

Geologisches Jahrbuch Hessen

(Bis 1975 Notizblatt des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden)

Band 111

Mit 36 Abbildungen, 39 Tabellen und 19 Tafeln

Herausgabe und Vertrieb

Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden

Wiesbaden 1983

Geol. Jb. Hessen	111	366 S.	36 Abb.	39 Tab.	19 Taf.	Wiesbaden 1983
------------------	-----	--------	---------	---------	---------	----------------

ISSN 0341-4027

Geologisches Jahrbuch Hessen

(Bis 1975 Notizblatt des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden)

Band 111

Mit 36 Abbildungen, 39 Tabellen und 19 Tafeln

Herausgabe und Vertrieb

Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden

Wiesbaden 1983

Geol. Jb. Hessen	111	366 S.	36 Abb.	39 Tab.	19 Taf.	Wiesbaden 1983
------------------	------------	--------	---------	---------	---------	----------------

ISSN 0341-4027

Schriftleitung

Dr. JOE-DIETRICH THEWS, ALBERT KARSCHNY

Hessisches Landesamt für Bodenforschung
Leberberg 9, 6200 Wiesbaden

Hinweis für Autoren

Manuskripte sind entsprechend den neu bearbeiteten „Bonner Anweisungen“ abzufassen: Richtlinien für die Verfasser geowissenschaftlicher Veröffentlichungen. – Ausgearbeitet von H. D. LANG, A. RABIEN, W. STRUVE und E. WIEGEL, 36 S.; Hannover 1976.

[Zu beziehen durch E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller); Johannesstraße 3 A, D-7000 Stuttgart 1.]

Sonderdrucke der in diesem Jahrbuch (früher Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.) veröffentlichten Arbeiten können vom Hessischen Landesamt für Bodenforschung bezogen werden.

© Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden 1983

Printed in Germany

Die in diesem Jahrbuch veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Übersetzung, Nachdruck, Vervielfältigung auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

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

Herstellung: Hans Meister KG, Kassel

Inhaltsverzeichnis

ANDERLE, H.-J.: Jungkimmerisch rotierte Kluffgefüge aus hessischen Grabenzonen. Mit 2 Abbildungen und 1 Tabelle.	251
BARGON, E.: Tätigkeitsbericht des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung für das Geschäftsjahr 1982 (1.1.–31. 12. 1982).	345
BUGGISCH, W., RABIEN, A., & HÜHNER, G.: Stratigraphie und Fazies des kondensierten Oberdevon-Profiles „Diana“ nördlich Oberscheld (Conodonten- und Ostracoden-Biostratigraphie, hohes Mitteldevon bis tiefes Unterkarbon, Dillmulde, Rheinisches Schiefergebirge). Mit 10 Abbildungen, 6 Tabellen und 6 Tafeln.	93
BUSSE, E.: Die Muschelkalkgerölle an der Kalkreufe bei Besse südlich Kassel. Mit 1 Tabelle.	155
BUSSE, E.: Die stratigraphische Lage der <i>Astarte</i> -Bank im Oberen Muschelkalk (Anis/Ladin) von Willebadessen/Westfalen.	161
GEISSERT, F.: Die Molluskenführung der plio-pleistozänen Deckschichten im Steinbruch Mainz-Weisnau. Mit 7 Abbildungen.	75
GÜRS, K.: Zur oligozänen Molluskenfauna des Mainzer Beckens. Die Fossilien aus einem neuen Aufschluß bei Weinheim/Alzey. Mit 6 Tafeln.	47
HERZBERG, A.: Hessisches Geologisches Schrifttum 1981 mit Nachträgen aus den Jahren 1973–1980. . .	333
HOFFMANN, K., & HORN, M., mit einem Beitrag von G. BLOOS: Zur Stratigraphie des Lias (Hettangium – Unt. Pliensbachium) im Volkmarsener Graben. Mit 3 Abbildungen und 1 Tabelle.	165
KÜMMERLE, E.: Der „Meereskalk“ (Mitteloligozän) von Frankfurt am Main – Offenbach – Bad Vilbel. Mit 1 Tafel.	203
LIPPS, S.: Zur mittel- und jungquartären Morphogenese und Tektonik im Tal der Zwester Ohm bei Marburg an der Lahn. Mit 4 Abbildungen und 2 Tabellen.	235
MENZEL, H.: Die Otolithen einiger oligozäner Vorkommen, vorwiegend aus dem Kasseler Meeressand (Oberoligozän). Mit 2 Abbildungen, 3 Tabellen und 6 Tafeln.	5
SABEL, K. J.: Schwermineraluntersuchungen an verschiedenen Böden des Rhein-Main-Gebietes. Mit 1 Abbildung und 5 Tabellen.	303
SCHRADER, L.: Schwarzerdevorkommen in Hessen. Mit 1 Abbildung.	315
SCHRAFT, A.: Ein FORTRAN IV-Plot-Unterprogramm zur Darstellung von PIPER-Diagrammen sowie mathematische Erläuterungen zur Konstruktion von Härte-Dreiecken. Mit 1 Abbildung. .	325

SEMMELE, A.:

Die plio-pleistozänen Deckschichten im Steinbruch Mainz-Weisenau. Mit 2 Abbildungen und 4 Tabellen. 219

WEDEPOHL, K. H.:

Die chemische Zusammensetzung der basaltischen Gesteine der nördlichen Hessischen Senke und ihrer Umgebung. Mit 3 Abbildungen und 16 Tabellen 261

Bohrprobenlager Villmar-Aumenau. 364

Die Otolithen einiger oligozäner Vorkommen, vorwiegend aus dem Kasseler Meeressand (Oberoligozän)

Von

HERBERT MENZEL*

Kurzfassung: Es wurde Otolithenmaterial aus 11 Fundpunkten untersucht, davon aus 5 Fundpunkten des Kasseler Meeressandes. Die Otolithen des Fundpunktes Astrup wurden vergleichsweise aufgeführt. Insgesamt werden 47 Arten beschrieben und in Auswahl abgebildet.

Drei Arten werden neu beschrieben:

Cottidarum georgei n. sp.

Brachydeuterus gaemersi n. sp.

Ammodytidarum supramedianum n. sp.

Zwischen den Fundgebieten Astrup-Doberg und dem Kasseler Meeressand wird ein Faunenvergleich vorgenommen, der eine große Übereinstimmung aufzeigt und damit die Angaben bei den Mollusken und Forminiferen bestätigt.

Abstract: Otolithes of 11 localities are examined. Of this are 5 localities in the range of Kasseler Meeressand. Otolithes of the locality Astrup are represented comparatively. There are described 47 species and in part figured.

Three species new:

Cottidarum georgei n. sp.

Brachydeuterus gaemersi n. sp.

Ammodytidarum supramedianum n. sp.

Comparison between the ranges of Astrup-Doberg and of Kasseler Meeressand is made and shows a strong harmony. With this the statements are confirmed by Mollusca and Foraminifera.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung		6
2. Geologischer Teil		7
3. Arbeitsweise		7
4. Paläontologischer Teil		8
Ordnung Elopiformes		8
Familie Albulidae		8
Ordnung Anguilliformes		10
Familie Congridae		10
Ordnung Clupeiformes		10
Familie Clupeidae		10
Ordnung Salmoniformes		11
Familie Argentinidae		11

*H. MENZEL, Reepschlägerstraße 3, 2820 Bremen 71.

Ordnung Siluriformes	13
Familie Aridae	13
Ordnung Gadiformes	14
Familie Gadidae	14
Familie Bythitidae	19
Familie Ophidiidae	21
Ordnung Beryciformes	22
Familie Myripristidae	22
Ordnung Scorpaeniformes	22
Familie Triglidae	22
Familie Cottidae	23
Ordnung Perciformes	25
Familie Cepolidae	25
Familie Serranidae	26
Familie Moronidae	28
Familie Kuhlidae	29
Familie Pomadasyidae	29
Familie Sparidae	32
Familie Sciaenidae	33
Familie Trachinidae	34
Familie Ammodytidae	34
Familie Gobiidae	35
Familie Scombridae	36
Ordnung Pleuronectiformes	36
Familie Scopthalmidae	36
Familie Bothidae	36
Familie Soleidae	37
Ordnung indet	37
Familie indet	37
5. Ergebnisse	37
5.1 Fundhäufigkeit der Arten	37
5.2. Ökologischer Vergleich	41
5.3. Vergleich der Fundgebiete	42
6. Schriftenverzeichnis	43

1. Einleitung

In dieser Arbeit soll anhand von Otolithen ein Überblick über die Fischfauna einiger oligozäner Fundpunkte gegeben werden. Hierbei werden in der Hauptsache der Raum Kassel und einige weitere Fundpunkte NW-Deutschlands behandelt:

Ehemaliger Tagebau Care bei Latdorf (Bl. 4136 Nienburg a. d. Saale), Latdorf-Stufe.
 Vardeilsen (Bl. 4124 Dassel, R 35 54 00, H 57 45 30), Latdorf-Stufe.
 Piepenhagen (Bl. 3817 Herford-West, R 37 73 740, H 57 83 110), Latdorf-Stufe.
 Deute (Bl. 4822 Gudensberg, R 35 28 420, H 56 71 140), Chatt-Stufe.
 Weinberg bei Oberkaufungen (Bl. 4723 Oberkaufungen, R 35 43 200, H 56 84 400), Chatt-Stufe.
 Gelber Berg bei Niederkaufungen (Bl. 4723 Oberkaufungen, R 35 42 550, H 56 83 950), Chatt-Stufe.
 Backenbog bei Güntersen (Bl. 4424 Dransfeld), Chatt-Stufe.
 Ahnetal bei Kassel (Bl. 4622 Kassel West, R 35 26 400, H 56 89 000), Chatt-Stufe.
 Ehemaliger Tagebau Höllkopf bei Glimmerode (Bl. 4824 Hessisch Lichtenau), Chatt-Stufe.
 Doberg bei Bünde (Bl. 3817 Herford-West), Chatt-Stufe.

Die Otolithen aus der Lokalität Latdorf wurden von A. VON KOENEN an der Typuslokalität gesammelt und stammen aus der Sammlung des Geologisch-Paläontologischen Instituts in Göttingen. Die Otolithen vom Weinberg bei Oberkaufungen und Deute stammen aus der Dissertations-Arbeit von S. RITZKOWSKI (1965), desgleichen sind die Otolithen von Piepenhagen, Vardeilsen, Güntersen und z. T. von Glimmerode von S. RITZKOWSKI im Geologisch-Paläontologischen Institut in Göttingen hinterlegt.

Die Otolithen vom Doberg bei Bünde sind aus der Schicht 7 nach dem Chatt Profil von HUBACH (1957) und befinden sich in der Sammlung von F. VON DER HOCHT, Kerpen-Türnich.

Die Otolithen vom Ahnetal bei Kassel, Gelber Berg bei Niederkaufungen und dem ehem. Tagebau Höllkopf bei Glimmerode sind aus der Sammlung von P. GEORGE, Osterholz-Scharmbeck und aus eigener Aufsammlung.

Für die Überlassung von Otolithenmaterial danke ich den Herren P. GEORGE, Osterholz-Scharmbeck, F. VON DER HOCHT, Kerpen-Türnich, und Dr. S. RITZKOWSKI, Göttingen, ohne dessen Hilfe und Rat diese Arbeit nicht entstanden wäre.

Für Hinweise und Ratschläge möchte ich folgenden Herren danken: Dr. P. A. M. GAEMERS, Leiden, Dr. F. GRAMANN, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover, Dr. R. JANSSEN, Forschungsinstitut Senckenberg, Frankfurt a. M., Dr. D. NOLF, Gent, Dr. E. PANNOKE, Bünde und Dr. W. SCHWARZHANS, Hamburg. Ganz besonders danke ich Herrn Dr. T. KRUCKOW, Bremen, für die Hinweise und die kritische Durchsicht des Manuskriptes.

2. Geologischer Teil

In Abb. 1 sind die verschiedenen Fundpunkte der Otolithen stratigraphisch eingeordnet. Bei der Abbildung wurde als Maßstab (Spalte 1) die radiometrische Altersdatierung nach RITZKOWSKI (1981a und b) gewählt. Bei der unterschiedlichen Grenzziehung Latdorf–Rupel (Spalte 3–4) wurde der Vorschlag von BENEDEK & MÜLLER (1976) berücksichtigt. Die Zahlen bei der stratigraphischen Einordnung von Piepenhagen sind Proben-Nummern der Kollektion RITZKOWSKI, Göttingen. Wie aus der Abbildung zu ersehen ist, liegen die meisten Fundpunkte im Eochatt (Oberoligozän).

Bei GÖRGES (1952) und KUMMERLE (1963) wird auf eine petrographische und faunistische Ähnlichkeit zwischen dem Kasseler Meeressand und den Ablagerungen des Dobergs bei Bünde hingewiesen. Auch JANSSEN (1981) stellt eine gute Übereinstimmung der Fazies zwischen Niederkaufungen und dem Doberg fest. Um den Vergleich auch bei Otolithen darzustellen, werden die Fundpunkte Doberg und Astrup in dieser Arbeit mit berücksichtigt. Dabei ist jedoch zu beachten, daß das Untersuchungsmaterial der einzelnen Fundpunkte mengenmäßig unterschiedlich ist.

3. Arbeitsweise

Bei der Beschreibung der Arten hat der Verfasser sich auf die wesentlichen Merkmale beschränkt. Eine Ausnahme bildet die Neubeschreibung von Arten. Es werden folgende Abkürzungen benutzt: L = Länge, H = Höhe und D = Dicke

der Otolithen. Wenn ein Maß nicht zu ermitteln war, weil der Otolith beschädigt war, wurde z. B. folgende Schreibweise benützt: L = –, bzw. das Maß in Klammern gesetzt.

Für die Terminologie der Otolithen sind die Angaben von WEILER (1942: Abb. 2) und SCHWARZHANS (1978) verwendet worden. Die Systematik erfolgte nach dem von GREENWOOD et. al. (1966) aufgestellten System.

Abkürzungen für die Aufbewahrungsorte des Belegmaterials:

G.P.I. Gö.	= Geologisch-Paläontologisches Institut Göttingen, die Aufbewahrung erfolgt unter der Orig. Nr. 854.
v.d.H. K-T.	= F. VON DER HOCHT, Kerpen-Türnich
G. OHZ.	= P. GEORGE, Osterholz-Scharmbeck
M. B.	= H. MENZEL, Bremen

In der Synonymieliste werden nur die Autoren berücksichtigt, von denen die Erstbeschreibung, eine Namensänderung bzw. Art-Zusammenfassung oder-Trennung vorgenommen wurde. Die vollständige Synonymieliste bis 1968 ist bei WEILER (1968) aufgeführt.

Unter „Weitere Autoren“ werden Veröffentlichungen von Autoren mit Jahreszahl und Fundort aufgeführt, die Otolithen aus dem Untersuchungsgebiet beschrieben haben.

4. Paläontologischer Teil

Ordnung Elopiformes
 Familie Albulidae
 Genus *Pterothrissus*

Pterothrissus umbonatus (KOKEN 1884)

Taf. 1 Fig. 1a, 1b

1884 *Otolithus* (incertae sedis) *umbonatus* – KOKEN, S. 557, Taf. 12 Fig. 12.

1942 *Otolithus* (inc. sed.) *umbonatus* KOKEN - WEILER, S. 110, Taf. 11 Fig. 11.

1942 *Otolithus* (inc. sed.) *minior* KOKEN - WEILER, S. 114, Taf. 5 Fig. 38, 42, Taf. 11 Fig. 5, 9, 11.

1974 *Pterothrissus umbonatus* (KOKEN) – SCHWARZHANS, S. 94.

1974 *Pterothrissus minior* (KOKEN) – SCHWARZHANS, S. 93, Abb. 1.

Material: 3 Otolithen, Latdorf; 24 Otolithen, Deute I; 7 Otolithen, Deute II; 49 Otolithen, Oberkaufungen; 18 Otolithen, Glimmerode; Aufbew. G. P. I. Gö.; 11 Otolithen, Niederkaufungen; 34 Otolithen, Glimmerode; Aufbew. G. OHZ.; 6 Otolithen, Niederkaufungen; 10 Otolithen, Ahnetal; 15 Otolithen, Glimmerode; Aufbew. M. B.; 1 Otolith, Doberg; Aufbew. v.d.H. K-T.

Beschreibung: Die elliptischen Otolithen haben einen pseudo-ostialen Sulcus. Der in Cauda und Ostium unterteilte Sulcus ist auf der flachen Innenseite gut sichtbar. Die Außenseite ist gewölbt und stark sculptiert. Die Sculptierung ist z. T. auch auf der Innenseite sichtbar.

Bemerkungen: Die Otolithen von Latdorf, von KOENEN mit *Otolithus* inc. sed. bezeichnet, sind sehr groß und stark erodiert. Auf diese Tatsache hat KOKEN (1884) bei der Beschreibung der Art schon hingewiesen. Die Otolithen aus dem Kasseler Raum sind gut erhalten, insbesondere die aus Glimmerode.

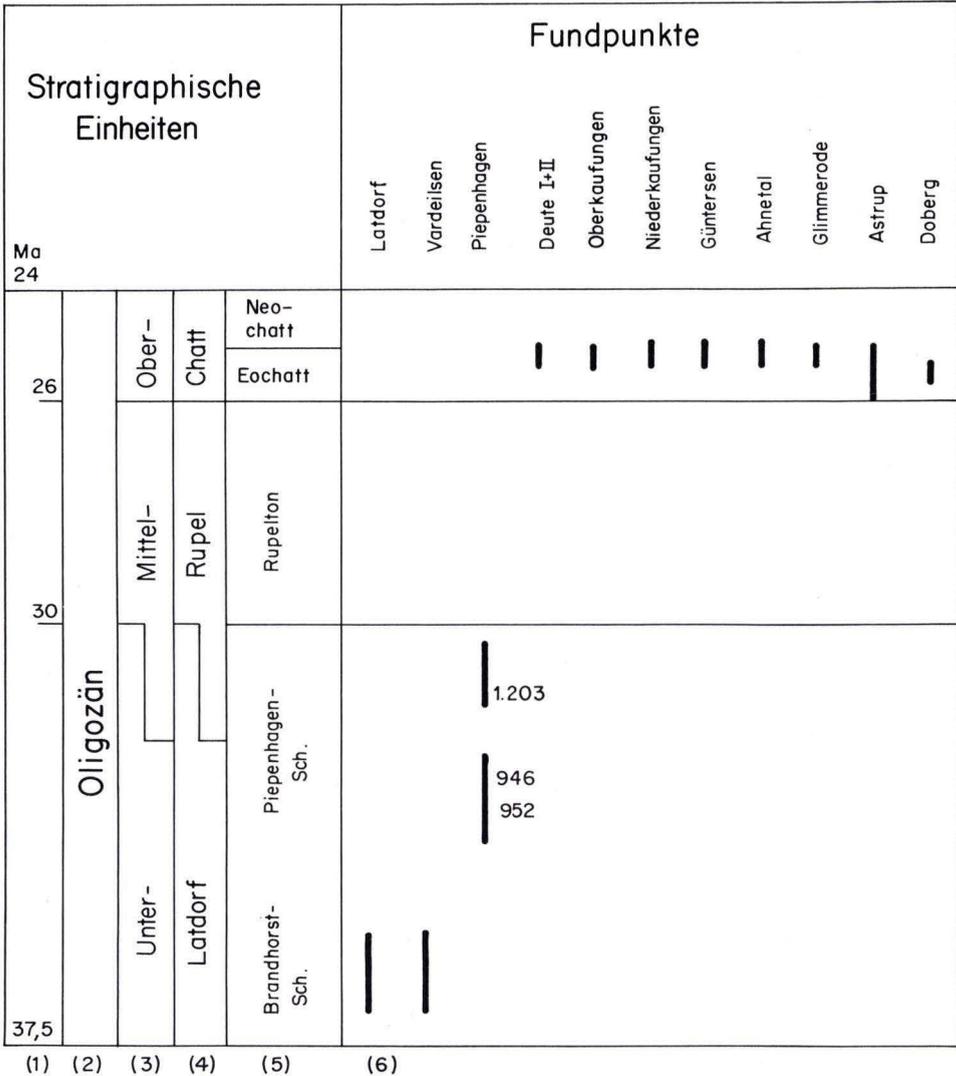


Abb. 1. Stratigraphische Einordnung der Fundpunkte.

Von NOLF (1977) wurden mehrere *Pterothrissus*-Arten, unter anderen auch *Pterothrissus minor*, zu *Pterothrissus umbonatus* zusammengefaßt.

Abmessungen: L=5 mm; H=3,1 mm; D=1,15 mm; L:H=1,6; L:D=4,35

Weitere Autoren: KOKEN (1884) Latdorf; (1891) Kassel, Niederkaufungen. WEILER (1957) Doberg. SCHWARZHANS (1974) Kassel, Ahnetal. [Bei SCHWARZHANS (1974) wird der Fundort Ahnetal mit Arnbachtal angegeben, was mit Sicherheit ein Übermittlungsfehler ist.]

Ordnung Anguilliformes
 Familie Congridae
 Genus *Pseudophichthys*

Pseudophichthys ovalis (WEILER 1942)

Taf. 1 Fig. 2a, 2b

- 1942 Otolithus (Congridarum) *ovalis* n. sp. WEILER, S. 26, Taf. 1 Fig. 43a, b; 44a, b; 45, 46, 47a, b.
 1957 *Uroconger? ovalis* WEILER – WEILER, S. 137.
 1968 *Uroconger ovalis* WEILER – WEILER, S. 27.

Material: 1 Otolith, Latdorf; 3 Otolithen, Oberkaufungen; Aufbew. G.P.I. Gö.; 2 Otolithen, Ahnetal; Aufbew. M. B.; 1 Otolith, Doberg; Aufbew. v.d.H. K-T.

Beschreibung: Die Otolithen haben einen ovalen, zum Rostrum zugespitzten Umriß. Die Innenseite ist schwach gewölbt mit einem schrägliegenden Sulcus. Die Außenseite ist glatt und konvex.

Bemerkungen: Nach freundl. Mitt. von Dr. NOLF gehören die Otolithen *Uroconger ovalis* zur Gattung *Pseudophichthys*. Auch der bei MENZEL (1980) als *Oligopus obliquus* (WEILER 1942) beschriebene Otolith, bei dem es sich um ein juveniles Exemplar handelt, gehört zu *Pseudophichthys ovalis*.

Abmessungen: L=3,65 mm; H=2,2 mm; D=1,1 mm; L:H=1,65; L:D=3,3.

Weitere Autoren: WEILER (1957) Doberg. MENZEL (1980) Astrup.

Ordnung Clupeiformes
 Familie Clupeidae
 Genus *Clupea*

Clupea testis KOKEN 1891

Taf. 4 Fig. 8

- 1891 Otolithus (*Clupea*) *testis* KOKEN – KOKEN, S. 82, Taf. 1 Fig. 1, 2.
 1942 *Clupea testis* KOKEN – WEILER, S. 16, Taf. 1 Fig. 4–10.

Material: 1 bei der Bearbeitung zerbrochener Otolith, Glimmerode; Aufbew. M. B.

Beschreibung: Der Otolith hat das für die Art typische weit vorspringende Rostrum, ein kurzes Antirostrum, eine spitzwinklige Excisura und einen tiefen Sulcus. Auf der Außenseite befindet sich eine kuppige Erhebung.

Abmessungen: L=2,15 mm; H=1,15 mm; D= – ; L:H=1,87

Genus indet.

Clupeidarum sp. 1

Taf. 4 Fig. 1

Material: 1 Otolith, Glimmerode; Aufbew. G. OHZ.; 1 Otolith, Glimmerode; Aufbew. M. B.

Beschreibung: Der kleine Otolith hat eine Ähnlichkeit zu dem vorstehenden. Das Rostrum ist jedoch kürzer und die Excisura weniger spitzwinklig. Der tiefe Sulcus ist jedoch für die Otolithen der Familie Clupeidae bezeichnend.

Vergleich: Der Otolith ähnelt den bei WEILER (1942: 15, Taf. 1 Fig. 3) beschriebenen und abgebildeten *Clupea sardinites* (HECKEL).

Abmessungen: L=1,4 mm; H=0,95 mm; D=—; L:H=1,47

Genus indet.

Clupeidarum sp. 2

Material: 1 Otolith, Niederkaufungen; 2 Otolithen, Ahnetal; 2 Otolithen, Glimmerode; Aufbew. M. B.; 3 Otolithen, Niederkaufungen; Aufbew. G. OHZ.

Beschreibung: Bei den vorliegenden Otolithen handelt es sich um Bruchstücke, bei denen das Rostrum abgebrochen ist. Bei dem vorhandenen Caudalbereich ist der, für die Familie Clupeidae typische, tiefe Sulcus gut sichtbar. Eine Zuordnung zu einer Gattung ist nicht möglich.

Bemerkungen: Bisher sind Otolithen dieser Familie aus dem Untersuchungsgebiet nicht bekannt, was an der Zerbrechlichkeit dieser Otolithen liegen kann.

Ordnung Salmoniformes

Familie Argentinidae

Genus *Argentina****Argentina parvula* (KOKEN 1891)**

Taf. 3 Fig. 2a, 2b

1891 Otolithus (*Berycidarum?*) *parvulus* KOKEN - KOKEN S. 121, Taf. 10 Fig. 4, 5.

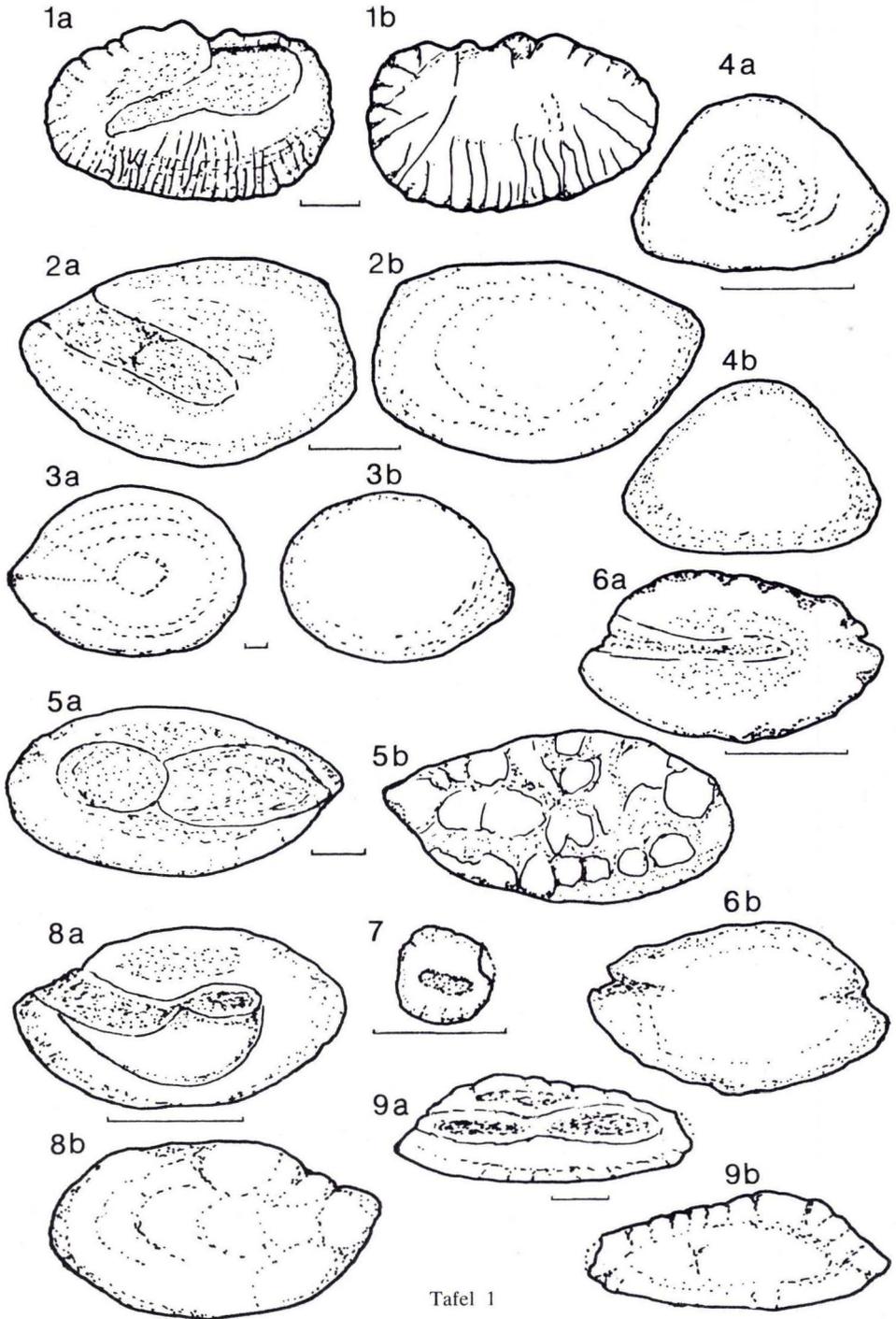
1942 *Argentina parvula* (KOKEN) - WEILER, S. 19, Taf. 1 Fig. 20a, b, 25, 27a, b, 29.

Material: 1 Otolith, Deute I; 2 Otolithen, Oberkaufungen; Aufbew. G.P.I. Gö.; 2 Otolithen, Niederkaufungen; 14 Otolithen, Ahnetal; Aufbew. M. B.; 6 Otolithen, Niederkaufungen; 2 Otolithen, Ahnetal; Aufbew. G. OHZ.; 24 Otolithen, Doberg; Aufbew. v.d.H. K-T.

Beschreibung: Bei den dreieckig erscheinenden Otolithen fehlt recht oft das spitze, weit vorspringende Rostrum. Der Dorsalrand ist fast gerade, der Ventralrand dagegen stark gewölbt. Die Innenseite mit dem ostial Sulcus ist flach, die Außenseite leicht konvex.

Abmessungen: L=2,45 mm; H=1,7 mm; D=0,45 mm; L:H=1,45; L:D=5,45

Weitere Autoren: WEILER (1942) Kassel, (1957) Doberg. SCHWARZHANS (1974) Kassel, Ahnetal. MENZEL (1980) Astrup.



Tafel 1

Ordnung Siluriformes
Familie Aridae
Genus *Arius*

Arius germanicus KOKEN 1891
Taf. 1 Fig. 3a, 3b

1891 *Otolithus (Arius) germanicus* KOKEN – KOKEN, S. 81, Taf. 1 Fig. 3a, 3b, Taf. 6 Fig. 8.
1968 *Arius germanicus* KOKEN – WEILER, S. 24.

Material: 12 Otolithen, Latdorf; Aufbew. G.P.I. Gö.

Beschreibung: Die Otolithen haben eine ovale Form mit einem kleinen Rostrum. Die Innen- und Außenseite ist glatt und konvex. Auf der Innenseite befindet sich eine keilförmige Depression, die bei der Excisura beginnt und in der Mitte ausläuft.

Abmessungen: L=11,7 mm; H=8,8 mm; D=3,6 mm; L:H=1,33;
L:D=3,25

Weitere Autoren: KOKEN (1891) Latdorf. WEILER (1942) Latdorf.

Hinweise zu den Tafeln 1–6

Die Strichlänge bei den Figuren beträgt jeweils 1 mm.

Zahl ohne Buchstabe = Innenseite des Otolithen.

Zahl mit Buchstabe a = Innenseite des Otolithen.

Zahl mit Buchstabe b = Außenseite des Otolithen.

Die rezenten Otolithen auf Taf. 6 Fig. 1 und 6 wurden mit Methylenblau eingefärbt.

Tafel 1

- Fig. 1a, 1b. *Pterothrissus umbonatus* (KOKEN 1884)
Oberkaufungen; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–4
- Fig. 2a, 2b. *Pseudophichthys ovalis* (WEILER 1942)
Oberkaufungen; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–5
- Fig. 3a, 3b. *Arius germanicus* KOKEN 1891
Latdorf; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–7
- Fig. 4a, 4b. inc. sed. sp.
Piepenhagen; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–36
- Fig. 5a, 5b. *Palaeoraniceps latisulcatus* (KOKEN 1884)
Latdorf; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–8
- Fig. 6a, 6b. *Scophthalmidarum* sp.
Deute II; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–35
- Fig. 7. *Gobiidarum* sp.
Güntersen; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–33
- Fig. 8a, 8b. *Cepola praerubescens* LINNAEUS 1764
Latdorf; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–17
- Fig. 9a, 9b. *Palaeogadus emarginatus* (KOKEN 1884)
Deute II; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–9

Ordnung Gadiformes
 Familie Gadidae
 Genus *Palaeoraniceps*

***Palaeoraniceps latisulcatus* (KOKEN 1884)**

Taf. 1 Fig. 5a, 5b

1884 Otolithus (Gadidarum) *latisulcatus* KOKEN – KOKEN, S. 545, Taf. 11 Fig. 5.

1942 *Raniceps latisulcatus* KOKEN – WEILER, S. 83.

1981 *Palaeoraniceps latisulcatus* (KOKEN) – GAEMERS, S. 116.

Material: 15 Otolithen, Latdorf; Aufbew. G.P.I. Gö.

Beschreibung: Die Innenseite ist flach bis schwach gewölbt, die Außenseite konvex und stark höckrig. Auf der Innenseite befindet sich der gegliederte, weiträumige Sulcus.

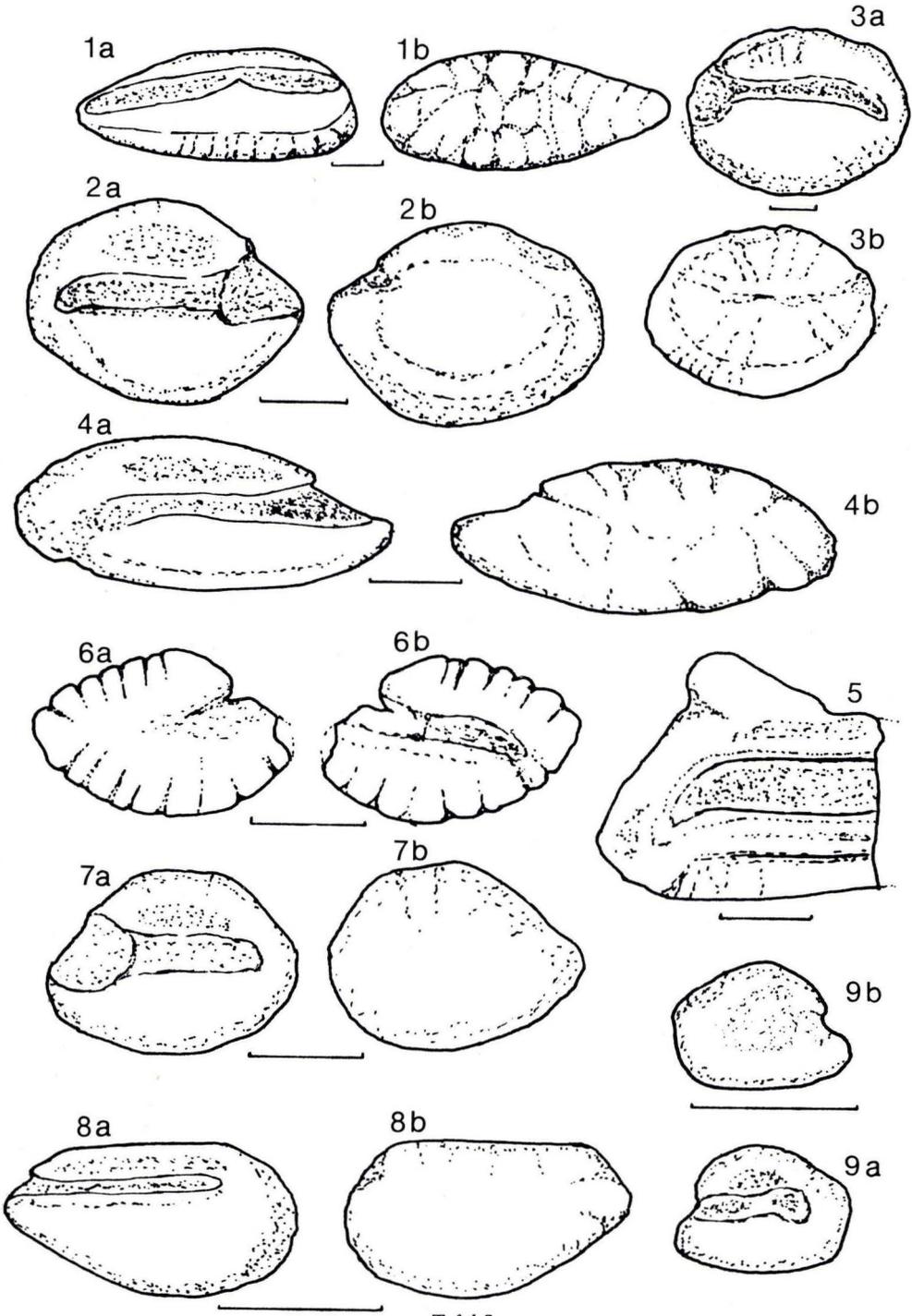
Bemerkungen: Diese Gattung wurde von GAEMERS (1976) neu aufgestellt und dabei wurden *Palaeoraniceps latisulcatus* (KOKEN 1884) und *P. planus* (KOKEN 1884) mit *Palaeoraniceps tuberculatus* zusammengefaßt. Nach einer neueren Untersuchung von GAEMERS (1981) ist *Palaeoraniceps latisulcatus* eine eigene Art, was sich im L:H-Index ausdrückt. Der L:H-Index von *P. tuberculatus* bei den Otolithen aus Astrup liegt bei 1,75 (MENZEL 1980) und bei *P. latisulcatus* aus Latdorf bei 2.

Abmessungen: L=6,25 mm; H=3,1 mm; D=1,65 mm; L:H=2; L:D=3,8

Weitere Autoren: KOKEN (1884) Latdorf

Tafel 2

- Fig. 1a, 1b. *Trisopterus kasselensis* SCHWARZHANS 1974
 Deute I; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–10
- Fig. 2a, 2b. *Brachydeuterus gaemersi* n. sp.
 Oberkaufungen; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–23
- Fig. 3a, 3b. *Brachydeuterus* sp.
 Glimmerode; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–26
- Fig. 4a, 4b. *Serranus elongatus* (WEILER 1942)
 Ahnetal; Slg. M. B.
- Fig. 5. *Pneumatophorus* sp.
 Deute II; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–34
- Fig. 6a, 6b. *Centropristis integer* SCHUBERT 1906
 Glimmerode; Slg. M. B.
- Fig. 7a, 7b. *Dapalis geron* (KOKEN 1891)
 Oberkaufungen; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–20
- Fig. 8a, 8b. *Ammodytidarum supramedianum* n. sp.
 Ahnetal; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–32
- Fig. 9a, 9b. *Trigla* sp.
 Niederkaufungen; Slg. M. B.



Tafel 2

Genus *Palaeogadus****Palaeogadus emarginatus* (KOKEN 1884)**

Taf. 1 Fig. 9a, 9b

1884 *Otolithus* (Merluccii) *emarginatus* KOKEN – KOKEN, S. 547 Taf. 11 Fig. 6.1942 *Nemopteryx emarginatus* (KOKEN) – WEILER, S. 86, Taf. 6 Fig. 1, 2, 4, 11, 15, Taf. 10 Fig. 7, 12.1957 *Palaeogadus emarginatus* (KOKEN – WEILER, S. 137).

Material: 1 Otolith, Latdorf; 2 Otolithen, Piepenhagen; 13 Otolithen, Deute I; 15 Otolithen, Deute II; 4 Otolithen, Oberkaufungen; Aufbew. G.P.I. Gö.; 4 Otolithen, Niederkaufungen; 12 Otolithen, Ahnetal; Aufbew. M. B.; 12 Otolithen, Niederkaufungen; 3 Otolithen, Ahnetal; Aufbew. G. OHZ.; 11 Otolithen, Doberg; Aufbew. v.d.H. K-T.

Beschreibung: Die verhältnismäßig dünnen Otolithen liegen zum überwiegenden Teil aus allen Fundpunkten in Bruchstücken vor, ohne jedoch stark erodiert zu sein.

Abmessungen: L=5,3 mm; H=2,05 mm; D=0,8 mm; L:H=2,6; L:D=6,6

Weitere Autoren: KOKEN (1884) Kassel. WEILER (1942) Kassel, (1957) Doberg. MENZEL (1980) Astrup.

Genus *Trisopterus****Trisopterus kasselensis* SCHWARZHANS 1974**

Taf. 2 Fig. 1a, 1b

1974 *Trisopterus kasselensis* n. sp. – SCHWARZHANS, S. 99, Abb. 8,9,11,66,69, Taf. 1 Fig. 2.

Material: 20 Otolithen, Deute I; 105 Otolithen, Deute II; 16 Otolithen, Oberkaufungen; Aufbew. G.P.I. Gö.; 10 Otolithen, Niederkaufungen; 30 Otolithen, Ahnetal; Aufbew. M. B.; 14 Otolithen, Niederkaufungen; 10 Otolithen, Ahnetal; Aufbew. G. OHZ.; 11 Otolithen, Doberg; Aufbew. v.d.H. K-T.

Beschreibung: Diese Otolithen sind in der Längsachse gekrümmt und leicht verdreht. Der Sulcus ist in Cauda und Ostium gegliedert. Die Außenseite ist mehr oder weniger skulptiert und am Ventralrand wulstförmig verdickt.

Bemerkungen: In Abb. 2 sind in einem Streudiagramm die Daten für Länge: Höhe bzw. Länge: Dicke von 100 Otolithen eingetragen. Daraus ist der Streubereich der Art ersichtlich. Bei MENZEL (1982) ist ein Streudiagramm von rezenten Otolithen *Gadus morhua morhua* LINNAEUS 1758 dargestellt. Bei einem Vergleich kann man feststellen, daß bei *Trisopterus kasselensis* der Streubereich in etwa gleich ist.

Abmessungen: L=5,5 mm; H=2,3 mm; D=1,65 mm; L:H=2,4; L:D=3,3

Weitere Autoren: SCHWARZHANS (1974) Kassel, Ahnetal. MENZEL (1980) Astrup. Bei der von KOKEN (1884) aus Kassel, WEILER (1942) aus Kassel und (1957) vom Doberg beschriebenen Art *Gadus elegans* KOKEN dürfte es sich zumindestens z. T. um *Trisopterus kasselensis* handeln. Eine Überprüfung war nicht möglich, das Belegmaterial war im Museum in Bünde nicht auffindbar.

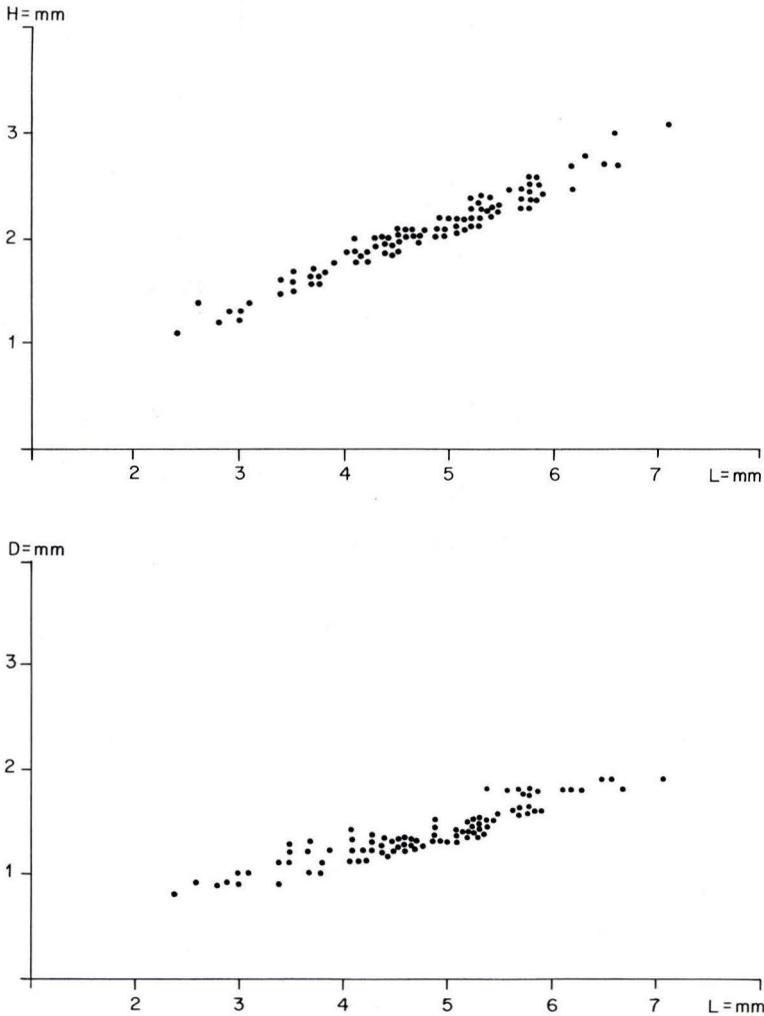


Abb. 2. Verhältnis Länge: Höhe (oben) und Länge: Dicke (unten) bei *Trisopterus kasselensis*.

Trisopterus sp. 1

Material: 2 Otolithen, Deute II; Aufbew. G.P.I. Gö.; 2 Otolithen, Niederkaufungen; 1 Otolith, Ahnetal; Aufbew. M. B.; 1 Otolith, Niederkaufungen; Aufbew. G. OHZ.

Beschreibung: Die Otolithen stimmen mit *Trisopterus kasselensis* weitgehend überein, nur im L:D-Index, ungefähr 2,6, weichen sie beträchtlich ab.

Abmessungen: (Maße der Otolithen aus Niederkaufungen). L=3,85 mm; H=1,65 mm; D=1,45 mm; L:H=2,3; L:D=2,65; L=3,5 mm; H=1,6 mm; D=1,35 mm; L:H=2,2; L:D=2,6

***Trisopterus* sp. 2**

Material: 2 Otolithen, Deute II; Aufbew. G.P.I. Gö.; 1 Otolith, Niederkaufungen; 1 Otolith, Ahnetal; Aufbew. M. B.

Beschreibung: Auch diese Otolithen stimmen in den wesentlichen Punkten mit *Trisopterus kasselensis* überein. Nur die Wulst am Ventralrand der Außenseite ist flacher und liegt etwas vom Ventralrand einwärts. Der L:D-Index bei dieser Art ist ungefähr 3,9.

Abmessungen: (Maße der Otolithen aus Deute II) L=4,5 mm; H=1,85 mm; D=1,15 mm; L:H=2,43; L:D=3,9; L=3,9 mm; H=1,75 mm; D=1,0 mm; L:H=2,23; L:D=3,9

***Trisopterus elegans* (KOKEN 1884)**

1884 Otolithus (*Gadidarum*) *elegans* – KOKEN, S. 542, Taf. 11 Fig. 2, 4.

1974 *Trisopterus elegans* (KOKEN) – SCHWARZHANS, S. 98, Abb. 70.

Material: 1 Otolith, Vardeilsen; 9 Otolithen, Piepenhagen; Aufbew. G.P.I. Gö.;

Beschreibung: Die Otolithen sind die Vorläufer von *Trisopterus kasselensis* und diesen sehr ähnlich. Der wesentliche Unterschied besteht darin, daß die höchste Stelle der Außenseite bei *T. elegans* mehr in der Mitte liegt. Die Otolithen sind im allgemeinen klein, nach KOKEN (1884) ist eine Länge von 6 mm schon sehr groß.

Bemerkungen: In dieser Veröffentlichung ist nur das Vorkommen dieser Art im Unteroligozän behandelt.

Genus *Colliolus****Colliolus sculptus* (KOKEN 1891)**

Taf. 3 Fig. 1

1891 Otolithus (*Gadus*) *elegans* mut. *sculptus* KOKEN – KOKEN, S. 93, Taf. 4 Fig. 2.

1957 *Gadus elegans* mut. *sculptus* KOKEN – WEILER, S. 137.

1973 *Colliolus sculptus* (KOKEN) – GAEMERS, S. 64, Taf. 2 Fig. 2, 3.

Material: 1 Otolith, Deute I; 7 Otolithen, Deute II; 3 Otolithen, Oberkaufungen; 1 Otolith, Güntersen; Aufbew. G.P.I. Gö.; 4 Otolithen, Niederkaufungen; 18 Otolithen, Ahnetal; Aufbew. M. B.; 6 Otolithen, Niederkaufungen; 5 Otolithen, Ahnetal; Aufbew. G. OHZ.

Beschreibung: Auf der flachen Innenseite dieser Otolithen befindet sich ein gegliederter, mit einem Pseudocolliculum ausgestatteter Sulcus. Die flach gewölbte Außenseite ist stark sculptiert. Die Sculptierung reicht z. T. bis auf die Innenseite.

Bemerkungen: Die Otolithen dieser Art sind zum großen Teil stark beschädigt, bzw. größere Exemplare liegen nur in Bruchstücken vor.

Abmessungen: L=2,1 mm; H=1,25 mm; D=0,5 mm; L:H=1,68; L:D=4,2

Weitere Autoren: KOKEN (1891) Kassel? WEILER (1957) Doberg. MENZEL (1980) Astrup.

Genus *Archaegadiculus****Archaegadiculus rectangularis*** (SCHWARZHANS 1974)

Taf. 3 Fig. 3a, 3b

1974 *Macrurus rectangularis* n. sp. – SCHWARZHANS, S. 105, Abb. 18–21 Taf. 1 Fig. 3–5.1980 *Gadiculus rectangularis* (SCHWARZHANS) – MENZEL, S. 267, Taf. 1 Fig. 12.

Material: 9 Otolithen, Deute I; 1 Otolith, Oberkaufungen; Aufbew. G.P.I. Gö.; 5 Otolithen, Niederkaufungen, 11 Otolithen, Ahnetal; Aufbew. M.B.; 6 Otolithen, Niederkaufungen; 5 Otolithen, Ahnetal; Aufbew. G. OHZ.; 16 Otolithen, Doberg; Aufbew. v.d.H. K-T.

Beschreibung: Der in Cauda und Ostium gegliederte, leicht aufwärts geschwungene Sulcus befindet sich auf der flachen Innenseite. Die Außenseite ist in der Längsrichtung flach aufgewölbt und mehr oder weniger gefurcht.

Bemerkungen: Die von SCHWARZHANS (1974) zu *Macrurus* gestellte Art gehört nach frendl. Mitt. von Dr. GAEMERS zur Gattung *Archaegadiculus*.

Abmessungen: L=2,8 mm; H=1,85 mm; D=0,8 mm; L:H=1,51; L:D=3,5

Weitere Autoren: WEILER (1957) Doberg; (wahrscheinlich die als *Macrurus ellipticus* SCHUBERT 1905 aufgeführte Art.). MENZEL (1980) Astrup.

Familie Bythitidae

Genus *Oligopus****Oligopus occultus*** (KOKEN 1891)

Taf. 3 Fig. 5

1891 Otolithus (Ophidiidarum) *occultus* KOKEN – KOKEN, S. 104, Taf. 6 Fig. 1.1980 Brotulidarum *occultus* (KOKEN) – MENZEL, S. 269, Taf. 1 Fig. 9.1980 =genus Bythitidarum *occultus* (KOKEN) – NOLF, S. 127, Taf. 19 Fig. 15.1981 *Oligopus occultus* (KOKEN) – SCHWARZHANS, S. 104.

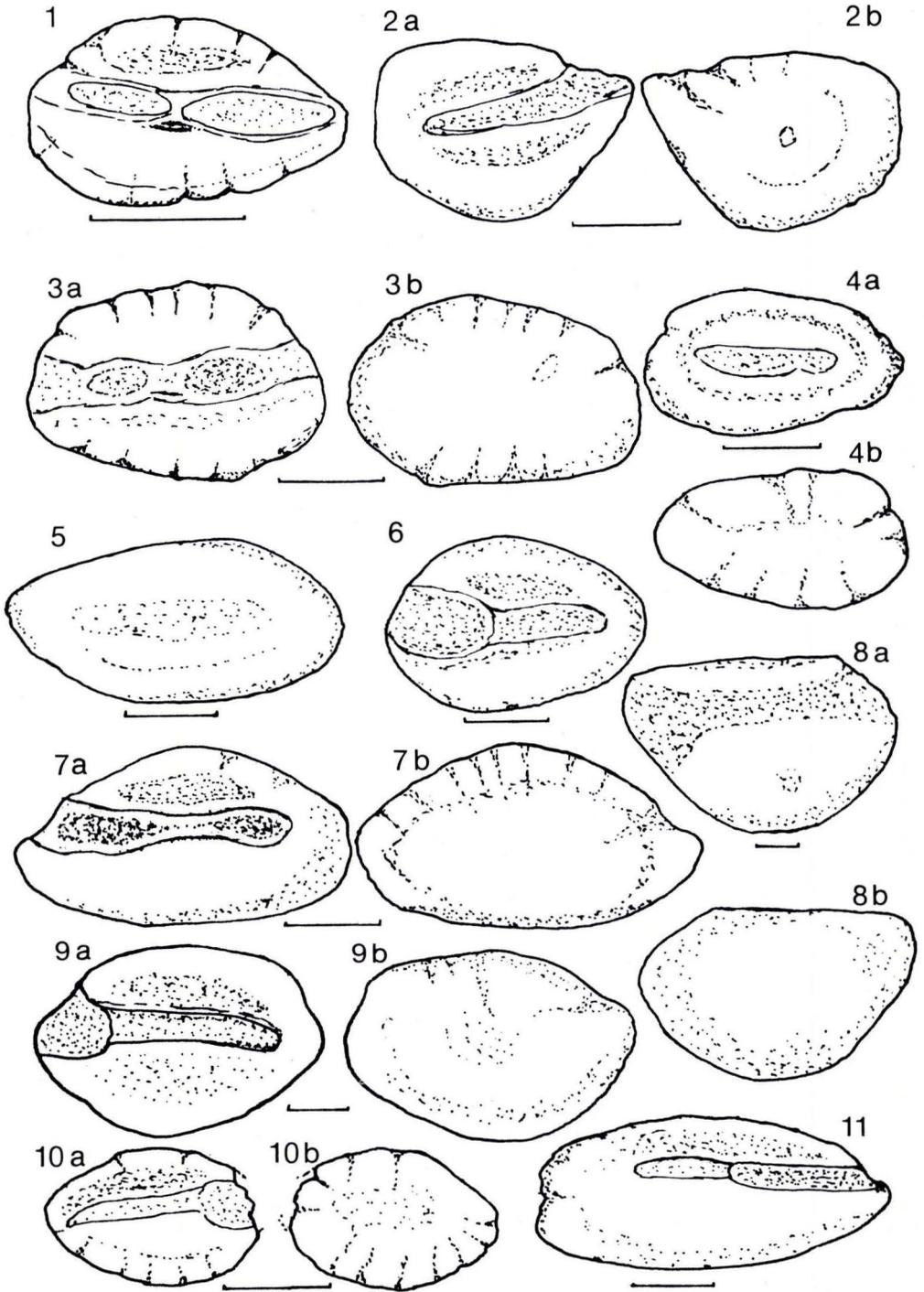
Material: 9 Otolithen, Latdorf; Aufbew. G.P.I. Gö.

Beschreibung: Über den Sulcus können keine näheren Angaben gemacht werden, da die Otolithen stark erodiert sind und der Sulcus nur noch schwach sichtbar ist. Der Form nach dürften die Otolithen zu der Art gehören. Die Innenseite ist schwach, die Außenseite stärker gewölbt.

Bemerkungen: NOLF (1980) stellte die Otolithen zur Familie Bythitidae und SCHWARZHANS (1981) zur Gattung *Oligopus*.

Abmessungen: L=3,7 mm; H=1,9 mm; D=0,7 mm; L:H=1,95; L:D=5,3

Weitere Autoren: KOKEN (1891) Latdorf. MENZEL (1980) Astrup.



Tafel 3

?Oligopus sp.

Material: 1 Otolith, Latdorf; Aufbew. G.P.I. Gö.

Beschreibung: Auch dieser Otolith ist sehr stark erodiert, so daß über den Sulcus keine Aussage möglich ist. In der Form ist der Otolith bedeutend schlanker wie die vorstehende Art. Die Innenseite ist schwach, die Außenseite stark gewölbt.

Vergleich: NOLF (1980) beschreibt die neue Art *Oligopus bassolii* NOLF 1980 aus dem Tortonium von Italien, zu der im Umriß eine Ähnlichkeit besteht.

Abmessungen: L=3,8 mm; H=1,5 mm; D=0,72 mm; L:H=2,55; L:D=5,3

Familie Ophidiidae
Genus *Spectrunculus*

?Spectrunculus difformis (KOKEN 1891)

Taf. 3 Fig. 4a, 4b

1891 Otolithus (Ophidiidarum) *difformis joachimicum* KOKEN – KOKEN, S. 101, Taf. 1 Fig. 7.

1980 *Hoplobrotula difformis* (KOKEN) – NOLF, S. 124, Taf. 16 Fig. 2.

1981 ? *Spectrunculus difformis* (KOKEN) – SCHWARZHANS, S. 90.

Material: 2 Otolithen, Latdorf; 1 Otolith, Güntersen; Aufbew. G.P.I. Gö.

Beschreibung: Die Otolithen entsprechen den gegebenen Beschreibungen. Ein Otolith aus Latdorf ist an der Stirnseite beschädigt.

Bemerkungen: Die Unterart Otolithus (Ophidiidarum) *difformis joachimicum* KOKEN wurde von NOLF (1980) verworfen und als Art der Gattung

Tafel 3

- Fig. 1. *Colliolus sculptus* (KOKEN 1891)
Deute II; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–11
- Fig. 2a, 2b. *Argentina parvula* (KOKEN 1891)
Deute I; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–6
- Fig. 3a, 3b. *Archaeadiculus rectangularis* (SCHWARZHANS 1974)
Deute I; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–12
- Fig. 4a, 4b. *?Spectrunculus difformis* (KOKEN 1891)
Latdorf; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–14
- Fig. 5. *Oligopus occultus* (KOKEN 1891)
Latdorf; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–13
- Fig. 6. ? *Dapalis* sp.
Latdorf; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–21
- Fig. 7a, 7b. *Peristedion* sp.
Deute II; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–16
- Fig. 8a, 8b. *Weileria insignis* (KOKEN 1891)
Latdorf; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–15
- Fig. 9a, 9b. *Brachydeuterus gaemersi* n. sp.
Deute II; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–2
- Fig. 10a, 10b. *Kuhlia tenuicauda* (SCHWARZHANS 1974)
Doberg; Slg. M. B.
- Fig. 11. *Trachinus biscissus* KOKEN 1884
Deute II; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–31

Hoplobrotula zugeordnet. SCHWARZHANS (1981) hat diese Art unter Vorbehalt zur Gattung *Spectrunculus* gestellt.

Abmessungen: L=2,65 mm; H=1,45 mm; D=0,55 mm; L:H=1,83; L:D=4,8

Weitere Autoren: KOKEN (1891) Latdorf.

Ordnung Beryciformes
Familie Myripristidae
Genus *Weileria*

Weileria insignis (KOKEN 1891)

Taf. 3 Fig. 8a, 8b

1891 *Otolithus* (*Sciaenidarum*) *insignis* KOKEN – KOKEN, S. 112, Taf. 10 Fig. 11.

1942 *Myripristis insignis* (KOKEN) – WEILER, S. 29, Taf. 1 Fig. 48.

1968 *Weileria insignis* (KOKEN) – WEILER, S. 46.

Material: 1 Otolith, Latdorf; Aufbew. G.P.I. Gö.

Beschreibung: Der Otolith hat einen geraden Dorsal- und einen gleichmäßig konvexen Ventralrand. Die Innenseite ist flach, die Außenseite zum Dorsalrand aufgewölbt. Der supramedian gelegene Sulcus ist auf dem stark verwitterten Otolithen nur noch schwach sichtbar.

Abmessungen: L=6,55 mm; H=4,4 mm; D=1,9mm; L:H=1,5, L:D=3,45

Weitere Autoren: WEILER (1942) Latdorf.

Ordnung Scorpaeniformes
Familie Triglidae
Genus *Trigla*

Trigla sp.

Taf. 2 Fig. 9a, 9b

Material: 1 Otolith, Niederkaufungen; Aufbew. M. B.

Beschreibung: Der sehr kleine Otolith deutet im Umriß und der Form des Sulcus, mit dem einschnürenden Collum, auf die Gattung *Trigla* hin. Eine sichere Zuordnung zu einer Art ist auf Grund der Kleinheit des Otolithen nicht möglich.

Abmessungen: L=1,1 mm; H=0,8 mm; D=0,3 mm; L:H=1,38; L:D=3,7

Genus *Peristedion*

Peristedion sp.

Taf. 3 Fig. 7a, 7b

Material: 3 Otolithen, Deute II; Aufbew. G.P.I. Gö.

Beschreibung: Der Form des Sulcus und dem Umriß nach gehören die Otolithen zur Gattung *Peristedion*. Die Innenseite ist schwach konvex und die

Außenseite in der Längsrichtung schwach konkav. Es besteht eine Ähnlichkeit zu der rezenten Art *Peristedion cataphractum* (LINNAEUS 1758), die bei NOLF (1977, Taf. 13 Fig. 5–7) vergleichsweise abgebildet ist. Die Otolithen aus dem Kasseler Meeressand weichen im Umriß durch den stark gerundeten Caudalrand von der rezenten Art ab, was eine Zuordnung nicht rechtfertigt.

Abmessungen: L=3,5 mm; H=1,95 mm; D=0,55 mm; L:H=1,8; L:D=6,36

Familie Cottidae

Genus indet.

Cottidarum georgei n. sp.

Taf. 4 Fig. 9a, 9b; Taf. 5 Fig. 4a, 4b

Holotypus: Taf. 4 Fig. 9a, 9b; Taf. 5 Fig. 4a, 4b.

Locus typicus: Ehemaliger Tagebau Höllkopf bei Glimmerode/Nordhessen.

Stratum typicum: Eochatt (Oberoligozän).

Derivatio nominis: Nach dem Finder des Otolithen, Herrn P. GEORGE, Osterholz-Scharmbeck.

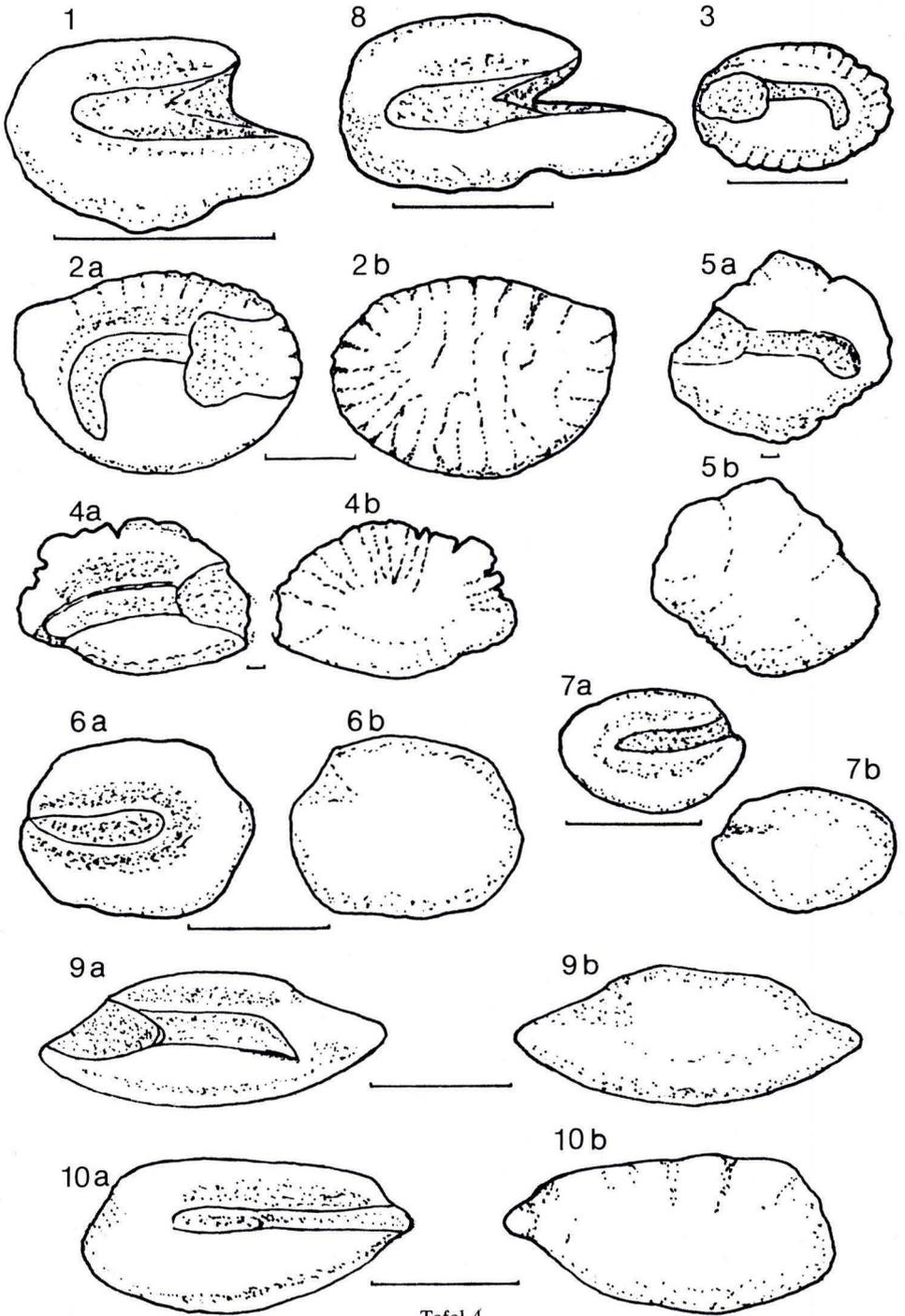
Diagnose: Ein schmaler, länglicher Otolith mit einem spitzen Rostrum, einem spitzen Posteriorrand und einem am Ende leicht abwärts geneigten Sulcus.

Material: 1 Otolith, Glimmerode; Aufbew. G.P.I. Gö.; Orig. Nr. 854 – 1.

Beschreibung: Der schmale, längliche Otolith hat einen glatten Ventralrand, der am spitzen Rostrum beginnt und gleichmäßig gewölbt bis zum spitzen Posteriorrand verläuft. Der im hinteren Bereich leicht gewellte Ventralrand beginnt am nur andeutungsweise vorhandenen Antirostrum, verläuft Anfangs gleichmäßig gewölbt bis zum postdorsalen Eck und nach einem stufenförmigen Absatz schräg zum Posteriorrand. Die Innenseite ist gleichmäßig schwach quer- und längskonvex. Die glatte Außenseite ist in der Längsrichtung schwach konkav. Der median gelegene Sulcus ist in ein etwas tiefer liegendes, weit geöffnetes Ostium und eine lange, am Ende leicht abwärts geneigte Cauda gegliedert. Das hintere Colliculum ist schwach, das vordere nur andeutungsweise sichtbar. Über dem Sulcus befindet sich eine flache Area, dadurch ist die Crista superior gut sichtbar. Dicht am Ventralrand befindet sich eine schwach sichtbare Ventralfurche.

Vergleich: Nach freundl. Mitt. von Herrn Dr. P. A. M. GAEMERS gehört dieser Otolith zu der gattungs- und artenreichen Familie Cottidae. Ein Vergleich mit dem bei SCHMIDT (1968:56, Taf. 11 Fig. 158) beschriebenen und abgebildeten rezenten Otolithen *Taurulus bubalis* (EUPHRASEN 1786) zeigt eine große Ähnlichkeit in Form und Abmessung. Eine Zuordnung zu der Gattung erscheint jedoch zu unsicher.

Abmessungen: L=2,45 mm; H=1,05 mm; D=0,45 mm; L:H=2,33; L:D=5,44



Tafel 4

Ordnung Perciformes
Familie Cepolidae
Genus *Cepola*

***Cepola rubescens* LINNAEUS 1764**

Taf. 1 Fig. 8a, 8b

1950 *Cepola prae-rubescens* BASSOLI & SCHUBERT 1906 – WEILER, S. 230, Taf. 4 Fig. 23.

1968 *Cepola rubescens* LINNAEUS – WEILER, S. 66.

1977 *Cepola rubescens* LINNAEUS – NOLF, S. 56, Taf. 16 Fig. 10, 11.

Material: 8 Otolithen, Latdorf; Aufbew. G.P.I. Gö.

Beschreibung: Die Otolithen haben eine ovale Form mit einem stumpfen Rostrum. Der Otolith ist in der Längsrichtung schwach gekrümmt. Der Sulcus hat eine geschwungene Form, wobei die kleinere Cauda mehr suprmedian liegt.

Vergleich: Die von WEILER (1950) und NOLF (1977) abgebildeten Otolithen haben alle ein mehr oder weniger markantes postdorsales Eck, was bei den Otolithen aus Latdorf fehlt. Trotz dieser Abweichung dürften die Otolithen zu der Art gehören.

Abmessungen: L=2,45 mm; H=1,4 mm; D=0,5 mm; L:H=1,75; L:D=4,9

Tafel 4

- Fig. 1. *Clupeidarum* sp. 1
Glimmerode; Slg. M. B.
- Fig. 2a, 2b. *Umbrina gibberula* (KOKEN 1891)
Oberkaufungen; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–29
- Fig. 3. *Sciaenidarum ovatus* KOKEN 1891
Glimmerode; Slg. M. B.
- Fig. 4a, 4b. *Pagrus distinctus* (KOKEN 1891)
Oberkaufungen; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–27
- Fig. 5a, 5b. *Dentex (Polysteganus) gregarius* (KOKEN 1891)
Oberkaufungen; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–28
- Fig. 6a, 6b. *Solea approximata* KOKEN 1891
Ahnetal; Slg. M. B.
- Fig. 7a, 7b. *Bothidarum weileri* SSCHWARZHANS 1974
Niederkaufungen; Slg. M. B.
- Fig. 8. *Clupea testis* KOKEN 1891
Glimmerode; Slg. M. B.
- Fig. 9a, 9b. *Cottidarum georgei* n. sp.
Glimmerode; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–1
- Fig. 10a, 10b. *Ammodytidarum suprmedianum* n. sp.
Niederkaufungen; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–3

Familie Serranidae
Genus *Serranus*

Serranus elongatus (WEILER 1942)

Taf. 2 Fig. 4a, 4b

1942 *Otolithus* (Serranidae) *elongatus* n. sp. – WEILER, S. 31, Taf. 1 Fig. 52, 53.

1968 *Serranidarum elongatus* WEILER – WEILER, S. 50.

Material: 2 Otolithen, Niederkaufungen; 2 Otolithen, Ahnetal; Aufbew. M. B.

Beschreibung: Die sehr schlanken Otolithen haben ein schlankes sehr weit vorspringendes Rostrum und ein kleines Antirostrum. Die Innenseite ist in der Längsrichtung konvex und auf der Außenseite konkav. Der am Ende zum Ventralrand geneigte Sulcus läuft in einer schwach sichtbaren postcaudalen Rinne aus.

Vergleich: Zu den rezenten Otolithen von *Serranus cabrilla* LINNAEUS 1758 besteht in Form und Abmessung eine gute Übereinstimmung. Das Ostium bei den rezenten Otolithen ist etwas weiter geöffnet, der Caudalbereich läuft etwas spitzer aus und der Otolith ist etwas dünner. Auf Grund der guten Übereinstimmung, bei den rezenten Otolithen läuft der Sulcus ebenfalls in einer postcaudalen Rinne aus, erscheint eine Zuordnung zur Gattung *Serranus* gerechtfertigt.

Abmessungen: *Serranus elongatus*, L=4,2 mm; H=1,7 mm; D=0,7 mm; L:H=2,5; L:D=6

Serranus cabrilla

L=6 mm; H=2,4 mm; D=0,6 mm; L:H=2,5; L:D=10.

Weitere Autoren: WEILER (1942) Kassel.

Serranus noetlingi KOKEN 1891

Taf. 6 Fig. 7

1891 *Otolithus* (*Serranus*) *noetlingi* KOKEN – KOKEN, S. 124, Taf. 8 Fig. 1.

1942 *Serranus noetlingi* KOKEN – WEILER, S. 30, Taf. 1 Fig. 50, 51.

1974 *Serranus noetlingi* KOKEN – SCHWARZHANS, S. 107, Abb. 28, 29.

Material: 10 Otolithen, Deute I; 3 Otolithen, Deute II; 2 Otolithen, Güntersen; Aufbew. G.P.I. Gö.; 9 Otolithen, Niederkaufungen; 20 Otolithen, Ahnetal; Aufbew. M. B.

Beschreibung: Diese in der Hauptsache beschädigten Otolithen dürften soweit noch erkennbar, zu der Art gehören. Die Masse der Otolithen ähnelt dem juvenilen Exemplar, das bei SCHWARZHANS (1974, Abb. 29) abgebildet ist. Der gegliederte Sulcus fällt bei der Art am Ende nur leicht ab.

Abmessungen: L=1,8 mm; H=1,1 mm; D=0,4 mm; L:H=1,65; L:D=4,5

Weitere Autoren: KOKEN (1891) Kassel; WEILER (1942) Kassel.

Genus *Allomorone****Allomorone varians*** (KOKEN 1884)

Taf. 5 Fig. 3

- 1884 Otolithus (Percidarum) *varians* – KOKEN, S. 549, Taf. 11 Fig. 10.
 1942 Otolithus (Percidarum) *varians* KOKEN – WEILER, S. 38, Taf. 3 Fig. 13.
 1968 *Allomorone varians* (KOKEN) – WELLER, S. 48.
 1974 *Allomorone varians* (KOKEN) – SCHWARZHANS, S. 109, Abb. 24.

Material: 7 Otolithen, Deute I; 26 Otolithen, Deute II; 19 Otolithen, Oberkaufungen; 2 Otolithen, Glimmerode; Aufbew. G.P.I. Gö.; 11 Otolithen, Niederkaufungen; 4 Otolithen, Ahnetal; Aufbew. M. B.; 20 Otolithen, Niederkaufungen; 8 Otolithen, Ahnetal; 2 Otolithen, Glimmerode; Aufbew. G. OHZ.

Beschreibung: Die in der Längsrichtung leicht gekrümmten Otolithen haben ein markantes postdorsales Eck, von dem der Dorsalrand steil abfällt. Das Rostrum ist gegliedert in ein weit geöffnetes Ostium und eine im hinteren Bereich abgeknickte Cauda. Die Außenseite ist z. T. stark sculptiert.

Abmessungen: L=6,1 mm; H=3,65 mm; D=1,05 mm; L:H=1,67; L:D=5,8

Weitere Autoren: KOKEN (1884) Ahnetal, Kaufungen. WEILER (1957) Doberg.

Allomorone* aff. *varians (KOKEN 1884)

Taf. 5 Fig. 6

Material: 1 Otolith, Deute I; 1 Otolith, Oberkaufungen; Aufbew. G. P. I. Gö.

Beschreibung: Der vorliegende Otolith unterscheidet sich von den vorstehenden in zwei Punkten: Der Otolith ist schlanker, was im L:H-Index ersichtlich wird, und die Cauda endet weiter vom Posteriorrand entfernt.

Abmessungen: L=5,5 mm; H=2,9 mm D=1,05 mm; L:H=1,9; L:D=5,25

Genus *Centropristis****Centropristis integer*** SCHUBERT 1906

Taf. 2 Fig. 6a, 6b

- 1906 Otolithus (*Centropristis*) *integer* sp. nov. – SCHUBERT, S. 266, Taf. 4 Fig. 6.
 1942 *Centropristis integer* SCHUBERT – WEILER, S. 32, Taf. 1 Fig. 54, 55, 56.
 1974 *Centropristis integer* SCHUBERT – SCHWARZHANS, S. 109, Abb. 26.

Material: 2 Otolithen, Deute II; Aufbew. G.P.I. Gö.; 5 Otolithen, Ahnetal; 1 Otolith, Glimmerode; Aufbew. M. B.; 12 Otolithen, Niederkaufungen; 8 Otolithen, Ahnetal; 3 Otolithen, Glimmerode; Aufbew. G. OHZ.

Beschreibung: Die ovalen Otolithen sind am Rostrum im allgemeinen beschädigt, auch der abgebildete Otolith. Der Ventral- und Dorsalrand sind z. T.

deutlich gewellt und der Sulcus ist in Cauda und Ostium gegliedert. Sehr markant ist auch die spitzwinklige Excisura.

Abmessungen: L=(2,2) mm; H=1,45 mm; D=0,45 mm.

Weitere Autoren: WEILER (1957) Doberg.

Genus *Dapalis*

Dapalis geron (KOKEN 1891)

Taf. 2 Fig. 7a, 7b

1891 Otolithus (Berycidarum) *geron* KOKEN – KOKEN, S. 120, Taf. 9 Fig. 7, 8.

1942 Otolithus (Percidarum) *geron* (KOKEN) – WEILER, S. 37, Taf. 2 Fig. 14.

1968 *Smerdis geron* (KOKEN – WEILER, S. 50.

1974 *Smerdis geron* (KOKEN) – SCHWARZHANS, S. 110, Abb. 33, 34, 76.

Material: 1 Otolith, Oberkaufungen; Aufbew. G.P.I. Gö.; 2 Otolithen, Ahnetal; 1 Otolith, Glimmerode; Aufbew. M. B.

Beschreibung: Der abgebildete ovale Otolith ist etwas abgerollt und am Rostrum leicht beschädigt. Sehr typisch ist das rundliche Ostium mit dem gewölbten unteren Rand.

Bemerkungen: Bei MALZ (1978) wird die Gattung *Smerdis* als Synonym von *Dapalis* aufgeführt.

Abmessungen: L=2,15 mm; H=1,6 mm; D=0,5 mm; L:H=1,35; L:D=4,3

Weitere Autoren: KOKEN (1891) Kassel. WEILER (1942) Kassel.

?*Dapalis* sp.

Taf. 3 Fig. 6

Material: 2 Otolithen, Latdorf; Aufbew. G.P.I. Gö.

Beschreibung: Die zwei Otolithen sind stark abgerollt und ähneln in der Form sehr den Otolithen von *Dapalis geron*, sind in der Form jedoch gestreckter. Eine gesicherte Zuordnung ist auf Grund der Erhaltung nicht möglich.

Abmessungen: L=3,15 mm; H=2,1 mm; D=–; L:H=1,5

Familie Moronidae

Genus *Morone*

Morone limburgensis (POSTHUMUS 1923)

Taf. 6 Fig. 2a, 2b

1923 Otolithus (Percidarum) *limburgensis* n. sp. – POSTHUMUS, S. 113, Fig. 13, 14.

1942 *Morone limburgensis* POSTHUMUS – WEILER, S. 36, Taf. 2 Fig. 15, 25.

1968 *Morone limburgensis* (POSTHUMUS) – WEILER, S. 49.

1974 *Morone limburgensis* (POSTHUMUS) – SCHWARZHANS, S. 110.

Material: 3 Otolithen, Deute I; 2 Otolithen, Deute II; 7 Otolithen, Oberkaufungen; Aufbew. G.P.I. Gö.

Beschreibung: Hierbei handelt es sich z. T. um beschädigte Otolithen, bei denen der Dorsalrand in der Form sehr variabel ist. Im allgemeinen ist der Dorsalrand wellig, der Ventralrand dagegen gleichmäßig konvex. Der Sulcus ist in das kurze Ostium und die lange Cauda, die am Ende leicht abknickt, gegliedert.

Abmessungen: L=7,3 mm; H=4,6 mm; D=1,55 mm; L:H=1,6; L:D=4,7

Familie Kuhlidae
Genus *Kuhlia*

Kuhlia tenuicauda (SCHWARZHANS 1974)

Taf. 3 Fig. 10a, 10b

1974 inc. sed. *tenuicauda* n. sp. – SCHWARZHANS, S. 125, Abb. 62–64, Taf. 3, Fig. 10.

Material: 1 Otolith, Doberg; Aufbew. M. B.; 1 Otolith, Doberg; Aufbew. v.d. H.K.-T.

Beschreibung: Die sehr dünnen Otolithen sind beide am Rostrum beschädigt. Die Cauda des gegliederten Sulcus reicht bis dicht an den Posteriorrand und läuft ziemlich spitz aus.

