kronen sind durchschnittlich etwas größer als die Bad Driburger, liegen jedoch stärker gestreut auf der ebenfalls gewellten Oberfläche und dort fast ausschließlich in den vertieften Bereichen.

Ein stratigraphisch jüngerer Fund aus dem Oberen Muschelkalk (Tonplatten, mo2) bei Göttingen bleibt noch zu erwähnen, da er ebenfalls große Übereinstimmungen mit der Bad Driburger Platte zeigt. Die durchschnittlich relativ kleinen *Encrinus*-Kronen liegen weit gestreut in Untiefenbereichen, etwas dichter und eingeregelt in Rinnebereichen. Die konservierende hangende Tonmergelschicht betrug bei diesem Fund z.T. 20 cm. Eine Publikation zu den Untersuchungen ist in Vorbereitung.

Zusammenfassung

In situ-Funde von Haftorganen der Seelilienart *Encrinus liliiformis* LAMARCK 1816 belegen, daß es sich bei dem spektakulären Massenvorkommen dieser Crinoiden aus dem Oberen Muschelkalk bei Bad Driburg/Siebenstern um ein autochthones Vorkommen handelt. Die Verteilung der Skelettfragmente auf der mit einer Fließrinne durchzogenen Schichtoberfläche und der Erhaltungszustand der Crinoidenreste geben Auskunft über den Einbettungsmodus der Tiere nach ihrem Tode. Vor der Besiedlung des Raumes durch die Seelilien entstand durch eine mehr oder weniger stetige Strömung eine Fließrinne, von der ein etwa zwei Meter langer Ausschnitt auf der Crinoidenplatte zu sehen ist. Da diese Strömung parallel zur Längsachse der Rinne (NNW-

SSE) auch noch zu Lebzeiten der Seelilien existierte, wurden von den Larven lediglich die der Senke angrenzenden „Untiefen“-Bereichen außerhalb des Wirkungsbereiches der Strömung gewählt. Hier handelte es sich innerhalb des in der flach subtidalen Zone anzusetzenden Biotops um die energieärmsten Bereiche.

Skelettfragmente von abgestorbenen Tieren, die in die Fließrinne gerieten, wurden dort parallel zu ihrer Längsachse eingeregelt. Die quantitative Untersuchung der Einregelungsverhältnisse ergab jedoch eine weitere Vorzugsrichtung fast quer zur Rinne. Verursacht wurde diese Einregelung wahrscheinlich von einer aus küstennahen Bereichen herangeführten und sich langsam in Richtung Becken fortbewegenden Tonsuspension. Sie bewirkte weiterhin einen raschen Erstickungstod der *Encrinus*-Population. Die Tiere wurden ohne weiteren Transport in ihrem eigentlichen Lebensraum eingebettet und von der sedimentierten Tontrübe vor Beschädigung und Zerfall geschützt.

Neben den ökofaziellen Daten geben insbesondere morphologische Untersuchungen der Crinoidenfauna Aufschluß über das Wachstumsverhalten von *Encrinus liliiformis*. Nach dem anfangs überwiegenden Längswachstum der Kronen durch Bildung neuer Armplatten konnte transverses Wachstum bestimmter Kelchelemente sowie eine Aufrichtung dieser gegen die Dorsoventralachse der Tiere nachgewiesen werden.

Danksagung

Die Verfasserin dankt in erster Linie Herrn Dr. ALFRED HENDRICKS, Herrn Dr. JÖRG NIEMEYER und Herrn Dr. PETER LANSER, Westfälisches Museum für Naturkunde Münster (WMfN), für das Interesse an den vorliegenden Untersuchungen. Für die Bereitstellung des Fossilfundes sowie für die finanzielle Unterstützung dankt die Verfasserin dem Landschaftsverband Westfalen-Lippe. Zu besonderem Dank verpflichtet ist die Verfasserin darüber hinaus Herrn Prof. Dr. MATTHIAS KAEVER, Universität Münster, für die laufende Unterstützung durch Rat und Hinweise.

8. Literaturverzeichnis

- ALDINGER, H. (1928): Das Stielwachstum bei *Encrinus liliiformis*. – Zbl. Mineral., Abt. B., Nr. 3: 202-207, 3 Abb.; Stuttgart.
- DUNHAM, R. J. (1962): Classification of carbonate rocks according to depositional texture. – In: Classification of carbonate rocks. – Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem., 1: 108-121; Tulsa.
- FELL, H. B. (1968): Ecology of crinoids. – In: BOOLITIAN, R. (ed.): Physiology of Echinodermata. – 49-62, 2 Tab.; New York, London, Sidney.
- FLÜGEL, E. (1978): Microfacies Analysis of Limestones. – Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York.
- FRAAS, E. (1898): Über Krankheitserscheinungen an fossilen Crinoiden. – Jahreshefte Ver. vaterl. Natkd. Württemberg, 54: S. 70; Freiburg im Breisgau.
- GRAFF, L. v. (1900): Ueber einige Deformitäten an fossilen Crinoiden. – Palaeontographica, NF, 11: 185-191, 1 Abb., 1 Taf.; Stuttgart.
- HAGDORN, H. (1978): Muschel/Krinoiden-Bioherme im oberen Muschelkalk (mo1, Anis) von Crailsheim und Schwäbisch Hall (SW-Deutschland). – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 156: 31-86, 25 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.
- HAGDORN, H. (1980 a): *Chelocrinus schlotheimi* (QUENSTEDT) aus dem oberen Muschelkalk. – Aufschluß, 31: 298-503, 5 Abb.; Heidelberg.
- HAGDORN, H. (1980 b): *Chelocrinus schlotheimi* (QUENSTEDT) 1835 aus dem oberen Muschelkalk (mo1, Anisium) von NW-Deutschland. – Veröff. Natkd.-Mus. Bielefeld, 4: 5-33, 23 Abb., 6 Tab.; Bielefeld.
- HAGDORN, H. (1982): Epökie von *Encrinus liliiformis* LAMARCK auf *Coenothyris vulgaris* (SCHLOTHEIM). – Veröff. Natkd.-Mus. Bielefeld, 4: 35-38, 3 Abb.; Bielefeld.
- HAUSCHKE, N. & RÖHL, U. (1988): Zyklen im Oberen Muschelkalk und Keuper Ostwestfalens. – Exk. D am 26.5.1988. – [nicht veröffentlicht].
- HESEMANN, J. (1975): Geologie Nordrhein-Westfalen. – F. Schöningh-Verlag, Paderborn.
- JAECKEL, O. (1894): Platte mit *Encrinus carnalli* BEYR. – Sb. Ges. natforsch. Freunde Berlin, 6: 155-162, 2 Abb.; Berlin.
- KAESTNER, A. (1957): Lehrbuch der speziellen Zoologie, Teil I: Wirbellose, 2. Halbbd. – VEB Gustav Fischer Verlag; Jena.
- KAEVER, M., OEKENTORP, K. & SIEGFRIED, P. (1974): Fossilien Westfalens, Teil 1: Invertebraten der Kreide. – Münster Forsch. Geol. Paläont., H. 33/34: 364 S., 8 Abb., 6 Tab., 67 Taf.; Münster.

- KLEINSORGE, H. (1934): Faziesverhältnisse der Oberen Muschelkalks am Nordrande der Rheinischen Masse. – Cbl. Min. Geol. Paläont., Abt. B., Abb.; Stuttgart.
- KLEINSORGE, H. (1935): Paläogeographische Untersuchungen über den oberen Muschelkalk in Nord- und Mitteldeutschland. – Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 15: 57-106, 12 Abb., 1 Taf.; Hamburg.
- LINCK, O. (1954): Die Muschelkalk-Seelilie *Encrinus liliiformis*. Ergebnisse einer Grabung. (Vorläufige Mitt.). – Aus der Heimat, 62: 225-235, 8 Abb., 4 Taf.; Öhringen.
- LINCK, O. (1956): Echte und unechte Besiedler (Epoeken) des deutschen Muschelkalk-Meeress. – Aus der Heimat, 64: 161-169; Öhringen.
- LINCK, O. (1965): Stratigraphische, stratinomische und ökologische Betrachtungen zu *Encrinus liliiformis* LAMARCK. – Jh. geol. L.-Amt Baden-Württemberg, 7: 123-148, 4 Taf.; Stuttgart.
- LUCIA, J. F. (1962): Diagenesis of a crinoidal sediment. – J. Sed. Petrol., 32: 848-865; Tulsa.
- Mc GHEE, G. R. (1978): Konstruktionsmorphologie; an analysis of the shell torsion phenomenon in the Bilvalvia. – Geol. Soc. Am. Abstr. Programs, 10: S. 75; Boulder, Colorado.
- MOORE, R. C. (1967) [Hrsg.]: Treatise on Invertebrate Paleontology, Part T, Echinodermata 2 (Crinoidea). – Geol. Soc. Am., Inc. New York and Univ. Kansas.
- MÜLLER, A. H. (1978): Lehrbuch der Paläozoologie, Bd. II Invertebraten, Teil 3 Arthropoda 2 – Hemichordata. – Jena.
- NISSEN, H.-U. (1963): Röntgengefügeanalyse am Kalzit von Echinodermenskeletten. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 117: 230-234, 1 Taf.; Stuttgart.
- NOLTE, H. (1982): Zur Geologie der Berlebecker Achse zwischen Hiddesen und Horn-Bad Meinberg unter besonderer Berücksichtigung der Stratigraphie des oberen Muschelkalkes. – Münster Forsch. Geol. Paläont., 55: 41-55, 3 Abb., 2 Tab., 1 Beil.; Münster.
- ROSENFELD, U. & HABER, W. (1965): Geologisch-biologische Exkursion durch das Eggegebirge von Paderborn nach Bad Driburg am 8. Juni 1965. – Decheniana, 118; Bonn.
- SCHMIDT, M. (1928): Die Lebewelt unserer Trias. – Öhringen.
- SCHOTT, M. (1984): Mikrofaziell-multivariate Analyse einer rhäto-liassischen Karbonatplattform in den Nördlichen Kalkalpen. – Fazies, 11: 229-280, 22 Abb., 6 Taf.; Erlangen.
- SEILACHER, A., DROZDZEWSKI, G. & HAUDE, R. (1968): Form and function of the stem in a pseudoplanctonic crinoid (*Seirocrinus*). – Paleontology, 11: 275-282, 3 Abb., 1 Taf.; London.
- STILLE, H. (1935): Geologische Karte von Preußen, Erläuterungen Bl. Bad Driburg GK 2369.
- STEIGER, T. (1981): Kalkturbidite im Oberjura der Nördlichen Kalkalpen (Darmsteinkalke, Salzburg, Österreich). – Fazies, 4: 215-348, 56 Abb., 13 Taf.; Erlangen.
- STROMBECK, A. v. (1856): Über Mißbildungen von *Encrinus liliiformis* LAM.. – Palaeontographica, 5: 169-178, 1 Taf.; Kassel.
- STRUVE, W. (1957): Ein Massengrab kreidezeitlicher Seelilien. Die Uintacrinus-Platte des Senckenberg-Museums. – Natur u. Volk, 87: 361-373, 14 Abb.; Frankfurt am Main.
- TUCKER, M. E. (1985): Einführung in die Sedimentpetrologie. – Ferdinand-Enke-Verlag Stuttgart.
- WEGNER, T. (1926): Geologie Westfalens und der angrenzenden Gebiete. – Ferdinand Schöningh Verlag Paderborn.
- ZITTEL, K. A. v. (1881-1885): Handbuch der Palaeontologie. Palaeozoologie. 1. Bd., 1. Abt.: Protozoa, Coelenterata, Echinodermata und Mollescoidea. – München, Leipzig.

Tafel 1:

- Fig. 1:** *Plagiostomata striata* (v. SCHLOTH.) in Steinkernerhaltung.
- Fig. 2:** *Gervilleia socialis* (v. SCHLOTH.) in Abdruck- und zum Teil Schalenerhaltung; erkennbar ist gerade noch die konzentrische Streifung und der insgesamt schiefovale Umriß.
- Fig. 3:** *Coenothyris vulgaris* (v. SCHLOTH.); doppelklappiger Steinkern in Lebensstellung. Die Klappen (Aufsicht auf die Arm- oder Dorsalklappe) sind etwas gegeneinander verschoben.
- Fig. 4:** *Coenothyris vulgaris* (v. SCHLOTH.); zwei Stiel- oder Ventralklappen. Links oben ist deutlich das keisrunde typische Stielloch erkennbar; rechts unten ist sogar das ancylopegmate (terebratulide) Schloß teilweise erhalten.
- Fig. 5:** Gastropodenabdruck. Von dem turmförmigen Gehäuse sind nur etwa drei Umgänge erkennbar.
- Fig. 6:** *Ceratites* sp., ex aff. *pulcher/robustus*. Abdruck eines Windungsausschnittes mit deutlich erkennbarer kräftiger Radialberippung.



Fig. 1

1 cm

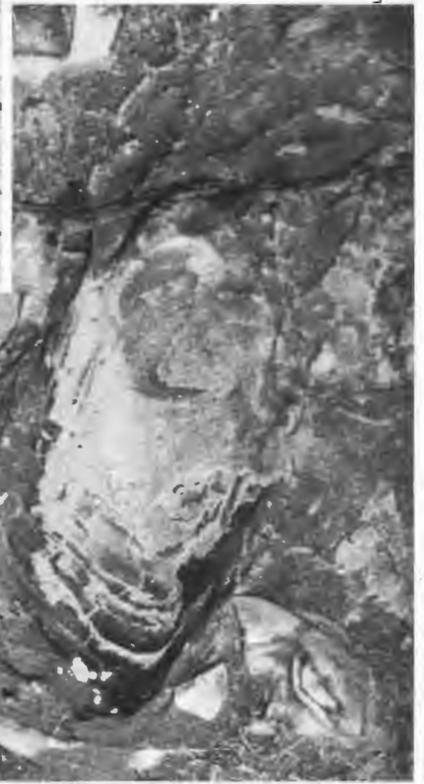


Fig. 2



Fig. 3

1 cm



Fig. 4



Fig. 6

1 cm

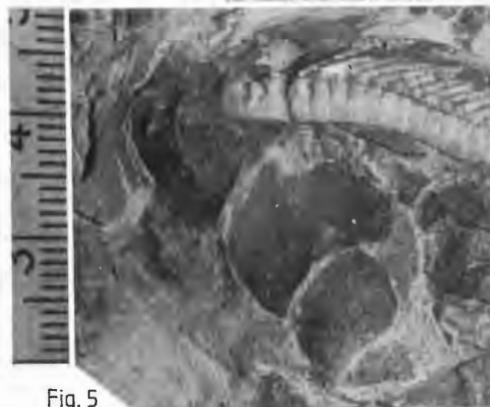
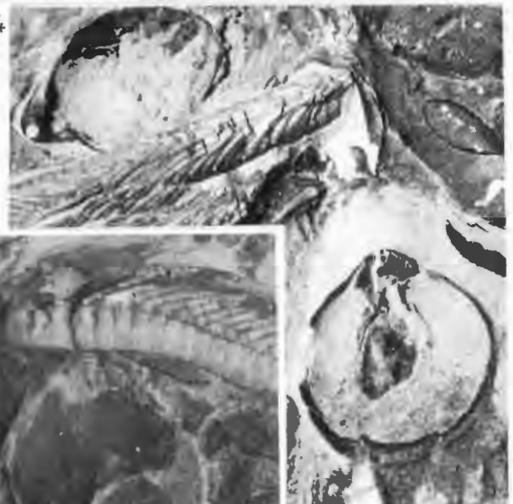


Fig. 5

1 cm



Tafel 2:

- Fig. 1:** Discoide Haftscheibe auf der Dachfläche der Kalkbank. Deutlich erkennbar ist, wie das erste Stielglied in die Haftscheibe mit einbezogen wurde; bei der Suture handelt es sich nicht mehr um eine echte Gelenkstelle.
- Fig. 2:** Discoide, vom Substrat losgelöste Haftscheibe. Mit dem dritten und vierten Stielglied erfolgte eine deutliche Wuchsrichtungsänderung.
- Fig. 3:** Haftscheibe vom discoiden Typ. Sehr gut erkennbar ist der ungleichmäßige Trochitenwuchs auf Krümmungsinnen- und -außenseite bei Änderung der Wuchsrichtung.
- Fig. 4:** Substratabformende Haftscheibe. Deutlich erkennbar ist die Ansatzfläche und eine Einkerbung. Dort wurde offenbar ein Teil des Substrates mit der „Kallus“-Schicht umgeben.
- Fig. 5:** Substratabformende Haftscheibe. Die Haftwirkung wurde hier offenbar durch beiderseitiges klammerartiges Umwallen mit „Kallus“ um ein kantiges Substrat erzielt.
- Fig. 6:** Substratabformende Haftscheibe mit fast halbkreisförmiger Ansatzfläche. Bei dem Substrat könnte es sich um *Coenothyris vulgaris* gehandelt haben.

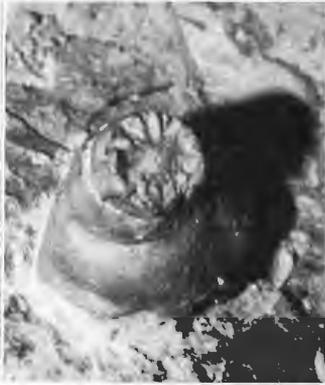


Fig. 1a

1 cm



Fig. 2a

1 cm

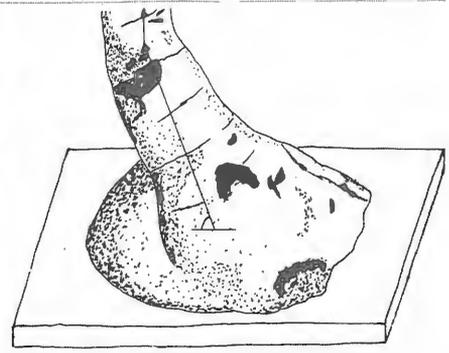
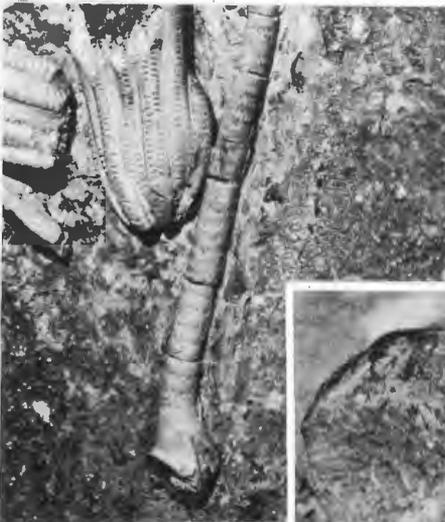


Fig. 2b

Fig. 3a

Fig. 3b



5 cm

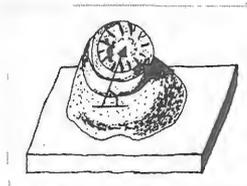


Fig. 1b

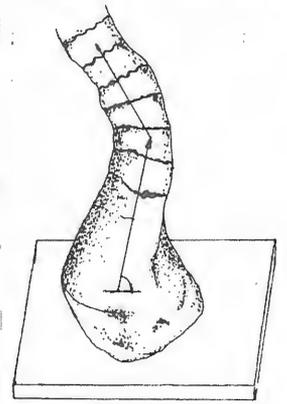


Fig. 4



Fig. 6

1 cm

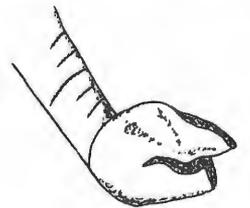


Fig. 5

1 cm

Tafel 3:

Fig. 1, 2: Regenerationserscheinungen an Trochiten im distalen Stielbereich. Durch Gewebeneubildung an der Trennungsstelle wird der Verschuß des Zentralkanals bewirkt.

Fig. 3: Pathologische Stielverdickung, die im distalen Stielabschnitt zu einer birnenförmigen Zyste geführt hat. Bei den rosettenförmig angeordneten Vertiefungen handelt es sich wahrscheinlich um Anbohrungen endoparasitisch lebender Organismen.



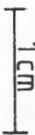
Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Tafel 4:

- Fig. 1:** Syntaxialer Anwachssaum an einem kalzitischen Einkristall (hier Trochit). Er bildet sich bei der Abscheidung sparitischen Zementes um den Einkristall in dessen optischer Kontinuität (Schliff-Nr. 6, +Nicols).
- Fig. 2:** Drusiger Orthosparit als Haube in einem teilweise sedimentverfüllten Hohlraum (hier zweiklappig erhaltenes Muschelgehäuse). Es handelt sich um eine geopetale Struktur, die sich bildet, wenn das Sediment nicht den gesamten Hohlraum ausfüllt (Schliff-Nr. 7, +Nicols).
- Fig. 3:** Drusiger Orthosparit unter einer konvex gelagerten Schale (Regenschirm-Struktur = umbrella-structure) kann ein Hinweis auf die horizontale Lagerung der Schichten während der Sedimentation sein (Schliff-Nr. 6, +Nicols).
- Fig. 4:** Die Abbildung zeigt zwei sich widersprechende Geopetalstrukturen. Während die Einzelklappen-einregelung der Brachiopodenschalen mit der Wölbung nach oben erfolgte, weist die Sparithaube des nur teilweise sedimentverfüllten kreisförmigen Hohlraumes nach unten. Dieses Erscheinungsbild bezeugt eine Umlagerung der Fragmente nach ihrer erstmaligen Sedimentation (Schliff-Nr. 1).

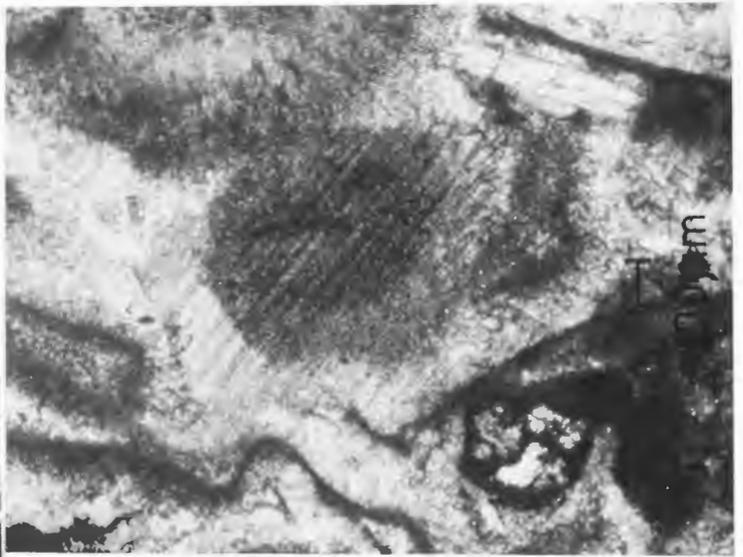


Fig. 1

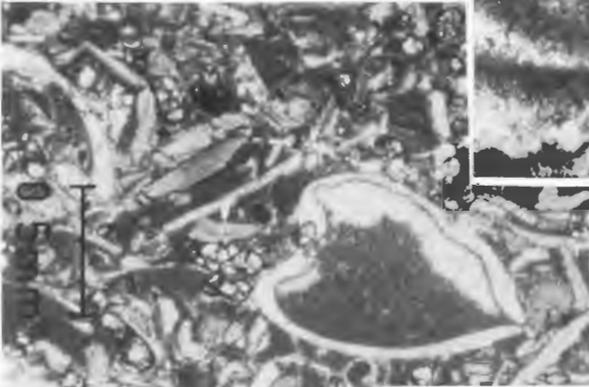


Fig. 2



Fig. 3

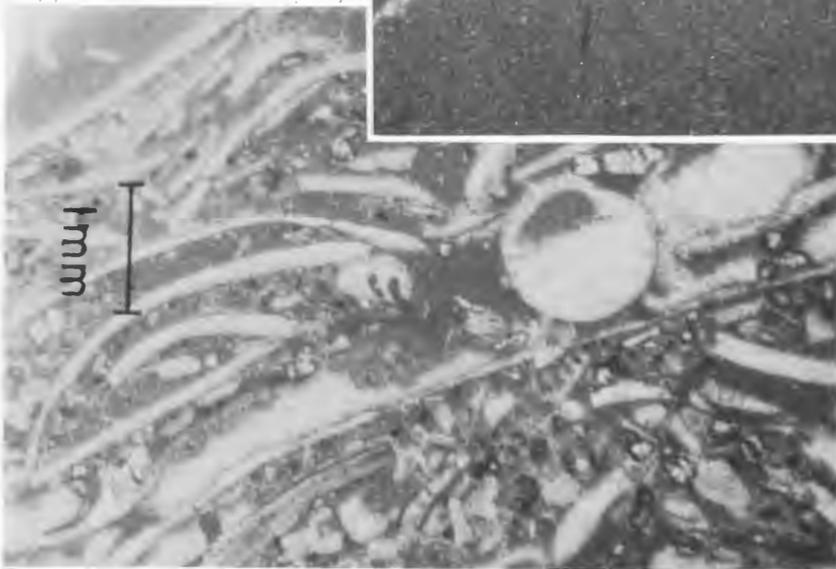


Fig. 4

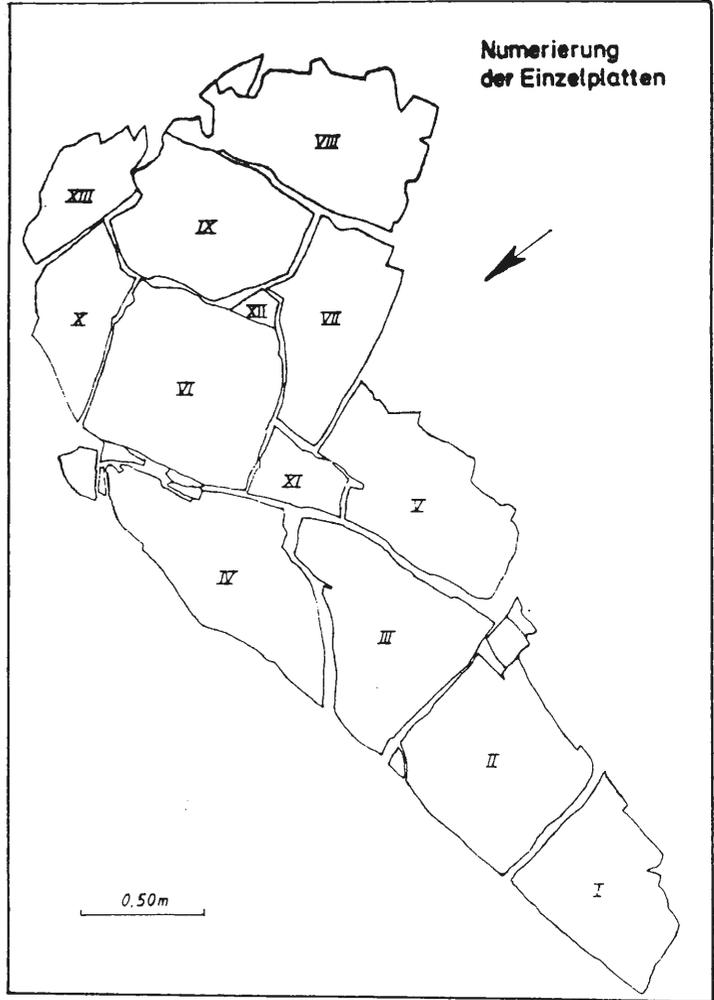


Abb. 19

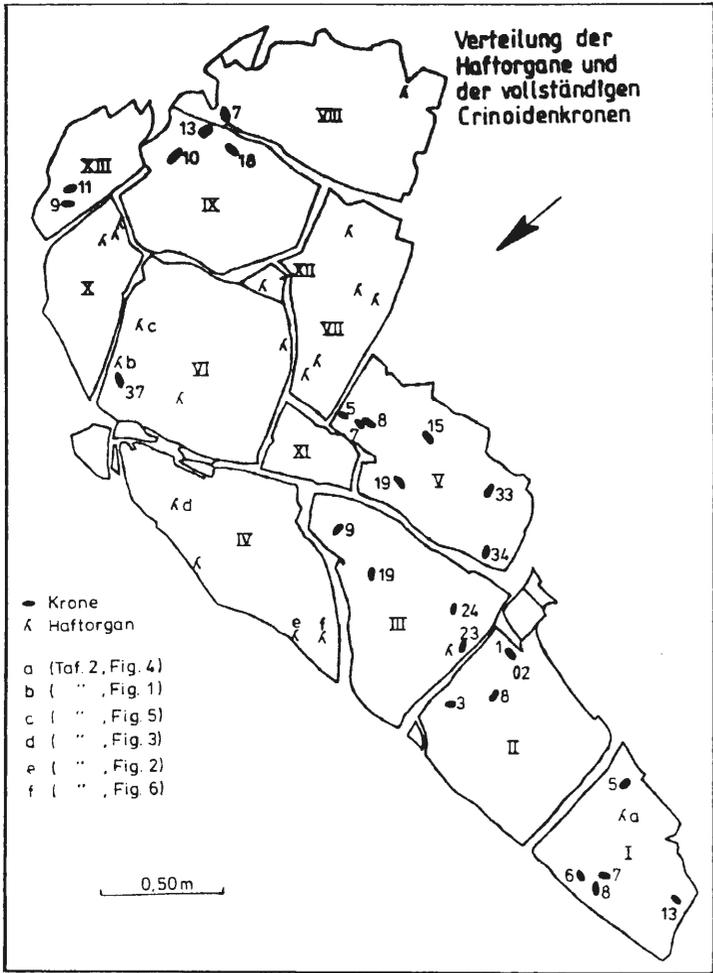


Abb. 20

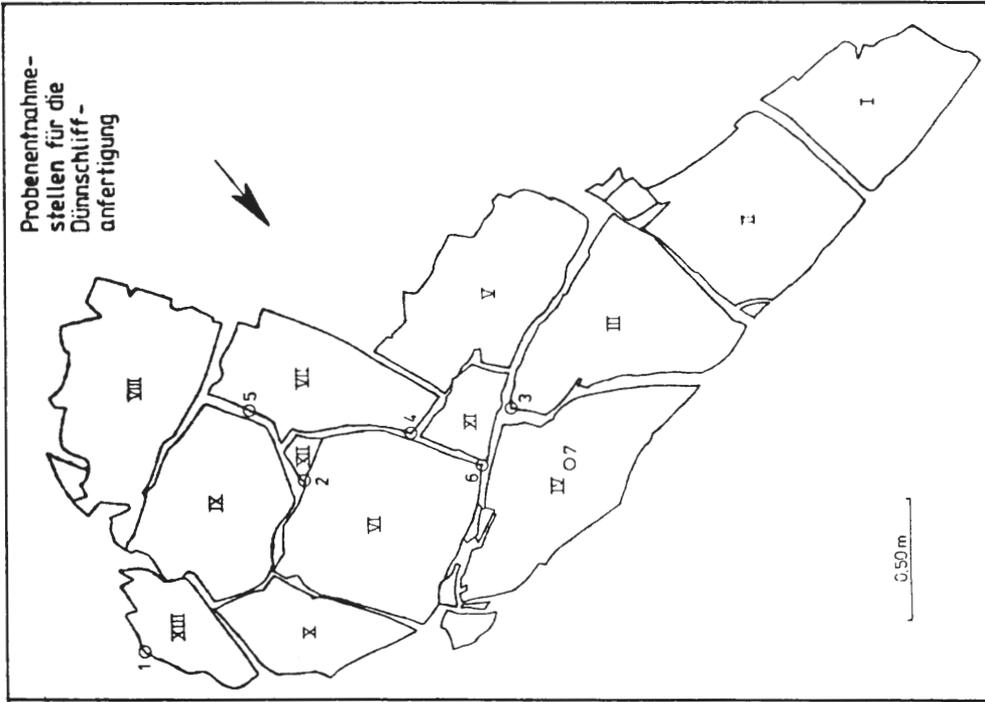


Abb. 21

	"Untiefen"-Bereiche (Schliffe 2,5)	Fließrinne (Schliffe 1,3,4,6,7)
Matrix	Mikrosporit	
Komponenten	Brachiopoden, Mollusken, Gastropoden, Mikritsäume; Schalen zum Teil in Strukturhaltung oder wenig bis vollständig kristallisiert;	
	feinere Schalen	größere Schalen
Komponenten- Größe	ruditisch	
Komponenten- Sortierung	schlecht	
Komponenten- Rundung	schlecht	
Komponenten- Häufigkeit	30-35%	20-25%
Komponenten- Gefüge	offen	
	geringerer Offenheitsgrad	höherer Offenheitsgrad
Anlagerungs- Gefüge	bis auf wenige Punktkontakte generell kontaktfrei; mäßige Einregelung; drusiger, palisadenförmiger und hundezahnähnlicher Orthosporit;	
	schlechtere Einregelung	bessere Einregelung
Ansprache	Biomikrosparudit	

Tab. 1: Mikrofaziesanalyse der Dünnschliffpräparation 1-7.

Teilplatte	Individuum	Gesamtlänge Krone	Länge Arme	Armgliederzahl	Radialbreite	Armanteil an der Krone (%)
V	5	4,6	4,3	34	0,90	93,5
III	24	4,7	4,4	33	0,90	93,6
I	13	4,9	4,6	35	0,95	93,9
V	34	5,2	5,0	36	1,00	96,2
II	8	5,4	4,9	39	1,20	90,7
I	6	5,5	5,0	32	1,10	90,9
II	3	5,5	5,2	40	1,05	94,5
I	7	5,6	5,3	37	1,25	94,6
II	2	5,7	5,2	38	1,10	91,2
III	19	5,8	5,4	47	1,05	93,1
V	8	5,8	5,4	40	1,00	93,1
V	15	5,9	5,1	39	1,00	86,4
VI	37	5,9	5,6	40	1,05	94,9
I	8	6,0	5,3	39	1,05	88,3
III	23	6,0	5,6	51	1,00	93,3
I	5	6,1	5,5	40	1,00	90,2
V	33	6,1	5,6	40	1,10	91,8
IX	18	6,1	5,8	50	1,00	95,1
V	7	6,2	5,7	42	0,90	91,9
V	19	6,3	6,0	41	1,05	95,2
IX	13	6,5	6,1	42	1,30	93,8
XIII	9	6,6	6,3	45	1,25	95,5
II	1	6,7	6,2	45	1,15	92,5
III	9	6,8	6,4	47	1,15	94,1
VIII	7	7,2	6,7	47	1,30	93,1
XIII	11	7,7	7,2	52	1,20	93,5
IX	10	8,7	8,2	55	1,20	94,3

Tab. 2: Die Meßwerte der Gesamtkronenlänge sind aufsteigend aufgeführt, so daß von oben nach unten zunehmendes Alter der Tiere zu erwarten ist (Angaben in cm).

Teilplatte	Individuum	Radialbreite	Durchmesser	Armantell an der Krone (%)	Gesamtlänge Krone
III	24	0,90	2,0	93,6	4,7
V	5	0,90	2,1	93,5	4,6
V	7	0,90	2,3	91,9	6,2
I	13	0,95	2,3	93,9	4,9
V	34	1,00	2,1	96,2	5,2
III	23	1,00	2,4	93,3	6,0
V	15	1,0	2,5	86,4	5,9
I	5	1,00	2,6	90,2	6,1
V	8	1,00	2,8	93,1	5,8
IX	18	1,00	3,0	95,1	6,1
III	19	1,05	2,4	93,1	5,8
VI	37	1,05	2,5	94,9	5,9
I	8	1,05	2,5	88,3	6,0
II	3	1,05	2,7	94,5	5,5
V	19	1,05	2,7	95,2	6,3
I	6	1,10	2,5	90,9	5,5
V	33	1,10	2,6	91,8	6,1
II	2	1,10	2,8	91,2	5,7
III	9	1,15	2,6	94,1	6,8
II	1	1,15	3,1	92,5	6,7
II	8	1,20	2,4	90,7	5,4
XIII	11	1,20	3,0	93,5	7,7
IX	10	1,20	3,4	94,3	8,7
I	7	1,25	2,7	94,6	5,6
XIII	9	1,25	3,0	95,5	6,6
VIII	7	1,30	2,9	93,1	7,2
IX	13	1,30	3,0	93,8	6,5

Tab. 3: Die Daten sind nach zunehmender Radialbreite geordnet. Die zusammengefaßten Einheiten werden im Text erläutert (Angaben in cm).

Geol. Paläont Westf.	19	47-53	2 Abb.	Münster Mai 1991
-------------------------	----	-------	--------	---------------------

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

Eckhard Mönning*

Zusammenfassung

Aus dem östlichen Wiehengebirge nahe Bad Oeynhausen wird ein Profil im Unter-Callovium von Nordwestdeutschland beschrieben. Die abgegrabene Schichtfolge hat eine Mächtigkeit von etwa 3 m. Sie beginnt im Porta-Sandstein, einem grobkörnigen, maturem Quarzsandstein. Darauf folgt das Wittekind-Flöz, eine oolithische Toneisensteinbildung von 2 m Mächtigkeit. Besonders aus dem unteren Abschnitt des Flözes konnte eine reiche Ammoniten-Fauna geborgen werden. Die hangenden Ornaten-Tone, im wesentlichen dunkle, mergelige Tongesteine, lieferten nur wenige Fossilien. Erste Bestimmungen erlauben eine vorläufige stratigraphische Einstufung der Schichtfolge.

Dank

Die Geländearbeiten wurden vom Westfälischen Museum für Naturkunde sowie von dem Amt für Bodendenkmalpflege durchgeführt. Im Gelände waren M. Kockmeyer, R. Metzdorf, E. Mönning, J. Niemeyer und K. H. Hilpert tätig. Ohne die uneigennützig Unterstützung einiger Fossilien Sammler hätte die Grabung einen weit aus längeren Zeitraum in Anspruch genommen. An erster Stelle sind hier Gert Greitens, Mathias Metz und Jochen Meyer zu nennen. Weiterhin beteiligten sich Christiane Mannigel sowie Heike und Norbert Schuldt. Die Präparationsarbeiten werden zur Zeit von R. Metzdorf durchgeführt. Frau Waltraut Martin erlaubte freundlicherweise das Graben auf ihrem Privatgrundstück, und die Waldgenossenschaft Minden genehmigte das Befahren der Waldwege. Allen beteiligten Personen und Institutionen gebührt besonderer Dank.

Inhalt

	Seite
1. Einführung	47
2. Allgemeines	48
2.1. Lage des Profils	48
2.2. Arbeitsmethoden	48
2.3. Geologischer Überblick	49
3. Beschreibung des Profils	49
4. Chronostratigraphische Einstufung	51
5. Literaturverzeichnis	53

1. Einführung

Das Wittekind-Flöz im Ostteil des Wiehengebirges ist seit langem für seinen Fossilreichtum bekannt. Durch die Sammlertätigkeit von Hobby-Paläontologen ist bislang ein nach Tausenden zählendes Fossilmaterial zusammengetragen worden. Eine erste provisorische Bearbeitung der Ammoniten zeigte, daß mindestens fünf verschiedene Faunenhorizonte repräsentiert sind. Diese konnten aber aufgrund von mangelnder Horizontierung bisher nicht definiert werden (MÖNNIG 1989).

* Anschrift des Verfassers:
Dr. Eckhard Mönning,
Institut für Geologie und Paläontologie
der Technischen Universität Clausthal,
Leibnizstraße 10,
3392 Clausthal-Zellerfeld.

Die Anregung für diese Grabung im Wittekind-Flöz stammt von Herrn Mathias Metz aus Bünde. Bei eigenen Untersuchungen erkannte er, daß sich der Aufschluß für eine stratigraphische Aufnahme eignet und erstmals ein Referenzprofil im norddeutschen Callovium liefern könnte. Darüber hinaus wären Korrelationen mit bereits bekannten Ammonitenfaunen-Horizonten aus England und Süddeutschland möglich.

Der hier vorgelegte Bericht kann nur erste Zwischenergebnisse liefern. Sie basieren auf makroskopischen Beobachtungen und vorläufigen Bestimmungen im Gelände. Die Präparation des aufgesammelten Fossilmaterials wird noch bis Ende 1990 andauern. Danach wird entschieden, ob die Grabungsstelle vielleicht noch erweitert wird.

Detaillierte Ergebnisse sollen später in gesonderten Veröffentlichungen vorgestellt werden. Geplant ist zum Beispiel eine Monographie über die Ammoniten-Fauna des Wittekind-Flöz, in der einige wichtige Gattungen und Arten systematisch bearbeitet und abgebildet werden.

2. Allgemeines

2.1. Lage des Profils

Das Untersuchungsgebiet liegt im östlichen Wiehengebirge, ca. 4 km westlich der Porta Westfalica. Der Grabungspunkt befindet sich am Top eines aufgelassenen Steinbruchs nahe des Wiehengebirgs-Kammweges, 200 m östlich der Gastwirtschaft „Wilder Schmied“. Der Aufschlußpunkt ist mit dem Pkw über die Ortschaft Dehme (Bad Oeynhausen) erreichbar.

Geographische Daten:

Topographische Karte Nr. 3719, Blatt Minden.