Bemerkungen: Nach freundl. Mitt. von Herrn Dr. SCHWARZHANS gehören die Otolithen zur Gattung *Kuhlia*.

Abmessungen: Die Länge des beschädigten Otolithen = 1,9 mm.

Familie Pomadasyidae
Genus *Brachydeuterus*

Brachydeuterus gaemersi n. sp.

Taf. 2 Fig. 2a, 2b; Taf. 3 Fig. 9a, 9b; Taf. 5 Fig. 1a, 1b, 2a, 2b; Taf. 6 Fig. 4

Holotypus: Taf. 3 Fig. 9a, 9b; Taf. 5 Fig. 1a, 1b.

Locus typicus: Deute, Schurf I, Gudensberg bei Oberkaufungen. Dissertationsarbeit RITZKOWSKI 1965, 4822–12.

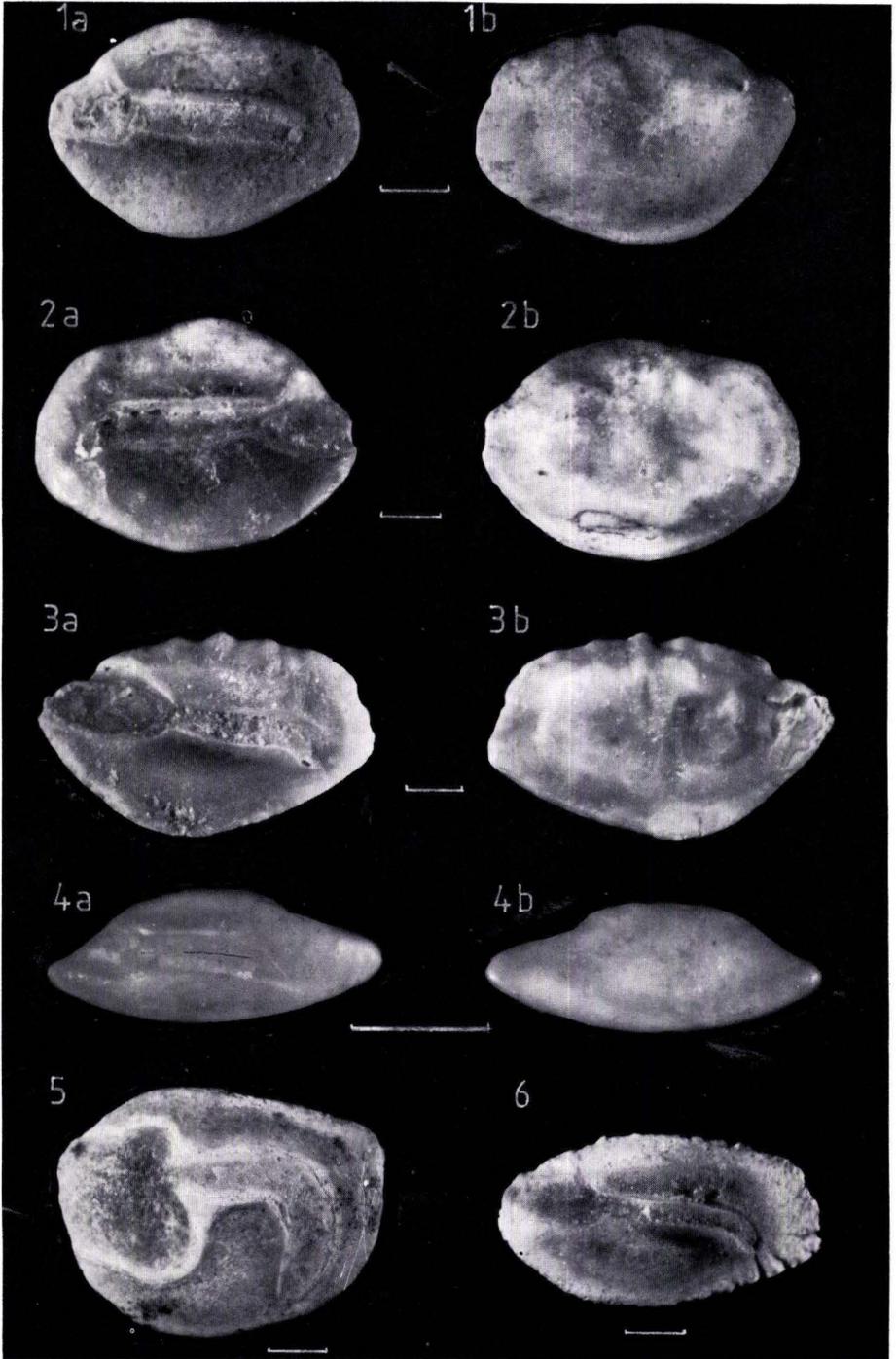
Stratum typicum: Eochatt (Oberoligozän).

Derivatio nominis: Nach Herrn Dr. P. A. M. GAEMERS, Leiden.

Diagnose: Ein ovaler Otolith mit einem kurzen, weit geöffneten Ostium, einer langen, am Ende leicht abwärts geneigten Cauda und einer gut ausgebildeten Crista superior.

Material: 26 Otolithen, Deute I; 114 Otolithen, Oberkaufungen; 3 Otolithen, Glimmerode; Aufbew. G.P.I. Gö.; 3 Otolithen, Niederkaufungen; 2 Otolithen, Ahnetal; 14 Otolithen, Glimmerode; Aufbew. M. B.; 4 Otolithen, Niederkaufungen; 3 Otolithen, Glimmerode; Aufbew. G. OHZ. Aufbewahrung des Holotypus: G.P.I. Gö.; Orig. Nr. 854–2

Beschreibung: Die Otolithen haben einen ovalen Umriß. Der Ventralrand ist glatt und gleichmäßig gewölbt, der Dorsalrand weniger gewölbt und schwach gewellt, der Posteriorrand gleichmäßig gerundet. Auf der schwach in Längsrichtung gewölbten Innenseite befindet sich der median gelegene Sulcus. Der untere Rand des weit geöffneten Ostiums ist gerundet und der Oberrand biegt steil zum Dorsalrand ab. Die Cauda verläuft anfangs gerade und biegt im letzten Drittel



Tafel 5

leicht nach unten. Die Area ist deutlich ausgebildet und liegt dicht am Sulcus, dadurch wird eine markante Crista superior gebildet. Die leicht gerunzelte Außenseite ist in der Längsrichtung schwach konvex und in der Querrichtung in der Mitte aufgewölbt, so daß die Ränder verhältnismäßig dünn sind. Das Rostrum ist kurz, stumpfwinklig und gerundet.

Abweichung: Die wesentliche Variabilität liegt in der Welligkeit des Dorsalrandes. Es kommen auch Otolithen vor, bei denen der Ventralrand im hinteren Bereich fein gekerbt ist. Recht häufig ist das Rostrum der Otolithen beschädigt.

Vergleich: Diese Art hat eine große Ähnlichkeit zu *Brachydeuterus latior* (SCHUBERT 1906). Bei NOLF & STEURBART (1979, Taf. 2 Fig. 16–23) sind mehrere Otolithen dieser Art aus dem Mittelmiozän von Süd-Aquitanien, Südfrankreich, abgebildet.

Ein Vergleich mit *Brachydeuterus latior* aus dem Miozän der Paratethys und Portugals, den dankenswerter Weise Herr Dr. GAEMERS, Leiden, vorgenommen hat, zeigt jedoch, daß die Otolithen aus dem Oberoligozän in der Form gedrungenere sind.

SCHUBERT (1906) erwähnt das Vorkommen von *Brachydeuterus latior* aus dem Oberoligozän Deutschlands, gibt aber keinen genaueren Hinweis. Alle bei WEILER (1968: 61) aufgeführten Nachweise sind aus dem Miozän.

Abmessungen:	L	H	D	L:H	L:D	Taf.	Fig.
	5,50 mm	3,85 mm	1,30 mm	1,43	4,23	5	2a, 2b
	3,20 mm	2,35 mm	0,70 mm	1,36	4,57	2	2a, 2b
						6	4
	4,65 mm	3,35 mm	1,15 mm	1,39	4,04	3	9a, 9b
						5	1a, 1b

***Brachydeuterus* sp.**

Taf. 2 Fig. 3a, 3b

Material: 1 Otolith, Glimmerode; Aufbew. G.P.I. Gö.

Beschreibung: Der am Rostrum leicht beschädigte Otolith hat eine große Ähnlichkeit zu *Brachydeuterus gaemersi*. Der Unterschied besteht darin, daß der Sulcus etwas supramedian liegt. Der Otolith ist auch etwas dünner, was im L:D-Index zum Ausdruck kommt.

Tafel 5

- Fig. 1a, 1b. *Brachydeuterus gaemersi* n. sp.
Deute II; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–2
- Fig. 2a, 2b. *Brachydeuterus gaemersi* n. sp.
Deute I; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–24
- Fig. 3a, 3b. *Allomorone varians* (KOKEN 1884)
Deute I; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–18
- Fig. 4a, 4b. *Cottidarum georgei* n. sp.
Glimmerode; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–1
- Fig. 5. *Umbrina gibberula* (KOKEN 1884)
Oberkaufungen; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–30
- Fig. 6. *Allomorone* aff. *varians* (KOKEN 1884)
Deute II; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854–19

Abmessungen: L=4,95 mm; H=3,65 mm; D=0,95 mm; L:H=1,36;
L:D=5,2

Familie Sparidae
Genus *Pagrus*

Pagrus distinctus (KOKEN 1891)

Taf. 4 Fig. 4a, 4b

1891 *Otolithus (Serranus) distinctus* KOKEN – KOKEN, S. 125, Taf. 10 Fig. 2.

1942 *Pagrus distinctus* KOKEN – WEILER, S. 43, Taf. 9 Fig. 2.

1974 *Pagrus distinctus* (KOKEN) – SCHWARZHANS, S. 114, Abb. 42.

Material: 2 Otolithen, Deute I; 4 Otolithen, Oberkaufungen; Aufbew. G.P.I. Gö.; 2 Otolithen, Niederkaufungen; Aufbew. G. OHZ.

Beschreibung: Die Otolithen bzw. Bruchstücke weisen die typischen Merkmale der Art auf: stark skulptierter Dorsalrand und den kräftig ausgebildeten Sulcus. Der hier abgebildete Otolith weicht im Dorsalrand etwas ab. Im allgemeinen fällt der Dorsalrand schräger zum Posteriorrand ab, so daß das postdorsale Eck weniger in Erscheinung tritt.

Abmessungen: L=12,85 mm; H=8,8 mm; D=1,46 mm; L:H=1,46;
L:D=4,67

Genus *Dentex*

Dentex (Polysteganus) gregarius (KOKEN 1891)

Taf. 4 Fig. 5a, 5b

1891 *Otolithus (Sparidarum) gregarius* KOKEN – KOKEN, S. 128, Taf. 7 Fig. 7, 8.

1942 *Pagellus gregarius* (KOKEN) – WEILER, S. 44.

1968 *Dentex gregarius* (KOKEN) – WEILER, S. 61.

1974 *Dentex gregarius* (KOKEN) – SCHWARZHANS, S. 113, Abb. 41.

1977 *Dentex (Polysteganus) gregarius* (KOKEN) – NOLF, S. 54, Taf. 15 Fig. 18–20.

Material: 3 Otolithen, Deute I; 7 Otolithen, Deute II; 4 Otolithen, Oberkaufungen; Aufbew. G.P.I. Gö.; 1 Otolith, Niederkaufungen; 1 Otolith, Ahnetal; Aufbew. M. B.; 1 Otolith, Doberg; Aufbew. v.d.H. K-T.

Beschreibung: Bei diesen Otolithen sind die auffallenden Merkmale: der hoch aufgewölbte Dorsal- und Ventralrand, wobei der höchste bzw. tiefste Punkt jeweils in der Mitte des Otolithen liegt. Der Sulcus ist in die lange, am Ende abwärts geneigte Cauda und das kürzere Ostium gegliedert. Die Innenseite ist konvex, die Außenseite konkav und mehr oder weniger deutlich gerippt.

Abmessungen: L=(13 mm); H=8,8 mm; D=2,8 mm

Weitere Autoren: KOKEN (1891) Kassel. WEILER (1942) Kassel. MENZEL (1980) Austrup.

Familie Sciaenidae

Genus *Umbrina**Umbrina gibberula* (KOKEN 1884)

Taf. 4 Fig. 2a, 2b, Taf. 5 Fig. 5

1884 Otolithus (Sciaenidarum) *gibberula* – KOKEN, S. 554, Taf. 11 Fig. 7.1891 Otolithus (*Corvina*) *gibberula* KOKEN – KOKEN, S. 111, Taf. 8 Fig. 7.1958 *Umbrina gibberula* (KOKEN) – WEILER, S. 340, Taf. 2 Fig. 18.1968 *Umbrina gibberula* (KOKEN) – WEILER, S. 58.

Material: 24 Otolithen, Deute I; 5 Otolithen, Deute II; 49 Otolithen, Oberkaufungen; 5 Otolithen, Glimmerode; Aufbew. G.P.I. Gö.; 3 Otolithen, Ahnetal; 5 Otolithen, Glimmerode; Aufbew. M. B.; 13 Otolithen, Glimmerode; Aufbew. G. OHZ.

Beschreibung: Diese Otolithen haben ein sehr markantes postdorsales Eck, das den äußersten Punkt des leicht gewölbten Dorsalrandes bildet. Der Sulcus ist in die Cauda, die rechtwinklig zum Ventralrand abknickt, und das Ostium gegliedert. Der Ober- und Unterrand des Ostiums sind geschwungen, so daß das Ostium in der Mitte eingeschnürt ist. Bei dem auf Taf. 4 Fig. 2, abgebildeten Otolithen handelt es sich um ein kleineres Exemplar, der eine ovalere Gestalt hat. Größere Otolithen weisen eine mehr rundliche Form auf. Die Innenseite ist schwach konvex, die Außenseite bei größeren Otolithen höckrig, bei kleineren Otolithen mehr gerippt.

Abmessungen:	L	H	D	L:H	L:D	Taf.	Fig.
	3,30 mm	2,37 mm	0,95 mm	1,40	3,47	4	2
	5,55 mm	4,74 mm	1,65 mm	1,17	3,36	5	5

Weitere Autoren: KOKEN (1884, 1891) Kassel. WEILER (1942) Kassel.

Genus indet.

Sciaenidarum ovatus KOKEN 1884

Taf. 4 Fig. 3

1891 Otolithus (Sciaenidarum) *ovatus* KOKEN – KOKEN, S. 111, Taf. 7 Fig. 5, 6.1968 Otolithus (Sciaenidarum) *ovatus* KOKEN – WEILER, S. 59.

Material: 1 Otolith, Glimmerode; Aufbew. G.P.I. Gö.; 6 Otolithen, Glimmerode; Aufbew. M. B.; 11 Otolithen, Glimmerode; Aufbew. G. OHZ.

Beschreibung: Die kleinen, ovalen Otolithen ähneln sehr dem bei KOKEN (1891, Taf. 7 Fig. 5) abgebildeten Otolithen. Wobei der Otolith aus Glimmerode schlanker erscheint. Die anderen Merkmale: fein gerippter Rand, schaufelförmiges Ostium und die zur Mitte eingesenkte Außenseite sind auch hier vorhanden.

Bemerkungen: POSTHUMUS (1923: 114) erwähnt bei der Beschreibung von *Sciaenidarum starringi* die große Ähnlichkeit zu *Sciaenidarum ovatus*. Bei dem hier abgebildeten Otolithen wird die Ähnlichkeit noch auffälliger.

Abmessungen: L=1,75 mm; H=1,2 mm; D=0,4 mm; L:H=1,46; L:D=4,38

Familie Trachinidae

Genus *Trachinus****Trachinus biscissus* KOKEN 1884**

Taf. 3 Fig. 11

- 1884 *Otolithus (Trachini) biscissus* – KOKEN, S. 553, Taf. 11 Fig. 9.
 1891 *Otolithus (Trachinus) mutabilis* KOKEN – KOKEN, S. 112.
 1942 *Trachinus biscissus* KOKEN – WEILER, S. 68, Taf. 4 Fig. 24, 25, 26, 32–35.
 1968 *Trachinus mutabilis* KOKEN – WEILER S. 68.

Material: 2 Otolithen, Latdorf; 1 Otolith, Vardeilsen; 10 Otolithen, Deute II; 2 Otolithen, Oberkaufungen; 1 Otolith, Güntersen; Aufbew. G.P.I. Gö.; 1 Otolith, Niederkaufungen; 35 Otolithen, Ahnetal; Aufbew. M. B.; 4 Otolithen, Niederkaufungen; 15 Otolithen, Ahnetal; 1 Otolith, Glimmerode; Aufbew. G. OHZ.

Beschreibung: Die sehr häufig vorkommenden Otolithen sind von länglicher Gestalt mit einer konvexen Innen- und Außenseite. Der lange und schmale Sulcus ist in eine ungefähr gleichlange Cauda und Ostium gegliedert, wobei die Cauda nach unten etwas verbreitert ist.

Abmessungen: L=4,35 mm; H=2 mm; D=1,05 mm; L:H=2,18; L:D=4,14

Weitere Autoren: KOEKEN (1884, 1891) Kassel. WEILER (1942) Kassel, (1957) Doberg. MENZEL (1980) Astrup.

***Trachinus verus* KOKEN 1891**

- 1891 *Otolithus (Trachini) verus* KOKEN – KOKEN, S. 113, Taf. 10 Fig. 13, 14.
 1942 *Trachinus verus* KOKEN – WEILER, S. 68, Taf. 2 Fig. 58, 59.
 1968 *Trachinus verus* KOKEN – WEILER, S. 68.

Material: 1 Otolith, Piepenhagen 952; 3 Otolithen, Piepenhagen 946; Aufbew. G.P.I. Gö.; 2 Otolithen, Ahnetal; Aufbew. M. B.

Beschreibung: Die Otolithen sind den vorstehenden sehr ähnlich, sie unterscheiden sich dadurch, daß die Ränder stärker gerippt sind. Die Otolithen sind auch flacher und dünner mit einem L:D-Index von ca. 4,7.

Weitere Autoren: KOKEN (1891) Kassel. WEILER (1942) Kassel.

Familie Ammodytidae

Genus indet.

***Ammodytidarum supramedianum* n. sp.**

Taf. 2 Fig. 8a, 8b; Taf. 4 Fig. 10a, 10b; Taf. 6 Fig. 3a, 3b, 5

Holotypus: Taf. 4 Fig. 10a, 10b, Taf. 6 Fig. 3a, 3b.

Locus typicus: Ahnetal bei Kassel.

Stratum typicum: Eochatt (Oberoligozän).

Derivatio nominis: Nach dem über der Mitte liegenden Sulcus.

Diagnose: Ein länglicher Otolith mit einem geraden, supramedian gelegenen Sulcus. Außen- und Innenseite sind leicht querkonvex.

Material: 1 Otolith, Niederkaufungen; 1 Otolith, Ahnetal; Aufbw. G.P.I. Gö.; 2 Otolithen, Niederkaufungen; 2 Otolithen, Ahnetal; Aufbw. M. B.; 2 Otolithen, Niederkaufungen; 2 Otolithen, Ahnetal; Aufbw. G. OHZ. Aufbewahrung des Holotypus: G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854 - 3.

Beschreibung: Die Otolithen haben eine längliche Form mit einem fast geraden Dorsalrand. Der schwach gekerbte Ventralrand beginnt am kleinen Rostrum, fällt schräg nach hinten ab und läuft dann gewölbt zum Posteriorrand. Die Innen- und Außenseite sind gleichmäßig gewölbt, wobei die Wölbung der gefurchten Außenseite etwas dorsalwärts liegt. Der supramedian gelegene Sulcus ist schmal, gerade und erstreckt sich über $\frac{2}{3}$ der Länge des Otolithen. Über dem Sulcus liegt eine flache Area, Crista inferior und superior sind gut sichtbar. Dicht am Ventralrand verläuft eine Ventralfurche.

Abweichungen: Die Ränder sind z. T. fast glatt und die Furchen auf der Außenseite nur schwach sichtbar. Die Ventralfurche ist nicht bei allen Otolithen vorhanden. Der kleine Otolith Taf. 2 Fig. 8a, 8b ist in seinem gesamten Habitus gedrungenener, was sich im L:H- und L:D-Index zeigt.

Vergleich: Es wird ein rezenter Otolith der Familie Ammodytidae abgebildet, zu dem in der Form, dem supramedian gelegenen Sulcus, der gewölbten Innenseite und dem Ventralrand eine gute Übereinstimmung besteht. Abweichungen bestehen nur im Dorsalrand und in der Außenseite, die bei den rezenten Otolithen fast flach ist.

Abmessungen:	L	H	D	L:H	L:D	Taf.	Fig.
	1,8 mm	1,05 mm	0,5 mm	1,7	3,6	2	8a, 8b
						6	5
	2,2 mm	1,05 mm	0,5 mm	2,1	4,4	4	10a, 10b
						6	3a, 3b
Ammodytidae (rezent, Genus und Art indet.)							
	2,4 mm	1,3 mm	0,5 mm	1,85	4,8	6	6

Weitere Autoren: MENZEL (1980) Astrup, als *Ammodytes* sp. aufgeführt.

Familie Gobiidae
Genus indet.

Gobiidarum sp.
Taf. 1 Fig. 7

Material: 1 Otolith, Günterssen; Aufbw. G.P.I. Gö.

Beschreibung: Der kleine, beschädigte Otolith weist seinem Umriß und der Form des Sulcus nach zur Familie Gobiidae hin. Eine genauere Einordnung ist auf Grund der Kleinheit und des Erhaltungszustandes nicht möglich.

Abmessungen: L=(0,5) mm

Familie Scombridae
Genus *Pneumatophorus*

Pneumatophorus sp.
Taf. 2 Fig. 5

Material: 2 Bruchstücke, Deute II; Aufbew. G.P.I. Gö.

Beschreibung: Von diesen Otolithen ist nur der Caudalbereich erhalten. Sehr charakteristisch für diesen Angehörigen der Gattung ist die Erhebung auf dem Dorsalrand im hinteren Bereich und der Sulcus, der von der leistenförmigen Crista superior und Crista inferior begrenzt wird. Bei NOLF (1977, Taf. 17 Fig. 5) wird ein ähnliches Otolithenbruchstück abgebildet.

Abmessungen: $L=(3,1)$ mm

Ordnung Pleuronectiformes
Familie Scopthalmidae
Genus indet.

Scopthalmidarum sp.
Taf. 1 Fig. 6a, 6b

Material: 1 Otolith, Deute; Aufbew. G.P.I. Gö.; 1 Otolith, Niederkaufungen; Aufbew. M. B.

Beschreibung: Die nicht sehr gut erhaltenen Otolithen gehören nach freundl. Mitt. von Herrn Dr. NOLF zur Familie Scopthalmidae. Die dünnen Otolithen haben eine längliche Gestalt mit einem gleichmäßig gewölbten, fein gewellten Ventralrand. Der Dorsalrand ist ebenfalls fein gewellt und fällt schräg zum Posteriorrand ab. Der Sulcus ist schmal und gerade, eine Unterteilung ist an den Exemplaren nicht erkennbar. Der Sulcus geht in eine schwach sichtbare postcaudale Rinne über. Die Innenseite ist schwach gewölbt und die Außenseite leicht eingesenkt.

Vergleich: Der Vergleich mit dem rezenten Otolithen von *Lipidorhombus whiffiagonis* (WALBAUM 1792), Taf. 6 Fig. 1a, 1b, zeigt eine große Ähnlichkeit in Form und Abmessung.

Abmessungen: *Scopthalmidarum* sp.: $L=2,5$ mm; $H=1,5$ mm; $D=0,4$ mm; $L:H=1,67$; $L:D=6,25$. *Lipidorhombus whiffiagonis*: $L=6,35$ mm; $H=3,9$ mm; $D=1,05$ mm; $L:H=1,62$; $L:D=6,05$

Familie Bothidae
Genus indet.

Bothidarum weileri SCHWARZHANS 1974
Taf. 4 Fig. 7a, 7b

1974 *Bothidarum weileri* n. sp. – SCHWARZHANS, S. 122, Abb. 60, 61, Taf. 3 Fig. 13.

1980 *Bothidarum weileri* SCHWARZHANS – MENZEL, S. 274, Taf. 2 Fig. 7.

Material: 1 Otolith, Niederkaufungen; Aufbew. M. B.

Beschreibung: Der ovale Otolith hat eine leicht gewölbte Innenseite mit einem tiefen, etwas geschwungenen Sulcus. Die Außenseite ist flach und die Ränder sind glatt.

Abmessungen: L=1,35 mm; H=1 mm; D=0,35 mm; L:H=1,35; L:D=3,85

Weitere Autoren: MENZEL (1980) Astrup.

Familie Soleidae

Genus *Solea*

Solea approximata KOKEN 1891

Taf. 4 Fig. 6a, 6b

1891 Otolithus (*Solea*) *approximatus* KOKEN – KOKEN, S. 106, Taf. 5 Fig. 13.

1942 *Solea approximata* KOKEN – WEILER, S. 71, Taf. 4 Fig. 44–51.

1968 *Solea approximata* KOKEN – WEILER, S. 85.

Material: 2 Otolithen, Niederkaufungen; 1 Otolith, Ahnetal; Aufbew. M. B.

Beschreibung: Die Otolithen haben eine leicht gewölbte Innen- und Außenseite. Der abgebildete Otolith ist in der Form nicht typisch, paßt jedoch gut in die Variationsbreite der Art, die bei WEILER (1942) dargestellt wird. Der tief liegende Sulcus wird von einer Vertiefung umrahmt, dadurch bildet die Christa inferior und superior einen deutlichen Rahmen.

Abmessungen: L=1,65 mm; H=1,4 mm; D=0,55 mm; L:H=1,18; L:D=3

Weitere Autoren: MENZEL (1980) Astrup.

Ordnung indet.

Familie indet.

Genus indet.

inc. sed. sp.

Taf. 1 Fig. 4a, 4b

Material: 1 Otolith, Piepenhagen 952; Aufbew. G.P.I. Gö.

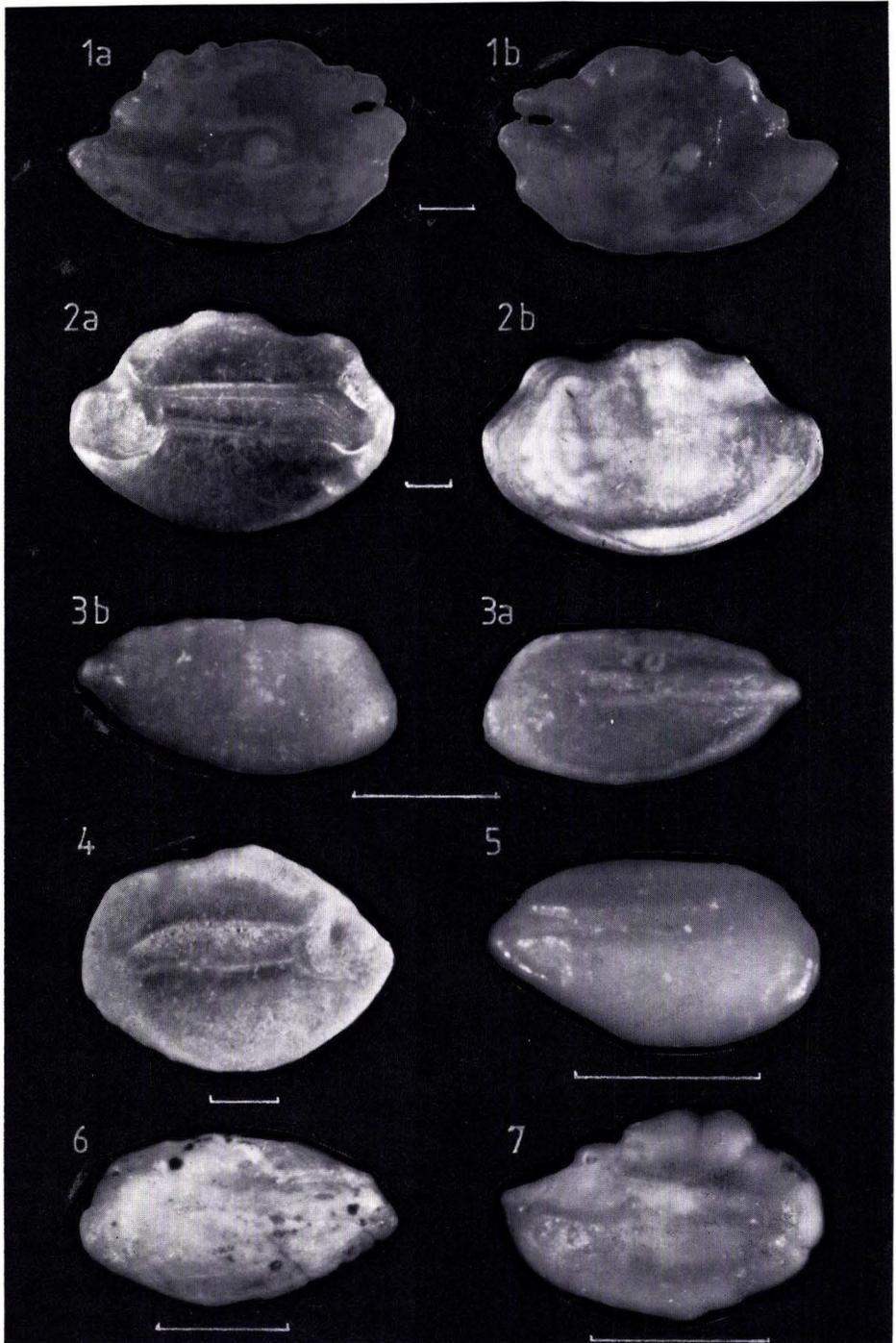
Beschreibung: Bei dem vorliegenden dreieckigen Otolithen dürfte es sich möglicherweise um einen Lapillus handeln. Die Innenseite ist beschädigt, so daß keine Aussage über den Sulcus, bzw. ob einer vorhanden war, gemacht werden kann. Die Außenseite ist glatt und schwach konvex.

Abmessungen: L=1,95 mm; H=1,4 mm; D= –; L:H=1,39

5. Ergebnisse

5.1. Fundhäufigkeit der Arten

In Tab. 1 werden alle Arten aufgeführt. Um zu einem aussagefähigen Ergebnis zu kommen, wurde die Anzahl einer Art eines Fundortes in Prozenten umgerech-



Tafel 6

net, bezogen auf die Gesamtzahl der Otolithen eines Fundortes. Dabei wurden die Prozentzahlen auf 0,5% abgerundet. Beim Fundpunkt Doberg wurden die von WEILER (1957) nachgewiesenen Arten, die bei dieser Untersuchung nicht aufgefunden wurden, mit einem + angedeutet, sie sind bei der Addition der Arten in der Klammerzahl enthalten.

Insgesamt wurden 25 Familien mit 34 Gattungen und 47 Arten nachgewiesen. Davon kommen 15 Arten im Unteroligozän und 38 Arten im Oberoligozän vor. Von den 15 Arten des Unteroligozäns konnten 6 Arten auch noch im Oberoligozän nachgewiesen werden. Otolithen aus dem Mitteloligozän lagen nicht vor.

Die artenreichsten Vorkommen sind die Fundpunkte Ahnetal und Niederkaufungen mit je 22 Arten und der Fundpunkt Deute mit 21 Arten. Sehr auffallend ist der Fundpunkt Oberkaufungen, bei einer relativ großen Anzahl von (279 Stück) Otolithen konnten nur 15 Arten nachgewiesen werden.

Die mit Abstand am häufigsten vorkommenden Arten (in %) in den fünf wichtigsten Fundpunkten des Kasseler Meeressandes sind folgende:

Deute I und II	<i>Trisopterus kasselensis</i>	= 36,5%
	<i>Allomorone varians</i>	= 9,5%
	<i>Pterothrissus umbonatus</i>	= 9,0%
	<i>Umbrina gibberula</i>	= 8,5%
	<i>Palaeogadus emarginatus</i>	= 8,0%
	<i>Brachydeuterus gaemersi</i>	= 7,5%
Oberkaufungen	<i>Brachydeuterus gaemersi</i>	= 41,0%
	<i>Umbrina gibberula</i>	= 17,5%
	<i>Pterothrissus umbonatus</i>	= 17,5%
	<i>Allomorone varians</i>	= 7,0%
	<i>Trisopterus kasselensis</i>	= 5,5%
Niederkaufungen	<i>Allomorone varians</i>	= 18,0%
	<i>Trisopterus kasselensis</i>	= 14,0%
	<i>Pterothrissus umbonatus</i>	= 10,0%
	<i>Palaeogadus emarginatus</i>	= 9,5%

Tafel 6

- Fig. 1a, 1b. *Lipidorhombus whiffiagonis* (WALBAUM 1792)
rezent; Slg. M. B.
- Fig. 2a, 2b. *Morone limburgensis* (POSTHUMUS 1923)
Deute II; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854-22
- Fig. 3a, 3b. *Ammodytidarum supramedianum* n. sp.
Niederkaufungen; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854-3
- Fig. 4. *Brachydeuterus gaemersi* n. sp.
Oberkaufungen; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854-25
- Fig. 5. *Ammodytidarum supramedianum* n. sp.
Ahnetal; Slg. G.P.I. Gö. Orig. Nr. 854-32
- Fig. 6. *Ammodytidarum* sp.
rezent, Nordsee; Slg. M. B.
- Fig. 7. *Serranus noetlingi* KÖKEN 1891
Ahnetal; Slg. M. B.

Tab. 1. Fossilliste (Erläuterung Abschn. 5.1)

	Latdorf	Vardeilsen	Piepenhagen	Deute I und II	Oberkaufungen	Niederkaufungen	Güntersen	Ahmetal	Glimmerode	Astrup	Doberg
<i>Pterothrissus umbonatus</i>	5,5			9	17,5	10		4	47		1,5
<i>Pseudopichthys ovalis</i>	2				1			1		0,5	1,5
<i>Clupea testis</i>									0,5		
<i>Clupeidarum</i> sp. 1									1,5		
<i>Clupeidarum</i> sp. 2						2,5		1	1,5		
<i>Argentina parvula</i>				0,5	0,5	4,5		7		3	36
<i>Arius germanicus</i>	21,5										
<i>Palaeoranicus latisulcatus</i>	27										
<i>Palaeogadus emarginatus</i>	2		12,5	8	1,5	9,5		6		8	16,5
<i>Trisopterus kasselensis</i>				36,5	5,5	14		16,5		8,5	16,5
<i>Trisopterus</i> sp. 1				0,5		2		0,5			
<i>Trisopterus</i> sp. 2				0,5		0,5		0,5			
<i>Trisopterus elegans</i>		50	56								
<i>Colliolus sculptus</i>				2,5	1	6	17	9,5		33,5	+
<i>Archaeogadiculus rectangularis</i>				2,5	0,5	6,5		6,5		14	24
<i>Oligopus occultus</i>	16										
? <i>Oligopus</i> sp.	2										
? <i>Spectrunculus difformis</i>	3,5						17				
<i>Weilleria insignis</i>	2										
<i>Trigla</i> sp.						0,5					
<i>Peristedion</i> sp.				1							
<i>Cottidarum georgei</i>									0,5		
<i>Cepola rubescens</i>	14										
<i>Serranus elongatus</i>						1		1			
<i>Serranus noetlingi</i>				4		5,5	33	8			
<i>Allomorone varians</i>				9,5	7	18		5	1,5		+
<i>Allomorone</i> aff. <i>varians</i>				0,5	0,5						
<i>Centropristis integer</i>				0,5		7		5,5	2		+
<i>Dapalis geron</i>					0,5			1	0,5		
? <i>Dapalis</i> sp.	3,5										
<i>Morone limburgensis</i>				1,5	2,5						
<i>Kuhlia tenuicauda</i>											1,5
<i>Brachydeuterus gaemersi</i>				7,5	41	4		1	14		
<i>Brachydeuterus</i> sp.									0,5		
<i>Pagrus distinctus</i>				0,5	1,5	1					
<i>Dentex (Polysteganus) gregarius</i>				3	1,5	0,5		0,5		1,5	1,5
<i>Umbrina gibberula</i>				8,5	17,5			1	16		
<i>Sciaenidarum ovatus</i>									12,5		
<i>Trachinus biscissus</i>	3,5	50		3	0,5	3	17	21	0,5	27,5	+
<i>Trachinus verus</i>			25					1			
<i>Ammodytidarum supramedianum</i>						3		2		0,5	
<i>Gobiidarum</i> sp.							17				
<i>Pneumatophorus</i> sp.				0,5							
<i>Scophthalmidarum</i> sp.				0,5		0,5					
<i>Bothidarum weileri</i>						0,5				0,5	
<i>Solea approximata</i>						1		0,5		0,5	
inc. sed. sp.			6								
Anzahl der Otolithen	56	2	16	343	279	171	6	239	142	141	66
Anzahl der Arten	12	2	4	21	15	22	5	22	13	12	8 (12)

Ahnetal	<i>Trachinus biscissus</i>	= 21,0%
	<i>Trisopterus kasselensis</i>	= 16,5%
	<i>Colliolus sculptus</i>	= 9,5%
	<i>Serranus noetlingi</i>	= 8,0%
Glimmerode	<i>Pterothrissus umbonatus</i>	= 47,0%
	<i>Umbrina gibberula</i>	= 16,0%
	<i>Brachydeuterus gaemersi</i>	= 14,0%
	<i>Sciaenidarum ovatus</i>	= 12,5%

Nachstehend werden vergleichsweise die mit Abstand häufigsten Arten aus den Fundpunkten Astrup und Doberg aufgeführt:

Astrup	<i>Colliolus sculptus</i>	= 33,5%
	<i>Trachinus biscissus</i>	= 27,5%
	<i>Archaeogadiculus rectangularis</i>	= 14,0%
	<i>Trisopterus kasselensis</i>	= 8,5%
Doberg	<i>Palaeogadus emarginatus</i>	= 8,0%
	<i>Argentina parvula</i>	= 36,0%
	<i>Archaeogadiculus rectangularis</i>	= 24,0%
	<i>Trisopterus kasselensis</i>	= 16,5%
	<i>Palaeogadus emarginatus</i>	= 16,5%

Bei dieser Aufstellung wurden nur die Arten berücksichtigt, die auf Grund ihres Prozentanteiles eine Aussage zulassen. Es wurden auch nur die Fundpunkte betrachtet, die von der Stückzahl her einen Vergleich ermöglichen, bzw. mit anderen Fundpunkten vergleichbar sind. Aus den vorstehenden Gründen wurde auch eine nähere Untersuchung des Fundpunktes Latdorf nicht vorgenommen. Wie der Vergleich der häufigsten Arten an den 7 Fundpunkten zeigt. (Tab. 1), sind es insgesamt 12 Arten, die am häufigsten vorkommen.

5.2. Ökologischer Vergleich

Zu 8 der 12 Gattungen (4 Gattungen sind mit rezenten nicht vergleichbar) wird ein ökologischer Vergleich mit rezenten Gattungen in Tab. 2 vorgenommen. Die Gattung *Archaeogadiculus*, die einige Autoren als Untergattung von *Gadiculus* betrachten, wird mit der rezenten Gattung *Gadiculus* verglichen. Dem Vergleich liegen die Angaben von CLOFNAM (1979) zugrunde. Die Angaben zur Gattung *Pterothrissus* verdanke ich einer freundl. Mitt. von Herrn Dr. POST. Nach dieser Mitteilung wurden alle, sich in der Sammlung des Zoologischen Instituts der Universität Hamburg befindlichen rezenten *Pterothrissus belloci* im Schelfbereich, in ca. 200 m Tiefe, vor der Küste von Senegal und im Golf von Guinea gefangen.

In Tab. 3 wird der Lebensraum der rezenten Gattungen graphisch dargestellt. Die Angaben sind nur als Anhaltspunkte zu betrachten, denn bei den rezenten Gattungen kommen verschiedene Arten in unterschiedlichen Tiefen vor. Nach einer Untersuchung von SAHRHAGE (1964) wurde z. B. *Trisopterus esmarki* (Stintdorsch) hauptsächlich in einer Wassertiefe von 80–100 m gefangen. In flacherem Wasser kommt er selten vor. Der Lebensraum von *Trisopterus luscus* (FRANZ) liegt bei 250–300 m Tiefe, das Laichgebiet dagegen in 50 m Tiefe. Aus diesem Grund sind diese Angaben mit Einschränkungen zu betrachten.

Tab. 2. Ökologischer Vergleich zu rezenten Gattungen

Gattung	Meerestiefe/Küstenbereich			Klima		
	lito- ral	subli- toral	bathyal	tro- pisch	subtro- pisch	gemäßigt
Trachinus	+	+			+	+
Brachydeuterus	+	+		+	+	+
Serranus	+	+	+	+	+	+
Umbrina	+	+		+	+	+
Trisopterus	+	+	+		+	+
Argentina		+	+		+	+
Pterothrissus		+	+	+	+	
Gadiculus		+	+		+	+

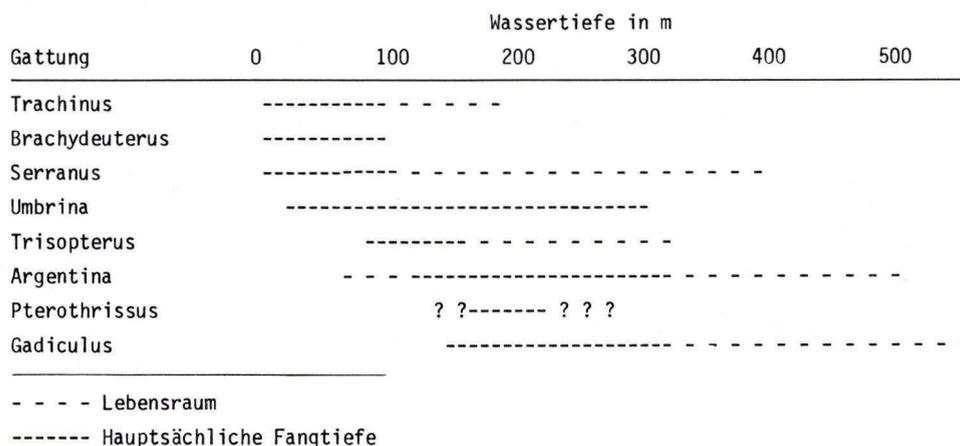
Bei den fünf näher betrachteten Fundpunkten des Kasseler Meeressandes zeigt sich, daß in vier Fundpunkten *Trisopterus kasselensis* vorkommt. Zusammen mit *Trisopterus* finden sich Gattungen, die vorwiegend im flachen Wasser leben, z. B. *Trachinus*, *Brachydeuterus* und *Umbrina*. Diese Fakten deuten auf eine Thanatocönose (Grabgemeinschaft) hin. Die Fischfauna der Niederrheinischen Bucht wird von WEILER (1958) ebenfalls als eine Thanatocönose beschrieben. Zu einer Aussage kommen demnach nur die Otolithen von Fischen der Flachwasserregion in Frage, die auf eine Flachwasser-Sedimentation schließen lassen.

Bei den Otolithen des Fundpunktes Glimmerode handelt es sich in der Hauptsache um solche von Fischen, die in flachem Wasser vorkommen, was gut mit den Angaben von JANSSEN (1981) übereinstimmt. Das häufige Vorkommen von *Pterothrissus*, die nach Tab. 3 in etwas tieferem Wasser leben, kann nur damit erklärt werden, daß die Gattung möglicherweise im Verlauf der Zeit in tieferes Wasser abgewandert ist, das Laichgebiet im Flachwasser war oder die toten Fische ins Flachwasser drifteten.

5.3. Vergleich der Fundgebiete

Ein Vergleich zwischen den Fundpunkten des Kasseler Meeressandes, mit Ausnahme des Fundpunktes Glimmerode, und den Fundpunkten Astrup und Doberg zeigt auch hier das häufige Vorkommen von *Trisopterus kasselensis*. In beiden Fundpunkten treten jedoch Gattungen mit größeren Prozentanteilen aus tieferen Bereichen auf im Fundpunkt Doberg z. B. die Gattung *Argentina*. Diese kommt auch in den Fundpunkten des Kasseler Meeressandes mit geringeren Prozentanteilen vor. Auf Grund dieser Fakten kann angenommen werden, daß die Sedimentation im Raum Astrup-Doberg möglicherweise in etwas tieferem Wasser

Tab. 3. Lebensraum der rezenten Gattungen



wie im Kasseler Meeresand erfolgte bzw. das tiefere Wasser dichter vorgelagert war.

Es wurde auch eine große faunistische Ähnlichkeit zwischen beiden Fundgebieten festgestellt. Von 18 Arten, die aus Astrup bekannt sind MENZEL (1980), kommen 12 Arten auch im Kasseler Meeressand vor und vom Doberg konnten ebenfalls 12 gleiche Arten nachgewiesen werden. Diese Übereinstimmung wurde von GÖRGES (1952) bei den Mollusken und von KÜMMERLE (1963) auch bei den Foraminiferen festgestellt.

6. Schriftenverzeichnis

- ANDERSON, H. J., GRAMANN, F., RITZKOWSKI, S., SONNE, V., & TOBIEN, H. (1969): Führer zur Oligozän-Exkursion 1969. – 112 S., 33 Abb. u. Tab.; Marburg/L.
- BENEDEK, P. N., & MÜLLER, C. (1976): Die Grenze Unter-/Mittel-Oligozän am Doberg bei Bünde/Westfalen. I. Phyto- und Nannoplankton (Das Nordwestdeutsche Tertiärbecken). – N. Jb. Geol., Paläont., Mh., **1976** (3): 129–144, 3 Abb.; Stuttgart.
- CLOFNAM (Ed. HUREAU, J. C., & MONOD, T.) (1979): Check-list of the fishes of the north-eastern Atlantic and of the Mediterranean, I u. II. – Unesco, Paris.
- GAEMERS, P. A. M. (1973): New otoliths from the Tertiary of the North Sea Basin. – Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., **10** (2): 58–75, 2 Taf.; Leiden.
- (1976): New gadiform otoliths from the Tertiary of the North Sea Basin and a revision of some fossil and recent species. – Leidse geol. Meded., **49**: 507–537, 7 Taf.; Leiden.
- (1981): Fish otoliths from the Middle Oligocene of Siadlo Górne near Szczecin, Poland, and their stratigraphical importance. – Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., **18** (3): 109–126, 3 Taf.; Rotterdam.
- GÖRGES, J. (1952): Die Lamellibranchiaten und Gastropoden des oberoligozänen Meeressandes von Kassel. – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **4**: 1–134, 3 Taf.; Wiesbaden.

- GREENWOOD, P. H., ROSEN, D. E., WEITZMAN, S. H., & MYERS, G. S. (1966): Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification of living forms. – *Bull. Amer. Mus. natur. Hist.*, **131**: 341–455; New York.
- HUBACH, H. (1957): Das Oberoligozän des Doberg bei Bünde in Westfalen. – *Ber. naturhist. Ges. Hannover*, **103**: 1–69, 1 Abb., 6 Taf.; Hannover.
- JANSSEN, R. (1979): Revision der Bivalvia des Oberoligozäns (Chattium, Kasseler Meeressand). – *Geol. Abh. Hessen*, **78**: 181 S., 1 Abb., 4 Taf.; Wiesbaden.
- (1981): Mollusken-Assoziationen und Biotope im norddeutschen Oberoligozän. – *Natur u. Museum*, **111** (3): 70–78, 8 Abb.; Frankfurt a. M.
- KOKEN, E. (1884): Über Fisch-Otolithen, insbesondere über diejenigen der norddeutschen Oligocän-Ablagerungen. – *Z. dt. geol. Ges.*, **36**: 500–565, 4 Taf.; Berlin.
- (1891): Neue Untersuchungen an tertiären Fischotolithen, II. – *Z. dt. geol. Ges.*, **43**: 77–170, 10 Taf.; Berlin.
- KÜMMERLE, E. (1963): Die Foraminiferenfauna des Kasseler Meeressandes (Oberoligozän) im Ahnetal bei Kassel (Bl. Nr. 4622 Kassel-West). – *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **45**: 72 S., 1 Abb., 2 Tab., 11 Taf.; Wiesbaden.
- MALZ, H. (1978): Vergleichend-morphologische Untersuchung an aquitanen Fisch-Otolithen aus dem Untergrund von Frankfurt am Main. – *Senckenbergiana lethaea*, **59** (4/6): 441–481, 1 Tab., 6 Taf.; Frankfurt a. M.
- MENZEL, H. (1980): Die Fischfauna aus dem Oberoligozän von Astrup bei Osnabrück. – *Abh. naturwiss. Verein Bremen*, **39**: 263–282, 3 Tab., 2 Taf.; Bremen.
- (1982): Ein Vergleich fossiler mit rezenten Otolithen. – *Aufschluß*, **33**: 397–403, 2 Abb., 2 Taf.; Heidelberg.
- NOLF, D. (1977): Les otolithes des téléostéens de l'Oligo-Miocène belge. – *Ann. Soc. r. Zool. Belg.*, **106** (1): 3–119, 3 Tab., 18 Taf.; Brüssel.
- (1980): Etude monographique des otolithes des Ophidiiformes actuels et révision des espèces fossiles (Pisces, Teleostei). – *Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol.*, **17** (2): 71–195, 8 Abb., 2 Tab., 20 Taf.; Rotterdam.
- & STEURBAUT, E. (1979): Les otolithes de Téléostéens des faluns sallomaciens d'Orthez et de Sallespisse (Miocène Moyen d'Aquitaine méridionale, France). – *Palaeontographica*, A, **164**: 1–23, 2 Abb., 1 Tab., 5 Taf.; Stuttgart.
- POSTHUMUS, O. (1923): Bijdrage tot de kennis der tertiaire vischfauna van Nederland. – *Verh. geol. Mijnbouw. Genootsch. Nederl.*, **7**: 105–142, 1 Taf.; Delft.
- RITZKOWSKI, S. (1965): Das marine Oligozän im nördlichen Hessen. *Stratigraphie und Paläogeographie*. – *Inaug.-Diss.*, 194 S., 28 Abb., 4 Tab.; Marburg/L.
- (1981a): Chattian. – In: POMEROL, C. (Hrsg): *Stratotypes of Paleogene stages*. – *Mem. Hors Ser.* **2** *Bull. Inform. Geol. Bassin de Paris*: 43–61, 4 Abb.; Paris.
- (1981b): Latdorfian. – In: POMEROL, C. (Hrsg): *Stratotypes of Paleogene stages*. – *Mem. Hors Ser.* **2** *Bull. Inform. Geol. Bassin de Paris*: 149–166, 4 Abb.; Paris.
- SAHRHAGE, D. (1964): Über die Verbreitung der Fischarten in der Nordsee. I. Juni-Juli 1959 und Juli 1960. – *Ber. dt. wiss. Komm. Meeresforsch.*, **17** (3): 165–278, 24 Abb., 8 Tab., 2 Beil., 32 Kt.; Stuttgart.
- SCHMIDT, W. (1968): Vergleichend morphologische Studie über Otolithen mariner Knochenfische. – *Arch. Fischereiwiss.*, **19** (Beih. 1): 1–96, 25 Taf.; Berlin.
- SCHUBERT, R. J. (1906): Die Fischotolithen des österr. ungar. Tertiärs. – *Jb. geol. Reichsanst.*, **56** (3/4): 623–706, 3 Abb., 3 Taf.; Wien.
- SCHWARZHANS, W. (1974): Die Otolithen-Fauna des Chatt A und B (Oberoligozän, Tertiär) vom Niederrhein, unter Einbeziehung weiterer Fundstellen. – *Decheniana*, **126** (1/2): 91–132, 78 Abb., 3 Tab., 3 Taf.; Bonn.
- (1978): Otolith-morphology and its usage for higher systematical units, with special reference to the Myctophiformes s. l. – *Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol.*, **15** (4): 167–185, 9 Abb., 3 Taf., Rotterdam.
- (1981): Die tertiäre Teleosteer-Fauna Neuseelands, rekonstruiert anhand von Otolithen. – *Berliner geowiss. Abh.*, (A), **26**: 211 S., 637 Abb., 4 Tab. 6 Taf.; Berlin.

- WEILER, W. (1942): Die Otolithen des rheinischen und nordwestdeutschen Tertiärs. – Abh.-Reichsamt Bodenforsch., N. F., **206**: 1–140, 2 Abb., 14 Taf.; Berlin.
- (1950): Die Otolithen aus dem Jung-Tertiär Süd-Rumäniens. 2. Mittel-Miozän, Torton, Buglow und Sarmat. – Senckenbergiana, **46** (3/4): 209–258, 12 Taf.; Frankfurt a. M.
 - (1957): Zur Fischfauna des Doberg bei Bünde in Westfalen. – Paläont. Z., **31** (3/4): 135–138; Stuttgart.
 - (1958): Fisch-Otolithen aus dem Oberoligozän und dem Mittelmiozän der Niederrheinischen Bucht. – Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf., **1**: 323–361, 12 Abb., 2 Tab., 3 Taf.; Stuttgart.
 - (1968): Otolithi Piscium (Neubearbeitung). – Fossilium Catalogus, I Animalia. Ed. WESTPHAL, F., 196 S.; 's-Gravenhage.

Manuskript eingegangen am 24. 5. 1982

Zur oligozänen Molluskenfauna des Mainzer Beckens

Die Fossilien aus einem neuen Aufschluß bei Weinheim/Alzey*

Von

KARL GÜRS**

Kurzfassung: Bei einem Kanalbau in Weinheim (Bl. 6214 Alzey) Richtung Alzey wurden kurzfristig Schichten des Unteren Meeressandes (Mitteloligozän) aufgeschlossen. Aus dem Aushub konnte eine reichhaltige Molluskenfauna von 159 Arten geborgen werden, bestehend aus 3 Polyplacophoren-, 45 Lamellibranchiaten-, 2 Scaphopoden- und 109 Gastropodenarten.

4 Arten sind neu, 5 weitere wurden erstmals im Mainzer Becken nachgewiesen. Das z. T. hervorragend erhaltene Material wurde nach einer neuen Methode dauerhaft konserviert.

Die Fauna wird stratigraphisch in den untersten Meeressand eingestuft aufgrund enger Verwandtschaft mit entsprechenden Faunen vom Welschberg bei Waldböckelheim und von Bretzenheim. Dagegen bestehen deutliche Unterschiede zu den Faunen aus den anderen Meeressandaufschlüssen bei Weinheim.

Aus den Vorkommen unterschiedlicher Gastropodengruppen mit bestimmter Lebensweise in verschiedenen Schichten ergeben sich Aussagen über ökologische Zusammenhänge.

Abstract: During sewer construction work at Weinheim in the direction toward Alzey layers of Lower Marine Sands (Middle Oligocene) were exposed for a short time. From the excavated material a rich molluscan fauna (159 species) was collected, which consists of 3 chiton, 45 bivalve, 2 scaphopod and 109 gastropod species. 4 species are new, and 5 additional have been detected in the Mainz Basin for the first time. Part of the molluscs were of excellent quality. They were durably preserved by a new method.

Stratigraphically, the fauna was determined to belong to the lowest Marine Sands because of its close relationship to corresponding faunas of the Welschberg at Waldböckelheim and of Bretzenheim. In contrast, there exist distinct differences to the faunas of the other Marine Sand exposures at Weinheim. From the occurrence of different gastropod groups with definite modes of life in separate layers information on ecological relations was obtained.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	48
2. Aufschluß und Fundumstände	48
3. Festigung der Fossilien	49
4. Faunenliste mit Häufigkeitsverteilung	50

* Diese Publikation ist ein in einigen Punkten erweiterter Auszug aus einer Arbeit, mit der der Verfasser beim Wettbewerb „Jugend forscht“ 1982 auf dem Fachgebiet „Geo- und Raumwissenschaften“ Bundessieger wurde. – Die „Jugend forscht“-Arbeit enthält 18 Tafeln mit den Abbildungen von Exemplaren fast aller Molluskenarten und steht im Archiv des HLFB zur Einsicht zur Verfügung.

** K. GÜRS, Weißdornweg 23, 6236 Eschborn 2.

5. Auswertung	53
5.1. Zusammensetzung der Fauna	53
5.2. Lebens- und Milieubedingungen	54
5.3. Stratigraphische Einstufung des Fundorts	55
6. Erläuterungen	57
7. Schriftenverzeichnis	73

1. Einleitung

In der vorliegenden Arbeit wird die Fauna einer neuen Fundstelle im Meeressand des Mainzer Beckens bei Weinheim/Alzey beschrieben. Das Fundmaterial ist einem besonderen Glücksfall zu verdanken und in verschiedener Hinsicht von außergewöhnlicher Bedeutung:

1. Das Material ist außergewöhnlich reichhaltig (159 Molluskenarten).
2. Die Fossilien sind überwiegend sehr gut erhalten.
3. Unter den Fundstücken befinden sich Exemplare seltener Arten, von denen z. T. nur einzelne Stücke bekannt sind. Neun Arten wurden erstmals im Meeressand des Mainzer Beckens gefunden. Die Gattungen *Omalogyra*, *Alaba*, *Seila*, *Pisanella*, *Ebala* und *Berthelinia* wurden zum ersten Mal im Mainzer Becken festgestellt.
4. Eine ähnliche Schicht oligozänen Meeressandes war zuletzt vor etwa 100 Jahren an der Würzmühle bei Weinheim/Alzey aufgeschlossen. Aufgrund der wenig systematischen Behandlung und der damit verbundenen Vermischung der Funde zu jener Zeit waren umfassende stratigraphische Untersuchungen im Weinheimer Bereich bisher unmöglich. Zahlreiche daraus resultierende Fehlinterpretationen in der vorliegenden Literatur können anhand des neuen Fundmaterials korrigiert werden.
5. Die Fundschicht wurde infolge von Bauarbeiten kurzfristig aufgeschlossen. Nach Beendigung des Kanalbaus wurde der Einschnitt wieder zugefüllt. Einige Lastwagenladungen voll Aushub konnten auf einer Halde nach Fossilien durchsucht werden. Der oligozäne Meeressand ist inzwischen von Schutt bedeckt.

2. Aufschluß und Fundumstände

Zu den bekannten Fundstellen des Mainzer Beckens zählt das sogenannte „Zeilstück“, eine Sand- und Kiesgrube bei Weinheim/Alzey. Seit längerer Zeit wird diese Grube von der Ostseite her mit Schutt aufgefüllt. Wie zu beobachten war, wird dort außer Bauschutt und Erde auch fossilhaltiger Aushub aus Baugruben (Cyrenenmergel und pleistozäne Tone) deponiert. Aus diesem Grund wurde bei eigenen Besuchen jeweils auch die Aufschüttung abgesucht. Dabei wurden fossilreiche hellbraune bis gelbe Sande entdeckt, die Anfang des Jahres 1981 dort abgeladen worden waren.

Ein großer Teil dieses Materials konnte abgesammelt beziehungsweise durch Umschaukeln und Aussieben durchsucht werden. Neben dem losen Sand befanden

sich in dem Aushub auch schwere, verfestigte Sandsteinbrocken, die die gleiche Fauna enthielten und offenbar freigesprengt worden waren. Das Material stammte aus einem Kanalbau an der Straße von Weinheim nach Alzey, und zwar von einem Straßenabschnitt etwa in der Mitte zwischen den letzten Häusern von Weinheim und der neuen Autobahnbrücke (Bl. 6214 Alzey, R 343344, H 551156).

Bei dem Bauprojekt handelte es sich um den Hauptkanal I, 11. Bauabschnitt, Verbindungssammler Weinheim an bzw. unter der Weinheimer Landstraße. Je nach Oberflächenniveau betrug die Aushubtiefe zwischen 4,5 und 5,5 m. Der Kanal führt unmittelbar an der ehemaligen Fossilfundstätte „Würzmühle“ vorbei.

Bei einem Besuch der Baustelle konnte festgestellt werden, daß der fossilführende Sand größtenteils aus den tiefsten aufgeschlossenen Schichten stammt. Der fossilreiche Meeressand ist überlagert von einer Schicht entkalktem Sand. Die Deckschicht bildet pleistozäner Löß. Die Schichten steigen nach Norden hin an, so daß der Meeressand an der Nordseite der Weinheimer Landstraße bis unter die Straßendecke reicht. Ein genaues stratigraphisches Profil konnte nicht mehr aufgenommen werden, da der Bauaufschluß bereits größtenteils wieder verfüllt war.

3. Festigung der Fossilien

Die Fossilien aus dem neuen Aufschluß sind im allgemeinen sehr gut erhalten, jedoch nur zu einem geringeren Teil fest bis hart, im übrigen weich und z. T. kreidig. Eigene Experimente zu ihrer Festigung konzentrierten sich bald auf die Anwendung von Formfestigern aus der Gießereitechnik. Als geeignet und vor allem leicht anwendbar hat sich die Imprägnierflüssigkeit VP 5140 der Degussa-Chemie erwiesen. Die Stücke müssen nur getränkt und bei erhöhter Temperatur, z. B. im Backofen, ausgehärtet werden. Härte und Festigkeit liegen etwas über der, die mit den herkömmlichen Methoden zu erzielen ist.

Die besten Ergebnisse, wenn auch mit deutlich erhöhtem Aufwand, erhält man bei Anwendung von Ago-Formversiegler 4623, ebenfalls von der Degussa-Chemie. Es handelt sich um einen Zwei-Komponenten-Festiger, der mit Härtepulver versetzt nach einer von Temperatur, Verdünnung und Härterzugabe abhängigen Standzeit zu einem klaren transparenten Kunststoff aushärtet.

Als besondere Vorteile sind hervorzuheben:

- Durch Zugabe von Verdünner erhält man eine sehr dünnflüssige Ausgangssubstanz, die leicht und tief in die Fossilien eindringt.
- Bei nicht zu starker Zugabe wird der Verdünner chemisch in den Kunststoff eingebaut, so daß die Anwendung des Verdünners keine nachteiligen Folgen für die Festigung hat.
- Bei richtiger Anwendung verändert sich im allgemeinen das Aussehen der Fossilien bei der Festigung nicht. Lediglich sehr kreidige Fossilien machen einen dunkleren Eindruck und wirken wie leicht angefeuchtet.
- Die Endfestigkeit ist auch bei zerbrechlichen Stücken sehr hoch, so daß sich diese unbedenklich in die Hand nehmen und transportieren lassen.
- Auch sehr gefährdete, schon gesprungene Stücke lassen sich auf diese Weise dauerhaft konservieren.

Jedoch hat diese Methode auch einige Nachteile, die nicht unerwähnt bleiben sollen:

- Um das Einatmen der Dämpfe und damit Gesundheitsgefahren zu vermeiden, sollte die Verarbeitung unter einem Abzug oder im Freien erfolgen.
- Nach dem Tauchbad anhaftende Tropfen sollten abgetrocknet werden.
- Durch die begrenzte Verarbeitungszeit (10-20 min) muß bei Festigung einer großen Zahl von Fossilien häufig frischer Festiger angesetzt werden, und es geht relativ viel Material verloren. Das Verfahren ist daher teuer.

Außer einigen sehr kleinen Schnecken und sehr häufigen Fossilien wurde das gesamte Fundmaterial auf diese Weise gefestigt.

4. Faunenliste mit Häufigkeitsverteilung

Die folgende Liste enthält 159 verschiedene Molluskenarten, von denen 149 nach Art und Gattung zugeordnet bzw. bestimmt werden konnten. Bei sechs seltenen Schneckenarten ließ der Erhaltungszustand eine genauere Bestimmung nicht zu; z. T. waren nur Bruchstücke vorhanden. Vier Arten von gut erhaltenen Schnecken verdienen besonderes Interesse, da sie in der Literatur offenbar nicht beschrieben sind. In den genannten zehn Fällen werden die Mollusken lediglich den betreffenden Gattungen zugeordnet. Von den Molluskenarten sind insgesamt neun noch nicht aus dem Mainzer Becken bekannt (M). Aus der Umgebung von Weinheim noch nicht bekannte Arten sind mit W bezeichnet.

Zusätzlich ist bei den Gastropoden und Scaphopoden die Anzahl der gefundenen Exemplare und bei den Lamellibranchiaten die Anzahl der Klappen aufgeführt. Bei den Polyplacophoren (Käferschnecken) ist die Zahl der Segmente angeben.

Die Numerierung der auf den Taf. 1–6 dargestellten Fossilien entspricht den laufenden Nummern (Spalte 1) der Fossiliste.

	Polyplacophora	
1	<i>Lepidopleurus virgifer</i> (SANDBERGER 1859)	1
2	<i>Lepidopleurus maguntiacus</i> ROCHEBRUNE 1882	21
3	<i>Tonicella tenuissima</i> (SANDBERGER 1859)	3
	Lamellibranchiata	
4	<i>Nucula greppini</i> DESHAYES 1858	2
5	<i>Arca sandbergeri</i> DESHAYES 1858	9
6	W <i>Barbatia incomposita</i> (KOENEN 1893)	4
7	<i>Striarca pretiosa</i> (DESHAYES 1858)	5
8	<i>Limopsis goldfussi</i> (NYST 1845)	30
9	<i>Limopsis retifera</i> SEMPER 1861	1
10	<i>Glycimeris subterebratularis</i> (ORBIGNY 1852)	129
11	<i>Glycimeris angusticostata</i> (LAMARCK 1805)	283
12	<i>Septifer denticulatus</i> (LAMARCK 1805)	7
13	<i>Arcoperna micans</i> (BRAUN 1850)	4
14	<i>Pteria stampinensis</i> (DESHAYES 1861)	14
15	<i>Isognomon heberti</i> (COSSMANN & LAMBERT 1884)	1
16	<i>Chlamys picta</i> (GOLDFUSS 1834)	33
17	<i>Chlamys</i> sp.	1
18	<i>Anomia costulata</i> STEUER 1912	1
19	<i>Plicatula dispar</i> SANDBERGER 1862	7
20	<i>Limaria sandbergeri</i> (DESHAYES 1858)	2

21	<i>Limatula boettgeri</i> GREIM 1890	1
22	<i>Pycnodonte callifera</i> (LAMARCK 1806)	32
23	<i>Crassostrea cyathula</i> (LAMARCK 1806)	2
24	<i>Codalucina annulifera</i> (SANDBERGER 1861)	20
25	<i>Claibornites tenuistria</i> (HÉBERT 1849)	119
26	<i>Ctena squamosa</i> (LAMARCK 1806)	659
27	<i>Paralucinella undulata</i> (LAMARCK 1806)	48
28	<i>Saxolucina heberti</i> (DESHAYES 1857)	39
29	<i>Diplodonta fragilis</i> SANDBERGER 1861	2
30	<i>Chama weinheimensis</i> R. JANSSEN 1979	4
31	<i>Cyclocardia</i> cf. <i>kickxi</i> (NYST & WESTENDORP 1839)	186
32	<i>Crassatella bronni</i> DESHAYES 1857	373
33	<i>Parvicardium defrancei</i> (DESHAYES 1858)	6
34	<i>Plagiocardium scobinula</i> (DESHAYES 1858)	59
35	<i>Laevicardium tenuisulcatum</i> (NYST 1836)	1105
36	W <i>Tellina raulini</i> DESHAYES 1857	5
37	<i>Arcopagia heberti</i> (DESHAYES 1858)	2
38	<i>Abra</i> sp.	1
39	<i>Glossus subtransversus</i> (ORBIGNY 1852)	2
40	<i>Tivelina depressa</i> (DESHAYES 1858)	177
41	<i>Callista splendida</i> (DESHAYES 1858)	29
42	<i>Pelecypora polytropa</i> (ANDERSON 1958)	3
43	<i>Corbula subaequalis</i> BOETTGER 1896	1
44	<i>Corbula gibba</i> (OLIVI 1792)	152
45	<i>Hiatella arctica</i> (LINNÉ 1767)	5
46	<i>Panopea angusta</i> NYST 1836	3
47	<i>Thracia weinheimensis</i> R. JANSSEN 1979	15
48	<i>Thracia faba</i> SANDBERGER 1861	2
Scaphopoda		
49	<i>Dentalium geminatum</i> GOLDFUSS 1841	27
50	<i>Dentalium sandbergeri</i> BOSQUET 1859	93
Gastropoda		
51	<i>Emarginula nystiana</i> BOSQUET 1851	42
52	<i>Emarginula oblonga</i> SANDBERGER 1861	3
53	<i>Patella alternicostata</i> SANDBERGER 1859	66
54	<i>Acmea excentrica</i> (SANDBERGER 1859)	1
55	<i>Cocculina papyracea</i> (SANDBERGER 1862)	3
56	<i>Cocculina alta</i> (BOETTGER 1875)	1
57	<i>Margarites margaritula</i> (SANDBERGER 1859)	1
58	<i>Jujubinus multicingulatus</i> (SANDBERGER 1859)	187
59	<i>Jujubinus sexangularis</i> (SANDBERGER 1859)	481
60	<i>Solarorbis decussatus</i> (SANDBERGER 1859)	12
61	<i>Collonia nitida</i> (SANDBERGER 1859)	3
62	<i>Pareuchelus cancellatocostatus</i> (SANDBERGER 1859)	1
63	<i>Nerita sandbergeri</i> FISCHER & WENZ 1912	12
64	<i>Theodoxus fulminiferus</i> (SANDBERGER 1858)	11
65	<i>Amberleya alterninodosa</i> (SANDBERGER 1859)	3
66	<i>Cirsope subeffusa</i> (SANDBERGER 1859)	33
67	<i>Cirsope confusa</i> KADOLSKY 1973	1
68	<i>Cirsope labiata</i> (SANDBERGER 1859)	3
69	<i>Cirsope multicingulata</i> (SANDBERGER 1859)	12
70	<i>Littorina obtusangula</i> SANDBERGER 1859	178
71	<i>Alvania duboisi</i> (NYST 1843)	6

72		<i>Alvania aerolifera</i> (SANDBERGER 1859)	236
73	M	<i>Omalogyra</i> n. sp.	1
74		<i>Ammonicera rota</i> (FORBES & HANLEY 1850)	1
75	W	<i>Vitrinorbis semperi</i> (KOENEN 1894)	2
76		<i>Caecum</i> sp.	3
77		<i>Petraloconchus imbricatus</i> (SANDBERGER 1859)	116
78		<i>Pirenella plicata</i> (BRUGUIÈRE 1792)	2
79		<i>Sandbergeria cancellata</i> (NYST 1836)	226
80	M	<i>Alaba</i> n. sp.	5
81		<i>Tympanotonus conjunctus</i> (DESHAYES 1824)	9
82		<i>Cerithium</i> sp.	1
83		<i>Cerithium weinheimense</i> WENZ 1932	1357
84		<i>Hemicerithium dissitum</i> (SANDBERGER 1858)	148
85		<i>Benoistia abbreviata</i> (SANDBERGER 1859)	2
86		<i>Benoistia boblayi</i> (DESHAYES 1824)	8
87		<i>Bittium sublima</i> (ORBIGNY 1852)	2688
88		<i>Cerithiopsis henckeliusii</i> (NYST 1836)	14
89		<i>Cerithiopsis bimonilifera</i> (SANDBERGER 1858)	9
90	M	<i>Seila angusta</i> TEMBROCK 1964	2
91		<i>Triphora boettgeri</i> (KOENEN 1882)	37
92		<i>Opalia pusilla</i> (PHILIPPI 1843)	7
93	W	<i>Opalia bezanconi</i> (BOURY 1884)	6
94		<i>Architectonica bimonilifera</i> (SANDBERGER 1859)	18
95		<i>Eulima</i> sp.	1
96		<i>Hipponix transversus</i> (SANDBERGER 1859)	6
97		<i>Calyptrea striatella</i> NYST 1843	11
98	W	<i>Cheilea moguntina</i> (BOETTGER 1809)	1
99		<i>Tugurium scrutarium</i> (PHILIPPI 1843)	182
100		<i>Drepanocheilus speciosus</i> (SCHLOTHEIM 1820)	3
101		<i>Ampullina crassatina</i> (LAMARCK 1804)	15
102		<i>Polinices helycinus</i> (BROCCHI 1814)	196
103		<i>Lunatia dilatata</i> (PHILIPPI 1843)	46
104		<i>Sigatica hantoniensis</i> (PILKINGTON 1804)	110
105		<i>Apiocypraea subexcisa</i> (MICHELOTTI 1847)	50
106		<i>Phalium rondeleti</i> (BASTEROT 1825)	6
107		<i>Charonia flandrica</i> (KONINCK 1837)	12
108		<i>Charonia foveolata</i> (SANDBERGER 1860)	89
109		<i>Ficus concinnus</i> (BEYRICH 1854)	5
110	W	<i>Cymia monoplex</i> (SANDBERGER 1860)	1
111		<i>Boreotrophon deshayesii</i> (NYST 1843)	2
112		<i>Pterynotus sandbergeri</i> (KOENEN 1889)	2
113		<i>Pterynotus moguntiacus</i> R. JANSSEN 1979	3
114		<i>Muricopsis peregra</i> (BEYRICH 1854)	1
115	M	<i>Typhis pungens</i> (SOLANDER 1766)	2
116		<i>Lyrotyphis cuniculosus</i> (NYST 1836)	7
117		<i>Lyrotyphis pyruloides</i> (BRAUN 1850)	1
118		<i>Lyrotyphis sejunctus</i> (SEMPER 1861)	6
119		<i>Pisania inornata</i> (SANDBERGER 1860)	6
120		<i>Angistoma coarctata</i> (BEYRICH 1856)	2
121	M	<i>Pisanella subgranulata</i> (SCHLOTHEIM 1820)	3
122		<i>Latirus scalaris</i> (SANDBERGER 1860)	2
123		<i>Streptochetus elongatus</i> (NYST 1843)	44
124		<i>Conomitra inornata</i> (BEYRICH 1854)	43
125		<i>Volvaria multicingulata</i> SANDBERGER 1859	3
126		<i>Athleta rathieri</i> (HÉBERT 1849)	94

127		<i>Lyria modesta</i> (BRAUN 1850)	1
128		<i>Cancellaria evulsa</i> (SOLANDER 1766)	15
129		<i>Unitas brauniana</i> (SANDBERGER 1859)	31
130	M	<i>Unitas granulata</i> (NYST 1845)	3
131		<i>Babylonella pusilla</i> (PHILIPPI 1843)	8
132		<i>Orthosurcula regularis</i> (KONINCK 1837)	39
133		<i>Acampyogenotia morreni</i> (KONINCK 1837)	3
134		<i>Gemmula laticlavata</i> (BEYRICH 1848)	6
135		<i>Gemmula parkinsonii</i> (SANDBERGER 1860)	84
136		<i>Pleuroliria koninckii</i> (NYST 1845)	7
137		<i>Fusiturris duchastelii</i> (NYST 1836)	7
138		<i>Fusiturris selysii</i> (KONINCK 1837)	42
139		<i>Bathytoma leunisi</i> (PHILIPPI 1843)	9
140		<i>Asthenotoma obliquinodosa</i> (SANDBERGER 1860)	3
141		<i>Cordieria gracilis</i> (SANDBERGER 1862)	47
142	W	<i>Pleurotomella</i> sp.	1
143		<i>Pleurotomella scalariaeformis</i> (SANDBERGER 1860)	1
144		<i>Conus symmetricus</i> SANDBERGER 1859	92
145		<i>Odostomia lineolata</i> (SANDBERGER 1859)	5
146		<i>Raulinia laevisulcata</i> (SANDBERGER 1863)	3
147	M	<i>Ebala</i> cf. <i>plenestriata</i> R. JANSSEN 1979	3
148		<i>Syrnola subcylindrica</i> (PHILIPPI 1843)	25
149		<i>Syrnola laevisissima</i> (BOSQUET 1859)	22
150		<i>Turbonilla compressicosta</i> SANDBERGER 1861	9
151	M	<i>Turbonilla</i> n. sp.	1
152		<i>Acteon punctatosulcatus</i> (PHILIPPI 1843)	7
153		<i>Tornatellaea simulata</i> (SOLANDER 1766)	29
154		<i>Ringicula sandbergeri</i> MORLET 1878	26
155		<i>Cylichna minima</i> (SANDBERGER 1862)	5
156		<i>Cylichna turgidula</i> (SANDBERGER 1859)	8
157		<i>Retusa laurenti</i> (BOSQUET 1859)	313
158		<i>Retusa minuta</i> (DESHAYES 1824)	4
159	M	<i>Berthelinia</i> n. sp.	1

Die vorstehende Liste resultiert aus umfangreichen Untersuchungen, Auswertungen und Vergleichen mit anderem Fundmaterial und mit der Literatur. Hier sind vor allem die Arbeiten von SANDBERGER (1856–63), SCHOPP (1888) und STEUER (1912) sowie die neueren Veröffentlichungen von KUSTER-WENDENBURG (1973), NEUFFER (1973), JANSSEN (1978b, 1978c, 1979a, 1979b), ANDERSON (1959, 1960a, 1960b) und GÖRGES (1952) zu nennen.

5. Auswertung

5.1. Zusammensetzung der Fauna

Von den fünf Molluskenordnungen sind nur die Cephalopoden im Fundmaterial nicht vertreten. Dagegen finden sich viele Muschel- und Schneckenarten sowie zwei Scaphopodenarten und von den Amphineuren drei Arten Käferschnecken (Polyplacophoren).

Die übrige Fauna reicht von Foraminiferen über Korallen, Seeigel, Würmer, Bryozoen, Crustaceen bis zu den höheren Wirbeltieren. Lediglich Armkiemer und

Insekten traten nicht auf. Von den Fischen wurden in großem Umfang Otolithen (200 Exemplare) und Zähne gefunden. In der Entwicklungsreihe an höchster Stelle steht die Seekuh *Halitherium schintzi*, von der ein leider nicht ganz vollständiger Schädel gefunden werden konnte.

Von den 45 Muschelarten wurden insgesamt mehr als 3500 Klappen gesammelt. Trotz dieser Reichhaltigkeit ist die Bedeutung der Muschelfauna aus diesem Aufschluß nicht vergleichbar mit der der Schneckenfauna. Die Zahl der Arten liegt nur etwa bei einem Drittel der nach NEUFFER (1973) aus dem Mainzer Becken bekannten Spezies.

Dagegen liegt die Zahl der Schneckenarten mit 107 weit über der bisher aus diesen Schichten (Würzmühle) bekannten Spezies. Einige Gruppen sind in besonderer Qualität und Reichhaltigkeit vertreten: Hervorzuheben sind zunächst die Turriden mit zwölf Arten. Zahlreiche Exemplare sind außergewöhnlich gut erhalten und zeigen ein vollständiges Embryonalgewinde sowie eine unbeschädigte Außenlippe mit Schlitzband. Die Bedeutung der Turridenfunde wird deutlich, wenn man mit den entsprechenden Stellen aus der bisher neuesten und umfangreichsten Arbeit über die Gastropoden aus dem Meeressand des Mainzer Beckens (KUSTER-WENDENBURG 1973) vergleicht: „Leider sind die Originale (von *Bathytoma leunisia*) zu SANDBERGER 1860 bzw. 1862 unauffindbar und das Vergleichsmaterial aus Slgn. im Mainzer Becken so gering, daß ich nur die Abbildungen und Beschreibungen zu einer Stellungnahme heranziehen kann.“ Von dieser in KUSTER-WENDENBURG (1973) noch mit dem früheren Namen *Epalxis (Bathytoma) subdenticulata* bezeichneten Art konnten aus dem neuen Aufschluß allein neun Exemplare, davon fünf in sehr guter Erhaltung geborgen werden. „Da die Vertreter fast aller Arten der Turridae im Mainzer Becken jedoch sehr selten sind . . .“

Mit großer Artenzahl und in guter Erhaltung sind ferner noch vertreten: die Trochidae mit drei, die Lacunidae mit vier, die Cerithidae mit sieben, die Naticidae mit vier, die Muricidae mit sieben und die Cancellariidae mit vier Arten.

Hervorzuheben sind weiterhin u. a. sehr schöne Exemplare von *Ficus concinnus*, *Athleta rathieri*, *Volvaria multicingulata*, *Charonia flandrica* und *foveolata*, *Apiocypraea subexcisa*, *Amberleya alterninodosa* und *Architectonica bimonilifera*. Die größte Schnecke des Aufschlusses hat eine Größe von 92 mm (*Ampullina crassatina*), das kleinste ausgewachsene Exemplar (*Vitrinorbis semperi*) einen Durchmesser von 0,2 mm.