RW 34 90 230 HW 57 90 800

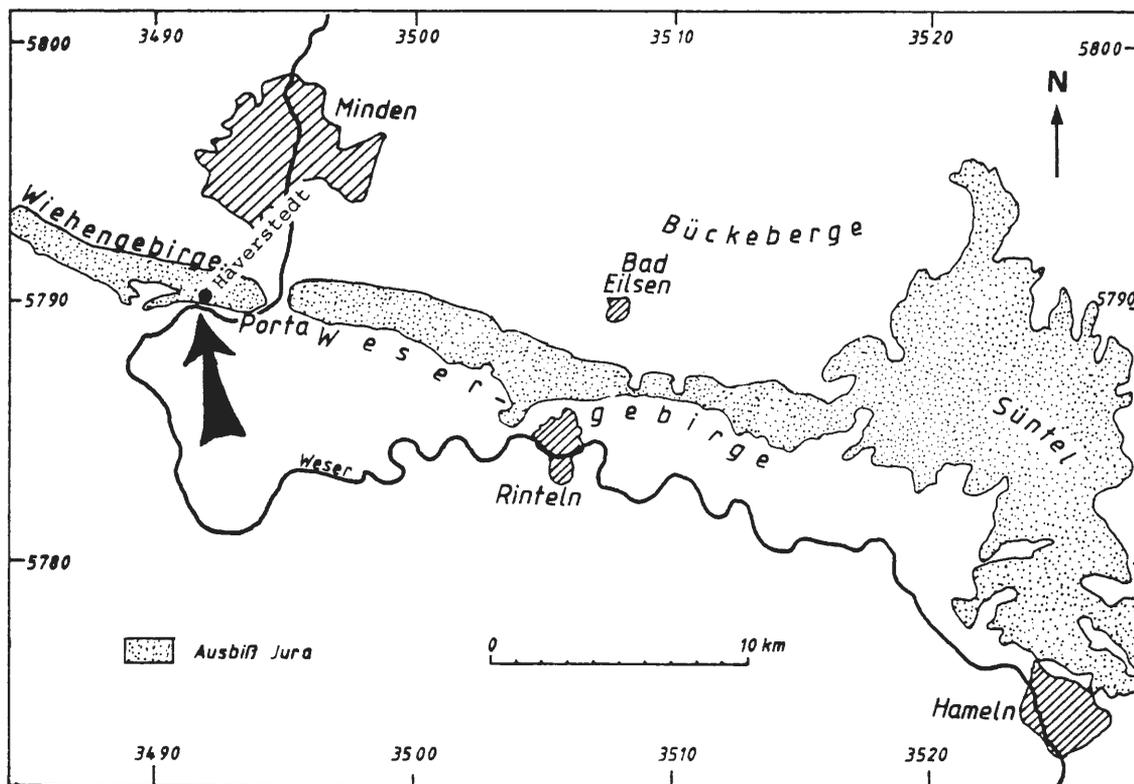


Abb. 1. Geographische Lage der Grabung

2.2. Arbeitsmethoden

Die Grabung umfaßte 13 Geländetage im Zeitraum vom 29. April bis zum 12. Mai 1990. Das Wetter war durchgängig trocken und warm.

Obwohl das Gestein einen sehr langen Zeitraum der Verwitterung ausgesetzt gewesen ist, war das Anste-

hende sehr fest und konnte nur mit schwerem Gerät gelöst werden. In sehr widerstandsfähigen Partien mußte ein elektrischer Boschhammer zur Hilfe genommen werden. Auf der 7 m² großen Grabungsfläche wurden kleinere Schichtpakete von 5 bis 15 cm Dicke mit Hilfe von Keilen abgehoben und auf Fossilinhalt überprüft. Ein schwer zu bergender Ammonit wurde zuvor mit Akemie konserviert. Das gesammelte Fossilmaterial befindet sich im Westfälischen Museum für Naturkunde in Münster.

2.3. Geologischer Überblick

Die „Macrocephalen-Schichten“ sind im östlichen Wiehengebirge sowie im westlichen Wesergebirge in zwei verschiedene Faziestypen zu unterscheiden:

2. Oolithische Fazies: Wittekind-Flöz
1. Grobklastische Fazies: Porta-Sandstein und -Sandmergel

Das Wittekind-Flöz enthält beträchtliche Gehalte an Siderit und anderen Eisenmineralien und wurde als Eisenerz in der Grube Porta bis 1962 untertägig abgebaut. Eine eingehende petrographische Beschreibung gibt bereits v. SEE (1910), die auch bei KLÜPPEL (1931) und KUMM (1952) zitiert wird. Eine petrographische und sedimentologische Neubearbeitung erfolgte zuletzt durch THIENHAUS (1969). In Anlehnung an diese Arbeit erfolgte auch die lithostratigraphische Gliederung des Profils.

3. Beschreibung des Profils

Die hier benutzte Schichtnumerierung basiert auf einer ersten Voruntersuchung durch MÖNNIG und METZ im Jahr 1989. Aufgrund schlechter Aufschlußverhältnisse wurde damals übersehen, daß der untere Teil von Schicht 6 bereits in die sandige Liegendpartie gehört und damit eine eigene Schichtnummer erhalten müßte. Weiterhin zeigte sich bei der Grabung, daß die oberen 7 cm von Schicht 6 (im Profil 6d) einen selbständigen und klar abzugrenzenden Horizont darstellen und ebenfalls eine eigene Schicht-Nr. bekommen müßten. Vor-erst wird aber aus arbeitstechnischen Gründen keine neue Schichtnumerierung vorgenommen.

Schichtstreichen und Einfallen: 11/28

Die Schichtfolge lautet von oben nach unten:

Hangendes: Halde, Abraum aus dem ehemaligen Steinbruchbetrieb mit vielen Fossilien aus dem Wittekind-Flöz.

Ammoniten: *Choffatia* ssp.
Macrocephalites sp.
Cadoceras sp. (breitmündig)

Ornaten-Ton:

- 15 – (ca. 1 m) Siltstein, mergelig, schwarzgrau, feinschichtig.
14 – (0,02 m) Tonstein, braungelb verwittert, weich.
13 – (0,35 m) Siltstein, mergelig, schwarzgrau, bituminös, blättrig, schiefrig, vereinzelt Tonooide.

Ammoniten: *Kosmoceras* sp.
Macrocephalites sp. (in den unteren 10 cm häufig)

- 12 – (0,05 m) Tonstein wie oben, hier aber mit Ooiden und 4 cm großen Toneisensteinkonkretionen.

Ammoniten: *Coffatia/Indosphinctes* sp.
Macrocephalalites sp.
Sigaloceras enodatum NIK.

Wittekind-Flöz:

Schwefelkiespacken:

- 11 – (0,15 m) Tonstein, bituminös, grauschwarz, völlig durchsetzt mit Limonit (in frischem Zustand Pyrit), einzelne Tonooide, feingeschichtet, schalig zerfallende Toneisenstein-Konkretionen.

Ammoniten: *Macrocephalites* sp. (kleinwüchsig)

Hauptlager:

Oberer Toneisensteinpacken:

- 10 – (0,10-0,13 m) Tonmergelstein, sideritisch, oolithisch, schwarzgrau, aber gelbbraun verwittert. Immer noch beachtlicher Pyritgehalt. Die Tonooide treten nur in Nestern auf: offenes Gefüge. Die Schicht ist knauerig bis bioturbat, in der oberen Hälfte befinden sich 10 cm große Toneisenstein-Konkretionen mit schaligem Aufbau. Die Konkretionen sind innen schwarzgrau, außen gelbbraun verwittert. Vereinzelt Pflanzenreste. Kalzit wurde durch die starke Verwitterung meist ausgelöst.

Ammoniten: *Sigaloceras* sp.
Sigaloceras (Gulielmina) sp.
Macrocephalites sp.
Hecticoceras (Chanasia) sp.

9 – (0,05 m) Toneisenstein, karminrot, oolithisch, in kleine Konkretionen aufgelöst.
Ammoniten: *Macrocephalites* sp.

Toniger Oolith:

8(a-c) – (0,33 m) Tonmergelstein, stark sideritisch, weiße bis grauweiße Tonooide in offenem Gefüge in karminroter Matrix, Gefüge knauerig bis bioturbat, im unteren Teil Anreicherung von Belemniten.
c. Ohne Ammoniten, vereinzelt Belemniten.
b. Großwüchsige perisphinctide Ammoniten bis 50 cm Ø.
a. Großwüchsige Ammoniten, *Pleurotomaria*, *Pholadomya* sp.

7(a-c) – (0,32 m) Toneisenstein, karminrot, oolithisch, in kleine Konkretionen aufgelöst.
c. Weiße Ooide in rostroter Matrix oder Linsen mit schwarzen Ooiden in weißgrauer Matrix. Geschlossenes Gefüge.
Ammoniten: *Keplerites* (*Gowericeras*) *galilaei* (OPPEL)
Proplanulites sp.
P. (*Crassiplanulites*) sp.
b. Nur vereinzelt Ammoniten, viele Belemniten.
a. Ammoniten: *Proplanulites* (*Crassiplanulites*) sp. (häufig)
Choffatia sp. (häufig)

6d – (0,08 m) „Knöllchen-Lage“, Tonmergelstein, stark sideritisch, weiße bis grauweiße Tonooide in offenem Gefüge in karminroter Matrix, Gefüge knauerig bis bioturbat, schlierig erscheinend. Die Schicht ist härter als das Hangende und Liegende. Ammoniten sind sehr häufig, oft senkrecht zur Schichtfläche eingebettet. Bei den Knöllchen handelt es sich um gerundete Eisenoolith-Gerölle. Wahrscheinlich stellt die Schicht 6d einen Aufarbeitungshorizont dar.
Ammoniten: *Macrocephalites* sp.
Choffatia sp.
Reineckeia sp.
Proplanulites sp.

Ammoniten-Schicht:

6c – (0,23 m) Toneisenstein, relativ weich, oolithisch, schlieriges Gefüge, massenhaft Ammoniten, aber oft nur unvollständig erhalten.
Ammoniten: *Keplerites curtilobus* BUCK.
Choffatia ssp.
Macrocephalites ssp. (häufig)
Proplanulites sp.

Nässestau

Sandige Liegendpartie:

6b – (0,05-0,07 m) „Hauptlettenschicht“, gelbbrauner, weicher Tonstein, oolithisch (Tonooide) quarzsandführend, viele Holzreste bis 2 m Länge und 25 cm Breite. Keine Fauna.

6a – (0,09 m) Toneisenstein, oolithisch, mit viel grob-/mittelkörnigem Quarzsand, schlieriges Gefüge.
Ammoniten: *Choffatia* spp. (*funatus*-Gruppe)
Macrocephalites cf. *megaloccephalus* CALLMON, DIETL & NIEDERHÖFER

5 – (0,01-0,04 m) „Lettenschicht“, Tonsteinlage, tonoolithisch, quarzsandführend, gelbbraun, plastisch.

4 – (0,09 m) Tonmergelstein bis Toneisenstein, mittelsandig, rotbraun, weiße Tonooide in offenen Gefüge, viel klastischer Quarz. Linsiges, flaseriges Gefüge, Pflanzenreste.
Ammoniten: *Keplerites* cf. *metorchus* (BUCKMAN)
Choffatia ssp. (große Exemplare bis 50 cm Ø)

3 – (0,10 m) Tonmergelstein bis Toneisenstein, mittelsandig, tonoolithisch, rotbraun, weiße Tonooide in offenem Gefüge, relativ viele Muscheln: *Pholadomya* sp., Schicht 3 und 4 werden durch eine Lettenschicht voneinander getrennt.
Ammoniten: *Choffatia* sp. (großwüchsig)

Aufarbeitungszone:

2 – (0,20-0,25 m) Feinsandstein bis Toneisenstein, braungelb, sehr fest, weiße Tonooide in offenen Gefüge, an der Basis 3 bis 10 cm große Gerölle von Porta-Sandstein, viele Pflanzenreste, Fossilien sind häufig, besonders Ammoniten, Belemniten, auch Seeigel wurden gefunden.
Ammoniten: *Choffatia* sp.
Proplanulites sp.

Porta-Sandstein:

1 – (ca. 12 m) Maturer Quarz-Sandstein, großkörnig, graubraun, im oberen Teil Ooide. In den Zwickeln findet sich Kaolin, Kalkspat und Limonit, in den oberen Partien kleine Kristalloblasten von Siderit. Das massige Gestein wird von Toneisenstein-Schwarten durchzogen.

4. Stratigraphische Einstufung

Zone des *Clydoniceras discus* oder des *Macrocephalites herveyi*. – Der Porta-Sandstein (Schicht 1) ist außerordentlich fossilarm. Die wenigen Ammoniten in alten Sammlungen sind schlecht erhalten und erlauben keine eindeutige Aussage über das Alter des Sandsteins. Schichtkorrelationen sprechen am ehesten für eine Einstufung in die *Discus*-Zone, aber auch unterste *Herveyi*-Zone (*Kepleri*-Subzone) ist nicht auszuschließen (MÖNNIG 1989).

Zone des *Proplanulites koenigi*. – Die Aufarbeitungszone (Schicht 2) im unmittelbaren Hangenden des Porta-Sandsteines lieferte bereits zahlreiche Exemplare der Gattung *Proplanulites*. Dieses spricht für eine Einstufung in die Zone des *Proplanulites koenigi*. Somit liegt in der Grenze zwischen den Schichten 1 und 2 eine Schichtlücke, die mindestens den oberen Teil der *Herveyi*-Zone und wahrscheinlich noch den unteren Teil der *koenigi*-Zone einnimmt. Der *toricelli*-Horizont, der die Basis der *koenigi*-Zone kennzeichnet, konnte nicht nachgewiesen werden und fehlt wahrscheinlich. Der Hiatus ist auch sedimentologisch durch die Erosionsfläche am Top des Porta-Sandsteines mit nachfolgender Aufarbeitungslage dokumentiert.

Die Sandige Liegendpartie gehört nach ersten Bestimmungen im Gelände in die *gowerianus*-Subzone. Ob lediglich der *metorchus*-Horizont des englischen Calloviums oder auch noch der folgende Ammoniten-Faunenhorizont mit *Keplerites gowerianus* vertreten ist, ließ sich anhand des unpräparierten Fossilmaterials nicht feststellen.

Die Ammonitenschicht (Schicht 6c) lieferte die meisten Ammoniten und läßt sich eindeutig dem *curtilobus*-Horizont der *curtilobus*-Subzone zuordnen. Wahrscheinlich gehören auch die hangenden Schichten 7a und 7b in diesen Zeitabschnitt. Aus der Schicht Nr. 7c konnte M. METZ einen vorzüglich erhaltenen *Keplerites galilaei* (OPPEL) bergen, der hier die Subzone des *Keplerites galilaei* anzeigt. Ob der obere Teil des Tonigen Oolith auch in diesen obersten Teil der *koenigi*-Zone fällt, ist noch unklar.

Zone des *Sigaloceras calloviense*. – Die Schichten 10 bis 12 lassen sich durch Funde von *Sigaloceras* sp. eindeutig dieser Zone zuordnen. Somit fällt die Basis der Ornaten-Tone und der Schwefelkiespacken in die *Enodatum*-Subzone des Unter-Calloviums.

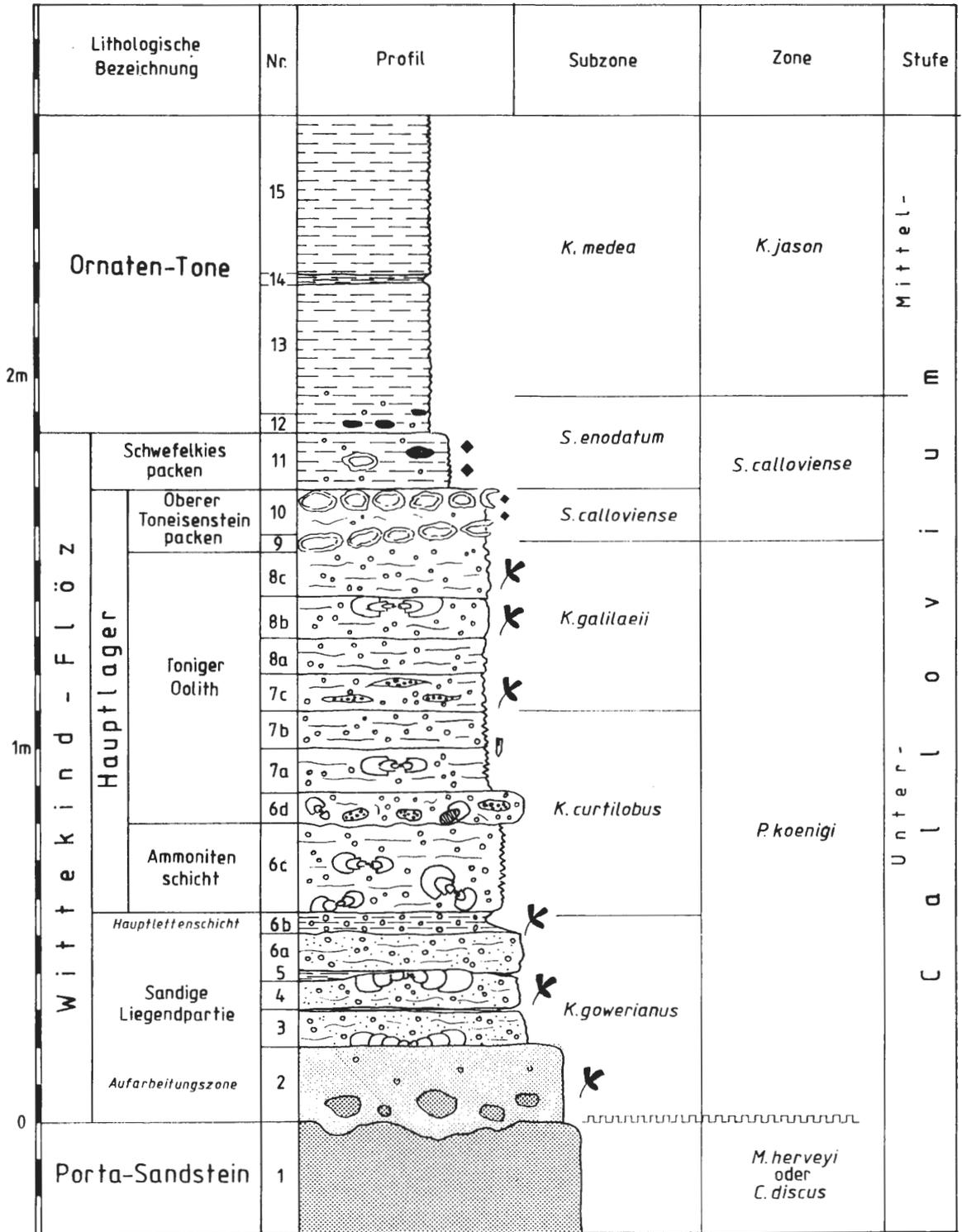


Abb. 2. Stratigraphie der Schichtenfolge des Unter-Calloviums bei Dehme, am Kamm des östlichen Wiehengebirges.

5. Literaturverzeichnis

- BOTTKE, H., DENGLER, H. et al., 1969: Sammelwerk Deutsche Eisenerzlagerstätten. II. Eisenerze im Deckgebirge (Postvaristikum). 1. Die marinsedimentären Eisenerze des Jura in NW-Deutschland. – Beih. Geol. Jb., **79**: 391 S.; Hannover.
- CALLOMON, J. H., DIETL, G. & NIEDERHÖFER, H. J., 1989: Die Ammonitenfaunen-Horizonte im Grenzbereich Bathonium/Callovium des Schwäbischen Juras und deren Korrelation mit W-Frankreich und England – Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B, **148**, 13 S., 2 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- CALLOMON, J. H., DIETL, G. & PAGE, K. N., 1988: On the ammonite faunal horizons and standard zonation of the Lower Callovian Stage in Europe. – In: 2. International Symposium on Jurassic Stratigraphy 1987; Pp. 359-376; Lisboa.
- CARIOU, E., 1985: Biostratigraphic subdivision of the Callovian Stage in the Subtethyan Province of ammonites, correlations with the Subboreal zonal scheme. – In: MICHELSEN, O. & ZEISS, H. (eds.): Inter. Symp. Jurassic Stratigr., Erlangen 1984: 315-326; (Geol. Surv., Denmark) Copenhagen.
- KLÜPPEL, W., 1931: Stratigraphie der Weserkette (Oberer Dogger und Malm unter besonderer Berücksichtigung des Oberoxford). – Abh. preuß. geol. L. A. n. F., **129**: 423 S.; Berlin.
- KUMM, A., 1952: Der Dogger (Mittlerer und Brauner Jura). – Geol. u. Lagerst. Nieders., **2**: 329-509, 96 Abb., 19 Tab.; Bremen, Hannover.
- MÖNNIG, E., 1989: Stratigraphie und Fazies des Calloviums im Raume Porta-Hannover-Hildesheim. – Clausthaler Geowiss. Diss., **37**: 183 S., 38 Abb., 37 Tab., 3 Taf., Clausthal-Zellerfeld.
- PAGE, K. N., 1989: A stratigraphical revision for the English Lower Callovian. – Proc. Geol. Ass., **100** (3): 363-82; London.
- SEE, K. v., 1910: Geologische Untersuchungen im Weser-Wiehengebirge bei der Porta Westfalica. – N. Jb. Mineral. usw., Beil., Bd., **30**: 628-716, 2 Taf.; Stuttgart.

Geol. Paläont. Westf.	19	55-93	3 Tab. 12 Taf.	Münster Mai 1991
--------------------------	----	-------	-------------------	---------------------

Beiträge zur oberjurassischen Flora des Wiehengebirges

Stephan Schultka*

Abstract

At the first time a rich flora in the upper jurassic of Northwestgermany is reported, characterised by *Cladophlebis* (?*Eboracia*) *lobifolia*, *Equisetites* cf. *lateralis* and conifers. Two new species *Cladophlebis longispinata* and *Araucarites longispinis* are described. The plant remains are preserved as impressions, some axes – roots at all – as intuscrustations. Fossil animals are restricted on not determinable, modiomorphic lamellibranchiats and one elytron.

Zusammenfassung

Erstmalig wird eine größere Makroflora aus dem Jura Nordwestdeutschlands nachgewiesen. Sie wird durch *Cladophlebis* (?*Eboracia*) *lobifolia*, *Equisetites* cf. *lateralis* und Coniferen-Reste charakterisiert. Zwei neue Arten, *Cladophlebis longispinata* und *Araucarites longispinis* werden beschrieben. Die Pflanzenreste liegen in Abdruckerhaltung vor. Einige Achsen – vor allem Wurzeln – liegen strukturbietend als Intuskrustationen vor. Tierreste sind selten und beschränken sich neben einem Elytren-Fund auf nicht näher bestimmbare, modiomorphe Muscheln.

Inhalt

	Seite
1. Einleitung	55
1.1. Erhaltung	56
2. Beschreibung der Flora	57
3. Beschreibung der Fauna	65
4. Zusammenfassende Betrachtung	65
5. Danksagung	66
6. Literatur	67

1. Einleitung

Während des oberen Juras erstreckte sich im Bereich des Weser- und Wiehengebirges als Rest des großen Jura-Meeres nur noch ein schmales Meeresbecken zwischen der Pompeckjschen Schwelle im Norden und der Rheinischen Masse im Süden (HINZE 1979). Bereits SCHOTT (1930) wies auf eine deutliche Abnahme des marinen Einflusses von Osten nach Westen hin. Eine Beobachtung, die vor allem in den letzten Jahren beweiskräftig untermauert wurde (u. a. RUMOHR 1973, LORENZ 1975, NAUKE 1975, KLASSEN 1984).

So ist der Malm – und im besonderen das Oxford – im Wiehengebirge über weite Bereiche relativ arm an Makrofossilien. Im Wiehengebirgsquarzit, der sich aus den Heersumer Schichten entwickelt, konnten dagegen schon seit jeher häufig große, transportierte Pflanzenachsen beobachtet werden. Aufgrund dieser Beobachtung in Verbindung mit dem Fehlen mariner Fossilreste und den sedimentologischen Daten werden für diesen Sedimentationsabschnitt des Oxford/Kimmeridge-Grenzbereichs fluviatile bzw. zumindest stark fluviatil beeinflusste, küstennahe (litorale bis ästuarine) Sedimentationsbedingungen angenommen (KLASSEN 1984).

* Anschrift des Verfassers:
Dr. Stephan Schultka,
Forschungsstelle für Paläobotanik
am Geologisch-Paläontologischen Institut der
Wilhelms-Universität zu Münster,
Hindenburgplatz 57-59,
D-4400 Münster.

In einem ehemaligen Steinbruch im Durchbruchstal der Hunte bei Barkhausen treten in diesem stratigraphischen Bereich eine Reihe von Saurierfährten auf, die weit über den regionalen Bereich bekannt geworden sind. Sie belegen in Verbindung mit Trockenrissen, Regentropfeneindrücken und ähnlichen Merkmalen eine festländische Sedimentation. An Pflanzenresten fanden sich hier bisher nur Häcksel, aus dem FRIESE (1962) Bennettiteen und Ginkgophyten angibt. Da im Liegenden und Hangenden marine Faunen nachgewiesen wurden, liegt der Schluß nahe, daß es sich hier um Ablagerungen in einem paralischen Sedimentationsraum handelt.

In diesem faziell sehr heterogen ausgebildeten Sedimentationsbereich liegt auch der Steinbruch der Fa. Sudbrack (ehem. Stbr. Petring) bei Oberlütbe. Das Callovium ist in der Gegend dieses Steinbruchs nicht mehr vollständig entwickelt, es endet mit *Gryphaea*-Bänken im Ornatenton, die *ornata*-Zone ist bereits nicht mehr vorhanden. Das Ausfallen der Schichtglieder wird mit einer Omission mit leichter, submariner Denudation erklärt. Abrupt über den dunklen, tonigen Sedimenten des Ornatentons treten deutlich hellere Kalksandsteine auf, die das Einsetzen der Heersumer Schichten markieren. Diskordanzen oder Aufarbeitungshorizonte konnten bisher nicht nachgewiesen werden, es fanden sich aber an der Basis der Heersumer Schichten in einem Steinbruch südlich von Barkhausen Ammoniten in einem Aufarbeitungshorizont, der das mittlere Callovium bis untere Oxfordium umfaßt (KLASSEN 1984).

Über der letzten *Gryphaea*-Bank treten sehr bald keinerlei marine Fossilien mehr auf, nur noch Häcksel – nicht selten große „Treibhölzer“ – können häufig beobachtet werden. In diesem Profilabschnitt wurde im Frühjahr 1988, kurz bevor der Steinbruch stillgelegt wurde, eine tonreiche Siltstein-Linse angeschnitten, die lithologisch stark differenziert ist. Innerhalb dieser Linse konnte eine sehr individuenreiche Makroflora geborgen werden, wie sie in dieser Form für Nordwestdeutschland einmalig ist. Das aus der Linse durch das Amt für Bodendenkmalpflege und den Autor aufgesammelte Material soll, soweit es bisher ausgewertet werden konnte, übersichtsmäßig beschrieben werden.

Die Pflanzenreste zeigen keine Hinweise auf in-situ-Situationen im engeren Sinne (aufrecht im Sediment eingebettete, ober- oder unterirdischen Sprosse). Sie sind aber offensichtlich nicht weit verschwemmt worden, wobei keine turbulenten Strömungsverhältnisse geherrscht haben. Das geht zum einen aus den Sedimentstrukturen und zum anderen aus der Überlieferung ganzer Wedel (Blätter) ohne nachweisbare Transportspuren hervor. Die farnlaubigen Formen liegen fast ausschließlich als Fiedern vor, größere Wedelteile sind seltener. Große, zusammenhängende Reste von Nilssonien sind kaum verdreht und geknickt, nur wenige seitliche Lazierungen scheinen auf einen Transport zurückführbar zu sein.

Einige der in diesem Aufschluß nachgewiesenen Pflanzengruppen kommen fast monotypisch, zumindest aber mit überwältigender Mehrheit in den jeweiligen Fundschichten vor.

Tierische Reste sind relativ selten. In den Schichteinheiten, in denen vermehrt Equiseten auftreten, können Muscheln geborgen werden, die zum *Modiomorpha*-Typ gehören. Eine nähere Bestimmung ist aufgrund der Erhaltung nicht möglich. Daneben konnte in diesen stark tonigen Sedimenten bis jetzt eine Elytre nachgewiesen werden.

1.1. Erhaltung

Obwohl die Pflanzenfossilien zum größten Teil in kohlgiger Erhaltung vorliegen, ließen sich – aufgrund des hohen Inkohlungsgrades – bisher keine Kutikulenpräparate gewinnen. Eine genaue Artbestimmung ohne detaillierte Kenntnis von Epidermisstrukturen ist nur schwer möglich. Bei den Koniferen kann dadurch eine systematische Einordnung nur in zwei Formgruppen erfolgen.

Knollige Konkretionen von Pyrit/Markasit sind in den Sedimenten nicht selten. Sie zeigen keinerlei erkennbare, organische Strukturen. Daneben treten aber ab und zu langgestreckte, oft rundsymmetrische Elemente auf, die Zellstrukturen (pyknoidisches Gewebe) zeigen. Es handelt sich dabei um Teile von Sekundärholzkörpern, die zu Wurzeln gehören. Selten sind Wurzeln mit vollständigem Querschnitt erhalten. Bisher konnten nur zwei Wedelachsen nachgewiesen werden. Ihr Querschnitt erinnert an den Querschnitt von Gleicheniaceen-Petiolen. Dieses strukturbietende Material soll zu einem späteren Zeitpunkt bearbeitet werden.

Insgesamt dürfte die Flora formenreicher sein als bisher nachgewiesen, da viele unterschiedliche Arten morphologisch sehr ähnlich sind und daher in Abdruckerhaltung nur schwer auseinanderzuhalten sind. Andererseits muß darauf hingewiesen werden, daß es sich bei den in dieser Arbeit neu aufgestellten Taxa um Synonyme handeln könnte. Wenn das zutrifft, wird es sich besonders um Synonyme zu solchen Taxa handeln, die bisher morphologisch nur unvollständig erfaßt werden konnten.

Oberjurassische Makrofloren sind nicht nur im nordwestdeutschen Raum, sondern in ganz Europa bis in den zentralasiatischen Raum hinein relativ selten (DOLUDENKO et al. 1976). Daher soll dieses Material aber trotz taxonomischer Unsicherheiten publiziert werden.

2. Beschreibung der Flora

Die beschriebenen Stücke befinden sich in der Sammlung des Westfälischen Museums für Naturkunde, Münster, unter den Sammlungsnummern P 13443-P 13493.

***Cladophlebis* BRONGNIART 1849**

***Cladophlebis (?Eboracia) lobifolia* (PHILLIPS)**

Beschreibung:

Der Beschreibung zugrunde liegen 3 Wedelteile (1 Wedelteil aus der Spitzenregion, 2 Wedelteile aus tieferen Bereichen) sowie eine Vielzahl von Fiedern vorletzter Ordnung, die zum Teil fast monotypisch ganze Schichtflächen bedecken (Taf. 1, Fig. 2). Einzelne Fiederchen konnten nicht beobachtet werden.

Die Fiederchen weisen einen heterogenen Umriß auf und sitzen seitlich alternierend an (Taf. 1, Fig. 1). Sie stehen in Winkeln von 40° bis 60° zur Rhachis (Winkel zwischen Mittelader und Fiederrhachis), wobei sie im basalen Teil eher mit 60° ansitzen. Die Abstände untereinander schwanken, im basalen Abschnitt können sie 1,3 mm betragen, vor allem im höheren Abschnitt der Fiedern berühren sie sich häufig und können sich auch überlappen. Das erste basale Fiederchen sitzt katadrom an (basioscop), ist einfach tief lobiert, wobei der eine Lobus parallel langgestreckt zur Wedelrhachis verläuft (Taf. 1, Fig. 1). Nicht selten bedeckt dieser Lobus auch einen Teil der Rhachisoberseite. Das anadrome Basalfiederchen ist nicht lobiert, aber deutlich längsgestreckt vergrößert. Es berührt die Wedelrhachis nicht. Das folgende Fiederchen ist deutlich kleiner. Die Veränderung der Größen von aufeinanderfolgenden Fiederchen sind in der Tabelle 1 dargestellt. Der Umriß ist gedrungen dreieckig, mit deutlich markierter, aber gerundeter Spitze. Der Spitzenbereich ist sichelförmig in Richtung des Apex der Fieder gebogen (Taf. 2, Fig. 2).

Fiederchen ansitzend		Fiederchen ansitzend		Fiederchen ansitzend	
katadrom	anadrom	katadrom	anadrom	katadrom	anadrom
L x B	L x B	L x B	L x B	L x B	L x B
–	–	5,0 x 4,1	4,1 x 3,6	5,0 x 5,0	4,6 x –
3,2 x 3,4	3,9 x 3,6	3,3 x 2,9	3,2 x –	3,2 x 3,0	–
3,3 x 3,3	4,3 x 3,6	3,3 x 2,9	3,3 x 3,0	3,6 x 3,2	3,6 x 3,2
3,9 x 3,2	3,9 x 2,9	3,3 x 3,2	3,8 x 3,3	3,3 x 3,2	3,5 x 3,4
3,9 x 3,2	4,1 x 3,6	3,3 x 3,2	3,9 x 3,6	3,3 x 3,2	>3,0 x 3,2
3,8 x 3,6	3,6 x 3,0	3,2 x 3,2	–	3,5 x 3,3	3,2 x 3,2
4,0 x 3,8		3,4 x 3,3	3,2 x 3,2	3,2 x 3,1	–
3,8 x 3,6		3,3 x 3,2	3,6 x 3,3	3,4 x 3,2	3,4 x 3,2
4,1 x 3,2		3,3 x 3,2	3,2 x 3,1	3,6 x 3,3	3,6 x 3,5
		3,0 x 3,0	3,8 x 3,2	4,1 x 3,3	3,3 x 3,0
		3,0 x 2,9	3,6 x 2,7	3,7 x 3,2	3,1 x 3,1
		3,3 x 2,9	3,2 x 2,7	3,2 x 3,0	
		3,2 x 3,1			

Tabelle 1: Größen (in mm) der Fiederchen, in der Reihenfolge aufgelistet, wie sie an den Fiedern vorletzter Ordnung von der Basis zum Apex ansitzen

Im Apikalbereich sitzen die Fiederchen breit pecopteridisch an (Taf. 1, Fig. 3). Zum basalen Bereich der Fieder hin differenziert sich das Ansitzen. So zieht die Spreite auf der distalen Seite immer stärker ein, auf der proximalen läuft sie an der Fiederrhachis herab, ohne allerdings mit dem folgenden Fiederchen zu verschmelzen. Häufig sind die Fiederchen auf der proximalen Seite eingezogen und bilden dadurch einen Lobus. Die Spreite läuft aber trotzdem an der Rhachis als schmales Band herab. Die Ränder sind durchgehend glatt, ganz selten läßt sich bei großen Fiederchen eine angedeutete Wellung der Ränder beobachten.

Die Mittelader entspringt im spitzen Winkel aus der Fiederrhachis, ist meist gerade, wechselt aber z. T. auch nach jeder Gabelung etwas die Richtung (leicht sinuos). Innerhalb der Spreite liegt die Mittelader nicht selten etwas proximal verschoben, wodurch das Fiederchen dann zusammen mit dem sichelförmig gebogenen Spitzenbereich einen etwas asymmetrischen Eindruck macht. Die basalen, katadromen Seitenadern entspringen häufig noch in der Rhachis und erzeugen dadurch den Eindruck von Nebenadern. Sie sind – soweit beobachtbar – meist zweifach gegabelt. Bei größeren Fiedern sind auch noch die folgenden ein oder zwei Seitenadernpaare zweifach gegabelt, bei kleineren Fiedern ist nach der 1. Gabelung nur noch der distale Ast ein zweites Mal gegabelt. Im apikalen Bereich des Fiederchens treten nur noch einfach gegabelte Seitenadern auf (Taf. 1, Fig. 4, Taf. 2, Fig. 1, 3).

Die Fiederchenspreite erscheint undifferenziert-glatt.

Die Fiedern sitzen seitlich im Winkel von etwa 35° bis 50° an der Wedelrhachis an. Sie stehen alternierend im Abstand von etwa 13 mm im apikalen Bereich. Zur Basis hin können die Abstände der einzelnen Fiedern untereinander auch 18 mm und mehr erreichen. Die Länge der Fiedern kann über 100 mm betragen. Eine voll-

ständige Fieder konnte bisher nicht gefunden werden. Die größte gemessene Breite liegt bei etwa 13 mm. Die Breite der Fiederrhachis erreicht kaum 1 mm, sie ist fein längsgestreift und weist entlang der Mittelachse eine breite, gerundete Längsfurche auf (Taf. 1, Fig. 4, Taf. 2, Fig. 1).

Ein vollständiger Wedel konnte bisher nicht geborgen werden. Der Wedelaufbau ist bipinnat. Die Wedel werden über 50 cm lang und über 16 cm breit. Die Breite der Wedelrhachis beträgt an der breitesten erhaltenen Stelle etwa 2,5 mm, im apikalen Bereich ist sie noch 1,5 mm breit. Die Rhachis ist genauso gebaut wie die Fiederrhachiden, d. h. fein längsgestreift mit einer medianen, breit-gerundeten Längsfurche (Taf. 1, Fig. 1). Vereinzelt auftretende Vertiefungen könnten auf unregelmäßig verteilte Haarbasisen hinweisen.

Bemerkungen:

Da im Zusammenhang mit dem vorliegenden Material keinerlei Fruktifikationen gefunden werden konnten, muß die Zuordnung zur Gattung *Eboracia* offenbleiben. Die Morphologie der sterilen Fiederchen und Fiedern schließt sich allerdings so eng an die der Gattung *Eboracia* an, daß eine Zugehörigkeit vermutet werden darf.

Die Art *Cladophlebis lobifolia* wurde häufiger beschrieben, wobei es sich wahrscheinlich um eine Sammelart handelt. Daher erscheint sie auch über einen sehr langen Zeitraum immer wieder in den Bestimmungslisten. So wird sie von ZEILLER (1903) bereits aus dem Rhaet von Tonkin beschrieben und soll genauso im mittleren bis oberen Jura auftreten (MÖLLER 1913), wo sie nach der Literatur offensichtlich ihre Hauptverbreitung hat. *Cladophlebis lobifolia* im engeren Sinne wird dadurch charakterisiert, daß die Basalfiederchen der Fiedern vorletzter Ordnung deutlich vergrößert und lobiert sind und daß das folgende Paar Fiederchen gegenüber allen anderen Fiederchen reduziert ist. Das trifft bei dem vorliegenden Material zu, wie die Tabelle 1 zeigt. Fruktifizierende Teile dieser *Cladophlebis*-Art gehören zu *Eboracia lobifolia* (PHILLIPS) THOMAS.

Es zeigen sich aber einige Unterschiede im Vergleich mit dem vorliegenden Material zu der ausführlichen Beschreibung bei HARRIS (1961). So kann die von HARRIS angegebene Behaarung der Rhachisunterseite nicht nachgewiesen werden. Der Abgang der Fiederchen liegt nicht zwischen 50° und 85°, sondern bei 35° bis 50°, und die Fiederchen selbst sind mit 7,8 x 4,2 mm Größe gedrungener als bei dem Material aus Yorkshire (9 x 3 mm). Darüber hinaus beschreibt HARRIS eine dreifache Gabelung der Seitenadern und dazwischen adernartige Markierungen. Bei dem hier vorliegenden Material sind bis zu vier Aufgabelungen zu beobachten, und die von HARRIS beschriebenen Markierungen zwischen den Adern sind nicht nachweisbar.

Es konnten einige isolierte Fiedern vorletzter Ordnung geborgen werden, die sehr lang ausgezogene subdreieckige Fiederchen tragen (Taf. 1, Fig. 4). Die Basis ist apikal leicht eingezogen und läuft proximal nur wenig an der Rhachis entlang. Die Ränder sind deutlich gewellt bis schwach lobiert. Sie haben ein sehr hohes Längen/Breiten-Verhältnis (bis 2,6/1!), das sie deutlich von den übrigen Fiederchen der *Cladophlebis* (?*Eboracia*) *lobifolia* unterscheidet (bis 1,4/1). Ob diese Fiedern hierher gehören, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, möglicherweise stammen sie aus dem basalen Anteil größerer Wedel.

Sphenopteris (BRONGNIART) STERNBERG 1825

Sphenopteris longipinnata nov. spec.

Material: Es liegen ein Wedelteil (17 x 12 cm) und ein Fiederbruchstück (3 x 1 cm) vor

Holotyp: Der auf Tafel 2, Figur 4 wiedergegebene Positivdruck

Locus typicus: Westteil des Steinbruchs Sudbrack (ehem. Stbr. Petring), Oberlütbe

Stratum typicum: Wiehengebirgsquarzit, Oxfordium

Derivatio nominis: Nach dem zur Fieder ausgewachsenen, anadromen Basalfiederchen

Verbleib: Sammlung des Museums für Naturkunde, Münster

Diagnose:

Fiederchen breit-dreieckig, gerundet, meist 3fach lobiert, zum Apex hin Verflachen der Loben. Fiederchen (Fiedern letzter Ordnung) breit ansitzend, zum Apex hin eingezogen, zur Basis hin weit herablaufend. Fiederchen alternierend stehend, katadromes Basalfiederchen deutlich vergrößert und unregelmäßig lobiert, die Wedelachse teilweise überdeckend. Anstelle des anadromen Basalfiederchens Ausbildung einer Fieder, diese mit ganzrandigen, etwas gestreckt halbrunden Fiederchen besetzt, katadromes Basalfiederchen vergrößert. Aderung deutlich, weitständig, jeweils eine Adergruppe einen Lobus versorgend. Achsen fein längsgestreift, gekielt.

Beschreibung:

Die Fiederchen (Fiedern letzter Ordnung) sind breit-dreieckig, gerundet und können höchstens 5fach gelappt sein (Taf. 3, Fig. 1). Sie sind leicht gewölbt, die Seitenloben etwas stärker als der Endlobus (Taf. 3, Fig. 2). Die Länge der Fiederchen liegt meist zwischen 5,5 und 6,4 mm, die der Breite zwischen 5,3 und 5,7 mm, wobei vor allem die 5fach lobierten Fiederchen länger als breit sind. Das Längen/Breiten-Verhältnis ergibt höchstens 1,4:1; meist liegt es zwischen 1,0:8 und 1,0:9.