5.2. Lebens- und Milieubedingungen

Auffallend war, daß einzelne Gastropodengruppen fast nur in Sedimenten bestimmter Konsistenz vorkamen. Diese Gruppen sind einerseits bestimmten Horizonten und andererseits definierten Lebensbedingungen zuzuordnen. Auch nach dem Transport auf die Schutthalde war noch deutlich zwischen Feinsand mit Schillanteilen und grobem Sand sehr einheitlicher Konsistenz zu unterscheiden. Der grobe Sand war z. T. verfestigt, konnte aber mit der Hand auseinandergebrochen werden. Dabei zutage tretende Fossilien konnten ohne Beschädigung

herauspräpariert werden. Dies ist ein Grund für die vorzugsweise gute Erhaltung der

- Turridae
- Muricidae
- Buccinidae
- Fasciolaridae und
- Cancellariidae.

Ein zweiter Grund dürfte darin zu suchen sein, daß die Vertreter dieser Gattungen vor dem Einbau ins Sediment nur wenig bewegt wurden. In Übereinstimmung hiermit steht, daß die genannten Gastropodengruppen im allgemeinen tieferes Wasser bevorzugen. Auch das häufige Vorkommen der an sich sehr seltenen *Apiocyprea subexcisa* (50 Exemplare) legt den Schluß nahe, daß die genannte Fauna im sublitoralen Bereich gelebt hat, außerdem bei geringer Wasserbewegung, d. h. bei geringer Gezeiteneinwirkung.

Dagegen wurden im Feinsand ausgesprochene Flachwasserbewohner gefunden, fast ganz ohne Anteile der erstgenannten Gruppen. Dort waren häufig die

- Emarginulidae
- Patellidae
- Cerithiopsidae
- Littorinidae
- Polyplacophoren.

Diese Schichten wurden offenbar in sehr flachem Wasser und in Küstennähe abgelagert. Die im allgemeinen auf Felsen an der Wasserlinie lebenden *Patella* und *Littorina* stammen offenbar von etwas oberhalb gelegenen Felsen aus dem Rotliegenden und wurden in die küstennahen feineren Sande eingespült. Außerdem läßt sich infolge Beimischungen von Asphalt und Schotter feststellen, daß die Feinsandschichten zumindest streckenweise auf Straßenniveau ausgehoben wurden, während der grobe Sand aus tieferen Schichten stammt.

Dies läßt insgesamt den Schluß zu, daß während der Entstehung der gesamten Ablagerungen eine zunehmende Verlandung bzw. Verflachung stattgefunden hat, möglicherweise verbunden mit Absenkung des Wasserspiegels. Da abgesehen von *Jujubinus sexangularis* u. a. auch *Cerithium weinheimense* in allen Schichten (im feinen Sand vorzugsweise juvenil) vorkommt, ist ferner anzunehmen, daß dieser Prozeß in relativ kurzer Zeit vor sich gegangen ist. Diese Folgerung liegt nahe, weil *Cerithium weinheimense* nur örtlich sehr begrenzt und in einem kurzen Zeitraum aufgetreten ist.

5.3. Stratigraphische Einstufung des Fundorts

An keiner anderen Stelle im Mainzer Becken ist der Meeressand so weiträumig fossilführend und stratigraphisch vollständig ausgebildet wie in der Umgebung von Weinheim/Alzey. Besonders berühmt wurden hier die klassischen Fundstellen am „Zeilstück“, an der „Trift“ und an der „Würzmühle“. Von diesen drei Fundpunk-

ten wurde jedoch bisher nur die „Trift“ eingehend bearbeitet (SCHOPP 1888, KUSTER-WENDENBURG 1974). Der Meeressand am Zeilstück wurde erst vor ca. 10 Jahren vollkommen aufgeschlossen, und der Sandabbau an den alten Stellen der Würzmühle war schon vor über hundert Jahren zum Erliegen gekommen. SCHOPP (1888) konnte die gleichen Schichten noch an der Böschung eines Hohlweges feststellen.

Die Fauna der Würzmühle ist besonders bemerkenswert, weil sie sich erheblich von den übrigen Faunen des Weinheimer Bereichs – namentlich von der der Trift – unterscheidet. Sie entspricht der aus dem neuen Aufschluß. Die Fauna konnte jedoch bis jetzt noch nie umfassend untersucht werden. SANDBERGER, der viel Material von der Würzmühle zur Verfügung hatte, unterschied leider nicht immer zwischen den verschiedenen Fundorten in der Umgebung von Weinheim. SCHOPP (1888), der eine erste Fossiliste von der Würzmühle veröffentlichte, erwähnt nur einen Bruchteil der vorkommenden Arten, da offensichtlich schon damals die Aufschlußbedingungen wesentlich schlechter waren als zu SANDBERGERS Zeit, und STEUER (1912) schreibt schließlich, daß die Gruben an der Würzmühle verfallen seien.

Oberhalb der Gruben an der Würzmühle in den Weinbergen über der Villa Heiligenblut stehen ebenfalls Meeressande an, in denen auch nach dem Verfall der alten Fundstellen noch Fossilien gefunden wurden. Sie enthalten aber eine andere Fauna als die Würzmühle, die große Ähnlichkeit mit der der Trift hat. Wahrscheinlich stammen auch die von SCHOPP (1888) erwähnten Funde, z. B. von *Pirenella laevisissima*, an der Würzmühle aus diesen Schichten.

KUSTER-WENDENBURG (1971, 1974) schreibt, daß SPANDEL (1909) in einer Untersuchung über die zeitliche Einstufung des Rupeltons aufgrund von Pteropodenfunden der Gattung *Creseis* die Ablagerungen der Würzmühle und die der Trift als gleichaltrig einstuft und mit dem Mittleren Rupelton parallelisiert. Da in dem reichen Fundmaterial aus dem neuen Aufschluß keine Pteropoden enthalten sind, ist zu vermuten, daß die von SPANDEL erwähnten Funde nicht aus diesen Schichten stammen, sondern eventuell in den Meeressanden oberhalb der Würzmühle gefunden wurden.

Außerdem spricht die Zusammensetzung der Fauna von der Würzmühle gegen die bisherige Einstufung. Viele bezeichnende und häufige Arten der Würzmühle kommen nicht an der nur 700 m entfernt liegenden Trift vor, wie z. B.

Barbatia incomposita
Tellina raulini
Amberleya alterninodosa
Tympanotonus conjunctus
Cerithium weinheimense
Tugurium scrutarium
Apiocypraea subexcisa
Latirus scalaris
Volvaria multicingulata
Gemmula parkinsonii
Cordieria gracilis
Tornatellaea simulata,

und umgekehrt konnten viele häufige Arten der Trift nicht in den Schichten der Würzmühle gefunden werden; z. B.

<i>Nucula compta</i>	<i>Pirenella laevissima</i>
<i>Cyclocardia paucicosta</i>	<i>Cerithium intradentatum</i>
<i>Arctica rotundata</i>	<i>Proadusta meyeri</i> .
<i>Emarginula schlotheimi</i>	

Als weiterer Punkt kann noch angeführt werden, daß im neuen Aufschluß zwei Muricidenarten gefunden wurden, nämlich *Pterynotus moguntiacus* und *Pterynotus sandbergeri*, die WAGNER (1956) dazu bewogen haben, die Ablagerungen vom Welschberg bei Waldböckelheim/Nahe in den untersten Meeressand einzustufen. An der Trift kommt keine dieser Arten vor, ebenso nicht im Meeressand am Zeilstück, obwohl sich gerade das Zeilstück durch eine sehr reiche Fauna anderer Muricidenarten und ideale Lebensbedingungen für diese Familie auszeichnet (Felsboden im mittleren Litoral). Im übrigen wird der Meeressand des Zeilstücks und der der Trift als gleichaltrig angesehen, z. B. aufgrund von *Creseis*-Funden.

Die Fauna des neuen Aufschlusses hat auch ansonsten mehr Gemeinsamkeiten mit den Faunen der Naheregion als mit denen im übrigen Weinheimer Bereich. In erster Linie ist hier das häufige Auftreten von *Jujubinus multicingulatus*, *Tuguriun scrutarium*, *Athleta rathieri*, *Unitas brauniana* und *Conus symmetricus* sowie das Vorkommen von *Barbatia incomposita*, *Tellina raulini*, *Emarginula oblonga*, *Tympanotonus conjunctus*, *Opalia bezanconi*, *Hipponix transversus*, *Cheilea moguntina*, *Apiocypraea subexcisa*, *Ficus concinnus*, *Cymia monoplex*, *Acamptogenotia morreni*, *Pleurotomella scalariaeformis*, *Tornatellaea simulata* und *Bertellinia* n. sp. anzuführen.

Diese deutlichen Gemeinsamkeiten legen den Schluß nahe, daß die Ablagerungen der Würzmühle zeitgleich mit den bereits bearbeiteten von Waldböckelheim und Bretzenheim entstanden und damit nach KUSTER-WENDENBURG (1974) älter sind als die der Trift bei Weinheim/Alzey. Jedoch lassen eigene Beobachtungen vermuten, daß auch in Waldböckelheim ähnliche Unterscheidungen zu machen sind wie in der Umgebung von Weinheim.

6. Erläuterungen

Nachfolgend werden einige Erkenntnisse über verschiedene Molluskenarten zusammengestellt, die bei der Bearbeitung gewonnen wurden.

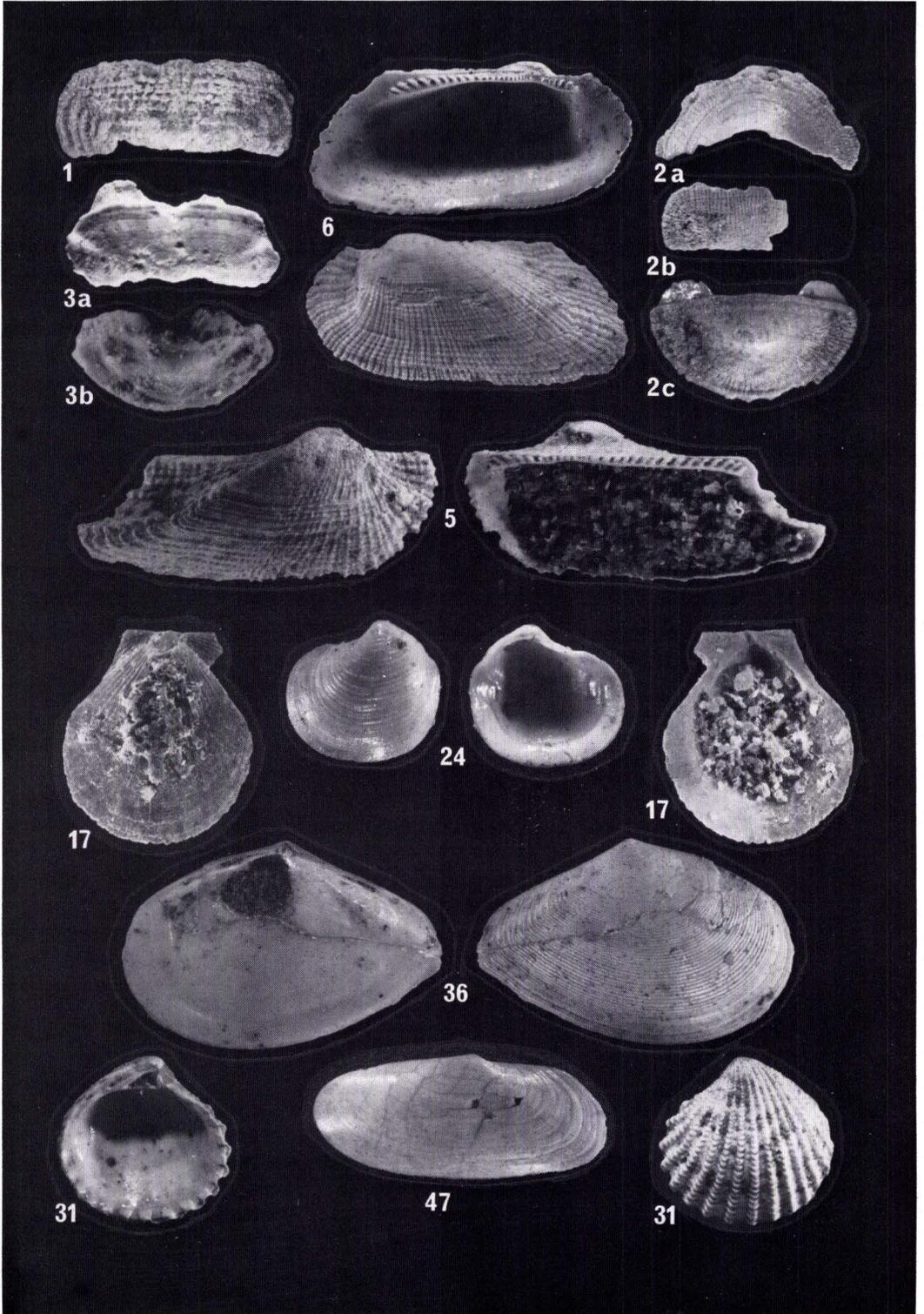
Lepidopleurus virgifer (SANDBERGER 1859)

Lepidopleurus maguntiacus ROCHEBRUNE 1882

Tonicella tenuissima (SANDBERGER 1859)

Taf. 1 Fig. 1, 2, 3

Außer an der hier beschriebenen Fundstelle wurden bei eigenen Exkursionen in der letzten Zeit an allen besuchten molluskenführenden Fundstellen im Meeressand des Mainzer Beckens Polyplacophorenreste gefunden. Auch R. JANSSEN (1978b) weist in seiner Revision der oligozänen Polyplacophoren auf die weite



Tafel 1

Verbreitung dieser Mollusken hin. In der früheren Literatur sind sie allerdings nur selten erwähnt, möglicherweise weil sie zwischen Schill und Muschelresten nur schwer zu erkennen sind. Das Vorkommen von Polyplacophoren im neuen Aufschluß ist auf den Feinsand beschränkt.

Barbatia incomposita (KOENEN 1893)

Taf. 1 Fig. 6

B. incomposita ist aus dem Mainzer Becken bisher nur von Waldböckelheim bekannt. In dem neuen Aufschluß ist sie die einzige vorkommende Art der Gattung *Barbatia*.

Chlamys sp.

Taf. 1 Fig. 17

Diese Art unterscheidet sich von *Chlamys picta* (GOLDFUSS 1834) durch ihre kleinen Ohren, den stärker hervortretenden Wirbel und die längliche Klappenform. In Anbetracht des knappen Materials (Einzelstück) und des fest anhaftenden Sandes konnte diese Art nicht näher bestimmt werden. *Chlamys* sp. ist die einzige Pectinidenart, die neben *C. picta* im neuen Aufschluß vorkommt.

Cyclocardia cf. *kickxi* (NYST & WESTENDORP 1839)

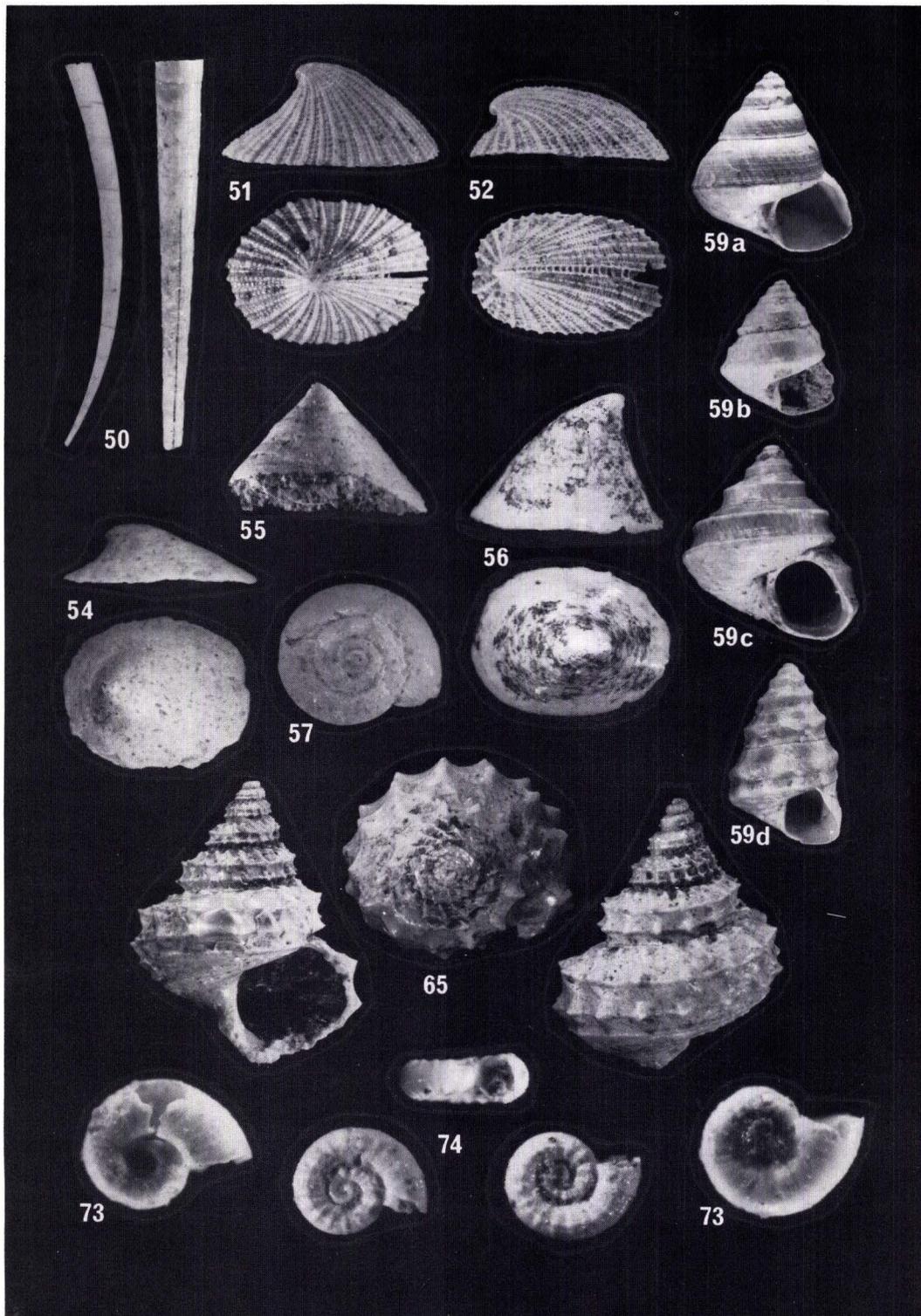
Taf. 1 Fig. 31

Wie Vergleiche mit Funden aus Boom ergeben haben, stimmen die *Cyclocardia* aus dem neuen Aufschluß weitgehend mit *Cyclocardia kickxi* aus dem belgischen

Auf Taf. 1–6 sind die Arten in systematischer Reihenfolge dargestellt und nach der Fossiliste numeriert. Verschiedene Ansichten desselben Exemplars tragen die gleiche Nummer. Verschiedene Exemplare derselben Art sind durch Buchstaben, a, b, . . . , gekennzeichnet. Die Größenangaben bei den Artnamen beziehen sich auf die größte Ausdehnung des dargestellten Objekts in der Bildebene.

Tafel 1

- | | |
|--|---|
| 1. <i>Lepidopleurus virgifer</i> ,
Mittelsegment; 11 mm | 17. <i>Chlamys</i> sp.
Rechte Klappe; 8 mm |
| 2. <i>Lepidopleurus moguntiacus</i>
a. Kopfsegment; 7,5 mm
b. Mittelsegment; Teilstück 4,5 mm
c. Endsegment; 7,5 mm | 24. <i>Codalucina annulifera</i>
Linke Klappe, juvenil; 2,9 mm |
| 3. <i>Tonicella tenuissima</i>
a. Mittelsegment; 3,0 mm
b. Endsegment; 1,9 mm | 31. <i>Cyclocardia</i> cf. <i>kickxi</i>
Linke Klappe; 6,2 mm |
| 5. <i>Arca sandbergeri</i>
Rechte Klappe, juvenil; 9,5 mm | 36. <i>Tellina raulini</i>
Rechte Klappe; 21,1 mm |
| 6. <i>Barbatia incomposita</i>
Linke Klappe; 11 mm | 47. <i>Thracia weinheimensis</i>
Rechte Klappe; 19,5 mm |



Tafel 2

Rupelton überein. Da die Cyclocardien eine der variabelsten Molluskengruppen darstellen, wäre für eine eindeutige Zuordnung jedoch eine vergleichende Spezialarbeit notwendig (vgl. A. W. JANSSEN 1972: 19). Auf die Unterschiede dieser Art aus dem Mainzer Becken zu den oligozänen Arten des Nordseebeckens geht R. JANSSEN (1979) ein.

Tellina (Merisca) raulini DESHAYES 1857

Taf. 1 Fig. 36

Die Exemplare aus dem Mainzer Becken stimmen mit den bei DESHAYES als *Tellina raulini* abgebildeten überein. Schloßbau und Skulptur legen eine weitere Zuordnung zur Untergattung *Merisca* DALL 1900 (s. ABBOTT 1974: 498) nahe. Nach NEUFFER (1973) ist *T. raulini* bisher im Mainzer Becken nur vom Welschberg bei Waldböckelheim bekannt. Er bildet diese Art unter *Abra elegans* (DESHAYES 1857) ab. Das Vorkommen von *T. raulini* ist auf den Feinsand beschränkt.

Thracia weinheimensis JANSSEN 1979

Taf. 1 Fig. 47

T. weinheimensis kommt an anderen Stellen im Mainzer Becken nur selten vor (vgl. NEUFFER 1973). In dem neuen Aufschluß ist sie jedoch recht häufig, wegen der zerbrechlichen Schale allerdings nur selten vollständig erhalten.

Dentalium (Antalis) sandbergeri BOSQUET 1859

Taf. 2 Fig. 50

Die Abbildung zeigt deutlich das sehr lange Schlitzband, das für diese Art charakteristisch ist und sich über $\frac{1}{6}$ der Gehäuselänge erstreckt. Wegen der Zerbrechlichkeit liegt *D. sandbergeri* nur in wenigen gut erhaltenen Stücken vor.

Emarginula oblonga (SANDBERGER 1861)

Taf. 2 Fig. 52

E. oblonga ist im Mainzer Becken äußerst selten (SANDBERGER 1861). In dem neuen Aufschluß wurden drei Exemplare gefunden. Bei dem von KUSTER-

Tafel 2

- | | |
|---|--|
| 50. <i>Dentalium sandbergeri</i> ; 44,2 mm
und Vergr. mit Schlitz; 12 mm | 59. <i>Jujubinus sexangularis</i> |
| 51. <i>Emarginula nystiana</i> ; 6,9 mm | a. 9,8 mm |
| 52. <i>Emarginula oblonga</i> ; 6,2 mm | b. 6,4 mm |
| 54. <i>Acmea excentrica</i> ; 4,6 mm | c. 9,3 mm |
| 55. <i>Cocculina papyracea</i> ; 5,2 mm | d. 8,8 mm |
| 56. <i>Cocculina alta</i> ; 6,2 mm | 65. <i>Amberleya alterninodosa</i> ; 13,9 mm |
| 57. <i>Margarites margaritula</i> ; 4,1 mm | 73. <i>Omalogyra</i> n. sp.; 0,5 mm |
| | 74. <i>Ammonicera rota</i> ; 0,3 mm |

WENDENBURG (1973) auf Taf. 1 Fig. 3 abgebildeten Exemplar handelt es sich jedoch nicht um *E. oblonga*, sondern um *E. nystiana*, die am relativ langen Schlitzband, der zentralen Lage des Apex und der größeren Höhe im Verhältnis zur Breite von *E. oblonga* zu unterscheiden ist. *E. nystiana* ist auf Taf. 2 Fig. 51 zum Vergleich abgebildet.

Die *Emarginula*-Arten sind bis auf ein gut erhaltenes Exemplar von *E. nystiana* auf den Feinsand beschränkt.

Cocculina alta (BOETTGER 1875)

Taf. 2 Fig. 56

Diese Art wurde bisher nur von SCHOPP (1888) im Meeressand gefunden. Inzwischen wurde sie außer in dem neuen Aufschluß auch am Zeilstück bei Weinheim/Alzey aufgesammelt. *C. alta* unterscheidet sich von *C. papyracea* (SANDBERGER 1862) durch die glatte Schale, größere Höhe und den nicht zentral liegenden Apex.

Margarites margaritula (SANDBERGER 1859)

Taf. 2 Fig. 57

Nur ein Exemplar wurde gefunden, die Art konnte bei meinen Exkursionen auch am Zeilstück nicht beobachtet werden. *M. margaritula* ist offenbar stark faziesabhängig und kommt bei Weinheim praktisch nur an der Trift vor (KUSTER-WENDENBURG 1974).

Jujubinus sexangularis (SANDBERGER 1859)

Taf. 2 Fig. 59

Von dieser Art wurden nicht weniger als 481 Exemplare gefunden. Die Variationsbreite ist sehr groß. Alle Übergänge zwischen den abgebildeten Extremformen kommen vor, darunter auch Exemplare, die nach den Abbildungen den in der Literatur aufgeführten Arten *J. trochlearis* und *J. rhenanus* entsprechen. Das neue Fundmaterial legt den Schluß nahe, daß es sich bei den genannten Arten nicht um eigenständige Arten handelt.

Amberleya alterninodosa (SANDBERGER 1859)

Taf. 2 Fig. 65

Nach KUSTER-WENDENBURG (1973) ist diese Art sehr selten. Nur vier Exemplare sind bekannt, die sich in den Museen in Aachen (GPIAc), Darmstadt (HLMDa), Frankfurt (SMF) und Wiesbaden (SMWi) befinden. Aus dem neuen Aufschluß wurden allein drei Exemplare geborgen.

Omalogyra n. sp.

Taf. 2 Fig. 73

Das Gehäuse dieser neuen Art ist klein, glatt und zeigt eine Skulptur mit zahlreichen feinen Anwachsstreifen. Es hat drei Umgänge. Die Schale ist sehr dünn und zerbrechlich. Das einzige gefundene Exemplar zeigt Ähnlichkeit mit der Typusart *O. atomus* (PHILIPPI 1841). Die neue Art wurde bei eigenen Exkursionen auch am Zeilstück bei Weinheim/Alzey und in Glimmerode (Niederhessen) gefunden.

Ammonicera rota (FORBES & HANLEY 1850)

Taf. 2 Fig. 74

Nach JANSSEN (1978c) wurde diese Art schon im Meeressand des Mainzer Beckens beobachtet. Sie wurde jedoch bisher nur am Zeilstück gefunden (Slg. JANSSEN und eigene Aufsammlungen).

Vitrinorbis semperi (KOENEN 1894)

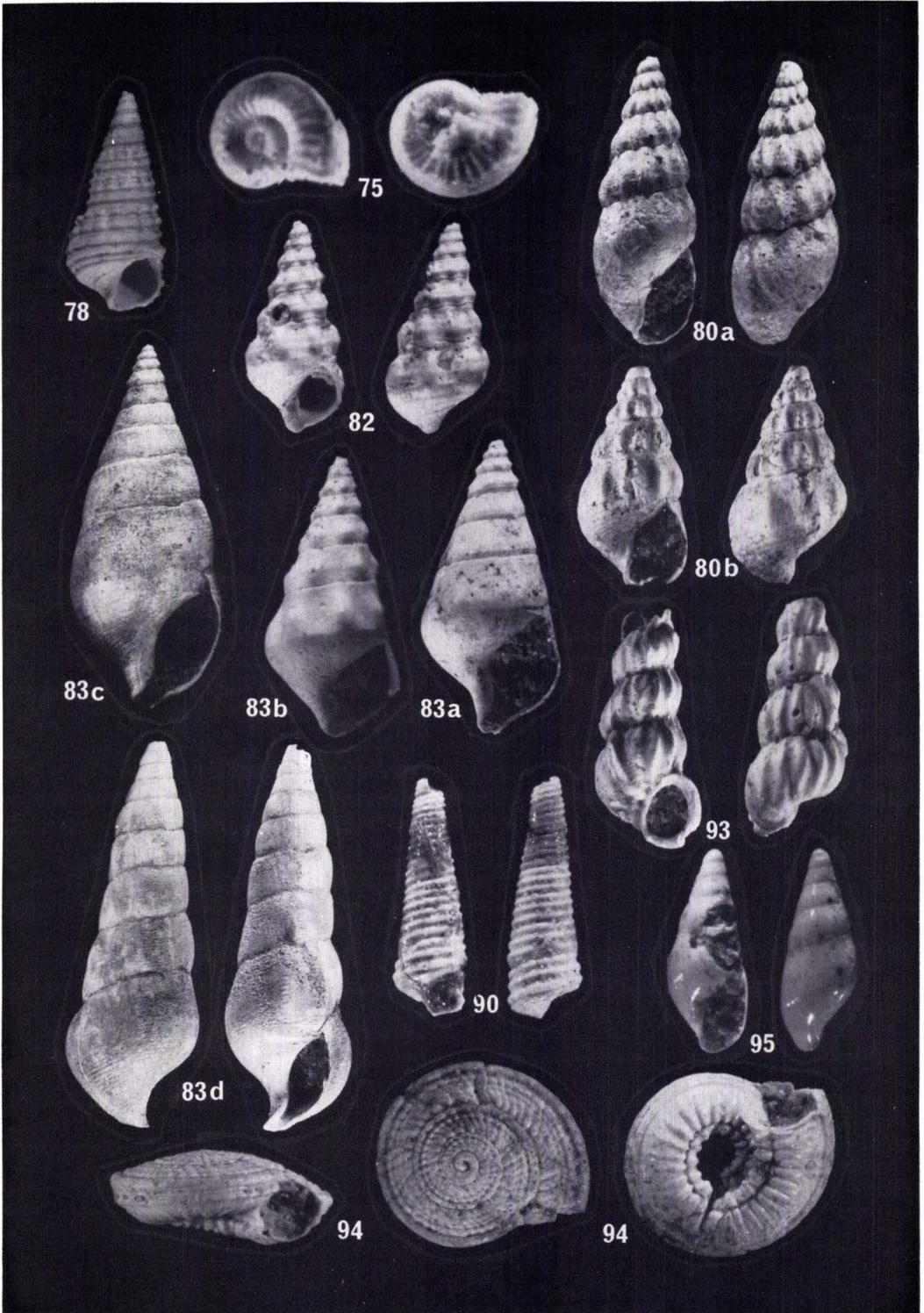
Taf. 3 Fig. 75

Die einzige Fundstelle im Mainzer Becken war bisher der Heimberg bei Waldböckelheim (JANSSEN 1978c). Außer in dem neuen Aufschluß konnte ich diese Art auch am Welschberg bei Waldböckelheim finden. Die von mir im Mainzer Becken gesammelten Exemplare stammen sämtlich aus dem Inneren größerer Schnecken. *V. semperi* war vermutlich im Meeressand des Mainzer Beckens häufig und weit verbreitet. Die sehr kleine Schnecke hat sich jedoch nur unter günstigen Bedingungen erhalten. Ähnliches dürfte auch für den oligozänen Meeressand des Nordseebeckens gelten. In der wegen der besonders guten Erhaltungsbedingungen bekannten Fundstelle bei Glimmerode, Bl. 4824 Hessisch-Lichtenau (JANSSEN 1978a), konnte ich vor kurzem aus acht Litèr tonigem Sediment 21 Exemplare herauslesen.

Pirenella plicata (BRUGUIÈRE 1792)

Taf. 3 Fig. 78

P. plicata ist im neuen Aufschluß sehr selten, und sie wird auch bei KUSTER-WENDENBURG (1973) nicht unter den Mollusken des Meeressandes aufgeführt. Diese Art kommt aber an anderen Stellen, z. B. am Welschberg bei Waldböckelheim und am Zeilstück bei Weinheim/Alzey, häufig vor.



Tafel 3

Alaba n. sp.
Taf. 3 Fig. 80

Das kleine Gehäuse ist turmförmig gewunden. Die beiden vorliegenden adulten Exemplare haben ohne das abgebrochene Embryonalende fünf bis sechs Windungen. Die Skulptur besteht aus zehn bis zwölf dicken Axialrippen pro Windung, die von sechs sehr dünnen Spirallinien gekreuzt werden. Die Spirallinien werden zur oberen Naht hin schwächer und verschwinden schließlich im oberen Umgangs-drittel.

Die Axialskulptur glättet sich etwa nach dem vierten Umgang. Die Mündung ist bei juvenilen Exemplaren rund, bei ausgewachsenen oval. Sie ist in einen kurzen, nach hinten gebogenen Kanal ausgezogen.

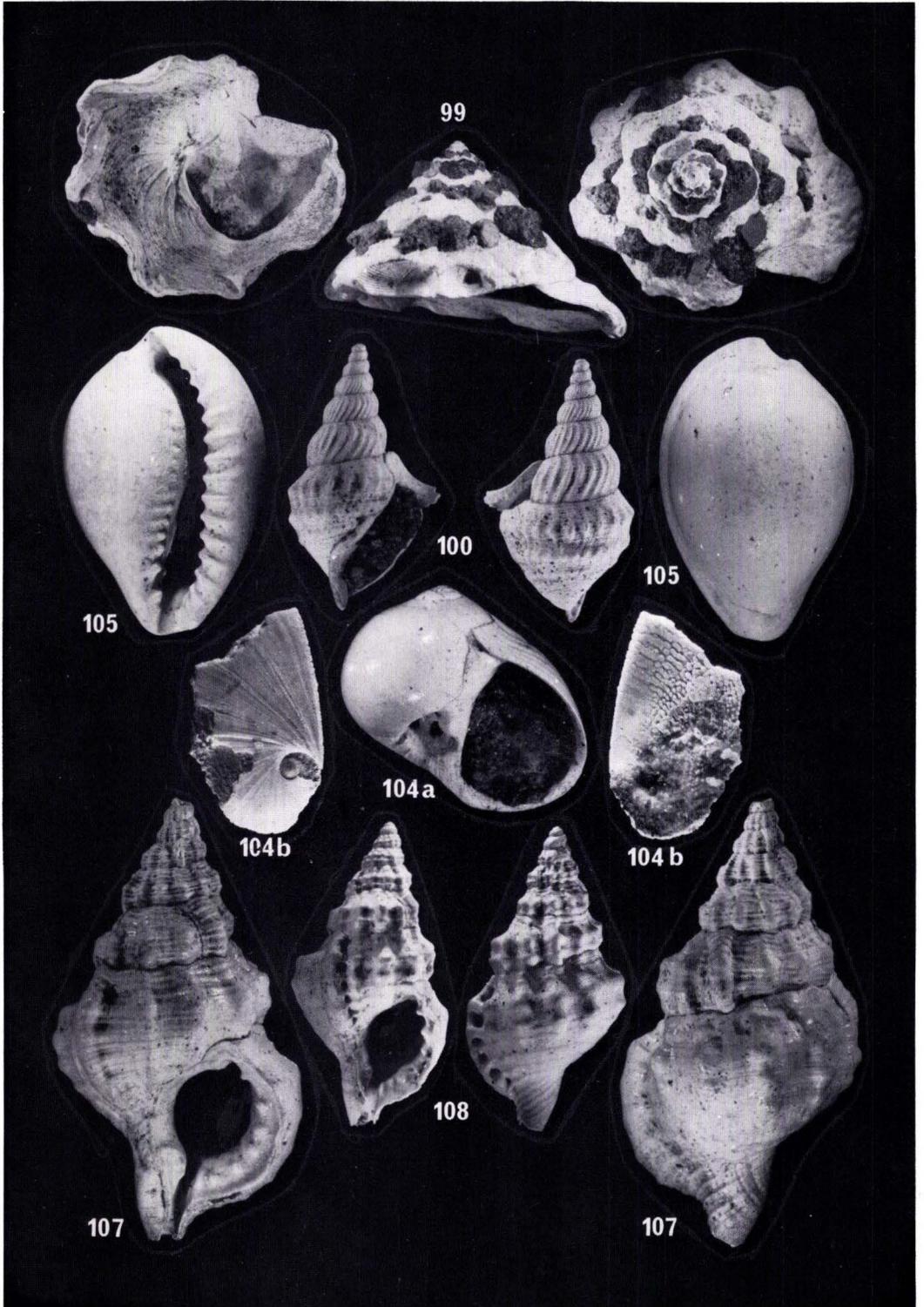
Am nächsten verwandt ist „*Rissoa*“ *inchoata* DESHAYES 1857, die einzige Art der Gattung *Alaba* des Mitteloligozäns im Pariser Becken. Sie unterscheidet sich nach der Abbildung bei DESHAYES von der Art des Mainzer Beckens hauptsächlich durch das schlankere Gehäuse und die kleinere Größe.

Cerithium weinheimense (WENZ 1932)
Taf. 3 Fig. 83

Abgesehen von einer nicht genauer präzisierten Anmerkung von LEPSIUS (1883) (KUSTER-WENDENBURG 1973) gibt es keinerlei Hinweis, daß diese Art außer an der Würzmühle noch an anderer Stelle im Mainzer Becken vorkommt. Offenbar ist *C. weinheimense* in den letzten hundert Jahren nicht mehr gefunden worden; jedoch existieren im Hessischen Landesmuseum in Darmstadt nach KUSTER-WENDENBURG (1973) noch mehr als 100 Exemplare. Anzahl der im neuen Aufschluß gesammelten Exemplare: 2357. In den Sammlungen sind keine juvenilen Exemplare oder adulte mit erhaltenem Protoconch vorhanden. Daher erlauben nur die neuen Funde Aussagen über das Jugendstadium dieser Art (Fig. 83a und b).

Tafel 3

- | | |
|---|---|
| 75. <i>Vitrinorbis semperi</i> ; 0,2 mm | 83. <i>Cerithium weinheimense</i> |
| 78. <i>Pirenella plicata</i> ; 3,9 mm | a. juvenil; 7,1 mm |
| 80. <i>Alaba</i> n. sp. | b. juvenil; 7,0 mm |
| a. adultes Exemplar; 8,8 mm | c. 19,2 mm |
| b. juveniles Exemplar; 5,9 mm | d. 43,8 mm |
| 82. <i>Cerithium</i> sp.; 5,0 mm | 90. <i>Seila angusta</i> ; 4,3 mm |
| | 93. <i>Opalia bezanconi</i> ; 5,3 mm |
| | 94. <i>Architectonica bimonilifera</i> ; 5,1 mm |
| | 95. <i>Eulima</i> sp.; 2,0 mm |



Tafel 4

Cerithium intradentatum (DESHAYES 1866)*Cassidaria nodosa* (SOLANDER 1766)

Beide sollen nach KUSTER-WENDENBURG (1973) an der Würzmühle häufig vorkommen, wurden von mir jedoch in diesen Schichten nicht gefunden. Allenfalls könnte das eine juvenile Exemplar *Cerithium* sp. (Fig. 82) der Art *C. intradentatum* zugeordnet werden. Dagegen kommen beide Arten am Zeilstück häufig vor, und in der Sammlung des Senckenberg-Museums liegen zahlreiche Stücke, die an der Trift gefunden wurden. Hier dürfte eine Verwechslung der Fundstellen vorliegen, vgl. auch Abschn. 5.3.

Architectonica bimonilifera (SANDBERGER 1859)

Taf. 3 Fig. 94

Nach SANDBERGER (1859) ist diese Art bei Weinheim „höchst selten (nur ein ganz ausgewachsenes Stück in der Braun'schen Sammlung und ein kleineres im Wiesbadener Museum)“; auch später wurden dort nur einzelne Exemplare gefunden. Unter den gesammelten 18 Vertretern dieser Art befinden sich einige sehr gut erhaltene Stücke verschiedener Größe (juvenil bis adult).

Tugurium scrutarium (PHILIPPI 1843)

Taf. 4 Fig. 99

Die Funde von *T. scrutarium* aus dem neuen Aufschluß zeichnen sich durch ihre große Zahl, die z. T. sehr gute Erhaltung und einige Exemplare besonderer Größe aus. In Übereinstimmung mit KUSTER-WENDENBURG (1973) läßt sich feststellen, daß der Nabel mit wachsender Größe zunehmend verdeckt wird. Er kann darüber hinaus bei sehr großen Exemplaren völlig zuwachsen (Fig. 99).

Drepanocheilus (Arrhoges) speciosus (SCHLOTHEIM 1820)

Taf. 4 Fig. 100

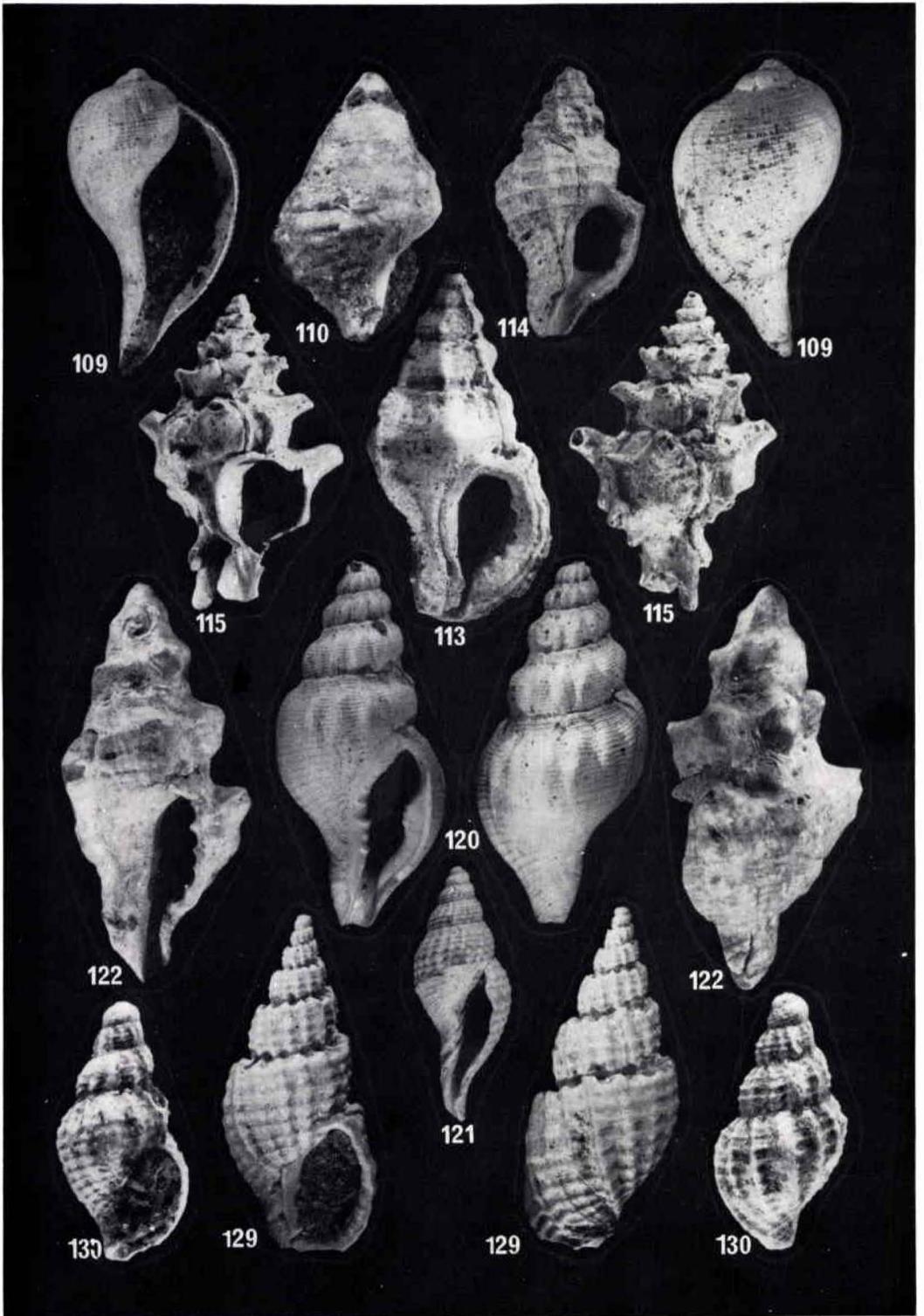
Bei dem abgebildeten juvenilen Exemplar dieser im Mainzer Becken sehr seltenen Art ist die typische Skulpturausbildung des Subgenus *Arrhoges* GABB 1868 gut zu erkennen.

Tafel 499. *Tugurium scrutarium*; 32,0 mm100. *Drepanocheilus speciosus*; 18,3 mm104. *Sigatica hantoniensis*

a. 17,5 mm

b. Verschußdeckel; 7,0 mm

105. *Apiocypraea subexcisa*; 20 mm107. *Charonia flandrica*; 35,3 mm108. *Charonia foveolata*; 20,5 mm



Tafel 5

Sigatica hantoniensis (PILKINGTON 1804)

Taf. 4 Fig. 104

Der abgebildete Verschußdeckel (Fig. 104b) wurde in der zugehörigen Schnecke gefunden, die ebenfalls erhalten ist. Solche Verschußdeckel sind nach umfangreichen Recherchen aus der Literatur über das Mainzer Becken bisher noch nicht bekannt.

Apiocyprea subexcisa (MICHELOTTI 1847)

Taf. 4 Fig. 105

SCHILDER (1928) hat diese Art aufgrund von variationsstatistischen Untersuchungen an 79 Exemplaren in drei Subspezies unterteilt (vgl. KUSTER-WENDENBURG 1973). Unterscheidungsmerkmal war dabei die Größe der Stücke. Auch bei den neuen Funden (50 Exemplare) gibt es Größenunterschiede der adulten Schnecken, die bis zu einem Faktor zwei betragen. Jedoch kommen auch alle Zwischengrößen vor, ohne ausgeprägte Häufigkeitsmaxima bei bestimmten Größen. Daher scheint die Unterteilung nicht gerechtfertigt.

Charonia (Sassia) foveolata (SANDBERGER 1860)

Taf. 4 Fig. 108

Im Gegensatz zu anderen Fundorten kommt *C. foveolata* wesentlich häufiger als *C. flandrica* (KONINCK 1837) vor, erreicht jedoch nicht die Größe der Exemplare vom Welschberg oder vom Zeilstück. Der Unterschied zu *C. flandrica* ist deutlich; die Spiralrippen sind gleichmäßig stark ausgebildet und stehen in breiten Abständen. Die Wachstumswülste sind wesentlich tiefer eingekerbt und die Mündung ist mehr eiförmig oval. Zum Vergleich ist auf Taf. 4 Fig. 107 *C. flandrica* neben *C. foveolata* abgebildet.

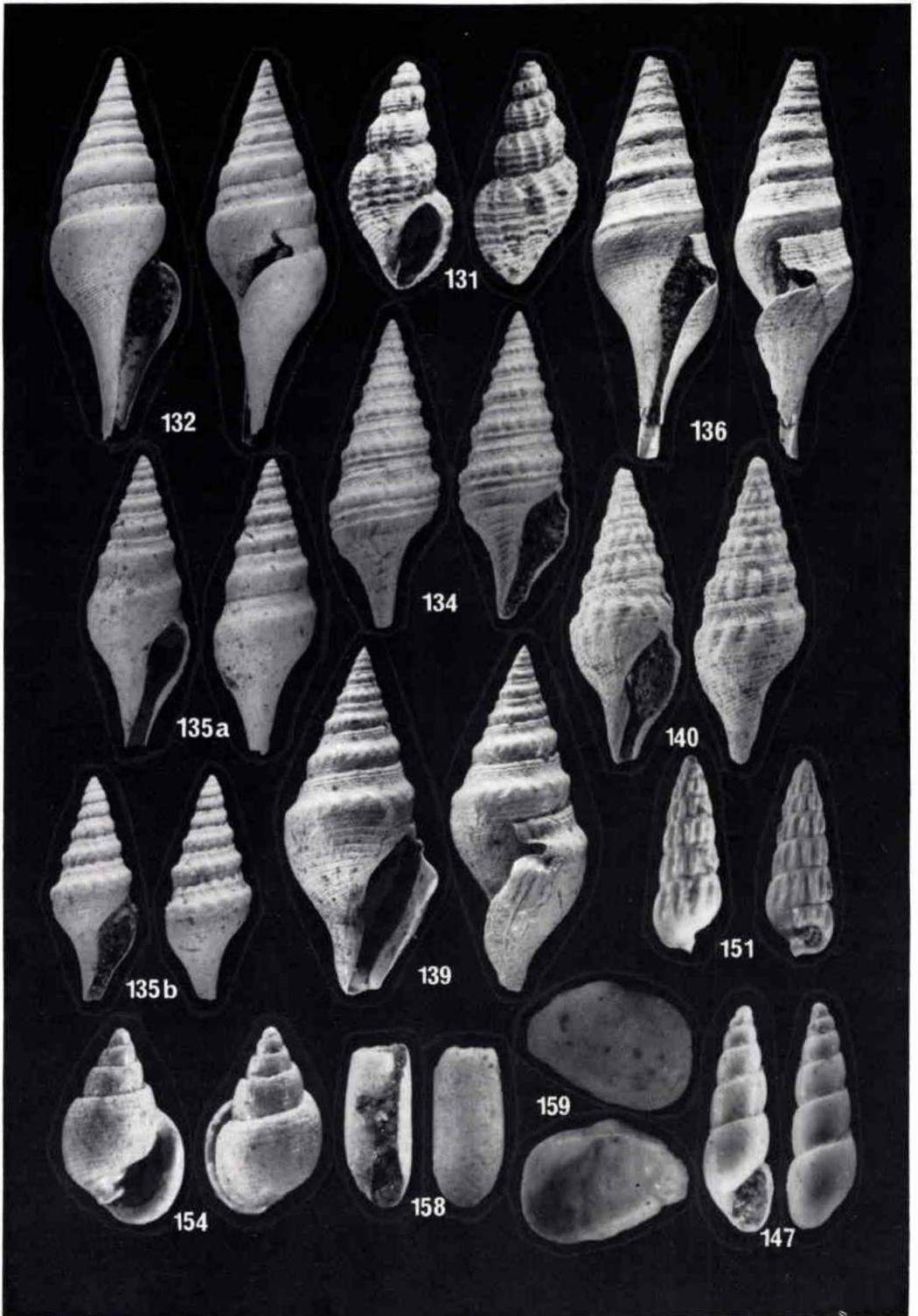
Ficus concinnus (BEYRICH 1854)

Taf. 5 Fig. 109

Wegen der dünnen Schale ist der Erhaltungszustand der bisher bekannten Exemplare im allgemeinen schlecht. Nur acht Individuen sind in den Sammlungen

Tafel 5

- | | |
|--|--|
| 109. <i>Ficus concinnus</i> ; 22,9 mm | 120. <i>Angistoma coarctata</i> ; 18,6 mm |
| 110. <i>Cymia monoplex</i> ; 19,2 mm | 121. <i>Pisanella subgranulata</i> ; 16,5 mm |
| 113. <i>Pterynotus moguntiacus</i> ; 23,2 mm | 122. <i>Latirus scalaris</i> ; 50,0 mm |
| 114. <i>Muricopsis peregra</i> ; 18,4 mm | 129. <i>Unitas brauniana</i> ; 19,8 mm |
| 115. <i>Typhis pungens</i> ; 19,2 mm | 130. <i>Unitas granulata</i> ; 7,5 mm |



Tafel 6

vorhanden (KUSTER-WENDENBURG 1973). Aus dem neuen Aufschluß „Kanalbau“ konnten fünf Exemplare geborgen werden, davon zwei in außergewöhnlich guter Erhaltung.

Pterynotus moguntiacus JANSSEN 1979

Taf. 5 Fig. 113

P. moguntiacus kommt bei Weinheim/Alzey nur in den Schichten der Würzmühle vor und ist auch hier sehr selten. Mit dem neuen Fundmaterial können jetzt die Zweifel, die STEUER (1912) betreffend des Vorkommens bei Weinheim hatte, beseitigt werden.

Muricopsis peregra (BEYRICH 1854)

Taf. 5 Fig. 114

Nach SONNE (1958: 286) kommt *M. peregra* nur im Schleichsand vor. Sie konnte in letzter Zeit bei eigenen Aufsammlungen jedoch sowohl in dem neuen Aufschluß als auch häufiger am Welschberg bei Waldböckelheim und im Meeresand des Zeilstücks bei Weinheim/Alzey gefunden werden.

Typhis pungens (SOLANDER 1766)

Taf. 5 Fig. 115

Bei den vorliegenden Stücken handelt es sich um *T. pungens* und nicht um *T. steueri* TEMBROCK 1963, die sich durch geringere Größe, einen längeren Siphonalkanal und die lamellenartig ausgebildeten Stachelreihen unterscheidet.

Latirus scalaris (SANDBERGER 1860)

Taf. 5 Fig. 122

Das von SANDBERGER (1860) beschriebene Exemplar aus der Slg. A. BRAUN war bisher der einzige Fund dieser Art. Außer dem abgebildeten Stück von vergleichsweise guter Erhaltung und einer weiteren Spitze wurden beim Sammeln verschiedene identifizierbare Reste dieser Art beobachtet. Die Seltenheit von *L. scalaris* erklärt sich aus der weichen Beschaffenheit der Schale.

Tafel 6

- | | |
|--|--|
| 131. <i>Babylonella pusilla</i> ; 7,0 mm | 139. <i>Bathytoma leunisii</i> ; 25,7 mm |
| 132. <i>Orthosurcula regularis</i> ; 28,7 mm | 140. <i>Asthenotoma obliquinodosa</i> ; 10,1 mm |
| 134. <i>Gemmula laticlavia</i> ; 14,3 mm | 147. <i>Ebala</i> cf. <i>plenestriata</i> ; 1,9 mm |
| 135. <i>Gemmula parkinsonii</i> | 151. <i>Turbonilla</i> n. sp.; 2,5 mm |
| a. 13,9 mm | 154. <i>Ringicula sandbergeri</i> ; 3,2 mm |
| b. 11,1 mm | 158. <i>Retusa minuta</i> ; 2,9 mm |
| 136. <i>Pleuroliria koninckii</i> ; 29,3 mm | 159. <i>Berthelinia</i> n. sp.; 1,1 mm |

Unitas granulata (NYST 1845)

Taf. 5 Fig. 130

U. granulata wurde bisher im Mainzer Becken noch nicht gefunden. Von *U. brauniana* (SANDBERGER 1859), Taf. 5 Fig. 129, unterscheidet sie sich durch das nicht gekantete Windungsprofil, die etwas schwächeren Axialrippen und den weniger niedergedrückten Nucleus. Von *Babylonella pusilla* (PHILIPPI 1843), Taf. 6 Fig. 131 ist sie durch das größere Embryonalgewinde und den nach hinten ausgerichteten Siphonalkanal unterschieden.

Orthosurcula regularis (KONINCK 1837)

Taf. 6 Fig. 132

Auch hier erlaubt der außergewöhnlich gute Erhaltungszustand präzise Vergleiche mit Funden aus anderen Gebieten. Besonders verblüffend ist die genaue Übereinstimmung in Form und Aussehen mit *O. longiforma* aus dem Oligozän Nordamerikas (POWELL 1966). Eventuell handelt es sich dabei um die gleiche Art. Eine Untersuchung dieser Frage steht noch aus und dürfte lohnende Ergebnisse bringen.

Gemmula parkinsonii (SANDBERGER 1860)

Taf. 6 Fig. 135

G. parkinsonii ist die häufigste Turridenart des neuen Aufschlusses. Sie ist wie viele *Gemmula*-Arten sehr variabel, besonders in der Ausbildung des Kieles. Zwei Extremformen sind unter Fig. 135a (ungeknoteter Kiel) und Fig. 135b (stark geknoteter Kiel) abgebildet. *G. laticlavata* (BEYRICH 1848), Taf. 6 Fig. 134, unterscheidet sich von dieser Art durch die andersartige und ausgeprägte Spiralstruktur.

Turbonilla n. sp.

Taf. 6 Fig. 151

Diese Art unterscheidet sich von den anderen *Turbonilla*-Arten des Mainzer Beckens durch das wesentlich stumpfere Gehäuse und die nicht unter die Naht gezogenen Axialrippen, die auch kräftiger ausgebildet sind. Die neue Art kommt auch am Zeilstück vor, wo sie häufiger zu finden ist.

Berthelinia n. sp.

Taf. 6 Fig. 159

Vertreter der Sacoglossa (zweiklappige Schnecken) sind bisher aus dem Mainzer Becken noch nicht beschrieben. Wie R. JANSSEN berichtet (freundl. mündl. Mitt.),

wurden jedoch viele Exemplare am Heimberg bei Waldböckelheim gefunden. Eigene Begehungen zeigten, daß sie auch am Welschberg bei Waldböckelheim vorkommt.

Dank

Sämtliche Aufnahmen konnten mit einem Wild-Fotomakroskop M 400 angefertigt werden. Für die Möglichkeit der Benutzung danke ich dem Battelle-Institut e.V. Ferner danke ich dem Bürgermeister, Herrn Dr. BUCHHEIM, und Herrn REBAHL vom Stadtbauamt Alzey für die freundlichen Auskünfte über das Bauprojekt, in dessen Folge der Aufschluß entstanden ist. Besonderen Dank schulde ich Herrn Dr. R. JANSSEN vom Senckenberg-Institut für sein großes Interesse an meiner Arbeit, die verschiedenen hilfreichen Diskussionen und seine Hinweise auf wichtige Literatur. Ich danke den Arbeitern in der Deponie für nützliche Auskünfte und ihre freundliche Duldung meiner Sammlertätigkeit. Meiner Familie danke ich für die Unterstützung beim Sammeln, für weitere technische Hilfe und meinen Eltern nicht zuletzt dafür, daß sie den finanziellen Aufwand getragen und die Fahrten zur Fundstelle unternommen haben.

7. Schriftenverzeichnis

- ABBOTT, R. T. (1974): American Seashells. – 2. Aufl., 663 S., über 4000 Abb., 24 Taf.; New York (Van Norstrand).
- ANDERSON, H. J. (1959): Die Gastropoden des jüngeren Tertiärs Nordwestdeutschlands, Teil 1: Prosobranchia, Archaeogastropoda. – *Meyniana*, **8**: 37–81, 5 Abb., 4 Taf.; Kiel.
- (1960a): Die Gastropoden des jüngeren Tertiärs Nordwestdeutschlands, Teil 2: Prosobranchia, Mesogastropoda; 1. Littorinacea, Rissoacea, Cerithiacea. – *Meyniana*, **9**: 13–79, 12 Taf.; Kiel.
- (1960b): Die Gastropoden des jüngeren Tertiärs Nordwestdeutschlands, Teil 2: Prosobranchia, Mesogastropoda; 2. Revision der Naticacea. – *Meyniana*, **9**: 80–97, 4 Taf.; Kiel.
- ATZBACH, O., & GEIB, K. W. (1955): Über einen neuen Fundpunkt im unteren Meeressand (Mitteloligozän) bei Bretzenheim/Nahe (Mainzer Becken). – *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **83**: 237–242, 2 Abb.; Wiesbaden.
- DESHAYES, G.-P. (1856–65): Description des animaux sans vertèbres découvertes dans le Bassin de Paris, **I** (1856–60), 912 S., 87 Taf.; **II** (1861–64), 968 S., 62 Taf.; **III** (1864–65), 658 S., 107 Taf.; Paris.
- GÖRGES, J. (1952): Die Lamellibranchiaten und Gastropoden des oberoligozänen Meeressandes von Kassel. – *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **4**: 137 S., 3 Taf.; Wiesbaden.
- JANSSEN, A. W. (1972): Die Molluskenfauna der Twistringer Schichten (Miozän) von Norddeutschland. – *Scripta Geologica*, **10**: 95 S., 42 Abb., 1 Tab., 11 Taf.; Leiden.
- JANSSEN, R. (1978a): Die Scaphopoden und Gastropoden des Kasseler Meeressandes von Glimmerode (Niederhessen). – *Geol. Jb. A* **41**: 195 S., 3 Abb., 3 Tab., 7 Taf.; Hannover.
- (1978b): Revision der Polyplacophora des Oligozäns in Mitteleuropa. – *Arch. Moll.*, **108**: 215–235, 1 Abb., 1 Tab., 3 Taf.; Frankfurt a. M.
- (1978c): Die Mollusken des Oberoligozäns (Chattium) im Nordsee-Becken. 1. Scaphopoda, Archaeogastropoda, Mesogastropoda. – *Arch. Moll.*, **109**: 137–227, 1 Abb., 6 Taf.; Frankfurt a. M.
- (1979a): Die Mollusken des Oberoligozäns (Chattium) im Nordsee-Becken. 2. Neogastropoda, Euthyneura, Cephalopoda. – *Arch. Moll.*, **109**: 277–376, 4 Taf.; Frankfurt a. M.
- (1979b): Revision der Bivalvia des Oberoligozäns (Chattium, Kasseler Meeressand). – *Geol. Abh. Hessen*, **78**: 181 S., 1 Abb., 4 Taf.; Wiesbaden.
- (1979c): *Berthelinia* und *Julia* aus dem Oligozän von SW-Frankreich. – *Arch. Moll.*, **110**: 75–79, 3 Abb.; Frankfurt a. M.
- KUSTER-WENDENBURG, E. (1971): Pteropoden-Arten der Gattung *Creseis Rang*, 1828 aus den mitteloligozänen (Rupelium) Sedimenten des Mainzer Tertiärbeckens. – *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **60**: 99–112, 4 Abb., 2 Taf.; Wiesbaden.

- (1973): Die Gastropoden aus dem Meeressand (Rupelium) des Mainzer Tertiärbeckens. – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **67**: 170 S., 8 Taf.; Wiesbaden.
- (1974): Fazielle, biostratonomische und feinstratigraphische Untersuchungen dreier Meeressandvorkommen (Rupelium) im Mainzer Tertiärbecken. – Geol. Jb., **A 22**: 107 S., 65 Abb., 16 Tab.; Hannover.
- MÜLLER, A. H. (1981): Lehrbuch der Paläozoologie, **II**, Invertebraten, T. 1: Protozoa–Mollusca 1. – 3. Aufl., 628 S., 722 Abb.; Jena (VEB Gustav Fischer).
- (1981): Lehrbuch der Paläozoologie, **II**, Invertebraten, T. 2: Mollusca 2 – Arthropoda 1.–3. Aufl., 550 S., 692 Abb.; Jena (VEB Gustav Fischer).
- NEUFFER, F. O. (1973): Die Bivalven des Unteren Meeressandes (Rupelium) im Mainzer Becken. – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **68**: 113 S., 13 Taf.; Wiesbaden.
- POWELL, A. W. B. (1966): The molluscan families Speightiidae and Turridae. – Bull. Auckland Inst. Mus., **5**: 184 S., 8 Abb., 23 Taf.; Auckland, Neu Seeland.
- SANDBERGER, F. (1858–63): Die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens. – 458 S., 35 Taf.; Wiesbaden (Kreidel).
- SCHOPP, H. (1888): Der Meeressand zwischen Alzey und Kreuznach. – Abh. großherzogl. hess. geol. L.-Anst., **1** (3): 343–392, 1 Taf.; Darmstadt.
- SEIFERT, F. (1959): Die Scaphopoden des jüngeren Tertiärs (Oligozän–Pliozän) in Norddeutschland. – Meyniana, **8**: 22–36, 7 Abb., 2 Taf.; Kiel.
- SONNE, V. (1958): Obermitteloligozäne Ablagerungen im Küstenraum des nordwestlichen Mainzer Beckens (mit besonderer Würdigung des Zeilstücks bei Weinheim/Rhh.). – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **86**: 281–315, 9 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- STEUER, A. (1912): Marine Conchylien aus dem Mainzer Becken, I. – Abh. großherzogl. hess. geol. L.-Anst., **6** (1): 65 S., 8 Taf.; Darmstadt.
- TEMBROCK, M. L. (1963): Muriciden aus dem Mittel- und Oberoligozän und den Vierlandschichten des Nordseebeckens. – Paläont. Abh., **1** (4): 299–352, 3 Tab., 10 Taf.; Berlin.
- WAGNER, W. (1956): Zur Frage der Altersbeziehung von Meeressand zu Rupelton im Mainzer Becken und im Rheintalgraben. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**: 212–215; Wiesbaden.

Manuskript eingegangen am 18. 8. 1982

Die Molluskenführung der plio-pleistozänen Deckschichten im Steinbruch Mainz-Weisenau

Von

FRITZ GEISSERT*

Kurzfassung: Die Deckschichten im Steinbruch Mainz-Weisenau (Bl. 6015 Mainz) konnten aufgrund ihrer Fossilführung ins jüngste Pliozän und ins Quartär eingestuft werden. Die vorkommenden Mollusken werden kurz abgehandelt, eine neue Gastropoden-Art, *Gastrocopta (Albinula) rhenana* n. sp., wird beschrieben.

Da in den über dem Pliozän anstehenden Schichten die Erhaltung der Fossilien z. T. sehr schlecht ist und Leitarten fehlen, kann nur ausgesagt werden, daß die obersten Schichten eindeutig ins Quartär zu stellen sind. Eine Untergliederung desselben ist jedoch nicht möglich.

Abstract: The covering beds of the open pit Mainz-Weisenau belong to the uppermost Pliocene and Pleistocene, according to their fossil contents. This paper deals shortly with the molluscs from this locality, additionally one new gastropod, *Gastrocopta (Albinula) rhenana* nov. spec. is described.

The complex overlying the Pliocene, yields mostly badly preserved fossils (guide fossils are totally missing) and the age can only be determined as Quaternary in a wider sense. A nearer stratification of this layer is not possible.

Résumé: Les formations superposées aux calcaires dans la carrière de Mayence-Weisenau peuvent être datées, d'après leurs fossiles, du Pliocène final et du Quaternaire. Les Mollusques de ce gisement sont étudiés succinctement; une nouvelle espèce de Gastéropode, *Gastrocopta (Albinula) rhenana* nov. spec. est décrite. Dans les couches indubitablement quaternaires, le mauvais état de conservation des fossiles ainsi que l'absence d'espèces directrices, s'opposent à une datation plus précise.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	76
2. Pliozäne Mollusken aus der Fundschicht 3	77
2.1. Wassermollusken	77
2.2. Landmollusken	81
2.3. Bemerkungen zur Fundschicht – Stratigraphie	86
3. Mollusken aus der Fundschicht 8 (Jüngster Ton)	88
3.1. Wassermollusken	88
3.2. Landmollusken	89
3.3. Bemerkungen zur Fauna	89
4. Mollusken aus der Fundschicht 5 (Hochflutlehm)	89
5. Mollusken aus den angelagerten Sanden (Schicht 7)	89
5.1. Wassermollusken	89
5.2. Landmollusken	90
5.3. Bemerkungen zur Fauna	90
6. Zusammenfassung	91
7. Schriftenverzeichnis	91

* F. GEISSERT, 5, Rue du Nouveau Quartier, F-67770 Sessenheim.

Einleitung

In der von SEMMEL (dieses Jahrbuch, S. 219–233) erwähnten Abfolge konnten Molluskenreste aus den Schichten 3, 5 und 8 sowie aus einer weiteren, diesem Profil angelagerten Fundschicht nachgewiesen werden.

In diesen Fundschichten sind Molluskenreste durchaus nicht selten, aber meist ist die Erhaltung nicht besonders günstig, so daß von vornherein versucht werden mußte, möglichst viele Exemplare durch vorsichtiges Aufbröckeln freizulegen und beim gleichen Arbeitsgang zu festigen. Vollständige Gehäuse kleinerer Arten, wie z. B. Carychien, Vertigonen u. a., sowie bestimmbare Fragmente größerer Arten konnten durch Auflösen und anschließendes Sieben des restlichen Sedimentgutes in beschränkter Zahl gewonnen werden. Die Bergung der Fossilien war in den dichten und zähen Tonen (Schichten 3 und 4) teilweise langwierig und umständlich, jedoch nicht wesentlich schwieriger als aus gleichartigen Sedimenten aus dem Altpleistozän oder dem Pliozän der Sessenheimer Umgebung.

In Anbetracht der immer noch sehr lückenhaften und erst in jüngerer Zeit gewonnenen Kenntnisse über die pliozänen Land- und Wassermollusken des rheinischen Raumes, wären laufende und gezielte Aufsammlungen von dieser Fundstelle wünschenswert. Es handelt sich hierbei um ein weiteres geographisches Verbindungsglied zwischen den beiden bedeutendsten rheinischen Pliozänfaunen, nämlich den Deckschichten der rheinischen Braunkohle (SCHLICKUM & STRAUCH 1979) und dem jüngsten Pliozän des Elsaß (GEISSERT 1972, SCHLICKUM & GEISSERT 1980), nachdem erst kürzlich aus der Umgebung von Rastatt und Philippsburg (Baden) pliozäne Mollusken von MÜNZING (1981) nachgewiesen worden sind.

S

N

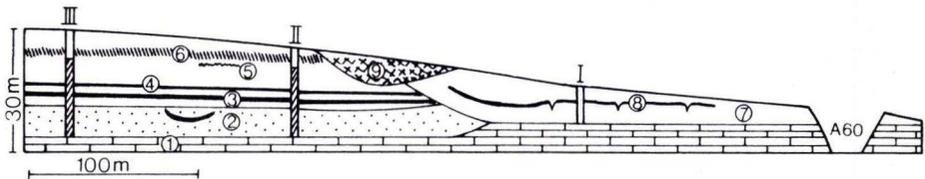


Abb. 1. Schematische Darstellung der westlichen Aufschlußwand des Steinbruchs der Portland-Zementwerke Heidelberg in Mainz-Weisenau, Stand Sommer 1981 (aus SEMMEL, dieses Jahrbuch, S. 219–233, Abb. 2).

- 1 = miozäner Kalkstein
 - 2 = weißer pliozäner Sand mit Tonlinsen
 - 3 = stark humose Tonlage
 - 4 = humose Tonlage in den älteren Weisenauer Sanden
 - 5 = molluskenführende Schicht in den älteren Weisenauer Sanden
 - 6 = Braunlehm
 - 7 = jüngere Weisenauer Sande
 - 8 = humose Tonlage in den jüngeren Weisenauer Sanden
(mollusken- und pollenführend, mit postsedimentären Eiskeilpseudomorphosen)
 - 9 = mit Lößlehm aufgefüllte Delle, enthält drei fossile B_1 -Horizonte
- I, II und III = Paläomagnet. Profile (schraffiert = normal, weiß = revers).

2. Pliozäne Mollusken aus der Fundschicht 3

2.1. Wassermollusken

Es werden keine gesonderten Angaben über die Biotope dieser Schnecken gegeben, da mit Sicherheit anzunehmen ist, daß sämtliche Arten entweder ausschließlich oder doch vorzugsweise sumpfige und schwach bewegte Gewässer bewohnt haben.

Viviparus cf. pollonerae (SACCO)

Von der Gattung *Viviparus* wurden nur häufig zerdrückte Exemplare und zahlreiche Anfangswindungen gefunden, die auf den Formenkreis des lebenden *V. contectus* hinweisen, jedoch nicht dessen Größe erreichen und auch sonst etwas zierlicher wirken. Soweit eine Zuweisung zu einer fossil bekannten Art zulässig ist, kann in erster Linie *V. pollonerae* (SACCO) in Frage kommen, die auch aus den pliozänen Deckschichten der rheinischen Braunkohle (SCHLICKUM & STRAUCH 1979) bekannt geworden ist.

Valvata (Valvata) marginata MICHAUD

Das einzige, jedoch gut erhaltene Gehäuse dieser Art, zeigt deutlich die im Vergleich zur lebenden *V. cristata* O. F. MÜLLER schnell zunehmenden Windungen. Außerhalb der innerfranzösischen Fundstellen ist *V. marginata* ebenfalls aus den Deckschichten der rheinischen Braunkohle und dem jüngsten Pliozän von Sessenheim bekannt.

Valvata (Cincinna) piscinaloides MICHAUD

Zwei juvenile Stücke und einige Fragmente gehören eindeutig zu dieser Art. Die Verbreitung ist etwa wie bei der vorigen Art und außerdem aus der von MÜNZING erwähnten Bohrung bei Rastatt bekanntgeworden.

Bithynia sp.

Es liegen nur einige Schließdeckel vor, die im oberen Teil die markante Ausbuchtung zeigen, wie bei der lebenden Art *B. tentaculata* (LINNÉ).

Nystia (Nystia) gruenewaldi SCHLICKUM (Abb. 2 und 3)

1970 *Nystia (Nystia) gruenewaldi* SCHLICKUM, Arch. Moll., **100** :291, Abb. 11.

1979 *Nystia (Nystia) gruenewaldi* – SCHLICKUM & STRAUCH, Abh. senckenb. naturforsch. Ge. **536**: 18, Taf. 1 Fig. 11.

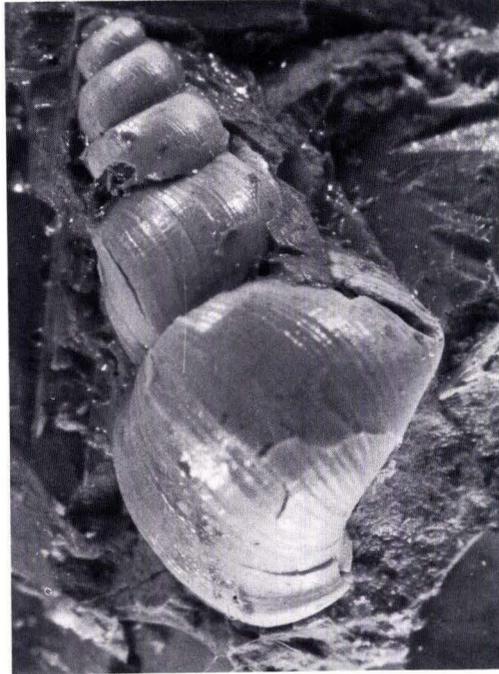


Abb. 2. *Nystia (Nystia) gruenewaldi* SCHLICKUM. Gehäusehöhe: 7,30 mm; Gehäuse auf Sediment, Schicht 3. SMF 256100. (Phot. R. ALBERT)

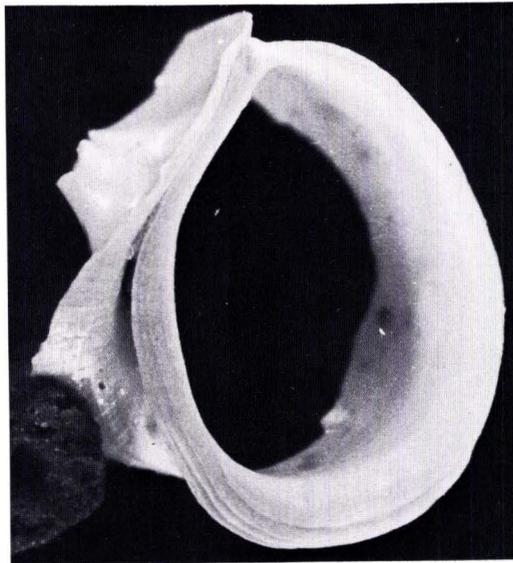


Abb. 3. *Nystia (N.) gruenewaldi* SCHLICKUM. Mündung: H = 3,40 mm; Schicht 3. SMF 256099. (Phot. R. ALBERT)

Neben unzähligen Spitzen sowie Schalenfragmenten mit der bezeichnenden feinen Gitterskulptur und einer größeren Anzahl mehr oder minder gut erhaltenen Mündungen, liegen zwei ganze Exemplare vor, die etwas zerquetscht sind und nicht vollständig aus dem Sediment herausgelöst werden konnten. Die Maße dieser Gehäuse (Höhe 7,30 bzw. 8,20 mm) liegen in der Variationsbreite der Art, ebenso die Werte der isoliert gefundenen Mündungen, die zwischen 3,40 und 3,50 mm schwanken. Maße des Typus, nach SCHLICKUM: Höhe 8,50 mm, Mündungshöhe 3,60 mm.

Nystia gruenewaldi ist aus den Deckschichten der rheinischen Braunkohle (Grube Fortuna, Tagebau Garsdorf) beschrieben worden, später wurde sie auch in Frechen gefunden (SCHLICKUM & STRAUCH). Über einen weiteren Fund berichtet MÜNZING (1981), und zwar aus einer Spülbohrung im Rheintal bei Philippsburg/Baden, wo aus 154–157 m u. G. ein ganzes Gehäuse und zwei Fragmente geborgen werden konnten. Leider ergab diese Fundschicht keine weiteren faunistischen Korrelationen zu den artenreichen Fundstellen am Niederrhein bzw. Sessenheim/Elsaß. Hingegen zeigt die ebenfalls von MÜNZING mitgeteilte Fundschicht aus der Brg. Elchesheim bei Rastatt (in etwa 60 m Teufe), besonders durch die relative Häufigkeit der Sessenheimer „Leitart“, *Triptychia geisserti* NORDSIECK, nebst weiteren Elementen, die größtmögliche Übereinstimmung zu dem elsässischen „Endpliozän“ sensu GEISSERT et al. (1976 a). Ähnlich wie in Mainz-Weisenau entsprechen die Sedimente der erwähnten oberrheinischen Fundstellen mit pliozänen Mollusken (dazu eine weitere im Stadtgebiet von Straßburg) durch ihren hohen Kalkgehalt sowie der abweichenden Schwermineralführung nicht dem herkömmlichen kalk- und glimmerfreien „weißen“ Pliozän, welches sie auch in allen Fällen deutlich überlagern. Nach dem jetzigen Stand der Kenntnisse kann aber für diese Molluskenfaunen kein altquartäres Alter in Frage kommen, zumal z. B. für Tegelen eine eindeutig quartäre Fauna ermittelt worden ist (FREUDENTHAL et al. 1976) und das Gesamtbild der erwähnten rheinischen Faunen sich nur in pliozäne Verhältnisse einfügen läßt. Die Gattung *Nystia* ist ausgestorben und außertertiäre Vorkommen sind bisher nicht bekanntgeworden. Für die Faunen der Deckschichten der rheinischen Braunkohle wird ein mittel- bis oberpliozänes Alter angenommen (SCHLICKUM & STRAUCH, NORDSIECK 1981). Obwohl hinsichtlich der genauen Alterstellung von Sessenheim die Meinungen auseinandergehen, wird diese Fauna doch übereinstimmend jünger als jene der niederrheinischen Deckschichten beurteilt.

Lymnaeidae

Neben den heute noch lebenden und auch aus dem Pliozän bekannten Arten, *Galba* (*Galba*) *truncatula* (O. F. MÜLLER) und *Radix* (*Radix*) *peregra* (O. F. MÜLLER), fand sich die Spitze einer schlanken Schlammschnecke, die mit Vorbehalt zu der vom Tagebau Frechen beschriebenen *Lymnaea truci* SCHLICKUM & STRAUCH gestellt werden kann.

Planorbidae

Von sowohl rezent als auch im Pliozän bekannten Tellerschnecken wurden gefunden: *Anisus (Anisus) leucostomus*, (MILLET), *Armiger crista* (LINNÉ) und *Planorbis planorbis* (LINNÉ).

Planorbarius sp.

Die zu einer Art der Gattung *Planorbarius* gehörenden, bis 23 mm Ø großen Gehäuse sind in der Fundschicht fast so häufig wie *Nystia gruenewaldi*. Leider läßt der durchweg schlechte Erhaltungszustand keine nähere Ansprache zu, da vor allem die ursprünglichen Formverhältnisse der Windungen und der Mündung nicht erkannt werden können. An einigen Anfangswindungen ist die feine Gitterzeichnung zu erkennen, wie sie der rezente *Planorbarius corneus* (LINNÉ) besitzt. Aus den Deckschichten der rheinischen Braunkohle wurde ein *Planorbarius garsdorffensis* beschrieben, den die Autoren als den Vorläufer der erwähnten rezenten Art halten, die bekanntlich in vielen Formen auftritt.

Gyraulus (Gyraulus) bachmayeri SCHLICKUM & STRAUCH

1979 *Gyraulus (Gyraulus) bachmayeri* SCHLICKUM & STRAUCH, Abh. senckenb. naturforsch. Ges., 536: 26–27, Taf. 2 Fig. 25.

Von den bisher nur aus den Deckschichten der rheinischen Braunkohle bekannten Art fanden sich 5 wohlerhaltene Gehäuse. Die nur aus 3 ½ Windungen gebildeten Gehäuse sind oben stark und unten nur leicht eingesenkt, die rundliche Mündung ist nur gering erweitert, ähnlich wie bei *G. laevis* (ALDER).