Zur Basis der Fieder vorletzter Ordnung hin treten nur 3fach gelappte Fiederchen auf, zum Apex hin verflachen die Loben. Die einzelnen Loben sind breit gerundet und durch untiefe, scharfe Einschnitte voneinander getrennt (Taf. 2, Fig. 5). Der zur Fiederbasis hin gerichtete Basallobus der Fiederchen ist immer durch einen tiefen, breiten Einschnitt von der Fiederachse getrennt. Dadurch überlappt er – im Gegensatz zum Basallobus auf der zum Fiederapex hin gerichteten Seite – nie die Fiederachse, obwohl auch hier die Basis der Fiederchen eingezogen ist. Zur Fiederbasis hin laufen die Fiederchen mit einer sehr schmalen Spreite lang herab. Die basalen Loben der Fiederchen überlappen sich häufig (Taf. 3, Fig. 1). Die Fiederchen sind seitlich angewachsen und stehen in alternierender Stellung. Die Winkelstellung der Fiederchen zur Fiederachse beträgt 45° bis 90°, wobei zum Apex der Fieder hin eher rechtwinklige Stellungen beobachtet werden können.

Das katadrome Basalfiederchen ist deutlich vergrößert und erscheint dreifach unregelmäßig lobiert. Der mittlere Lobus ist etwas größer, während der zum Fiederapex hin gewandte Lobus relativ reduziert erscheint. Die Basalfiederchen sitzen mit einem breiten Stiel an der Fiederachse.

Die Position des entsprechenden anadromen Fiederchens wird von einer Fieder eingenommen (Taf. 3, Fig. 3). Sie ist bei dem vorliegenden Stück jeweils etwa 12 mm lang und 5 mm breit und trägt mindestens 5 Paar Fiederchen von gedrungenem halbrundem Umriß. Der Endlappen ist groß und breit gerundet. Das basale, katadrome Fiederchen ist deutlich vergrößert.

Die Adern sind relativ weitständig, es treffen zwischen 25 und 30 Adern auf einen 1 cm langen Rand (interpoliert). Die von der Mittelader abgehenden Äste versorgen jeweils einen Lobus. Dabei kann sich der Ast, der den basalen, katadromen Lobus versorgt, 4fach gabeln. Bei einigen Fiederchen scheint dieser Ast nicht aus der Hauptader des Fiederchens, sondern direkt aus der Fiederachse zu entspringen. Der den nächsten katadromen Lobus versorgende Ast ist 5fach gegabelt, der folgende immer nur 2fach. Im Endlobus kann sich die Mittelader mindestens 5fach aufgabeln. Die basal anadrom abgegebene Seitenader gabelt sich, wie die katadrome, 4fach, die den folgenden, anadromen Lobus versorgende Ader nur 2fach. Die Mittelader verläuft schwach alternierend. Sie ist breit, aber nicht immer sehr deutlich, und zieht stark an der Fiederachse herunter (Taf. 3, Fig. 4, 5).

Die Fiederachsen sind im basalen Bereich etwa 1 mm breit, sie werden auf 10 cm Länge etwa 0,2 bis 0,3 mm schmäler. Keine der Fiedern ist vollständig erhalten. Die Wedelachse mißt an der breitesten Stelle 2,5 mm und nach etwa 7 cm noch 2,2 mm. Die Achsen sind fein längsgestreift. Durch die Ausbildung eines zentralen Kiels erscheinen die Achsen im Abdruck geflügelt (Taf. 3, Fig. 1).

Der Wedelaufbau ist grundsätzlich bipinnat. Durch die Ausbildung einer Fieder anstelle des basalen, anadromen Fiederchens könnte man aber auch von einem tripinnaten Aufbau sprechen.

Fertile Organe konnten bisher nicht nachgewiesen werden.

Diskussion:

Sphenopteris longipinnata nov. spec. unterscheidet sich von allen vergleichbaren Formen des höheren Juras durch die Ausbildung einer Fieder anstelle des basalen anadromen Fiederchens. Dabei ist der gesamte Wedelaufbau eindeutig katadrom.

Verlängerte katadrome Basalfiederchen sind bei der Gattung *Sphenopteris* insbesondere aus dem Karbon häufiger bekannt geworden. Das im Gegensatz dazu stärkere Größenwachstum der anadromen Basalfiedern vorletzter Ordnung ist sehr selten. Dieses Merkmal zeigt z. B. *Sphenopteris aphlebiaeformis* PRYNADA. Hier ist sogar wie bei *Sph. longipinnata* ein Auswachsen des anadromen Basalfiederchens festzustellen. Allerdings sind die Fiederchen stärker lobiert bei einem insgesamt asymmetrischen Bau.

Die Abbildungen von *Dicksonia pauciloba*, die MÖLLER (1902) aus dem Jura von Bornholm beschreibt, weisen Ähnlichkeiten mit *Sph. longipinnata* auf. So erscheinen der morphologische Umriß der Fiederchen und die Kielung der Fiederachse vergleichbar. Aus den Abbildungen darf man aber entnehmen, daß das Aderungsschema im Gegensatz zu *Sph. longipinnata* fächerig ist; MÖLLER spricht von höchstens einer Gabelung. Zudem soll die Aderung schlecht erkennbar sein. Darüber hinaus beschreibt MÖLLER sehr kleine Fiederchen, die bereits 5fach lobiert sind. Von *D. pauciloba* sind nur einige wenige Bruchstücke von Fiedern aufgefunden worden, so daß der Wedelaufbau ungeklärt ist.

***Nilssonia* BRONGNIART 1825**

***Nilssonia* cf. *orientalis* HEER**

Die *Nilssonia*-Reste stellen aufgrund ihrer Größe die auffälligsten Pflanzenreste in der Jura-Flora des Steinbruchs Sudbrack dar. Vergleichbare Reste wurden bereits früher in den Aufschlüssen der Umgebung mehrfach gefunden. Sie stammen vornehmlich aus einer Schicht mit besonders grobkörnigem Sediment. Die Petrographie dieses Profilabschnitts machte die Bergung großflächiger Gesteinsplatten möglich. Daher konnten auch größere Fiedern von *Nilssonia* cf. *orientalis* geborgen werden. Die Größe variiert sehr, worauf bereits BENDA (1964) hingewiesen hat.

Beschreibung:

Keine der aufgesammelten Fiedern von *N. cf. orientalis* ist vollständig. Der größte Rest ist 35 cm lang und 5,3 cm breit; er zeigt weder die Basis noch den Apex. Die größte Breite beim vorliegenden Material beträgt 5,7 cm, wobei die breiteste Stelle der Fiedern im oberen Drittel liegt. Daneben treten auch weit über 25 cm lange und nur 2,5 cm breite Fiedern auf.

Die Fiedern sind meist unzerteilt, nur selten tritt eine unregelmäßige Segmentierung auf (Taf. 4, Fig. 1). Der Apex ist breit gerundet und erscheint etwas abgeflacht. Gelegentlich hat man den Eindruck, daß die Mittelader als kleine Spitze über den Vorderrand hinausragt. Die Ränder sind glatt und meist gerade. Manchmal kann auch eine schwache Einschnürung und sehr selten eine Ondulierung beobachtet werden.

Die Adern entspringen auf der Mittelader im Winkel von etwa 45° und biegen noch im Bereich der Mittelader auf 80° bis 90° um. Im apikalen Bereich verlaufen die Adern spitzwinkliger. Am Rand biegen die Adern leicht in apikaler Richtung um (Taf. 4, Fig. 2). Der Abstand der Adern untereinander ist relativ konstant, er schwankt zwischen 0,25 und 0,35 mm. Die Adern sind dünn und ungegabelt. Sie scheinen im Bereich der Rhachis verdickt zu sein.

Die Rhachis kann eine Breite von 5 mm aufweisen, wobei die Breite auf 10 cm etwa um ein Drittel abnimmt. Von der Oberseite her erscheint sie oft deutlich schmaler, da die Randbereiche nur sehr schwach oder gar nicht durch die Spreite gedrückt werden.

Bemerkungen:

Die hier vorliegenden Stücke weisen am Apex keine deutliche Einbuchtung auf, es kann nur eine Verflachung und mehrmals ein Einbauchen der Spitzenregion festgestellt werden. Ob diese Einbuchtung ein artbestimmendes Merkmal ist (BENDA 1964) oder ob es sich um einen Erhaltungszustand handelt, kann nicht gesagt werden.

Der Abstand der einzelnen Adern untereinander von etwa 0,3 mm wird von BENDA (1964) als typisch für *N. orientalis* angegeben. HARRIS (1964) weist darauf hin, daß neben *Nilssonina tenuinervis* mehrere Arten diese Anzahl von Adern pro cm aufweisen. Die von BENDA (1964) angegebenen Schwankungen zwischen 0,3 mm im apikalen und 0,7 mm im basalen Bereich konnten beim vorliegenden Material nicht festgestellt werden.

Das Material aus dem Steinbruch Sudbrack wird daher nur mit Vorbehalt zu *N. orientalis* gestellt. Das ist gut vertretbar, weil *N. orientalis* eine Sammelart darstellt, in der morphologisch gleichartige Formen zusammengefaßt werden, bei denen die Kutikulen unbekannt sind.

SALFELD (1909) beschreibt aus dem Korallenoolith bei Hüsede ähnlich erscheinendes Material unter dem Namen *Taeniopteris* sp. indet. n. sp. Er nähert das Material den Arten *T. vittata* und *T. orevillensis*. Hierbei handelt es sich nach SEWARD (1969) wahrscheinlich um *Nilssonina orientalis*. Diese Vermutung erhärtet sich durch die jetzt beschriebenen Reste, die aus dem gleichen stratigraphischen Niveau und der unmittelbaren geographischen Nachbarschaft stammen.

***Pterophyllum* BRONGNIART (1828) emend. HARRIS 1969**

***Pterophyllum* sp.**

Beschreibung:

Bei dem am besten erhaltenen Stück handelt es sich um ein 8 cm langes Bruchstück aus dem höheren Bereich eines Wedels. Man sieht auf die Wedeloberseite (Taf. 4, Fig. 3).

Die langgestreckten, weitgehend parallelrandigen Fiedern letzter Ordnung verschmälern sich erkennbar erst im vorderen Drittel. Sie erreichen eine Länge von 23 mm, die Breite beträgt nicht mehr als 3 mm. Sie sitzen gegenständig bis ein wenig versetzt auf der Oberseite der Wedelrhachis an, wobei sie die Rhachis vollständig abdecken (Taf. 6, Fig. 3). Zuerst gehen sie senkrecht von der Rhachis ab und biegen dann schwach sichelförmig zum Wedelapex hin um. Die Fiederbasis ist leicht eingezogen und an den Ecken abgerundet (Taf. 6, Fig. 3). Der Apex ist etwas asymmetrisch gerundet, d. h. die Spitze der Fiedern letzter Ordnung ist zum Wedelapex hin verlagert (Taf. 6, Fig. 2). Der Rand ist glatt und geringfügig wulstartig verdickt.

Die Fiedern letzter Ordnung berühren sich an der Basis, manchmal scheinen sie sich auch ein wenig zu überlappen. 8 oder 9 subparallele, ungegabelte Adern versorgen jede Fieder (Taf. 5, Fig. 3).

Neben drei weiteren, sehr gut erhaltenen Wedelteilen liegen noch über 12 Wedelreste vor. Sie zeigen alle symmetrisch gebaute, langgestreckte Fiedern letzter Ordnung, die schwach zum Fiederapex hin divergieren. Die größte Fiederlänge konnte mit 25 mm gemessen werden. Zur Basis und zum Apex des Wedels hin werden sie deutlich kürzer. Im Bereich der „Petiolen“ (Basalteil der Wedelrhachis ohne primär ansitzende Fiederchen) können nur noch Fiederlängen um 10 bis 13 mm gemessen werden (Taf. 5, Fig. 1, 2). Die Breite der Fiedern letzter Ordnung schwankt je nach Größe des Wedels zwischen 1,9 und 2,6 mm. Eine Ausnahme bildet die basale Fieder letzter Ordnung bei einem einzelnen Stück, die eine Breite von über 3,5 mm aufweist. Auf halber Länge beträgt sie noch 1,7 bzw. 2,5 mm. Sie sind leicht sichelförmig zur Wedelspitze hin gebogen. Der Apex ist etwas zugespitzt und rund. Die Basis ist breit ansitzend und zur Basis wie zum Apex des Wedels hin ein wenig eingezogen. Die Ränder sind glatt, sie bilden einen deutlichen, schmalen Wulst.

Die Fiederbasen berühren sich, nur selten überlappen sie sich ein wenig. Sonst sind sie deutlich voneinander separiert. Sie sind oberhalb der Achse angeheftet, wobei sich im apikalen Bereich der Wedel die Basen berühren, so daß die Wedelrhachis völlig bedeckt ist. Zur Wedelbasis hin weichen die Fiederbasen auseinander, wobei sie aber immer noch $\frac{2}{3}$ der Rhachisoberseite abdecken (Taf. 6, Fig. 4).

Die Fiedern letzter Ordnung können eine gegenständige Stellung einnehmen, häufiger sind sie aber um $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{3}$ der Fiederbreite gegeneinander versetzt. Sie weisen Anheftungswinkel zwischen 90° und 110° zur Wedelachse auf.

Die Adern treten rechtwinklig aus der Rhachis in die Fieder letzter Ordnung ein. Sie sind ungegabelt und dünn, weshalb sie meist nur schwer erkennbar sind. Im Bereich der Rhachis erscheinen sie etwas knotig verdickt. Etwa 7 bis 9 Adern versorgen jede Fieder. Die Spreite ist häufig ganz fein längsgestreift.

Die Wedel haben einen oblongen Umriß. Sie können über 190 mm lang werden, ihre Breite schwankt zwischen 40 und 70 mm. Der Apex ist schwach zugespitzt rundlich. Die Oberfläche der Wedelrhachis ist deutlich durch dicht stehende, 0,3 bis 0,9 mm lange Querelemente gegliedert (Taf. 6, Fig. 4). Der basale Teil der Wedelrhachis ohne Fiedern („Petiole“) ist zwischen 22 und 30 mm lang und bis 7,4 mm breit. Zum Wedelapex hin nimmt die Rhachisbreite auf 100 mm um etwa die Hälfte ab.

Bemerkungen:

In der Spitzenregion der Wedel ist dieses *Pterophyllum* von der Gattung *Nilssonia* kaum zu unterscheiden. Während aber bei *Nilssonia* immer auf der ganzen Länge die Rhachisoberseite von den Fiederspreiten abgedeckt wird, ist das bei *Pterophyllum* sp. nicht der Fall. Im basalen Bereich der Wedel sind die Fiedern zwar auf der Oberseite der Rhachis angeheftet, sie lassen aber einen Teil der Rhachisoberseite frei. Darüber hinaus ist die Ausbildung der Fiedern letzter Ordnung vollkommen gleichmäßig, ein Merkmal, das bei der Gattung *Nilssonia* zumindest äußerst selten ist.

Durch die Art der Anheftung der Fiedern auf der Rhachis in Verbindung mit dem Umriß der Fiedern bildet *Pterophyllum* sp. eine Übergangsform zwischen den Gattungen *Pterophyllum* und *Nilssonia*. PRYNADA (1956) hat für Material mit einer ähnlichen Merkmalskombination die Gattung *Tyrmia* aufgestellt, so daß *Pterophyllum* sp. in diese Gattung gehören könnte (frdl. mündl. Mitt. von Frau van Kronijnburg-van Cittert, Utrecht, nach Durchsicht des Materials. Leider war es bisher nicht möglich, die entsprechende Arbeit von PRYNADA zu beschaffen).

MEYEN (1987) erweitert das wichtige Merkmal des Blatt(= Fieder)Ansatzes bei *Pterophyllum* dahingehend, daß die Fiederchen mit ihrer Basis nicht nur seitlich ansitzen, sondern auch in verschiedenen Positionen auf der Oberseite angeheftet sein können. Daher sieht er in *Tyrmia* nur ein Synonym zu *Pterophyllum*.

In der zugänglichen Literatur ergeben sich nach den Abbildungen Übereinstimmungen mit *Pterophyllum paradoxum* DOLUDENKO (1969). Diese Art dürfte nach dem bisherigen Kenntnisstand *Pterophyllum* sp. am ehesten nahe stehen.

Bruchstücke von *Pterophyllum* sp. sind im vorliegenden Material nicht selten. Sie treten vor allem zusammen mit Coniferen und Equiseten auf und bilden eine typische Vergesellschaftung im Steinbruch Sudbrack.

***Equisetites* STERNBERG 1833**

***Equisetites* cf. *lateralis* (PHILLIPS)**

In den stärker tonigen Abschnitten des Profils treten z. T. schichtbedeckend und häufig monotypisch Equiseten auf. Neben oberirdischen Sproßresten sind auch Wurzelreste nicht selten. Wenn sie mit anderen Pflanzenresten vergesellschaftet auftreten, handelt es sich fast ausschließlich um Coniferen.

Beschreibung:

Die meistens um 10 mm breiten, unverzweigten Stämme weisen Internodienlängen bis über 50 mm auf. Außen sind die Internodien weitgehend glatt, der Innensteinkern zeigt eine schwache Cannelierung. Die Nodien sind weder angeschwollen noch eingezogen. Jeder Wirtel trägt normalerweise 20 bis 25 Blätter, die aus den etwa 7 mm langen Blattscheiden hervorgehen (Taf. 7, Fig. 1, 5). Die Blätter sind 17 bis 20 mm lang. Oftmals erscheinen sie gekielt. In dem Kiel verläuft die einfache, ungegabelte Blattader (Taf. 7, Fig. 2).

Vereinzelt finden sich isoliert oder im Zusammenhang mit Achsen rundliche, in sich gegliederte „Scheiben“, die in der Literatur als Diaphragmen angesprochen werden. Sie sind leicht gewölbt bei einem Durchmesser von etwa 5 mm. Radial um einen runden, zentralen Bereich herum sind keilförmige, meist rundlich erhabene Elemente angeordnet (Taf. 7, Fig. 3). Zwischen ihnen verlaufen Zellzüge, die sich nach außen hin erweitern (Taf. 7, Fig. 4). Die Zahl dieser Zellzüge entspricht der Anzahl der jeweils ansitzenden Blätter.

Rhizome sind nur selten nachweisbar; sie unterscheiden sich nicht von den oberirdischen Sproßteilen (Taf. 8, Fig. 2). Sehr häufig dagegen sind die an den Rhizomen ansitzenden Wurzeln (Taf. 8, Fig. 3). Die Hauptwurzeln sind zwischen 1 und 2 mm breit. In unregelmäßigen Abständen geben sie Seitenwurzeln ab, die um 0,5 mm breit sind.

Art	<i>E. beani</i>	<i>E. columnare</i>	<i>E. lateralis</i>	<i>E. cf. lateralis</i>
Stamm				
Breite	10-12	40-65	10-30 (Ø 15)	8-13 (Ø 10)
Länge	10-15	5-15	-60 (Ø 30)	26-50 (Ø 35)
Bau	leicht eingezogen	leicht geschwollen	wie Internodien	wie Internodien
Oberfläche	leicht canneliert	glatt	glatt	glatt bis schwach canneliert
Blattscheide				
Länge	–	20-30	10-20	5,5-10 (Ø 7)
Segmentbreite	–	breiter als Blattbasen	schmäler als Blattbasen	breit wie Blattbasen
Blätter				
Anzahl	100-150	50-80	25-35	15-24
Länge	–	2- 4	10-15	15-17
„Diaphragma“-Bau	kräftig, glatt, Ring mit Tuberkeln	zart, glatt, Ring mit Tuberkeln	rund, gewölbt, „Rad mit Nabe u. Speichen“	rund, gewölbt, „Rad mit Nabe u. Speichen“

Tabelle 2: Bestimmungsmerkmale der drei wichtigsten oberjurassischen Equisetiten des europäischen Raumes im Vergleich zum vorliegenden Material, Maßangaben in mm

Bemerkungen:

Im Gesamthabitus stimmt das hier vorliegende Material mit den Bestimmungsmerkmalen von *Equisetites lateralis* (PHILLIPS) überein. Im Detail zeigen sich aber einige Unterschiede zu dem umfangreichen, von HARRIS (1961) untersuchten Material aus Yorkshire, wie aus der Tabelle 2 zu ersehen ist. In dieser Tabelle sind die Merkmale der häufigsten Equisetiten des europäischen Raumes im höheren Jura dargestellt.

Einige Individuen von *Equisetites cf. lateralis* aus dem Steinbruch Sudbrack weisen eine auffallende Ähnlichkeit mit *E. fylensis* aus dem höheren Jura von Südschweden auf. TRALAU (1977) gibt auch an, daß das Material vorher zu *E. lateralis* gestellt worden war und vergleicht mit dieser Art. Als Unterschied zu *E. lateralis* gibt er die geringere Breite der Stämme (4-5 mm) und die geringere Anzahl von Blättern pro Nodium (12) an. Das hier vorliegende Material zeigt ebenfalls einige kleine Sprossen mit nur 12 Blättern. Es könnte sich daher nur um die Variationsbreite bzw. unterschiedliche ontogenetische Stadien einer Art handeln. Ohne Kenntnis der Kutikulen ist diese Frage allerdings kaum zu entscheiden.