Gyraulus sp.

Ein unvollständiges, teilweise im Sediment eingeschlossenes Exemplar zeigt deutlich gewölbte Umgänge und eine ungewöhnlich stark erweiterte Mündung. Die Schale besitzt kräftige, fast kielartige Spirallinien, hingegen aber äußerst schwache Radialstreifen, so daß nur eine undeutliche Gitterskulptur zu sehen ist. Das vorliegende Gehäuse kann mit Vorbehalt in den Formenkreis des rezenten *Gyraulus albus* (O. F. MÜLLER) oder dessen Vorläufer gestellt werden.

Segmentina sp.

Von *Segmentina* liegt ein stark zerdrücktes, jedoch gut erkennbares Exemplar vor. Es kann sowohl die pliozäne *S. filocincta* (SANDBERGER) als auch die heute noch lebende, von voriger Art abstammende *S. nitida* (O. F. MÜLLER) in Betracht gezogen werden.

Kleinmuscheln (Pisidiidae)

Die Gattung *Pisidium* ist im Pliozän des Untersuchungsraumes mit durchweg noch gegenwärtig lebenden Arten vertreten. Es liegen zwei Klappen vor, denen die Schloßteile fehlen, so daß eine nähere Bestimmung nicht möglich ist. Hingegen ist eine größere Klappe, obwohl etwas beschädigt, eindeutig als *Sphaerium corneum* (LINNÉ) zu bestimmen. Die gegenwärtig in sumpfigen Gewässern häufige Art ist ebenfalls aus dem Pliozän mehrfach bekanntgeworden.

2.2. Landmollusken

Soweit die wenigen vorliegenden Gehäuse einwandfrei zu bestimmen sind, handelt es sich um Arten für welche vornehmlich feuchte, gewässernahe Biotope anzunehmen sind.

Carychium (Saraphia) mariae PAULUCCI (Abb. 4 und 5)

1878 *Carychium mariae* PAULUCCI, Matér. faune malac. Ital.: 41 &

1882 *Carychium mariae* PAULUCCI, Bull. Soc. mal. ital., **8**: 19, Taf. 8 Fig. 8.

1977 *Carychium mariae* PAULUCCI-STRAUCH, Arch. Moll., **107**: 170–171, Taf. 15 Fig. 28–30; Taf. 19 Fig. 71.

Besonderen Dank schuldet der Autor Herrn Prof. Dr. F. STRAUCH, Münster, der bereit war, die Bearbeitung und Bestimmung der Carychien aus dieser Fundschicht zu übernehmen. Es liegen etwa hundert Gehäuse vor, die „am ehesten

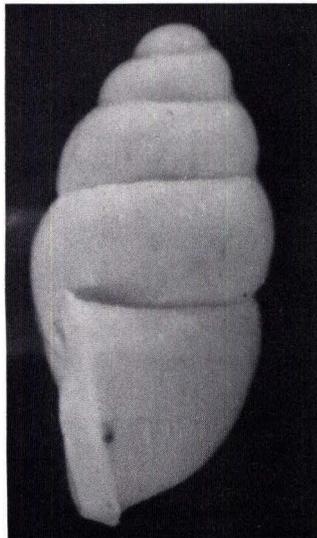


Abb. 4. *Carychium (Saraphia) mariae* PAULUCCI, seitlich, H = 1,70 mm, Br = 0,90 mm; Schicht 3. SMF 256096. (Phot. R. ALBERT)



Abb. 5. Wie Abb. 4, von vorn, H = 1,70 mm, Br = 0,80 mm, Mündungshöhe 0,70 mm. SMF 256097.
(Phot. R. ALBERT)

zu *Carychium (Saraphia) mariae* PAULUCCI gestellt werden können“, eine Art, die bisher nur rezent aus Südtirol und dem norditalienischen Raum bekannt ist (STRAUCH 1976).

Aus dem rheinischen Pliozän sind bisher nur fossile Vertreter der Gattung bekannt, und zwar: *Carychium (Carychium) rhenanum* STRAUCH, *C. (Saraphia) schlickumi schlickumi* STRAUCH aus den Deckschichten der rheinischen Braunkohle und *C. (Saraphia) pachychilus* SANDBERGER aus dem Endpliozän von Sessenheim. Auch das Material aus Sessenheim wurde seinerzeit von STRAUCH bearbeitet, so daß für die Gesamtheit dieser Funde eine einheitliche Beurteilung gegeben ist. Auch aus dem Plio-Pleistozän-Bereich von Montagny-les-Beaune bei Dijon ist nur die fossile Unterart, *C. (Saraphia) schlickumi montagnyense* STRAUCH bekannt. Ob sich für unsere Fundschicht dadurch besondere Schlußfolgerungen hinsichtlich ihrer Altersstellung ergeben können, ist sehr ungewiß, da über die zeitliche Verbreitung dieser schwierig zu bearbeitenden Gattung zu wenig bekannt sein dürfte. Daß sich Nachfahren der mitteleuropäischen pliozänen Mollusken in engbegrenzte, südlichere Areale zurückgezogen haben, ist für einige Arten bekannt und für andere mit größter Wahrscheinlichkeit zu vermuten.

Vertigo (Vertigo) moulinsiana DUPUY

Das einzige, fast glatte Gehäuse hat bauchig-eiförmige Gestalt mit fünf Umgängen. Der letzte Umgang ist hinten, längs des deutlichen Nackenwulstes

eingedrückt, die Mündung herzförmig, vierzählig (je ein Zahn an der Spindel und der Mündungswand, zwei am Gaumen). Es handelt sich demnach um ein typisches Exemplar von *Vertigo (Vertigo) moulinsiana* DUPUY und nicht um eine der nahestehenden fossilen Arten *V. lozeki* SCHLICKUM & PUISSÉGUR (1978) aus Montagny-les-Beaune oder *V. pageti* SCHLICKUM & STRAUCH aus den Deckschichten der rheinischen Braunkohle.

Die seit dem Altpleistozän bekannte, gegenwärtig seltene Schnecke lebt in Seggen- und Schilfgesellschaften.

***Gastrocopta (Albinula) rhenana* n. sp.**

(Abb. 6 und 7)

Diagnose: Eine für die Untergattung *Albinula* mittelgroße Art von eiförmiger Gestalt, auffallend kräftiger Mündungsarmatur, mit wappenschildförmiger Mün-



Abb. 6. *Gastrocopta (Albinula) rhenana* n. sp., H. = 2,90 mm, Br. = 1,70 mm, Mündungshöhe 1,00 mm; Schicht 3. SMF 256098. (Phot. R. ALBERT)



Abb. 7. Wie Abb. 6, seitlich. (Phot. R. ALBERT)

dungswand; der kleinere Zipfel der Angular-Parietallamelle nicht endständig, parallel zur oberen Palatalfalte stehend.

Beschreibung: Gehäuse eiförmig, mit stumpfem Apex und $5\frac{1}{2}$ mäßig gewölbten Umgängen; Oberfläche fast glatt, nur undeutlich und unregelmäßig gestreift; Endwindung mit schwachem Nackenwulst, dahinter eingedrückt, unten fast kielförmig, geritz genabelt; Mündung eng, im Gesamtumriß oval, nach unten verjüngt, oben stark hochgezogen und eine wappenschildförmige Platte bildend; Mundränder verbunden; Mundsaum dünn und kaum umgeschlagen; Mündung mit vereinigter Angular-Parietallamelle, deren kleinerer Zipfel etwas über der Mitte ausschert und eine waagerechte Stellung einnimmt; Columellarlamelle stark abwärts gerichtet, mit einer tropfenförmigen Verdickung auslaufend; Basalfalte schwach; 2 auf einem Kallus stehende kräftige Palatalfalten.

Maße des Holotypus: H = 2,90 mm; Br = 1,70 mm; Höhe der Mündung = 1,00 mm.
Stratum typicum: Humoser Ton im Hangenden der miozänen Kalke. Oberes Pliozän s.l.

Locus typicus: Steinbruch der Portland-Zementwerke in Mainz-Weisenau.

Material: Holotypus SMF 256098 (Senckenberg-Museum, Frankfurt a.M.); 2 Paratypen Sammlung GEISSERT.

Ableitung des Namens: Nach dem nahe am Rhein gelegenen Fundort.

Bemerkungen und Beziehungen: Die Untergattung *Albinula* ist in Mitteleuropa nur aus dem Tertiär bekannt. Aus dem Oberen Pliozän sind drei Arten beschrieben (WENZ 1923), wovon zwei in näherer Beziehung zu *G. rhenana* stehen, nämlich: *G. (A.) acuminata fossanensis* SACCO aus dem norditalienischen Pliozän (Fossano) sowie aus den Deckschichten der rheinischen Braunkohle (Frechen und Grube Fortuna) und *G. (A.) turgida quatuordentata* (SACCO), ebenfalls aus Fossano. Letztere kann anhand der von SACCO gegebenen Abbildung (T. VI) und Diagnose für einen weiteren Vergleich ausscheiden.

Für *G. acuminata fossanensis* liegen die neueren Untersuchungen von SCHLICKUM & STRAUCH vor, die auch das italienische Originalmaterial eingesehen haben. In zuvorkommender Weise hat Herr Dr. R. JANSSEN den Vergleich der Weisenauer Belege mit einer Serie von 46 Gehäusen aus dem Tagebau Frechen ermöglicht. Von dieser Serie sind 12 Stücke für eine Untersuchung der Mündungsarmatur geeignet. Sie zeigen, im Gegensatz zu den Weisenauer Gehäusen, mehr oder minder deutlich verbundene Mundränder, schwach hochgezogene Mündungen, die meist eine rundliche, ausnahmsweise quadratische Gestalt besitzen; die Verbindung der Mundränder erfolgt mittels einer schwach gebogenen oder geraden Leiste.

Die zum Vergleich mit Weisenau verwertbaren rheinischen Exemplare sind, was die Mündungsarmatur betrifft, recht variabel, manchmal sogar mit verlöschenden Merkmalen (SCHLICKUM & STRAUCH weisen auf die kräftigere Bezahnung der rheinischen Stücke gegenüber dem Originalmaterial hin); die Basalfalte ist noch schwächer entwickelt; die Columellarlamelle steht waagerechter; die beiden Zipfel der Angular-Parietallamelle sind endständig und stehen senkrecht zur Apertur. Die rheinische Form besitzt außerdem einen etwas offeneren Nabel, welcher eher stichförmig ausgebildet ist.

Insgesamt sind die besonderen Merkmale bei den Weisenauer Belegen so deutlich ausgebildet, daß von einer Einbeziehung in die „Sammelart“ *acuminata* Abstand genommen werden muß.

Succinea (Succinella) oblonga DRAPARNAUD

Drei juvenile Stücke zeigen unverkennbar die Artmerkmale der gegenwärtig und pleistozän häufigen Art, die auch im Pliozän mehrfach nachgewiesen ist.

Limax sp. s.l.

Von Nacktschnecken, *Limax* sp., liegen zwei kleinere Gehäuseplatten vor, die je zu einer Art gehören dürften.

Triptychiidae NORDSIECK 1976; *Triptychia* sp.

Ein mit breiten und dichtstehenden Rippen versehenes Windungsfragment ist, anhand der Größenverhältnisse, eher einer *Triptychia* als einer *Clausilia* s.l. zuzuordnen. Aus dem rheinischen Pliozän sind bisher zwei Arten dieser ausgestorbenen Gattung von drei Fundstellen bekanntgeworden, jedoch nicht aus der arten- und individuenreichen Fauna der Deckschichten der rheinischen Braunkohle.

Helicigona (Helicigona) schwarzbachi SCHLICKUM & STRAUCH

Gefunden wurde die Oberseite mit drei Windungen und dem Kielansatz. Ein Vergleich mit Material aus dem Pliozän von Sessenheim und den Abbildungen von SCHLICKUM & STRAUCH (1970, Taf. 12 Fig. 15 und 20) erlaubt die Zuweisung zu der aus den Deckschichten beschriebenen Art.

cf. *Frechenia (Germandia) nayliesi* – (MICHAUD)

1971 *Frechenia (Clairiella) nayliesi* – SCHLICKUM & STRAUCH 1971.

1979 *Frechenia (Germandia) nayliesi* SCHLICKUM & STRAUCH 1979.

Ein gebändertes Fragment könnte, nach Vergleichen mit Sessenheimer Belegen, zu dieser im Pliozän jetzt mehrfach bekannten Art gehören.

2.3. Bemerkungen zur Fundschicht – Stratigraphie

Es handelt sich im wesentlichen um eine autochthone Fauna (17 Wasser- und 8 Landmollusken) aus einem Stillwasserbereich mit reichlichem Pflanzenbewuchs, worauf besonders die kleineren Planorbiden, die Valvaten sowie die Form des *Viviparus* hinweisen. In dieses Bild passen auch die meisten der Landmollusken (*Carychium*, *Vertigo*, *Gastrocopta*, *Succinea*), die aus dem sumpfigen Uferbereich stammen und deren rezente Vergleichsarten sich oft auf schwimmenden Pflanzenteilen finden. Nur gelegentlich, und wahrscheinlich bereits in schlechtem Erhaltungszustand, kamen die wenigen Reste von Bewohnern waldähnlicher Bestände zur Ablagerung. Aus diesen Gründen, nebst der Tatsache, daß nur verhältnismäßig kleine Sedimentproben untersucht werden konnten, erklärt sich die geringe Artenzahl in der untersuchten Fundschicht, im Vergleich zu den über längere Zeiträume und intensiv besammelten Fundstellen der Deckschichten der rheinischen Braunkohle oder den pliozänen Ablagerungen von Sessenheim im Elsaß.

Bezüglich der Beziehungen zwischen den bisher bekannten pliozänen Fundschichten des rheinischen Raumes, lassen sich, wie bereits eingangs erwähnt, gemeinsame Züge neben einigen Überschneidungen und genügend markante Unterscheidungsmerkmale erkennen. Leider müssen nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand über die Weisenauer Molluskenfauna einige schlecht erhaltene oder nur mit den entsprechenden Vorbehalten bestimmbar Fossilien, wie z. B. *Planorbarius*, *Triptychia* sp., *Frechenia* cf. *nayliesi*, für verwertbare Vergleichsmöglichkeiten ausscheiden.

Allem voran zu erwähnen ist das Auftreten der zu einer im Tertiär ausgestorbenen Gattung gehörenden *Nystia gruenewaldi* SCHLICKUM in den rheinischen Deckschichten und in Weisenau. Weitere Beziehungen zwischen diesen beiden Fundstellen ergeben sich durch folgende, nur aus dem Tertiär bekannte Mollusken:

- Gastrocopta (Albinula) acuminata* bzw. *G. rhenana* n. sp.
- Gyraulus bachmayeri* SCHLICKUM & STRAUCH
- Helicigona schwarzbachi* SCHLICKUM & STRAUCH
- Valvata piscinaloides* MICHAUD
- Valvata marginata* MICHAUD

Die drei letzten Arten sind ebenfalls bei Sessenheim gefunden worden, zusammen mit einer zuvor nur aus Burgund und Südfrankreich bekannten *Gastrocopta (Albinula) dupuyi* (MICHAUD) (SCHLICKUM & GEISSERT 1980). Von den erwähnten Valvaten, die seit langer Zeit (MICHAUD 1855, 1862) bekannt sind, wurden bisher außerpliozäne Funde nicht beobachtet.

Im Oberpliozän von Cessey-sur-Tille (SCHLICKUM 1975) fehlt bereits *Valvata marginata* und es tritt dort die rezente *Valvata cristata* O. F. MÜLLER zum ersten Male auf; so ebenfalls im „allerobersten Pliozän“ von Montagny-les-Beaune in Burgund (SCHLICKUM & PUISSÉGUR 1978), wo auch noch *Valvata piscinaloides* vorkommt.

Es kann daher für die zum Vergleich herangezogenen rheinischen Fundschichten, nämlich den Deckschichten der rheinischen Braunkohle, den Mollusken aus den Bohrungen Philippsburg und Rastatt, dem Sessenheimer Pliozän und einer kleinen Fauna aus einer Bohrung innerhalb des Straßburger Stadtgebietes, aus rein paläontologischen Erwägungen heraus nur ein – allgemein gefaßtes – oberpliozänes Alter in Frage kommen.

Zu dem gleichen Ergebnis kommt NORDSIECK (1981), wobei seine auf der Entwicklung der Clausilien fußenden Ergebnisse eine feinere Einstufung gestatten und, nach den südfranzösischen Vorkommen, folgende Reihenfolge in Betracht gezogen werden kann: 1. Die Deckschichten der rheinischen Braunkohle, 2. Sessenheim und (mit dem gemeinsamen Vorkommen von *Clausilia baudoni baudoni* MICHAUD) die Fundstelle Straßburg, 3. die zuvor erwähnte Fundstelle von Cessey-sur-Tille.

Über diese Reihenfolge besteht weitgehende Übereinstimmung unter den Paläontologen, jedoch nicht bezüglich des genauen Alters, vor allem was die Fauna von Sessenheim betrifft. Für die Fauna der Deckschichten der rheinischen Braunkohle nehmen SCHLICKUM & STRAUCH (1979) ein mittel- bis oberpliozänes Alter an, eine Ansicht, die hier nicht zur Diskussion stehen soll, da man durchaus für den Begriff „Oberpliozän“ eine Übereinstimmung erzielen kann. Hinsichtlich des Alters der Fauna von Sessenheim konnten die Autoren (SCHLICKUM & GEISSERT 1980) sich nicht einig werden. SCHLICKUM trat wohl für ein etwas jüngeres Alter als das der Deckschichten ein, wollte aber diese Fauna älter als „Endpliozän“ einstufen, und zwar mit Hinweis auf die wohl jüngeren Faunen von Cessey-sur-Tille und Montagny-les-Beaune. Nach GEISSERT ist jedoch ein endpliozänes Alter anzunehmen, und zwar „jünger als Reuverium in engeren Sinne und älter als die eigentlichen plio-pleistozänen Grenzsichten“ (GEISSERT &

MENILLET 1976). Ohne Bezugnahme auf die paläontologischen Aspekte wurde neuerdings sogar die Sessenheimer Fauna – mithin ebenfalls die Mollusken aus den Bohrungen Rastatt und Philippsburg – als „Quartär“ eingestuft (BARTZ 1982), da die molluskenführenden Sedimente alpine Schwerminerale führen und deshalb ein pliozänes Alter dieser Fundschichten nicht in Frage kommen soll. Für Endpliozän der entsprechenden Sessenheimer Schichten sprechen aber nicht nur die Mollusken, sondern ebenfalls das gleichzeitige Vorkommen des Mastodonten *Mammuth borsoni* (HAYS) zusammen mit Pflanzenresten, welche die plio-pleistozäne Grenze nicht überschritten haben (GEISSERT 1972, 1979).

Die vorhergehenden Erörterungen waren notwendig, um zur Frage der genaueren Einstufung der Weisenauer Fundschicht zu kommen, da sich zwangsläufig auch hier die gleichen Probleme stellen müssen. Wie bereits dargelegt, gehören die meisten Komponenten der Weisenauer Fauna entweder zu ausschließlich tertiären Arten oder zu gegenwärtig noch lebenden Mollusken, von welchen Funde aus dem Pliozän mehrfach bekannt sind. Eine Ausnahme machen zwei Arten, und zwar:

1. *Vertigo moulinsiana* DUPUY an Stelle der ebenfalls zur „moulinsiana-Gruppe“ gehörenden pliozänen Arten *Vertigo lozeki* SCHLICKUM & PUISSÉGUR (1978) aus Montagny-les-Beaune und *Vertigo pageti* SCHLICKUM & STRAUCH (1979) aus den rheinischen Deckschichten.

2. *Carychium mariae* PAULUCCI, die bisher nur rezent aus Norditalien bekannt und nach SCHLICKUM & STRAUCH möglicherweise als ein Nachfahre von *Carychium schlickumi schlickumi* STRAUCH aus den rheinischen Deckschichten zu betrachten ist. Auch im „allerobersten Pliozän“ von Montagny-les-Beaune tritt die sehr variable Art *Carychium schlickumi* in einer Unterart, *C. schlickumi montagnyense* STRAUCH, auf.

Merkwürdigerweise fehlen, bei sonst recht vielen Übereinstimmungen, die Carychiden der rheinischen Deckschichten im Pliozän von Sessenheim, wo ausschließlich die auch sonst im französischen Pliozän häufige Art *Carychium (Saraphia) pachytilus* SANDBERGER in großer Zahl auftritt.

Die Fauna von Weisenau ist, nach den vorliegenden Ergebnissen zu urteilen, jünger als die Faunen der Deckschichten der rheinischen Braunkohle und des Sessenheimer Pliozäns; sie kann deshalb dem obersten Pliozän, nahe der plio-pleistozänen Grenze, zugewiesen werden.

3. Mollusken aus der Fundschicht 8 (Jüngster Ton)

3.1. Wassermollusken

Lymnaea stagnalis (LINNÉ), 2 juvenile Exemplare
Planorbis planorbis (LINNÉ), häufig und viele Fragmente
Anisus septemgyratus (ROSMAESSLER), 1 schlecht erhaltenes Stück
Anisus leucostomus (MILLET), 3 vollständige Exemplare
Segmentina nitida (O. F. MÜLLER), 1 gut bestimmbares Exemplar
Planorbarius corneus (LINNÉ), 1 Embryonalwindung

3.2. Landmollusken

Vallonia cf. *costata* (O. F. MÜLLER), mehrere Gehäuse, stark abgerieben und mit unvollständigen Mündungen

Succinea cf. *putris* (LINNÉ), 1 Exemplar mit den oberen Windungen

Discus sp., nur ein Windungsfragment

Limax sp. s.l., häufige Gehäuseplatten von zwei Nacktschneckenarten; die häufigsten Fossilien dieser Fundschicht

Clausiliinae, Fragmente einer gerippten Art, ähnlich wie bei *Clausilia pumila* C. PFEIFFER

Helicodonta obvoluta (O. F. MÜLLER), 1 Mündung

3.3. Bemerkungen zur Fauna

Diese Faunula hat ein vollständig quartäres Gepräge. Stratigraphisch verwertbare Arten fehlen, nur *Anisus septemgyratus* ist im Untersuchungsraum aus alt- bis mittelquartären Ablagerungen bekannt. Als Klimaanzeiger weist *Helicodonta obvoluta* auf mindestens waldähnliche Verhältnisse hin. Die Art wird z. B. von LOZEK (1964) als bezeichnendes Element der Warmzeiten interpretiert.

4. Mollusken aus der Fundschicht 5 (Hochflutlehm)

Kurz vor Abschluß dieser Untersuchungen hat sich ebenfalls die Schicht Nr. 5 als fündig erwiesen. Es konnte eine umfangreiche Probe untersucht werden, jedoch nur mit einem sehr geringen Erfolg, da die nicht allzu seltenen Fossilien nur aus Steinkernen mit wenig anhaftenden Schalenresten bestehen und ohnehin in den meisten Fällen bereits als Fragmente abgelagert wurden. Bei den wenigen ganzen Exemplaren sind zudem Verformungen durch Gesteinsdruck oder Verdriftung im Sediment eingetreten. Auch das vollständige Ausschlämmen der Probe erbrachte nicht ein einziges Fragment, eine sonst seltene Erscheinung in molluskenführenden Sedimenten.

Mit den nötigen Vorbehalten können für diese Fundschicht erwähnt werden:

Succinea sp., ähnlich der *S. putris* (LINNÉ)

Aegopinella sp., von der Größe der *A. nitidula* (DRAPARNAUD)

Azeca sp., wahrscheinlicher als *Cochlicopa* sp.

Trichia (?) sp., von der Größe der *Trichia hispida*

Von diesen Resten lassen sich weder ökologische noch stratigraphische Aussagen herleiten. Wenn sich die Bestimmung von *Azeca* sp. als richtig erweisen sollte, wäre an eine klimagünstige Phase zu denken.

5. Mollusken aus den angelagerten Sanden (Schicht 7)

5.1. Wassermollusken

Valvata (*Atropidina*) *pulchella* STUDER, 3 ×

Valvata (*Valvata*) *crystata* O. F. MÜLLER, 2 ×

Planorbis planorbis (LINNÉ), häufig

Anisus leucostomus (MILLET), 5 ×

Bathymphalus contortus (LINNÉ), 1 ×

Armiger crista (LINNÉ) in der Form *cristatus*, 2 ×
Gyraulus laevis (ALDER), 5 ×
Segmentina nitida (O. F. MÜLLER), Kümmerform, 2 ×
Lymnaea stagnalis (LINNÉ), Kümmerform und juvenile Stücke, 8 ×
Galba (Galba) truncatula (O. F. MÜLLER), 2 ×

5.2. Landmollusken

Carychium minimum (O. F. MÜLLER), 35 ×
Cochlicopa sp., 2 Gehäusespitzen
Vertigo (Vertilla) angustior JEFFREYS, 1 ×
Vertigo (Vertigo) antivertigo (DRAPARNAUD), 13 Gehäuse einer sechszähligen, plumpen Kleinform
Vallonia pulchella pulchella (O. F. MÜLLER), 30 × und Fragmente
Succinea (Succinella) oblonga DRAPARNAUD, 10 × und Fragmente
Discus sp., 1 Bruchstück einer kräftig gerippten und kiellosen Art
Oxychilus sp., 2 nicht weiter bestimmbare Bruchstücke
Limax s.l., über 100 zu zwei Arten gehörende Gehäuseplatten
Clausilia pumila C. PFEIFFER, Mündungen, Spitzen und viele Fragmente, das häufigste Fossil der Fundschicht
Trichia sp., einige Fragmente mit deutlichen Haargruben und gekielten Umgängen, nicht näher bestimmbar
Helicodonta obvoluta (O. F. MÜLLER), 1 Mündung und bestimmbare Fragmente
Helicigona (Helicigona) lapicida (LINNÉ), bestimmbare Fragmente
Perforatella (Monachoides) incarnata (O. F. MÜLLER), Fragmente
Cepaea cf. *nemorialis* (LINNÉ), nur Fragmente, einige mit der für diese Art bezeichnenden Bänderung

5.3. Bemerkungen zur Fauna

Die Zusammensetzung der Wasserfauna sowie die vielen Kümmerformen weisen auf Verhältnisse hin, wie sie in Wiesen- und Waldsümpfen vorherrschen. Besonders sorgfältig wurden die zu *Gyraulus laevis* gestellten Gehäuse untersucht, um eine Verwechslung mit der vorwiegend kaltzeitlichen Art *Gyraulus rossmaessleri* AUERSWALD zu vermeiden.

Unter den Landmollusken fehlen die Arten der waldlosen Landschaft, wie z. B. *Pupilla*-Arten, *Vallonia costata* u. ä., die sonst in kaltzeitlichen Ablagerungen oder deren Randphasen massenhaft auftreten. Dagegen finden sich einige anspruchsvollere Waldarten, wie z. B. *Helicodonta obvoluta*, *Helicigona lapicida*, *Perforatella incarnata*. Bezeichnenderweise ist *Vallonia pulchella* die einzige Art dieser Gattung in dieser Vergesellschaftung.

Die in dieser Fundschicht häufigste Schnecke, *Clausilia pumila*, lebt in feuchten Wäldern und Erlenbrüchen und findet sich fast immer in quartären Ablagerungen zusammen mit der gegenwärtig in nordöstlichen Bereichen vorkommenden *Perforatella bidentata* (GMELIN), eine klimatisch wenig anspruchsvolle Schnecke, deren Reste sich nicht nur in randlichen Abschnitten der Kalt- oder Warmzeiten, sondern sogar in lößähnlichen Ablagerungen finden können, wie z. B. in einem Schwemmlöß im Liegenden der Mosbacher Sande (GEISSERT 1970). Das Fehlen von *P. bidentata* in dieser Fundschicht kann nicht auf der Zufälligkeit der Aufsammlung beruhen, da gerade deren leicht erhaltungsfähige Mündungsteile in entsprechenden Sedimenten überaus häufig auftreten. Auch dieses Faktum spricht in indirekter Weise für eine unter warmzeitlichen Bedingungen erfolgte Entste-

hung dieser Fundschicht. Leider fehlen stratigraphisch verwertbare Arten, so daß keine Schlüsse zur Klärung der Altersfrage hergeleitet werden können.

6. Zusammenfassung

Aus plio- und pleistozänen Deckschichten im Steinbruch Mainz-Weisenau konnten vier Fundschichten mit Mollusken untersucht werden. Die ältere Fundschicht (Nr. 3) muß anhand ihrer Fossilführung, und nach dem Stand der gegenwärtigen Kenntnisse, in das jüngste Pliozän gestellt werden. Die vorherrschende Art, die Wasserschnecke *Nystia* (*Nystia*) *gruenewaldi* SCHLICKUM, ist bisher nur aus den Deckschichten der rheinischen Braunkohle sowie aus einer Bohrung im Rheintal bei Karlsruhe bekanntgeworden. Überraschenderweise ist die ebenfalls zahlreich belegte Gattung *Carychium* nicht durch eine der bisher im Pliozän des näheren und weiteren Untersuchungsraumes festgestellten, ausgestorbenen Arten vertreten, sondern durch eine Form, die der rezenten, in Italien lebenden Art *Carychium* (*Seraphia*) *mariae* PAULUCCI anzuschließen ist. Es fanden sich weiterhin drei Gehäuse einer bisher unbekanntenen *Gastrocopta*, *G.* (*Albinula*) *rhenana*.

Für die im „Jüngeren Ton“ (Schicht Nr. 8) gefundenen Mollusken ist nur im beschränkten Umfange eine Aussage möglich, da die meisten Belege zu schlecht erhalten sind und die mit einiger Sicherheit bestimmbareren Gehäuse ausschließlich zu gegenwärtig noch lebenden Arten gehören. Mit einigen Vorbehalten kann man auf eine quartäre Fauna aus einer gemäßigten Klimaphase schließen. Das gleiche gilt für die Fundschicht Nr. 5, in welcher die Erhaltung noch schlechter als in der vorigen ist.

Ganz eindeutig quartär ist die unterhalb der Schicht 8 entnommene arten- und individuenreiche Molluskenfauna (Fundschicht Nr. 7), die mit Sicherheit auf einen verhältnismäßig günstigen Klimaabschnitt hinweist. Zur genauen zeitlichen Einstufung kann auch diese Fauna nicht beitragen, da alt- oder mittelquartäre Leitarten fehlen.

7. Schriftenverzeichnis

- BARTZ, J. (1982): Quartär und Jungtertiär II im Oberrheingraben im Großraum Karlsruhe. – Geol. Jb., **A 63**: 3–257, 28 Abb., 8 Tab., 2 Taf.; Hannover.
- FREUDENTHAL, M., MEIJER, T., & MEULEN, A. J. VAN DER (1976): Preliminary report on a field campaign in the continental Pleistocene of Tegelen (The Netherlands). – Scr. Geol., **34**: 1–27; 7 Abb., 2 Taf.; Leiden.
- GEISSERT, F. (1970): Mollusken aus den pleistozänen Mosbacher Sanden bei Wiesbaden (Hessen). – Mainzer naturwiss. Arch., **9**: 147–203. 1 Abb., 18 Fig.; Mainz.
- (1972): Neue Untersuchungen im Pliozän der Hagenauer Umgebung (nördliches Elsaß). – Mainzer naturwiss. Arch., **11**: 191–221, 1 Abb., 8 Taf.; Mainz.
- (1979): Caractéristiques paléobotaniques du Pliocène et du Quaternaire en Basse-Alsace. – Bull. Ass. Fr. Et. Quat., **61**: 159–169, 2 Taf.; Paris.
- & MÊNILLET, F. (1976): Notice explicative Carte géol. No. 199/169, Seltz–Wissembourg: 1–60, 4 Tab.; Orléans.

- & FARJANEL, G. (1976): Les alluvions rhénanes plio-quaternaires dans le département du Bas-Rhin. – Bull. Sci. géol., **29** 2: 121–170, 3 Abb., 15 Tab.; Strasbourg.
- LOŽEK, V. (1964): Quartärmollusken der Tschechoslowakei. – Verh. tschechoslov. Akad. Wiss., **31**: 91 Abb., 12 Taf.; Praha.
- MICHAUD, G. (1855): Description des coquilles fossiles découvertes dans les environs de Hauterives (Drôme). – Act. Soc. linn. Lyon, **2**: 33–64, 3 Taf.; Lyon.
- (1862): Étude sur les coquilles fossiles des environs de Hauterives (Drôme). – J. Conch., **10**, 58/85, 2 Taf.; Paris.
- MÜNZING, K. (1981): Pliozäne Mollusken aus der Umgebung von Rastatt und Philippsburg (Oberrheingraben, Baden-Württemberg). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F., **63**: 151–156, 1 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- NORDSIECK, H. (1974): Fossile Clausilien, II. Clausilien aus dem O-Pliozän des Elsaß. – Arch. Moll., **104**: 29–39, 9 Abb., 1 Taf.; Frankfurt a. M.
- (1976): Fossile Clausilien, III. Clausilien aus dem O-Pliozän des Elsaß, II (mit Bemerkungen zur systematischen Stellung von *Triptychia*). – Arch. Moll., **107**: 73–82, 2 Abb., 2 Taf.; Frankfurt a. M.
- (1981): Neue Taxa europäischer Clausilien, II. – Arch. Moll., **111**: 63–95, 11 Abb., 3 Taf.; Frankfurt a. M.
- (1981): Die posteoziänen tertiären Clausilien Mittel- und West-Europas. – Arch. Moll., **111**: 97–114, 1 Abb., 3 Tab.; Frankfurt a. M.
- SACCO, F. (1897): I Molluschi dei terrani terziarii del Piemonte e della Liguria, **22**, 6 Taf.; Torino.
- SCHLICKUM, W. R. (1970): Zur Gattung *Nystia* TOURNOUËR. – Arch. Moll., **100**: 89–94, 1 Taf.; Frankfurt a. M.
- (1975): Die oberpliozäne Molluskenfauna von Cessey-sur-Tille (Dép. Côte d'Or). – Arch. Moll., **106**: 47–79, 3 Taf.; Frankfurt a. M.
- & GEISSERT, F. (1980): Die pliozäne Land- und Süßwassermolluskenfauna von Sessenheim/Krs. Hagenau (Unterelsaß). – Arch. Moll., **110**: 225–259, 5 Taf.; Frankfurt a. M.
- & PUISSÉGUR, J. J. (1977): Die Molluskenfauna des Altpleistozäns von St. Bernard (Dép. Côte d'Or). – Arch. Moll., **107**: 273–283, 1 Taf.; Frankfurt a. M.
- (1978): Die Molluskenfauna der Schichten mit *Viviparus burgundicus* und *Pyrgula nodotiana* von Montagny-les-Beaune (Dép. Côte d'Or). – Arch. Moll., **109**: 1–26, 2 Tab.; 3 Taf.; Frankfurt a. M.
- & STRAUCH, F. (1970): Fossile Arten der Gattungen *Soosia* P. HESSE und *Helicigona* RISSO. – Arch. Moll., **100**: 165–177, 1 Abb., 2 Taf.; Frankfurt a. M.
- (1971): Zwei neue Landschnecken-gattungen aus dem Neogen Europas. – Arch. Moll., **102**: 71–76, 2 Taf.; Frankfurt a. M.
- (1979): Die Land- und Süßwassermollusken der pliozänen Deckschichten der rheinischen Braunkohle. – Abh. senckenb. naturforsch. Ges., **536**: 1–144, 11 Taf.; Frankfurt a. M.
- STRAUCH, F. (1977): Die Entwicklung der europäischen Vertreter der Gattung *Carychium* O. F. MÜLLER seit dem Miozän (Mollusca: Basommatophora). – Arch. Moll., **107**: 149–193, 5 Abb., 8 Taf.; Frankfurt a. M.
- ZILCH, A. (1959–1960): Euthyneura. – In W. WENZ: Gastropoda, Handb. Paläozool., **6**, T. 2 Lfg. 1–4, 834 S., 2515 Abb.; Berlin-Nikolassee.

Geol. Jb. Hessen	111	S. 93–153	10 Abb.	6 Tab.	6 Taf.	Wiesbaden 1983
------------------	-----	-----------	---------	--------	--------	----------------

Stratigraphie und Fazies des kondensierten Oberdevon-Profiles „Diana“ nördlich Oberscheld

(Conodonten- und Ostracoden-Biostratigraphie, hohes Mitteldevon bis tiefes
Unterkarbon, Dillmulde, Rheinisches Schiefergebirge)

Von

WERNER BUGGISCH, ARNOLD RABIEN und GERNOT HÜHNER*

Kurzfassung: In der Mittleren Eibacher Spezialmulde der SW-Dillmulde wurden beim ehemaligen Roteisenstein-Tagebau Diana die Gesteinsfolgen aufgenommen, biostratigraphisch eingestuft und faziell untersucht.

Die Dillenburger Schichten überlagern eine mehrere hundert Meter mächtige vulkanische Schwelle, deren Oberkante von einem submarinen, effusiven Spilit mit Pillowabsonderung und Roteisensteinlinsen gebildet wird. Die unteren 2,5 m der Dillenburger Schichten (= Profil D) lassen sich nach Conodonten als *disparilis*- und Unterste *asymmetricus*-Zone, nach Ostracoden als *torleyi*-Zone datieren, sie beginnen also mit der Unteren Adorf-Stufe an der Basis des Unteren Oberdevons (Frasnum) bisheriger stratigraphischer Auffassung. Sofern die Untergrenze der Unteren *asymmetricus*-Zone als Mittel-/Oberdevon-Grenze international verbindlich festgelegt wird, gehört das *Pharciceras* führende Profil Diana D ganz zur Oberen Givet-Stufe; die Dillenburger Schichten werden zu Mittel-/Oberdevon-Grenzschichten. Die Obergrenze der Dillenburger Schichten liegt im Grenzbereich Obere *asymmetricus*-Zone/*Ancyrognathus-triangularis*-Zone; Roteisenstein-Bänke und -Linsen der „Grenz-lager-Zone“ kommen von der Basis bis zum höchsten Teil der Dillenburger Schichten vor.

Die nur 2,3 m mächtigen Cephalopoden-Kalke im Hangenden der Dillenburger Schichten des Profils Diana C beginnen mit der *Ancyrognathus-triangularis*-Zone und enden mit der Unteren (bis Mittleren?) *costatus*-Zone; sie umfassen in stark reduzierter aber vollständiger Schichtenfolge den größten Teil des Oberdevons mit Ausnahme der tieferen Adorf-Stufe und der Wocklum-Stufe; sie dokumentieren damit einen Zeitraum von rd. 10 Ma. Die Mächtigkeiten nehmen von der Mittleren Adorf- bis zur Dasberg-Stufe stark ab: Mittlere bis Obere Adorf-Stufe ~ 140 cm, Nehden-Stufe ~ 70 cm, Hemberg-Stufe ~ 15 cm und Dasberg-Stufe ~ 5 cm. Die zeitäquivalenten tonig-sandigen Sedimente der Beckenfazies und die karbonatischen, auf einer Hochschwelle abgelagerten Sedimente der Riffazies in der SW-Dillmulde erreichen über 100mal größere Mächtigkeiten!

Im obersten Teil der Mittleren Adorf-Stufe ist in guter fazieller Ausbildung der Untere Kellwasserkalk eingeschaltet; er gehört nach Conodonten zur Unteren *gigas*-Zone; nach Ostracoden liegt er im Hangenden der *cicatricosa*-Zone und wird durch *Entomoprimitia nitida* charakterisiert: *nitida*-Zone des Unteren Kellwasserkalkes.

Bei einigen Fundschichten des Cephalopoden-Kalkes ergeben sich Datierungsschwierigkeiten, da Conodonten-Leitarten verschiedener Zonen gemeinsam auftreten. Entsprechend der unterschiedlichen faziellen Ausbildung der Fundschichten sind dafür verschiedene Ursachen verantwortlich: vorwiegend

* Prof. Dr. W. BUGGISCH, Geologisches Institut der Universität Erlangen-Nürnberg, Schloßgarten 5, 8520 Erlangen. Dr. A. RABIEN und Dipl.-Ing. G. HÜHNER, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden.

starke Kondensation, untergeordnet Umlagerungsvorgänge oder bei einzelnen Conodonten-Arten längere Lebenszeiten als bisher bekannt ist.

Mit Hilfe von Folienabzügen, die das gesamte Kalksteinprofil durchgehend erfassen, konnte die Fossilführung gut festgestellt werden. Nach der mikrofaziellen Auswertung der Folienabzüge wird angenommen, daß die Kalksteine, die nach chemischen Analysen überwiegend als tonige Kalksteine zu bezeichnen sind, aus feinkörnigen Karbonatschlämmen hervorgingen. Als zusätzliche Sedimentkomponente treten vorwiegend Kalkschalen planktonischer Faunenelemente hinzu. Ein submarines Relief (Becken- und Schwellen verschiedener Dimensionen auf der vulkanischen Schwelle) und unterschiedliche Diageneseabläufe führten zu differenzieller Kompaktion, syngenetischen Gleitvorgängen, Spaltenbildungen und Hartgründen. Die niedrigen mittleren Mangan-Gehalte von 427 ppm sind kennzeichnend für eine Schwellenposition der Cephalopoden-Kalke; der Untere Kellwasserkalk unterscheidet sich durch erhöhte Gehalte an Mangan (880 ppm) und organischem Kohlenstoff (0,62%).

Die litho- und biofaziellen Merkmale sprechen gegen eine Flachwasserfazies und für eine Ablagerung im aphotischen Tiefwasser. Diese paläogeographische Deutung trifft offenbar auch für alle bisher bekannten Profile des Oberschelder Schwellenkomplexes zu.

Die Devon/Karbon-Grenze liegt innerhalb der nur 50–60 cm mächtigen Hangenberg-Schichten (= Hangenberg-Schiefer mit Tuffiteinlagerungen), da das Liegende von Kalksteinen der *costatus*-Zone gebildet wird und die obersten 5 cm der Hangenberg-Schiefer der *triangulus-triangulus*-Zone, der obersten Conodonten-Zone des Unterkarbons I (*Gattendorfia*-Stufe), angehören. Die Hangenberg-Schichten des Profils Diana sind frei von Sandsteinen und erreichen weniger als $1/10$ der Mächtigkeit der zeitäquivalenten Beckensedimente; dies spricht für eine an der Wende Devon/Karbon noch andauernde, wahrscheinlich jedoch abgeschwächte Schwellenposition des Oberschelder Schwellenkomplexes.

Die submarinen Pillowlaven des Deckdiabases ergießen sich im tiefsten Teil der Liegenden Alaunschiefer an der Basis des Unterkarbons II (*crenulata*-Zone) über die Sedimente des Diana-Profiles, während S Oberscheld die submarinen Effusionen bereits im Unterkarbon I beginnen.

[Stratigraphy and facies of the condensed Upper Devonian Section "Diana" north of Oberscheld (Conodont and ostracod biostratigraphy, late Middle Devonian to Early Carboniferous, Dill Syncline, Rheinisches Schiefergebirge).]

Abstract: In the middle Eibach Special Syncline of the SW Dill Syncline a section with volcanic and calcareous rocks and shales is exposed at the old red ironstone open pit mine "Diana". The biostratigraphy and the facies of the strata will be described.

A several hundred meter thick volcanic rise with pillows of submarine effusive spilites and lenses of red ironstone at the top is covered by the Dillenburg Formation. Due to the conodonts the first 2,5 m of this formation are dated as *disparilis*-Zone and Lowermost *asymmetricus*-Zone and due to the ostracods as *torlevi*-Zone. Therefore, the sedimentation of the Dillenburg Formation begins during the Lower Adorf-Stage at the base of the Upper Devonian (Frasnian) of the prevailing conception. Provided that the Middle/Upper Devonian boundary is established at the beginning of the Lower *asymmetricus*-Zone by international convention, the *Pharciceras* containing Section "Diana D" ranks among the Upper Givetian-Stage. In this case, the Dillenburg Formation represents the Middle/Upper Devonian boundary strata. The top of the Dillenburg Formation corresponds to the boundary of the Upper *asymmetricus*-Zone/*Ancyrognathus triangularis*-Zone; beds or lenses of red ironstone of the "Grenzlager-Zone" are observed from the base to the top of the Dillenburg Formation.

The sedimentation of the just 2,3 m thick cephalopod limestone begins in the *Ancyrognathus asymmetricus*-Zone and ends in the Lower (to Middle?) *costatus*-Zone; most parts of the Upper Devonian are represented in this reduced but almost complete sequence. The thickness decreases very much from the Middle Adorf to the Dasberg-Stage due to condensation. Therefore, the major part belongs to the Adorf and Nehden-Stage (Middle to Upper Adorf-Stage ~ 140 cm, Nehden-Stage ~ 70 cm, Hemberg Stage ~ 15 cm, Dasberg-Stage ~ 5 cm). The time-equivalent clastic strata of the basinal facies and the limestones of the reef facies are more than hundred times thicker.

During the uppermost Middle Adorf-Stage the Lower Kellwasser Limestone is intercalated in its typical facies; it is equivalent to the Lower *gigas*-Zone of the conodont chronology; according to ostracods this black limestone was deposited after the *cicatricosa*-Zone and is characterized by *Entomoprimitia nitida*: *nitida*-Zone of the Lower Kellwasser Limestone.

In some samples the stratigraphic position was not quite evident because index fossils of different zones occur together. According to the differing facies of the samples the following reasons might be responsible: condensation or – secondarily – re-sedimentation and a longer life span of some conodonts as known hitherto.

Peels were made of the complete limestone section. Microfacies and chemical analyses show that the impure limestones derive from fine-grained lime mud. Shells of planktonic organisms were deposited as an additional component. The submarine relief and the differing course of the diagenesis resulted in different compaction, syngenetic slumping, fissures and hard grounds.

The Mn-content (427 ppm) of the cephalopod limestones corresponds to the typical position of a submarine rise; the Lower Kellwasser Limestone is characterized by an increased content of Mn (880 ppm) and organic C (0,62%). All features of the sedimentation and the fauna are in contrast to a shallow water environment, but they are in accordance with deposition in aphotic deep water. This is in accordance with all known observations of cephalopod limestone sections of the Oberscheld Rise Complex.

The Devonian/Carboniferous boundary is situated within the 50 to 60 cm thick Hangenberg Formation. The limestones immediately below belong to the *costatus*-Zone, conodonts from the uppermost 5 cm of the Hangenberg Formation point to an age of the uppermost Carboniferous I (*triangulus-triangulus*-Zone, *Gattendorfia*-Stage). The Hangenberg Formation of the Section Diana does not contain sandstone and attains a thickness of only 1/10 of the basinal facies. This confirms the persistence of a swell position of the Oberscheld Rise Complex at the Devonian/Carboniferous boundary.

The Deckdiabase (effusive diabase) begins during the lowermost part of the “Liegende Alaunschiefer” at the base of the Lower Carboniferous II (*crenulata*-Zone).

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort	96
2. Geographische und geologische Lage	97
3. Erforschungsgeschichte	100
4. Benutzte Abkürzungen, Symbole und Zeichen	100
5. Profil Diana D	101
5.1. Das Liegende des Profils D	101
5.2. Schichtenfolge des Profils D	103
5.3. Fossilien und Biostratigraphie des Profils D	103
5.4. Zur stratigraphischen Stellung des Profils D und der Mittel-/Oberdevon-Grenze	106
6. Profilabschnitt Diana E	107
6.1. Schichtenfolge im Abschnitt E	109
6.2. Biostratigraphie und Tektonik im Abschnitt E	110
7. Profil Diana C	111
7.1. Stratigraphische Übersicht	112
7.2. Anmerkungen zur Profilbeschreibung	113
7.3. Schichtenfolge und Fossilführung	113
7.4. Fossilien und Biostratigraphie des Profils C	118
7.4.1. Zur Conodonten-Biostratigraphie	119
7.4.1.1. Allgemeine biostratigraphische Anmerkungen	119
7.4.1.2. Anmerkungen zu einzelnen Fundschichten	120
7.4.2. Zur Ostracoden-Biostratigraphie	124
7.4.3. Die übrigen Fossilien des Profils C	131
7.5. Zur Fazies und Geochemie der Karbonatgesteine des Profils C	134
7.6. Die Fossilführung des Profils Diana C im Vergleich zu Nachbargebieten und die paläogeographische Deutung des Biotops	143
8. Systematische Zusammenstellung der Fossilbestimmungen	145
9. Schriftenverzeichnis	148

1. Vorwort

Im Oberen Mitteldevon herrschte in dem Geosynklinalgebiet, in dem die Gesteinsfolgen der SW-Dillmulde abgelagert wurden, ein starker submariner Vulkanismus, der mehrere hundert Meter mächtige Tuffe und effusive bis subeffusive Laven förderte, die heute vorwiegend als Schalstein und als spilitische Diabase vorliegen (Givet-Adorf-Phase sensu H. HENTSCHEL 1970). Hierdurch entstanden starke Reliefunterschiede am Meeresboden mit Becken und Schwellen der verschiedensten Dimensionen. Diese morphologischen Unterschiede im Dilltrog sind die Ursache dafür, daß die jüngeren Sedimente auf engem Raum große Fazies- und Mächtigkeitsunterschiede aufweisen. Das trifft besonders auf die nähere und weitere Umgebung von Oberscheld zu, wo außerdem eine intensive Schuppentektonik die stratigraphische Erforschung erschwert.

Zur Klärung stratigraphischer, fazieller, paläogeographischer und tektonischer Fragen sind daher im Rahmen der geologischen Landesaufnahme auf den Bl. 5215 Dillenburg und 5216 Oberscheld von den Verfassern biostratigraphische Untersuchungen durchgeführt und z. T. bereits veröffentlicht worden (RABIEN 1970, BUGGISCH & RABIEN & HÜHNER 1978, 1980, 1981).

Den unmittelbaren Anlaß zu der vorliegenden Arbeit bildeten Neuaufschlüsse beim ehemaligen Tagebau der Roteisenstein-Grube Diana N Oberscheld. Hierdurch war es möglich, die Grenzschichten Mittel-/Oberdevon genauer zu erfassen und biostratigraphisch mit Hilfe von Conodonten und Ostracoden einzustufen (Abb. 1–3). Hauptobjekte der biostratigraphischen und faziellen Untersuchungen bildeten eine nur 2,3 m mächtige Folge von Cephalopoden-Kalken im Hangenden der Dillener Schichten und die Grenzschichten Devon/Karbon (Abb. 4 u. 7).

Es sollten folgende Fragen geklärt werden: Handelt es sich bei den geringmächtigen Sedimenten um vollständige oder lückenhafte Schichtfolgen?

Wurde die extreme Reduktion der Schichtmächtigkeiten durch zeitweise Nichtsedimentation oder Abtragungsvorgänge verursacht?

Durch wieviel Sediment und in welcher faziellen Ausbildung sind die einzelnen stratigraphischen Stufen vertreten?

Welche paläogeographischen Deutungen sind aufgrund der litho- und biofaziellen Merkmale möglich?

Arbeitsteilung: Die geologische Aufnahme der Profile und die Aufsammlung der paläontologischen und petrographischen Proben erfolgten durch RABIEN und HÜHNER. HÜHNER übernahm außerdem den Entwurf der Abbildungs- und Tabellenvorlagen, die Herstellung der Folienabzüge und die Zusammenstellung der systematischen Fossilliste und des Schriftenverzeichnisses. BUGGISCH bestimmte die Conodonten, wertete die Folienabzüge mikrofaziell aus und stellte die Fotos für die Taf. 1–6 her. RABIEN bestimmte die Ostracoden, Muscheln und einige andere Fossilien und verfaßte den größten Teil des Manuskriptes.

Danksagung: Die Autoren sind folgenden Personen für ihre Unterstützung bei den Untersuchungen zur vorliegenden Arbeit zu großem Dank verpflichtet (was außerdem an den jeweiligen Textstellen vermerkt ist): Priv.-Doz. Dr. K. BANDEL (Paläont. Inst. Erlangen) beurteilte die nicht näher bestimmbar Larvalstadien von Schnecken und Muscheln des Profils Diana D, Priv.-Doz. Dr. G. BECKER (Geol. Paläont. Inst. Frankfurt a. M.) führte vorläufige Bestimmungen von schwierig erhaltenen, nichttentmozoiden Ostracoden-Resten des Prof. D durch, FOR H. v. CARLOWITZ (Leiter des Forstamtes Dillenburg) ließ das wieder verschüttete Prof. C freilegen, Dr. C.-D. CLAUSEN (Geol.

Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld) bestimmte die Cephalopoden, Prof. Dr. E. FLÜGEL (Paläont. Inst. Erlangen) bestimmte nach Folienabzügen sessile Foraminiferen vom Typ *Wetheredella*, Dr. G. HENTSCHEL (HLfB) untersuchte röntgenographisch Tonschiefer- und Tuffitproben, Prof. Dr. H.-J. LIPPERT (HLfB) stellte Grubenaufnahmen zur Deutung der Überschiebungstektonik zur Verfügung, Prof. Dr. MEISL (HLfB) bestimmte einige Vulkanit- und Erzproben, Frau M. SCHRECKENBACH (HLfB) übernahm die Aufbereitung der Conodonten-Proben und das Auslesen des umfangreichen Mikrofossilmaterials, Dipl.-Min. G. STRECKER (HLfB) berechnete die Regressionsgerade und den Korrelationskoeffizienten zu Abb. 10, Dr. W. STRUVE und Prof. Dr. W. ZIEGLER (Forsch. Inst. Senckenberg, Frankfurt a. M.) gaben wertvolle Hinweise betr. neuester Literatur und biostratigraphischer Fragen und stellten paläontologisches Vergleichsmaterial zur Verfügung, Dipl.-Chem. G. THIELICKE (HLfB) und Mitarbeiter führten chemische Analysen von Gesteinsproben durch.

Belegmaterial: Das paläontologische und petrographische Belegmaterial sowie die Dünnschliffe, Dünnanschliffe und Folienabzüge werden in der paläontologisch-stratigraphischen und in der mineralogisch-petrographischen Sammlung des HLfB in Wiesbaden hinterlegt.

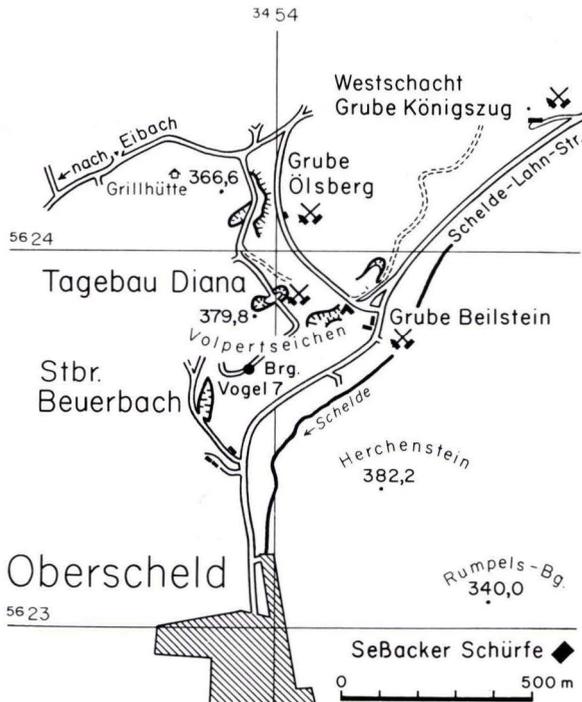


Abb. 1. Lage des Untersuchungsgebietes beim ehemaligen Tagebau Diana N Oberscheld; TK 25 Bl. 5216 Oberscheld. Maßstab 1:20 000.

2. Geographische und geologische Lage

Geographische Lage: Das Untersuchungsgebiet beim aufgelassenen alten Tagebau Diana liegt rd. 4 km ENE Dillenburg (Hauptbahnhof) und dicht N Oberscheld an der oberen SW-Seite eines steil eingeschnittenen rechten Nebentales der Schelde (Abb. 1; TK 25 Bl. 5216 Oberscheld). Die Gesteinsfolgen der in dieser Arbeit beschriebenen Profile Diana D, E und C sind an der Böschung der neu ausgebauten Forststraße NW und SE vom ehemaligen Tagebau aufgeschlossen (Abb. 2). Die

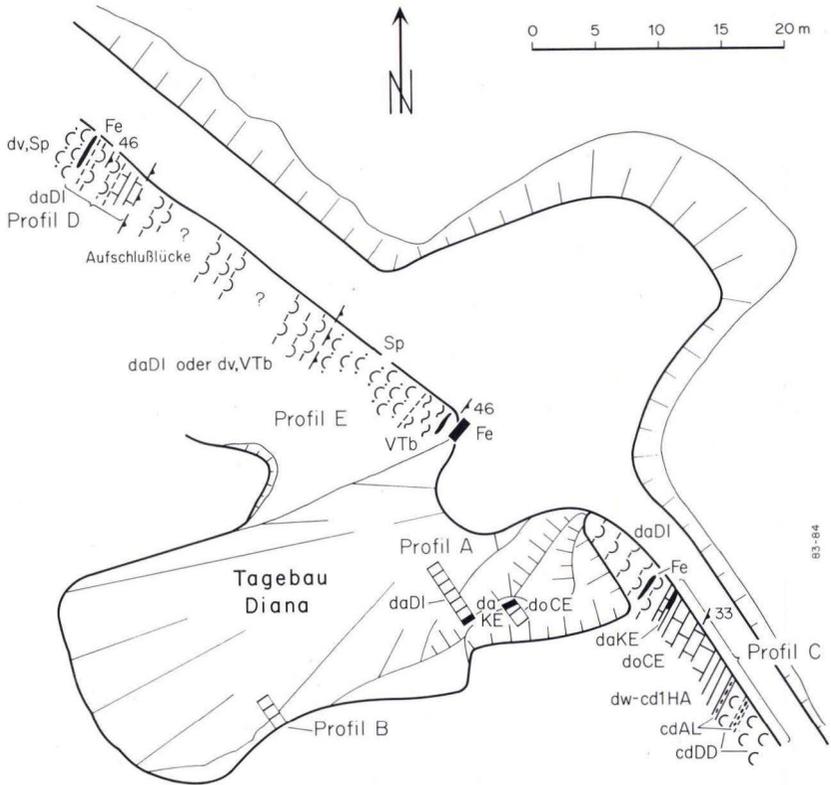


Abb. 2. Lage der Profile Diana D, E und C an der Böschung der Forststraße beim aufgelassenen Tagebau Diana. Innerhalb des verschütteten Tagebaus Profil A = östlicher Hauptschurf und Profil B = westlicher Nebenschurf von BUGGISCH et al. (1978: 92–99, Abb. 8).

Austrichbreite erstreckt sich von 90 m NNE P. 397,8 bis 80 m (nach TK 25 = 60 m) ENE P. 397,8. Die Schreibweise des Bergnamens wechselte in der Literatur und auf den Karten: Bei FROHWEIN (1885: 92) und LOTZ (1907: 71, Abb. 2) „Volbertseichen“, bei KAYSER (1907) auf der geol. Karte und in KAYSER & LOTZ (1907: 29) „Volpertsichen“ und auf den neueren Ausgaben der TK 25 „Volpertsichen“.

Geologische Lage: Tektonisch gehört das Untersuchungsgebiet zur Eibacher Mulde, einer der großen, langgestreckten Spezialmulden, die KEGEL (1934 a: 531–532, Abb. 1; 1934 b: 20, Taf. 3) am NW-Flügel der westlichen Dillmulde ausgeschieden und benannt hatte. Die vulkanischen und sedimentären Gesteinsfolgen entlang der Forststraße beim ehemaligen Tagebau Diana (zwischen den Höhenpunkten 366,6 und 379,8; Abb. 1) liegen auf dem NW-Flügel der Mittleren Eibacher Mulde sensu KREBS (1960 a: 227). Dieser Teil der Eibacher Mulde ist durch extrem reduzierte Sedimentmächtigkeiten im Oberdevon und tiefen Unterkarbon gekennzeichnet und weist einen intensiven Schuppenbau auf. So kommt es am NE-Hang des Volpertsichen zwischen den Gruben Ölsberg und Beilstein (Abb. 1) zu einer mehrfachen, von H.-J. LIPPERT in Grubenaufschlüssen und

übertage kartierten Wiederholung des Roteisensteinlagers, das im Grenzbereich Mittel-/Oberdevon hydrothermal-sedimentär gebildet wurde (Grenzlager-Zone sensu LIPPERT 1951: 9; s. auch KAYSER 1907 u. LIPPERT in RABIEN 1979: Abb. 20). Im ehemaligen Tagebau Diana wurde der Roteisenstein des Lagerzuges „Beuerbach – Diana – Volpertseichen – Elise“ abgebaut (FROHWEIN 1885: 92; KREBS 1960 a: 227, Abb. 1; 1960 b: 13, Abb. 2).

Stratigraphisch umfassen die Profile Diana D, E und C Gesteinsfolgen vom Grenzbereich Mittel-/Oberdevon bis zum tiefen Unterkarbon II (Abb. 2 u. 4). Das Liegende des Profils D besteht aus einer mehrere hundert Meter mächtigen Folge von Diabastuffen (= Givet-Schalstein) und spilitischen Diabasen. Bei den Spiliten unmittelbar unterhalb (= NW) vom Profil Diana D handelt es sich um mandelreiche Pillowlaven eines submarinen Ergusses, der im höchsten Teil geringmächtige Roteisenstein-Einlagerungen enthält. Mit den Dillenburger Schichten des Profils D (Abb. 3) beginnt die Untere Adorf-Stufe und damit das Untere Oberdevon (Frasnium) gemäß der bisherigen stratigraphischen Auffassung (s. dazu Kap. 5.4.). Die Roteisenstein-Linsen im Spilit und tiefsten Teil der Dillenburger Schichten des Profils D sind daher als Äquivalente des Roteisenstein-Grenzlagers anzusehen.

Aufgrund von Grubenaufnahmen ist nach mündl. Mitteilung von H.-J. LIPPERT anzunehmen, daß im tiefen, nicht aufgeschlossenen Bereich des Profilabschnittes E eine Überschiebung hindurchzieht und eine neue Schuppe einsetzt (Abb. 2 u. 4, Kap. 6.2.). Die Grenzlager-Zone dieser höheren Schuppe („Diana-Schuppe“) ist durch Roteisensteinbänke an der Basis und im höchsten Teil der Dillenburger Schichten repräsentiert. In der Mittleren Adorf-Stufe setzen die oberdevonischen Cephalopoden-Kalke des Profils Diana C ein, die in vorliegender Arbeit hauptsächlich beschrieben werden (Abb. 7).

Paläogeographisch gehört der Ablagerungsraum der Diana-Sedimente zum Oberschelder Schwellenkomplex, der durch mächtige submarine vulkanische Gesteinsfolgen im Oberen Mitteldevon und durch geringmächtige karbonatische Sedimente im Oberdevon ausgezeichnet ist. Aufgrund der biostratigraphischen und faziellen Untersuchungen ist anzunehmen, daß die oberdevonischen Cephalopoden-Kalke des Diana-Profiles auf einer vulkanischen Schwelle in einem tiefen Meeresbecken unterhalb des Flachwasserstockwerkes entstanden: Tiefschwelle sensu RABIEN (1956: 65–67, Abb. 2), KREBS (1960 b: 96–97; 1979: 132–133, Tab. 2, Abb. 5 von KREBS sowohl als „Tiefschwelle“ als auch als „volcanic seamount“ bezeichnet) und BUGGISCH et al. (1978: 107–108).

Im jüngsten Oberdevon und tiefsten Unterkarbon werden die pelagischen Kalksteine von den regional weitverbreiteten Hangenberg-Schiefern und Liegenden Alaunschiefern überlagert (Abb. 4 u. 7). Damit endet der lange, rd. 10 Ma (HARLAND et al. 1982: 18, 94) andauernde grundlegende fazielle Unterschied zwischen dem Oberschelder Schwellenkomplex und den umliegenden Beckengebieten. Eine noch andauernde Schwellenposition ist daran erkennbar, daß die tonigen Sedimente der Devon/Karbon-Grenzsichten im Diana-Profil eine stark reduzierte Mächtigkeit im Vergleich zu den zeitäquivalenten Beckenablagerungen haben und noch nicht $1/10$ von deren Mächtigkeit erreichen (RABIEN 1970 b: 241).

Den Abschluß des Diana-Profiles bilden die unterkarbonischen, einige hundert Meter mächtigen submarinen Ergüsse des Deckdiabases. Die oberdevonischen Cephalopoden-Kalke, die Hangenberg-Schichten und die tiefsten Liegenden Alaunschiefer, die zusammen nur rd. 3 m Mächtigkeit erreichen, bilden nur eine ganz schmale (in einer Gesamtprofilsäule maßstäblich kaum darstellbare) Sedi-
menteinlagerung zwischen den viele hundert Meter mächtigen vulkanogenen devonischen und unterkarbonischen Gesteinsfolgen der Mittleren Eibacher Mulde.

3. Erforschungsgeschichte

Die Erforschungsgeschichte, die Gesteinsfolge und die Biostratigraphie des geologischen Profils im aufgelassenen, fast vollständig verschütteten Tagebau Diana sind bereits von BUGGISCH & RABIEN & HÜHNER (1978: 91–99, Abb. 8, Tab. 8–9, Taf. 6) beschrieben worden. Durch Verbreiterung des Forstweges, der östlich des Tagebaues vorbeiführt, entstanden Neuaufschlüsse, die eine Untersuchung der tiefsten, dem Spilit der vulkanischen Schwelle auflagernden Gesteinsfolge gestatteten (= Profil Diana D, Abb. 2 u. 3). Außerdem war der höhere Profilabschnitt, der die stark reduzierte Schichtenfolge von der Mittleren Adorf-Stufe bis zu den Liegenden Alaunschiefern des Unterkarbons II umfaßt, an der neuen Wegböschung wesentlich besser aufgeschlossen, als im östlichen Hauptschurf des Tagebaues (= Profil Diana A in Abb. 2).

Wegen der großen stratigraphischen, faziellen und paläogeographischen Bedeutung dieses Profils erfolgte daher 1978 durch RABIEN und HÜHNER eine feinstratigraphische Neuaufnahme (= Profil Diana C, Abb. 7). Hierbei wurden aus dem rd. 2,3 m mächtigen Kalksteinprofil durchgehend orientierte Proben entnommen, um feststellen zu können, ob alle biostratigraphischen Zonen in der Sedimentfolge vertreten sind, welche Mächtigkeiten sie haben und ob stratigraphische Lücken vorhanden sind. Außerdem konnten so zur besseren faziellen Beurteilung der Kalksteinfolge vom gesamten Profil Folienabzüge hergestellt werden.

Anläßlich der 131. Hauptversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Marburg (1979) sind auf einer Exkursion von RABIEN das neuaufgeschlossene Profil und die ersten Untersuchungsergebnisse vorgeführt worden (RABIEN 1979: 54–60, Abb. 20–21). Die Devon/Karbon-Grenzschichten und die Basis des Deckdiabases im Profil Diana C wurden außerdem in einer Arbeit über die Altersstellung des Deckdiabases diskutiert und abgebildet (BUGGISCH et al. 1981: 47–48, Abb. 2 Prof. Diana C).

4. Benutzte Abkürzungen, Symbole und Zeichen

(siehe: Richtlinien für die Verfasser geowiss. Veröff., Liste 1 und Symbolschlüssel Geologie)

Abkürzungen

Brg.	Bohrung	R H	Rechtswert Hochwert
Fp.	Fundpunkt	Schl.-Nr.	Schliffnummer (Ifd. Nr. der petrographischen Dünnschliff-Slg. des HLFB)
Fs.	Fundschiefer	Schl.-Nr. DA	Schliffnummer der Dünnschliffe (HLfB)
Fol.-Nr.	Nummer des Folienabzuges	Schl.-Nr. Pal.	Schliffnummer der Dünn- u. Dickschliffe der Paläont. Slg. (HLfB)
Grb.	Grube (Bergbaubetrieb)	Scht.-Nr.	Schichtnummer
HLfB	Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden	ss	Schichtungs-s, Schichtung
Ma	Millionen Jahre	Stbr.	Steinbruch
OK	Oberkante der Schicht		
P.	Höhenpunkt der TK 25		
Prof.	Profil		

Ra 2287	lfd. Probennummer von petrographischen Proben u. von Kalksteinproben zur Aufbereitung (keine Slg.-Nr.)	TK 25 UK	Topograph. Karte 1:25 000 Unterkante der Schicht
Rb 2273	lfd. Probennummer der Fossilproben (keine Slg.-Nr.)		

Stratigraphische Symbole

cd2	Unterkarbon II	dao	Obere Adorf-Stufe
cd2DD	Deckdiabas	dam	Mittlere Adorf-Stufe
cd2AL	Liegende Alaunschiefer	dau	Untere Adorf-Stufe
cd1	Unterkarbon I	daKE	Kellwasserkalk
<u>cd1</u> dw	HA Hangenberg-Schichten	daDI	Dillenburger Schichten
doCE	Oberdevonischer Cephalopodenkalk	d _v ^a Fe	Roteisenstein-Grenzlager
dw	Wocklum-Stufe	Dv	Givet-Stufe
dd	Dasberg-Stufe	dv, Sp	Givet-Split
dh	Hemberg-Stufe	dv, VTb	Givet-Schalstein
dn	Nehden-Stufe		

Zeichen für Fossilbestimmungen in Tab. 1–5

●	=	Taxon vorhanden; bei Conodonten aus Kalksteinprobe stammend	○	=	cf.-Bestimmung
■	=	Conodont auf Schieferprobe	?	=	Bestimmung fraglich

5. Profil Diana D

Lage: Das in Abb. 3 dargestellte Profil Diana D steht an der Böschung des Forstweges bei 60–64 m NW der Untergrenze des Deckdiabases bzw. 31–35 m NW der NE-Ecke des ehem. Tagebaus Diana an (Abb. 2); R 34 53 98, H 56 23 91. Die Gesteinsfolge fällt nach SE ein: ss 40/45 SE.

5.1. Das Liegende des Profils D

Das Liegende des Profils bildet ein Spilit, der auf rd. 90 m Ausstrichlänge an der Wegböschung ansteht. Der Spilit ist mandelreich und zeigt z. T. die für submarine Ergüsse typische Pillowabsonderung. Bei einer großmandeligen Probe (Ra 2162, Schl.-Nr. 21959), die 1,5 m unterhalb der Spilit-Obergrenze entnommen wurde, haben die dicht beieinanderliegenden Calcitmandeln Durchmesser von 2–6 mm; bei einer zweiten, aus einem tieferen Stockwerk des Spilits (27 m N der Untergrenze des Profils D) stammenden Probe haben die weit auseinander liegenden Calcitmandeln nur 0,5–2 mm Ø (Ra 2163; Schl.-Nr. 21960).

Die mikroskopische Untersuchung durch MEISL ergab, daß in beiden Proben stark korrodierte Großfeldspäte vorkommen. Bei 62 m NW der Untergrenze des Profils D wird der Spilit von einem rd. 1,5 m mächtigen Gang eines stark karbonatisierten, wahrscheinlich unterkarbonischen Olivin-Diabases durchschlagen (75/68 N; Ra 2252, Schl.-Nr. 22185).

Der Spilit, auf dem die Schichtfolge des Profils Diana D zur Ablagerung kam, bildet die Oberfläche einer submarinen vulkanischen Schwelle, die aus Schalstein

und spilitischen Diabasen aufgebaut ist und deren Mächtigkeit einige 100 m betragen dürfte. (Genaue Mächtigkeitsangaben lassen sich infolge der Schuppen-tektonik nicht machen.)

Im höchsten Teil des Spilites treten Einlagerungen von Roteisenstein auf. Die tiefsten Roteisensteinlinsen, die an der Wegböschung beobachtet werden konnten, befinden sich bei etwa 6 und 4 m unter der Oberkante des Spilites; eine linsige Roteisensteinlage rd. 0,5 m unter OK erreicht Mächtigkeiten von 10–25 cm, die Roteisensteinlinse in der Schicht 2 des Profils Diana D wird bis 30 cm mächtig.

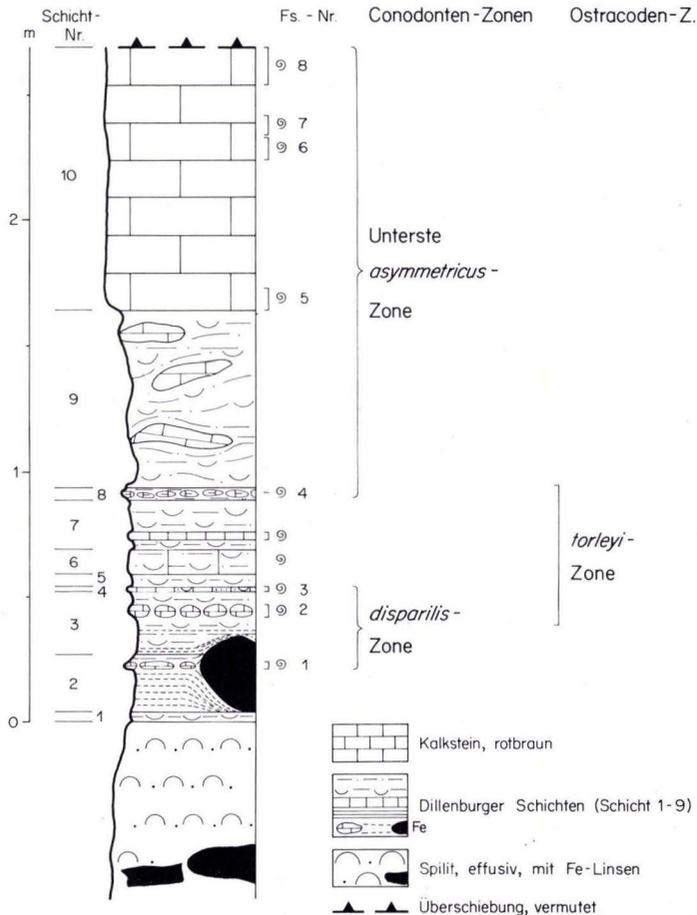


Abb. 3. Profil Diana D. Grenzschichten Mittel-/Oberdevon im Hangenden von spilitischen Pillowlaven. Untere Adorf-Stufe in der Fazies der Dillenburger Schichten (Scht. 1–9) und Crinoiden-Kalk (Scht. 10). Nähere Erläuterungen im Text, Kap. 5.

5.2. Schichtenfolge des Profils D

Scht.-Nr.

10. 100–105 cm Kalkstein, rotbraun, flaseriges und knolliges Gefüge, teils dicht, teils spätig mit reichlich Crinoiden-Stielgliedern („Crinoiden-Schicht“ sensu KEGEL) oder massenhaft Styliolinen führend (Styliolinen pack- bis wackestone, Taf. 1 Fig. C, Taf. 2 Fig. I u. K; Fol.-Nr. 1). Bei 2 Proben (Ra 2239/1 u. 2) aus dem oberen Bankteil variieren die Gehalte an CaCO_3 zwischen 83 und 88% (= „toniger Kalkstein“, s. Kap. 7.5.) und Fe zwischen 1,04 und 1,63%; Mangan ist mit 800 und 1000 ppm und Strontium mit 194 ppm vertreten.
 Fs. 8: bei 90–105 cm über UK (Ra 2324)
 Fs. 7: bei 70–78 cm über UK (Ra 2325)
 Fs. 6: bei 60–69 cm über UK (Ra 2287)
 Fs. 5: bei 0–9 cm über UK (Ra 2323)
 Fs. 5–8 (Ra 2104, Rb 2277)
9. 70 cm Tuffit und Kalksteinlinsen, verquetschte, gestörte Lagerung (Tektonik?, subaquatische Rutschung?)
8. 4–6 cm Tuffit, rötlich; Kalkstein, rotbraun, bis 3 cm mächtige linsenförmige Lage, sehr fossilreich = Fs. 4 (Ra 2322, Schl.-Nr. 23766)
7. 20 cm Tuffit, rötlich; Karbonatlage, rotbraun, 2–3 cm mächtig, 4–7 cm über UK, nur wenige Fossilreste enthaltend (Ra 2344)
6. 10 cm Kalkstein, tuffitisch, rotbraun, hämatitisierte Vulkanitfragmente, Tonschieferfetzen und Quarz- und Biotitfragmente, turbulente Sedimentation, partienweise Anreicherung von Mikrofossilresten, vorwiegend Styliolinen (Ra 2343, Schl.-Nr. Pal. 54–56)
5. 5 cm Tuffit, rötlich, karbonatisch, mittelkörnig
4. 2 cm Kalkstein, rötlich, tuffitisch mit größeren Vulkanitbröckchen, massenhaft Mikrofossilreste. Fs. 3 (Ra 2321, Schl.-Nr. 23765)
3. 25 cm Tuffit, rötlich, grau und gelblich, fein- bis grobkörnig; Einlagerungen von rotbraunen Tonschiefern und rötlichen Kalksteinlinsen mit Mikrofossilien. Fs. 2: Kalksteinlinsen 5–10 cm unter OK (Ra 2320, 2342; Rb 2287)
2. 23 cm Tonschiefer, rotbraun, karbonatisch, feinschichtig (Ra 2341, Schl.-Nr. Pal. 53); Kalksteinlinsen, rötlich, bis 3 cm mächtig; Roteisenstein, linsig, bis 30 cm mächtig, örtlich Schicht 2 bis zu 17 cm nach oben ausbeulend, offenbar als Folge unterschiedlicher Kompaktion von Roteisenstein einerseits und Tonschiefer und Tuffit andererseits. Fs. 1: Kalksteinlinsen 3–6 cm unter OK (Ra 2197)
1. 4 cm Tuffit, grünlich
- Liegendes: Spilit

5.3. Fossilien und Biostratigraphie des Profils D

Die Fossilbestimmungen und biostratigraphischen Einstufungen des Profils Diana D sind in den Tab. 1 und 2 zusammengestellt; Abb. 3 zeigt die Lage der Fundschichten und biostratigraphischen Zonen im Profil.

Unter den Conodonten (Tab. 1) findet sich bereits in den Fundschichten 1 und 2 *Palmatolepis disparilis*, die Leitform der *disparilis*-Zone sensu ZIEGLER & KLAPPER (1982 b). In der Fs. 2 kommen *Palmatolepis disparalvea* und *Polygnathus dengleri* vor, die nach ZIEGLER & KLAPPER (1982 b: 464, 476, Abb. 1 u. 2) innerhalb der *disparilis*-Zone einsetzen und für diese Zone charakteristisch sind; das Auftreten von *Polygnathus dengleri* weist bereits auf einen hohen Teil der *disparilis*-Zone hin. Da außerdem *Polygnathus asymmetricus ovalis* erst ab Fs. 4 einsetzt, ist für die Fs. 1 bis 2 und vielleicht auch für Fs. 3 eine Datierung als *disparilis*-Zone sehr wahrscheinlich.

Conodonten-Zonen:	<i>disparilis</i> -Zone			Unterste <i>asymmetricus</i> -Zone					
	1	2	3	4	5	6	7	8	5-8
<i>Schmidtnognathus wittekindti</i>	●					●		●	○
<i>Schm. hermanni</i>		●		?			●	●	
<i>Schm. pietzneri</i>									●
<i>Palmatolepis disparilis</i>	●	●		●	●				
<i>Pal. disparalvea</i>		●				●	●	●	●
<i>Pal. transitans</i>				?	?				●
<i>Polygnathus dengleri</i>		●							●
<i>Pol. xylus xylus</i>	●	●				●			●
<i>Pol. decorosus</i> s.l.			●	●			●	●	●
<i>Pol. latifossatus</i>			?		○		●		○
<i>Pol. cristatus</i>									○
<i>Pol. asymmetricus ovalis</i>				●		●			●
<i>Pol. ovinodosus</i>				●	●		●	●	●
<i>Ozarkodina sannemanni</i>						●	●	●	●
<i>Ozarkodina bidentata</i>									○

83-50

Tab. 1. Conodonten und Conodonten-Zonen vom Profil Diana D; Untere Adorf-Stufe. Lage der Fundschichten s. Abb. 3; nähere Erläuterungen in Kap. 5.3.

Für die Fs. 4 bis 8 ergibt sich eine Einstufung als Unterste *asymmetricus*-Zone, da einerseits neben *Palmatolepis asymmetricus ovalis* noch *Schmidtnognathus*-Arten, *Palmatolepis disparilis* und *Pal. disparalvea* auftreten und andererseits *Ancyrodella rotundiloba*, deren Einsetzen die Untere *asymmetricus*-Zone markiert, noch nicht vorhanden ist.

Von den Ostracoden (Tab. 2) haben lediglich die *Ungerella*-Funde biostratigraphische Bedeutung. Sie blieben in den Conodonten-Proben bei der mit Essigsäure durchgeführten Kalksteinaufbereitung erhalten, da die Klappen hämatitisiert wurden. Das Vorkommen von *Ungerella torleyi* in den Fs. 2, 3 und 4 belegt, daß die *torleyi*-Zone sensu RABIEN (1954: 179–181) mit der *disparilis*-Zone und der Untersten *asymmetricus*-Zone der Conodonten-Chronologie parallelisiert werden kann. Da aus den Fundschichten 1 und 5–8 keine Ungerellen gewonnen werden konnten, können noch keine Angaben über die definitiven Unter- und Obergrenzen der *torleyi*-Zone im Profil gemacht werden.

Bei den übrigen in Tab. 2 aufgeführten Ostracoden handelt es sich nur um wenige hämatitisierte Steinkerne und Klappen. Die vorläufigen Bestimmungen

Unter-Stufe:	Untere Adorf-Stufe									
	disparilis-Zone					Unterste asymmetricus-Zone				
Conodonten-Zonen:										
Ostracoden-Zone:	torleyi-Zone									
Schichten (Scht.-Nr.):	2	3	4	6	7	8	10	10	10	10
Fundschichten (Fs.-Nr.):	1	2	3			4	5	6	8	5-8
<i>Ungerella torleyi</i>		●	●			●				
<i>Ungerella latesulcata</i>		●								
<i>Ungerella</i> sp., <i>torleyi</i> -Gruppe		●	●			●				
Pribylitidae			●			●				
<i>Selebratina</i> ? sp.						●				
<i>Acratia</i> sp. (Fs.2); <i>Aechmina</i> sp. (Fs.4)		●				●				
Pachydomellidae	?	●	?		?					●
<i>Bythocyproidea</i> ? sp.										●
<i>Microcheilinella</i> ? sp.		●								
<i>Rectoplacera</i> ? sp.			●							
<i>Baschkirina</i> ? sp.						●				
Podocopida indet.	●									
Ostracoda indet.	●	●	●			●		●		●
<i>Pharciceras</i> sp.										●
Lamellibranchia indet.	●	●	●			●	●	●		●
Gastropoda indet.	●	●			●	●				●
<i>Homoctenus</i> cf. <i>tenuicinctus</i>										●
Homoctenidae indet.	●	●	●			●	●	●	●	●
<i>Styliolina</i> cf. <i>fissurella</i>										●
Styliolinidae indet.	●	●	●	●	●	●	●			●
Foraminifera	●					●		●		●

82-88

Tab. 2. Ostracoden, Cephalopoden, Mollusken, Tentaculiten und Foraminiferen im Profil Diana D. Lage der Fundschichten s. Abb. 3; nähere Erläuterungen in Kap. 5.3.

dieser nichtentomozoiden Ostracoden durch BECKER werden bereits angegeben, da ihr Vorkommen in diesen Schichten der Unteren Adorf-Stufe bisher noch unbekannt war.

Pharciceras sp. (det. C.-D. CLAUSEN) in Schicht 10 ist der einzige Vertreter dieser Goniatiten-Leitgattung des Oberdevons I α oder der *Pharciceras-lunulicosta*-Zone. Nach ZIEGLER (1982 a: 494) umfaßt die *lunulicosta*-Zone mehrere Conodonten-Zonen von der *hermanni-cristatus*-Zone bis zur Untersten *asymmetricus*-Zone und fraglich bis zur tiefen Unteren *asymmetricus*-Zone. Da die Scht. 10 bereits der Untersten *asymmetricus*-Zone angehört, dürften die Obergrenze des Profils Diana D und die Obergrenze der „*Pharciceras*-Schichten“ nahe beieinanderliegen.

Hämatisierte Lamellibranchia (ca. 370 Exemplare) und Gastropoda (ca. 100) wurden bei der Aufbereitung der Conodonten-Kalksteinproben gewonnen (Tab. 2). Biofaziell bemerkenswert ist, daß alle Muscheln und Schnecken in Mikrofossil-Dimensionen vorliegen. So erreichen die Muscheln nur eine Länge von 0,2 bis maximal 0,8 mm! Adulte Formen bzw. Lamellibranchia und Gastropoda mit makroskopischen Dimensionen wurden im Profil D nicht gefunden.

Nach mündlicher Mitteilung von BANDEL zeigt die Gastropoden-Fauna mit mindestens 4–5 Arten und dem Auftreten von Bellerophonitiden eine normale Diversität. Allerdings haben die Gastropoden noch nicht mit der Metamorphose begonnen. Daher werden nur Embryonal- und Veliger-Stadien beobachtet.

Auch bei den Lamellibranchiaten überwiegen Larvalstadien, teilweise haben sie aber auch die Metamorphose hinter sich. Für einige dieser Arten ist pseudoplanktonische Lebensweise anzunehmen. Insgesamt dürfte daher für benthische Lebensweise der Gastropoden und Lamellibranchiaten kein geeignetes Milieu vorgelegen haben.

In den Conodonten-Proben fanden sich außerdem sehr reichlich Steinkerne von Styliolinen, seltener Bruchstücke von Tentaculiten (Homoctenidae) und Foraminiferen der Gattungen *Thurammina*, *Hyperammina* und *Tolypammina*.

Der oberste rotbraune Kalkstein (Schicht 10) enthält z. T. sehr reichlich Crinoiden-Stielglieder; er entspricht daher faziell dem von KEGEL (1934 a: 534; 1934 c: 318–320, Abb. 3) als „Crinoidenkalk“ oder als „Crinoidenschicht“ benannten Gesteinshorizont im Hangenden des Roteisenstein-Grenzlagers. MATERN (1927: 253; 1931: 14, 21) stufte den „Leithorizont“ der „Crinoidenschicht“ aufgrund von Cephalopoden-Funden in den Gruben Sahlgrund und Gründchessseite als doI (β) γ ein. KREBS (1960 b: 66–68) erkannte bei Profilaufnahmen in der Grube Königszug, daß es sich „bei den roten, tuffitischen Kalksteinen mit Crinoiden-Stielgliedern um eine mehrfach sich wiederholende Faziesausbildung in den Dillenburg Tuffen handelt.“ Bei 5 roten Crinoidenkalken aus der Grube Königszug ergaben die Conodonten eine Einstufung als „Ältere *dubia*-Zeit“ (= doI α); sie gehören daher – ebenso wie die Kalksteinbank der Schicht 10 vom Profil Diana D – nicht der Mittleren sondern der Unteren Adorf-Stufe an.

5.4. Zur stratigraphischen Stellung des Profils D und der Mittel-/Oberdevon-Grenze

Aufgrund der Gesteinsausbildung und der biostratigraphischen Einstufungen handelt es sich bei dem Profil Diana D um einen unteren Abschnitt der Dillenburg Schichten; daraus folgt, daß die Schichtfolge nach bisheriger stratigraphischer Auffassung der tieferen Unteren Adorf-Stufe an der Basis des Oberdevons angehört.

Als Untergrenze des Oberdevons und damit auch der Adorf-Stufe galt seit beinahe hundert Jahren die Untergrenze der *Pharciceras-lunulicosta*-Zone der Goniatiten-Chronologie bzw. der „*Pharciceras*-Schichten“ (s. zusammenfassende Darstellungen bei MATERN 1929 a, HOUSE & ZIEGLER 1977, ZIEGLER 1979).

HOUSE (1982) begründete eingehend, daß es sehr unzweckmäßig sei, die seit Ende des vorigen Jahrhunderts auf internationalen Geologenkongressen von den Devon-Forschern weitgehend angenommene Mittel-/Oberdevon-Grenze von der Basis der *lunulicosta*-Zone (von HOUSE als „1888 consensus boundary“ u. „1888 consensus level“ bezeichnet) wegzuverlegen!

Seit 1973 befaßte sich die IUGS Subkommission on Devonian Stratigraphy mit der Neudefinition und international verbindlichen Festlegung der Mittel-/Oberdevon-Grenze (ZIEGLER & KLAPPER 1982 a u. c). ZIEGLER (1982 a) diskutiert die verschiedenen Auffassungen über den Umfang der *lunulicosta*-Zone und die Gliederung dieser Goniatiten-Zone in mehrere Conodonten-Zonen. ZIEGLER & KLAPPER (1982 b: 464) empfahlen, die Untergrenze der *disparilis*-Zone (= Conodonten-Zone zwischen der Oberen *hermanni-cristatus*-Zone und Untersten *asymmetricus*-Zone innerhalb der *lunulicosta*-Zone) als Mittel-/Oberdevon-Grenze zu definieren. Gemäß diesem Vorschlag würde das Profil Diana D ziemlich genau an der Basis des Oberdevons einsetzen.

Die Internationale Subkommission für Devonstratigraphie stimmte jedoch im August 1982 dafür, die Untergrenze der Unteren *asymmetricus*-Zone als neue Mittel-/Oberdevon-Grenze festzulegen (ZIEGLER 1982 b: 14; ZIEGLER & KLAPPER 1982 c: 20). Sofern die Internationale Kommission für Stratigraphie diesem Abstimmungsergebnis zustimmt, gehört die gesamte Schichtfolge des Profils Diana D noch zum höchsten Mitteldevon. Eine derartige Entscheidung würde ferner bewirken, daß ein großer Teil der bisherigen Unteren Adorf-Stufe und der Dillenburger Schichten in das Obere Mitteldevon gestellt werden müßten; außerdem kämen die *lunulicosta*-Zone (= doI α) und die „*Pharciceras*-Schichten“ ganz oder fast ganz zur Givet-Stufe; desgleichen würde die *torleyi*-Zone, die bisher die tiefste oberdevonische Zone der entomozoiden Ostracoden-Chronologie darstellt, zur höchsten Ostracoden-Zone der Givet-Stufe bzw. zur Mittel-/Oberdevon-Grenzzone. LETHIERS (1982: 86) veröffentlichte bereits eine Tabelle, in der die *torleyi*-Zone gemäß dem neuen Grenzvorschlag ganz dem obersten Givet angehört und mit der *hermanni-cristatus*-Zone und der Untersten *asymmetricus*-Zone parallelisiert wird.

Da noch keine international verbindliche Entscheidung zur Definition der Mittel-/Oberdevon-Grenze vorliegt, wird in dieser Arbeit der stratigraphische Begriff der Unteren Adorf-Stufe im alten Sinne (= stratigraphisches Äquivalent des Oberdevons Ia der Cephalopoden-Chronologie) angewendet; die *disparilis*-Zone, die Unterste *asymmetricus*-Zone und die *torleyi*-Zone werden beim Oberdevon belassen.

6. Profilabschnitt Diana E

Als „Profilabschnitt E“ wird die Gesteinsfolge zwischen den Profilen Diana D und Diana C bezeichnet (Abb. 2 u. 4). Infolge von Aufschlußlücken sind im Abschnitt E zwischen der Oberkante des Profils Diana D und den tiefsten beim Tagebau aufgeschlossenen Dillenburger Schichten die stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse z. T. mehrdeutig; es ließ sich daher aufgrund der Übertage-

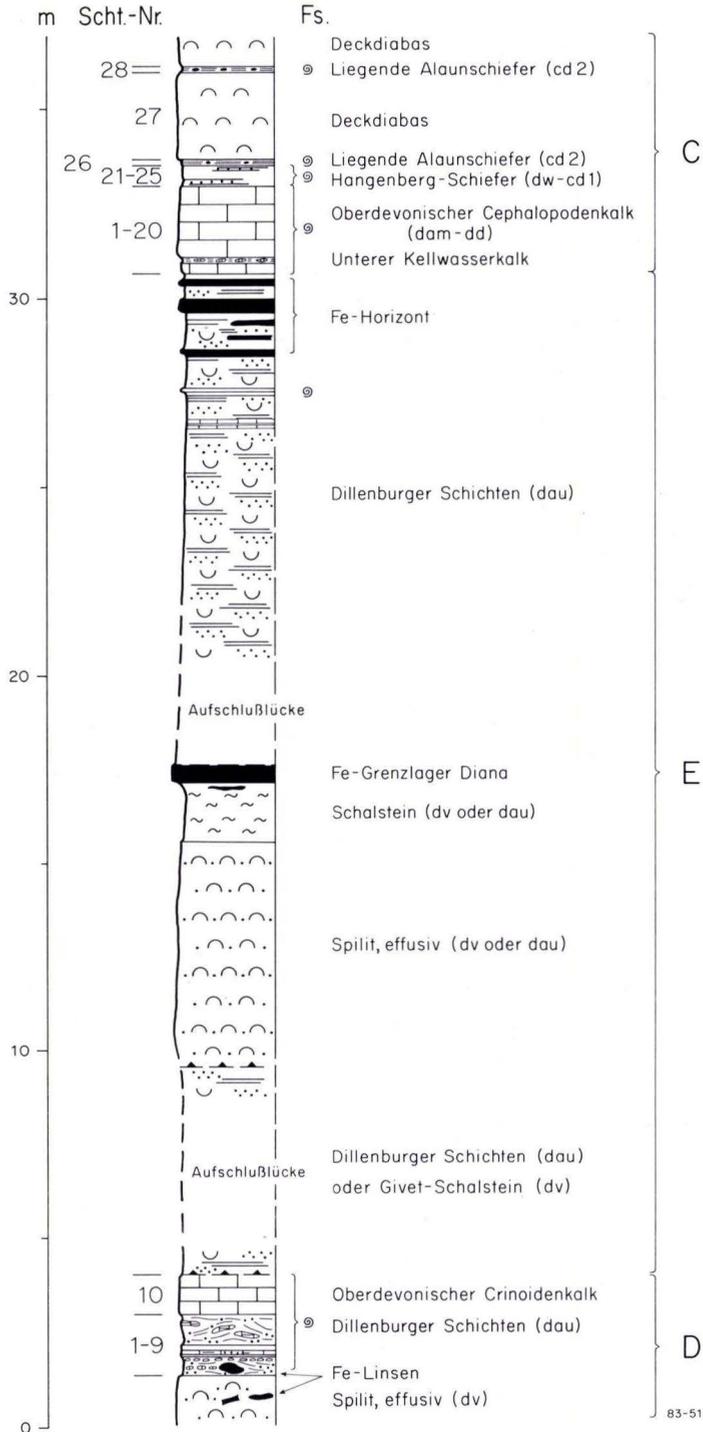


Abb. 4. Profilmäßige Darstellung der gesamten Gesteinsfolge der Profilabschnitte Diana D, E und C (s. Grundriß Abb. 2). Wegen Aufschlußlücken können der Spilit und Schalstein im Abschnitt E als Einlagerung in den Dillenburger Schichten der Unteren Adorf-Stufe oder als Basis einer höheren Schuppe gedeutet werden. Nähere Erläuterung im Text, Kap. 6.

aufschlüsse nicht klären, ob es sich im Abschnitt E um eine normale stratigraphische Abfolge vom Profil D zum Profil C handelt, oder aber ob die Profile D und C infolge von Schuppentektonik zu zwei verschiedenen Schuppen gehören (s. unten Kap. 6.2.)

6.1. Schichtenfolge im Abschnitt E

Die Gesteinsfolge im unmittelbar Hangenden der roten Kalksteinbank (= Scht.-Nr. 10) des Profils Diana D konnte wegen schlechter Aufschlußverhältnisse nicht aufgenommen werden, da auf 23 m Länge die Böschung nur aus völlig zersetztem Tuffmaterial und Hangschutt besteht; hinzu kommt noch die teilweise Überlagerung der Böschung durch Haldenmaterial des ehemaligen Tagebaus Diana, so daß größere Schurfarbeiten an der Wegböschung nicht möglich sind. In einem kleinen Böschungsschurf 3 m SE vom Profil D konnten lediglich aus der Zersatzzone Proben von verschiedenem, dort offenbar anstehendem Gesteinsmaterial geborgen werden: 1. Ein grobkörniger, nach Härtung verschleifbarer Tuff vom Typ des Schalsteins (Ra 2251 b, Schl.-Nr. 22184) und 2. ein rotbrauner, feingeschichteter, durch grünliche Lagen gebänderter Tonschiefer, wie er häufig in den Dillenburger Schichten vorkommt (Ra 2251 a, Schl.-Nr. 22183).

Von 23–32 Weg-m SE der Untergrenze des Profils D sind unter dem Hangschutt hochblasige Mandelsteine aufgeschlossen, die eine Profilmächtigkeit von rd. 6 m haben. Makroskopisch gleichen diese Mandelsteine dem Pillow-Split im Liegenden des Profils Diana D (s. Abschn. 5.1.). Die dicht beieinanderliegenden Calcitmandeln haben 1–7 mm Ø. Die Untersuchung von 2 Proben durch MEISL ergab auch keine petrographischen Unterschiede zum Liegenden Split (Ra 2267, 2284, Schl.-Nr. 23117, 24675/76).

Darüber folgt bis zum Eingang zum alten Tagebau violetterer, „edler“ Schalstein mit Einlagerungen von Karbonatgeoden und einer 10 cm mächtigen und 1 m langen karbonatischen Roteisensteinlinse.

Das Hangende des Schalsteins bildet an der NE-Ecke des alten Tagebaues – nur schlecht unter Hangschutt aufgeschlossen – ein mindestens 50 cm mächtiger Roteisenstein. Es handelt sich hierbei offenbar um die sitzen gebliebenen Reste des im Tagebau abgebauten Diana-Lagers, einem Flußeisensteinlager, das nach LOTZ (1907: 71) im Feld Diana eine Mächtigkeit von 2–4 m hatte. Eine Probe (Ra 2122, Schl.-Nr. DA 222), die aus einem typischen karbonatischen Schecken-erz mit den Hauptbestandteilen Hämatit und Calcit besteht, enthält 31,4% Fe, 29,4 CaO, 600 ppm Mn und 150 ppm Sr.

Das unmittelbar Hangende der Grenzlagerzone ist infolge mächtiger Schuttbedeckung nicht aufgeschlossen; die Profilmächtigkeit zwischen dem Roteisenlager auf der N-Seite des Tagebaus und den Untergrenzen der Kalksteinfolgen der Profile Diana A und C kann daher nur auf rd. 13 m berechnet werden. Von BUGGISCH et al. (1978: 92–95, Abb. 8) sind im Liegenden der Kalksteine des Profils Diana A (= Haupt- oder E-Schurf von 1978) in rd. 6 m Mächtigkeit die Dillenburger Schichten freigelegt und beschrieben worden; es handelt sich um eine Wechsellagerung von grauen und mattroten Tonschiefern, Tuffiten und dünnbanki-

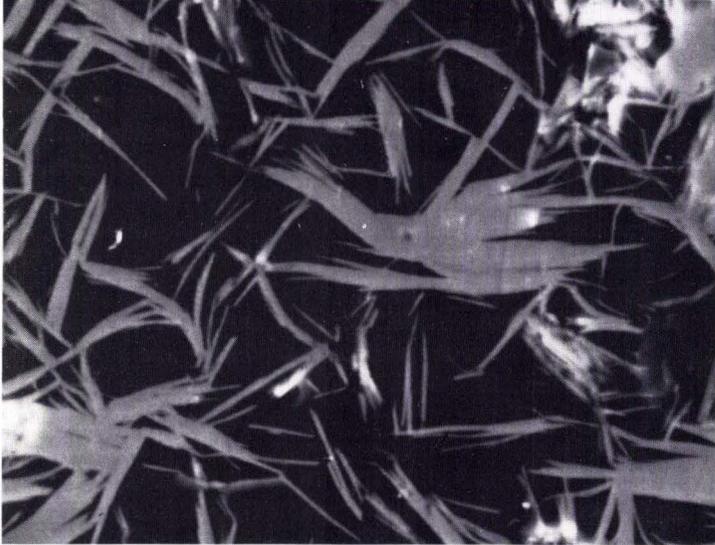


Abb. 5. Hämatitkristalle (hellgrau) im kieseligen Roteisenstein der höchsten Dillenburger Schichten, rd. 2 m unter Schicht 1 des Profils Diana C (Abb. 4). Nähere Erläuterungen im Text am Ende des Kap. 6.1. Sekundärelektronenbild; Vergr. 1600 \times ; Probe Ra 2333, Schl.-Nr. DA 221 (Aufnahme SUŠIĆ, HlFB).

gen Kalksteinen. Die oberen 2 m dieses Profilabschnittes sind durch dünnplattige bis dünnbankige Roteisensteinbänke gekennzeichnet, wie das bereits LOTZ (1907: 73, Abb. 3) im Tagebau Diana beobachten konnte.

Die gleichen Dillenburger Schichten stehen in rd. 4 m Mächtigkeit an der Forstwegböschung im Liegenden des Profils C an. Die oberen 2 m dieser Schichtfolge sind hier ebenfalls durch dünnplattige bis dünnbankige Roteisensteinbänke, die z. T. linsig auskeilen, gekennzeichnet. Von einer 8 cm mächtigen kieseligen Roteisensteinbank, die rd. 2 m im Liegenden der Schicht 1 des Profils Diana C ansteht, wurde eine Probe entnommen (Ra 2333, Schl.-Nr. 23760 u. DA 221). Die von MEISL durchgeführte Untersuchung des Erzes durchlicht- und auflichtoptisch und mit der Mikrosonde ergab, daß es neben überwiegend Hämatit in schönen idiomorphen Kriställchen (von 0,018 mm Länge) Chamosit, Quarz und etwas Apatit enthält. Der Hämatit führt geringe Mengen von Titan (Abb. 5).

6.2. Biostratigraphie und Tektonik

Im Abschnitt E konnten zwischen dem obersten Kalkstein des Profils Diana D und den tiefsten Cephalopoden-Kalken der Profile A und C nur aus dem obersten Teil der Dillenburger Schichten Fossilien gewonnen werden. Abgesehen von schlecht erhaltenen Styliolinen, die in einigen Schieferlagen massenhaft vorkommen, lieferten 3 Kalksteinbänke des Profils A einige Conodonten. Sie erbrachten den biostratigraphischen Nachweis, daß die Dillenburger Schichten im Profil Diana

A bis 70 cm unter ihrer Oberkannte noch der Mittleren *asymmetricus*-Zone angehören (BUGGISCH et al. 1978: 95–97, Abb. 8, Tab. 8). Da gemäß früheren Parallelisierungen von Conodonten- und Cephalopoden-Chronologie die Obergrenze des Oberdevons I α mit der Grenze Mittlere/Obere *asymmetricus*-Zone etwa übereinstimmte, wurde seinerzeit gefolgert, daß „dieser Abschnitt der Dillenburg Schichten in den höheren Teil der Unteren Adorf-Stufe“ gehört und damit die Obergrenze der Dillenburg Schichten des Diana-Profiles in den Grenzbereich Untere/Mittlere Adorf-Stufe fällt. Nach neuen biostratigraphischen Parallelisierungen (KLAPPER & ZIEGLER 1979: 212, Abb. 8; ZIEGLER & KLAPPER 1982 b: Ab. 3; ZIEGLER 1982 a: 494) liegt jedoch die Grenze doI α/β in der Unteren *asymmetricus*-Zone; da die Grenze Untere/Mittlere Adorf-Stufe mit der Grenze doI α/β möglichst übereinstimmen sollte, ergibt sich für die Obergrenze der Dillenburg Schichten im Diana-Profil eine stratigraphische Lage im tiefen Teil der Mittleren Adorf-Stufe.

Im Liegenden des Profils C wurden von 3 Kalksteinbänken aus den höheren Dillenburg Schichten große Mengen von Kalkstein aufbereitet; nur von einer Bank (rd. 3 m unter OK; Abb. 4) enthielten die Proben einige stratigraphisch nicht verwertbare Conodonten.

Die biostratigraphische Einstufung der obersten Schichten des Profils Diana D als Unterste *asymmetricus*-Zone und die Einstufung der höheren Dillenburg Schichten als Mittlere *asymmetricus*-Zone lassen die Annahme zu, daß es sich im Abschnitt E um ein stratigraphisch durchgehendes Profil handelt. Gemäß dieser stratigraphischen Deutung wären der Schalstein, der Spilit und der Roteisenstein des Abschnittes E als Einlagerungen innerhalb der Dillenburg Schichten der Unteren Adorf-Stufe anzusehen und die in Abb. 4 dargestellten Profilabschnitte D, E und C würden eine stratigraphische Abfolge darstellen.

Nach mdl. Mitteilung von H.-J. LIPPERT ist jedoch aufgrund von Grubenaufschlüssen anzunehmen, daß die Schichtfolge im Hangenden des Profils Diana D von einer Überschiebung abgeschnitten wird. Nach seinen geologischen Untertage- und Übertagekartierungen ist es die dritte Überschiebung ab dem 180 m NW verlaufenden Pingenzug des Roteisensteinlagers „Ölsberg“ (Abb. 1; RABIEN 1979: Abb. 20). Gemäß dieser tektonischen Deutung gehören die Gesteinsfolgen des Abschnittes E und des Profils C zu einer höheren Schuppe; der Schalstein, der Spilit und der Roteisenstein an der NW-Seite des Tagebaus Diana gehören nicht zu den Dillenburg Schichten, sondern sie repräsentieren die Oberkannte der Schalstein-Diabas-Spilit-Folge des Oberen Mitteldevons und das Roteisenstein-Grenzlager an der Wende Mittel-/Oberdevon. Diese höhere Schuppe umfaßt demnach eine stratigraphische Abfolge vom Givet-Schalstein bis zum unterkarbonischen Deckdiabas; nach dem Roteisensteinlager Diana kann sie als „Diana-Schuppe“ bezeichnet werden.

7. Profil Diana C

Lage: Die Gesteinsfolge des Profils Diana C steht mit rd. 10 m Ausstrichbreite und SE-Einfallen (ss 35/38 SE) an der Forstwegböschung SE Tagebau Diana an (Abb. 2 u. 6; R 34 54 01, H 56 23 86).

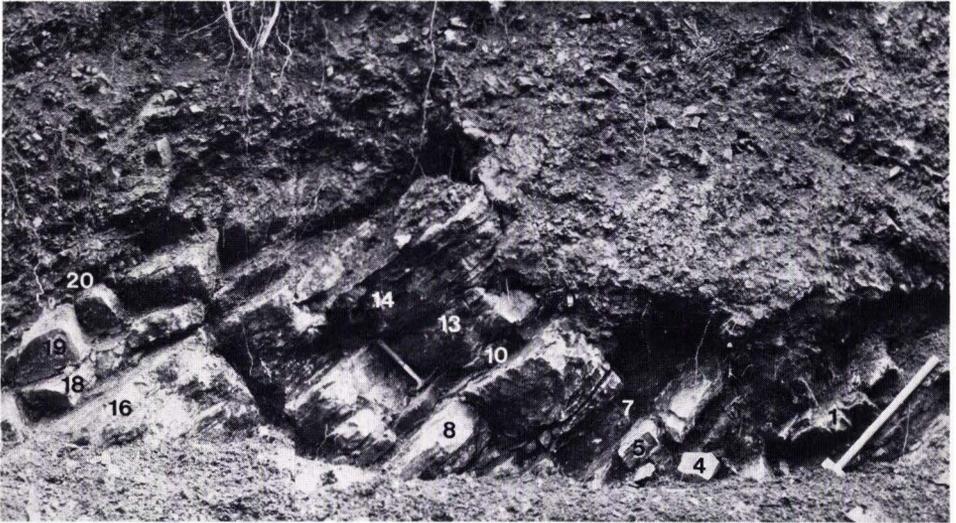


Abb. 6. Profil Diana C an der Böschung der Forststraße SE altem Tagebau Diana (s. Abb. 2). Nr. 1–20 = Schichtfolge der 2,30 m mächtigen oberdevonischen Cephalopoden-Kalke (s. Abb. 7). Der große Hammer rechts markiert die Grenze Cephalopoden-Kalk/Dillenburger Schichten; bei Nr. 4 Unterer Kellwasserkalk; im Hangenden von Schicht 20 die Hangenberg-Schichten (Foto RABIEN 1979).

7.1. Stratigraphische Übersicht

Das Profil C kann im großen von oben nach unten in folgende stratigraphische Einheiten gegliedert werden (Abb. 4 u. 7):

- Hangendes: Deckdiabas (cd2DD), mehrere 100 m mächtig
 Liegende Alaunschiefer (cd2AL), nur wenige Zentimeter mächtige Basisschichten als Einlagerung im tiefsten Deckdiabas und in seinem Liegenden (Scht. 26 u. 28)
 Hangenberg-Schichten (dw-cd1HA), Hangenberg-Schiefer mit eingelagerten „Tuffen“, 50–60 cm mächtig (Scht. 21–25)
 Oberdevonischer Cephalopoden-Kalk (doCE) mit eingelagertem Kellwasserkalk (daKE), dam-dd, 230 cm (Scht. 1–20)
- Liegendes: Dillenburger Schichten (daDI)

Die Dillenburger Schichten im Liegenden der Profile Diana A und C sind bereits beim Profilabschnitt E besprochen worden; siehe auch Abb. 4. Der oberdevonische Cephalopoden-Kalk zeichnet sich durch extrem reduzierte Mächtigkeit aus; außerdem ergeben die biostratigraphischen Einstufungen, daß die oberdevonischen Stufen von der Mittleren Adorf- bis zur Dasberg-Stufe durch immer dünnere Sedimentlagen dokumentiert werden.

Die Hangenberg-Schiefer mit den „Tuff“-Einlagerungen haben gegenüber den obersten Kalksteinbänken der Hemberg- und Dasberg-Stufe eine verhältnismäßig große Mächtigkeit; im Vergleich zu den zeitäquivalenten Schichten der Beckenfazies sind aber auch die Hangenberg-Schichten des Profils C extrem geringmächtig (RABIEN 1970 b: 241).

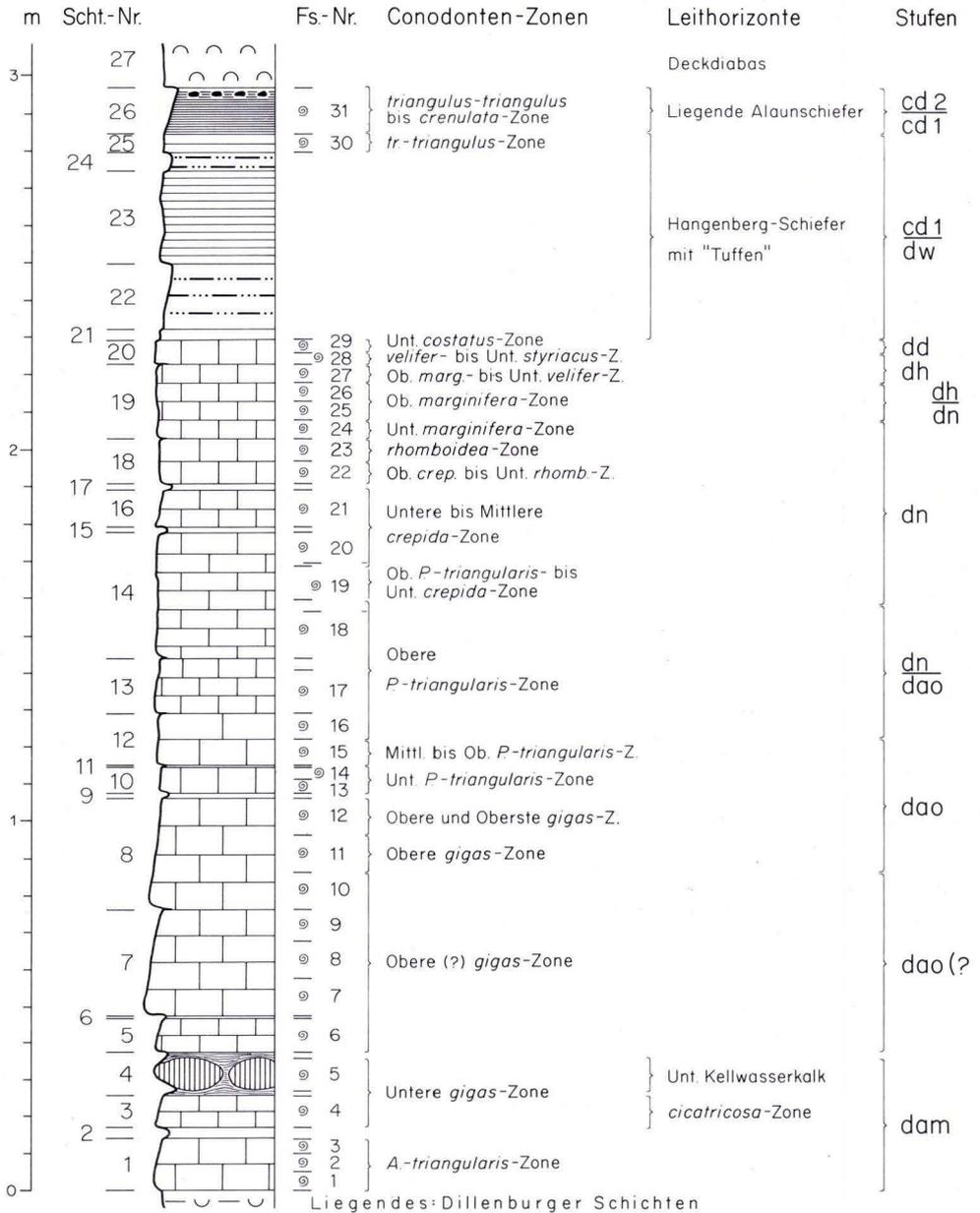
Für die Liegenden Alaunschiefer gelten bezüglich der Mächtigkeit wahrscheinlich noch ähnliche Verhältnisse wie bei den Hangenberg-Schichten; infolge des einsetzenden Deckdiabas-Vulkanismus kann das jedoch im Profil C nicht genau festgestellt werden (s. hierzu auch BUGGISCH et al. 1978: 92–94, 106–107).

7.2. Anmerkungen zur Profilbeschreibung

Bei der nachfolgenden Profilbeschreibung werden die einzelnen Schichten zuerst nach makroskopisch im Gelände und am Handstück erkennbaren Merkmalen gekennzeichnet. Soweit Dünnschliffe, Folienabzüge oder röntgenographische Untersuchungen vorliegen, werden nähere Angaben zur Petrographie, zum Gefüge und zur Fossilführung gemacht. Bei den Kalksteinen, die vollständig durch Folienabzüge erfaßt sind, folgt nach der makroskopischen Beschreibung eine Benennung der Schichten nach den erweiterten Klassifikationen von FOLK (1959, 1962) und DUNHAM (1962); s. FLÜGEL (1978: 296–302). Beide Terminologien – zuerst die von FOLK, dann von DUNHAM – werden durch einen Querstrich getrennt: z. B. Biomikrit/wackestone bis packstone.

7.3. Schichtenfolge und Fossilführung

- Hangendes: Deckdiabas, submariner Ergußdiabas mit guter Pillow-Absonderung, einige 100 m mächtig. Die Untersuchung von Proben aus dem Zentrum und den randlichen Partien eines Pillows (ca. 10 m im Hangenden der Scht. 28) ergab nach MEISL alle Merkmale des unterkarbonischen Effusivdiabases (RA 2445/1 u. 2, Schl.-Nr. 24972–24974).
- Scht.-Nr.
28. bis 15 cm Tonschiefer, schwarz, stark verquetscht, mit vielen großen, Radiolarien enthaltenden Phosphoritknollen (bis 5 cm Ø; Rb 2386, Schl.-Nr. 24681–24684). Nach der mikroskopischen Untersuchung von MEISL bestehen die Phosphoritknollen aus gelförmigem Apatit, außerdem aus Quarz, Albit und variierenden Mengen von Chlorit. Eine innere Feinschichtung parallel zur Längsachse der eiförmigen Knollen ist gut erkennbar. Fs. 32 (Rb 2385)
27. ca. 250 cm Diabas, dunkel- bis olivgrau, dicht bis feinkörnig, z. T. kleinmandelig, jedoch ohne erkennbare Pillow-Absonderung oder makroskopische Merkmale für Intrusiv-Diabas. Nach MEISL ergab die Untersuchung einer Probe (Ra 2326, Schl.-Nr. 23755) aus der Mitte der Scht. 27, daß es sich sehr wahrscheinlich um eine Lage von subeffusivem Deckdiabas handelt.
26. 10–20 cm Tonschiefer, schwarz, dunkel- bis gelbbraune Verwitterungsfarben, mit Phosphoritknollen. Fs. 31 (Rb 2286, 2388)
25. ca. 5 cm Tonschiefer, graugrün, olivbraune bis braune Verwitterungsfarben; an der Obergrenze zur Scht. 26 blaßgraue bis weiße Bleichungszone, 1–2 cm mächtig, örtlich bis 5 cm anshellend (Ra 2195, Rb 2389, 2390). Fs. 30 (Rb 2285)
24. ca. 5 cm „Tuff“ oder „Tuffit“, grüngrau bis hellgrau, feinkörnig, stark zersetzte tonige Gesteinsmasse. Die röntgenographische Untersuchung (Probe Ra 2280) durch G. HENTSCHEL ergab den gleichen Mineralbestand und die gleiche Diagnose wie bei der Probe Ra 2286 von Scht. 22; siehe dort.
23. 25 cm Tonschiefer, graugrün bis oliv, an der Basis gegen Scht. 22 dünne dunkelgraue bis schwarze Schicht, olivbraune Verwitterungsfarben. Feinglimmerig, besonders im unteren Teil siltig, gut ausgebildete innere Feinschichtung, die im unteren Drittel



-  Diabas, effusiv und subeffusiv
-  Tuff oder Tuffit
-  Tonschiefer, schwarz, mit Phosphoritknollen
-  Kalkstein, grüngrau, untergeordnet, dunkelgrau und rötlich
-  Tonschiefer, grüngrau
-  Kalkstein, schwarz, in schwarzem Tonschiefer

Abb. 7. Profil Diana C. Der 2,30 m mächtige oberdevonische Cephalopoden-Kalk (Scht.-Nr. 1–20) umfaßt die Mittlere Adorf-Stufe (dam) bis Dasberg-Stufe (dd); starke Kondensation, nach oben zunehmende Reduktion der Schichtmächtigkeit. Die Devon/Karbon-Grenze liegt innerhalb der geringmächtigen Hangenberg-Schichten. Nähere Erläuterungen im Text, Kap. 7.

gestaucht ist, mehrere dünne, 0,2–1,2 mm mächtige Lagen kleiner, in Brauneisen umgewandelter Pyritkristalle (meist 0,06–0,13 mm, max. 0,44 mm Ø). Nach mikroskopischer Untersuchung durch MEISL besteht die Schicht 23 vorwiegend aus Glimmerdetritus und feinen, eckigen Quarzkörnchen (Ra 2191, 2193, 2196, Schl.-Nr. 21961–21963).

22. 15–20 cm „Tuff“ oder „Tuffit“, grüngrau bis hellgrau, feinkörnig, stark zersetzte, tonige Gesteinsmasse. Die röntgenographische Untersuchung der Probe Ra 2286 durch G. HENTSCHEL ergab: Hauptbestandteil ist ein ungeordnetes Wechsellagerungsmineral Glimmer/Montmorillonit neben einem geringeren Anteil nicht aufgeweiteter Glimmer.

Zum Vergleich sind 2 Tonschieferproben der Hangenberg-Schiefer aus dem Hangenden der „Tuff“-Schicht untersucht worden: Rb 2267 = Stb. Beuerbach, Prof. 1, Scht. 18 und Ra 2191 = Prof. Diana C, Basis von Schicht 23. Die röntgenographische Untersuchung ergab bei Rb 2267 nur Glimmer und bei Ra 2191 neben Glimmer auch einen geringen Kaolinit-Anteil. Dieser Befund unterstützt zwar die Annahme, daß es sich bei der Probe Ra 2286 um einen ehemaligen Tuff oder Tuffit handelt, ist jedoch kein zwingender Beweis für ein vulkanogenes Ausgangsmaterial. (Geringe Anteile nicht toniger Bestandteile wurden bei dieser Untersuchung nicht berücksichtigt.)

21. 3 cm Tonschiefer, graugrün bis oliv, gelbbraune Verwitterungsfarben, feinglimmerig, an der Oberkante tonig-tuffiger Übergangshorizont zur hangenden Schicht 22 (Ra 2125, 2189, 2190).

20. 6–7,5 cm Kalkstein, grüngrau, gelbliche Verwitterungsfarben, dicht. In der Verwitterungsrinde des Kalksteins schlecht erhaltene Ostracoden sichtbar; an der Basis der Bank eine unbestimmbare Clymenie.

(Bio-) Mikrit bis Mikrosparit/mudstone bis packstone, Bioturbation, an der Basis der Bank ein Goniatit mit fossilreichem, besonders Ostracoden enthaltenden Internsediment (Taf. 6; Fol.-Nr. 63, 64).

Fs. 29 = 3–7,5 cm über UK

Fs. 28 = 0–3 cm über UK

19. 20 cm Kalkstein, olivgrau bis grüngrau, hellgraue bis gelbweiße Verwitterungsfarben, dicht. Mikrosparit/mudstone, bankinterne Horizontalschichtung nur durch wenige dünne Tonbestege markiert, Bioturbation; außer Conodonten und skulpturierten und glattschaligen Ostracoden fanden sich in den 5 Folienabzügen der Bank ein Vertebraten-Fragment (Taf. 2 Fig. A), 2 Echinodermen-Bruchstücke mit Siebstruktur (Taf. 2 Fig. D) und als Besonderheit der Scht. 19 sessile Foraminiferen: in der Mitte der Bank ein von Foraminiferen umkrustetes Crinoidenstielglied (Fol.-Nr. 57) und das in Taf. 5 Fig. C abgebildete Foraminiferen-Onkoid, bei 13 cm über UK über einer dünnen Tonlage einzelne sessile Foraminiferen, örtlich ein 5 mm hohes „Mikroriff“ aufbauend (Fol.-Nr. 59) und an der Oberkante der Bank auf dünner Tonschicht eine 0,5–1,5 mm mächtige Foraminiferenlage, z. T. 2,5–5 mm hohe „Mikroriffe“ bildend; örtlich riß diese Foraminiferenlage auf und wurde vorwiegend mit grobspätigem Calcit gefüllt (Taf. 5 Fig. A, B).

Fs. 27 = 15–20 cm über UK (Fol.-Nr. 61, 62)

Fs. 26 = 10–15 cm über UK (Fol.-Nr. 59, 60)

Fs. 25 = 5–10 cm über UK (Fol.-Nr. 57, 58)

Fs. 24 = 0–5 cm über UK (Fol.-Nr. 56)

19. Trennfuge, tonig (mm-Dimension)

18. 12 cm Kalkstein, grüngrau bis braungrau, fleckig, hellgraue bis gelblichweiße Verwitterungsfarben, dicht; makroskopisch typischer Cephalopoden-Kalk, massenhaft regellos eingebettete Ammonoidea, keine bankinterne Feinschichtung vorhanden, nur im unteren und oberen Bankteil (bei ca. 2 und 8 cm über UK) Horizontalschichtung durch dünne, die Bank unregelmäßig durchziehende Tonbestege angedeutet.

- Biomikrit bis Biomikrosporit/wackestone bis packstone, sehr fossilreich, Ammonoidea, z. T. fossile Wasserwaagen bildend, Trilobiten, massenhaft Ostracoden, unregelmäßige Einbettung, z. T. Bioturbation (Taf. 1 Fig. A, Taf. 6; Fol.-Nr. 53–55).
 Fs. 23 = 6–12 cm über UK
 Fs. 22 = 0–6 cm über UK
17. 1,5–2 cm Tonschiefer, grüngrau bis olivgrau, gelbbraunliche Verwitterungsfarben, karbonatisch, feinglimmerig. Nach Dünnschliffuntersuchung von MEISL besteht die Probe Ra 2106, Schl.-Nr. 21956 aus detritischen Quarzen, Muskowit, Biotit (von Eisen durchtränkt), etwas saurem Plagioklas und calcitischen Mikrofossilresten.
16. 10 cm Kalkstein, braungrau bis grüngrau, fleckig, hellgraue bis gelblichweiße Verwitterungsfarben, dicht.
 Biomikrit/wackestone, Schichtung nur an der Basis undeutlich erkennbar, Bioturbation (Taf. 2 Fig. C; Fol.-Nr. 50–52).
 Fs. 21 b = 5–10 cm über UK
 Fs. 21 a = 0–5 cm über UK.
15. 1–2 cm Tonschiefer, grüngrau
14. 34 cm Kalkstein, grüngrau, olivgrau und an der Basis (0–ca. + 7 cm) auch dunkelgrau, rotbraune Gesteinsfarben in allen Bankteilen fleckig oder in unregelmäßig-fleckig-lageriger Anordnung auftretend, weitgehend mit Fossilanreicherungen korreliert, hellgraue bis gelblichweiße Verwitterungsfarben, dicht.
 Biomikrit bis Mikrosporit/wackestone bis packstone, in der ganzen Bank sehr viele Makro- und Mikrofossilien, lagenweise dichte Packung; an der Basis bankparallele, 1 cm mächtige, mit grobspätigem Calcit ausgefüllte Spalte, im oberen Teil (bis 4 cm unter OK) bis 9 cm lange und bis 1,3 cm hohe, schichtparallele Fenstergefüge, mit randständigem, grobspätigem Calcit gefüllt; keine deutliche Feinschichtung, einige dünne, unter 1 mm dicke, tonige Lagen durchziehen unregelmäßig den Kalkstein (Taf. 2 Fig. D; Fol.-Nr. 43–49).
 Fs. 20 = 26–34 cm über UK
 Fs. 19 b = 20–26 cm über UK
 Fs. 19 a = 13–20 cm über UK
 Fs. 18 b = 7–16 cm über UK
 Fs. 18 a = 0–7 cm über UK
13. 15 cm Kalkstein, dunkelgrau (bis + 7 cm), mittelgrau (bis + 11 cm) und olivgrau (oben), hellgraue bis gelblichweiße Verwitterungsfarben, dicht; gut ausgebildete, bei Verwitterung deutlich hervortretende bankparallele Feinschichtung; 2 mit grobkristallinem Calcit gefüllte, 1 bis 2 cm mächtige Spalten, an der Basis schichtparallel, im oberen Drittel diagonal die Schichten durchsetzend.
 Mikrosporit/mudstone, horizontale Feinschichtung laminar-flaserig, z. T. kleindimensionale Fältelung zeigend (Fol.-Nr. 40–42).
 Fs. 17 b = 6–12 cm über UK
 Fs. 17 a = 0–6 cm über UK
12. 14 cm Kalkstein, an der Basis (bis ca. 3 cm über UK) grüngrau, im höheren Teil braungrau bis braunorange, hellgraue bis gelblich- oder rötlichweiße Verwitterungsfarben, dicht; gut ausgebildete, bankparallele Feinschichtung, die an der angewitterten Außenseite der Bank und im Anschnitt deutlich sichtbar ist.
 Mikrit und Mikrosporit/mudstone, horizontale Feinschichtung, in der unteren Hälfte der Bank laminar-flaserig, in der oberen Hälfte deutlich gradiert mit kleinen Gleitschollen (Taf. 4 Fig. A; Fol.-Nr. 36–39).
 Fs. 16 = 7–14 cm über UK
 Fs. 15 = 0–7 cm über UK
11. 0,5 cm Tonschiefer, grüngrau
10. 5–7 cm Kalkstein, dunkelgrau oder schwarzgrau, hellgraue Verwitterungsfarben, in der Verwitterungsrinde bankparallele Feinschichtung zeigend (ähnlich Kellwasserkalk Scht. 4).

Mikrosparit/mudstone, laminar-flaserige Feinschichtung, Makro- und Mikrofossilien nur an der Basis (1 bis 2 cm über UK) gehäuft, großer Orthoceren-Längsschnitt (Fol.-Nr. 34, 35).

Fs. 14 = 3,5– 7 cm über UK

Fs. 13 = 0 –3,5 cm über UK

9. 1,5 cm

Tonschiefer, grüngrau

8. 30 cm

Kalkstein, grüngrau, schwarzgrau bis grauschwarz, mit braungrau bis rotbraun gefärbten Lagen, Linsen oder eckigen Schollen, im oberen Drittel der Bank rötliche Flammung des grauen Kalksteins, hellgraue bis gelblichweiße Verwitterungsfarben, dicht.

Unterer Bankteil (0–20 cm über UK) : Wechsellagerung von Mikrit und Sparit/mudstone mit schichtparallelen Spaltenfüllungen, gut ausgebildete bankparallele, z. T. deutlich gradierte Feinschichtung; Fossilien (Crinoiden, Tentaculiten, Ostracoden, Goniatiten) meist schichtparallel eingebettet; eine ca. 1,5 cm mächtige schwarze Kalksteinlage (bei 8,5–10 cm über UK = Basis von Taf. 3 Fig. C, im Foto des Folienabzuges hell erscheinend) zeigt auf einem schichtparallelem Anschnitt neben Goniatiten- und Orthoceren-Resten bis über 10 cm lange Crinoidenstiele; z. T. Störung der bankinternen Feinschichtung und Fossilagerung durch Gleitschollen und kleindimensionale Faltung der Feinschichtung (Taf. 4 Fig. B = 0,5–5 cm über UK; Taf. 3 Fig. C = 8,5–18,5 cm über UK; Taf. 4 Fig. C = verfüllte Spalte; Taf. 2 Fig. E = Tentaculiten in einem verfalteten Bankteil).

Der obere Bankteil (20–30 cm über UK) enthält wesentlich mehr Makro- und Mikrofossilien als der untere Bankteil: Biomikrosparit/packstone, Goniatiten (Taf. 2 Fig. F), Echinodermenreste mit Siebstruktur, Ostracoden, Tentaculiten. Die Fossilien sind nur z. T. schichtparallel eingebettet, ein großer Teil liegt schräg oder senkrecht zur Schichtung, so auch der Goniatit von Taf. 2 Fig. F (oben = rechte Bildseite der Fig. F).

Im obersten Bankteil (12–15 mm unter OK) auf einer 0,1–0,5 mm dicken tonigen Lage einzelne sessile Foraminiferen, z. T. „Mikroriffe“ von 0,5–1,3 mm Höhe bildend (Fol.-Nr. 31, 33), ähnlich Scht. 19, Taf. 5. (Fol.-Nr. 25–33).

Die dünne tonige Einlagerung besteht nach röntgenographischer Untersuchung durch G. HENTSCHEL hauptsächlich aus feinstem Glimmer und Quarz; der Kalkstein im Liegenden der Tonschicht ist wesentlich reicher an Mikrofossilresten als der Kalkstein im Hangenden. Die Tonlage markiert eine kurzzeitige Unterbrechung und geringfügige Änderung der Karbonatsedimentation.

Fs. 12 b = 25–30 cm über UK

Fs. 12 a = 20–25 cm über UK

Fs. 11 b = 15–20 cm über UK

Fs. 11 a = 10–15 cm über UK

Fs. 10 b = 5–10 cm über UK

Fs. 10 a = 0– 5 cm über UK

7. 25–28,5 cm

Kalkstein, olivgrau, schwarzgraue bis schwarze Lagen und Linsen besonders im oberen Teil, hellgraue bis gelblichweiße Verwitterungsfarben, dicht.

Wechsellagerung Mikrosparit bis Sparit/mudstone bis wackestone, calcitische bankparallele Spaltenfüllungen wie in Scht. 5 (Taf. 4 Fig. E). Gut ausgebildete Feinschichtung, z. T. rhythmischer Wechsel von hellen und dunklen Lagen, z. T. laminar-flaserige Feinschichtung mit schichtparalleler Einregelung der Mikrofossilreste, überwiegend Ostracoden-Klappen; örtlich bankinterne Schichtstörungen durch Gleitung und Sedifluktion des noch nicht vollständig verfestigten Karbonat-schlammes (Taf. 3 Fig. B; Fol.-Nr. 17–24).

Fs. 9 b = 25–28,5 cm über UK

Fs. 9 a = 20–25 cm über UK

Fs. 8 b = 15–20 cm über UK

Fs. 8 a = 10–15 cm über UK

Fs. 7 b = 4–10 cm über UK

Fs. 7 a = 0– 4 cm über UK

6. 1 cm Tonschiefer, grüngrau
5. 9–10 cm Kalkstein, grüngrau, dunkelgrau bis schwarz, hellgraue bis gelblichgraue Verwitterungsfarben, dicht.
Wechsellagerung von Mikrit und Sparit/mudstone mit bankparallelen, z. T. aufgespaltenen und flachgewellten calcitischen Spaltenfüllungen (Taf. 3 Fig. A, Taf. 4 Fig. E). Gut ausgebildete bankinterne Feinschichtung, z. T. laminar-flaserig, z. T. gradiert, rhythmisch, besonders im oberen Teil der Bank (Taf. 4 Fig. D). Syndimentäre, bis einige Zentimeter lange Gleitschollen im oberen Bankteil (Taf. 3 Fig. A; Fol.-Nr. 13–16).
Fs. 6 b = 5–10 cm über UK
Fs. 6 a = 0– 5 cm über UK
4. 10–13 cm Unterer Kellwasserkalk: Kalkstein, schwarz, bituminös, linsig bis bankig, bis ca. 10 cm mächtig, von schwarzen Ton- und Mergelschiefern umlagert.
Biomikrosparit/packstone, laminar-flaserige Feinschichtung, die auf angewitterten Außenflächen des Kalksteins makroskopisch deutlich sichtbar hervortritt und eine durchgehende innere Feinschichtung vortäuscht; sehr viele Mikro- und Makrofossilien, schichtparallel eingebettet (Abb. 8; Fol.-Nr. 10–12; Schl.-Nr. Pal. 50–52).
Fs. 5
3. 8–9 cm Kalkstein, grüngrau, gelblichgraue bis gelbweiße Verwitterungsfarben, dicht, bankinterne Horizontalschichtung, makroskopisch ist die Bank durch zahlreiche Ammonoidea gekennzeichnet.
Biomikrit/wackestone bis packstone, Ammonoidea z. T. mit fossilen Wasserwagen und Subsolutionserscheinungen, Crinoidenstielglieder mit erhaltener Siebstruktur, zwischen den Makrofossilien vorwiegend Ostracoden, seltener Tentaculiten, meist locker, örtlich dicht gepackt, Bioturbation. Etwa 1,5 cm über UK eine 2–5 mm dicke detritische Lage von meist angerundeten bis gut gerundeten, seltener eckigen Quarkörnern mit größtem Korndurchmesser von 0,1–0,2 mm (Taf. 1 Fig. B; Fol.-Nr. 6–9).
Fs. 4 b = 4,5–8 bis 9 cm über UK
Fs. 4 a = 0 –4,5 cm über UK
2. 3 cm Tonschiefer, dunkelgrau
1. 11–14 cm Kalkstein, grüngrau bis dunkelgrau, gelbweiße Verwitterungsfarben, dicht.
Biomikrit/wackestone bis packstone, vorwiegend Styliolinen, außerdem Ostracoden und Lamellibranchia, vereinzelt Ammonoidea und Gastropoda mit Mikrofossildimensionen (Taf. 1 Fig. D, Taf. 2 Fig. B–H; (Fol.-Nr. 2–5).
Fs. 3 = 10–14 cm über UK
Fs. 2 = 5–10 cm über UK
Fs. 1 = 0– 5 cm über UK
- Liegendes: Dillenburger Schichten

7.4. Fossilien und Biostratigraphie des Profils C

Die Fossilbestimmungen und biostratigraphischen Einstufungen vom Profil Diana C sind in den Tab. 3–5 zusammengestellt; Abb. 7 zeigt im Profil die Lage der Fundschichten, der biostratigraphischen Zonen und der stratigraphischen Stufen.

Die Conodonten (Tab. 3–4) lieferten die wichtigsten Fossilien, da sie in großer Menge aus allen Schichten des oberdevonischen Cephalopoden-Kalkes und auch – allerdings in geringerer Zahl – aus den unterkarbonischen Schiefen gewonnen werden konnten. Die biostratigraphische Einstufung des Profils erfolgte mit Hilfe

der Conodonten-Zonen; allgemeine und spezielle Probleme, die sich bei der Datierung der Fundschichten ergaben, werden im Abschnitt 7.4.1. besprochen.

Gesteinsanschnitte, Folienabzüge und Dünnschliffe lassen erkennen, daß die Kalksteine außer den Conodonten reichlich weitere Mikro- und Makrofossilien enthalten. Aus den dichten, nicht genügend verwitterten Kalksteinbänken ließen sich jedoch nur verhältnismäßig wenige bestimmbar Exemplare gewinnen. Die Fossilausbeute beschränkte sich im wesentlichen auf den Unteren Kellwasserkalk (Scht. 4, Fs. 5), die unmittelbar im Liegenden des Unteren Kellwasserkalkes befindliche und etwas stärker angewitterte Kalksteinbank 3 (= Fs. 4) und einige schwarzgraue Kalksteineinlagerungen innerhalb der Scht. 7 (= Fs. 7 u. 9) und die schwarzgraue Kalksteinbank 10 mit den Fs. 13–14.

In der Tab. 5 sind nur die Fossilbestimmungen aufgeführt, die auf Handstücken der Fundschichten 1–5, 7, 9 und 13–14 durchgeführt werden konnten. Die Angaben über die Häufigkeit sollen zeigen, von welchen Fossilien nur wenige Exemplare vorliegen und von welchen Gattungen und Arten zahlreiche Stücke bestimmt werden konnten. Da die Tab. 5 nur einen sehr unvollständigen Eindruck von der tatsächlichen Fossilführung des Profils vermittelt, wird bei der Besprechung der Ostracoden (Abschn. 7.4.2) und der übrigen Fossilien (Abschn. 7.4.3.) angegeben, welche Makro- und Mikrofossilien außerdem an Gesteinsanschnitten, in den Folienabzügen und in Dünnschliffen oder in den unlöslichen Rückständen der mit Essigsäure aufbereiteten Conodonten-Proben beobachtet wurden.

7.4.1. Zur Conodonten-Biostratigraphie

Im Profil C sind aus 44 verschiedenen Fundschichten Conodonten gewonnen worden; davon entfallen 41 auf den rd. 2,3 m mächtigen Abschnitt der oberdevonischen Cephalopoden-Kalke und 3 auf den unterkarbonischen Anteil. Die 41 oberdevonischen Fundschichten sind aus drucktechnischen Gründen in Tab. 3 zu 29 Fundschichten zusammengefaßt worden; bei der Profilbeschreibung (Kap. 7.3.) ist die Lage aller 41 Fundschichten innerhalb der Schichtenfolge angegeben; die zusammengefaßten Fundschichten sind in a und b aufgegliedert.

7.4.1.1. Allgemeine biostratigraphische Anmerkungen

Aus der Tab. 3 ist ersichtlich, daß in der nur 2,3 m mächtigen Kalksteinfolge des Profils C offenbar alle Conodonten-Zonen von der *Ancyrognathus-triangularis*-Zone bis zur Unteren *costatus*-Zone vorhanden sind. Die Datierung und biostratigraphische Benennung der einzelnen Fundschichten ist jedoch z. T. problematisch, da in einigen Proben Conodonten-Arten auftreten, die nach bisheriger Kenntnis nicht zusammen vorkommen sollten. Folgende verschiedene Ursachen können dafür verantwortlich sein:

1. Das Profil Diana C ist extrem kondensiert; das gilt besonders für den obersten Teil der *velifer*- bis *costatus*-Zone (Hemberg- bis Dasberg-Stufe). Hierdurch können die Proben, auch wenn die Fundschichten auf 3–5 cm Mächtigkeit eingengt wurden, Conodonten unterschiedlicher Lebenszeiten enthalten.

2. Es besteht die Möglichkeit, daß durch Umlagerung verschieden alte Conodonten-Vergesellschaftungen in einer Fundschicht gemischt wurden. Die geringmächtigen Sedimente des Profils C wurden auf einer morphologisch stark gegliederten vulkanischen Schwelle abgelagert; synsedimentäre bis fröhdiagenetische Sedimentbewegungen in Form von Sedifluktion oder subaquatischen Rutschungen, die jeweils nur schmale Horizonte erfassen, lassen sich besonders in den Kalksteinbänken der Oberen Adorf-Stufe beobachten (s. Kap. 7.5. u. Taf. 3 u. 4).
3. Es ist nicht auszuschließen, daß einige Conodonten-Arten eine etwas längere Lebenszeit hatten, als bisher festgestellt werden konnte und zusammenfassend bei KLAPPER & ZIEGLER (1979: Abb. 5–6) dargestellt wurde.

Zur genauen Datierung der Fundschichten müßte man wissen, welche Ursache oder welche Ursachen für das Zusammenvorkommen der altersverschiedenen Conodonten jeweils verantwortlich sind. Davon hängt es ab, ob eine Fundschicht z. B. als „a- bis b-Zone“ oder nur als „b-Zone“ mit umgelagerten Conodonten der a-Zone eingestuft werden kann.

Außerdem ergeben sich prinzipielle Datierungsschwierigkeiten dadurch, daß die Lebenszeit von Leit-Conodonten noch in späteren Conodonten-Zonen andauern kann. Vom Vorkommen des nächstjüngeren Zonen-Conodonten hängt die Erkennbarkeit der folgenden Zone oder Subzone ab. Die entscheidende Leitart kann aber rein zufällig in der untersuchten Probe (eine Stecknadelspitze am Boden des Oberdevonmeeres!) nicht vorhanden sein, obwohl die Fundschicht zur Lebenszeit der Leitart abgelagert worden ist.

7.4.1.2. Anmerkungen zu einzelnen Fundschichten (Tab. 3)

Fundschicht 1: *Polygnathus pennatus* soll vor der Oberen *Pol.-asymmetricus*-Zone erlöschen. Längere Lebenszeit oder Einschwemmung?

Fundschichten 6–10: Die Fundschichten wurden mit Vorbehalt „(?)“ als Obere *gigas*-Zone eingestuft, da die Leitform der Oberen *gigas*-Zone, *Ancyrognathus asymmetricus*, erst ab Fs. 11 (= 50–55 cm über dem Unteren Kellwasserkalk) vorkommt und in Fs. 6 b (= 5–10 cm über dem Kellwasserkalk) nur *Ancyrognathus* cf. *asymmetricus* gefunden werden konnte. Im benachbarten, ca. 13 m W gelegenen Profil Diana A (Abb. 2) ist jedoch *Ancyrognathus asymmetricus* in der dortigen Fs. 8 bereits bei 20–30 cm über dem Unteren Kellwasserkalk sicher nachgewiesen worden (BUGGISCH et al. 1978: 97, Abb. 8, Tab. 8); daher dürfte auch im Profil Diana C die Obere *gigas*-Zone mit großer Wahrscheinlichkeit dicht über dem Unteren Kellwasserkalk einsetzen und *Ancyrognathus asymmetricus* nur zufällig in den Proben der Fs. 6–10 fehlen.

Fundschicht 12: In der gesamten Fundschicht (= Fs. 12 a + b; Scht. 8, 20–30 cm über UK) werden noch *Ancyrodella nodosa* und *Ancyrognathus triangularis* beobachtet, die nur bis zum tiefsten Teil der Oberen *gigas*-Zone vorkommen dürften. Im höheren Teil der Fs. 12 (= Fs. 12 b, 25–30 cm über UK von Scht. 8) tritt jedoch die Leitart der Obersten *gigas*-Zone, *Palmatolepis linguiformis*, hinzu. Als Ursache für das Zusammenvorkommen der drei genannten Arten kann wahrscheinlich starke Kondensation im höheren Teil der Oberen und in der Obersten *gigas*-Zone angenommen werden. Während der Zeit der Oberen *gigas*- bis Unteren *Pal.-triangularis*-Zone wurde an anderen Orten der Obere Kellwasserkalk abgelagert; im Profil Diana C ist diese Fazies nur in Form von einigen schwarzgrauen Kalksteineinlagerungen innerhalb der Schichten 8 und 10 vertreten. Kondensation an der Obergrenze des Oberen Kellwasserkalkes ist weit verbreitet (BUGGISCH 1972: 16, 42, Taf. 10–13).

Fundschichten 13–14: Diese beiden Fundschichten umfassen die untere (Fs. 13) und obere (Fs. 14) Hälfte der nur 5–7 cm mächtigen feinschichtigen, schwarzgrauen Kalksteinbank (Scht. 10),

mit der die *Pal.-triangularis*-Zone einsetzt. Neben *Palmatolepis gigas* kommt auch noch *Ancyrognathus asymmetricus* bis in Fs. 14 vor. Da die faziellen Merkmale der Schicht 10 auf eine ungestörte, ruhige Sedimentation schließen lassen und keine Umlagerungsvorgänge erkennbar sind, ist ein Andauern der Lebenszeit von *Ancyrognathus asymmetricus* bis in die Untere *Pal.-triangularis*-Zone wahrscheinlich. Dafür spricht auch, daß im Profil Diana A *Ancyrognathus asymmetricus* ebenfalls noch zusammen mit *Palmatolepis triangularis* in der Unteren *Pal.-triangularis*-Zone vorkommt (BUGGISCH et al. 1978: Tab. 8 Fs. 11).

Fundschrift 22: Die Fundschrift enthält Conodonten, die für verschiedene Zonen und Subzonen charakteristisch sind:

1. Das Vorkommen von mehreren Arten, deren Lebenszeit an der Obergrenze der Oberen *crepida*-Zone enden soll, zusammen mit Arten, die mit Beginn oder innerhalb der Oberen *crepida*-Zone einsetzen, lassen eine Datierung als Obere *crepida*-Zone zu.
2. Das Vorhandensein von *Palmatolepis rhomboidea* und *Palmatolepis poolei*, den Leitformen der *rhomboidea*-Zone und der Unteren *rhomboidea*-Zone, belegt die Untere *rhomboidea*-Zone (= Verbreitungsdauer von *Pa. poolei*).
3. Das Auftreten von *Palmatolepis gracilis gracilis* spricht sogar für Obere *rhomboidea*-Zone, sofern diese Art nicht schon etwas früher einsetzt.

Das Zusammenvorkommen der altersverschiedenen Conodonten in der nur 6 cm mächtigen Fs. 22 dürfte im wesentlichen auf Kondensation zurückzuführen sein. Dafür sprechen die lithofaziellen und biofaziellen Merkmale der Schicht 18, einem typischen Cephalopoden-Kalk, der massenhaft regellos eingebettete Makro- und Mikrofossilien enthält, keine bankinterne Feinschichtung aufweist und z. T. Bioturbation erkennen läßt (s. Kap. 7.3., Scht. 18; Taf. 1 Fig. A). Allerdings kann nicht ausgeschlossen werden, daß einige Arten, die an der *crepida/rhomboidea*-Grenze erlöschen sollen, eine etwas längere Lebenszeit haben, wie das bereits DREESEN (1977: Abb. 1) feststellte (s. dazu aber auch KLAPPER & ZIEGLER 1979: 212).

Fundschrift 23: Für diese 6 cm mächtige Fundschrift (= obere Hälfte der Scht. 10) gelten die gleichen biostratigraphischen und faziellen Anmerkungen wie für die Fs. 22: Die Conodonten-Arten der *crepida*-Zone sind noch vorhanden, die Leitform *Palmatolepis poolei* wurde nicht gefunden, es gibt drei Arten, die erst ab Obere *rhomboidea*-Zone einsetzen: *Palmatolepis gracilis gracilis*, *Polygnathus glaber glaber* und *Polylophodonta gyratilineata*.

Fundschrift 27: Das häufige Auftreten von *Palmatolepis glabra pectinata* neben *Scaphignathus cf. velifer* läßt auf ein gemeinsames Vorkommen von Conodonten der Oberen *marginifera*-Zone und der *velifer*-Zone durch Kondensation schließen. Für diese Annahme spricht, daß im Bereich der Fs. 27 (= Scht. 19, 15–20 cm über UK) und auch in tieferen Teilen der Schicht 19 Unterbrechungen der karbonatischen Sedimentation und Hartgrundbildungen erkennbar sind (s. Kap. 7.3., Scht. 19; Taf. 5 Fig. A u. B). Der Fs. 27 entspricht im Profil Diana A etwa die Fs. 17, in der *Scaphignathus velifer* sicher nachgewiesen wurde (BUGGISCH et al. 1978: Tab. 8).

Fundschriften 28–29: Die beiden Fundschriften umfassen die untere (Fs. 28) und die obere (Fs. 29) Hälfte der nur 6–7,5 cm mächtigen obersten Kalksteinbank des Profils (Kap. 7.3., Scht. 20; Taf. 6). Die in Tab. 3 Fs. 28–29 aufgeführten Conodonten-Bestimmungen zeigen, daß in der Schicht 20 alle Leitarten von der *marginifera*- bis zur *costatus*-Zone vorhanden sind: *Palmatolepis marginifera marginifera*, *Scaphignathus velifer*, *Polygnathus styriacus* und *Bispathodus costatus*.

Da die Fs. 27 bereits bis in die *velifer*-Zone reicht, kann als Ablagerungszeit für die Fs. 28 die *velifer*-bis Untere *styriacus*-Zone angenommen werden. Ältere Conodonten-Arten, wie *Palmatolepis glabra pectinata*, *Pa. glabra prima?* und *Pa. marginifera marginifera* (in den Proben der Fs. 28 nur fraglich, jedoch in Fs. 28–29 sicher nachgewiesen), sind wahrscheinlich infolge von Umlagerung und starker Kondensation noch vorhanden, falls ihre Lebenszeiten nicht länger andauerten als bisher angenommen wurde.

Für die Fs. 29 ergibt sich eine Einstufung als Untere *costatus*-Zone, da in einer die ganze Bank 20 (= Fs. 28–29) umfassenden Probe *Bispathodus costatus* gefunden wurde. In der gleichen Probe kommen nur unvollständig erhaltene, nicht sicher bestimmbare Exemplare von *Bispathodus aculeatus* und *Bisp. spinulicostatus* vor; im benachbarten Profil Diana A wurden jedoch beide Arten in der dortigen höchsten Fundschrift (Fs. 20) nachgewiesen (BUGGISCH et al. 1978: 99, Tab. 8, Fs. 20). Da diese beiden Arten erst im höheren Teil der Unteren *costatus*-Zone einsetzen, ist es sehr wahrscheinlich, daß auch im Profil Diana C die Karbonatsedimentation zumindest bis in den oberen Teil der Unteren

Fundsichten:	A. - <i>triangularis</i> -Zone			Untere <i>gigas</i> -Zone		Obere (?) <i>gigas</i> -Zone				Obere <i>gigas</i> -Zone		Obere u. Oberste <i>gigas</i> -Zone		Untere <i>P. -triangularis</i> -Zone		Mittl. - Ob. <i>P. -triangularis</i> -Zone	Obere <i>P. -triangularis</i> -Zone		Ob. <i>triang.</i> bis Unt. <i>crepida</i> -Z.	Untere bis Mittlere <i>crepida</i> -Zone		Ob. <i>crep.</i> bis Unt. <i>rhomboidea</i> -Zone	<i>rhomboidea</i> -Zone	Untere <i>marginifera</i> -Zone		Obere <i>marginifera</i> -Zone	Ob. <i>margin.</i> -Z. bis Unt. <i>velifer</i> -Z.		<i>velifer</i> - bis Unt. <i>styriacus</i> -Z.	<i>velifer</i> -Zone bis Untere <i>costatus</i> -Zone	Untere <i>costatus</i> -Zone						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	13-14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	28-29	29						
<i>Palmatolepis punctata</i>	•	•																																			
<i>Pal subrecta</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•																							
<i>Polygnathus pennatus</i>	•	•																																			
<i>Pal decorosus</i>	•	•		•	•																																
<i>Ancyrodella gigas</i>	•	•	•																																		
<i>Ancyrod lobata</i>		•		•		•																															
<i>Ancyrod nodosa</i>	○	?	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•																									
<i>Ancyrod lobata</i> → <i>curvata</i>			•																																		
<i>Ancyrod curvata</i>				•	•	•		•			•	•	•																								
<i>Ancyrod ioides</i>				•																																	
<i>Palmatolepis proversa</i>	•	○	•																																		
<i>Pal hassi</i>	•	•	•	•	•	•	•																														
<i>Pal unicornis</i>	○			•	•	•	•																														
<i>Pal unicornis</i> → <i>gigas</i>				•	•	•	•																														
<i>Pal gigas</i>				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•																							
<i>Ancyrognathus triangularis</i>	•		•			•	•	•		•	•	•	•	•																							
<i>Ancyrogn bifurcatus</i>				○																																	
<i>Ancyrogn asymmetricus</i>						○				•	•		•	•																							
<i>Palmatolepis linguiformis</i>										•	•		•	•																							
<i>Pal triangularis</i>											•	•		•																							
<i>Pal delicatula delicatula</i>													○																								
<i>Pal delicatula clarki</i>																																					
<i>Pal subperlobata</i>																																					
<i>Pal triang</i> → <i>quadrantinodosalobata</i>																																					
<i>Pal tenuipunctata</i>																																					
<i>Pal minuta minuta</i>																																					
<i>Pal quadrantinodosalobata</i>																																					
<i>Pal crepida crepida</i>																																					
<i>Ancyrognathus sinelamina</i>																																					
<i>Ancyrolepis cruciformis</i>																																					

Fundschichten:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	28-29	29	
<i>Palmatolepis poolei</i>																						•	•								
<i>Pal. perlobata perlobata</i>																					•	•									
<i>Pal. perlobata schindewolfi</i>																						•	•	•	•	•	•	•			
<i>Pal. glabra prima</i>																						•	•	•	•	•	•	•	•		
<i>Pal. glabra lepta</i>																						•	•	•	•	•	•	•	•		
<i>Pal. glabra pectinata</i>																						•	•	•	•	•	•	•	•		
<i>Pal. glabra distorta</i>																						•	•	•	•	•	•	•	•		
<i>Pal. gracilis gracilis</i>																						•	•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Pal. quadrantinodosa inflexa</i>																						•	•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Pal. cf. regularis</i>																						•	•	•	•	•	•	•	•		
<i>Pal. minuta lobata</i>																						•	•	•	•	•	•	•	•		
<i>Pal. rhomboidea</i>																						•	•	•	•	•	•	•	•		
<i>Polygnathus glaber glaber</i>																						•	•	•	•	•	•	•	•		
<i>Pal. nodocostatus ovatus</i>																						•	•	•	•	•	•	•	•		
<i>Pal. nodocostatus nodocostatus</i>																							•	•	•	•	•	•	•		
<i>Pal. pennatuloideus</i>																							○	•	•	•	•	•	•		
<i>Pal. glaber bilobatus</i>																								•	•	•	•	•	•		
<i>Pal. nodoundatus</i>																								•	•	•	•	•	•		
<i>Polylophodonta gyralineata</i>																							•	•	•	•	•	•	•		
<i>Palmatolepis aff. circularis</i>																							•	•	•	•	•	•	•		
<i>Pal. marginifera marginifera</i>																							•	•	•	•	•	•	•		
<i>Pal. rugosa ampla</i>																								•	•	•	•	•	•		
<i>Spathognathodus amplius</i>																								•	•	•	•	•	•		
<i>Spath. strigosus</i>																								•	•	•	•	•	•		
<i>Polylophodonta confluens</i>																								•	•	•	•	•	•		
<i>Palmatolepis minuta schleizii</i>																								•	•	•	•	•	•		
<i>Pal. perlobata sigmoidea</i>																								•	•	•	•	•	•		
<i>Pal. perlobata grossi</i>																								•	•	•	•	•	•		
<i>Polygnathus perplexus</i>																								•	•	•	•	•	•		
<i>Pal. lagowiensis</i>																								•	•	•	•	•	•		
<i>Scaphignathus velifer</i>																											○	•	•		
<i>Polygnathus styriacus</i>																												•	•		
<i>Pal. prae Hassi</i>																												•	•		
<i>Pal. Hassi</i>																												•	•		
<i>Pal. communis</i>																												•	•		
<i>Pal. obliquicostatus</i>																												•	•		
<i>Spathognathodus sp. indet.</i>																												•	•		
<i>Spath. wernerii</i>																												•	•		
<i>Bispathodus stabilis</i>																												•	•		
<i>Bisp. aculeatus ssp. indet.</i>																												•	•		
<i>Bisp. spinulicostatus</i>																												•	•		
<i>Pseudopolygnathus sp. indet.</i>																												•	•		
<i>Pseudopol. granulatus</i>																												•	•		
<i>Pseudopol. brevipennatus</i>																												•	•		
<i>Bispathodus costatus</i>																												•	•		

Stratigraphie und Fazies des kondensierten Oberdevon-Profiles „Diana“

Tab. 3. Conodonten und Conodonten-Zonen im Profil Diana C. Mittlere Adorf- bis Dasberg-Stufe. Lage der Fundschichten s. Abb. 7; nähere Erläuterungen in Kap. 7.4.

costatus-Zone oder – ebenso wie im 300 m SW gelegenen Steinbruch Beuerbach (Abb. 1) – bis in die Mittlere *costatus*-Zone andauerte (s. Abschn. 7.4.1.1. u. BUGGISCH et al. 1981: 47–48, Abb. 2).

Starke Kondensation infolge von extrem geringem Sedimentzuwachs dürfte die Hauptursache für das Zusammenvorkommen von Arten verschiedener Conodonten-Zonen im obersten Profilteil sein. Für diese Annahme sprechen nicht nur die geringen Gesteinsmächtigkeiten im Bereich der Oberen *marginifera*- bis Unteren *costatus*-Zone (Fs. 26–29 nur rd. 17 cm!), sondern auch die faziellen Merkmale, die erkennen lassen, daß es zu dieser Zeit am Meeresboden auf der Diana-Schwelle zur Ausbildung von Hartgründen kam, auf denen Sedimentunterbrechungen, Erosionen und Lösungsvorgänge stattfanden (s. Kap. 7.3., Scht. 19–20, Kap. 7.5. u. Taf. 5–6).

In den Schiefern der Fs. 30–32 (Tab. 4) konnten einige gut erhaltene Conodonten gefunden werden. Die Formen lassen sich in die bereits von VOGES (1959) aufgestellte biostratigraphische Gliederung einordnen, besonders durch das Auftreten von „*Pseudopolygnathus triangulus*“ und „*Pseudopolygnathus triangulus pinnatus*“ im Sinne von VOGES (wegen der nomenklatorischen Schwierigkeiten siehe BUGGISCH et al. 1981: 42). Auf eine Korrelation mit der moderneren Gliederung von SANDBERG et al. (1978) wurde verzichtet, da die hier vorliegende Fauna dafür keine ausreichenden Kriterien bietet.

Conodonten-Zonen: nach VOGES 1959	<i>triangulus</i> - <i>triangulus</i> - Zone	<i>triangulus</i> - <i>triangulus</i> - bis <i>crenulata</i> -Zone	<i>crenulata</i> -Zone
	30	31	32
Fundschichten:			
<i>Bispathodus stabilis</i>	■		
<i>Polygnathus communis</i>	■	■	
<i>Polygnathus triangulus triangulus</i>	■		
<i>Pseudopolygnathus triangulus pinnatus</i>			■
<i>Siphonodella duplicata</i>	■		
<i>Siphonodella obsoleta</i>	■	■	
<i>Siphonodella lobata</i>			■

Tab. 4. Conodonten und Conodonten-Zonen der unterkarbonischen Fundschichten des Profils Diana C. Lage der Fundschichten 30 und 31 s. Abb. 7; Fs. 32 liegt in Scht. 28, s. Abb. 4.

7.4.2. Zur Ostracoden-Biostratigraphie

Die Verwitterungsrinde der Kalksteinbank 3 (= Fs. 4) zeigt massenhaft Steinkerne und Abdrücke von *Bertillonella (Rabienella) cicatricosa*, der Leitart der *cicatricosa*-Zone; sowohl von *B. (R.) cicatricosa*, als auch von den anderen in Tab. 5 Fs. 4 aufgeführten Ostracoden konnten jedoch wegen schlechter Erhaltung nur verhältnismäßig wenige Exemplare bestimmt werden.