Araucarites (PRESL) HARRIS 1935

Zusammen mit Coniferen-Resten finden sich relativ häufig Fruchtschuppen, die offensichtlich nur einen Samen getragen haben. Sie erscheinen geflügelt und weisen im apikalen Bereich eine Trennung in ein äußeres („Deckschuppe“) und ein inneres („Fruchtschuppe“) morphologisches Element auf. Dieser Bau spricht für eine Zugehörigkeit zu den Araucariaceen (SEWARD et al., 1906).

Araucarites longispinis nov. spec.

Material: 10 weitgehend vollständige Zapfenschuppen

Holotyp: Die auf der Tafel 8, Figur 4 dargestellte Zapfenschuppe

Paratypen: Die auf der Tafel 8, Figur 5 bis 7 dargestellten Zapfenschuppen

Locus typicus: Westteil des Steinbruchs Sudbrack (ehem. Stbr. Petring), Oberlütbe

Stratum typicum: Wiehengebirgsquarzit, Oxfordium

Verbleib: Landesmuseum für Naturkunde Münster

Derivatio nominis: Nach dem extrem langen, schmalen Fortsatz in der Mitte der Schuppenvorderseite

Diagnose:

Einzelschuppen, Deckschuppe über 26 mm lang und 15 mm breit, meist etwas gedrungener, von trapezförmigem Umriß, der breiteste Punkt kurz hinter dem Schuppenvorderrand, mittig am Vorderrand ein schmaler, lang ausgezogener Fortsatz ansitzend, über 10 mm lang, an der Basis um 3 mm breit, von der Deckschuppe adaxial abgelenkt. Fruchtschuppe weitgehend mit der Deckschuppe verwachsen, nur das vordere Fünftel weitgehend frei, in einen kurzen, schmalen Sporn auslaufend, Einzelsame auf der Mittelachse der unteren Schuppenhälfte sitzend, durch eine flache Grube markiert, diese bis 15 mm lang und 4,2 mm breit.

Beschreibung:

Es liegt eine Vielzahl von Einzelschuppen vor, deren Länge zwischen 17 und 26 mm schwankt. Das Längen/Breiten-Verhältnis reicht von 1,35 bis 1,95. In der Tabelle 3 sind die Maße einiger Individuen aufgeführt. Die Schuppen sind deutlich längsgestreift (Taf. 8, Fig. 5). Im vorderen Drittel tritt über die ganze Breite der Schuppen eine Querrunzelung auf, die im apikalen Bereich wieder verschwindet (Taf. 8, Fig. 4, 6). Hierbei handelt es sich möglicherweise um sekundäre Erscheinungen, die auf das Flachdrücken der ursprünglich in diesem Bereich leicht adaxial aufgebogenen Schuppen zurückzuführen sind.

Länge	Schuppen-		apikaler Fortsatz		Samen-Position	
	Breite		Länge/Breite		Länge	Breite
	max./Basis			Basis	innen/mit Saum	innen/mit Saum
26,3	14,7/5,7		>7,6/2,4		12,0/13,5	3,8
17,7	13,2/5,8		10,2/2,5		9,1/13,2	3,3/4,0
20,0	14,8/7,2		>7,7/3,0		8,4/11,8	3,0/3,8
24,2	14,2/5,8		- /3,2		11,7/13,3	3,3/4,2
23,0	14,0/6,6		- /3,0		12,3/15,0	3,6/4,1
22,0	11,3/7,8		>7,9/3,0		11,7/13,0	3,5/4,1

Tabelle 3: Maße (in mm) einiger ausgesuchter Zapfenschuppen von *Araucarites longispinis* nov. spec.

Die im unteren Teil der Schuppen auftretende flache Vertiefung, die den Samen aufnimmt, ist in sich gegliedert (Taf. 8, Fig. 4, 5, 7). Ein innerer Bereich von „angust abovatem“ (BALL et al. 1962) Umriß wird von einem schmalen Saum umgeben, der sich im vorderen (distalen) Teil deutlich verbreitert und zum Apex hin verflachend ausläuft. Im apikalen Abschnitt ist auf etwa $\frac{1}{5}$ der Gesamtlänge Deckschuppe und Fruchtschuppe noch getrennt. Der freie Teil der Fruchtschuppe ist im Vergleich zur Deckschuppe sehr dünn, was durch die unterschiedliche Dicke der kohlig erhaltenen Gewebe belegt wird. Die Fruchtschuppe läuft wie die Deckschuppe in einen schmalen Sporn aus. Dieser ist mit einer Länge um 2 mm sehr kurz und mit einer etwa 1,3 mm breiten Basis sehr klein im Vergleich mit dem apikalen Fortsatz an der Deckschuppe.

Bemerkungen:

Die weitgehende Verwachsung von Deck- und Fruchtschuppe (von vielen Autoren nicht zutreffenderweise „Ligula“ genannt, FLORIN 1944) sowie der Nachweis nur einer Samenanlage pro Zapfenschuppe belegen die Zugehörigkeit zu den Araucariaceen. Das vorliegende Material unterscheidet sich von allen anderen bisher beschriebenen Formen durch das Längen/Breiten-Verhältnis, das relativ höher ist, d. h., die Zapfenschuppen sind insgesamt schlanker. Darüber hinaus ist der apikale Fortsatz an den Deckschuppen mit über 10 mm deutlich länger. Bei allen anderen Arten wurden meist Längen von 1 bis 2 mm, höchstens aber 6 mm gemessen. Das trifft auch für die sehr ähnlichen, von WHITE (1981) beschriebenen Zapfenschuppen von *Agathis jurassica* zu, die in den Dimensionen und den Strukturen der hier vorliegenden Schuppen sehr ähnlich ist. Aber auch bei dieser Art wird der „apical point“ als wenig markiert bezeichnet.

Bisher konnte kein vollständiger Zapfen gefunden werden. Auf einem Handstück treten mehrere Zapfenschuppen auf, die so angeordnet sind, daß die proximalen Enden aufeinander zulaufen. Diese Anordnung spricht dafür, daß es sich um einen an Ort und Stelle zerfallenen Zapfen handelt.

Carpolithus LINNAEUS 1768

Carpolithus sp. A

Auf vielen der gesammelten Handstücke finden sich zum Teil in Massenanhäufungen relativ gleich große Samen von weitgehend übereinstimmender äußerer Morphologie (Taf. 9, Fig 1). Besonders oft können sie in Schichtabschnitten beobachtet werden, die nur noch sehr wenige Pflanzenreste aufweisen. Bei diesen handelt es sich meistens um Coniferen-Reste vom *Pagiophyllum*- und *Brachyphyllum*-Typ. Nicht selten treten sie auch zusammen mit *Cladophlebis*-Resten auf.

Beschreibung:

Die Samen sind im Umriß leicht abgeplattet, rundlich bis schwach elliptisch. Die größten Durchmesser liegen bei 2,6 mm. Sie sind in einen inneren, gewölbten Teil und einen Saum gegliedert (Taf. 9, Fig. 2). Der innere Teil ist leicht dorsiventral-symmetrisch gebaut und weist einen Durchmesser von annähernd 2,2 mm auf. Der umgebende flache Saum erreicht höchstens 0,3 mm Breite. Im distalen Bereich ist der Saum rundlich ausgebuchtet oder unterbrochen. Die dicke, den Steinkern überziehende Kohle weist auf der Außenseite eine Streifung auf, die durch eine unregelmäßige, retikuläre Skulpturierung überlagert wird (Taf. 9, Fig. 2). Der Innensteinkern zeigt auf der Oberfläche des zentralen Körpers ebenfalls eine longitudinal verlaufende Streifung, die

aber sehr viel feiner ausgebildet ist und einen eher fibrösen Eindruck macht; sonst ist er glatt. Der Saum ist deutlich radial gestreift; die retikuläre Skulpturierung ist viel undeutlicher und manchmal gar nicht erkennbar.

Bemerkungen:

In keinem Falle konnte ein Zusammenhang zwischen den Samen und den aufgefundenen Laubformen nachgewiesen werden. Aufgrund der wenigen Merkmale der Samen und des Fehlens jeglicher biologischer Hinweise auf Zusammenhänge wird auf die Aufstellung einer neuen Gattung bzw. Art verzichtet. Die Zuordnung zur Gattung *Carpolithus* erfolgt im Sinne von SEWARD (1917). Er sieht dieses Taxon als Sammelgattung für alle Samen, die keiner näher eingrenzenden Pflanzengruppe zugeordnet werden können.

Die Morphologie der Samen legt es nahe, den inneren, gewölbten Bereich als Nucellus und Endotesta zu deuten. Wenn dies zutrifft, dürfte der äußere Saum die fleischige Sarcotesta dokumentieren. Die Ausbuchtung des Saumes am distalen Ende markiert sicherlich die Lage der Mikropyle.

Die kräftige Längsstreifung der Samen könnte durch Harzkanäle oder sklerenchymatische Bildungen hervorgerufen werden. Die Deutung der retikulären Skulpturierung muß offenbleiben, sie ist aber keinesfalls als Schrumpfungerscheinung des Pericarps zu deuten. Es handelt sich um ein Bestimmungsmerkmal für diesen Samentyp.

In der Juraflora von Yorkshire treten ähnlich gebaute Samen relativ häufig auf. Sie werden zu *Carpolithes diospyriformis* STERNBERG gestellt (SEWARD 1904). Ebenfalls vergleichbare Samen – wenn auch von stärker elliptischem Umriß – beschreiben BARNARD et MILLER (1976) aus dem Dogger des Elburz-Gebirges (Nord-Iran) unter dem Namen *Carpolithus* sp. B. Sie vermuten eine Zugehörigkeit zu Cycadeen-Verwandten.

***Carpolithus* sp. B.**

Vereinzelte tritt ein zweiter Samen-Typ auf, der häufig mit *Araucarites longispinis* nov. spec. vergesellschaftet auftritt. In einem Falle scheint ein Same dieses Typs noch auf der Deckschuppe angeheftet vorzuliegen.

Beschreibung:

Wie *Carpolithus* sp. A ist dieser Samentyp in einen inneren, gewölbten Bereich und einen flachen Saum gegliedert. Die Samen weisen einen Umriß auf, der nach BALL (1962) als *anguste abovatus* bezeichnet werden kann (Taf. 9, Fig. 3, 4). Bei den fünf bisher aufgefundenen Samen dieser Art kann die Länge 15 mm und die Breite 5 mm überschreiten, wobei die breiteste Stelle im distalen Bereich liegt. Der innere gewölbte Körper wird von einem etwa 0,7 mm breiten, flachen Saum umschlossen. Im distalen Bereich ist dieser Saum zungenförmig nach vorn ausgezogen.

Bemerkungen:

Bisher kann nur bei einer Zapfenschuppe von *Araucarites longispinis* ein ansitzender Samen vermutet werden. Die Dimensionen der Größenverhältnisse von *Carpolithus* sp. B entsprechen weitgehend denen der Einsenkungen auf den Zapfenschuppen, wo der Same eingebettet gewesen sein dürfte. Auch stimmt die Morphologie der Gruben (saumartige Bildung um die zentrale Vertiefung herum; ausgelängter und flacher Bereich oberhalb des distalen Endes der Vertiefung auf der Schuppe) gut mit den Samenabdrücken überein. Ein biologischer Zusammenhang erscheint somit zumindest naheliegend.

***Brachyphyllum* LINDLEY et HUTTON 1862 ex BRONGNIART 1828 und *Pagiophyllum* HEER 1881**

Coniferen-Reste finden sich in einigen Profilabschnitten überaus häufig. Bei dieser Pflanzengruppe sollte man aber von einer Artbestimmung unbedingt Abstand nehmen, wenn keine Kutikulen gewonnen werden können, wie das bisher der Fall ist. Es können aber grundsätzlich 2 Typen von Coniferen-Belaubungen auseinandergelassen werden, der *Brachyphyllum*- und der *Pagiophyllum*-Typ.

***Brachyphyllum* sp.**

Die spiralförmig angeordneten Blätter haben einen schuppenartigen Charakter. Ihr Umriß ist rhombenförmig (Taf. 9, Fig. 5, 6). Die Blätter und Blattbasen sind bis 8,2 mm lang und 7,2 mm breit. Nur ein kleiner Teil der zum Apex weisenden Spitze ist frei. Die Oberfläche der Schuppen ist vor allem im basalen Bereich deutlich fächerartig längsgestreift. Die gesamte Oberfläche erscheint regelmäßig gekörnelt (Taf. 9, Fig. 6).

Die beblätterten Achsen sind über 16 mm breit. Vereinzelte treten dabei Stücke auf, die soweit entrindet zu sein scheinen, daß nur noch der Holzkörper im Abdruck erhalten ist (Taf. 9, Fig. 5). Dieser mißt etwa 4 mm. Eine vergleichbare Erhaltung beschreibt JUNG (1974) aus dem Solnhofener Plattenkalk.

***Pagiophyllum* sp.**

Die spiralg angeordneten Blätter können 6,5 mm Länge erreichen und über 1,2 mm breit werden (Taf. 10, Fig. 1, 2, 3). Sie sitzen mit etwa 45° breit an der tragenden Achse an. Nicht selten biegen die Blätter dann bis auf 90° um (Taf. 10, Fig. 3). Sie werden schnell frei und verlaufen sinusförmig. Der Apex ist leicht gespitzt. Die abaxiale Seite der Blätter trägt einen Kiel, wobei aber nicht gesagt werden kann, ob er median oder seitlich versetzt verläuft.

Bemerkungen:

Beide oben genannten Laubtypen werden u. a. mit Araucariaceen in Verbindung gebracht (ZIMMERMANN 1959, SEWARD 1969, HARRIS 1979). Die Araucariaceen sind auch bereits durch *Araucarites* in der Flora aus dem Steinbruch Sudbrack belegt. Zu welcher Coniferen-Gruppe die hier kurz skizzierten Laubformen gehören, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden. Das Längen/Breiten-Verhältnis der Blätter und Blattbasen von annähernd 1:1 bei *Brachyphyllum* sp. spricht für eine Zugehörigkeit zur Gruppe um *Brachyphyllum mamillare*. Diese Art gehört nach HARRIS (1979) zu den Araucariaceen. Das gilt auch für einige *Pagiophyllum*-Arten.

Daß aber viele der aufgesammelten Coniferenreste nicht zu den Araucariaceen gehören können, belegen die strukturbietenden Wurzeln (Taf. 11, Fig. 1 bis 5). Aufgrund des anatomischen Baus kann gesagt werden, daß es sich um Coniferen-Wurzeln handelt. Die Holzkörper der Wurzeln weisen pyknoides Gewebe auf, die Markstrahlen sind nur zwei Zellen hoch (Taf. 11, Fig. 5, Taf. 12, Fig. 1). Der Holztyp ist abietoid und in keinem Falle auch nur annähernd araucaroid, d. h. die Tracheiden weisen frei verteilte, einreihig stehende Hoftüpfel auf. Der Durchbruch innerhalb der Tüpfel verläuft senkrecht, was typisch für die frühen Hölzer mit Hoftüpfeln ist (Taf. 12, Fig. 2).

3. Beschreibung der Fauna

In einigen Schichtabschnitten treten häufig modiomorphe Muscheln auf (Taf. 12, Fig. 3). Sie sind bis auf feine Anwachsstreifen unskulpturiert. Eine nähere Bestimmung erscheint nicht möglich. Sehr häufig sind in den rein tonigen Abschnitten des Profils Spurenfossilien. Es handelt sich um weitgehend schichtparallele, langgestreckte, abgerundete rechteckige „Gänge“ von kaum mehr als 1,7 mm Durchmesser. Sie zeigen eine fast regelmäßige, feine Quergliederung (?Stopfstrukturen). Darüber hinaus fanden sich bisher nur noch zwei Arthropodenreste (Taf. 12, Fig. 4, 5). Es handelt sich dabei um Coleopteren-Flügeldecken, von denen aber nur eine vollständig erhalten ist.

***Hyperomima* sp.**

Beschreibung:

Die Flügeldecke ist gewölbt und nach hinten asymmetrisch zugespitzt. Sie ist 5,6 mm lang und 1,8 mm breit. 7 zur Innenseite hin kürzer werdende Längsstreifen gliedern die Oberfläche. Der Außenrand wird von einem kaum 0,2 mm breiten, flachen Rand gebildet.

Bemerkungen:

Eine nähere Bestimmung erübrigt sich, da sich Formen und Skulpturierungen der Elytren in den verschiedenen Verwandtschaftslinien wiederholen (HANDLIRSCH 1908). In der Formgattung *Hyperomima* befindet sich bisher nur eine Art, *Hyperomima antiqua* aus dem Purbeck des Vale of Wardow (England), von der HANDLIRSCH (1908) bezeichnenderweise schreibt: „... kann in allerlei Familien gehören.“

4. Zusammenfassende Betrachtung

Der im Steinbruch Sudbrack (Oberlütbe) aufgeschlossene, Pflanzenfossilien führende Profilabschnitt entwickelt sich relativ abrupt aus einer rein marinen Abfolge. Soweit im Liegenden der Folge noch Fossilien auftreten, die eine marine Fazies belegen, können an pflanzlichen Resten nur Häcksel nachgewiesen werden. Mit dem Auftreten der ersten großen Stämme an der Basis des untersuchten Profils sind alle marinen Faunenelemente verschwunden. Sie treten erst wieder auf, wenn zum Hangenden hin keine pflanzlichen Reste mehr nachweisbar sind.

Die Erhaltung der einzelnen Reste sowie deren Vergesellschaftung bzw. Trennung in weitgehend monotypische Zusammenschwemmungen sprechen dafür, daß kein langer Transport mit Sonderungen bzw. Mischungen von unterschiedlichen Beständen stattgefunden hat. Da keine Pflanzenreste in Lebensstellung nachgewiesen werden konnten, ist der Nachweis einer streng festländischen Ablagerungsgeschichte der vorliegenden Sedimentfolge sehr schwierig. Die Sedimentation und der Fossilinhalt des untersuchten Profilabschnitts sprechen dafür, daß hier Bildungen eines Ruhigwasserbereichs auf einer fluviatil dominierten Deltaebene in unmittelbarer Meeresnähe vorliegen.

Es könnte sich auch um eine Strandsee-Bildung handeln, wenn man JUNG (1974) in Bezug auf den Standort der Conifere *Brachyphyllum* folgt. JUNG nimmt nämlich an, daß es sich bei *Brachyphyllum nepos* um einen

Halophyten handelt. Als Beleg dafür führt er aber nur die Wuchsform dieser Art an, die in den Plattenkalken von Solnhofen weitverbreitet ist. Im Steinbruch Sudbrack gibt es allerdings keine schlüssigen Hinweise, die zu einer vergleichbaren Deutung der hier auftretenden Coniferen führen könnten. Allerdings sind ähnliche Erhaltungswesen wie im Solnhofener Plattenkalk nachweisbar („Entrindung“ bis auf den verhältnismäßig dünnen ?Hölkörper). Auch rezent finden sich derartige Reste bei den Koniferen nicht selten.

Die ehemalige freie Wasserfläche war vermutlich von einem „Röhricht“-Gürtel aus Equisetiten umgeben. Das monotypische Auftreten der Equisetiten und ihrer Wurzeln in stark tonigen Sedimenten, verbunden mit dem Nachweis zweiklappig erhaltener, modiomorpher Muscheln sind ein Hinweis dafür. Das teilweise vermischte Auftreten von Equisetiten und Coniferen bei gleichzeitigem Fehlen anderer Florenelemente könnte als Beleg dafür angesehen werden, daß hinter der Equisetiten-Zone eine Zone mit einem lichten, weitgehend monotypischen Coniferen-Bestand folgte.

Wenn gröberes Material auftritt, sind zusammen mit viel Häcksel vor allem Nilssonien und Pterophyllen nachweisbar, die wahrscheinlich vermehrt entlang der Fließgewässer wuchsen.

Zum Klima kann gesagt werden, daß es im oberen Jura im europäischen Raum bis nach Zentralasien hinein grundsätzlich stärker arid wird. Das führte zu einer Verarmung des Florenbestandes und einer starken Dominanz der Coniferen. Allgemein sind zudem Fundorte mit Makroresten äußerst selten, weil entweder marine oder kontinentale Rotsedimente weit verbreitet sind (VAKHRAMEEV 1978). So ist in Deutschland nur der Solnhofener Plattenkalk (unteres Tithon) für seine oberjurassischen Pflanzenreste überregional bekannt geworden.

Mit dem Vorkommen im Steinbruch Sudbrack ist nunmehr ein zweiter, überregional interessanter Fundpunkt für oberjurassische Pflanzenreste in Deutschland bekannt geworden. Auch hier gehören die Coniferen zu den vorherrschenden Pflanzengruppen. Sie sind allerdings weitgehend auf bestimmte, eng begrenzte Schichteinheiten beschränkt. Dasselbe gilt aber auch für die anderen, dominierenden Formen wie *Equisetites* cf. *lateralis*, *Nilssonia* cf. *orientalis* und *Cladophlebis* (?*Eboracia*) *lobifolia*. Diese Erscheinung könnte auf die unterschiedlichen Lieferbereiche der einzelnen Sedimentschüttungen zurückzuführen sein. So liegen einmal Einschwemmungen aus dem direkten Seeuferbereich vor, zum anderen handelt es sich um Material aus dem nahen Hinterland, das der sedimentliefernde Fluß durchfließt.

Bisher fehlen in der Abfolge aus dem Steinbruch Sudbrack und seiner Umgebung Funde von Czekanowskiales und Ginkgoales, die als besonders feuchtigkeitsliebende Pflanzengruppen gelten (VAKHRAMEEV 1987). Auch die Cycadales und Bennettiales sind charakteristisch für humid subtropisch-tropische Klimabereiche. Sie treten aber auch in stärker arid geprägten Gebieten auf. Die Coniferae sprechen insgesamt für stärker aride Klimabedingungen; sie sind in Bereichen mit Sumpf- oder Moorbildungen zumindest seltener.

Die vorliegende Florenzusammensetzung dürfte somit auf ein subtropisch-tropisches Klima in unmittelbarer Küstennähe hindeuten, wobei erste Tendenzen zu einer gewissen Aridität auftreten. Der aride Charakter wird belegt durch das Fehlen der Czekanowskiales und Ginkgoales bei gleichzeitigem Auftreten von *Brachyphyllum* und *Pagiophyllum* (Coniferae). *Nilssonia* und *Pterophyllum* (Cycadales und Bennettiales) sprechen zusammen mit *Cladophlebis* und *Sphenopteris* für humide Einflüsse. Die Equisetiten mit den Muscheln belegen offene Süßwasserflächen. Die „Jahresringe“ im Coniferen-Wurzelholz weisen zudem auf jahreszeitliche Klimaschwankungen (?Regenzeiten) hin.

So wird der anderorts überwiegend von Coniferen geprägte Charakter der europäischen Oberjuraflora durch die nahe Meeresbucht und die offenen Süßwasserflächen unterdrückt. Ähnliche Erscheinungen zeigen sich in der Oberjuraflora Schottlands, die auch aus Sedimenten stammt, die nahe der Küstenlinie eines Meeres abgelagert wurden (VAKHRAMEEV 1978).

Eine eingehende vergleichende Untersuchung mit dieser Oberjuraflora – vor allem unter Einbeziehung der Sedimentationsbedingungen – würde wahrscheinlich gesichertere Daten zum Gesamtklima dieses Raumes ergeben können.

5. Danksagung

Die vorliegende Arbeit konnte nur entstehen, weil das Land Nordrhein-Westfalen über das Amt für Bodendenkmalpflege Mittel für die Bergung und Auswertung des vorliegenden Materials zur Verfügung stellte. Dank gebührt darüber hinaus in besonderem Maße Frau R. REMY (Münster), Herrn Dr. J. NIEMEYER (Münster) und Herrn Dr. V. WILDE (Göttingen) für ihre Durchsicht des Manuskripts und kritische Stellungnahmen. Bei Frau Dr. J. H. A. VAN KRONIJNBURG-VAN CITTERT (Utrecht) bedanke ich mich für viele kritische und wichtige Hinweise bei der Durchsicht eines kleinen Teils der Aufsammlungen und bei Herrn Dr. J. SCHULZE-MOTEL (Quedlinburg) für die Übersetzung eines russischen Textes.

6. Literaturverzeichnis:

- BALL, H. W. et al. (1962): II. Terminology of simple symmetrical plane shapes (chart 1). – *Taxon*, **9**, 5, S. 145-156; Utrecht.
- BARNARD P. D. W. et MILLER, J. C. (1976): Flora of the Shemshak Formation (Elburz, Iran), Part 3: Middle Jurassic (Dogger) Plants from Katumbargah, Vasek Gah and Imam Manak. – *Palaeontographica*, B **155**, 1-4, S. 31-117, 28 Abb., 15 Taf.; Stuttgart.
- BENDA L. (1964): Die Jura-Flora aus der Saighan-Serie Nord-Afghanistans. – *Geol. Jb., Beih.*, **70**, S. 99-152, 11 Abb., 8 Taf.; Hannover.
- DOLUDENKO, M. P. et ORLOVSKAYA, E. R. (1976): Jurassic Floras of the Karatau Range, Southern Kaszakhstan. – *Palaeontology*, **19**, 4, S. 627-640, 4 Abb., 1 Tab.
- et SVANIDZE, Ts. I. (1969): The late Jurassic Flora of Georgia. – *Trans. Acad. Sci. USSR. Geol. Inst.*, **178**, 116 S., 4 Abb., 81 Taf., 9 Tab.; Moscow.
[in russisch]
- FLORIN, R. (1944): Die Koniferen des Oberkarbons und des unteren Perms. 7. Heft. – *Palaeontographica*, B **85**, S. 458-654, 21 Abb., 14 Taf.; Stuttgart.
- HANDLIRSCH, A. (1908): Die fossilen Insekten und die Phylogenie der rezenten Formen. – Leipzig: Engelmann, 1430 S., 24 Abb., 51 Taf.
- HARRIS, T. M. (1961): The Yorkshire Jurassic Flora, I. Tallophyta-Pteridophyta. – London: Trustees of the British Museum, 212 S., 71 Abb.
- (1964): The Yorkshire Jurassic Flora. II. Caytoniales, Cycadales and Pteridosperms. – London: Trustees of the British Museum, 191 S., 67 Abb., 7 Taf.
- (1979): The Yorkshire Jurassic Flora. V. Coniferales. – London: Trustees of the British Museum, 122 S., 68 Abb., 7 Taf.
- HINZE, C. (1979): Erläuterungen zu Blatt Nr. 3614 Wallenhorst. – Geologische Karte von Niedersachsen 1:25 000, 154 S., 20 Abb., 8 Tab., 6 Kt.; Hannover.
- LORENZ, W. (1975): Zur Lithostratigraphie und Sedimentologie des Korallenoolith (Malm) im Wiehengebirge (NW-Deutschland). – *Mitt. Geol.-Paläont. Inst.*, **44**, S. 423-447, 12 Abb., 2 Tab.; Hamburg.
- JUNG, W. (1974): Die Konifere *Brachyphyllum nepos* SAPORTA aus den Solnhofener Plattenkalken (unteres Untertithon), ein Halophyt. – *Mitt. Bayer. Staatstslg. Paläont. his. Geol.*, **14**, S. 49-58, 3 Abb., 2 Taf.; München.
- KLASSEN, H. (Ed.) (1984): Geologie des Osnabrücker Berglandes. – Osnabrück: Naturwissenschaftliches Museum, 672 S., 127 Abb., 24 Tab., 10 Taf.
- MEYEN, S. V. (1987): Fundamentals of Palaeobotany. – London: Chapman and Hall, 432 S., 99 Abb.
- MÖLLER, H. (1902): Bidrag till Bornholms fossila flora. Pteridofyter. – *Lunds Univ. Arsskr.*, **38**, 5, S. 1-66, 6 Taf.; Lund.
- et Halle, T. G. (1913): The fossil Flora of the Coal-bearing Deposits of South-Eastern Scania. – *Arkiv Bot.*, **13**, 7, S. 1-45, 2 Abb., 6 Taf.
- NAUKE, M. (1975): Zur Sedimentologie des Unterkimmeridge im westlichen Weser- und Wiehengebirge. – *Mitt. Geol.-Paläont. Inst.*, **44**, S. 469-494, 13 Abb., 1 Taf.; Hamburg.
- RUMOHR, J. (1973): Deltaisch-fluviatile Sedimentation des tiefen Malm (Wiehengebirgsquarzit) am Gehn (Wiehengebirge, Niedersachsen). – *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **143**, S. 345-383, 10 Abb.; Stuttgart.
- SALFELD, H. (1909): Beiträge zur Kenntnis jurassischer Pflanzenreste aus Norddeutschland. – *Palaeontographica*, **56**, 1, S. 1-36, 2 Abb., 4 Taf.; Stuttgart.
- SCHOTT, W. (1930): Paläogeographische Untersuchungen über den oberen Braunen und unteren Weißen Jura Nordwestdeutschlands. – *Abh. Preuß. Landes-Anst., N. F.* **133**, S. 1-51, 13 Abb., 6 Taf.; Berlin.
- SEWARD, A. C. (1900): Catalogue of the Mesozoic plants in the Department of Geology, British Museum (Natural History). The Jurassic Flora I. – The Yorkshire Coast. – London: Trustees of the British Museum, 341 S., 53 Abb., 21 Taf.
- (1969): Fossil Plants. A Text-Book for students of Botany and Geology, III. Pteriospermeae, Cycadofilices, Cordaitales, Cycadophyta. – London: Hafner, 656 S., 253 Abb.
[Nachdruck von 1989-1919]
- (1969): Fossil Plants. A Text-Book for students of Botany and Geology, IV. Ginkgoales, Coniferales, Gnetales. – London: Hafner, 656 S., 253 Abb.
[Nachdruck von 1898-1919]
- et FORD, S. D. (1906): The Araucarieae, recent and extinct. – *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, B **198**, S. 305-411, 27 Abb., 2 Taf.; London.

- TRALAU, H. (1977): *Equisetites fylensis* sp. nov. in the Middle Jurassic flora of Eriksdal, Fryledalen, Southern Sweden. – Bot. Notiser, **129**, S. 391-394, 1 Abb.; Stockholm.
- VAKHRAMEEV, V. A.; DOBRUSKINA, I. A; MEYEN, S. V. et ZALINSKAJA, E. D. (1978): Paläozoische und mesozoische Floren Eurasiens und die Phytogeographie dieser Zeit. – Jena: Fischer-Verlag, 300 S., 30 Abb.
- VAKHRAMEEV, V. A. (1987): Climates and the Distribution of some Gymnosperms in Asia during Jurassic and Cretaceous. – Rev. Palaeobot. Palynol., **51**, S. 205-212, 4 Abb.; Amsterdam.
- WHITE, M. E. (1981): Revision of the Talbragar Fish Bed Flora (Jurassic) of New South Wales. – Rec. Austr. Mus., **33**, 15, S. 695-721, 53 Abb.
- ZEILLER, R. (1903): Flore Fossile des Gîtes de Charbon du Tonkin. – Paris: Et Gîtes Minér. France, 328 S., 6 Taf.
- ZIMMERMANN, W. (1959): Die Phylogenie der Pflanzen. – Stuttgart: Fischer-Verlag, 777 S., 331 Abb.

Tafel 1

Cladophlebis (?*Eboracia*) *lobifolia*

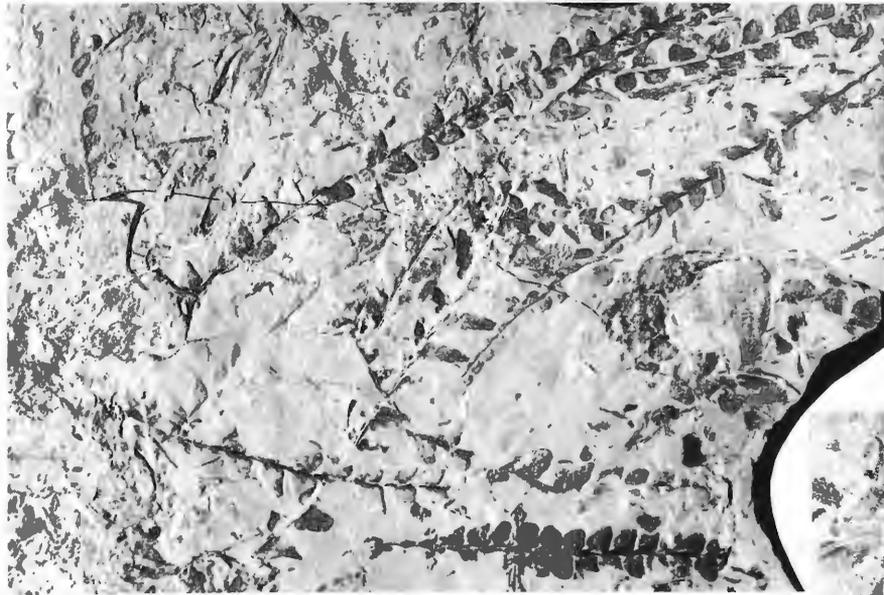
Fig. 1: 2 Fiedern vorletzter Ordnung aus dem höheren Teil eines Wedels, Pfeile weisen auf die vergrößerten Basalfiederchen und das folgende, reduzierte Fiederchen hin, 3:1

Fig. 2: Schichtfläche mit mehreren Einzelfiedern vorletzter Ordnung, 1:1

Fig. 3: Teil einer Fieder vorletzter Ordnung aus dem höheren Teil eines Wedels, 5:1

Fig. 4: Einzelfiederchen mit hohem Längen/Breiten-Verhältnis, Aderung deutlich erkennbar, mit MgO bedampft, 10:1

Tafel 1



Tafel 2

Cladophlebis (?*Eboracia*) *lobifolia*

Fig. 1: Einzelfiederchen mit deutlich erkennbarer Aderung, Fiederachse mit breiter Längsfurche, mit MgO bedampft, 10:1

Fig. 2: typisches, ausgewachsenes Einzelfiederchen, 10:1

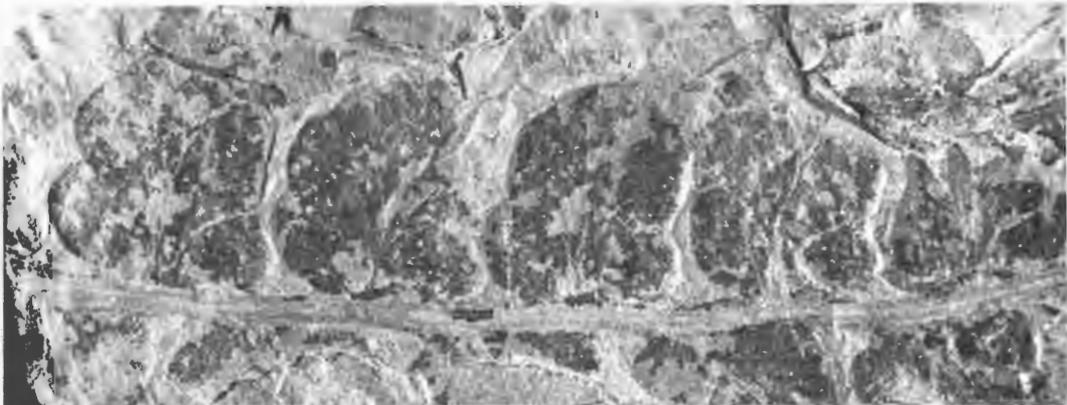
Fig. 3: Aderungsschema, 10:1

Sphenopteris longipinnata nov. spec.

Fig. 4: Holotyp, Wedel, Licht stark von links unten, 1:1

Fig. 5: Teil einer Fieder vorletzter Ordnung, 5:1

Tafel 2

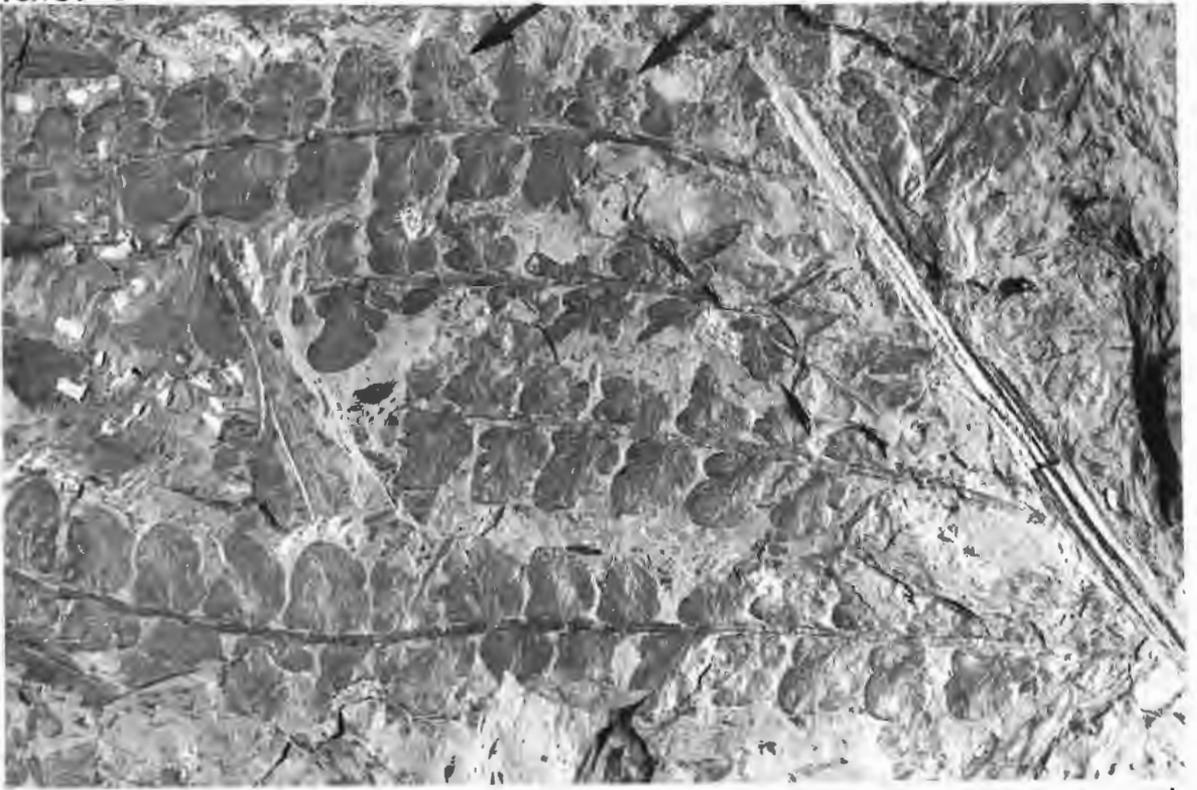


Tafel 3

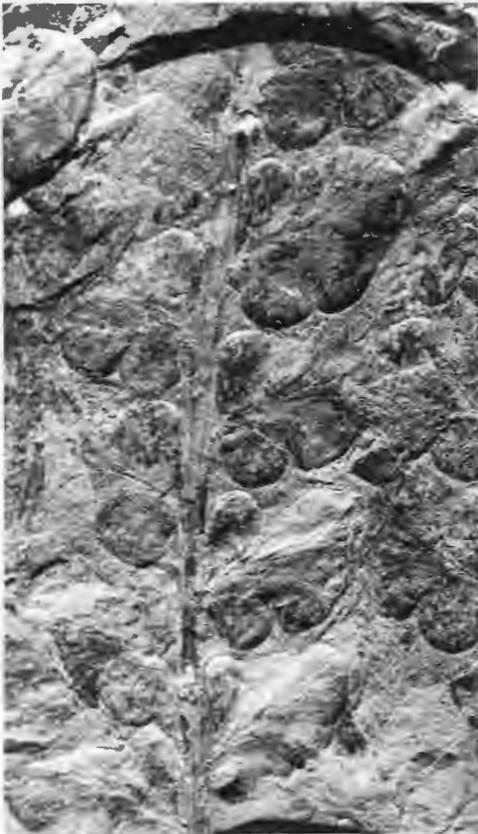
Sphenopteris longipinnata nov. spec.