Unter-Stufen:		Mittl.-Ob.Adorf-Stufe (dam-dao)					
		dam		dao?	dao		
Bestimmte Exemplare:	Conodonten- und Ostracoden-Zonen:	A-triangularis-Zone	Untere <i>gigas</i> -Zone		Ob.(?) <i>gigas</i> -Zone	Untere <i>Palmatolepis-triangularis</i> -Zone	
			<i>cicatricosa</i> -Zone	<i>nitida</i> -Z. des Unt. Kellwasserk.			
? = 1, fraglich + = 1-3 ● = 4-25 ● = 26-100 ■ = 101-200 ■ = 201-300	Fundschichten:	1-3	4=A5	5=A6	7 9	13-14	
<i>Bertillonella (Rabienella) cicatricosa</i>		●					
<i>Bertillonella ? fabaeformis</i>				? ●			
<i>Bertillonella ? sp. A</i>				● ●			
<i>Entomoprimitia (Entomoprimitia) nitida</i>				■ ■	?		
<i>Entomoprimitia (E.) cf. nitida</i>				+ +			
<i>Entomoprimitia (E.) aff. nitida</i>				● ●			
<i>Entomoprimitia (E.) cf. triangula</i>					+		
<i>Entomoprimitia (E.) aff. triangula</i>				+			
<i>Entomoprimitia ? aff. kayseri</i>				● ●			
<i>Ungerella calcarata</i>		+		+ ●			
<i>Ungerella sp.</i>				●			
<i>Entomozoe (Richterina) sp. A</i>					+		
<i>Entomozoe (Nehdentomis) pseudorichterina</i>		+	+		+		
<i>Entomozoe (Nehdentomis) tenera</i>					+	?	
<i>Entomozoe (Nehdentomis ?) aff. tenuistriata</i>					+		
<i>Entomozoe (Nehdentomis) pseudophthalma</i>				+	?	+	
<i>Entomozoe sp., meist E. (N.) pseudophthalma ?</i>						● ●	
<i>Richterina (Volkina) zimmermanni</i>		+		■ ■	● ●	●	
<i>Richterina sp.</i>				● ■	● ●		
<i>Cypridella sp.</i>				● ●			
Ostracoda indet.		+		+	+	● +	
<i>Harpes neogracilis</i>			+				
<i>Manticoceras cf. intumescens</i>			+				
<i>Manticoceras sp.</i>				+	●		
<i>Crickites sp.</i>				+			
<i>Ponticeras sp.</i>					?		
<i>Probeloceras sp.</i>					?		
<i>Neomanticoceras (Virginoceras) paradoxum</i>			+				
<i>Neomanticoceras sp.</i>			+				
<i>Tornoceras sp.</i>		+	?	+	+		
<i>Manticoceras vel Tornoceras</i>				● ●			
Ammonoidea indet.		+		● ●		+	
Orthocerida indet.		+	+	● ●			
<i>Buchiola angulifera</i>				+	+		
<i>Buchiola angulifera vel prumiensis</i>				+			
<i>Buchiola palmata</i>		+					
<i>Buchiola retrostriata</i>		?		● ●			
<i>Buchiola sp.</i>		● ●		■ ■		+	
<i>Lingula sp.</i>		+					
<i>Homoctenus tenuicinctus</i>		+	+	● ●			
<i>Homoctenus sp., tenuicinctus-Gruppe</i>		●				● ●	

Tab. 5. Ostracoden, Trilobiten, Cephalopoden, Lamellibranchiaten, Brachiopoden und Tentaculiten im Profil Diana C. Lage der Fundschichten s. Abb. 7. Die Fundschichten A 5 und A 6 sind die äquivalenten Fundschichten im Profil A zu den Fundschichten 4 und 5 im Profil C; nähere Erläuterungen s. Kap. 7.4., 7.4.2. und 7.4.3.

Da in Fs. 4 keine Styliolinen mehr vorkommen, während sie nach Folienabzügen in der Scht. 1 (= Fs. 1–3) noch sehr häufig auftreten, muß die Fs. 4 bereits dem oberen Teil der *cicatricosa*-Zone angehören. Ob die Oberkante der Scht. 3 mit der Obergrenze der *cicatricosa*-Zone im biochronologischen Sinne zusammenfällt, ist unklar, da mit Scht. 4 ein starker Fazieswechsel erfolgt. Im Unteren Kellwasserkalk vom locus *typicus* und an zahlreichen anderen Kellwasserkalk-Vorkommen konnte *B. (R.) cicatricosa* (entgegen den Angaben bei MÜLLER-STEFFEN 1964: 158) noch nicht vom Verfasser gefunden werden (s. RABIEN 1954: 185; 1970 a: 136).

Die Proben des Unteren Kellwasserkalkes (Scht. 4) enthalten eine individuenreiche, durch große Entomoprimitien gekennzeichnete Ostracoden-Fauna. Von *Entomoprimitia (E.) nitida* wurden im Profil Diana C (Fs. 5) 165 und im Profil A (Fs. 6) 265 Exemplare bestimmt. Die anderen in Tab. 5 aufgeführten *Entomoprimitia*-Arten sind wesentlich seltener vertreten; von ihnen werden vorläufig nur cf.- und aff.-Bestimmungen aufgeführt.

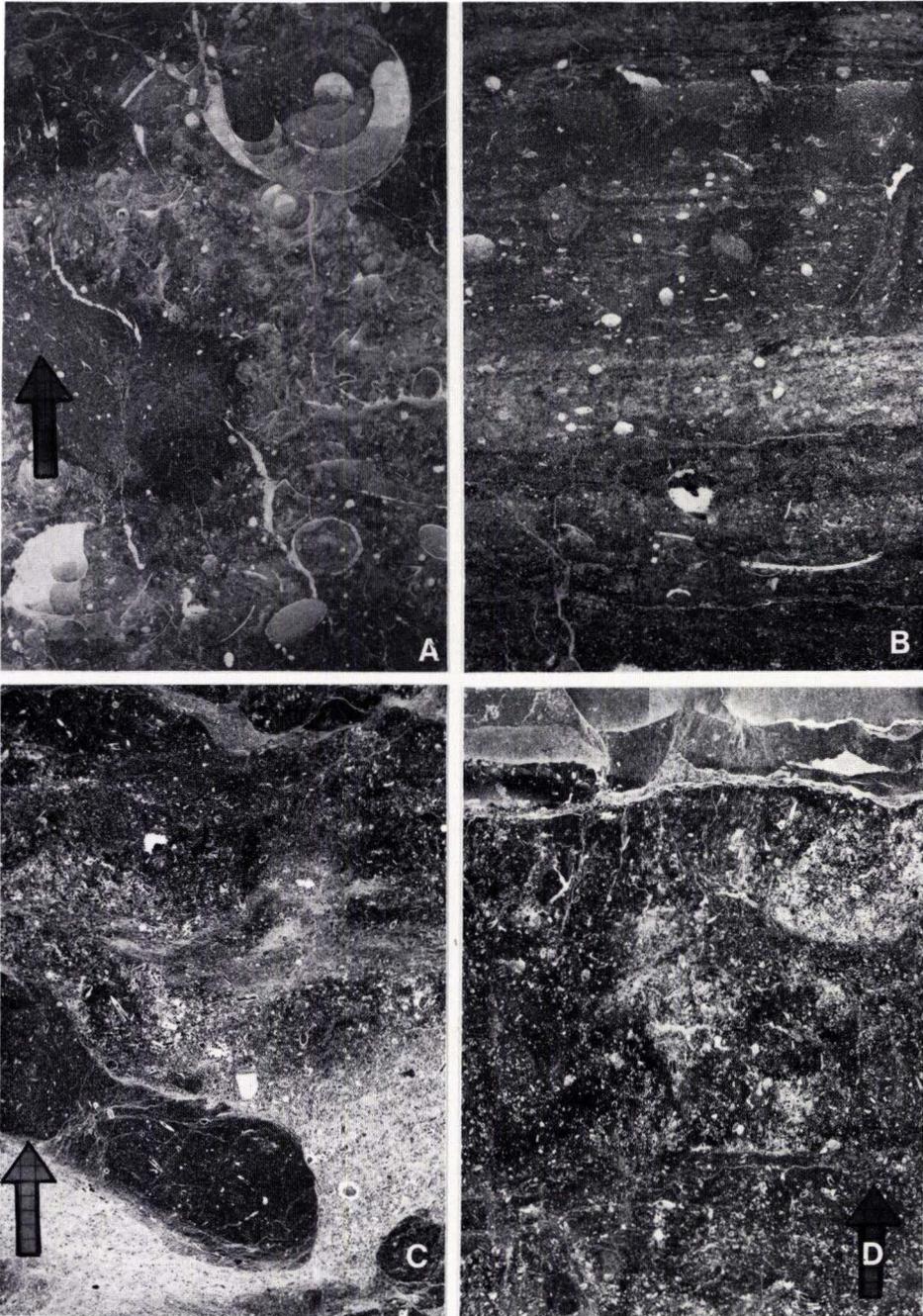
Das häufige Auftreten von *E. (E.) nitida* charakterisiert den tiefen Teil des Unteren Kellwasserkalkes am locus *typicus* und an anderen Profilen; *E. (E.) nitida* kann daher als Leitart dieses Profilabschnittes betrachtet werden: *nitida*-Kalk des Unteren Kellwasserkalkes. Infolge der abweichenden Kellwasserkalk-Fazies ist jedoch nicht sicher, ob *E. (E.) nitida* als Leitart einer allgemein verbreiteten Ostracoden-Zone im obersten Teil der Mittleren Adorf-Stufe gelten kann (s. RABIEN 1954: 185–187; 1970 a: 124–125; BUGGISCH et al. 1978: 97–98, Tab. 9).

Neben den relativ großen *Entomoprimitia*-Arten treten in großer Menge kleine Richterinen auf, die zumeist als *Richterina (Volkina) zimmermanni* bestimmt werden können (235 im Prof. C Fs. 5 u. 297 im Prof. A Fs. 6). Diese Art wurde in den Proben der Fs. 7 noch sehr häufig, in Fs. 9 jedoch nur noch selten angetroffen; beide Fundschichten gehören sehr wahrscheinlich zur Oberen *gigas*-Zone (s. Abschn. 7.4.1.2., Abs. Fs. 6–10).

Tafel 1

Sedimenttypen von Kalksteinbänken der Profile Diana C und D. Folienabzüge senkrecht zur Schichtung, Vergrößerung jeweils $\times 2$; in Klammern Bezeichnung nach DUNHAM (1962).

- Fig. A. Kalkstein, grau, tonig; reich an Ostracoden und Ammonoideen, z. T. mit fossilen Wasserwaagen. Zeitweilig aus dem Sediment herausragende Schalenteile sind gelöst: Goniatit im Bild oben; vgl. Taf. 6 (Goniatiten führender ostracod wackestone).
Prof. C, Scht. 18, 1,5–6 cm über UK, Fs. 22 (Ra 2105/1, Fol.-Nr. 54).
- Fig. B. Kalkstein, grau, tonig; reich an Ostracoden und Ammonoideen, seltener Echinodermen und Tentaculiten, starke Bioturbation (bioturbate ostracode wackestone).
Prof. C, Scht. 3, mittlerer Bankteil, Fs. 4 (Ra 2120, Fol.-Nr. 6).
- Fig. C. Kalkstein, rotbraun, knollig; reich an Styliolinen (vgl. Taf. 2 Fig. I u. K) und Echinodermen (Styliolinen pack- bis wackestone).
Prof. D, Scht. 10, Fs. 6 (Ra 2287, Fol.-Nr. 1).
- Fig. D. Kalkstein, grau, mergelig; reich an Styliolinen und Ostracoden, vgl. Taf. 2 Fig. G u. H (Styliolinen pack- bis wackestone).
Prof. C, Scht. 1, rd. 1–5 cm unter OK, Fs. 2/3 (Ra 2121, Fol.-Nr. 2).



Tafel 1

Ein besonderes Merkmal der Ostracoden-Fauna des Unteren Kellwasserkalkes der Profile Diana C und A ist das fast vollständige Fehlen von *Entomozoe* (*Nehdentomis*) *pseudophthalma*. Nur 2 Exemplare wurden in dem großen Probenmaterial der Fs. 5 angetroffen, während diese Art, die bereits in der *cicatricosa*-Zone einsetzt, in den Fs. 9 und 13–14 (Obere *gigas*-Zone bis Untere *Pal-triangularis*-Zone der Oberen Adorf-Stufe) sehr häufig bis massenhaft auftritt.

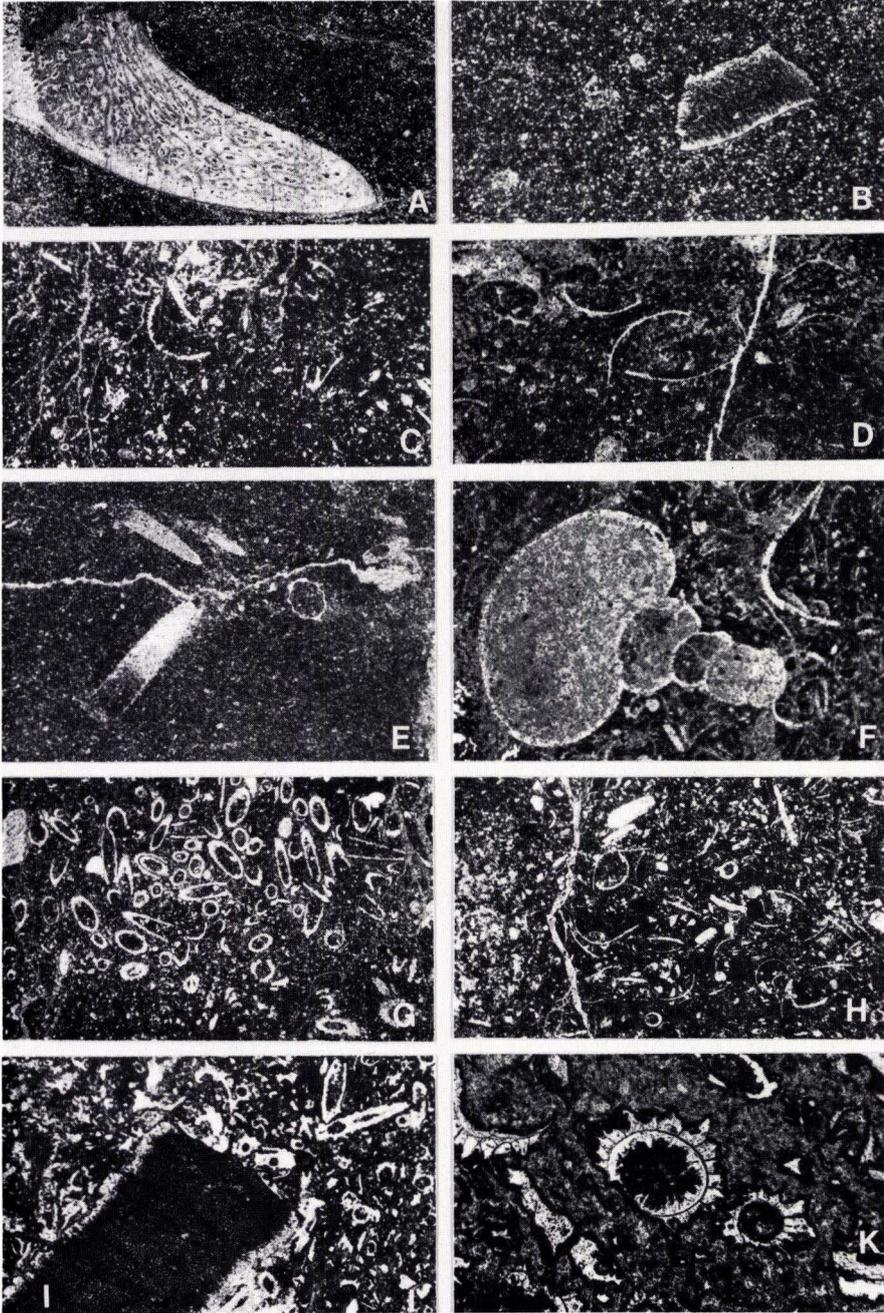
Im Unteren Kellwasserkalk des Profils Diana C wurden zum ersten Male auch 8 Exemplare der Gattung *Cypridella* angetroffen; dazu der Querschnitt eines Exemplares in einem Dünnschliff (Abb. 8). Eine erneute Durchsicht der Proben des benachbarten Profils Diana A führte zu keinem Ergebnis; in Nachtragsproben zum Unteren Kellwasserkalk des Profils der Pinge Bergmannsglück (RABIEN 1970 a: 124, Abb. 3 Prof. 1) fanden sich jedoch ebenfalls 23 Exemplare, die als *Cypridella* oder als Cypridinellidae bestimmt werden können. Das Auftreten dieser unterkarbonischen Ostracoden-Gattung im Unteren Kellwasserkalk (und wahrscheinlich im gesamten Oberdevon) war bisher nicht bekannt; eine Neubeschreibung durch G. BECKER, der bereits von einem Stück eine Abbildung veröffentlichte (BECKER & GOTTWALD 1981: 115, Abb. 1), ist geplant.

Entomozoide und glattschalige, nichtentomozoide Ostracoden kommen nach den Folienabzügen in den Schichten 1, 3, 4, 7, 8, 14, 16, 18, 19 und 20 vor,

Tafel 2

Häufige „Schliff-Fossilien“ in den Kalksteinbänken der Profile Diana C und D. Folienabzüge senkrecht zur Schichtung; Vergrößerung: A bis I = $\times 12$; K = $\times 60$.

- Fig. A. Vertebraten-Fragment.
Prof. C, Scht. 19, 10–15 cm über UK, Fs. 26 (Ra 2101/3, Fol.-Nr. 59).
- Fig. B. Echinodermen-Bruchstück mit erhaltener „Siebstruktur“.
Prof. C, Scht. 19, 10–15 cm über UK, Fs. 26 (Ra 2103/3, Fol.-Nr. 59).
- Fig. C. Skulpturierte Ostracoden.
Prof. C, Scht. 16, 0–5 cm über UK, Fs. 21 a (Ra 2160/1, Fol.-Nr. 51).
- Fig. D. Glattschalige Ostracoden.
Prof. C, Scht. 14, Fs. 19 (Ra 2109, Fol.-Nr. 47).
- Fig. E. Tentaculiten.
Prof. C, Scht. 8, zwischen 15–20 cm über UK, Fs. 11b (Ra 2115/4, Fol.-Nr. 30).
- Fig. F. Goniatit, etwa senkrecht zur Schichtung eingebettet (oben = rechte Bildseite). Nach C.-D. CLAUSEN läßt der Querschnitt des Gehäuses und das Alter der Fundschicht auf einen immaturen, mäßig weitgenabelten Vertreter der Gephyroceratidae schließen: *Manticoceras* sp. vel *Probeloceras* sp. vel *Ponticeras* sp.
Prof. C, Scht. 8, zwischen 25 und 26 cm über UK, Fs. 12b, Basis (Ra 2114/2, Fol.-Nr. 33).
- Fig. G. Styliolinen.
Prof. C, Scht. 1, zwischen 10 und 14 cm über UK, Fs. 3 untere Hälfte (Ra 2121/3, Fol.-Nr. 5).
- Fig. H. Ostracoden und Styliolinen.
Prof. C, Scht. 1, zwischen 0 und 5 cm über UK, Fs. 1, mitte (Ra 2121/1, Fol.-Nr. 3).
- Fig. I. Echinodermen mit „Siebstruktur“ und Styliolinen.
Prof. D, Scht. 10, zwischen 60 und 69 cm über UK, Fs. 6 (Ra 2287, Fol.-Nr. 1).
- Fig. K. Vergrößerung aus Fig. I: Styliolinen mit drusigem und radialem Calcit-Zement, sowohl in das Fossilinnere als auch in das Sediment wachsend. Die Schieferung führt zur Lösung entlang mehr oder weniger paralleler Bahnen.
Prof. D wie bei Fig. I.



Tafel 2

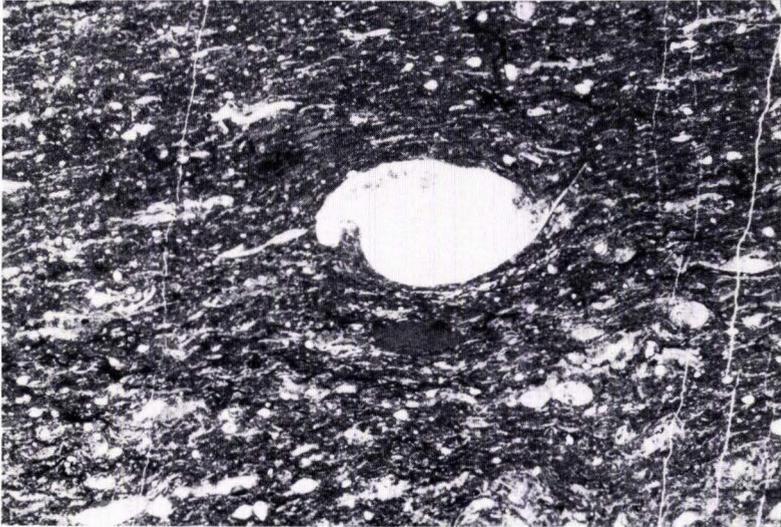


Abb. 8. Unterer Kellwasserkalk des Profils Diana C (Scht. 4, Fs. 5). Dünnschliff senkrecht zur Schichtung. Der durch organische Substanz schwarz gefärbte Kalkstein enthält zahlreiche, in Pseudosparit umgewandelte, in der Abbildung hell erscheinende Mikrofossilreste. Laminar-faserige Feinschichtung. Das nur wenig deformierte, mit Sparit zementierte Gehäuse der 5,3 mm langen *Cypridella* wird von der stärker kompaktierten Gesteinssubstanz (heute Mikrospartit, ehemals wohl Mikrit bzw. mud) umflossen. Schl.-Nr. Pal. 51. Vergrößerung 6 × (Foto G. BECKER).

besonders reichlich in den Schichten 3, 4 und 18 (Taf. 1 Fig. A, B, D; Taf. 2 Fig. C, D, H).

In den Conodonten-Proben der Scht. 20 fanden sich außerdem einige schlecht erhaltene, meist unbestimmbare Ostracoden-Steinkerne; darunter im tieferen Teil dieser Bank (= Fs. 28, obere Hemberg-Stufe): *Richterina (Richterina) striatula?*, *Richterina (Fossirichterina) sp.*, *Richterina sp.*; im höheren Teil der Bank 20 (= Fs. 29, Untere *costatus*-Zone, Dasberg-Stufe): *Richterina (R.) striatula?* und *Richterina sp.*

In den zeitäquivalenten Kalksteinbänken von 2 Profilen im benachbarten Steinbruch Beuerbach (Abb. 1; BUGGISCH et al. 1981: 47–48, Abb. 2 Prof. 1 u. 3) konnten im Unterschied zum Profil Diana dank guter Anwitterung der obersten Kalksteinbänke zahlreiche entomozoide und nichtentomozoide Ostracoden bestimmt werden. Die Fundschichten gehören der *intercostata*- bis Oberen *hemisphaerica-dichotoma*-Zone an; die dortigen Ostracoden-Faunen zeigen ferner, daß in den Fundschichten Ostracoden-Mischfaunen auftreten, die gemäß der Definition von BECKER sowohl dem Entomozoen- als auch dem Thüringer Ökotyp s. str. angehören (s. BECKER in BANDEL & BECKER 1975: 61; BECKER 1981 b; 1982 a: 308–309; 1982 b: 162–163). Soweit die Folienabzüge erkennen lassen, ist auch im Profil Diana C mit dem Vorkommen dieser Ostracoden-Mischfaunen zu rechnen.

7.4.3. Die übrigen Fossilien des Profils C

Vertebrata

In Schicht 19 (Fs. 26) fand sich das in Taf. 2 Fig. A abgebildete Vertebraten-Fragment. Fischzähne wurden nicht beobachtet.

Echinodermata

Die Folienabzüge der Schichten 3, 8 und 19 enthalten einige Echinodermen-Bruchstücke, z. T. mit gut erhaltener Siebstruktur (Taf. 2 Fig. B; siehe auch Taf. 2 Fig. I von Prof. D, Scht. 10). Außer isolierten Crinoiden-Stielgliedern fand sich in der Scht. 8 (Fs. 11, Taf. 3 Fig. C) ein Crinoiden-Stiel in etwas längerem Zusammenhang; ein schichtparalleler Gesteinsanschnitt der gleichen Scht. 8 (bei 8,5–10 cm über UK) zeigt Crinoiden-Stiele von über 10 cm Länge.

Brachiopoda

Es wurde nur 1 kleines Exemplar eines dünnschaligen, inarticulaten Brachiopoden von ca. 3 mm Länge und 2,3 mm Breite in der Schicht 3 gefunden. Das Stück (in Tab. 5, Fs. 4 als *Lingula* sp. aufgeführt) ähnelt nach Form und Skulptur der *Lingula subparallela* G. & F. SANDBERGER (1850–1856: 374, Taf. 34 Fig. 19) und den von MALLIEUX (1936: 16–17, Taf. 1 Fig. 2) aus den Matagne-Schichten des Frasnium (Horizont F3b) beschriebenen und zu dieser Art gestellten Formen. Die Exemplare von SANBERGER und MAILLIEUX sind jedoch 2 bis 3mal größer.

Trilobita

In der Scht. 3 (Fs. 4) fanden sich ein etwas unvollständig erhaltenes Kopfschild von *Harpes neogracilis* und außerdem noch ein unvollständiger Siebsaum eines harpiden Trilobiten, der wahrscheinlich auch zu dieser Art gehört. W. STRUVE stellte das RICHTERSche Originalmaterial zum Vergleich zur Verfügung, wodurch die Bestimmung der Trilobiten-Reste ermöglicht wurde. Außerdem fanden sich in einem Folienabzug der Scht. 18 Trilobiten-Querschnitte.

Cephalopoda

Ammonoidea und Orthocerida, die charakteristischen Makrofossilien der oberdevonischen Cephalopoden-Kalke, sind nach den Folienabzügen in den Schichten 1, 3, 4, 8, 10, 14, 18 und 20 vorhanden, häufig bis massenhaft treten sie in den Schichten 3, 4, 8, 14 und 18 auf (Taf. 1 Fig. A, Taf. 2 Fig. F, Taf. 6). Wegen der ungünstigen Erhaltungsbedingungen ließen sich jedoch nur verhältnismäßig wenige bestimmbar Exemplare gewinnen. Die in Tab. 5 aufgeführten Ammonoidea-Bestimmungen führte C.-D. CLAUSEN durch. Eine gattungsmäßig nicht näher bestimmbar Clymenie fand sich außerdem an der Basis der Scht. 20 (Fs. 28) im obersten Teil der Hemberg-Stufe.

Tentaculitoidea

Styliolinen-Querschnitte kommen in den Folienabzügen der Scht. 1 (= Fs. 1–3) massenhaft vor (Taf. 1 Fig. D; Taf. 2 Fig. G, H); ab Scht. 3 (= Fs. 4) wurden sie nicht mehr beobachtet. Danach gehört die Scht. 3 bereits in den oberen Teil der *cicatricosa*-Zone, in der nur noch Tentaculiten und keine Styliolinen mehr auftreten.

Außer den in Tab. 5 Fs. 1–5, 9 und 13–14 aufgeführten Homoctenidae wurden Tentaculiten der *Homoctenus-tenuicinctus*-Gruppe in den Folienabzügen und als bruchstückhafte Steinkerne in den Conodonten-Proben der Schichten 3, 4, 7 und 8 gefunden (Taf. 2 Fig. E). Hierbei zeigt sich, daß die Folienabzüge nur ein unvollständiges Bild von der tatsächlichen Verbreitung der Tentaculiten vermitteln, da Homocteniden noch in paläontologischen Proben der Scht. 10 (= Fs. 13–14 in Tab. 5) vorkommen und erst an der Adorf/Nehden-Grenze erlöschen.

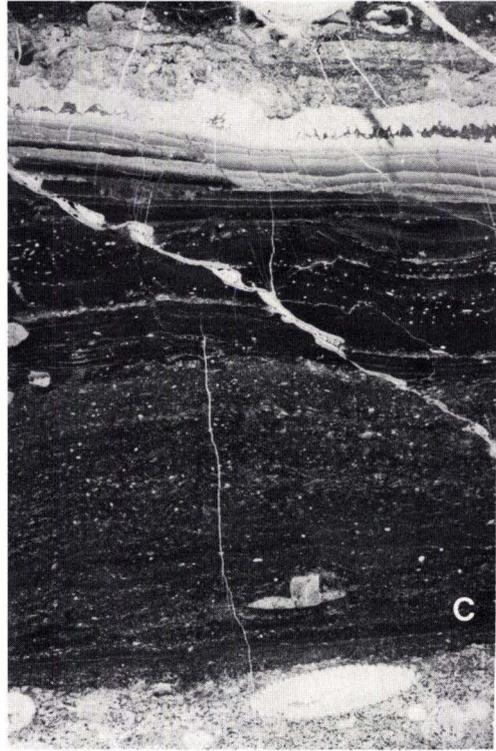
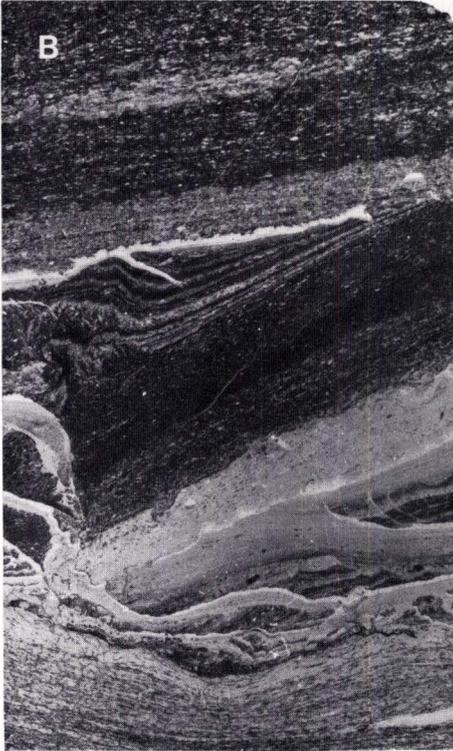
Lamellibranchia, Gastropoda

Muscheln der Gattung *Buchiola* bilden ein charakteristisches Faunenelement des Kellwasserkalkes (Tab. 5 Fs. 5). In den Fundschichten 1–3 (in Tab. 5 nicht vermerkt), 4 und 13–14 wurden nur wenige Exemplare gefunden. Die unlöslichen Rückstände der Conodonten-Proben aus den Schichten 1, 3 und 8 (= Fs. 1, 3, 4 und 12) enthalten einige winzige Muschel- und Schneckensteinkerne von der beim Profil Diana D (Kap. 5.3.) beschriebenen Mikrofossildimension (Larvalstadien). Außerdem zeigen einige Folienabzüge Filamente, die den von E. FLÜGEL (1978: 281, Taf. 11 Fig. 6, Taf. 12 Fig. 1, Taf. 19 Fig. 1) aus der Oberen Trias beschriebenen und abgebildeten Filamenten ähneln und die auf das Vorhandensein dünn-schaliger Muscheln hinweisen (Taf. 1 Fig. A, B). Bei diesen Muschelquerschnitten dürfte es sich zumeist um Schalen der im Oberdevon hercynischer Fazies weit verbreiteten pseudoplanktonischen Muschelgattungen *Buchiola* (im Bereich der Adorf-Stufe) und *Posidonia* (*Guerichia*) im jüngeren Oberdevon handeln.

Tafel 3

Synsedimentäre Gleitschollen und schichtparallele Spalten (Sparit-Lagen) im Profil Diana C. Folienabzüge senkrecht zur Schichtung; natürliche Größe (1:1).

- Fig. A. Wechsellagerung von sehr feinkörnigem, hellgrauem Kalkstein (feingeschichtet) mit dunkelgrauem, mikrosparitischem Kalkstein. Zwischen den unterschiedlichen Kalksteintypen ist das Sediment in schichtparallele Spalten aufgerissen und mit Sparit verheilt (nähere Erläuterungen im Text Kap. 7.5.). Im oberen Bildteil synsedimentär zerglittene Kalklage. Scht. 5, Fs. 6 (Ra 2124, Fol.-Nr. 13).
- Fig. B. Kalkstein, grau bis schwarz, schwach tonig, feingeschichtet. Das Sediment ist syngenetisch in Schollen zerglitten; im nicht lithifizierten Karbonatschlamm entstanden Stauchfalten. Scht. 7, 2–12 cm über UK (Ra 2117, Fol.-Nr. 17).
- Fig. C. Kalkstein, grau bis schwarz, feingeschichtet: Unten stark umkristallisierter Pseudosparit mit Crinoidenstielen (s. Kap. 7.3., Scht. 8 u. Kap. 7.4.3); darüber feinschichtiger Kalkstein mit zahlreichen Ostracoden, überlagert von sehr feinkörnigem, Tentaculiten führendem Kalkstein, durch synsedimentäre Gleitung „gefaltet“; oben – „diskordant“ überlagernd – gradierter, sehr feinkörniger Kalkstein und sparitgefüllte schichtparallele Spalten. Schicht 8, 8,5–18,5 über Uk (Ra 2115b, Fol.-Nr. 26).



Tafel 3

Foraminifera

Agglutinierende Foraminiferen (meist in schlechter, bruchstückhafter Erhaltung) sind enthalten in den Rückständen der Conodonten-Proben der Schichten 1, 3, 8 und 20 (= Fs. 2, 3, 4, 12 b, 28 und 29). Nach vorläufiger Bestimmung sind darunter: *Hyperammina* sp. mit *H. rockfordensis* und *H. supergracilis* in den Fs. 3 und 4 (= dam), *Ammodiscus priscus* und *Ammodiscus* sp. (*A. priscus* vel *exsertus*) in der Fs. 2 (dam) und *Tolypammina* sp. mit *T. irregularis* (Fs. 28, dho) und *T. rotula* (Fs. 29, dd).

Außerdem zeigen Folienabzüge der Schichten 8 und 19 drei Lagen von sessilen Foraminiferen vom Typ *Wetheredella*, die örtlich „Mikroriffe“ von 1,5 bis max. 5 mm Höhe aufbauen (s. Kap. 7.3., Scht. 8 u. 19; Kap. 7.5. u. Taf. 5). E. FLÜGEL diagnostizierte diese zuletzt genannten problematischen Foraminiferen.

Radiolaria

Dünnschliffe von Phosphoritknollen der Liegenden Alaunschiefer im tiefsten Deckdiabas (Abschn. 7.3., Scht. 28, Fs. 32; Abb. 4) zeigen Querschnitte einiger Radiolarien.

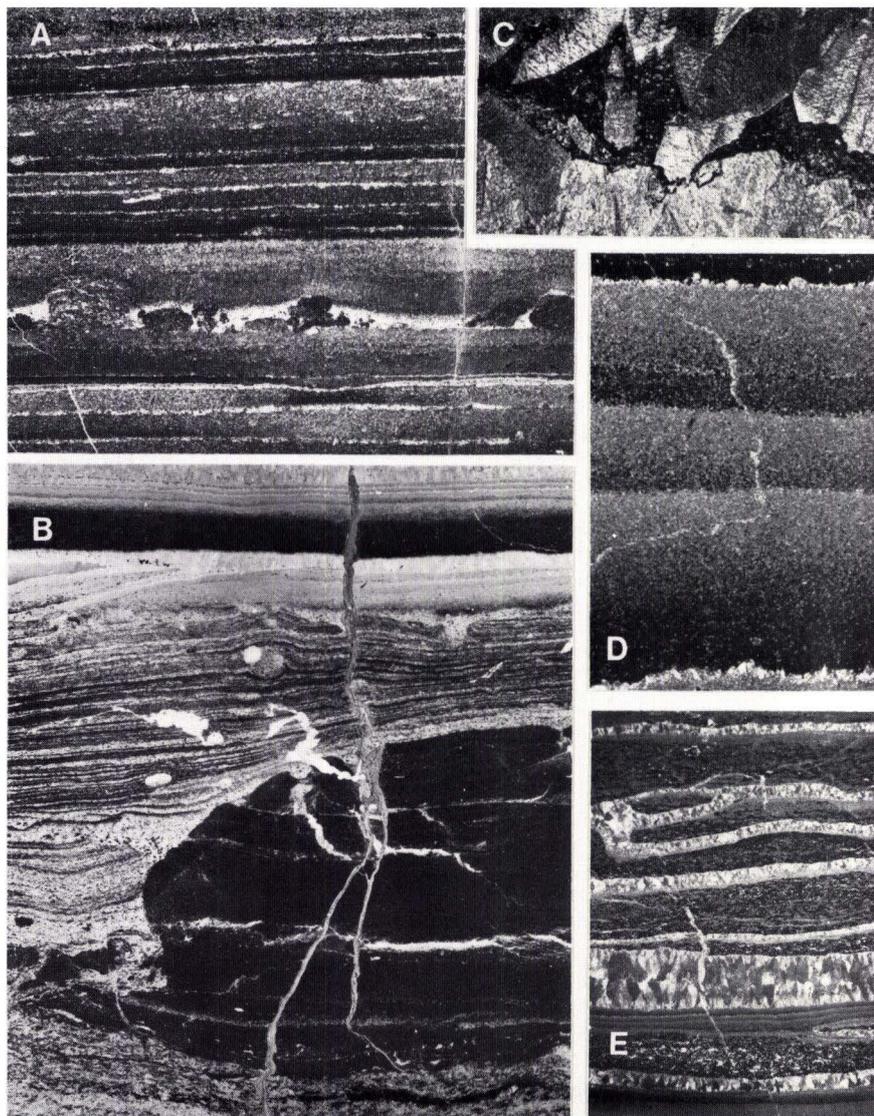
7.5. Zur Fazies und Geochemie der Karbonatgesteine des Profils C

Das stark kondensierte Profil Diana C zeigt einerseits die typische Cephalopodenkalk-Entwicklung, einschließlich der Ausbildung des Unteren Kellwasserkalk-Horizontes, andererseits weist es einige fazielle Besonderheiten auf.

Tafel 4

Schichtung und synsedimentäre Rutschungen in den Kalksteinbänken des Profils Diana C. Folienabzüge senkrecht zur Schichtung.

- Fig. A. Kalkstein, feingeschichtet, z. T. gradiert, mit Schollen von synsedimentär zerglittertem Sediment. Vergrößerung 2 ×.
Schicht 8, obere Hälfte (Ra 2112/2, Fol.-Nr. 38).
- Fig. B. Große Gleitscholle von dichtem Kalkstein, überlagert von mm-geschichtetem Karbonat. Im oberen Bildteil Wechsellagerung wie in Taf. 3 Fig. A. Vergrößerung 2 ×.
Scht. 8, 0,5–5 cm über UK (Ra 2115a, Fol.-Nr. 25).
- Fig. C. Schichtparallele Spalte (Ausschnitt aus Taf. 3 Fig. C), von oben und unten mit grobem, randständigem Sparit zementiert. Der restliche Hohlraum ist mit Internsediment plombiert. Vergrößerung 12 ×.
Schicht 8 (Ra 2115b, Fol.-Nr. 26).
- Fig. D. Gradierte, rhythmische Feinschichtung. Vergrößerung 12 ×.
Schicht 5, ca. 1–1,5 cm unter OK (Ra 2118, Fol.-Nr. 14).
- Fig. E. Schichtparallele Spalten an der Grenze von zwei unterschiedlichen Karbonatsedimenten sind mit Sparit zementiert (vgl. Taf. 3 Fig. A). Eine Spalte (oben links) kann in mehrere Teilspalten auffiedern. Vergrößerung 1,4 ×.
Schicht 5, 1,7–5,5 cm unter OK (Ra 2118, Fol.-Nr. 14).



Tafel 4

Das Sediment ist primär durchgehend feinkörnig (mud-supported, DUNHAM 1962). In dem gelegentlich beobachteten, als „packstone“ bezeichneten Karbonat hat das Abstützen der Fossilkomponente („grain support“) nichts mit erhöhter Strömungsgeschwindigkeit zu tun; vielmehr drückt sich darin nur das Verhältnis Karbonatschlamm-Sedimentation zu planktonischer Fossilproduktion aus.

Geringe hydrodynamische Energie wird durch fehlende Einregelung der Ostracoden-Klappen (gewölbte Seite nach oben) und durch die fehlende Einsteuerung von spitzkonischen Gehäusen (Tentaculiten, Styliolinen) belegt. Auch die häufig zu beobachtende Einbettung von Goniatiten senkrecht zur Schichtung mit Lösungerscheinungen in herausragenden Schalenteilen spricht für nur geringe Wasserbewegung. Lediglich im tiefsten Profilabschnitt lassen häufige, z. T. in Schichten angereicherte Crinoidenreste auf stärkere Wasserbewegung schließen. Zusammenhängende Stielglieder und fehlende Aufarbeitung sprechen jedoch für höchstens episodisch auftretende Strömungen.

Im wesentlichen können drei häufige Sedimenttypen unterschieden werden:

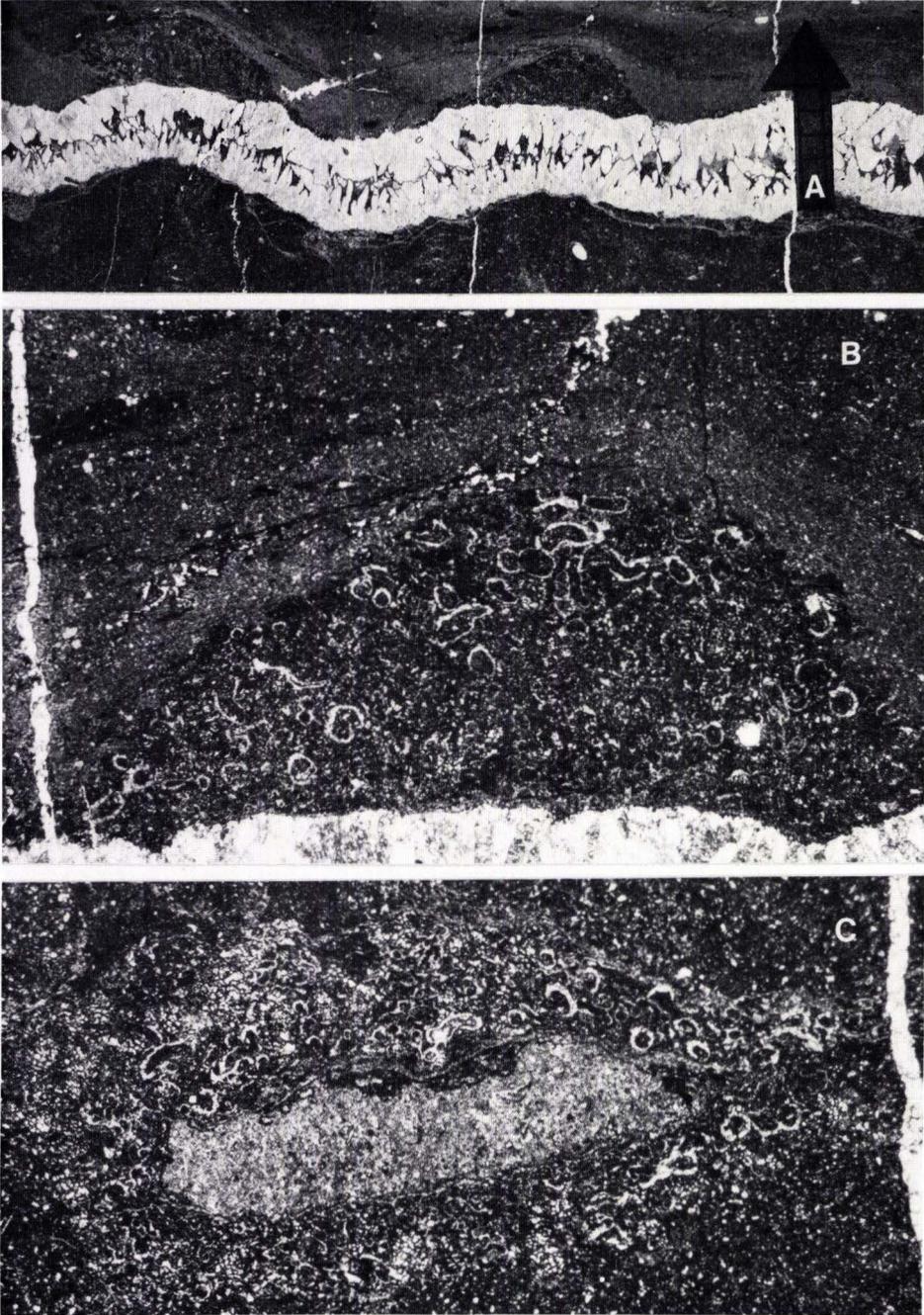
- I. Feingeschichteter Kalkstein, im mm-Bereich gradiert, Schichtung nicht gestört, wenig Fossilien. Dieser Sedimenttyp dürfte als feinkörniger Ausläufer detritischer Karbonatsedimentation anzusehen sein (Taf. 4 Fig. D).
- II. Pelitischer Kalkstein, dicht, primär wohl Korngrößen bis zur Siltfraktion, unterschiedlicher Fossilgehalt. Schichtung im cm-Bereich, z. T. durch Bioturbation völlig entschichtet.
- III. Stark umkristallisierter Kalkstein, meist parallel feingeschichtet (Typ Kellwasserkalk), teilweise verhältnismäßig reich an organischer Substanz. Für diesen Karbonattyp wird relativ frühe Lithifizierung angenommen (BUGGISCH 1972).

Kalktyp I und III können im cm-Bereich wechselnd aufeinanderfolgen. Infolge der geringen Sedimentationsrate werden über den Meeresboden herausragende Schalenteile (besonders Cephalopoden) teilweise gelöst. Als Internsediment wird in der Wohnkammer häufig fossilreicher Mikrit beobachtet; durch die Filterwirkung (Eindringen des Sedimentes durch den Siphonalkanal) konnte in die hinteren Kammern nur der Feinschlamm gelangen. Soweit die Kammern nicht vollständig mit Sediment plombiert wurden, sind fossile Wasserwaagen häufig. Teilweise Subsolution der Schale und des Internsedimentes machen eine frühe Lithifizierung wahrscheinlich (Taf. 6).

Tafel 5

Sessile Foraminiferen, in 2 Lagen der Kalksteinbank Scht. 19 des Profils Diana C vorkommend. Folienabzüge senkrecht zur Schichtung.

- Fig. A. Foraminiferen-, „Mikroriffe“ im Hangenden einer (nachträglich aufgerissenen und mit Spärit gefüllten) Spalte. Spalte und Foraminiferen-Mikroriffe markieren einen Hartgrund (hardground). „Übergußschichtung“ füllt das Relief über den sessilen Foraminiferen aus. Vergrößerung 3 ×.
Scht. 19, 15–20 cm über UK, Fs. 27 (Ra 2161/4, Fol.-Nr. 62).
- Fig. B. Ausschnitt aus Fig. A, rechte Bildhälfte: „Mikroriff“ aus sessilen Foraminiferen vom Typ *Wetheredella* sp.; Vergrößerung 15 ×.
- Fig. C. Onkoid aus sessilen Foraminiferen vom Typ *Wetheredella* sp.; Vergrößerung 20 ×.
Scht. 19, bei 10–11 cm über UK (Ra 2161/3, Fol.-Nr. 60).



Tafel 5

Frühdiaogenetische Verfestigung des Karbonates am Meeresboden (hardground) wird außerdem durch flächige Besiedelung mit sessilen Foraminiferen vom Typ *Wetheredella* angezeigt. In den Folienabzügen konnten 3 derartige Foraminiferen-Horizonte festgestellt werden, die an dünne, nur 0,1–0,5 mm mächtige tonige Schichten innerhalb des Kalksteins gebunden sind. Die Foraminiferen sind auf diesen tonigen Zwischenschichten entweder einzeln verteilt, oder aber sie bilden 0,5–1,5 mm mächtige Foraminiferen-Lagen und örtlich bis zu 5 mm hohe, hügelartige „Mikroriffe“ (s. Kap. 7.3., Scht. 8 u. 19; Taf. 5). WENDT (1969) hat turmartig aufgewachsene Foraminiferen-„Mikroriffe“ in Verbindung mit „Mikro-Hardgrounds“, die durch dünne Limonit-Krusten gekennzeichnet werden, aus der Trias der Ostalpen (Hallstätter Kalk) beschrieben. Er nimmt dort eine Bildungstiefe im „Infra- bis Circalitoral“ (150–200 m Meerestiefe) an. Diese bathymetrische Deutung beruht vor allem auf Tiefenangaben über die Verbreitung der Gattung *Tolypammina*, dem „Haupt-Gerüstbildner“ der Foraminiferen-„Mikroriffe“ im Hallstätter Kalk, und auf dem Vorkommen von Bohr-Thallophyten. Seine Deutung der Bildungstiefe kann daher nicht unmittelbar auf die Cephalopoden-Kalke des Profils Diana übertragen werden.

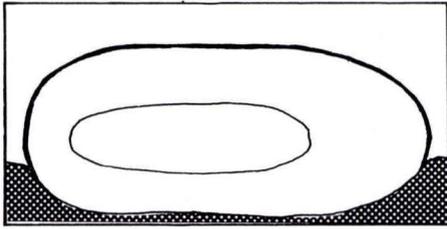
Frühe, mindestens teilweise Verfestigung der Karbonate und ein Paläorelief sind Voraussetzung für die in der höheren Adorf-Stufe (Scht. 5–8) häufig zu beobachtenden synsedimentären submarinen Rutschungen. Rutschungskörper und umgebendes Sediment gehören jeweils derselben Biozone nach Conodonten an. Die Gleitungen könnten durch tektonische Beben oder Bewegungen des Untergrundes infolge differenzieller Kompaktion des heterogen aufgebauten vulkanischen Schwellenkomplexes ausgelöst worden sein.

Auch die schichtparallelen Spalten dürften mit früher, unterschiedlicher Lithifizierung der Karbonatsedimenttypen (I und III) und mit subaquatischen Massenbewegungen in Verbindung zu bringen sein: Syngenetische Gleitmassen erzeugten ein horizontales Streßfeld, was einer Ausweitung des Schichtpaketes senkrecht zum Druck zur Folge hatte. Im Sediment rissen Horizontalspalten bevorzugt an Inhomogenitäten auf, wie sie durch Schichtflächen vorgegeben waren. Submarine

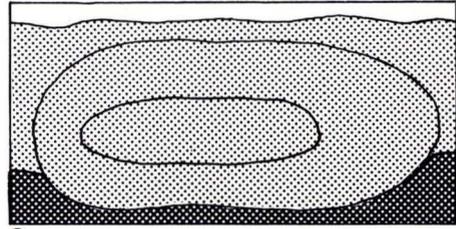
Tafel 6

Sedimentations- und Diageneseverlauf eines Goniatiten-Gehäuses.

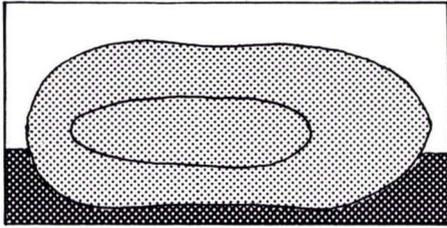
- Fig. 1. Ablagerung des Gehäuses am Meeresboden auf Sediment Nr. 1.
 Fig. 2. Eindeckung und Füllung des Gehäuses mit Sediment Nr. 2, Internsediment fossilführend in der Wohnkammer, feinkörnig in den hinteren Kammern (Filtereffekt; vgl. NEUMANN & SCHUMANN 1974).
 Fig. 3. Erosion des Sedimentes (2) außerhalb des Gehäuses.
 Fig. 4. Mehr oder weniger starke Zerstörung der aus dem Sediment herausragenden Gehäuseteile durch Lösung der Kalkschalen und des lithifizierten Internsedimentes (2).
 Fig. 5. Erneute Eindeckung des teilweise zerstörten Gehäuses mit Sediment Nr. 3.
 Fig. 6. Teilweise zerstörtes Goniatiten-Gehäuse mit mikrofossilreichem, besonders Ostracoden enthaltendem Internsediment. Vergrößerung 2,5 ×. Profil Diana C, Scht. 20, Basis, Fs. 28 (Ra 2099, Fol.-Nr. 63).



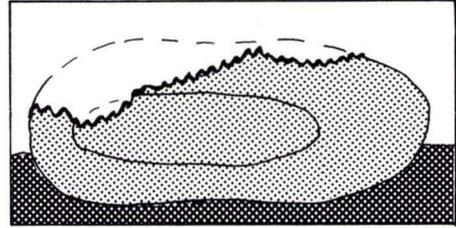
1



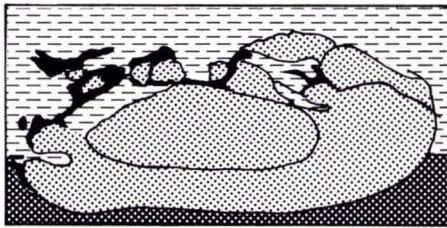
2



3

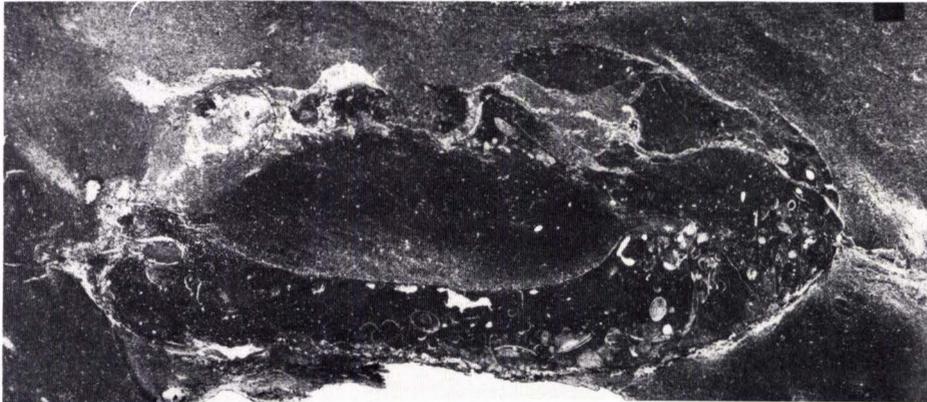


4



5

-  Sediment 1
-  Sediment 2
-  Sediment 3
-  Sparit



Tafel 6

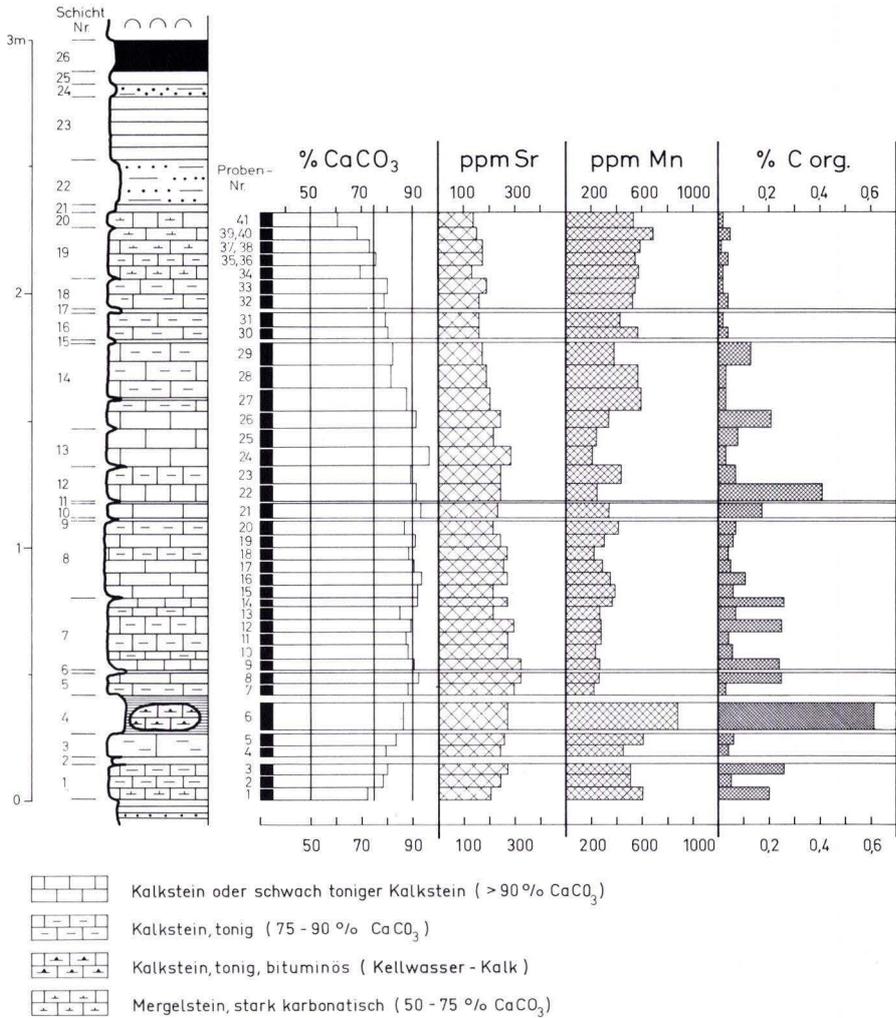


Abb. 9. Verteilung von CaCO₃, Sr, Mn und organischem Kohlenstoff im Profil Diana C. Der Untere Kellwasserkalk hebt sich durch erhöhte C_{org}- und Mn-Gehalte deutlich heraus.

Zementation schloß die Spalten wieder, verbleibende Hohlräume wurden mit feinkörnigem Karbonatschlamm plombiert (Taf. 3 u. 4).

Vom dem 2,3 m mächtigen Profilabschnitt der Cephalopoden-Kalke wurden von 41 Proben chemische Analysen angefertigt, um die Gehalte an Ca, Sr, Mg, Fe, Mn, CO₂, CaCO₃ und org. C zu ermitteln (Chem. Labor HLfB, Laborleiter G. THIELICKE). Fe, Mg, Sr und Mn wurden durch Flammen-Atomabsorption, Ca komplexometrisch mit 0,1 M ÄGTA und elektrometrischer (voltametrischer) Endpunktindikation und C coulometrisch gemessen.

Anal.-Nr.	% Fe	% Mg	% Ca	% CO ₂	% CaCO ₃	% org. C
41	1,46	0,43	24,4	25,9	60,9	0,02
40	1,18	0,45	27,2	29,6	68,0	0,09
39	0,89	0,45	27,5	29,4	68,6	0,01
38	0,70	0,40	29,3	31,8	73,1	0,01
37	0,70	0,40	29,4	31,3	73,4	0,02
36	0,77	0,42	30,3	32,4	75,6	0,05
35	0,57	0,38	30,3	32,7	75,8	0,03
34	0,88	0,43	27,8	30,1	69,5	0,02
33	0,70	0,41	32,1	34,4	80,1	0,02
32	0,74	0,38	31,6	33,8	79,0	0,04
31	0,65	0,46	31,9	34,3	79,5	0,02
30	0,51	0,37	32,1	34,2	80,2	0,04
29	0,55	0,39	32,9	35,2	82,3	0,13
28	0,52	0,37	32,8	35,7	81,9	0,03
27	0,47	0,33	35,1	37,4	87,7	0,03
26	0,23	0,37	36,7	39,8	91,7	0,21
25	0,26	0,32	36,2	38,9	90,5	0,08
24	0,03	0,25	38,6	42,8	96,5	0,03
23	0,41	0,32	35,9	38,7	89,6	0,07
22	0,21	0,31	36,7	39,9	91,7	0,41
21	0,18	0,30	37,3	39,8	93,2	0,17
20	0,33	0,30	34,8	38,2	87,0	0,07
19	0,20	0,30	36,6	39,6	91,3	0,06
18	0,37	0,48	35,4	38,3	88,5	0,04
17	0,40	0,47	36,2	39,4	90,5	0,05
16	0,19	0,37	37,6	41,2	93,8	0,11
15	0,37	0,29	36,9	39,6	92,0	0,06
14	0,21	0,40	36,8	40,0	92,0	0,26
13	0,54	0,52	34,0	36,7	85,0	0,07
12	0,26	0,46	36,0	39,6	89,9	0,25
11	0,48	0,53	35,0	37,9	87,5	0,04
10	0,33	0,52	35,3	37,9	88,2	0,06
9	0,67	0,56	36,2	39,5	90,3	0,24
8	0,13	0,44	37,0	39,9	92,3	0,15
7	0,21	0,52	35,4	39,7	88,4	0,03
6	0,45	0,40	34,7	37,6	86,6	0,62
5	0,36	0,34	33,5	35,9	83,6	0,07
4	0,53	0,50	31,8	34,4	79,4	0,04
3	1,50	0,57	32,1	34,5	80,3	0,26
2	2,05	0,70	31,4	33,6	78,5	0,05
1	4,10	0,63	29,0	30,4	72,3	0,20

Tab. 6. Chemische Analysen der Karbonatgesteine des Profils C. Auswertung der Analysen und Lage der Proben s. Kap. 7.5. und Abb. 9 und 10.

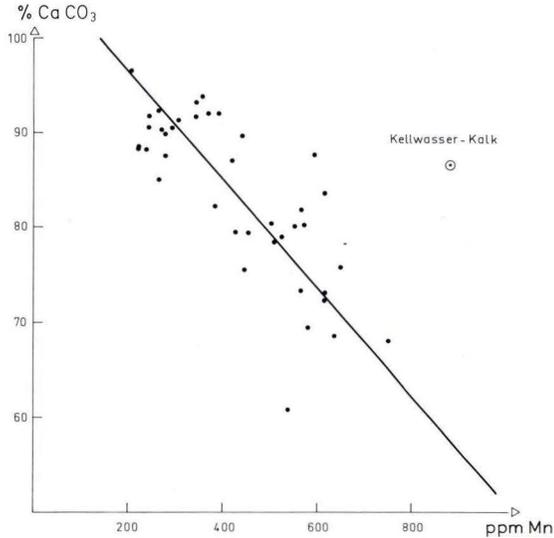


Abb. 10. Korrelationsdiagramm von CaCO₃ und Mangan. Mn ist mit CaCO₃ negativ ($-0,78$), d. h. mit dem nicht karbonatischen Rückstand positiv, gut korreliert.

Die Analysen ergaben, daß die Kohlensäure fast vollständig an CaCO₃ gebunden ist (Tab. 6). Nach dem CaCO₃-Gehalt sind gemäß FÜCHTBAUER und G. MÜLLER (in FÜCHTBAUER 1959: 608, Abb. 5 und FÜCHTBAUER & MÜLLER 1977: 9, Abb. 2–1) die meisten Kalksteinbänke als „toniger Kalkstein“ zu bezeichnen (CaCO₃-Gehalt von 75–90%, s. Abb. 9). Nur im Hangenden des Kellwasserkalkes (oberer Teil von Scht. 5 bis Basis von Scht. 14, dao bis dao/dn-Grenzbereich) erreichen einige Kalksteinbänke CaCO₃-Gehalte von 90% und etwas darüber (= „Kalkstein“ oder „schwach toniger Kalkstein“). An der Basis von Schicht 1 und innerhalb der obersten beiden Karbonatbänke (Scht. 19–20) sinkt der Karbonatgehalt auf Werte zwischen 60 und 74% ab (= „stark karbonatischer Mergelstein“).

Die Strontium-Gehalte gehen mehr oder weniger parallel zu den Karbonatwerten; sie sind mit 130–300 ppm durchweg niedrig (Abb. 9).

Mangan ist negativ mit den Karbonatwerten gut korreliert (Korrelationskoeffizient $-0,78$), was auf eine ursprüngliche Bindung an die detritische Komponente hinweist (Abb. 10). Die mittleren Gehalte liegen bei 427 ppm Mn mit einer Standard-Abweichung von 150 ppm (bei 40 Analysenwerten der chem. Proben Nr. 1–5 u. 7–41 unter Ausschluß der Probe Nr. 6 vom Kellwasserkalk; Abb. 9). Mittelwerte um 500 ppm sind typisch für eine extrem geringmächtige Sedimentation der Tiefschwellenfazies, während in den gleichalten Sedimenten der Beckenfazies die Mangangehalte auf das mehrfache bis zu 10 000 ppm ansteigen (BUGGISCH 1972: 28–30, 38–39, Abb. 12; TUCKER 1973: 344–345, Tab. 1; FRANKE 1975: 40–47, Abb. 4–5; LÜTKE 1976: 505–506, Abb. 4).

Auffällig ist die abweichende Manganführung von 881 ppm im Kellwasserkalk; erhöhte Mn-Werte werden in diesem Horizont weitverbreitet beobachtet. Dies dürfte auf eine Mobilisierung des Mangans unter reduzierenden Bedingungen und auf eine Fixierung in 2-wertiger Form im Karbonat zurückzuführen sein.

Charakteristisch für den Kellwasserkalk sind außerdem die deutlich erhöhten Gehalte an organisch gebundenem Kohlenstoff (s. Anal.-Probe Nr. 6 in Tab. 6 u. in Abb. 9, Scht. 4).

7.6. Die Fossilführung des Profils Diana C im Vergleich zu Nachbargebieten und die paläogeographische Deutung des Biotops

Die Fossilien, die in den Karbonatgesteinen des Profils Diana C festgestellt werden konnten, sind typisch für die küstenfernen pelagischen Kalksteine des Oberdevons im Rhenohercynikum. Das gleiche gilt für die Fossilführung aller bisher näher untersuchten Cephalopoden-Kalke des Oberschelder Schwellenkomplexes (MATERN 1931: 16–20, 106–113; ZIEGLER 1958: 19–34; 1962: 131–137; BUGGISCH et al. 1978).

Zwischen den karbonatischen Gesteinen des Oberschelder Schwellenkomplexes und den tonig-sandigen Sedimenten der umliegenden Beckenfazies bestehen große litho- und biofazielle Unterschiede; demgemäß werden auch beide Faziesbereiche aufgrund ihrer charakteristischen Fossilien entweder der Cephalopodenkalkfazies oder der (durch entomozoide Ostracoden gekennzeichneten) Cypridinen-schieferfazies zugewiesen.

Bei näherer Untersuchung der Gesteinsfolgen und ihres Fossilinhaltes stellt sich jedoch heraus, daß die meisten Tiergruppen (besonders die Conodonten, Ostracoden, Trilobiten, Lamellibranchiaten und Tentaculiten) mit den gleichen Arten sowohl in den Schwellen- als auch in den Beckenablagerungen vertreten sind. Hieraus kann gefolgert werden, daß zwar die Schwellen und Becken verschiedenartige Biotope darstellen (worüber nach Abschluß weiterer Profiluntersuchungen eine zusammenfassende Darstellung geplant ist), daß aber zwischen den Schwellen- und Beckenbereichen keine grundlegenden faunistischen Unterschiede bestanden. Das belegen besonders Schichtfolgen, die dem Übergangsbereich vom Becken zur Schwelle angehören, wie z. B. am N-Rand des Oberschelder Schwellenkomplexes das Profil im Gemeindesteinbruch E Eibach (BUGGISCH et al. 1978: 81–91, Abb. 7, Tab. 6–7) oder ein Profil im Rinkenbach-Tal S Oberscheld (BUGGISCH et al. 1980: 49–57, Abb. 2–3, Tab. 1–2); außerdem kommt es auch auf der vulkanischen Schwelle zu einer Mischung oder Wechsellagerung von pelagischen Kalksteinen und Ton- oder Mergelschiefern der Cypridinen-schieferfazies, wenn die Sedimentation in größeren Wannern oder an weniger exponierten Stellen erfolgte, als das offenbar beim Profil Diana C der Fall war (so z. B. die Schichtfolgen im Steinbruch Beuerbach; Lage s. Abb. 1). Wenn dennoch beide Faziesbereiche durch unterschiedliche Fossilgruppen charakterisiert werden, so

liegt das im wesentlichen daran, daß die Schwellen- und Beckensedimente sehr verschiedene Gesteinsausbildungen und Mächtigkeiten haben, was wiederum stark voneinander abweichende Fossilkonzentrationen, Fossilhaltungen und Fossilgewinnungsmöglichkeiten verursacht.

Ein grundlegender Unterschied in der Fossilführung besteht jedoch während des Adorfiums zwischen den Cephalopoden-Kalken des Oberschelder Schwellenkomplexes und den karbonatischen Sedimenten des nur wenige Kilometer entfernten Langenaubach-Breitscheider Riffkomplexes am SW-Ende der Dillmulde. KREBS (1966: 29–33, Abb. 9 u. 17) konnte dort durch eingehende mikrofazielle Untersuchungen verschiedene Riffareale nachweisen, die wahrscheinlich ein Atoll auf einer vulkanischen Hochschwelle bildeten. Die Riffkalke enthalten folgende für Flachwasserbereiche typische Fossilien: Kalkalgen, Stromatoporen, Riffkorallen, Kalkschwämme und Brachiopoden, letztere vor allem im tieferen fore-reef-Bereich, in dem Kalksteine vorkommen, die aus dicht gepackten Brachiopodenschalen aufgebaut werden (KREBS 1966: 17–27, Abb. 6–7; RABIEN 1970 a: 103–111; 1970 b: 252).

Das Fehlen dieser Flachwasser-Faziesfossilien im Profil Diana und allen bisher bekannten Profilen des Oberschelder Schwellenkomplexes spricht dafür, daß es sich um einen Biotop handelte, der im Tiefwasser unterhalb der diaphanen Region und unterhalb der von den damaligen Brachiopoden-Gattungen vorwiegend besiedelten Meeresbereiche gelegen hatte. Schon MATERN (1931: 15), der seinerzeit als Ablagerungsraum für alle oberdevonischen Sedimente der Dillmulde ein küstennahes „flaches Meeresbecken“ annahm, bemerkte von den Cephalopoden-Kalken des Oberschelder Raumes, daß sie „eine reiche Goniatiten- und Zweischalerfauna, merkwürdiger Weise aber keine Brachiopoden enthalten. In dem vollkommenen Fehlen der Brachiopoden ist wohl ein Anzeichen für tieferes Wasser zu sehen.“

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß sich in der (in Kap. 7.1.–7.5. beschriebenen) Schichtenfolge des Profils Diana C weder lithologische noch biologische Kriterien finden, die als schlüssiger Beweis für eine Entstehung im Flachwasser dienen könnten. Vielmehr lassen die lithofaziellen und vor allem die biofaziellen Merkmale die paläogeographische Deutung zu, daß der Ablagerungsraum der pelagischen Kalksteine auf der ausgedehnten vulkanischen Schwelle von Oberscheld, ebenso wie die Meeresböden der umliegenden Beckengebiete, sich unterhalb des Flachwasserstockwerkes (Neritikum) befand, es sich also um eine „Tiefschwelle“ handelte, die bereits dem bathyalen Meeresbereich angehörte. Hierdurch unterscheidet sich der Oberschelder Schwellenkomplex grundlegend von dem Langenaubach-Breitscheider Riffkomplex, der alle Merkmale der Flachwasserfazies hat und – ebenso wie einige kleine isolierte Vorkommen von Riffkalken in der SW-Dillmulde – auf einer „Hochschwelle“ abgelagert wurde.

8. Systematische Zusammenstellung der Fossilbestimmungen

Conodonta

- Ancyrodella curvata* (BRANSON & MEHL 1934)
A. gigas YOUNGQUIST 1947
A. ioides ZIEGLER 1958
A. lobata BRANSON & MEHL 1934
A. lobata → *curvata* (Übergangsform)
A. nodosa ULRICH & BASSLER 1926

Ancyrognathus asymmetricus (ULRICH & BASSLER 1926)
An. bifurcatus (ULRICH & BASSLER 1926)
An. sinelamina (BRANSON & MEHL 1934)
An. triangularis YOUNGQUIST 1945

Ancyrolepis cruciformis ZIEGLER 1959

Bispathodus aculeatus ssp. indet.
Bisp. costatus (E. R. BRANSON 1934)
Bisp. spinulicostatus (E. R. BRANSON 1934)
Bisp. stabilis (BRANSON & MEHL 1934)

Ozarkodina bidentata (BISCHOFF & ZIEGLER 1957)
Ozark. sannemanni BISCHOFF & ZIEGLER 1957

Palmatolepis aff. *circularis* SZULCZEWSKI 1971
Pal. crepida crepida SANNEMANN 1955
Pal. delicatula delicatula BRANSON & MEHL 1934
Pal. delicatula clarki ZIEGLER 1962
Pal. disparalvea ORR & KLAPPER 1968
Pal. disparilis ZIEGLER & KLAPPER 1976
Pal. gigas MILLER & YOUNGQUIST 1947
Pal. glabra distorta BRANSON & MEHL 1934
Pal. glabra lepta ZIEGLER & HUDDLE 1969
Pal. glabra pectinata ZIEGLER 1962
Pal. glabra prima ZIEGLER & HUDDLE 1969
Pal. gracilis gracilis BRANSON & MEHL 1934
Pal. hassi MÜLLER & MÜLLER 1957
Pal. linguiformis MÜLLER 1956
Pal. marginifera marginifera HELMS 1959
Pal. minuta minuta BRANSON & MEHL 1934
Pal. minuta loba HLEMS 1963
Pal. minuta schleizia HELMS 1963
Pal. perlobata perlobata ULRICH & BASSLER 1926
Pal. perlobata grossi ZIEGLER 1960
Pal. perlobata schindewolfi MÜLLER 1956
Pal. perlobata sigmoidea ZIEGLER 1962
Pal. poolei SANNEMANN & ZIEGLER 1973
Pal. proversa ZIEGLER 1958
Pal. punctata (HINDE 1879)
Pal. quadrantinodosa inflexa MÜLLER 1956
Pal. quadrantinodosalobata SANNEMANN 1955
Pal. cf. regularis COOPER 1931
Pal. rhomboidea SANNEMANN 1955
Pal. rugosa ampla MÜLLER 1956
Pal. subperlobata BRANSON & MEHL 1934
Pal. subrecta MILLER & YOUNGQUIST 1947

- Pal. tenuipunctata* SANNEMANN 1955
Pal. transitans MÜLLER 1956
Pal. triangularis SANNEMANN 1955
Pal. triangularis → *quadrantinodosalobata* (Übergangsform)
Pal. unicornis MILLER & YOUNGQUIST 1947
Pal. unicornis → *gigas* (Übergangsform)
- Polygnathus asymmetricus ovalis* ZIEGLER & KLAPPER 1964
Pol. communis BRANSON & MEHL 1934
Pol. cristatus HINDE 1879
Pol. decorosus STAUFFER 1938
Pol. dengleri BISCHOFF & ZIEGLER 1957
Pol. glaber glaber ULRICH & BASSLER 1926
Pol. glaber bilobatus ZIEGLER 1962
Pol. hassi HELMS 1961
Pol. lagowiensis HELMS & WOLSKA 1967
Pol. latifossatus WIRTH 1967
Pol. nodocostatus nodocostatus BRANSON & MEHL 1934
Pol. nodocostatus ovatus HELMS 1960
Pol. nodoundatus HELMS 1960
Pol. obliquicostatus ZIEGLER 1962
Pol. ovatinodosus ZIEGLER & KLAPPER 1976
Pol. pennatus HINDE 1879
Pol. pennatuloideus HOLMES 1928
Pol. perplexus THOMAS 1949
Pol. prae-hassi SCHÄFER 1976
Pol. styriacus ZIEGLER 1957
Pol. triangulus triangulus (VOGES 1959)
Pol. xylus xylus STAUFFER 1940
- Polylophodonta confluens* ULRICH & BASSLER 1926
P. gyratilineata (HOLMES 1928)
- Pseudopolygnathus brevipennatus* ZIEGLER 1962
Ps. granulosis ZIEGLER 1962
Ps. triangulus pinnatus VOGES 1959
Pseudopolygnathus sp. indet.
- Scaphignathus velifer* ZIEGLER 1959
- Schmidtoognathus hermanni* ZIEGLER 1966
Schm. pietzneri ZIEGLER 1966
Schm. wittekindti ZIEGLER 1966
- Siphonodella duplicata* (BRANSON & MEHL 1934)
Siph. lobata (BRANSON & MEHL 1934)
Siph. obsoleta HASS 1959
Siphonodella? sp.
- Spathognathodus amplus* (BRANSON & MEHL 1934)
Spath. strigosus (BRANSON & MEHL 1934)
Spath. werneri ZIEGLER 1962
Spathognathodus sp. indet.

Ostracoda

- Pribylitiidae
Selebratina? sp.
Aechmina sp.

- Acratia* sp.
 Pachydomellidae
Bythocyproidea? sp.
Microcheilinella? sp.
Rectoplacera? sp.
Baschkirina? sp.
 Podocopida indet.
Ungerella calcarata (REINH. RICHTER 1856)
U. latesulcata (PAECKELMANN 1922)
U. torleyi (MATERN 1929)
Ungerella sp.

Entomoprimitia (Entomoprimitia) nitida (F. A. ROEMER 1850)
E. (E.) cf. *nitida* (F. A. ROEMER 1850)
E. (E.) aff. *nitida* (F. A. ROEMER 1850)
E. (E.) aff. *triangula* (POLENOVA 1955)
E. (E.) cf. *triangula* (POLENOVA 1955)
E.? aff. *kayseri* (WALDSCHMIDT 1885)

Entomozoe (Richterina) sp. A
E. (Nehdentomis) pseudorichterina (MATERN 1929)
E. (N.) tenera (GÜRICH 1896)
E. (N.) pseudophthalma (VOLK 1939)
E. sp., meist *E. (N.) pseudophthalma?*
E. (N.?) aff. *tenuistriata* KUMMEROW 1939

Richterina (Volkina) zimmermanni (VOLK 1939)
Richterina (Richterina) striatula (REINH. RICHTER 1848)?
Richterina (Fossirichterina) sp.
Richterina sp.

Cypricardella sp.

Trilobita

- Harpes neogracilis* RUD. & E. RICHTER 1924

Brachiopoda

- Lingula* cf. *subparallela* G. & F. SANDBERGER 1856

Mollusca

- Pharciceras* sp.
Manticoceras cf. *intumescens* (BEYRICH 1837)
Manticoceras sp.
Manticoceras vel *Tornoceras*
Crickites sp.
Ponticeras sp.
Probeloceras sp.
Neomanticoceras (Virginoceras) paradoxum (MATERN 1931)
Neomanticoceras sp.
Tornoceras sp.
 Clymeniidae indet.
 Ammonoidea indet.

 Orthocerida indet.

- Buchiola angulifera* (F. A. ROEMER 1850)
B. angulifera vel *prumiensis* (STEININGER 1953)
B. palmata (GOLDFUSS 1840)
B. retrostriata (VON BUCH 1832)
Buchiola sp.

Lamellibranchia indet. (kleine Larvalstadien)

Gastropoda indet. (Larvalstadien, 4–5 Arten)

Tentaculitoidea

- Homoctenus tenuicinctus* (F. A. ROEMER 1850)
H. cf. tenuicinctus (F. A. ROEMER 1850)
Homoctenus sp., *tenuicinctus*-Gruppe
Homoctenidae indet.
Styliolina cf. fissurella (HALL 1843)
Styliolinidae indet.

Foraminifera

- Ammodiscus priscus* RAUZER-TCHERNOUSSOVA 1948
A. priscus vel *exsertus* CUSHMAN 1910
Ammodiscus sp.
Hyperammina rockfordensis GUTSCHICK & TRECKMAN 1959
H. supergracilis BLUMENSTENGEL 1961
Hyperammina sp.
Thurammina sp.
Tolypammina irregularis BLUMENSTENGEL 1961
T. rotula GUTSCHICK & TRECKMAN 1959
Tolypammina sp.
Wetheredella sp.

9. Schriftenverzeichnis

- BANDEL, K., & BECKER, G. (1975): Ostracoden aus paläozoischen pelagischen Kalken der Karnischen Alpen (Silurium bis Unterkarbon). – *Senckenbergiana lethaea*, **56** (1): 1–83, 8 Abb., 2 Tab., 8 Taf.; Frankfurt am Main.
- BECKER, G. (1971): Ostracoda aus dem Mittel-Frasnium (Oberdevon) der Mulde von Dinant. – *Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg.*, **47** (34): 1–82, 1 Abb., 1 Tab. 12 Taf.; Bruxelles.
- (1981 a): Ostracoda aus cephalopoden-führendem Oberdevon im Kantabrischen Gebirge (N-Spanien). 1. Hollinacea, Primitiopsacea, Kirkbyacea, Healdiacea und Bairdiocypridacea. – *Palaeontographica*, Abt. A, **173** (1–4): 1–63, 7 Abb., 2 Tab., 11 Taf.; Stuttgart.
- (1981 b): Ostracoden im Devon Europas. Paläökologische, paläogeographische und biostratigraphische Aspekte. – *Natur u. Museum*, **111** (11): 378–383, 3 Abb.; Frankfurt am Main.
- (1982): Ostracoda aus cephalopoden-führendem Oberdevon im Kantabrischen Gebirge (N-Spanien). 2. Bairdiacea, Cytheracea und Entomozoacea. – *Palaeontographica*, Abt. A, **178** (4–6): 109–182, 6 Abb., 2 Tab., 10 Taf.; Stuttgart.
- & GOTTWALD, E. (1981): Verwendung von RELO-PORCELIN-Positivgießmasse in der Mikropaläontologie. – *Der Präparator*, **27** (3): 115–116, 1 Abb.; Bochum.
- BEUSHAUSEN, L. (1895): Die Lamellibranchiaten des rheinischen Devon mit Ausschluß der Aviculiden. – *Abh. kgl. preuß. geol. L.-Anst., N.F.*, **17**: 514 S., 33 Abb., 38 Taf. (Atlas); Berlin.
- BEYRICH, E. (1837): Beiträge zur Kenntnis der Versteinerungen des Rheinischen Übergangsgebirges. – I-IV, 44 S., 2 Taf.; Berlin (Dümmler).

- BISCHOFF, G. (1957): Die Conodonten-Stratigraphie des rhenoharzynischen Unterkarbons mit Berücksichtigung der *Wocklumeria*-Stufe und der Devon/Karbon-Grenze. – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **19**: 64 S., 1 Abb., 2 Tab., 6 Taf.; Wiesbaden.
- BLUMENSTENGEL, H. (1961): Foraminiferen aus dem Thüringer Oberdevon. – Geologie, **10** (3): 316–335, 1 Abb., 3 Taf.; Berlin.
- BOGOSLOVSKY, B. I. (1969): Devonskiye ammonoidei, I. Agoniaticy. – Trudy paleont. Inst. Akad. nauk. SSSR, **124**: 341 S., 104 Abb., 29 Taf.; Moskva.
- BUGGISCH, W. (1972): Zur Geologie und Geochemie der Kellwasserkalke und ihrer begleitenden Sedimente (Unteres Oberdevon). – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **62**: 19 Abb., 6 Tab., 13 Taf.; Wiesbaden.
- (1977): Conodonten aus dem Oberdevon der Dillmulde/Rheinisches Schiefergebirge (*Palmatolepis marginifera tuber* n. subsp. und aberrante Formen). – Geol. Jb. Hessen, **105**: 57–63, 2 Abb., 1 Taf.; Wiesbaden.
- & RABIEN, A., & HÜHNER, G. (1978): Biostratigraphische Parallelisierung und Faziesvergleich von oberdevonischen Becken- und Schwellen-Profilen E Dillenburg (Conodonten- und Ostracoden-Chronologie, Oberdevon I–V, Dillmulde, Rheinisches Schiefergebirge). – Geol. Jb. Hessen, **106**: 53–115, 9 Abb., 12 Tab., Taf. 6; Wiesbaden.
- – (1980): Das Oberdevon im Rinkenbach-Tal S Oberscheld (Conodonten- und Ostracoden-Stratigraphie, Dillmulde, Rheinisches Schiefergebirge). – Geol. Jb. Hessen, **108**: 43–94, 5 Abb., 12 Tab.; Wiesbaden.
- – (1981): Zum Alter des unterkarbonischen Deckdiabases (Effusiv-Diabas) bei Oberscheld (Dillmulde, Rheinisches Schiefergebirge). – Geol. Jb. Hessen, **109**: 37–55, 3 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.
- CLAUSEN, C.-D. (1969): Oberdevonische Cephalopoden aus dem Rheinischen Schiefergebirge. II. Gephuroceratidae, Beloceratidae. – Palaentographica, A **132**: 95–178, 23 Abb., 11 Tab., 5 Taf.; Stuttgart.
- (1971): Geschichte, Umfang und Evolution der Gephuroceratidae (Ceph.; Oberdevon) in heutiger Sicht. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **137** (2): 175–208, 8 Abb.; Stuttgart.
- DREESEN, R. (1976): Interspecific morphological relations within the „*quadrantinodosa*-stock“ (BRANSON & MEHL, 1934) (*marginifera*-Zone, Upper Devonian). – Ann. Soc. Géol. Belg., **99**: 511–529, 5 Abb., 2 Taf.; Liège.
- DUNHAM, R. J. (1962): Classification of carbonate rocks according to depositional texture. – Amer. Ass. Petrol. Geol., Mem., **1**: 108–121, 7 Taf.; Tulsa.
- EICKHOFF, G. (1970): Foraminiferen aus dem Wocklumer Kalk am Borke-Wehr bei Balve (Oberdevon, Rheinisches Schiefergebirge). – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **135** (3): 227–267, 12 Abb., 5 Tab., Taf. 30–32; Stuttgart.
- (1973 a): Mikrofaunen aus dem Top und Hangenden des Massenkalks bei Menden (Oberdevon, Rheinisches Schiefergebirge). – Z. dt. geol. Ges., **124**: 273–294, 3 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- (1973 b): Das hohe Oberdevon und tiefe Unterkarbon im Bahneinschnitt Oberrödinghausen bei Menden (Rheinisches Schiefergebirge). – C. R., 7. Congr. internat. Stratigraph. Geol. carb., Krefeld, **2**: 417–440, 1 Abb., 3 Tab., 4 Taf.; Krefeld.
- FLÜGEL, E. (1978): Mikrofazielle Untersuchungsmethoden von Kalken. – 454 S., 68 Abb., 57 Tab., 33 Taf.; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).
- FOLK, R. L. (1959): Practical petrographic classification of limestones. – Amer. Ass. Petrol. Geol., Bull., **43** (1): 1–38; Tulsa.
- (1962): Spectral subdivision of limestone types. – Amer. Ass. Petrol. Geol., Mem., **1**: 62–84, 7 Abb., 1 Taf.; Tulsa.
- FRANKE, W. (1975): Sedimentchemische und palökologische Analysen stabiler Schwellen. – Ber. SFB 48/A: 31–51, 6 Abb.; Göttingen. – [Beschränkt verteilter Bericht].
- FROHWEIN, E. (1885): Beschreibung des Bergreviers Dillenburg. – 144 S., 1 Kt., 4 Taf.; Bonn (Markus).
- FÜCHTBAUER, H. (1959): Zur Nomenklatur der Sedimentgesteine. – Erdöl u. Kohle, **12** (8): 605–613, 7 Abb., 2 Tab.; Hamburg.
- & MÜLLER, G. (1977): Sedimente und Sedimentgesteine. – In: ENGELHARDT, W. v., &

- FÜCHTBAUER, H., & MÜLLER, G.: Sediment-Petrologie, Tl. II, 3. Aufl., XVI + 784 S., 341 Abb., 70 Tab.; Stuttgart (Schweizerbart).
- GRÜNDEL, H. (1962): Zur Phylogenetik und Taxonomie der Entomozoidae (Ostracoda) unter Ausschluß der Bucinae. – *Geologie*, **11** (10): 1184–1203, 11 Abb.; Berlin.
- HARLAND, W. B., & COX, A. V., & LLEWELLYN, P. G., & PICKTON, C. A. G., & SMITH, A. G., & WALTERS, R. (1982): A geologic time scale. – Cambridge Earth Sci. Ser.: 131 S., zahlr. Abb. u. Tab.; Cambridge.
- HENTSCHEL, H. (1970): Vulkanische Gesteine. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5215 Dillenburg: 314–374, Tab. 27–36; Wiesbaden.
- HOUSE, M. R. (1982): The Middle/Upper Devonian Series Boundary and decisions of the International Geological Congress. – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **55**: 449–462; Frankfurt am Main.
- & ZIEGLER, W. (1977): The Goniatite and Conodont sequences in the early Upper Devonian at Adorf, Germany. – *Geologica et Palaeontologica*, **11**: 69–108, 4 Abb., 6 Taf.; Marburg.
- KAYSER, E. (1907): Geologische Karte Blatt Oberscheld. – Geol. Kt. Preußen u. benachb. B.-St., Lfg. **101**; Berlin. – [Geognost. bearb. d. KAYSER 1890–1899 u. LOTZ 1903].
- & LOTZ, H. (1907): Erläuterungen zu Blatt Oberscheld. – Erl. geol. Kt. Preußen u. benachb. B.-St., Lfg. **101**: 127 S., 15 Abb., 1 Prof., 7 Taf.; Berlin.
- KEGEL, W. (1934 a): Über das Oberdevon auf dem Nordwestflügel der Dillmulde. – *Jb. preuß. geol. L.-Anst. f. 1933*, **54**: 531–545, 5 Abb., Taf. 32; Berlin.
- (1934 b): Geologie der Dillmulde. – *Abh. preuß. geol. L.-Anst., N.F.*, **160**: 48 S., 7 Abb., 3 Taf.; Berlin.
- (1934 c): Die geologischen Grundlagen des Roteisensteinbergbaus im Dillgebiet. – *Z. dt. geol. Ges.*, **86**: 314–324, 7 Abb.; Berlin.
- KLAPPER, G., & ZIEGLER, W. (1979): Devonian Conodont Biostratigraphy. – *Spec. Paper Palaeont.*, **23**: 199–244, 8 Abb.; London (Palaeont. Assoc.).
- KREBS, W. (1960 a): Neue Ergebnisse zur Stratigraphie des Oberdevons und Unterkarbons in der südwestlichen Dill-Mulde (Rheinisches Schiefergebirge). – *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **88**: 216–242, 3 Abb., 3 Tab.; Wiesbaden.
- (1960 b): Stratigraphie, Vulkanismus und Fazies des Oberdevons zwischen Donsbach und Hirzenhain (Rheinisches Schiefergebirge, Dill-Mulde). – *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **33**: 119 S., 21 Abb., 7 Tab., 11 Taf.; Wiesbaden.
- (1966): Der Bau des oberdevonischen Langenaubach-Breitscheider Riffes und seine weitere Entwicklung im Unterkarbon (Rheinisches Schiefergebirge). – *Abh. senckenb. naturforsch. Ges.*, **511**: 1–105, 18 Abb., 3 Tab., 13 Taf.; Frankfurt am Main.
- (1968): Zur Frage der bretonischen Faltung im östlichen Rhenoherynikum. – *Geotekt. Forsch.*, **28**: 1–71, 9 Abb.; Stuttgart.
- (1969): Über Schwarzschiefer und bituminöse Kalke im mitteleuropäischen Variscikum. – *Erdöl u. Kohle*, **22**: 2–6, Abb. I/1–6 [= Tl. I]; S. 62–67, Abb. II/1–3 [= Tl. II]; Hamburg.
- (1979): Devonian basinal facies. – *Spec. Pap. Palaeont.*, **23**: 125–139, 6 Abb., 4 Tab.; London (Palaeont. Assoc.).
- & RABIEN, A. (1964): Zur Biostratigraphie und Fazies der Adorf-Stufe bei Donsbach. (Conodonten- und Ostracoden-Chronologie, Oberdevon I, Rheinisches Schiefergebirge, Dillmulde). – *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **92**: 75–119, 3 Abb., 3 Tab., Taf. 6–7; Wiesbaden.
- LANE, H. R., & SANDBERG, C. A., & ZIEGLER, W. (1980): Taxonomy and phylogeny of some Lower Carboniferous conodonts and preliminary standard post-*Siphonodella* zonation. – *Geologica et Palaeontologica*, **14**: 117–164, 3 Abb., 11 Tab., 10 Taf.; Marburg.
- LETHIERS, F. (1982): Ostracod zonation across the Givetian/Frasnian Boundary. – In: BIGEY et al.: *Papers on the Frasnian-Givetian Boundary*: 85–87, 1 Tab.; Brussels (Geol. Surv. Belgium).
- LIPPERT, H.-J. (1951): Zur Gesteins- und Lagerstättenbildung in Roteisenstein-Gruben des östlichen Dill-Gebietes. – *Abh. senckenb. naturforsch. Ges.*, **485**: 1–29, 11 Abb., Taf. 26–35; Frankfurt am Main.
- (1958): Geologische Übersichtskarte der Dill-Mulde, der nordöstlichen Lahn-Mulde und des Hörre-Zuges. Vereinfacht nach W. KEGEL (1934) und ergänzt nach Unterlagen des Hess. Landesamtes für Bodenforschung und des Geol. Inst. der Universität Marburg. – *Hess. L.-Amt Bodenforsch.*; Wiesbaden.

- & HENTSCHEL, H., & RABIEN, A. (1970), mit Beitr. von KUTSCHER, F., & SCHRICKE, W., & STENGEL-RUTKOWSKI, W., & WENDLER, R., & ZAKOSEK, H.: Erläuterung zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000, Bl. 5215 Dillenburg. – 2. Aufl., 550 S., 18 Abb., 56 Tab., 6 Taf., 3 Beibl.; Wiesbaden.
- LOTZ, H. (1907): Nutzbare Lagerstätten. – Erl. geol. Kt. Preuß. u. benachb. B.-St., Bl. Oberscheld, Lfg., **101**: 51–127, Abb. 2–15, Taf. 4–7; Berlin.
- LÜTKE, K. (1976): Sedimentologische und geochemische Untersuchungen der Genese der Flinzfazies im Harz (Givet und Oberdevon). – Z. dt. geol. Ges., **127** (2): 499–508, 4 Abb.; Hannover.
- MAILLIEUX, E. (1936): La faune des Schistes de Matagne (Frasnien Supérieur). – Mém. Mus. roy. Hist. natur. Belg., **77**: 74 S., 2 Abb., 1 Taf.; Bruxelles.
- MATERN, H. (1927): Mitteilungen über die Oberdevon-Fauna der Dill-Mulde. I. Die oberdevonischen Trilobiten des Scheldetails. – Senckenbergiana, **9**: 252–260, 2 Abb.; Frankfurt am Main.
- (1929 a): Die Gliederung der Adorf-Stufe. Zugleich ein Beitrag zur Nomenklatur von *Gephuroceras* HYATT (Ceph.). – Senckenbergiana, **11** (3): 142–152, 2 Tab.; Frankfurt am Main.
- (1929 b): Die Ostracoden des Oberdevons. I. Teil: Aparchitidae, Primitiidae, Zygobolbidae, Beyrichiidae, Kloedenellidae, Entomidae. – Abh. preuß. geol. L.-Anst., N. F., **118**: 100 S., 3 Abb., 2 Tab., 5 Taf.; Berlin.
- (1931): Das Oberdevon der Dill-Mulde. – Abh. preuß. geol. L.-Anst., N. F., **134**: 139 S., 6 Abb., 4 Tab., 4 Taf.; Berlin.
- MÜLLER-STEFFEN, K. (1964): Neue oberdevonische Ostracoden (Familia Entomozoidae) aus dem Oberharz. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **119** (2): 157–171, Taf. 18–19; Stuttgart.
- NEUMANN, N., & SCHUMANN, D. (1974): Zur Fossilhaltung, besonders der Goniatiten, in roten Knollenkalken vom „Ammonitico Rosso“-Typ. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1974** (5): 294–314, 9 Abb.; Stuttgart.
- OLEMPSKA, E. (1979): Middle to Upper Devonian ostracoda from the Southern Holy Cross Mountains, Poland. – Palaeontologia Polonica, **40**: 57–162, 4 Abb., 5 Tab., Taf. 11–32; Warszawa, Kraków.
- PETTER, G. (1959): Goniatites dévoniennes du Sahara. – Thèse Fac. Sci. Univers. Paris; publ. Serv. Carte géol. de l'Algérie, N. S., Paléont. Mém., **2**: 313 S., 58 Abb., 26 Taf.; Alger.
- POLENOVA, E. N. (1955): Ostracody devona volgo-ural'skoj oblasti. – In: Foraminifery, Radiolarii i Ostracody devona volgoural'skoj oblasti. – Trudy VNIGRI, n.s., **87**, Microfauna SSSR, Sbornik VIII: 191–317, 3 Tab., 15 Taf.; Leningrad. – [russ.]
- RABIEN, A. (1954): Zur Taxonomie und Chronologie der Oberdevonischen Ostracoden. – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **9**: 268 S., 7 Abb., 4 Tab., 5 Taf.; Wiesbaden.
- (1956): Zur Stratigraphie und Fazies des Ober-Devons in der Waldecker Hauptmulde. – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **16**: 83 S., 2 Abb., 2 Tab., 3 Taf.; Wiesbaden.
- (1959): Stratigraphische und fazielle Probleme im Paläozoikum der nordwestlichen Dill-Mulde. – Z. dt. geol. Ges., **110**: 629–633; Hannover.
- (1970 a): Oberdevon. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5215 Dillenburg: 78–83, 103–235, Abb. 3–7, Tab. 5–18, Taf. 1 Fig. 2, Taf. 2, 3 u. 5; Wiesbaden.
- (1970 b): *Gattendorfia*-Stufe. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5215 Dillenburg: 241–255, Abb. 8, Tab. 21, Taf. 4; Wiesbaden.
- (1979): Südwestliche Dillmulde. – In: Exkursion A 5 (16.–18. September 1979) in das Lahn-Dill-Gebiet (Rheinisches Schiefergebirge): 27–29, 33–60, Abb. 15–21, Tab. 3; Marburg (Inst. Geol. Paläont. Philipps-Univ.).
- RICHTER, RUD., & RICHTER, E. (1926): Die Trilobiten des Oberdevons. – Abh. preuß. geol. L.-Anst., N. F., **99**: 314 S., 18 Abb., 12 Taf.; Berlin.
- (1954): Die Daten des Lieferungs-Werkes „SANDBERGER 1850–1856“. – Senckenbergiana, **34** (4/6): 346. – Frankfurt am Main.
- Richtlinien für die Verfasser geowissenschaftlicher Veröffentlichungen. – Ausgearbeitet von: LANG, H. D., & RABIEN, A., & STRUVE, W., & WIEGEL, E., 36 S.: Hannover 1976.
- SANDBERG, C. A., & ZIEGLER, W. (1973): Refinement of Standard Upper Devonian Conodont Zonation based on Sections in Nevada and West Germany. – Geologica et Palaeontologica, **7**: 97–122, 3 Abb., 2 Tab., 5 Taf.; Marburg.

- – (1979): Taxonomy and biofacies of important conodonts of Late Devonian *styriacus*-Zone, United States and Germany. – *Geologica et Palaeontologica*, **13**: 173–212, 2 Abb., 7 Taf.; Marburg.
- – & LEUTERITZ, K., & BRILL, S. M. (1978): Phylogeny, speciation, and zonation of *Siphonodella* (Conodonta, Upper Devonian and Lower Carboniferous). – *Newsl. Stratigr.*, **7** (2): 102–120, 2 Abb.; Berlin, Stuttgart.
- SANDBERGER, G., & F. (1850–1856): Die Versteinerungen des Rheinischen Schichtensystems in Nassau. – XIV + 564 S., zahlr. Abb. u. Tab., 1 Kt., 39 Taf. (Atlas); Wiesbaden. – [Erscheinungsdaten der einzelnen Lfg. in RUD. & E. RICHTER 1954: 346.]
- SCHÄFER, W. (1976): Einige Conodonten aus dem höheren Oberdevon des Sauerlandes (Rheinisches Schiefergebirge). – *Geologica et Palaeontologica*, **10**: 141–152, 3 Abb., 1 Taf.; Marburg.
- Symbolschlüssel Geologie. Symbole für die Dokumentation und Automatische Datenverarbeitung – ADV – geologischer Feld- und Aufschlußdaten. – Bearbeitet von: BARCKHAUSEN, J., & LOOK, E. R., & VINKEN, R., & VOSS, H. H., 2. Aufl., 135 S.; Hannover 1975.
- TSCHIGOVA, V. A. (1977): Stratigrafija i koreljacija neftegaonosnych otložnij devona i karbona evropejskoj časti SSSR i zarubežnych stran. – „Nedra“, 263 S., 8 Tab., 46 Taf.; Moskwa. – [russ.]
- TUCKER, M. E. (1973): Sedimentology and diagenesis of Devonian pelagic limestones (Cephalopodenkalk) and associated sediments of the Rhenohercynian Geosyncline, West Germany. – *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **142** (3): 320–350, 24 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- VOGES, A. (1959): Conodonten aus dem Unterkarbon I und II (*Gattendorfia*- und *Pericyclus*-Stufe) des Sauerlandes. – *Paläont. Z.*, **33** (4): 266–314, 5 Abb., 1 Tab., Taf. 33–35; Stuttgart.
- (1960): Die Bedeutung der Conodonten für die Stratigraphie des Unterkarbons I und II (*Gattendorfia*- und *Pericyclus*-Stufe) im Sauerland. – *Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf.*, **3** (1): 197–228, 5 Abb., 5 Tab.; Krefeld.
- WENDT, J. (1969): Foraminiferen-„Riffe“ im karnischen Hallstätter Kalk des Feuerkogels (Steiermark, Österreich). – *Paläont. Z.*, **43** (3/4): 177–193, 7 Abb., Taf. 21–22; Stuttgart.
- ZIEGLER, W. (1958): Conodontenfeinstratigraphische Untersuchungen an der Grenze Mitteldevon/Oberdevon und in der Adorf-Stufe. (An Profilen von Martenberg/Adorf, Wildungen, Sessacker/Oberscheld; Rheinisches Schiefergebirge). – *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **87**: 7–77, 7 Abb., 10 Tab., Taf. 1–12; Wiesbaden. – [Erscheinungsdatum des Gesamtbandes 87: 5. 6. 1959.]
- (1962): Taxonomie und Phylogenie Oberdevonischer Conodonten und ihre stratigraphische Bedeutung. – *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **38**: 166 S., 18 Abb., 11 Tab., 14 Taf.; Wiesbaden.
- (1965): Eine Verfeinerung der Conodontengliederung an der Grenze Mittel-/Oberdevon. – *Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf.*, **9**: 647–676, 4 Abb., 5 Tab., 6 Taf.; Krefeld.
- (1969): Eine neue Conodontenfauna aus dem höchsten Oberdevon. – *Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf.*, **17**: 343–360, 4 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Krefeld.
- (1971): Conodont Stratigraphy of the European Devonian. – *Geol. Soc. Amer., Mem.*, **127**: 227–284, 3 Abb., 6 Tab.; Boulder.
- [Hrsg.] (1973): *Catalogue of Conodonts*. – Bd. **I**: 504 S., 23 Abb., 27 Taf.; Stuttgart (Schweizerbart).
- [Hrsg.] (1975): *Catalogue of Conodonts*. – Bd. **II**: 404 S., 26 Abb., 25 Taf.; Stuttgart (Schweizerbart).
- [Hrsg.] (1977): *Catalogue of Conodonts*. – Bd. **III**: 574 S., 17 Abb., 39 Taf.; Stuttgart (Schweizerbart).
- (1979): Historical subdivisions of the Devonian. – *Spec. Pap. Palaeont.*, **23**: 23–47, 7 Abb.; London (Palaeont. Assoc.).
- [Hrsg.] (1981): *Catalogue of Conodonts*. – Bd. **IV**: 445 S., 17 Abb., 39 Taf.; Stuttgart (Schweizerbart).
- (1982 a): Conodont age of *Pharciceras lunulicosta*-Zone. – *Cour. Forsch. Inst. Senckenberg*, **55**: 493–496; Frankfurt am Main.
- (1982 b): Stratigraphische Revisionen im Devon-System. – *Paläontologie aktuell*, **6**: 13–15; Hannover.
- & KLAPPER, G. (1982 a): Subcommission on Devonian Stratigraphy: Decisions since 1973 and present status. – *Cour. Forsch. Inst. Senckenberg*, **55**: 7–12, 1 Abb.; Frankfurt am Main.

- – (1982 b): The *disparilis* Conodont Zone, the proposed level for the Middle-Upper Devonian boundary. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **55**: 463–492, 3 Abb., 3 Taf.; Frankfurt am Main.
- – (1982 c): Devonian series boundaries: Decisions of the IUGS Subcommittee. – Episodes, **1982** (4): 18–21, 5 Abb.; Ottawa.
- – & JOHNSON, J. G. (1976): Redefinition and subdivision of the *varcus*-Zone (Conodonts, Middle-? Upper Devonian) in Europa and North America. – Geologica et Palaeontologica, **10**: 109–140, 5 Abb., 15 Tab., 4 Taf.; Marburg.
- & SANDBERG, C. A., & AUSTIN, R. L. (1974): Revision of *Bispathodus* group (Conodonta) in the Upper Devonian and Lower Carboniferous. – Geologica et Palaeontologica, **8**: 97–112, 1 Abb., 3 Taf.; Marburg.

Manuskript eingegangen am 28. 2. 1983

Nachtrag

Während der Drucklegung der vorliegenden Arbeit erschien:

SAUERLAND, U. (1983): Dacryoconariden und Homocteniden der Givet- und Adorf-Stufe aus dem Rheinischen Schiefergebirge (Tentaculitoidea, Devon). – Göttinger Arb. Geol. Paläont., **25**: 86 S., 17 Abb., 7 Taf.; Göttingen.

Bei dem von SAUERLAND (1983: 72) aufgeführten Fundpunkt „Lok. 84“ handelt es sich um die Schicht Nr. 10 (= Fs. 5–8) des Profils „Diana D“ (s. Abb. 3, Tab. 1–2, Unterste *asymmetricus*-Zone). Von SAUERLAND (1983: 77) wurden auf Proben dieser Kalksteinbank folgende Tentaculitoidea bestimmt:

Homoctenus tenuicinctus tenuicinctus (F. A. ROEMER)

Homoctenus tenuicinctus neglectus SAUERLAND 1983

Viriatellina hermanni SAUERLAND 1983

Styliolina kireevae LJASCHENKO 1957

Die Muschelkalkgerölle an der Kalkreuse bei Besse südlich Kassel

Von

ERWIN BUSSE*

Kurzfassung: SE Besse liegt an der Kalkreuse (Bl. 4722 Kassel-Niederzwehren) ein isoliertes Vorkommen von teilweise gut gerundeten Kalksteinen des Muschelkalks („Muschelkalk-Schotter“). Sie lassen sich aufgrund ihrer Fossilführung und Lithofazies verschiedenen Horizonten vorwiegend des Oberen Muschelkalks zuordnen. Unterer Muschelkalk ist nur durch Gesteine der Oolith-Zone und durch (wahrscheinlich Unteren) Wellenkalk vertreten. Der höhere Untere und der Mittlere Muschelkalk fehlen. Eine Erklärung der Genese des Vorkommens ist allein anhand der stratigraphischen Einstufung der Komponenten nicht möglich.

Abstract: Partly well rounded „pebbles“ from limestones of the Muschelkalkformation are found in an isolated area on top of Kalkreuse hill SE Besser near Kassel. The main part of the material is from the Upper Muschelkalk (mo). Concerning the fossils and the facies it is possible to distinguish at least 3 types of Upper Muschelkalk limestones:

the „Tonplatten“ facies (probably belonging to the *spinus*- and *compressus*-zones), the „Terebratelkalk“ facies (probably Lower Ceratiten-Schichten) and the „Trochitenkalk“ facies (equivalent the Trochitenkalk = basal crinoidal limestone of the mo).

From the Lower Muschelkalk only parts of the Oolith-zone and the (Lower) Wellenkalk are represented.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung		155
2. Oberer Muschelkalk		157
2.1. Tonplattenfazies		157
2.2. Terebratelkalkfazies		157
2.3. Trochitenkalkfazies		158
3. Unterer Muschelkalk		158
3.1. Oolith-Zone		158
4. Zur Genese des Vorkommens		159
5. Schriftenverzeichnis		159

1. Einleitung

Auf der Kalkreuse SE Besse (P. 226,5) liegt ein Vorkommen von Muschelkalkgesteinen, das bereits BEYSLAG (1909) bekannt war. Es sind überwiegend Kalksteine des Oberen und Unteren Muschelkalks, zum größten Teil kugelförmig bis brotlaibförmig gerundet, z. T. eckig bis kantengerundet, mit Durchmesser bis

* Dr. E. Busse, Mittelbinge 6, 3500 Kassel-Ki.

0,30 m. In der Umgebung des Vorkommens sind Sedimente des Oligozäns verbreitet, am SW-Hang der Kalkreufe ist im Untergrund Unterer Muschelkalk (Unterer Wellenkalk), am W-Hang Oberer Buntsandstein (Röt) nachgewiesen. Aufschlüsse mit anstehendem Muschelkalk sind ca. 10 km oder weiter entfernt.

Ein gleichartiges Vorkommen umgelagerter Muschelkalkgesteine wurde am Ostrand von Großenritte (ca. 3 km N der Kalkreufe) bei Kanalarbeiten 1951

Tab. 1. Fossilien aus den Muschelkalkgeröllen der Kalkreufe bei Besse

	mu Oolith- Zone	Oberer Muschelkalk		
		Troch.k.- Fazies	Terebr.k.- Fazies	Tonpl.- Fazies
<i>Rhizocorallium commune</i> SCHMID	×			
<i>Spirorbis valvata</i> BERGER			×	
<i>Encrinus liliiformis</i> LAMARCK		×	×	
<i>Encrinus</i> sp.	×			
„ <i>Entrochus dubius</i> “ BEYRICH	×			
<i>Miocidaris</i> sp. (Stacheln)	×	×	×	
<i>Coenothyris vulgaris</i> (SCHLOTHEIM)		×	×	×
<i>Dielasma ecki</i> (FRANTZEN)	×			
<i>Bakevellia costata</i> (SCHLOTHEIM)	×			
<i>Bakevellia goldfussi</i> STROMBECK	×			
<i>Gervillella mytiloides</i> (SCHLOTHEIM)	×			
<i>Hoernesia socialis</i> (SCHLOTHEIM)	×			×
<i>Plagiostoma striata</i> (SCHLOTHEIM)		×		
<i>Pecten (Entolium) liscaviensis</i> GIEBEL	×			
<i>Pecten (Entolium) discites</i> (SCHLOTHEIM)	×		×	×
<i>Pecten (Pleuronectites) laevigatus</i> (SCHLOTHEIM)		×		×
<i>Pecten (Eopecten) albertii</i> (GOLDFUSS)				×
<i>Myoconcha</i> cf. <i>mülleri</i> GIEBEL				×
<i>Pseudomyoconcha gastrochaena</i> (GIEBEL)	×			
<i>Placunopsis ostracina</i> (SCHLOTHEIM)	×			×
<i>Newaagia noetlingi</i> (FRECH)			×	×
<i>Enantiostreon difforme</i> (SCHLOTHEIM)			×	
<i>Myalina</i> cf. <i>blezingeri</i> PHILIPPI			×	
<i>Septifer eduliformis praecursor</i> (FRECH)	×			
<i>Nuculana</i> sp.				×
<i>Nucula (Palaeonucula) goldfussi</i> (ALBERTI)				×
<i>Nucula elliptica</i> GOLDFUSS				×
<i>Myophoria vulgaris</i> (SCHLOTHEIM)				×
<i>Myophoria simplex</i> (SCHLOTHEIM)				×
<i>Pleuromya</i> cf. <i>musculoides</i> SCHLOTHEIM				×
<i>Entalis</i> cf. <i>laevis</i> (SCHLOTHEIM)				×
<i>Worthenia</i> sp.	×			
<i>Omphaloptycha</i> sp.	×			
<i>Ceratites (Acanthoceratites) compressus</i> PHILIPPI				×
<i>Acrodus lateralis</i> AGASSIZ				×
<i>Saurichthys apicalis</i> AGASSIZ				×
<i>Gyrolepis</i> cf. <i>albertii</i> AGASSIZ				×

aufgeschlossen (Herr Prof. KLÜPFEL, Marburg, machte mich auf diesen Aufschluß aufmerksam). Herrn Dr. RÖSING, Wiesbaden, danke ich für den Hinweis auf das interessante Vorkommen bei Besse und für Mithilfe bei den Aufsammlungen.

Die Muschelkalkgerölle gehören zu einer Reihe von „Muschelkalkschotter“-Resten, die im Tertiär der Niederhessischen Senke auftreten (RITZKOWSKI & RÖSING 1977, RÖSING 1971). Im folgenden soll weniger auf die Genese des Vorkommens bei Besse als auf seine stratigraphische und lithologische Zusammensetzung eingegangen werden.

Von dem untersuchten Material konnten nur 1–2 % stratigraphisch nicht zugeordnet werden. Die bestimmten Stücke werden im Naturkundemuseum Kassel, Steinweg 2, aufbewahrt.

Wegen der fehlenden Vergleichsmöglichkeiten in der nächsten Umgebung und wegen der wechselnden Entwicklung besonders des Oberen Muschelkalks im nordwestlichen Niederhessen wird die Unterteilung der Fundobjekte nicht nach streng stratigraphischen, sondern hauptsächlich nach faziellen Gesichtspunkten durchgeführt. Die nachgewiesenen Fossilien sind in Tab. 1 aufgeführt.

2. Oberer Muschelkalk

2.1. Tonplattenfazies

Als Vertreter eines höheren Horizontes der Ceratiten-Schichten dürften die Reste mit zahlreichen Exemplaren von *Myophoria simplex* anzusehen sein (vermutlich *spinus*-Zone, oberer Teil der Mittleren Ceratiten-Schichten). Im Meißner- und Diemelgebiet tritt *Myophoria simplex* in größerer Anzahl erst in diesem Horizont, in tieferen Lagen nur spärlich auf. Dort herrscht die ähnliche *Myophoria vulgaris* vor.

Gesteine mit sehr zahlreichen *Pecten (Entolium) discites* gehören offensichtlich den Zonen des *Ceratites evolutus* und *compressus* (unterer Teil der Mittleren Ceratiten-Schichten) an. Diese Einordnung wird ergänzt durch die Funde mehrerer Fragmente von *C. (Acanthoceratites) compressus*.

2.2. Terebratelkalkfazies

Sie kann als Zwischenglied von Tonplatten- und Trochitenkalkfazies angesehen werden und tritt schon eingeschaltet im Unteren Trochitenkalk auf; bei der Ausbildung der Unteren Ceratiten-Schichten in trochitenkalkähnlicher Fazies im Diemelgebiet und selbst in der Tonplattenfazies der *atavus-pulcher*-Zone des Meißnergebietes finden sich ebenfalls Kalksteinbänkchen mit zahlreichen Terebrateln (*Coenothyris vulgaris*). Bei den Terebratelkalken der Kalkreufe spricht die „Faziesgemeinschaft“ von *Newaagia noetlingi*, *Enantiostrongylus difforme* und *Myalina cf. blezingeri* neben *Coenothyris vulgaris* und vereinzelt Trochiten ebenfalls für ein höheres stratigraphisches Niveau (trochitenkalkähnliche Fazies der Unteren Ceratiten-Schichten?). Diese Fossilgesellschaft tritt auch auf Bl. 4621 Wolfhagen in vergleichbarer Fazies auf (BUSSE & RÖSING 1966: 53).

2.3. Trochitenkalkfazies

Hierher sind die meisten der stark gerundeten, harten Kalksteinknollen zu stellen, die beim Anschlagen sofort durch häufige Querschnitte von Trochiten auffallen. Eine Verwechslung mit Trochitenbänkchen des Wellenkalks ist praktisch ausgeschlossen. Ob die Trochitenkalke aus dem Unteren oder aus dem Oberen Trochitenkalk oder aus beiden stammen, konnte nicht entschieden werden; Unterer und Oberer Trochitenkalk zeigen in Gesteinshabitus und -struktur und in der Fossilführung kaum Unterschiede.

Einige besonders auffallende groboolithische Belegstücke sind von Stücken aus dem höheren Teil des Trochitenkalks von Altenhasungen und Wenigenhasungen (Schicht 4/3 in BUSSE 1956: 171) nicht zu unterscheiden. Ob Reste aus den Gelben Basisschichten des Unteren Trochitenkalks vorliegen, ist nicht sicher zu entscheiden. Vielleicht gehören einige dünnplattige, mürbe, hellgraue bis fahlgelbe Kalksteine hierher. Die Hauptmasse der „gelben“ (intensiver gelben bis ockerfarbenen), plattigen, dolomitischen Kalksteine stammt jedoch aus dem Gelben Zwischenmittel der Oolith-Zone (s. u.).

3. Unterer Muschelkalk

In dem Vorkommen an der Kalkreufe wurden keine Gesteine des Mittleren und großer Teile des Unteren Muschelkalks gefunden. Erst die Oolith-Zone ist wieder vorhanden. Damit fehlt der Nachweis einer im Normalprofil >120 m mächtigen Schichtfolge mit

Mittlerem Muschelkalk
 Schaumkalk-Zone mit *orbicularis*-Schichten
 Oberem Wellenkalk
 Terebratel-Zone
 Mittlerem Wellenkalk.

Das Vorhandensein von Gesteinen aus diesen z. T. so charakteristischen Horizonten mit ebenso charakteristischen Fossilien wäre bei den genauen Untersuchungen sicher nicht übersehen worden.

3.1. Oolith-Zone

Aus der Oberen Oolithbank liegt eine Reihe von Stücken vor, die nach Gesteinsausbildung und Fossilführung charakteristisch und unverkennbar sind. Der harte, kristalline, graublaue und an den Verwitterungsseiten bräunliche, fossilführende Kalkstein tritt in dieser stratigraphischen Position zwischen Bl. 4723 Oberkaufungen im E und Bl. 4621 Wolfhagen W auf.

Das Gelbe Zwischenmittel ist in zahlreichen, überwiegend plattigen Belegstücken nachgewiesen. Ein Handstück dieses gelben Kalksteins mit eingeschaltetem grauem *Rhizocorallium commune* entstammt der Übergangszone Unteres graues- / Gelbes Zwischenmittel („pseudokonglomeratische“ Ausbildung) der Oolith-Zone.

Dem Unteren und Oberen grauen Zwischenmittel dürften einige der im vorstehenden erwähnten, uncharakteristischen, fossilfreien, dünnplattigen Gesteine („Wellenkalk“) angehören, die von gleichartigen Gesteinen im gesamten Unteren Muschelkalk im Handstück nicht unterschieden werden können.

Der Unteren Oolithbank dürften nur wenige Stücke des vorliegenden Materials entstammen. Ein Handstück mit zahlreichen pentagonalen Trochiten und einem ungünstig erhaltenen Brachiopoden (? *Coenothyris ecki*) gehört hierhin.

Die tieferen Teile des Wellenkalks – unter der Oolith-Zone – sind nicht nachgewiesen. Möglicherweise finden sie sich noch anstehend im Untergrund.

4. Zur Genese des Vorkommens

RITZKOWSKI (in RITZKOWSKI & RÖSING 1977) nimmt für die Muschelkalk-Schotter einen Transport aus nördlicher Richtung an. Die einzelnen Schottervorkommen sind in einer etwa N–S verlaufenden „Rinne“ angeordnet, die Geröllgröße nimmt von N nach S ab (RITZKOWSKI, Abb. K 12).

Nach RÖSING (1971) handelt es sich bei dem Vorkommen von der Kalkreufe um eine wahrscheinlich bereits prätertiär entstandene Dolinenfüllung über ausgelagten Röt-Evaporiten.

Aus der vorstehend beschriebenen Analyse der verschiedenen Kalksteine von der Kalkreufe ergeben sich keine Stützen für die eine oder die andere Annahme. Auffällig ist allerdings das Vorherrschen von Gesteinen des Oberen Muschelkalks und das Fehlen der widerstandsfähigen Kalksteine der Terebratel- und der Schaumkalk-Zone. Dies könnte durch einen Erdfall erklärt werden, in dem Oberer Muschelkalk bis in den Bereich der Oolith-Zone abgesenkt wurde. Die für Auslaugungsvorgänge mit Absenkungen dieser Größenordnung (>120 m) erforderlichen Steinsalz-, Gips- oder Anhydrit-Mächtigkeiten sind jedoch aus dem Röt dieses Gebiets nicht bekannt (KUPFAHL 1981: 38). Es müßte also mit einem tieferen Subrosionsstockwerk, in diesem Fall dem Zechstein, gerechnet werden. Die Diskussion der Frage nach der Subrosion von Zechsteinsalzen geht jedoch über den Rahmen dieser Arbeit hinaus.

Andererseits kann angenommen werden, daß Gesteine der Oolith-Zone noch unter dem Tertiär der Kalkreufe anstehen bzw. während des Oligozäns noch vorhanden waren. In diesem Fall ließe sich das fast ausschließliche Vorherrschen von Oberem Muschelkalk auf die Verhältnisse im Liefergebiet zurückführen, in dem möglicherweise vorwiegend diese Schichten im Erosionsniveau lagen.

5. Schriftenverzeichnis

- BEYSCHLAG, F. (1909): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Lfg. 92, Bl. Besse, 30 S., 1 Abb.; Berlin.
- BUSSE, E. (1956): Aufschlüsse im Oberen Muschelkalk des westlichen Kasseler Grabens. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84: 170–175; Wiesbaden.
- & RÖSING, F. (1966): Muschelkalk. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4621 Wolfhagen: 48–79; Wiesbaden.

- KUPFAHL, H.-G. (1981): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000, Bl. 4723 Oberkaufungen, 2. Aufl., 212 S., 15 Abb., 17 Tab., 3 Taf., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- RITZKOWSKI, S., & RÖSING, F. (1977): Tertiär Nordhessens. – Exkursionsführer Geotagung '77, II, Exk. K: 63–111, 16 Abb., 1 Tab.; Göttingen.
- RÖSING, F. (1971): Zur Geologie der Langen Berge und ihrer Randgebiete südwestlich von Kassel. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **99**: 240–245; Wiesbaden.

Manuskript eingegangen am 11. 11. 1982

Die stratigraphische Lage der „*Astarte*-Bank“ im Oberen Muschelkalk (Anis/Ladin) von Willebadessen/Westfalen

Von

ERWIN BUSSE*

Kurzfassung: Der Obere Muschelkalk im Gebiet von Willebadessen gliedert sich in Ceratiten-Schichten, Oberen Trochitenkalk, Zwischenschichten und Unteren Trochitenkalk. Der ca. 6,5 m mächtige Obere Trochitenkalk liegt in der *robustus*-Zone, in den Zwischenschichten treten *Ceratites* (*Progonoceratites*) *pulcher* und *C. (P.) atavus* auf. Die *Astarte*-Bank, eine fossilreiche, oolithische Kalksteinbank, bildet einen auffälligen Horizont im oberen Teil des Oberen Trochitenkalks.

Abstract: The upper part of the Muschelkalk formation (Triassic, Anisien-Ladinien) of Willebadessen ist divided into Ceratiten-Schichten, Oberer Trochitenkalk, Zwischenschichten and Unterer Trochitenkalk. The crinoidal and oolithic limestones of the Oberer Trochitenkalk (thickness about 6,5 m) belong to the *robustus*-zone. The marlstone/limestone sequence of the Zwischenschichten corresponds with the facies of the Ceratiten-Schichten ("Tonplattenfazies"). *Ceratites* (*Progonoceratites*) *pulcher* and *C. (P.) atavus* have been found in the Zwischenschichten. The Unterer Trochitenkalk consists of crinoidal and oolithic limestones. The *Astarte*-Bank, an oolithic limestone very rich in lamellibranchs, forms part of the uppermost Oberer Trochitenkalk.

Mit der stratigraphischen Lage der *Astarte*-Bank im Oberen Muschelkalk von Willebadessen/Altenheerse befaßte sich BUSSE (1972: 110–124) bereits ausführlich. Einige neuere Feststellungen lassen eine kurze Ergänzung angebracht erscheinen. –

Die fossilreiche *Astarte*-Bank wurde von F. ROEMER (1851) untersucht und beschrieben. STILLE (1935) erwähnt das Vorkommen der oolithischen, fossilreichen Schicht mit verschiedenen Arten der Gattung *Astarte*, auf die der Name „*Astarte*-Bank“ zurückzuführen ist. Im Diemelgebiet entspricht ihr die „Myophorien- oder Astartenbank“ (BLANCKENHORN 1887, GLÄSSNER 1913). Bei seinen Untersuchungen über die Stratigraphie und Paläogeographie des Oberen Muschelkalks in Nord- und Mitteldeutschland konnte KLEINSORGE (1935) im nordwestlichen Niederhessen und südöstlichen Westfalen die Existenz eines Unteren und eines Oberen Trochitenkalks nachweisen. Beide Trochitenkalke werden teils durch trochitenkalk-, teils durch tonplattenähnliche Schichten („Ältere Ceratitenschich-

* Dr. E. Busse, Mittelbinge 6, 3500 Kassel-Ki.

ten“ bei KLEINSORGE) getrennt, der „Trochitenkalk“ (mo1 der klassischen Stratigraphie) reichte damit in den mo2, die Ceratiten-Schichten, hinein. STOLLEY (1934) hatte bereits auf die stratigraphische Unbeständigkeit des Trochitenkalks hingewiesen.

KLEINSORGE (1935: 62), wahrscheinlich getäuscht durch die schwierigen Aufschlußverhältnisse im Gebiet von Willebadessen, stellte die *Astarte*-Bank an die Basis des Unteren Trochitenkalks: „Der untere Trochitenkalk beginnt im Gebiet zwischen Peckelsheim und Borgholzhausen mit einer Folge oolithischer Kalke (Basisoolithe) . . . Die Fauna der Schichten beschränkt sich ganz auf eingelagerte, dünne Lumachellkalkbänke, die besonders gut ausgebildet im Gebiet von Driburg-Willebadessen auftreten und aus denen auch die bekannten, von RÖMER (1851) beschriebenen Willebadessener Funde stammen“.

Den Oberen Trochitenkalk im Gebiet von Willebadessen-Fronhausen sah KLEINSORGE als Äquivalent der *pulcher*-Zone der Ceratiten-Schichten an.

Tatsächlich gilt jedoch für die stratigraphische Folge die nachstehende Einteilung (BUSSE 1972: 112):

compressus-Zone, Mittlere Ceratiten-Schichten

.....		
Oberer Trochitenkalk, oben mit <i>Astarte</i> -Bank		6,50 m
(Äquivalent der <i>robustus</i> -Zone!)		
Schicht d) Zwischenschichten in Tonplattenfazies		3,28 m
Bank C Trochitenkalkbank		0,46 m
Schicht c) Fazies der Fladigen Mergelkalksteine		1,11 m
Bank B Trochitenkalkbank		0,54 m
Schicht b) Fazies der Fladigen Mergelkalksteine		1,28 m
Bank A Trochitenkalkbank		0,48 m
Schicht a) Fazies der Fladigen Mergelkalksteine		1,97 m
		15,62 m
.....		

Liegendes: Unterer Trochitenkalk („mo1“)

Die *Astarte*-Bank liegt im oberen Teil des Oberen Trochitenkalks. Sie kann sogar den Oberen Trochitenkalk nach oben abschließen. Tonplatten mit *Ceratites compressus* PHILIPPI (*compressus*-Zone der Mittleren Ceratiten-Schichten) überlagern den Oberen Trochitenkalk, nachgewiesen bei Willebadessen, Altenheerse und Niesen. Er wird unterlagert von ca. 3 m Tonplatten mit seltenen Ceratiten (*pulcher*, *atavus* s. l.) und großen *Coenothyris vulgaris*. Darunter folgen etwa 6 m Fladige Mergelkalksteine mit Trochiten. Erst darunter liegt der Untere Trochitenkalk („mo1“). Der Obere Trochitenkalk vertritt demnach die *robustus*-Zone der Unteren Ceratiten-Schichten.

Der Untere Trochitenkalk war zur Zeit der Profilaufnahme nirgends vollständig aufgeschlossen. Die Aufschlüsse lagen nur in seinem oberen Teil. Am tiefsten reichte das Profil V („in der Viehweide“) am Südostfuß des „Hansjörn“, wo etwa 5,75 m Sediment aufgeschlossen waren (BUSSE 1972: 113–114). Die „Basisoolithe“ KLEINSORGES mit der *Astarte*-Bank wurden also nicht erreicht. Da die

Schichtenfolge der Profile 1972 nicht ausführlich mitgeteilt wurde, wird Profil V anschließend beschrieben.

Profil V

Zwischenschichten

Hangendes: Kalksteinbank, dickbankig, zerklüftet

darunter: Wechsel von Mergelsteinen und Kalksteinplatten (Mächtigkeit nicht bekannt)

- 0,40 m Kalksteinbank, grau, klotzig, zerklüftet, splittrig
- 1,60 m Mergelstein, grau bis bräunlich, mürbe; besonders in der Mitte Mergelkalkstein und – z. T. knollig aufgelöste – Kalksteinbänkchen eingelagert. Trochiten, wechselnd häufig, *Plagiostoma striata*, *Pleuromya musculoides*, *Coenothyris vulgaris*

Unterer Trochitenkalk

- 1,50 m Kalksteinbänke, grau, fest, klotzig, nach oben meist plattig auflösend, kristallin, unten oolithisch; mitunter Muschel- und Schneckenquerschnitte, Trochiten wechselnd häufig. Etwa in der Mitte eine 15 cm starke Kalksteinbank mit *Coenothyris vulgaris*
- 0,30–0,35 m Mergelstein, bräunlich, mürbe, geschichtet, fossilifer; einzelne Kalksteinbänkchen
- 2,90 m Kalkstein, grau, klotzig, besonders oben und unten oolithisch (Trochitenbänke); Trochiten wechselnd häufig
- 0,08 m Mergelstein, bräunlich, ebensichtig, mürbe; *Plagiostoma striata* oberster cm: dünne, uneben vertiefte Kalksteinplatte mit undeutlichen Kugel-, seltener kleinen Turmschnecken
- 0,15 m Kalksteinbank, grau, plattig, splittrig
- 0,30 m Mergelstein, bräunlich, mürbe und hellgrau verwitternd, senkrechte Klüfte
- 0,50 m Kalksteinbank in 2 Lagen, grau, hart, splittrig, kristallin; Trochiten nicht selten

Der Kontrast zwischen „mo1“ (meist klotzige Kalksteinbänke) und überlagernden Zwischenschichten („Ältere Ceratiten-Schichten“) = „mo2“ (meist Mergelstein) ist scharf.

Bei einer Begehung am 1. 3. 1978 war festzustellen, daß zwischenzeitlich das Profil V nach unten bis in die Gelben Basisschichten aufgeschlossen, aber schwer zugänglich war. Deshalb konnte die Gesamtmächtigkeit des Unteren Trochitenkalks im Profil V mit etwa 7 m nur geschätzt werden (BUSSE 1972: 114 schätzungsweise 6–7 m). Das ist etwa die Mächtigkeit des Unteren Trochitenkalks bei Haueda östlich Warburg.

Die stets mit Sicherheit erkennbare *Astarte*-Bank, die nach KLEINSORGE (1935) hier hätte auftreten müssen, konnte an der Basis des Unteren Trochitenkalks nicht beobachtet werden. Auch im Schutt des untersten Meters konnten – wie erwartet – keine „Basisoolithe“ festgestellt werden, denn die *Astarte*-Bank tritt ja erst im oberen Teil des Oberen Trochitenkalks auf. Sie liegt auch im Stbr. Niesen (Bl. 4320 Willebadessen) im Oberen Trochitenkalk (hier sehr fossilreich, BAUMGARTE, frdl. mündl. Mitt.), wie in den Aufschlüssen des im S anschließenden Diemelgebietes (BUSSE 1972, BUSSE & HORN 1982).

Die Fossilliste von Willebadessen (BUSSE 1972: 119–121) ist durch *Lingula tenuissima* BRONN und *Germanonutilus* sp. zu ergänzen (sehr selten, FINDER: D. BAUMGARTE). Außerdem liegen weitere

Funde von „*Mytilus inflexus* F. ROEMER“ vor. BUSSE (1956: 174, 1972: 122) stellte diese Art nach dem damals vorliegenden Material zum Genus *Modiolus*. Nach den neuen Funden ist es wahrscheinlicher, daß diese umstrittene Art nicht zu *Modiolus* (mit vertikaler) sondern zu *Myoconcha* (mit horizontaler Längsachse) gehört; dafür spricht auch die Ausbildung des Schlosses.

Ergebnis

Der Obere Trochitenkalk liegt bei Willebadessen stratigraphisch in der *robustus*-Zone (Untere Ceratiten-Schichten) und wird von der *compressus*-Zone (Mittlere Ceratiten-Schichten) überlagert, von Sedimenten der *atavus-pulcher*-Zone (Untere Ceratiten-Schichten) unterlagert.

Die von KLEINSORGE (1935) in den tiefen Teil des Unteren Trochitenkalks gestellte und als „Basisoolith“ bezeichnete *Astarte*-Bank liegt im oberen Teil des Oberen Trochitenkalks.

Schriftenverzeichnis

- BAUMGARTE, D. (1973): Die Gattung *Astarte* SOWERBY im Oberen Muschelkalk am Südostrand des Eggegebirges. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **101**: 166–175, 6 Abb., 1 Taf.; Wiesbaden.
- BLANCKENHORN, M. (1887): Über die Verbreitung einer oolithischen Bank des Trochitenkalkes mit *Myophoria ovata* und mehrerer *Astarte*-Arten in der Trias des westlichen Deutschlands. – Verh. naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf., Sber., **44**: 11–15; Bonn.
- BÖHM, J. (1914): Zur Gattung *Pleurophorus* KING und *Myoconcha* SOW. – Jb. kgl. preuß. geol. L.-Anst., **35**: 549–561; Berlin.
- BUSSE, E. (1956): Aufschlüsse im Oberen Muschelkalk des westlichen Kasseler Grabens. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**: 170–175; Wiesbaden.
- (1972): Fazies und Fauna des Oberen Muschelkalkes von Willebadessen. – *Philippia*, **1/3**: 110–126, 2 Taf.; Kassel.
- & HORN, M. (1982): Muschelkalk. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4520 Warburg: 55–90, 6 Abb., 6 Tab.; Wiesbaden.
- GLÄSSNER, R., (1913): Beitrag zur Kenntnis der hessischen Jurarelikte. – Abh. u. Ber. Ver. Naturkd. Kassel., **53**: 51–146, 2 Taf., 2 Kt.; Kassel.
- HORN, M. (1982): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000, Bl. 4520 Warburg, 238 S., 28 Abb., 32 Tab., 1 Taf., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- 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.
- KRAISS, A. (1913): Der Warburger Sattel, seine Baustörungen und die vulkanischen Durchbrüche. – Jb. kgl. preuß. geol. L.-Anst. f. 1910, **31**: 377–419, 2 Taf.; Berlin.
- MEIBURG, P. (1969): Die Warburger Störungzone. Ein Beitrag zur Geologie des Warme-Diemel-Gebietes (Nordhessen/Ost-Westfalen). – Diss. Univ. Münster, 395 S., 71 Abb., 49 Taf., 5 Anl.; Münster.
- ROEMER, F. (1851): Über einige neue Versteinerungen aus dem Muschelkalk von Willebadessen. – *Palaeontographica*, **1**: 311–315; Cassel.
- SCHMIDT, M. (1928): Die Lebewelt unserer Trias. – 461 S., 1220 Abb.; Öhringen.
- (1938): Die Lebewelt unserer Trias. Nachtrag. – 143 S., div. Abb.; Öhringen.
- STILLE, H. (1935): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Lfg. **297**, Bl. Willebadessen, 2. Aufl., 26 S., 1 Abb.; Berlin.
- STOLLEY, E. (1934): Der stratigraphische Wert des Trochitenkalkes für die Gliederung des deutschen oberen Muschelkalkes. – N. Jb. Mineral., B, **72**: 351–366; Stuttgart.

Zur Stratigraphie des Lias (Hettangium–Unt. Pliensbachium) im Volkmarsener Graben

Von

KARL HOFFMANN und MANFRED HORN
mit einem Beitrag von GERT BLOOS*

Kurzfassung: Im Volkmarsener Graben wurde durch Bohrungen in den Jahren 1940 und 1941 eine 130 m mächtige Schichtenfolge vom Oberen Keuper bis zum Mittleren Lias aufgeschlossen. Durch die feinstratigraphische Aufnahme der kaum gestörten Profile konnten alle Ammonitenzonen des Hettangiums und Sinemuriums bis zum Mittleren Carixium nachgewiesen werden. Fazies und Fossilführung des Lias zeigen Verbindungen zum NW- und SW-deutschen Sedimentationsraum. In einem besonderen Abschnitt werden neuere Ammonitenfunde aus dem Volkmarsener Graben beschrieben.

Für das Lias-Vorkommen von Bonenburg am S-Rand der Egge wird der *luridum*-Horizont mit *Beaniceras luridum* (SIMPSON) nachgewiesen.

Abstract: A nearly complete stratigraphic section of Lower and Middle Liassic from the *planorbis* Zone (Lower Hettangian) to the *ibex* Zone (Middle Carixian) is described from boreholes in the Volkmarsen graben. The Liassic sediments are here > 130 m thick. The guide fossils and the facies show relations to the NW- and SW-German sedimentation areas.

Some recently found ammonites of the Hettangian and Sinemurian are shortly described.

The *Beaniceras luridum* horizon of the *centaurus* Subzone could be proved also in the outcrops of the former Bonenburg brick factory near the southern end of the Egge mountains.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	166
2.	Erforschungsgeschichte	167
3.	Aufschlüsse und Bohrprofile	167
4.	Stratigraphische Bemerkungen	170
4.1.	Die Grenzschichten Keuper/Lias	170
4.2.	Hettangium	170
4.3.	Unteres Sinemurium	172
4.4.	Oberes Sinemurium	174
4.5.	Unteres Pliensbachium (Carixium)	176
5.	Ammonitenfunde (G. BLOOS)	176
5.1.	Hettangium	177
5.2.	Sinemurium	178
5.3.	Fossilliste	180
5.4.	Liste der Fundpunkte auf Bl. 4520 Warburg	181

* Dr. h.c. K. HOFFMANN, Emanuel-Geibel-Str. 5, 7410 Reutlingen-Betzingen. Dr. M. HORN, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden. Dr. G. BLOOS, Staatl. Museum für Naturkunde, Arsenalplatz 3, 7140 Ludwigsburg.

6. Schichtenverzeichnisse	181
7. <i>Beaniceras luridum</i> (SIMPSON) im Lias von Bonenburg	199
8. Schriftenverzeichnis	200

1. Einleitung

In der Hessischen Senke sind in einzelnen, besonders tief abgesenkten Grabenbereichen Gesteine des Lias erhalten. Sie stellen die Reste der ehemals im Gebiet der „Hessischen Straße“ verbreiteten Juraablagerungen dar, die wegen ihrer tektonisch bedingten Position von der Erosion verschont geblieben sind. Diese Lias-Vorkommen haben wegen ihrer Lage zwischen den Verbreitungsgebieten des nord- und süddeutschen Juras große paläogeographische Bedeutung, sie sind die einzigen Bereiche, die Anhaltspunkte über die stratigraphische und fazielle Entwicklung der „Hessischen Straße“, der Meeresverbindung zwischen dem NW- und SW-deutschen Ablagerungsraum des mitteleuropäischen Juras liefern können.

Die Lias-Gesteine sind entsprechend ihrer Erhaltung in tektonisch isolierten Schollen gestört, zusammenhängende Profile sind sehr selten. Die vollständigsten Schichtfolgen liegen im N, wo im Bereich des südlichen Egge-Senkungsfeldes noch Gesteine des Toarciums bei Bonenburg und des Oberen Pliensbachiums im südlichen Leinetalgraben anstehen. In den südlichen Vorkommen treten dagegen nur Gesteine des Hettangiums und Sinemuriums auf. Ebenfalls abgelagerte Sedimente der jüngeren Lias-Stufen sind nicht mehr vorhanden.

Das nordwestlichste und zugleich größte hessische Vorkommen liegt im Volk-marsener Graben, es umfaßt den Unteren und Teile des Mittleren Lias. Es ist das einzige hessische Vorkommen, in dem im Sinemurium und Unteren Pliensbachium oolithische Eisenerze auftreten. In Zusammenhang mit der Untersuchung dieser Eisenerze sind in den Jahren 1940–1941 insgesamt 13 Kernbohrungen im N-Teil des Volk-marsener Grabens niedergebracht worden. Sie wurden zum größten Teil von K. HOFFMANN aufgenommen, drei davon eingehend biostratigraphisch und paläontologisch bearbeitet. Das reichhaltige und bereits bearbeitete Fossilmaterial aus den Bohrkernen wurde in Berlin aufbewahrt und ist durch Kriegseinwirkung zum größten Teil verlorengegangen. Die umfangreichen Notizen und Schichtenverzeichnisse K. HOFFMANNs sind dagegen erhalten geblieben und wurden von ihm nomenklatorisch und stratigraphisch revidiert. Teilergebnisse dieser Bearbeitung sind bereits publiziert worden (HOFFMANN 1944, 1949, 1950, 1964, 1982).

Kurze Teilprofile des Hettangiums und Sinemuriums wurden beim Bau der Autobahn Kassel–Ruhrgebiet 1969/70 an mehreren Stellen angeschnitten. Die Aufschlüsse nahm M. HORN während der Bauarbeiten auf. Die geologische Aufnahme des Gebietes (Bl. 4520 Warburg, HORN 1982) ergab in dem aufschlußarmen Verbreitungsgebiet des Lias außer einzelnen Fossilfunden keine zusammenhängenden Profile.

So bilden die ausführlichen Schichtenverzeichnisse HOFFMANNs, insbesondere das der Brg. Wennekamp 1, die einzigen zusammenhängenden Liasprofile im Volk-marsener Graben. Sie liegen am südlichsten Punkt innerhalb der Hessischen Straße, von dem ein einigermaßen vollständiges Profil vom Oberen Keuper bis

zum tieferen Mittleren Lias vorliegt. Es zeigt bereits beträchtliche und paläogeographisch bedeutsame Abweichungen vom Liasprofil der Teutoniahütte bei Borlinghausen, das von BRANDES (1912) sehr sorgfältig aufgenommen wurde.

Dr. E. BUSSE, Kassel, und W. SIMON, Welda, unterstützten die Arbeit durch zahlreiche Hinweise und die Überlassung von Fossilmaterial. Dr. E. KÜMMERLE, Wiesbaden, bearbeitete die Mikrofauna des Profils im Bett des Hörler Baches. Dr. M. URLICHS und Dr. R. WILD, Ludwigsburg, begutachteten einzelne Ammonitenreste und die Wirbeltierreste aus dem Lias von Bonenburg. Ihnen allen sind wir für ihre Mithilfe zu Dank verpflichtet.

Den Barbara Rohstoffbetrieben GmbH, Wülfrath, danken wir für die freundliche Genehmigung zur Veröffentlichung der Schichtenverzeichnisse.

Die vorliegende Beschreibung befaßt sich vorwiegend mit der Stratigraphie und dem Fossilinhalt der Schichtenfolge; die paläogeographische Situation ist ausführlich von HOFFMANN (1949) dargestellt worden.

Die Ammoniten aus den Autobahnaufschlüssen und den Aufsammlungen bei der Kartierung wurden von G. BLOOS bearbeitet und beschrieben. Sie werden in der paläontologisch-stratigraphischen Sammlung des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung in Wiesbaden aufbewahrt.

2. Erforschungsgeschichte

Der Lias des Volkmarsener Grabens ist nach kurzen älteren Beschreibungen (SCHLÜTER 1866, v. DECHEN 1857) zuerst von KUCHENBUCH (1892) bearbeitet worden. Nach ihm hat GLÄSSNER (1913) in einer eingehenden Untersuchung den stratigraphischen Nachweis fast aller auch heute bekannten Stufen geführt. Seine auf zahlreichen Beobachtungen beruhende inhaltsreiche Veröffentlichung ist bis heute die einzige ausführliche Beschreibung des Volkmarsener Lias-Vorkommens. Die etwa gleichzeitig erschienene, grundlegende Bearbeitung des Lias zwischen Harz und Eggegebirge von BRANDES (1912) beschränkt sich für das Gebiet des Volkmarsener Grabens auf relativ kurze Erwähnungen im Zusammenhang mit der faziellen und paläogeographischen Deutung der Liasablagerungen.

Neuere stratigraphische oder paläontologische Bearbeitungen des Volkmarsener Lias sind nicht veröffentlicht worden, abgesehen von kurzen randlichen Bemerkungen bei MESTWERDT (1911) und SEIDEL (1938). Die stratigraphischen und faziellen Verhältnisse erwähnt HOFFMANN mehrfach in größerem Zusammenhang (1949), insbesondere Teile der Profile der Brg. Wennekamp 1 und Tegethoff 1 und 2 (1950: 111, 1964: 148, 1982).

3. Aufschlüsse und Bohrprofile

In den zum großen Teil aus Ton- und Mergelsteinen aufgebauten Schichten des Lias im Volkmarsener Graben sind Aufschlüsse selten. Die alten, z. T. dicht unter der Geländeoberfläche angelegten Stollen und Einschnitte des ehemaligen Eisenerzbergbaus aus dem 19. Jahrhundert sind heute zugefallen und nur ganz beschränkt zugänglich.

Kurzzeitig offene Aufschlüsse beim Autobahnbau und bei der Erschließung eines Baugebietes (Scheidfeld) S Volkmarsen lieferten kurze Profilstücke in den

Schichten des Hettangiums und Unteren Sinemuriums. Im Bett des Hörler Baches W Welda sind sehr lückenhaft Mergel- und Kalksteine aufgeschlossen, die nach der Fossilführung ins Hettangium zu stellen sind. Die mehrfach gestörte Schichtenfolge ergibt kein zusammenhängendes Profil.

Die Untersuchungsbohrungen auf die Eisenerze des Unteren Sinemuriums und Unteren Pliensbachiums sind in den Feldern Osterberg, Tegethoff und Wennekamp angesetzt worden (Abb. 1). Von den insgesamt 13 bekannten Kernbohrungen konnten von HOFFMANN nur die Kerne von Tegethoff 1 und 2 und Wennekamp 1 detailliert aufgenommen und bearbeitet werden. Die Profilbeschreibungen der Brg. Osterberg 1 und 4–6 beruhen auf Übersichtsaufnahmen, zum großen Teil auf Bohrmeisterangaben. Von der Brg. Tegethoff 3 ist nur ein gezeichnetes Bohrprofil erhalten, von der Brg. Wennekamp 2 nur ein stratigraphisches Kurzprofil. Die Brg. Osterberg 2, 3, 7 und 8 stehen außerhalb der Lias-Verbreitung im Keuper, sie sind deshalb in Tab. 1 und Abb. 1 nicht aufgeführt (Schichtenverzeichnisse bei HORN 1982: 202). Die Lage einiger Bohrungen ist nicht sicher bekannt. Die in Abb. 1 angegebenen Lagepunkte beruhen auf einer Skizze von 1941 im Archiv des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung. Die Brg. Wennekamp 1 liegt danach bei R 350604, H 570400 [NE des von HOFFMANN (1982) und HORN (1982) angegebenen Bohrpunktes]. Auch die Lage der Brg. Tegethoff 1 (heute zur Wasserversorgung eines Aussiedlerhofes genutzt) ist danach zu korrigieren: richtig ist R 350668, H 570347.

Die in den Bohrungen angetroffenen Lias-Gesteine fallen z. T. steil in SW-Richtung ein (Abb. 1). Für die hier wiedergegebenen Schichtbeschreibungen sind alle Werte auf die tatsächlichen Mächtigkeiten umgerechnet worden, die deshalb innerhalb geringer Fehlergrenzen liegen (Wennekamp 1, Tegethoff 1 und 2).

In der nachfolgenden Zusammenstellung sind außer den Bohrungen (Tab. 1) alle Aufschlüsse mit Teilprofilen des Lias aufgeführt, bereits veröffentlichte mit Angabe des Zitats. Die Rechts- und Hochwerte beziehen sich auf Bl. 4520 Warburg, wenn nicht anders vermerkt.

Bett des Hörler Baches am westlichen Ortsausgang von Welda (R 350738, H 570212): Hettangium, *angulata*-Zone.

Autobahneinschnitt SSW Germete (bei R 350572, H 570460, HORN 1982: 101): Hettangium, *angulata*-Zone.

Baugrube N Osterlinde (Feldwegüberführung, südliches Brücken-Widerlager), W-Wand (R 350565, H 570459): Hettangium, *angulata*-Zone.

Autobahneinschnitt NE Ziegenkopf SW Germete (Abb. 3): Sinemurium, *semicostatum*-Zone (HORN 1982: 104).

Baugruben und Kanalisationsgräben im Scheidfeld S Volkmarsen:

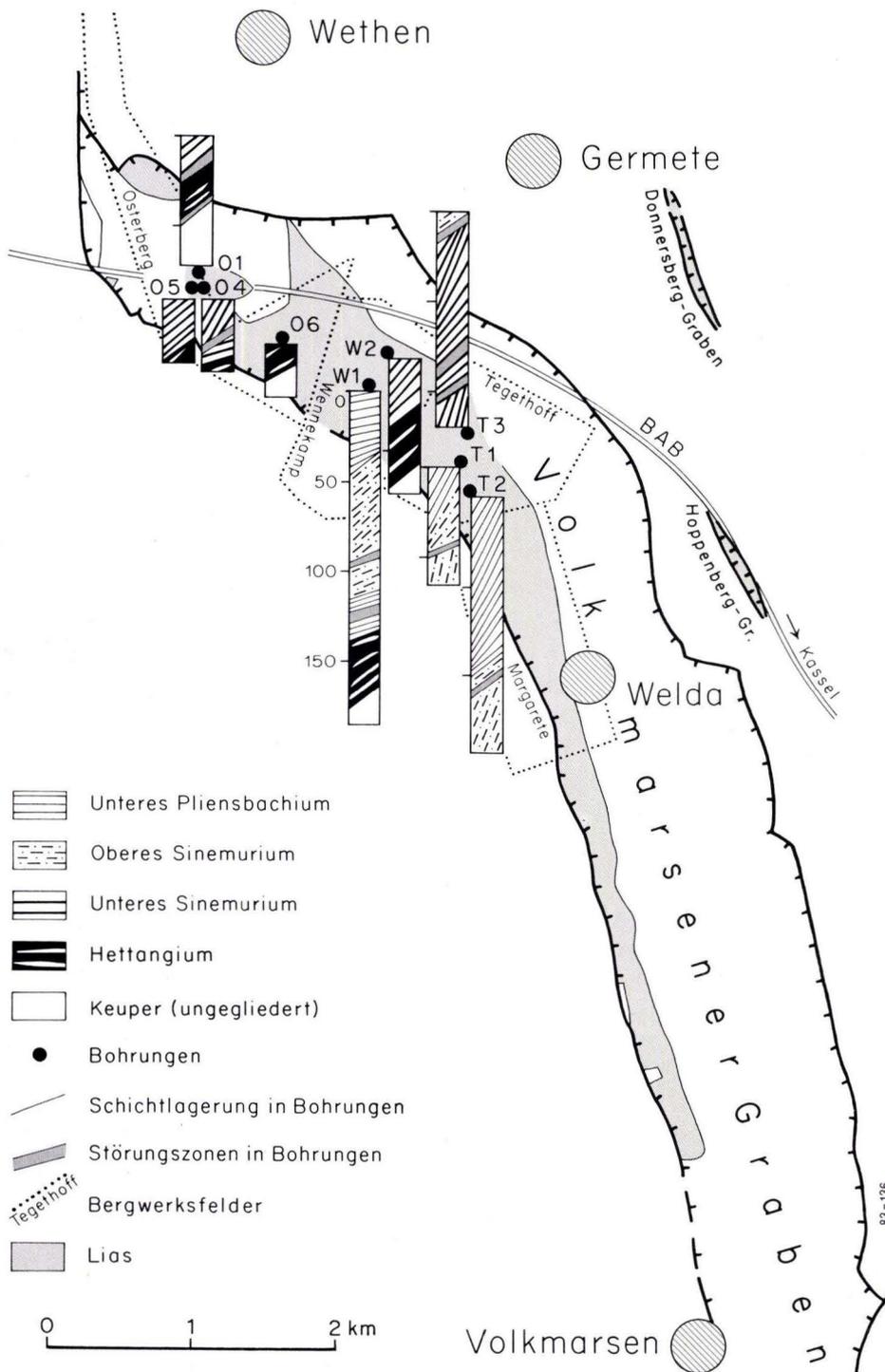
Scheidfeld I: südlicher Kanalisationsgraben (R 350916, H 569605),

Scheidfeld II: Baugrube und Kanalanschlußgraben Parzelle 188 (R 350912, H 569509),

Scheidfeld III: Kanalisationsgraben Ahornstraße (R 350910, H 569613): Oberkeuper; Sinemurium, *semicostatum*-Zone.

Stollen am N-Hang des Ralekesberges (R 350782, H 570000, heute verschüttet): Sinemurium.

Abb. 1. Verbreitung von Liassedimenten im Gebiet des Volkmarsener Grabens mit Lagepunkten und Profilen der Bohrungen Osterberg 1, 4–6, Wennekamp 1 und 2, Tegethoff 1–3. Die Darstellung der Lagerungsverhältnisse in den Profilsäulen ist stark vereinfacht. Maßstab der Bohrprofile: Brg. Wennekamp 1.



Von den alten Eisenerzabbauern bzw.-abbauversuchen im Sinemurium am Ralekesberg (R 350782, H 570002 und R 350802, H 569964), am E-Hang des Iberges (R 350750, H 570105, und R 350744, H 570116), W der Pyrmonter Straße S Wethen (R 350505, H 570425) und im Unteren Pliensbachium SE vom Königsberg (R 350662, H 570312) sind noch Halden oder deren Reste vorhanden.

4. Stratigraphische Bemerkungen

4.1. Die Grenzsichten Keuper/Lias

Nur in der Brg. Wennekamp 1 ist der Übergang Keuper/Lias anscheinend ungestört vorhanden (Abb. 2). Hier liegt unter bituminösem, sandigem Mergelstein der *psilonotum*-Subzone unmittelbar ein glimmerreicher Feinsandstein. In der Brg. Osterberg 6 tritt dieser Sandstein nicht auf, hier überlagern Mergelsteine mit *Psiloceras psilonotum* unmittelbar eine Wechsellagerung von dunklen Tonsteinen und hellen, kalkigen, kreuzgeschichteten Sandsteinen. In Brg. Osterberg 1 ist dieser Profildbereich gestört, ebenso in den Aufschlüssen im Scheidfeld und am Ziegenkopf, wo die unteren Ammonitenzonen des Lias fehlen. In beiden Profilen grenzen Schichten des Oberkeupers an Sinemurium (Abb. 2).

Eine stratigraphische Gliederung der obersten Keuperschichten ist wegen des Fehlens zusammenhängender und ungestörter Profile nicht möglich. Das vollständigste, allerdings gestörte Profil des Oberen Keupers ist vom Autobahneinschnitt NE Ziegenkopf bekannt (Abb. 2, 3). Die in Abb. 2 schematisch dargestellte Schichtenfolge: glimmerreicher, schräggeschichteter Feinsandstein / grüngrauer und hellroter Tonstein / schwarzer pyritführender Tonstein mit Feinsandsteinbänken (HORN 1982) entspricht der aus Südostlippe bekannten Oberkeuper-Abfolge (DUCHROW 1968). In den Profilen am Scheidfeld S Volkmarsen fällt der obere Teil dieser Schichtenfolge an Verwerfungen aus.

4.2. Hettangium

Der Lias beginnt in der Brg. Wennekamp 1 über dem Sandstein des Oberkeupers mit einem zunächst noch stärker sandigen, feingeschichteten, bituminösen Mergelstein. Bereits 0,40 m über der Basis tritt *Psiloceras psilonotum* in einer kalkreichen Bank auf. Die „*Prae-planorbis*-Schichten“ sind bisher nicht nachgewiesen worden, ihr Äquivalent ist in den untersten, sandigen Mergelsteinen mit *Inoceramus pinnaeformis* (Sch. 111) zu vermuten.

Die Zone des *Psiloceras planorbis* ist hier ca. 2 m mächtig und durch die Leitformen ihrer beiden Subzonen, *P. psilonotum* und *Caloceras torus*, nachgewiesen. Sie wird von bituminösen Mergelsteinen und rauen, oft völlig aus Bruchschill aufgebauten Kalksteinen gebildet, die z. T. gebankt in Paketen von > 1,50 m auftreten (Brg. Osterberg 6). Diese Kalksteine sind als Lesesteine auf den Äckern E der Osterlinde auf Bl. Warburg verbreitet. Sie sind ebenfalls im Profil des Hörler Baches W Welda vorhanden. Im S-Teil des Volkmarsener Grabens fehlen Aufschlüsse in diesem stratigraphischen Niveau. GLÄSSNER (1913) gibt jedoch „*Psiloceras cf. Johnstoni* Sow.“ vom Ralekesberg an. Seine Mächtigkeitsangabe

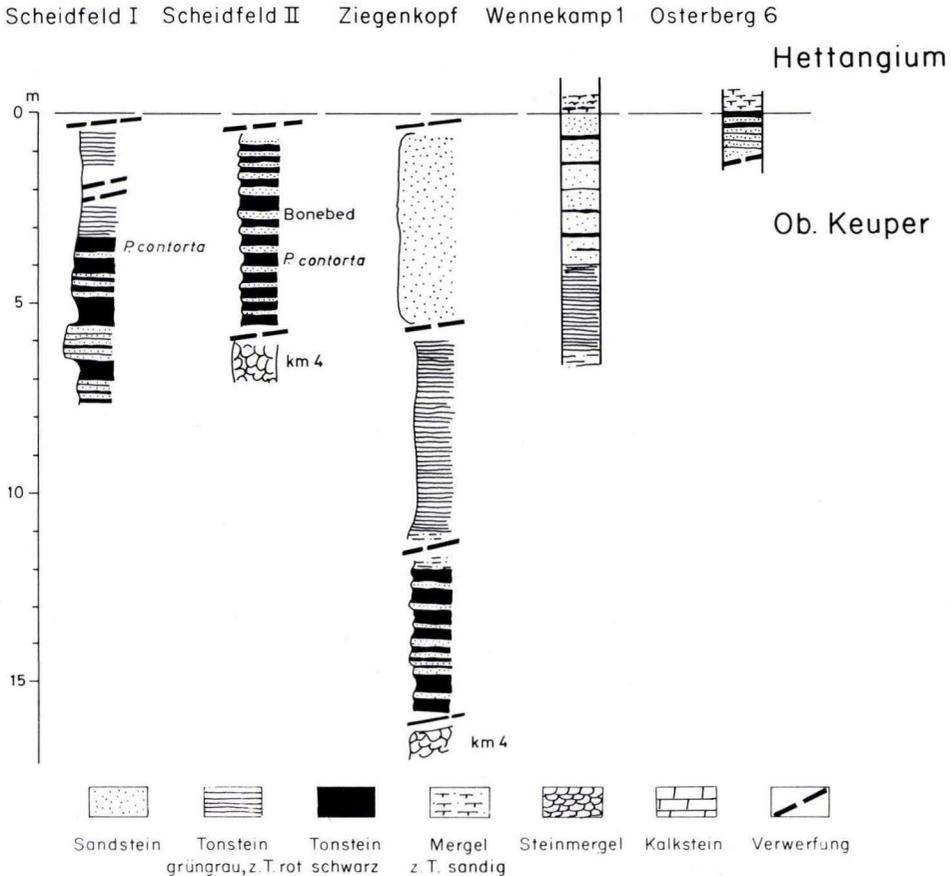


Abb. 2. Zusammenstellung von Profilstücken des Oberen Keupers und der Grenzsichten Keuper/Lias im Volkmarsener Graben. Der im Gebiet S Volkmarsen (Scheidfeld) fehlende Sandstein fällt vermutlich an Störungen aus. km 4: Mittlerer Keuper (Steinmergelkeuper).

(schätzungsweise 10–15 m) für die „Pylonotenschichten“ ließ sich an keiner Stelle überprüfen. Auch das Profil im Hörler Bach ergibt wegen seiner großen Lücken und seiner wenigen Fossilien keine brauchbaren Anhaltspunkte.

Das Obere Hettangium ist in der Brg. Wennekamp 1 durch eine ca. 11 m mächtige Schichtenfolge (Brg. Osterberg 6: ca. 2 m, wahrscheinlich gestört) vertreten. Schlecht erhaltene Ammonitenreste im tieferen Teil konnten als cf. *Saxoceras* sp. und cf. *Alsatites* sp. bestimmt werden. *Schlotheimia* cf. *angulata* tritt im höheren Teil der Folge auf. Die Gliederung dieses Abschnitts in *angulata*- und *liasicus*-Zone ist aufgrund dieser Funde erfolgt. Ein Teil der oberen *angulata*-Zone fällt anscheinend an einer Störung aus (Sch. 91).