- Fig. 1:** Teil eines Wedels (Holotyp), oberste Fieder vorletzter Ordnung zeigt fünffach lobierte Fiederchen (Pfeil), Licht stark von rechts unten, 2:1
- Fig. 2:** Teil einer Fieder vorletzter Ordnung, die stärker gewölbten Basalloben der Fiederchen deutlich erkennbar, 4:1
- Fig. 3:** zur Fieder ausgewachsenes, anadromes Basalfiederchen (Pfeil), unter Immersion, 5:1
- Fig. 4:** Aderungsschema eines 3fach lobierten Fiederchens, 5:1
- Fig. 5:** Aderungsschema eines 5fach lobierten Fiederchens, 5:1

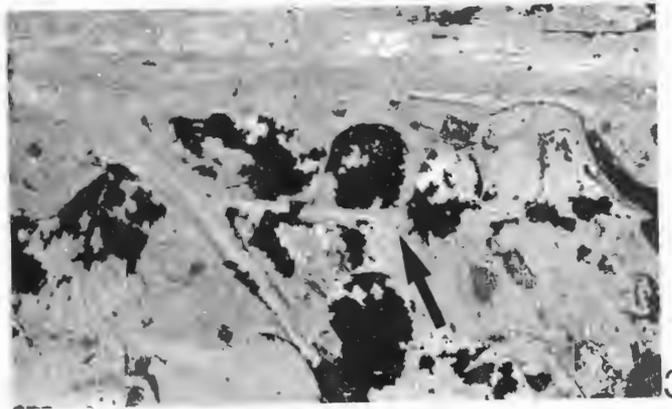
Tafel 3



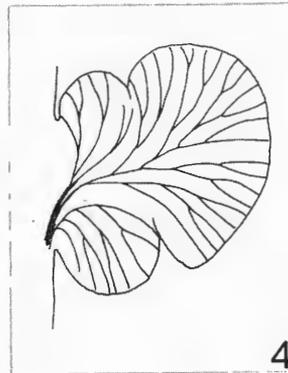
1



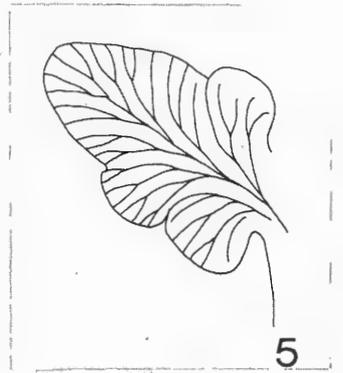
2



3



4



5

Tafel 4

Nilssonia cf. orientalis

Fig. 1: „Einzelblatt“ mit unregelmäßig eingezogenem Rand, 1:1

Fig. 2: Aderung, 5:1

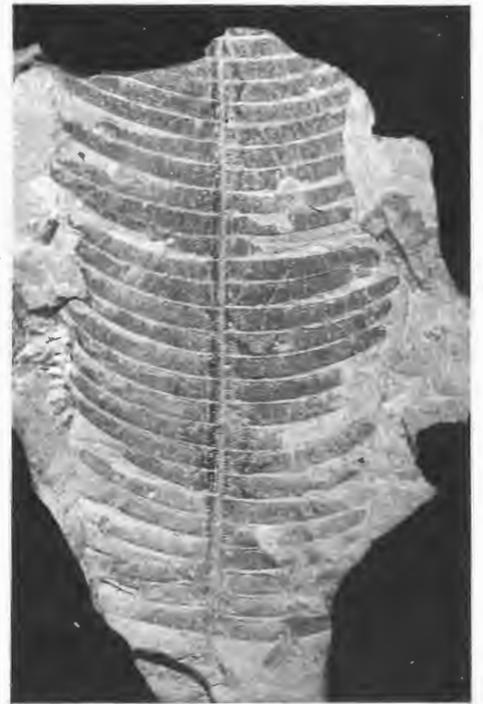
Pterophyllum sp.

Fig. 3: Bruchstück aus dem höheren Teil eines Wedels, 1:1

Tafel 4



2



3

Tafel 5

Pterophyllum sp.

Fig. 1: vollständiger Wedel, 1:1

Fig. 2: Wedel mit „Blattfuß“ („Petiole“), 1:1

Fig. 3: Aderung, Detail aus Taf. 4, Fig. 3 unter Immersion, 5:1

Tafel 5



1

2



3

Tafel 6

Pterophyllum sp.

Fig. 1: Wedelteil, 1:1

Fig. 2: Fiederspitzen, 5:1

Fig. 3: Ansitzen der Fiedern auf der Wedelrhachis im höheren Teil des Wedels, 10:1

Fig. 4: Ansitzen der Fiedern auf der Wedelrhachis im unteren Teil des Wedels, Pfeil weist auf die durchgedrückte Wedelrhachis hin, 5:1

Tafel 6



Tafel 7

Equisetites cf. lateralis

Fig. 1: Wirtel mit dicht stehenden Blättern, 1:1

Fig. 2: Wirtel mit weit auseinanderstehenden Blättern (?„*E.-fylensis*“-Typ), 2:1

Fig. 3: ?Diaphragma, mit MgO bedampft, 10:1

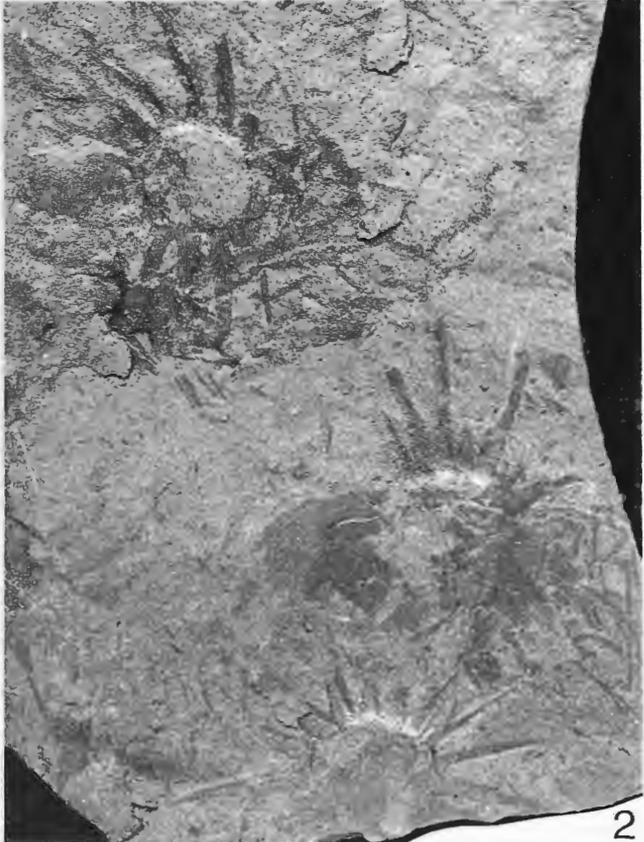
Fig. 4: ?Diaphragma, Zellzüge deutlich erkennbar, mit MgO bedampft, 10:1

Fig. 5: ?Diaphragma mit ansitzender Blattscheide mit Blättern, 3:1

Tafel 7



1



2



3



4



5

Tafel 8

Equisetites cf. lateralis

Fig. 1: Blattscheide, 3:1

Fig. 2: Rhizom mit ansitzenden Wurzeln, 2:1

Fig. 3: Einzelwurzeln mit ansitzenden Seitenwurzeln, 2:1

Araucarites longispinis nov. spec.

Fig. 4: Einzelschuppe (Holotyp) mit über 10 mm langem Fortsatz (Pfeil), 2:1

Fig. 5: Einzelschuppe (Paratyp 1), 2:1

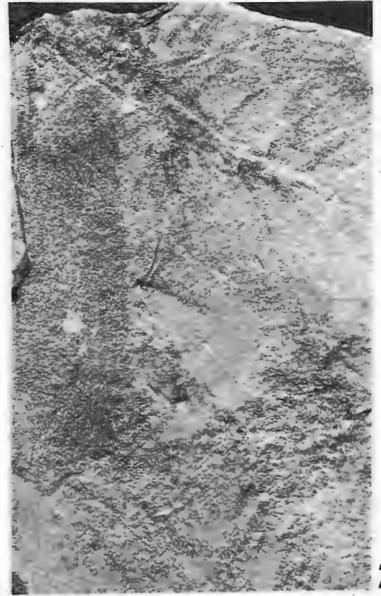
Fig. 6: Einzelschuppe (Paratyp 2), 2:1

Fig. 7: Einzelschuppe (Paratyp 3), Pfeil weist auf die Position des einzelnen Samens hin, 2:1

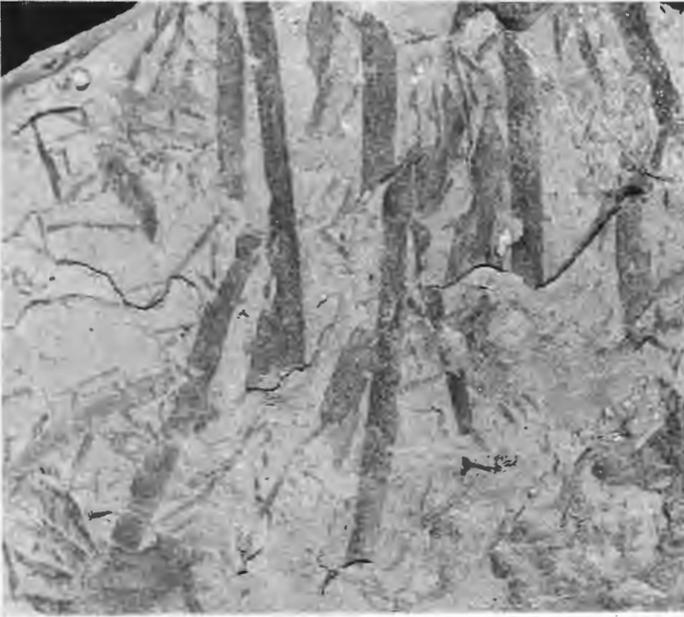
Tafel 8



1



2



3



4



5



6



7

Tafel 9

Carpolithus sp. A

Fig. 1: Schichtfläche mit einzelnen Samen, 2:1

Fig. 2: 3 Samen, zwei (oben) mit Innensteinkernerhaltung, einer (unten) mit der Streifung und Retikulierung des äußeren Abdrucks, mit MgO bedampft, 10:1

Carpolithus sp. B

Fig. 3: einzelner Same, 3:1

Fig. 4: einzelner Same mit breitem Saum, 4:1

Brachyphyllum sp.

Fig. 5: beblätterte Achse, nach rechts in einen ?entrindeten Zustand übergehend, 2:1

Fig. 6: beblätterte Achse mit deutlicher „Körnelerung“ der Blattoberflächen, unter Immersion, 3:1

Tafel 9



1



2



3



4



5



6

Tafel 10

Pagiophyllum sp.

Fig. 1: beblättertes Astsystem, daneben *Brachyphyllum*-Achse mit ?entrindeten Teilen (Pfeile), 1:1

Fig. 2: beblättertes Astsystem, Licht stark von oben, 2:1

Fig. 3: beblätterter Ast, Licht stark von rechts, 3:1

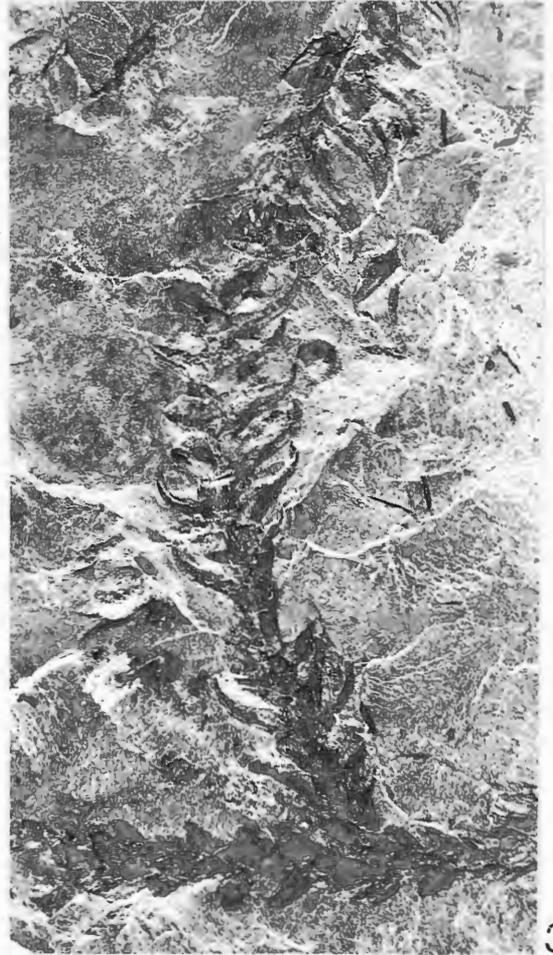
Tafel 10



1



2



3

Tafel 11

Coniferen-Wurzelholz

Fig. 1: Wurzelquerschnitt, unter Immersion, 10:1

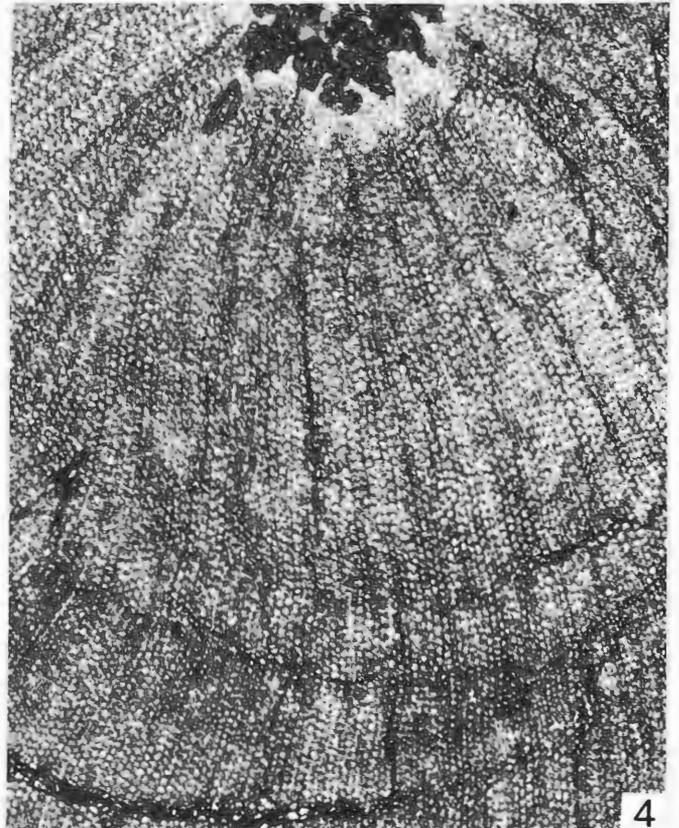
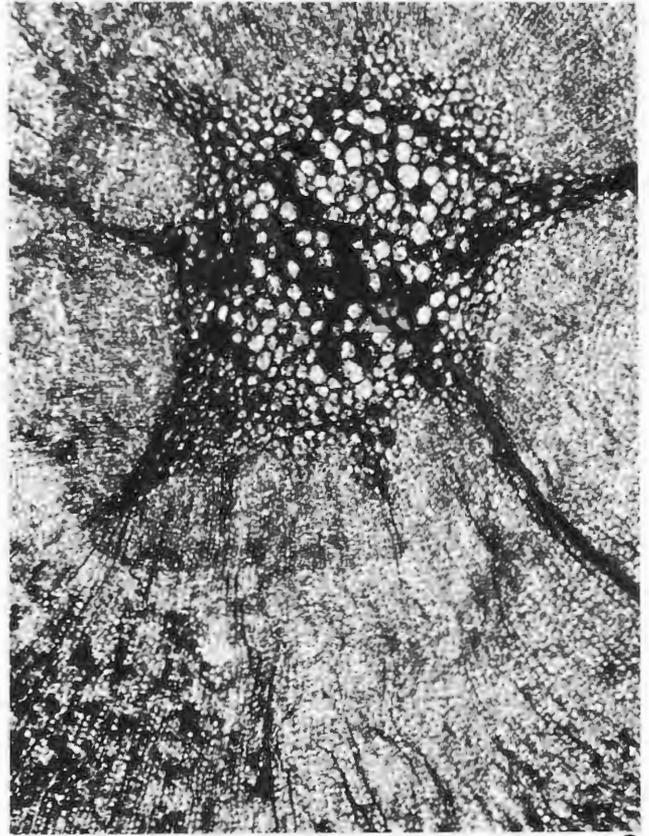
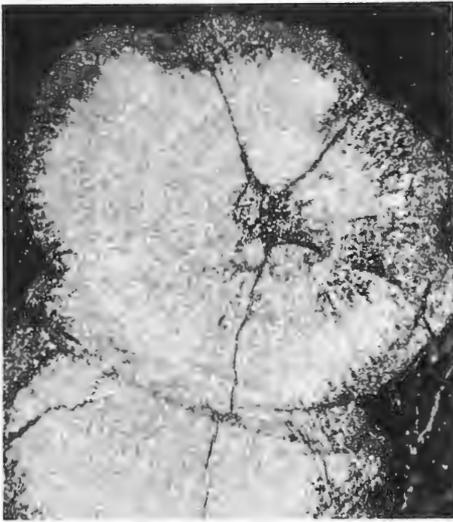
Fig. 2: Detail aus Fig. 1, Metaxylem deutlich erkennbar, Sekundärholz sehr kleinlumig, unter Immersion, 50:1

Fig. 3: Wurzelquerschnitt (?Gabelung), unter Immersion, 5:1

Fig. 4: Detail auf Fig. 3, im Sekundärholz schwach angedeutete „Jahresringe“ im unteren Teil der Abbildung erkennbar, unter Immersion, 50:1

Fig. 5: Wurzelholz, Längsbruch, Markstrahlen nur zwei Zellen hoch (Pfeil), mit Gold bedampft, 50:1

Tafel 11



Tafel 12

Coniferen-Wurzelholz

Fig. 1: Sekundärholz mit Markstrahlen, REM-Aufnahme, 200:1

Fig. 2: Sekundärholz, Tracheiden mit Hoftüpfeln, REM-Aufnahme, 1500:1

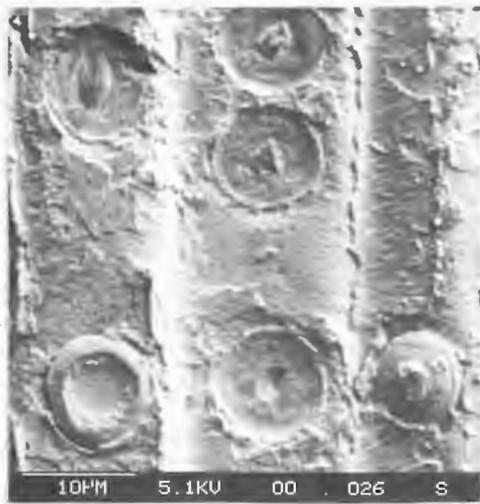
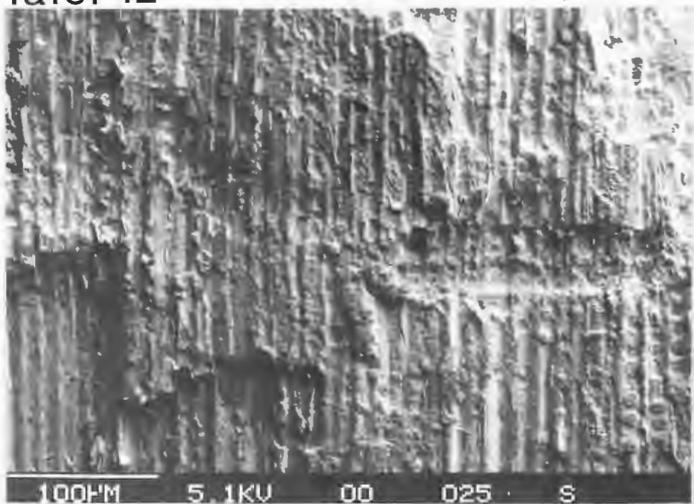
Faunenreste

Fig. 3: Schichtfläche mit zweiklappigen, modiomorphen Muscheln, vergesellschaftet mit *Equisetites* cf. *lateralis*

Fig. 4: Rest einer Flügeldecke, mit MgO bedampft, 10:1

Fig. 5: *Hyperomima* sp., linke Flügeldecke, mit MgO bedampft, 10:1

Tafel 12



1

2



3



4



5

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.

Nov. 1983, 146 S., 20 Abb., 1 Tab., 61 Taf.

DM 28,00

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.

DM 16,00

Heft 3

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

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

Jan. 1985, 132 S., 57 Abb., 23 Taf.

DM 25,00

Heft 4

AVLAR, Hüseyin; DOHMEN, Maria:

Bemerkungen zur Schwarzschiefer-Fazies der Remscheider Schichten und erste Untersuchungsergebnisse der Vertebraten-Fundstelle NE-Kierpse (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.

DM 16,00

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.

DM 14,00

Heft 6

JORDAN, Hartmut & GASSE, Wolfgang:

Bio- und lithostratigraphisch-fazielle Untersuchungen des glaukonitisch-sandigen 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.

DM 19,50

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.

DM 24,00

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.

DM 19,50

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.

DM 18,50

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.

DM 19,50

Heft 11

KORN, Dieter:

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

November 1988, 293 S., 88 Abb., 60 Taf.

DM 65,00

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 *Eubostrychoceras* und *Hyphantoceras* aus dem Turon NW-Deutschlands.

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

DM 21,00

Heft 13

LIEBAU, Alexander:

Skulptur-Evolution bei Ostracoden am Beispiel europäischer Quadracytheren.

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

DM 155,00

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.

DM 60,00

Heft 15

KAPLAN, ULRICH & SCHUBERT, Siegfried:

Metatychoceras 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 *Allocrioceras* SPATH aus dem Turon NW-Deutschlands.

Dezember 1989, 105 S., 23 Abb., 24 Taf.

DM 35,00

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.

DM 25,00

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.

Preis bei
Drucklegung
noch nicht
bekannt

Heft 18

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

Litho- und Biofazies des mittel- bis overdevonischen Karbonatprofils am Beringhäuser Tunnel (Messinghäuser Sattel, nördliches Rheinisches Schiefergebirge).

MALSHEIMER, 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.

Preis bei
Drucklegung
noch nicht
bekannt

Bestellungen an das

Westf. Museum für Naturkunde
Sentruper Str. 285, 4400 Münster
Tel.: 02 51/8 20 84

Preise zuzüglich Porto und Verpackung.