Während die *liasicus*-Zone noch überwiegend von Mergelsteinen und Kalkmergelsteinen aufgebaut wird, schalten sich in der *angulata*-Zone zunehmend schwarze und dunkelgraue, pyritreiche Tonsteine ein. In den Profilen an der BAB SW

Germete waren Wechselfolgen von Tonstein, Mergelstein und Kalkstein mit teilweise hohem Feinsandgehalt angeschnitten (HORN 1982: 101). NE der Osterlinde treten auch plattige, feinkörnige Kalksandsteine mit *Liogryphaea* sp. auf. Nach einzelnen Lesesteinfunden von Ammoniten der *complanata*-Subzone gehört diese Schichtenfolge in die oberste *angulata*-Zone. Während des Autobahnbaus wurden hier zahlreiche Exemplare von großen Schlotheimien gefunden (frdl. Mitt. von Dr. E. BUSSE, Kassel).

Liogryphaea sp. ist relativ häufig und tritt nach GLÄSSNER (1913) geradezu bankbildend auf. Im Hörler Bach stehen solche bis 0,10 m mächtigen „Gryphaeenbänke“ mehrfach an; dieser Teil des Profils gehört danach wahrscheinlich bereits zur oberen *angulata*-Zone. Sehr häufig sind *Cidaris*-Stacheln und Muschelbruchstücke, darunter oft *Lima (Plagiostoma) gigantea*. Aus den pyritreichen Tonsteinen der tieferen *angulata*-Zone stammen wahrscheinlich die kleinen Exemplare von *Schlotheimia* sp. in den tertiären Bohnerzen vom Scheid S Volkmarsen (HORN 1976: 93). Die Tonsteine wurden im Anstehenden nirgends beobachtet, doch GLÄSSNER (1913) erwähnt schwarze Tonsteine mit verkiesten Gehäusen von *Schlotheimia angulata* aus dem Gebiet S Welda.

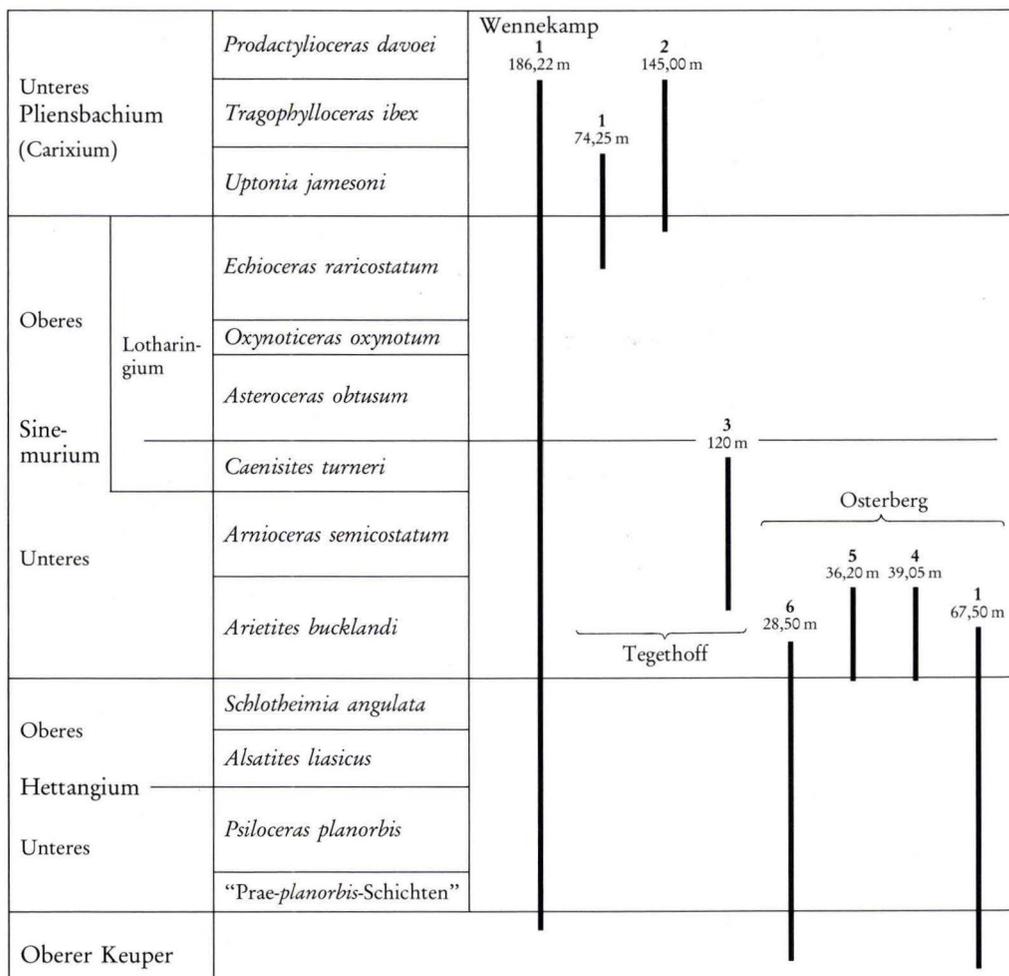
4.3. Unteres Sinemurium

Unteres und Oberes Sinemurium bilden mit je 40 m Mächtigkeit den größten Abschnitt des Liasprofils der Brg. Wennekamp 1. Er besteht zum überwiegenden Teil aus dunklen, pyritreichen Tonsteinen mit teilweise hohem Feinsandanteil und teilweise stärkerem Kalkgehalt, in die in der *bucklandi*- und *semicostatum*-Zone mächtigere Folgen von Kalk- oder Kalkmergelsteinen [„Gryphiten- oder Arietenkalk“ bei GLÄSSNER (1913)] eingeschaltet sind. Der Kalksteinanteil beträgt in der *bucklandi*-Zone ca. 25%, in der *semicostatum*-Zone ca. 16%. Die Gesteine der *bucklandi*-Zone sind in mehreren Bohrungen auf der Suche nach dem „Arieten-erz“ durchteuft worden (Tab. 1), das Erz wurde jedoch nur in den Brg. Osterberg 4 und 5 angetroffen.

Das Untere Sinemurium beginnt (über dunklen Tonsteinen mit *Schlotheimia* sp.) mit einer sandigen Mergelsteinbank, in der massenhaft *Liogryphaea arcuata* auftritt. Die Bank (Sch. 88 im Profil Wennekamp 1) enthält an ihrer Basis einzelne phosphoritische Gerölle, die auf eine Sedimentationsunterbrechung mit Aufarbeitung von Schichten des Hettangiums hindeuten. Das älteste *Arietites* dieses Profils wurde in den dunklen Tonsteinen über dieser Mergelsteinbank gefunden.

Sicher bestimmbare Leitformen der *bucklandi*-Zone sind aus den Bohrungen nicht bekannt, Einzelfunde liegen jedoch aus den Aufsammlungen bei der geologischen Aufnahme des Bl. Warburg vor (Kap. 5). Die aus dem Eisenerz (GLÄSSNER 1913) erwähnten großwüchsigen „Arieten“ dürften nach HOFFMANN (1969) ebenfalls in diese Zone gehören. *Liogryphaea arcuata* ist in den Kalk- und Mergelsteinen sehr häufig und wird entsprechend zahlreich auf den Äckern im Ausstrichsbereich dieser Schichten gefunden. Stark bituminöse Tonsteine treten im oberen Teil der *bucklandi*-Zone auf (Sch. 64). An der Grenze *semicostatum*-/*bucklandi*-Zone liegt in der Brg. Wennekamp 1 eine Ruschelzone, wahrscheinlich

Tab. 1. Synoptische Darstellung der Bohrprofile im Lias des Volkmarsener Grabens



mit geringem Schichtausfall. Die tatsächlichen Mächtigkeiten (ca. 15 m/ ca. 18,5 m) sind deshalb höher anzusetzen.

In der *semicostatum*-Zone ist der Mergel- und Kalksteinanteil geringer als in der *bucklandi*-Zone. Die pyritreichen Tonsteine sind hier teilweise sehr fossilreich. Aus dem Autobahnprofil NE Ziegenkopf (Abb. 3) stammen mehrere *Arnioceras*-Arten, darunter *Arnioceras* cf. *semicostatum*, zusammen mit *Belemnites (Prototheutis)* sp. Einzelne Schichtflächen sind dicht bedeckt mit *Oxytoma inaequalvis* in Schalenerhaltung.

Der in diesem Profil angefahrene oolithische Eisenstein fehlt in der Brg. Wennekamp 1. Die Eisenerze des Untersinemuriums sind von HOFFMANN (1969) ausführlich beschrieben worden. Sie sind in ihrer regionalen Verbreitung auffällig

an die SW-Randstörung des Volkmarsener Grabens gebunden. Ihre linsenförmige Verbreitung ist wahrscheinlich bedingt durch ihre Entstehung in lokalen Senken („Erzfallen“), die synsedimentär, möglicherweise im Zusammenhang mit Auslaugungsvorgängen, im Randbereich der Zechsteinsalzverbreitung angelegt wurden.

Im Unteren Sinemurium ist es mehrfach zur Eisenerzbildung gekommen. GLÄSSNER (1913) hatte bereits darauf hingewiesen, daß „der Liaseisenstein nicht an ein einziges Niveau gebunden“ ist. Nach den vorliegenden stratigraphischen Einstufungen gehören die Vorkommen im N (NE Ziegenkopf) und S (Scheidfeld S Volkmarsen) in die *semicostatum*-, das größte und mehrfach abgebaute vom Ralekesberg N Volkmarsen in die *bucklandi*-Zone.

Aus den Aufschlüssen dieses Bergbaus stammen wohl auch die von GLÄSSNER erwähnten großwüchsigen „Arietiten“, von denen einer im Naturkundemuseum in Kassel unter der Fundortbezeichnung „Volkmarsen“ aufbewahrt wird.

Der Fund von *Asteroceras* ex gr. *stellare* in dem Profil vom Scheidfeld weist darauf hin, daß in diesem Gebiet die Eisenerzbildung offenbar bis über die *semicostatum*-Zone hinaus andauerte.

Die an zwei weiteren Stellen im Volkmarsener Graben, am E-Hang des Iberges SSW Welda und S Wethen W der Pyrmonter Straße (HORN 1982: 192), abgebauten bzw. erschürften Eisenerzvorkommen sind stratigraphisch nicht näher einstuftbar. Auf den heute noch vorhandenen Haldenresten überwiegen dort limonitische Trümmererze mit großen, z. T. gerundeten und angebohrten, z. T. eckigen und scharfkantigen Toneisensteinbrocken, die teilweise eine dünne Limonithülle haben.

Zur *turneri*-Zone gehört ein ca. 8,7 m mächtiges Paket kalkarmer bis kalkfreier Tonsteine des Profils Wennekamp 1. Ein gesicherter Nachweis dieser Zone in Oberflächenaufschlüssen ist bisher nicht erfolgt. GLÄSSNER (1913) erwähnt schwarze Tonsteine mit Toneisensteinkonkretionen vom Ralekesberg N Volkmarsen, in denen „*Arietites Turneri* ZIET. oder *obtusum*“ auftritt.

4.4. Oberes Sinemurium

Auch von dieser Unterstufe liegt in der Brg. Wennekamp 1 ein durchgehendes Profil vor, an der Basis allerdings in einem Bereich von ca. 5 m stark gestört (Sch. 43 und 44). Die erbohrte Mächtigkeit von ca. 40 m ist wahrscheinlich wesentlich höher (+15 m?). Die Brg. Tegethoff 1 und 2 haben nur die *raricostatum*-Zone durchteuft (Tab. 1), die im Feld Osterberg setzen bereits unterhalb des Obersinemuriums an. Neuere Profile dieser Schichten in Oberflächenaufschlüssen sind nicht bekannt. Dieser stratigraphische Bereich liegt im Volkmarsener Graben im SW-Teil der Grabenscholle und wurde deshalb beim Autobahnbau nicht angeschnitten. Nur aus dem schmalen Lias-Vorkommen des Hoppenberg-Grabens ist Obersinemurium bekannt. In Lesesteinfunden konnten hier *Promicroceras planicosta*, *P.* cf. *precompressum*, *Xipheroceras dudressieri* und *X.* cf. *rasinodum* bestimmt werden (Kap. 5). Teilweise fragliche Stücke von *Epophioceras* sp. sind vom Autobahneinschnitt NE Ziegenkopf (Abb. 3) und vom Scheidfeld bekannt. KUCHENBUCH (1892) erwähnt schwarze, toneisensteinführende Tonsteine mit *P. planicosta* aus dem Einschnitt des Hörler Baches W Welda. Neue Ammonitenfunde liegen von dort nicht vor. Die oberen Schichten des Bachprofils (Kap. 6) haben eine reiche Mikrofauna, die jedoch keine genauere Einstufung als: Unterer Lias erlaubt.

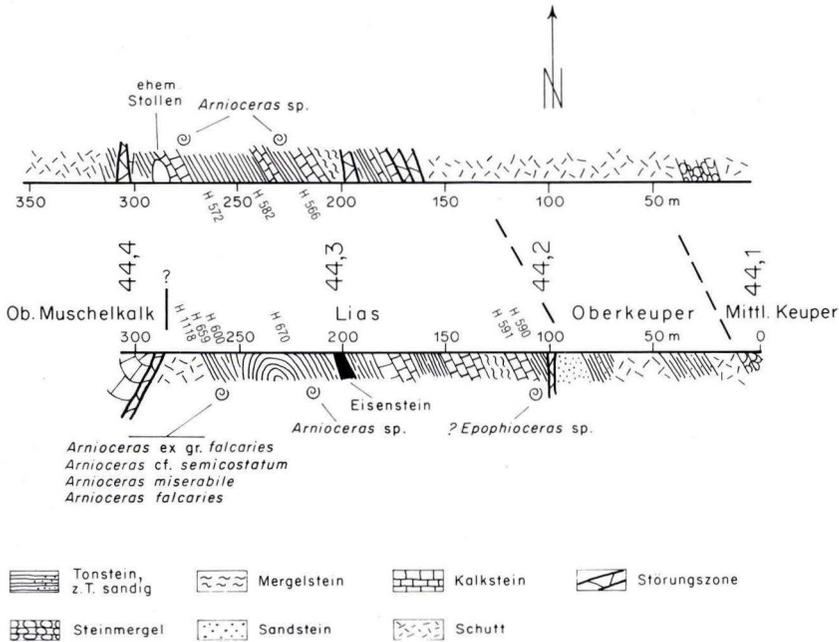


Abb. 3. Profil in den Wasserhaltungsgräben beiderseits der Autobahn Kassel – Ruhrgebiet NE Ziegenkopf, Bau-km 44,1–44,4. Profilbeginn bei etwa R 350480, H 570474 (im W; Bl. 4520 Warburg). Die Fossilien der einzelnen Fundpunkte sind unter den Fundnummern im Text aufgeführt.

So liefert auch hier wieder nur die Brg. Wennekamp 1 einen Überblick über die Schichtenfolge (vgl. HOFFMANN 1950, 1964).

Die *obtusum*-Zone wird von einer > 16 m mächtigen Folge von dunklen, teilweise fossilreichen, feinsandigen Tonsteinen gebildet. An ihrem Top liegt eine Mergelkalksteinbank (Sch. 37) mit Kalk- und Toneisensteingeröllen.

Der hohe Sandgehalt im oberen Teil der *obtusum*-Zone und der geschichtete Feinsandstein in Sch. 41 sind als Äquivalente des *planicosta*-Sandsteins anzusehen. Diese Sandschüttung, von BRANDES (1912) auf den Einfluß der „Sollinginsel“ zurückgeführt, ist in NW-Deutschland weit verbreitet und als Folge epigenetischer Bewegungen in der oberen *obtusum*-Zone anzusehen (HOFFMANN 1964). Diese führten wahrscheinlich zur Heraushebung einer Landbrücke im Gebiet N Volkmarsen, die den NW- und SW-deutschen Sedimentationsraum während dieser Zeit trennten.

In den Tonsteinen der ca. 9 m mächtigen *oxynotum*-Zone sind *Oxynoticeras* cf. *oxynotum* und *Bifericeras nudicosta* gefunden worden. Sie bilden das nördlichste gesicherte Vorkommen der süddeutschen *bifer-oxynotum*-Zone.

An der Basis der ca. 15 m mächtigen *raricostatum*-Zone ist ebenfalls eine kräftige Sandschüttung zu beobachten, die vermutlich dem *subplanicosta*-Sandstein der *densinodulum*-Subzone entspricht. Sie weist auch auf epigenetische Bewegungen in dieser Zeit hin (Sch. 31).

Im oberen Teil der *raricostatum*-Zone sind in der Brg. Wennekamp 1 zwei in NW-Deutschland verbreitete konglomeratische Horizonte vorhanden, die *miles*-Bank (Sch. 24) und die *raricostatoides*-Bank (Sch. 27). Nach HOFFMANN (1950: 99) können beide Bänke als submarine Lesedecken angesehen werden, bei denen die feinere Sedimentkomponente noch in unverfestigtem Zustand wieder ausgespült worden ist.

4.5. Unteres Pliensbachium (Carixium)

Die drei Bohrungen Wennekamp 1, Tegethoff 1 und 2 haben die Gesteine des Unteren und großer Teile des Mittleren Carixiums durchteuft (Tab. 1). Die feinstratigraphisch aufgenommenen Profile aller drei Bohrungen liegen vor und sind in Kap. 6 aufgeführt. Die Gesteinsfolge besteht zum überwiegenden Teil aus Mergel- oder Kalkmergelsteinen mit vor allem im unteren Abschnitt deutlichem Feinsandgehalt. In den drei relativ eng nebeneinander liegenden Profilen ist ein rascher horizontaler Fazieswechsel zu beobachten. In Wennekamp 1 und Tegethoff 2 sind *ibex*- und *jamesoni*-Zone, in Tegethoff 1 nur die *jamesoni*-Zone nachgewiesen. Alle Profile sind ausführlich von HOFFMANN (1982: 61–67) beschrieben worden. HOFFMANN gibt eine Gesamtmächtigkeit von mindestens 80 m für das Carixium des Volkmarsener Grabens an.

Oberflächenaufschlüsse fehlen in diesen Schichten. Am SW-Rand des Volkmarsener Grabens, ca. 1,5 km NW Welda (Bl. 4520 Warburg R 350662, H 570312), ist eine alte Halde erhalten, die von einem Abbauersuch auf den oolithischen Eisenstein der *jamesoni*-Zone stammt (MESTWERDT 1911). GLÄSSNER (1913) gibt von diesem Fundpunkt keine Ammoniten, jedoch eine umfangreiche Fossilliste mit zahlreichen Belemniten, Brachiopoden und Lamellibranchiaten an. In den Bohrungen fehlt der Eisensteinhorizont. In Tegethoff 2 tritt allerdings eine Lage von Toneisensteingeoden im unteren Teil der *jamesoni*-Zone auf, die dem Eisenstein entsprechen könnte. Dieser ist offensichtlich, wie die Eisensteine des Untersinemuriums, an syndimentär angelegte, eng begrenzte Senken im Gebiet der heutigen Randverwerfung des Grabens gebunden.

Als jüngste Schichten wurden in der Brg. Tegethoff 2 Gesteine der oberen *ibex*-Zone angetroffen. Die Bohrung liegt im Bereich der tiefsten Einsenkung der Liasscholle in diesem Gebiet. Jüngerer Lias wird hier also kaum zu erwarten sein. HOFFMANN (1982) weist allerdings darauf hin, daß einzelne Ammoniten aus dem Oberen Carixium und dem Domerium mit der Fundortbezeichnung „Volkmarsen“ in der Sammlung des Geol.-Paläont. Instituts Marburg vorhanden sind. Falls es sich hierbei nicht um ungenaue Fundortangaben oder um aus den im N benachbarten Vorkommen verschlepptes Material handelt, muß mit jüngerem Lias im Volkmarsener Graben gerechnet werden.

5. Ammonitenfunde (G. BLOOS)

Die Erhaltung der großteils aus Lesesteinfunden stammenden Ammoniten aus dem Unteren Lias des Volkmarsener Grabens ist fast durchweg schlecht; die

Funde aus Tonen und meist auch aus Kalken sind verdrückt und zudem oft fragmentär. Nur sehr wenige Einzelfunde stammen aus Konkretionen und sind besser erhalten. Pyriterhaltung fehlt fast vollkommen. Die Fundpunkte sind in einer Liste am Ende dieses Kapitels zusammengestellt.

Zahlreiche Ammonitenfunde aus dem Gebiet sind bereits früher, vor allem von GLÄSSNER (1913) und LANGE (1941, 1951) bekanntgemacht worden. Sie geben einen guten Überblick über die biostratigraphische Abfolge, die bis ins Unterplienschbachium (Mittlerer Lias) reicht. Die vorliegende Aufsammlung bestätigt die bisher bekannten stratigraphischen Befunde, wenn auch nur lückenhaft. Der nachstehende Überblick über das Fundmaterial folgt in etwa der Stratigraphie.

5.1. Hettangium

Von vier Lokalitäten sind Funde aus dem Hettangium vertreten; sie liegen alle am Nordende des Grabens beiderseits der BAB Kassel–Dortmund. Die stratigraphisch tiefsten Funde stammen vom Punkt 1306: 2 Exemplare von *Psiloceras psilonotum* (QUENSTEDT). Es ist ein kleines, verdrücktes von etwas über 20 mm Ø und ein unvollständiges, größeres von ursprünglich über 60 mm Ø. Der einbettende Kalk ist massig (nicht dünnplattig, wie sonst oft in diesem Niveau) und reich an Bruchschill; die Matrix ist feinkörnig. Die Funde repräsentieren die *planorbis*-Zone, *planorbis*-Subzone.

Aus höherem Niveau innerhalb des tieferen Hettangiums stammen verschiedene Stücke vom Punkt 1009. Es sind dies relativ rasch anwachsende Formen der Untergattung *Caloceras* (3 Exemplare: Nr. 1009 C, 1009/2, 1009/4) sowie eine sehr langsam anwachsende, dicht berippte (1009 B), die sich als *Psiloceras (Caloceras) bloomfieldense* DONOVAN bestimmen läßt. Sämtliche Stücke stammen aus einem feinspätigen, blaugrauen, aus Fossilgrus bestehenden Kalkstein. Ähnliche Caloceraten fanden sich in einem Kalksteinkomplex zwischen Bonenburg und Borlinghausen (Bl. 4420 Peckelsheim) zusammen mit *Alsatites laqueolus* (SCHLOENBACH). Das Fundniveau liegt demnach in der *liasicus*-Zone, etwa im Bereich der *schroederi*-Subzone. Ein schlecht erhaltener Abdruck eines weitnabeligen, mäßig dicht berippten Ammoniten (1009/3) könnte von einem *Alsatites* stammen. Bisher sind Caloceraten aus stratigraphisch so hohem Niveau aus NW-Deutschland kaum bekannt (vgl. LANGE 1941: Tab. S. 168). Das wesentlich besser erhaltene Material von Bonenburg/Borlinghausen soll an anderer Stelle beschrieben werden.

Ein weiter beripptes, sonst aber prinzipiell ähnliches Exemplar der rasch anwachsenden Form von *Caloceras* in gleichem feinspätigen Kalkstein stammt von der Lokalität 1482.

Schlotheimien liegen von drei Fundpunkten vor. Sie sind durchweg dicht berippt und repräsentieren die *complanata*-Subzone innerhalb der *angulata*-Zone. Die beiden tieferen Subzonen von LANGE sind im Fundgut nicht vertreten, kommen nach LANGE (1951) und eigenen Funden bei Bonenburg/Borlinghausen aber im Gebiet auch vor.

Von der Lokalität 1009 ist zu erwähnen ein nicht näher bestimmbarer Abdruck einer relativ rasch anwachsenden Form mit einfachen, dicht stehenden, niedrigen und scharfen Rippen (1009 A: *Schlotheimia* ex gr. *tenuis/oxygonia* W. LANGE). Das Sediment ist ein fossilreicher, plattiger Kalkstein aus Fossilgrus. Demselben Formenkreis gehören 4 Abdrücke auf einer Platte aus vergleichbarem Gestein der Lokalität 1356 an.

Der Abdruck eines Fragments mit niedrigen, ziemlich dicht stehenden Spalt- und Schaltrippen läßt sich der Gruppe der *Schlotheimia complanata* KOENEN zuordnen (Fundpunkt 1482; grober, fossilreicher Kalkstein mit vielen Crinoideenresten).

5.2. Sinemurium

Im Gegensatz zum Hettangium stammen die meisten Funde des Sinemuriums aus bituminösen, schiefrig aufspaltenden, schwärzlichen Tonsteinen. Lediglich die wenigen Stücke aus dem tieferen Sinemurium kommen noch aus Kalken.

Aus der *bucklandi*-Zone, *bucklandi*-Subzone liegt ein weitberipptes Fragment vor, das sich als *Arietites* cf. *solarium* (QUENSTEDT) bestimmen läßt (Lokalität 1722). Die Windungshöhe beträgt ca. 38 mm.

Ein Wohnkammerfragment von über 50 mm Windungshöhe läßt einen großwüchsigen, langsam anwachsenden Arietitiden erkennen. Die relativ dichtstehenden, stumpfen Rippen sind kaum nach vorne geschwungen. Der Windungsquerschnitt ist hochoval. Das Stück läßt sich am ehesten mit *Coroniceras oblongaries* (QUENSTEDT) vergleichen. Das biostratigraphische Auftreten dieser Art ist nicht sicher bekannt, vermutlich liegt es wenig über der *bucklandi*-Zone.

Ein weiteres Fragment, von dem nur eine Flanke (kaum gewölbt; mit unregelmäßigen, stumpfen Rippen) erhalten ist (ursprüngliche Windungshöhe über 40 mm), besitzt gewisse Ähnlichkeit mit *Arietites* aff. *bordoti* GUERIN-FRANIATTE (1966, Taf. 214), Niveau unbekannt, von Lokalität 582.

Schließlich ist aus biodetritischem Kalkstein noch ein weißliches, phosphoritiches Wohnkammerfragment zu nennen (Windungshöhe ca. 9 mm). Der Windungsquerschnitt ist gerundet quadratisch. Die mäßig dicht stehenden Rippen sind leicht nach vorn geschwungen, sie tragen keine Knoten. Das Stück läßt sich nicht näher bestimmen; es dürfte sich um ein *Vermiceras* handeln und damit noch tieferes Sinemurium vertreten. Es stammt von Lokalität 661.

Von allen Gattungen ist weitaus am stärksten *Arnioceras* unter dem Fundmaterial vertreten. Von 9 Fundpunkten liegen 7 im Nordteil des Grabens (Autobahneinschnitt NE Ziegenkopf). Fast sämtliche Exemplare sind flachgedrückt in dunklem, bituminösem Tonstein erhalten und entsprechend schwer bestimmbar. Da zudem von den meisten Arten von *Arnioceras* die genaue stratigraphische Reichweite nicht bekannt ist, läßt das Fundmaterial keine genaueren stratigraphischen Schlüsse zu. Generell ist die Gattung im höheren Unter- und im tieferen Obersinemurium verbreitet. Die meisten Stücke stammen vom BAB-Einschnitt NE Ziegenkopf. Es liegen von dort vor:

Arnioceras miserabile (QUENSTEDT): 3 flachgedrückte Exemplare (Handstücke 1118 A und B, 582 a), \varnothing bis 25 mm.

Arnioceras falcaries (QUENSTEDT): 2 Exemplare (Handstücke 1118 A, 582 b).

Arnioceras ex gr. *falcaries* (QUENSTEDT): 2 Exemplare und 2 Fragmente auf Handstück 1118 D (Platte und Gegenplatte), 4 fragmentäre Stücke von Lokalität 582, ebenfalls 4 Fragmente von Lokalität 600 sowie 1 fragmentäres Exemplar von Lokalität 659. Nach einem glatten Jugendstadium von mehreren Umgängen treten zunächst radiale, später mehr oder minder nach vorn geschwungene Rippen auf. Die Externseite ist wegen der Verdrückung nicht erhalten, abgesehen von 2 Wohnkammerfragmenten der Lokalität 600 (Windungshöhe 10 und 15 mm), die extern nach vorn gezogene Rippen, jedoch keine Seitenfurchen zeigen.

Arnioceras ex gr. *semicostatum* (YOUNG & BIRD): 1 Exemplar (1118 C) von (verdrückt) 37 mm \varnothing . Die Berippung ist durchgehend radial, es besteht jedoch im Gegensatz zu *Arnioceras oppeli* GUERIN-FRANIATTE [= *A. geometricum* (OPPEL)] ein längeres glattes Jugendstadium, das jedoch nicht so lang andauert wie bei *A. semicostatum* s. str. Da die Externseite nicht bekannt ist, könnte auch *Arnioceras ceratitoides* (QUENSTEDT) vorliegen.

Arnioceras spp.: Je ein Handstück mit unbestimmbaren Abdrücken von den Fundpunkten 566 und 572.

Ein kleines, pyritisch erhaltenes Exemplar vom Ziegenkopf (Lokalität 670) ließ sich ebenfalls nicht sicher bestimmen. Die weitstehenden, radialen Rippen deuten auf *Arnioceras*, wofür andererseits der sehr schwach entwickelte Kiel untypisch ist.

Außer vom BAB-Einschnitt NE Ziegenkopf liegt *Arnioceras* in dem Gebiet nur noch von einem Punkt vor, und zwar vom Südrand des Blattes S Volkmarsen (Lokalität 721). Es ist zum einen ein Wohnkammerfragment, das mit ca. 25 mm Windungshöhe von einem auffallend großen Exemplar stammt. Die Rippen stehen ziemlich weit und verlaufen prokonkav über die Flanken; extern sind sie nach vorn gezogen. Externfurchen sind entwickelt. Zum andern liegt von dort ein Abdruck in einer Kalkkonkretion vor. Beide Stücke lassen sich kaum näher bestimmen.

An Arietitiden sind aus dem Fundmaterial weiterhin noch zu erwähnen zwei große, fragmentarische Exemplare von *Asteroceras*, die sich als *A. ex gr. stellare* (SOWERBY) bestimmen lassen (Lokalität 736, S Volkmarsen; jeweils Steinkern und Abdruck). Die Windungshöhe des größeren Stücks beträgt etwa 11 cm. Eingebettet sind die Stücke in einen grünlichgrauen, mergeligen Kalkstein, der erfüllt ist von gelbem Fossilgrus. Es handelt sich offenbar um den eisenreichen, z. T. eisenoolithischen Komplex, der früher abgebaut wurde. Die Funde weisen auf die *obtusum*-Zone, d. h. tiefes Obersinemurium.

Ebenfalls auf die *obtusum*-Zone weisen 3 Stücke, die wahrscheinlich zu *Epophioceras* zu stellen sind. Sie stammen von drei Lokalitäten (590, 591, 721) und stecken jeweils in einem hellgrauen, mergeligen, z. T. konkretionsartigen Kalkstein. Die Innenwindungen sind flachgedrückt, lediglich der letzte halbe Umgang ist weniger deformiert. Der Durchmesser dürfte bei allen dreien 40–45 mm betragen haben. Es handelt sich um sehr weitnabelige Formen mit mäßig dicht stehenden, radialen, nicht sehr scharfen Rippen, die extern ausklingen, ohne nach vorn zu schwingen. Die Externseite ist glatt gerundet, ohne Andeutung

eines Kiels und ohne Furchen. Es ist der Habitus von *Caloceras* oder *Alsatites*, mit welchen Formen *Epophioceras* häufig in den Sammlungen verwechselt ist. Von den bekannten Arten der Gattung wäre allenfalls *Epophioceras landrioti* (D'ORBIGNY) vergleichbar. Es fällt auf, daß keine Funde von *Promicroceras* von den Lokalitäten vorliegen, die an sich in dem Niveau zu erwarten wären.

Vom östlichen Grabenrand sind Funde nur von einer Lokalität vertreten: Autobahnrastplatz am Kümmelberg (1380). Sämtliche Stücke von dort stammen aus braun verwitterten Karbonatkonkretionen und gehören der Unterfamilie *Xipheroceratinae* an.

Das größte Stück (1380/1), von dem ein Fragment der Wohnkammer samt einem Teil der vorletzten Windung erhalten ist, läßt sich als *Xipheroceras* cf. *rasinodum* (QUENSTEDT) bestimmen. Die Windungshöhe beträgt 27 mm, die Windungsbreite (zwischen den Rippen) 27,5 mm. Die für die Art typischen, wie gekappt wirkenden Knoten treten an dem Stück viel später auf als bei der Art s.str., nämlich erst auf der letzten Windung, und dort auch nur halbseitig. Auf der Gegenseite und auf der vorletzten Windung beidseitig sind die Knoten spitz kegelförmig. Die radialen Rippen stehen auf der vorletzten Windung weiter als auf der letzten; jede Rippe trägt einen gleichgroßen Knoten. Beides weist auf den Formenkreis um *X. rasinodum*.

Die nächsten Funde stammen alle aus einer einzigen Konkretion. Ein kleines, leicht deformiertes Stück von 21,5 mm \varnothing (1380/2) trägt mäßig weitstehende Rippen (ca. 12 auf dem letzten halben Umgang), die unter leichter Verbreiterung über die ziemlich breite Externseite laufen. An der Externkante tragen sie je ein spitzes Knötchen. Die angeführten Merkmale sprechen für *Xipheroceras dudresieri* (D'ORBIGNY).

Ein Wohnkammerfragment (1380/3) von 8 mm Windungshöhe, leicht deformiert, trägt radiale Rippen, die abgeplattet und rautenförmig stark verbreitert über die Externseite ziehen. Die Rauten kommen sich ziemlich nahe. Das Fragment kann ohne Schwierigkeit *Promicroceras planicosta* (SOWERBY) zugeordnet werden.

Eine weitere, der Gattung *Promicroceras* angehörende Form (1380/4) ist deutlich dichter berippt und hat schmalere Externrauten. Es handelt sich vermutlich um *Promicroceras precompressum* SPATH. Von der Form liegen 2 kleine Stücke (Durchmesser des größeren 23,5 mm) sowie 3 Fragmente unter der genannten Nummer vor.

Arietitiden waren in den Konkretionen nicht enthalten. Die Fauna spricht für die *obtusum*-Zone (tieferes Obersinemurium).

5.3. Fossiliste

Hettangium:

- Psiloceras psilonotum* (QUENSTEDT)
- Psiloceras (Caloceras) bloomfieldense* DONOVAN
- Psiloceras (Caloceras)* sp. indet.
- (?) *Alsatites* sp.
- Schlotheimia* ex gr. *tenuis/oxygonia* LANGE
- Schlotheimia* ex gr. *complanata* KOENEN

Sinemurium:

- Arietites cf. solarium* (QUENSTEDT)
Coroniceras cf. oblongaries (QUENSTEDT)
 (?) *Arietites ex gr. bordoti* GUERIN-FRANIATTE
 (?) *Vermiceras* sp.
Arnioceras miserabile (QUENSTEDT)
Arnioceras falcaries (QUENSTEDT)
Arnioceras ex gr. falcaries (QUENSTEDT)
Arnioceras ex gr. semicostatum (YOUNG & BIRD)
Arnioceras spp.
Asteroceras ex gr. stellare (SOWERBY)
 (?) *Epophioceras* sp.
Xiphoceras cf. rasinodum (QUENSTEDT)
Xiphoceras dudressieri D'ORBIGNY
Promicroceras planicosta (SOWERBY)
Promicroceras cf. precompressum SPATH

5.4. Liste der Fundpunkte auf Bl. 4520 Warburg**Hettangium:**

- H 1009: Lesesteine ca. 350 m SW Osterlinde, R 35 05 40, H 57 04 32
 H 1306: Lesesteine ca. 250 m S P. 221, ESE Osterlinde, R 35 06 16, H 57 04 32
 H 1356: Lesesteine ca. 200 m NW Kibitzmühle, R 35 04 61, H 57 05 41
 H 1482: Lesesteine ca. 500 m SW Osterlinde, R 35 05 57, H 57 04 42
 H 1834: Bett des Hörler Baches W Welda, R 35 07 38, H 57 02 12

Sinemurium:

- H 566, 572, 582, 590, 591, 600, 659, 1118: Autobahneinschnitt NE Ziegenkopf, R 35 04 80, H 57 04 74, – R 35 05 18, H 57 04 69 (Abb. 3).
 H 661: Lesesteine, Hinteres Erztal ca. 700 m N Ralekesberg, R 35 07 68, H 57 00 41
 H 670: Autobahneinschnitt NE Ziegenkopf
 H 721, H 736: Baugebiet Scheidfeld S Volkmarshen, südlicher Kanalisationsgraben (= Scheidfeld I), R 35 09 12, H 56 96 09.
 H 1380: Autobahnrastplatz E Hoppenberg NE Welda, R 35 08 71, H 57 02 62
 H 1722: Baugrube Aussiedlerhof 250 m NW Kibitzmühle, R 35 04 52, H 57 05 52.

6. Schichtenverzeichnisse

Die nachfolgenden Bohrprofile (Tegethoff 1 und 2, Wennekamp 1 und 2, Osterberg 1, 4, 5 und 6) sind von K. HOFFMANN feinstratigraphisch aufgenommen und nachträglich nomenklatorisch und paläontologisch überarbeitet worden. Wo eine Zuordnung einzelner Fossilien zu neuen Gattungen im Nachhinein und ohne das Material nicht möglich war, wurde der alte Name in " " gesetzt: z. B. „*Rhynchonella*“.

Bezeichnung und Lage der Bohrungen beziehen sich auf Unterlagen aus dem Archiv des ehemaligen Reichsamtes für Bodenforschung, Berlin, die heute im Archiv des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung liegen. Die Angaben bei HOFFMANN (1969: 25, 1982: 62/63) und HORN (1982: 227, Brg. Wennekamp 1) sind entsprechend zu korrigieren. Von den bereits veröffentlichten, zum großen Teil auf Bohrmeisterangaben beruhenden Schichtenverzeichnissen Osterberg 1 und 4–6 (HORN 1982) werden hier nur stratigraphische Kurzprofile aufgeführt.

Brg. Tegethoff 1, ca. 1,3 km NW Feckenhof, NW Welda; Bl. 4520 Warburg, R 35 06 68, H 57 03 47; ca. 200 m über NN

Holozän und Pleistozän

ca. 0,65 m Mutterboden und feiner gelber Sand.

Carixium, jamesoni-Zone, wohl brevispina- bis taylori-Subzone

- ca. 5,15 m Kalkstein, nach unten in Kalkmergelstein übergehend. Mittelgrau, schluffig bis schwach feinstsandig. Oben kompakt, gegen unten deutlicher geschichtet. Senkrechte Klüfte mit Calcit und Brauneisenschwarten.
Hastites spp.
Belemnites spp.
Cincta numismalis (LAMARCK)
 „*Rhynchonella*“ spp.
- ca. 0,60 m Mergelstein, grau, stark feinsandig, deutlich geschichtet.
Hastites spp.
Belemnites spp.
Pseudopecten sp. und andere kleine Lamellibranchiaten
- ca. 0,20 m Kalkmergelstein, dunkelgrau, z. T. wohl etwas sideritisch, fest und zäh. Pyrit in kleinen Konkretionen. Einzelne Kalkgeröllchen.
Hastites spp.
Belemnites spp.
Cincta spp.
 „*Rhynchonella*“ spp.
- ca. 3,50 m Tonstein, dunkel- bis schwärzlichgrau, schwach kalkig. Vereinzelt kleine Toneisenstein-Geoden, Pyritkerne kleiner Lamellibranchiaten.
- ca. 0,40 m Kalkmergelstein, mittel- bis dunkelgrau, oben kompakt, unten deutlich geschichtet. Pyrit in kleinen Konkretionen.
Belemnites spp., häufig
 kleine Lamellibranchiaten

Ober-Sinemurium (Lotharingium), raricostatum-Zone, miles-Subzone

- ca. 2,40 m Tonstein, schwärzlichgrau, kalkarm, bröckelig zerfallend. Undeutliche pyritisierte Muschelreste
- ca. 4,00 m Tonstein wie vor, aber z. T. glimmerstäubig.
Eoderoceras postarmatum HOFFMANN
Prototeuthis engeli (WERNER)
- ca. 1,20 m Tonstein wie vor, glimmerstäubig und schwach feinsandig. Einzelne kleine Muschelreste

Ober-Sinemurium, raricostatum-Zone, raricostatum-Subzone

- ca. 5,00 m (Mächtigkeit unsicher, da stark wechselndes Einfallen!)
 Tonstein, schwärzlichgrau, kalkfrei, sandfrei, milde. Gut geschichtet, feinblättrig zerfallend. Pyrit in zahlreichen Konkretionen und als Versteinerungsmittel.
Hemimicroceras cf. *subplanicosta* (OPPEL), unten *Limea* sp., *Pseudopecten* sp., *Cardium* sp. und andere kleine Zweischaler
- Unbestimmt mächtig, da stark verruschelt. Tonstein wie vor, pyritreich. Keine Megafossilien.
- ca. 1,20 m Tonstein wie vor, immer noch stark gestört. Pyrit in Konkretionen und als Versteinerungsmittel.
Echioceras cf. *microdiscus* (QUENSTEDT)
Cruciloboceras cf. *submuticum* (OPPEL)

Die Endteufe der Brg. lag bei 74,25 m unter Gelände, die errechneten Mächtigkeitswerte sind bei dem zwischen 70 ° (im tiefsten Teil bis 80°) und 45° wechselnden Einfallen der Schichten nur angenähert.

Brg. Tegethoff 2, ca. 1,3 km WNW Feckenhof, NW Welda; Bl. 4520 Warburg, R 350674, H 570328; ca. 205 m über NN

Holozän und Pleistozän

- ca. 3,70 m Mutterboden und gelber, sandiger Lehm.

Carixium, ibex-Zone, wohl centaurus-Subzone (mehr als 33,6 m)

- ca. 3,00 m Mergelstein, bräunlich, stark verwittert.

- ca. 1,50 m Mergelstein, etwas fester. An der Basis Lage von scherbigen, zu Brauneisenstein verwitterten Toneisensteingeoden. Keine Megafossilien.
- ca. 2,50 m Mergelstein, mittelgrau, deutlich geschichtet. Fossilreich.
Tragophylloceras sp. juv.
Hastites sp.
Belemnites spp.
Pseudopecten sp.
Inoceramus ventricosus (SOWERBY)
Extracrinus sp.
- ca. 5,70 m Mergelstein, grau mit bräunlichem Stich, gut geschichtet. Z. T. ganz schwach, aber deutlich bituminös. Eingelagert zahlreiche geringmächtige Bänkchen von an Belemniten reichem Kalkmergelstein.
Tragophylloceras sp. juv.
Hastites sp.
Belemnites spp.
 „*Pecten*“ sp.
Inoceramus ventricosus (SOWERBY)
 Crinoideen-Reste
- ca. 2,20 m Tonstein, mittelgrau, stark kalkig.
Velopecten tumidus (HARTMANN) ZIETEN
Inoceramus ventricosus (SOWERBY), sehr häufig
- ca. 4,00 m Ton- bis Mergelstein, mittelgrau, mit zahlreichen eingelagerten Bänkchen von hartem Kalkmergelstein.
Belemnites spp. massenhaft
 kleine unbestimmbare Lamellibranchiaten
- ca. 4,80 m Mergelstein, grau, sandig, rauh, ziemlich fest, geschichtet.
Belemnites spp.
 „*Rhynchonella*“ sp.
 unbestimmbare Lamellibranchiaten
Isocrinus sp.
Extracrinus sp.
- ca. 8,50 m Kalkmergelstein, grau, stark sandig, rauh, fest in stetem Wechsel mit geringmächtigeren weicheren Mergelstein-Lagen. Zahlreiche Klüfte mit Bestegen von Calcit-Kristallen.
Hastites spp. } massenhaft
Belemnites spp. }
- ca. 1,40 m Mergelstein, dunkelgrau, feinsandig, rauh, gut geschichtet.
 „*Pecten*“ sp.

Carixium, *ibex*-Zone, *valdani*-Subzone (ca. 8,5 m)

- ca. 8,50 m Mergelstein, mittelgrau, z. T. auch dunkelgrau, feinsandig, undeutlich geschichtet. Oberfläche rauh. Ziemlich weich. Pyrit in „Fukoiden“.
Acanthopleuroceras maugenesi (D'ORBIGNY)
Belemnites spp.
Velopecten tumidus (HARTMANN) ZIETEN

Carixium, *ibex*-Zone, ungliedert, z. T. vielleicht *masseanum*-Subzone (ca. 8,6 m)

- ca. 0,50 m Kalkstein, grau, feinsandig, hart.
Belemnites spp.
Cincta numismalis (LAMARCK) und andere Brachiopoden
- ca. 1,00 m Mergelstein, dunkelgrau, feinsandig, rauh. Ziemlich fest.
Belemnites spp.
- ca. 1,70 m Kalkstein, grau, feinsandig, hart.
Belemnites spp.
 unbestimmbare Lamellibranchiaten

- ca. 0,50 m Mergelstein, dunkelgrau, feinsandig, rau, geschichtet.
Belemnites spp.
- ca. 3,70 m Kalkstein, hellgrau, feinsandig, rau, hart und zäh. Zahlreiche mit Calcit erfüllte Klüfte.
Belemnites spp.
- ca. 1,20 m Mergelstein, dunkelgrau, feinsandig, rau, geschichtet.
Belemnites spp.
- Carixium, jamesoni-Zone, jamesoni-Subzone** (ca. 1,2 m)
- ca. 1,20 m Kalkstein, hellgrau, feinsandig, rau, dicht und hart, undeutlich geschichtet
Uptonia jamesoni (SOWERBY), unten
Belemnites spp.
Cincta cf. *numismalis* (LAMARCK)
„*Rhynchonella*“ sp.
Pecten (*Chlamys*) sp.
- Carixium, jamesoni-Zone, ungliedert** (wohl *brevispina*- bis *taylori*-Subzone, ca. 13 m)
- ca. 10,00 m Mergelstein, dunkelgrau, z. T. stark feinsandig, ziemlich fest, deutlich geschichtet. Pyrit in zahlreichen Konkretionen. Klüfte mit Calcit. Massenhaft Brachiopoden.
Belemnites spp.
Cincta numismalis (LAMARCK)
Cincta sp.
„*Rhynchonella*“ spp.
Pecten (*Entolium*) sp.
unbestimmbare Lamellibranchiaten
- unbest. mächtig Tonstein, schwärzlichgrau, schwach kalkig, stark verruschelt. Offenbar höherer Kernverlust. Keine Megafossilien.
- ca. 0,25 m Kalkstein, hellgrau, feinsandig, rau, dicht, hart.
Belemnites sp.
- ca. 2,00 m Kalkmergelstein, dunkelgrünlichgrau, stark feinsandig. Wohl chamositisch, aber keine Ooide. An der Basis Lage von flachen Toneisenstein-Geoden. Reich an Fossilien (besonders Brachiopoden).
Belemnites spp., massenhaft
Cincta numismalis (LAMARCK)
Cincta sp.
„*Rhynchonella*“ spp.
Spiriferina verrucosa (BUCH)
Spiriferina sp.
unbestimmbare Lamellibranchiaten
- Ober-Sinemurium** (Lotharingium), **raricostatum-Zone, miles-Subzone**
- ca. 0,40 m Tonstein, dunkelgrau, schwach kalkig und feinsandig, kräftig glimmerstäubig.
?Eoderoceras sp.
Ammonitenrest, unbestimmbar
Cincta sp.
Pecten (*Chlamys*) sp.
Gervilleia sp.
cf. *Hemipedina* sp.
- ?8–10 m Mächtigkeit nicht feststellbar, weil das Einfallen stark wechselt und gegen unten nahezu saiger wird (erbohrte Mächtigkeit ca. 35 m).
Tonstein, schwärzlichgrau, kalkarm bis kalkfrei, schwach schluffig, feinglimmerstäubig. Pyrit in zahlreichen, meist traubigen Konkretionen und als Versteinerungsmittel.
Eoderoceras miles (SIMPSON)
Eoderoceras miles postarmatum HOFFMANN
Eoderoceras sp.
Gemmellaroceras (*Leptonotoceras*) sp.
Prototeuthis engeli (WERNER)

Liogryphaea sp.
Pecten (*Entolium*, *Chlamys*, *Pseudopecten*) spp.
Gervilleia sp.
Modiolus oxynoti (QUENSTEDT)
Nuculana spp.
Trochus sp.
Isocrinus scalaris (GOLDFUSS)

Endteufe der Brg.: 145 m unter Gelände. Einfallen der Schichten: 80–45°, die errechneten Mächtigkeiten des Profils sind deshalb nur angenähert.

Brg. Wennekamp 1, Feldweg ca. 2 km SSW Germete, 500 m SSW P. 221,0; Bl. 4520 Warburg, R 350604, H 570400*; ca. 202 m über NN

Holozän und Pleistozän

ca. 3,85 m Mutterboden und sandiger Lehm

Carixium, *ibex*-Zone, *centaurus*-Subzone (mehr als 21,7 m)

- 1) ca. 1,70 m Mergelstein, hellbräunlichgrau, z. T. sandig. Gut geschichtet. Toneisenstein- und Kalkgeoden. Oben stark verwittert.
 „*Rhynchonella*“ sp.
Modiolus sp. und andere kleine Lamellibranchiaten
- 2) ca. 3,30 m Mergelstein, hellgrau, sandig.
 Zahlreiche unbestimmbare kleine Lamellibranchiaten
Extracrinus sp.
 Crinoideenreste
- 3) ca. 0,10 m Toneisenstein, mittelgrau, hart, dicht. Teilweise mit Pyrit imprägniert. Vielleicht durchbohrte größere Geode.
- 4) ca. 7,30 m Mergelstein, mittelgrau, scherbzig brechend, fossilreich.
Cincta spp.
 „*Rhynchonella*“ spp.
Pseudolimea acuticostata (MÜNSTER)
Nuculana (*Palaeoneilo*) sp. und andere Taxodonten
Modiolus sp.
Extracrinus subangularis (MILLER)
Isocrinus basaltiformis (MILLER)
- 5) ca. 1,50 m Mergelstein wie vor, aber dunkler grau. Pyritkonkretionen. Toneisensteingeode mit Ammonitenquerschnitt (? *Beaniceras* sp.).
Cincta spp.
 „*Rhynchonella*“ spp.
Pseudolimea acuticostata (MÜNSTER)
Inoceramus ventricosus (SOWERBY)
Nuculana (*Palaeoneilo*) sp.
Modiolus sp.
Extracrinus subangularis (MILLER)
Isocrinus basaltiformis (MILLER)
- 6) ca. 3,70 m Mergelstein, wechselnd heller und dunkler grau, teilweise härter, teilweise mild und scherbzig brechend. Pyrit in stengeligen Konkretionen und in feiner Verteilung. Toneisenstein in diffus verlaufenden Lagen und Flasern. Fauna z. T. pyritisiert.
Tragophylloceras sp. juv., häufig
Belemnites spp.
Cincta spp.
 „*Rhynchonella*“ spp.

* s. Bemerkung am Ende der Profilbeschreibung.

Inoceramus ventricosus (SOWERBY) und andere Lamellibranchiaten

Extracrinus subangularis (MILLER)

Isocrinus basaltiformis (MILLER)

- 7) ca. 0,50 m Mergelstein wie vor, aber mit kleinen weißlichgrauen, wohl phosphoritischen Geröllen. Unbestimmbare Lamellibranchiaten.
- 8) ca. 1,10 m Mergelstein, hell- bis mittelgrau. Pyrit in „Fukoiden“. Keine Megafossilien.
- 9) ca. 2,50 m Mergelstein, hell- bis mittelgrau, unten etwas sandig und rau, scherbzig brechend. Pyrit in „Fukoiden“, als Konkretionen und als Versteinerungsmittel. Lagenweise sehr rau durch Muschel- und Echinodermenschill. Reiche Mesofauna (WICHER & HOFFMANN 1942, S. 822, Abb. 1).
Tragophylloceras sp. juv., häufig
Inoceramus ventricosus (SOWERBY)
Nuculana spp.
Extracrinus sp.
Isocrinus sp.

Carixium, *ibex*-Zone, *valdani*-Subzone (ca. 2,00 m)

- 10) ca. 1,30 m Mergelstein, mittel- bis dunkelgrau, unten „fleckmergelartig“ feinsandig, gut geschichtet, wenig fest, feinblättrig zerfallend. (In den weicheren Partien) Ammonitenrest, unbestimmbar
 „*Pecten*“ sp. und andere Lamellibranchiaten
- 11) ca. 0,50 m Mergelstein wie vor, aber dunkelgrau.
Acanthopleuroceras sp.
Velopecten tumidus (HARTMANN) ZIETEN

Carixium, *jamesoni*-Zone, *jamesoni*-Subzone (ganz oben vielleicht auch noch die *masseanum*-Subzone der *ibex*-Zone angedeutet) (5,1 m)

- 12) ca. 0,50 m Kalkmergelstein, mittelgrau, feinsandig, sehr fest, zäh. Einzelne kleine Gerölle.
 cf. *Tropidoceras* sp., oben
Uptonia jamesoni (SOWERBY), unten
- 13) ca. 2,00 m Mergelstein, oben mittel-, unten dunkelgrau, stark feinsandig, fest. Oberfläche rau. Deutlich geschichtet.
 Schlecht erhaltene Ammonitenreste, unbestimmbar
Hastites cf. *clavatus* (STAHL)
Belemnites spp.
 unbestimmbare Lamellibranchiaten
- 14) ca. 0,50 m Kalkmergelstein, mittelgrau, fest, hart und zäh, mit kleinen phosphoritischen Geröllen. Keine Megafossilien.
- 15) ca. 0,50 m Mergelstein, mittelgrau, feinsandig, fest, rau.
 Brachiopoden und Lamellibranchiaten
- 16) ca. 1,60 m Kalkmergelstein, mittelgrau, feinsandig, unten dunkler und z. T. „fukoidenfleckig“, rau. Fest und zäh. Klüfte mit Calcit.
Uptonia jamesoni (SOWERBY), etwa aus der Mitte
Hastites spp.
Belemnites spp.
 Brachiopoden und Lamellibranchiaten

Carixium, *jamesoni*-Zone, *brevispina*- bis *taylori*-Subzone (ca. 4,5 m)

- 17) ca. 0,50 m Mergelstein, mittelgrau, feinsandig, fest und zäh.
Belemnites spp.
 Brachiopoden und Lamellibranchiaten
- 18) ca. 4,00 m Kalkmergelstein, wechselnd heller und dunkler grau, feinsandig. Wechselnd harte kompakte und geringmächtigere weichere und deutlich geschichtete Lagen. Pyrit in „Fukoiden“ und Konkretionen. Ungefähr in der Mitte vereinzelte weißlichgraue Phosphorite.
Hastites spp.

Belemnites spp.
Cincta spp.
 „*Rhynchonella*“ spp.
Spiriferina sp.
Pecten (*Chlamys*, *Entolium*) spp.
Inoceramus ventricosus (SOWERBY)
 zahlreiche andere Lamellibranchiaten

Ober-Sinemurium (Lotharingium), *raricostatum*-Zone, *miles*-Subzone

- 19) ca. 0,55 m Tonstein, mittelgrau, kalkarm, sehr milde, gut geschichtet. Pyrit in vereinzelt Konkretionen. Keine Megafossilien.
- 20) ca. 4,90 m Tonstein, dunkelgrau, kalkarm bis kalkfrei, feinstglimmerstäubig und in einzelnen Lagen deutlich feinstsandig. Teils gut geschichtet und feinblättrig zerfallend, teils auch bankig und scherbis brechend. Zahlreiche flache und traubige Pyritkonkretionen. Diffus verlaufende Toneisensteinschmitzen. Ammonitenrest, roh verkiest, unbestimmbar
Chlamys subulata (MÜNSTER) GOLDFUSS, mit Schale
- 21) ca. 1,50 m Tonstein, dunkelgrau, kalkfrei, feinstsandig und glimmerstäubig, schwach rau, gut geschichtet. Pyrit in Konkretionen und als Versteinerungsmittel. Reiche, größtenteils pyritisierte Fauna.
Eoderoceras miles (SIMPSON)
Eoderoceras cf. *postarmatum* K. HOFFMANN
 ?*Leptechioceras* sp.
Gemellaroceras (*Leptonotoceras*) sp.
Nuculana spp. und andere kleine Lamellibranchiaten
 kleine Gastropoden
- 22) ca. 0,20 m Tonstein, dunkelgrau, durch viel Zweischalerschill kalkig bis mergelig, gut geschichtet.
 „*Rhynchonella*“ sp.
- 23) ca. 0,25 m Tonstein, dunkelgrau, kalkfrei, wie 21), wenige Pyritkonkretionen. Keine Megafossilien.
- 24) ca. 0,15 m Toneisenstein, konglomeratisch und oolithisch (Ooide oder Pseudooide), schillreich, einzelne U-förmige Grabgänge. Keine bestimmbar Megafossilien. Wahrscheinlich Äquivalent der *miles*-Bank.

Ober-Sinemurium, *raricostatum*-Zone, *raricostatum*-Subzone

- 25) ca. 0,80 m Tonstein, dunkelgrau, schwach kalkig, scherbis brechend.
Echioceras sp.
 wenige, unbestimmbar Zweischaler
- 26) ca. 1,50 m Tonstein, dunkelgrau, kalkarm, z. T. feinstsandig, glimmerstäubig. Häufig flache und rundliche Pyritkonkretionen.
Pecten (*Chlamys*) *subulatus* (MÜNSTER) GOLDFUSS
Cidaris sp., Stachel
- 27) ca. 0,20 m Mergelstein, grau, durch viel Schill rau. Kleine Toneisensteingeröle. An der Basis geringmächtiges Toneisensteinbänkchen (wahrscheinlich Äquivalent der *raricostatoides*-Bank)
Echioceras spp. (flachgedrückt)
Belemnites (*Prototeuthis*) sp.
- 28) ca. 2,00 m Tonstein, dunkelgrau, kalkfrei, glatt und milde, gut geschichtet. Unten eingelagert eine geringmächtige schillreiche, rauhe Lage.
 cf. *Cruciloboceras* sp.
- 29) ca. 0,35 m Tonstein, dunkelgrau, kalkig bis schwach mergelig, von Fossilresten erfüllt.
Echioceras cf. *raricostatum* (ZIETEN), sehr häufig in meist nur fragmentär erhaltenen Pyrit- und Toneisensteinkernen oder als Abdruck
Cruciloboceras densispina (QUENSTEDT)
Hemimicroceras sp.

Echioceras microdiscus (QUENSTEDT)

" spp.

Pectiniden und andere kleine Zweischaler

Ober-Sinemurium, *raricostatum*-Zone, wohl *densinodulum*-Subzone

- 30) ca. 0,70 m Tonstein, dunkelgrau, kalkarm, sehr milde, aber mit einzelnen Schmitzen von weißlichem Feinsand. Nur wenige unbestimmbare Zweischaler.
- 31) ca. 1,60 m Tonstein, dunkelgrau, stark feinsandig und glimmerig. Glimmer auf den Schichtflächen angereichert, deutlich geschichtet, Oberfläche rauh. Eine dichte Toneisensteingeode. Vereinzelt Zweischaler. U-förmige Grabgänge senkrecht zur Schichtung. (Wahrscheinlich Äquivalent des „*subplanicosta*-Sandsteins“ von Markoldendorf (Bl. Dassel) und damit wohl noch tiefere *raricostatum*-Zone, *densinodulum*-Subzone)

Ober-Sinemurium, *oxynotum*-Zone

- 32) ca. 4,70 m Tonstein, dunkelgrau, kalkarm, glimmerstäubig, sehr mild, gut geschichtet, teils blätterig, teils scherbzig zerfallend. Pyrit in kleineren u. größeren, z. T. flachen Konkretionen. Keine Megafossilien.
- 33) ca. 0,20 m Toneisenstein (Bank!), grünlichgrau, oolithisch oder pseudoolithisch und z. T. konglomeratisch mit Toneisensteingeröllen und eckigen Tonsteinscherben. Bindemittel anscheinend grünlicher, eisenkarbonatischer Tonstein mit Schill. Häufig derber, teilweise auch kristallisierter Pyrit. Keine bestimmbaren Megafossilien.
- 34) ca. 2,90 m Tonstein wie 32). Keine Megafossilien.
- 35) ca. 0,30 m Mergelstein, mittelgrau, stark tonig (z. T. wohl stärker kalkiger Tonstein), feinsandig, glimmerig, Oberfläche rauh. Geschichtet. Fossilien pyritisiert.
Oxynoticeras cf. *oxynotum* (QUENSTEDT)
Bifericeras nudicosta (QUENSTEDT)
- 36) ca. 0,80 m Tonstein, grau, bröckelig, wenig Pyrit führend, keine Megafossilien.

Ober-Sinemurium, *obtusum*-Zone, *planicosta*-Subzone

- 37) ca. 0,40 m Mergelkalkstein, z. T. stark feinsandig. Im unteren Teil deutlich geschichtet. An der Basis Toneisensteinbänkchen, unmittelbar darüber größere Kalkstein- und Toneisensteingerölle.
Belemnites (*Prototeuthis*) sp.
Liogryphaea obliqua (GOLDFUSS)
Pholadomya sp.
Pleuromya sp.
- 38) ca. 2,00 m Tonstein, dunkel- bis schwärzlichgrau, kalkfrei, mild, geschichtet, z. T. feinblättrig, z. T. scherbzig zerfallend. Pyrit wechselnd häufig in kleinen, rundlichen und stengeligen Konkretionen. Sehr fossilarm; nur nahe der Basis wenige unbestimmbare Zweischalerreste.
- 39) ca. 0,40 m Mergelkalkstein, rauh durch viel Schill, durch Toneisensteingerölle konglomeratisch.
Liogryphaea sp.
unbestimmbare Zweischaler
- 40) ca. 0,50 m Tonstein, mittelgrau, feinsandig.
Promicroceras planicosta (SOWERBY), Abdruck
pyritisierte Zweischaler, klein
- 41) ca. 0,50 m Tonstein, schwärzlichgrau, stark feinsandig und feinglimmerig, in geschichteten Feinsandstein übergehend. Basal kalkreicher mit zahlreichen Lamellibranchiaten.
Promicroceras planicosta (SOWERBY)
Pholadomya sp. und andere Lamellibranchiaten
kleine pyritisierte Gastropoden
Isocrinus sp.
- 42) ca. 7,00 m Tonstein, dunkel- bis schwärzlichgrau, glimmerstäubig, lagenweise schluff- bis feinsandig, milde, wenig fest, Oberfläche glatt. Gut geschichtet. Pyrit in kugeligen, traubigen, stengeligen und flachen Konkretionen sowie als Versteinerungsmittel. Toneisenstein in

größeren Koncretionen oder diffus verlaufenden Linsen und Flasern. Fossilreich, auf Schichtflächen häufig Muschelpflaster.

Promicroceras planicosta (SOWERBY), häufig, z. T. pyritisiert

“ sp.

Asteroceras cf. *stellare* (SOWERBY)

Cymbites sp.

Liogryphaea obliqua (GOLDFUSS)

Oxytoma inaequalis (SOWERBY)

Pecten (*Chlamys*) *subulatus* (MÜNSTER) ZIETEN

“ “ sp.

Modiolus sp., *Nuculana* sp., *Protocardia* sp.

Serpula globiceps QUENSTEDT

- 43) ca. 4,80 m Tonstein wie 42), oben völlig verruschelt. Im übrigen Kern zahlreiche Harnische. Fauna etwas spärlicher.

Promicroceras planicosta (SOWERBY)

“ sp.

Lamellibranchiaten wie in 42)

- 44) ca. 1,00 m Tonstein wie 42)–43), sehr stark gestört, z. T. steil einfallend. Unten einige mergelige rauhe Lagen mit abgerollten Bruchstücken von *Gryphaea*, sonst nur wenige unbestimmbare Zweischaler.

43)–44) Störungszone, wohl mit Schichtenausfall (bis 15 m?).

Unter-Sinemurium, turneri-Zone, capricornoides-Subzone

- 45) ca. 0,40 m Tonstein, schwärzlichgrau, kalkfrei, glatt;

Pyrit in kleinen Koncretionen.

Promicroceras sp.

Arnioceras sp. cf. *fortunatum* S. BUCKMAN

„*Rhynchonella*“ *turneri* (QUENSTEDT)

Liogryphaea obliqua (GOLDFUSS), zahlreiche, aber auffallend kleinwüchsige Exemplare

- 46) ca. 0,35 m Tonstein, schwärzlichgrau, feinschichtig, schwach bituminös. Fast pyritfrei.

cf. *Arnioceras* sp.

kleine, unbestimmbare Zweischaler

- 47) ca. 8,00 m Tonstein, dunkel- bis schwärzlichgrau, kalkarm bis kalkfrei, im allgemeinen glatt und milde, aber mit einzelnen stark feinsandigen und glimmerigen Lagen. Pyrit in Fukoiden, Koncretionen und als Versteinerungsmittel. Ca. 3 m über der Basis eine Lage mit großen, aufrecht stehenden U-förmigen Grabgängen. Einfallen stark wechselnd, zwischen 35 und 55°. Z. T. fossilreich.

Promicroceras sp. cf. *capricornoides* (QUENSTEDT)

Arnioceras sp.

cf. *Agassicerias* sp.

Liogryphaea obliqua (GOLDFUSS)

Oxytoma sp.

Pecten (*Entolium*) *hehli* D'ORBIGNY

Nuculana spp.

Inoceramus sp.

kleine pyritisierte Gastropoden

Isocrinus sp.

Cidaris sp. (Stacheln)

Unter-Sinemurium, semicostatam-Zone, nicht weiter untergliedert

- 48) ca. 1,50 m Mergelkalkstein, dunkelgrau, hart, von sehr geringmächtigen Mergelsteinlagen unterbrochen. Teils massig, teils undeutlich geschichtet. Pyrit in Fukoiden, Koncretionen und als Imprägnierung. Im oberen Teil kleine Kalk- oder Phosphoritkoncretionen. Mehrfach Harnische und durch Kalkspat verheilte Klüfte.

- Arnioceras* sp. juv. oder *Agassiceras* sp.
Belemnites (Prototeuthis) sp.
 „*Rhynchonella*“ *deffneri* OPPEL
Liogryphaea arcuata (LAMARCK)
Pecten (Entolium) sp.
 “ (*Chlamys*) *textorius* SCHLOTHEIM
Isocrinus tuberculatus (MILLER)
- 49) ca. 0,40 m Tonstein, dunkel- bis schwärzlichgrau, oben schwach, gegen unten stärker kalkig; glimmerstäubig. Große, senkrecht stehende, U-förmige, von feinem organischem Detritus erfüllte Grabgänge.
 cf. *Arnioceras* sp.
Isocrinus tuberculatus (MILLER)
- 50) ca. 1,20 m Sedimentationszyklus:
 a) Mergelstein, dunkelgrau, rau durch Zweischaler- und Echinodermengrus, mit zahlreichen *Cidaris*-Stacheln, geringmächtig, übergehend in:
 b) Mergelstein, (ca. 0,90 m), schwärzlichgrau, feinschichtig, bituminös (Ölschiefer) mit Faziesfauna.
 flachgedrückte Ammoniten (*Arnioceras* sp. und ?*Charmasseiceras* sp.)
Pseudomonotis olifex (QUENSTEDT)
Inoceramus cf. *pinnaeformis* (DUNKER)
 “ sp.
 Fischschuppen
 übergehend in:
 c) Mergelstein, rau wie a), Rest (ca. 0,20 m) Mergelkalkstein, dunkelgrau, hart, pyritführend, sehr schwach bituminös
 „*Rhynchonella*“ sp.
Liogryphaea arcuata (LAMARCK)
Lima (Plagiostoma) sp.
Pecten (Chlamys) sp.
Isocrinus cf. *tuberculatus* (MILLER)
- 51) ca. 0,40 m Tonstein, mittelgrau, fast kalkfrei, massig, bröckelig zerfallend. Pyrit. Zahlreiche, teils mit Fossildetritus, teils mit Toneisenstein erfüllte U-förmige Grabgänge.
Pecten (Entolium) sp.
 ? *Protocardia* sp.
- 52) ca. 0,42 m Tonstein wie 51), aber deutlich geschichtet und ohne Grabgänge. Viel Pyrit und einzelne, diffus verlaufende Toneisensteinlinsen. Pyritisierte kleine Fossilreste (Zweischaler u. Gastropoden).
- 53) ca. 0,40 m Tonstein, schwärzlichgrau, feinstsandig-glimmerig, ziemlich fest, leicht bituminös, Bruch scherbzig.
 cf. *Arnioceras* sp. (flachgedrückt)
Inoceramus sp.
 Fischschuppen
- 54) ca. 3,90 m Tonstein, dunkelgrau, wechselnd, aber immer nur schwach kalkig, sandfrei, etwas glimmerstäubig. Bankig, einzelne Lagen auch besser geschichtet. Bruch scherbzig bis plattig, Oberfläche glatt und milde. Viel Pyrit in knolligen, flachen und stengeligen Konkretionen, feinen Nadeln und als Versteinerungsmittel. Toneisenstein in diffus verlaufenden Linsen und einzelnen Geoden. Einfallen zwischen 40 und 60° wechselnd.
 „*Arietites*“ sp. (wohl *Arnioceras* sp.), teils flachgedrückt, teils pyritisiert
Oxytoma inaequivalvis (SOWERBY)
Pecten (Entolium) sp.
Pinna sp.
Modiolus sp.
Nuculana sp.
Inoceramus sp.

- 55) ca. 0,38 m Tonstein, wie 54), allmählich übergehend in festen, stark organogenen und dadurch rauhen Mergelstein.
Bruchstücke von Ammoniten (?*Arnioceras*) und Zweischalern
- 56) ca. 0,75 m Kalkstein, dunkelgrau, etwas mergelig, feinsandig, fest, hart und zäh, oben noch undeutlich geschichtet, ganz unten übergehend in sandigen, glimmerigen rauhen Mergelstein mit Pyrit und zahlreichen Grabgängen.
Arietites oder *Arnioceras* sp.
„*Rhynchonella*“ sp.
Liogryphaea sp.
- 57) ca. 0,80 m Tonstein, dunkelgrau, kalkig, milde, deutlich geschichtet, Bruch ebenflächig. Oben eine Kalkgeode mit Pyrit.
„*Arietites*“ sp. (?*Arnioceras* sp.)
Liostrea sp.
Liogryphaea sp.
Oxytoma inaequivalvis (SOWERBY)
- 58) ca. 0,35 m Mergelstein, dunkelgrau, gut geschichtet. Vereinzelt Pyrit und Zinkblende.
„*Arietites*“ sp.
Nuculana sp.
- 59) ca. 0,70 m Tonstein, mittel- bis dunkelgrau, nach unten zunehmend kalkig. Oben stark glimmerig. Wenig Pyrit, vereinzelt kleine Toneisensteingeoden. Deutlich geschichtet. Im tieferen Teil Harnische, z. T. mit Kalkspat-Tapeten.
„*Arietites*“ sp.
Oxytoma sp. und andere kleine Zweischaler, auf Schichtflächen zuweilen in Pflastern
Cidaris sp. (Stacheln)
- 60) ca. 0,70 m Mergelstein, dunkelgrau mit einzelnen helleren, feinsandigen Lagen, geschichtet, in der Mitte in massigen, festen und zähen, mergeligen Kalkstein übergehend. Pyrit in einzelnen dünnen Lagen und auf Klüften mit Kalkspat.
„*Rhynchonella*“ *belemnitica* (QUENSTEDT)
Liogryphaea arcuata (LAMARCK), Echinodermerreste
- 61) ca. 1,50 m (Mächtigkeit unsicher) Tonstein, dunkel- bis schwärzlichgrau, mit einzelnen stärker kalkigen Lagen; teils massig, teils gut geschichtet, Bruch ebenflächig bis unregelmäßig, Oberfläche glatt und milde. Pyrit in kleinen Konkretionen. Im unteren Teil ist der Kern stark verruschelt mit z. T. steilem Einfallen.
Liogryphaea sp. (kleinwüchsig)
Oxytoma inaequivalvis (SOWERBY), häufig
Pecten (*Entolium*) *hehli* D'ORBIGNY
Goniomya sp.
- 62) 1,00 m Kern stark verruschelt, Einfallen nicht bestimmbar, Tonstein wie 61), aber sandig-glimmerig und in dunkelgrauen Mergelstein übergehend. Wenige Bruchstücke von Zweischalern.

61)–62): Störungszone, vielleicht mit geringem Schichtenausfall.

Unter-Sinemurium, bucklandi-Zone, nicht weiter untergliedert

- 63) ca. 2,70 m Tonstein, dunkelgrau, wechselnd kalkig, z. T. schwach mergelig. Oben sandig-glimmerig mit leicht rauher Oberfläche, Schichtung z. T. deutlich, Bruch ebenflächig bis unregelmäßig. Nur noch sehr wenig gestört, Einfallen um 40°. Einzelne, mit Kalkspat erfüllte Klüfte.
Arietites sp. (großes Bruchstück)
Pseudomonotis sp.
Oxytoma inaequivalvis (SOWERBY)
Inoceramus sp.
- 64) ca. 0,80 m Tonstein, schwärzlichgrau mit bräunlichem Stich, kalkig bis mergelig, feinschichtig, bituminös (Ölschiefer). Einzelne Harnische parallel zur Schichtung.
Pseudomonotis cf. *papyria* (QUENSTEDT), massenhaft

- 65) ca. 0,40 m Tonstein, dunkelgrau, schwach kalkig. Pyrit in flachen Konkretionen.
Ammonitenrest, indet.
Pseudomonotis sp.
Oxytoma sp.
- 66) ca. 0,40 m Tonstein wie 65), in rauhen Mergelstein übergehend.
Lingula cf. *metensis* TERQUEM
häufig kleine, unbestimmbare Muscheln.
- 67) ca. 0,40 m Ton- und Mergelstein wie 66), ohne *Lingula*.
„*Rhynchonella*“ sp.
Pseudomonotis papyria (QUENSTEDT)
Inoceramus sp.
- 68) ca. 0,70 m Tonstein, dunkelgrau, z. T. mit bräunlichem Stich, schwach kalkig, geschichtet, Anreicherungen von Glimmerstaub auf Schichtflächen. Pyrit in flachen Konkretionen. Der untere Teil des Kernes z. T. verruscht und mit Harnischen.
Lingula sp.
„*Rhynchonella*“ sp.
- 69) ca. 0,45 m Tonstein, dunkelgrau, schwach kalkig. Oberfläche schwach rau, aber milde. Pyrit in flachen Konkretionen. Schillnester mit Glimmerstaub.
Ammonitenbruchstück, indet.
Lingula sp.
„*Rhynchonella*“ sp.
Oxytoma sp.
- 70) ca. 0,45 m Tonstein wie 69), aber mit Lagen von hellerem, stark feinsandigem, festem Mergelstein. Pyritkonkretionen.
Ammonitenrest, indet.
„*Rhynchonella*“ *belemnica* (QUENSTEDT)
Lima (Plagiostoma) gigantea (SOWERBY), häufig
- 71) ca. 0,80 m Tonstein, dunkelgrau, feinsandig; in Wechsellagerung mit Mergelstein, mittelgrau bis bräunlichgrau, feinsandig. Undeutlich geschichtet, Bruch in „petrographisch angelegten Grenzen“ oder unregelmäßig.
Lingula sp.
„*Rhynchonella*“ sp.
Pseudomonotis sp.
Oxytoma inaequalvis (SOWERBY)
“ sp.
- 72) ca. 0,70 m Kalkstein, mittel- bis dunkelgrau, z. T. auch schwärzlichgrau, feinsandig, mit hellgrauen, mm-dicken Lagen von Feinsand, fest und zäh. Eingeschaltet bis cm-dicke Lagen von dunkelgrauem Tonstein mit Muschelpflastern (*Oxytoma* sp.).
„*Rhynchonella*“ sp.
Oxytoma sp.
Lima (Plagiostoma) gigantea (SOWERBY)
Pecten (Entolium) hehli D'ORBIGNY
Inoceramus sp.
- 73) ca. 0,40 m Kalkstein, hell- bis mittelgrau, feinsandig, fest und zähe, massig, Bruch unregelmäßig, Oberfläche rau.
„*Rhynchonella*“ sp.
- 74) ca. 0,45 m Kalkstein, hellgrau, durch dunkelgraue Tonfasern gefleckt, feinsandig, massig, fest und zähe. Einzelne mit Kalkspat erfüllte Klüfte.
Brachiopodenreste indet.
Oxytoma sp.
Pecten sp.
- 75) ca. 0,45 m Kalkstein wie 74), aber mit einzelnen grünlichen Chamosit(?)körnern. Bruchstücke von Zweischalern und Echinodermen.
- 76) ca. 0,40 m Kalkstein, hellgrau, mit wechselndem Feinsandgehalt, durch Sand- und Tonfasern fleckig. Derber Pyrit und Toneisenstein in unregelmäßigen Nestern. Im allgemeinen

- ohne (?)Chamosit, nur an der Basis wenige grünliche Körner.
Liogryphaea arcuata (LAMARCK), massenhaft
Lima (Plagiostoma) sp.
 Crinoideenreste
- 77) ca. 2,20 m Tonstein, mittel- bis schwärzlichgrau, weich, glatt und milde, geschichtet; Bruch ebenflächig bis bröckelig. Pyrit in Fukoiden, rundlichen und stengeligen Konkretionen sowie als Versteinerungsmittel. Einzelne Partien des Kernes mit Ruscheln.
 Ammonitenrest indet.
Oxytoma sp.
Inoceramus sp.
 kleine pyritisierte Ammoniten, Lamellibranchiaten und Gastropoden
- 78) ca. 0,45 m Mergelstein, dunkelgrau, stark feinsandig, z.T. ziemlich fest, undeutlich geschichtet.
 Wenig Pyrit.
Liogryphaea sp.
Oxytoma sp.
- 79) ca. 0,75 m Kalkstein, teilweise gefleckt, mergelig und stark sandig. In der Mitte übergehend in grauen, deutlich geschichteten Kalksandstein. Bruch unregelmäßig.
Liogryphaea arcuata (LAMARCK)
Lima (Plagiostoma) sp.
Pecten (Entolium) sp.
 Im unteren Teil übergehend in:
 Tonstein, schwärzlichgrau, kalkfrei, glatt und milde, gut geschichtet. Durchsetzt von zahlreichen, großen U-förmigen Grabgängen. Keine Megafossilien.
- 80) ca. 0,30 m Kalkstein, mittelgrau, sandig, hart, splitterig. Pyrit eingesprengt in unregelmäßigen Partien. Wenige unbestimmbare Zweischaler.
- 81) ca. 0,16 m Wechsel von:
 a) Kalkmergelstein, dunkelgrau, dicht,
 b) Tonstein, schwärzlichgrau, gut geschichtet, glatt und milde,
 c) Mergelstein, schwärzlichgrau, z. T. mit bräunlichem Stich, feinschichtig, bituminös (Ölschiefer).
Oxytoma sp.
- 82) ca. 0,25 m Kalkmergelstein, dunkelgrau, feinsandig, wenig Pyrit.
 Mit Kalkspat erfüllte Klüfte.
 „*Rhynchonella*“ sp.
Liogryphaea sp.
- 83) ca. 1,30 m Mergelstein, oben dunkelgrau, gegen unten etwas heller, stark tonig, z. T. etwas feinsandig und glimmerig. Pyrit in vereinzelt Fukoiden und (häufigen) flachen oder traubigen Konkretionen.
Liogryphaea arcuata (LAMARCK), häufig
Pseudomonotis oder *Oxytoma* sp.
- 84) ca. 0,40 m Tonstein bis Mergelstein, mittel- bis dunkelgrau, feinsandig-glimmerig mit rauher Oberfläche. Etwas Pyrit.
 „*Arietites*“ sp. (Bruchstück)
 unbestimmbare Zweischaler
- 85) ca. 0,75 m Mergelstein, dunkelgrau mit bräunlichem Stich, feinstsandig, gut geschichtet, bituminös (Ölschiefer), mit helleren Feinsandschmitzen und bis 4 mm dicken Feinsandsteinlagen. Senkrechte, mit Kalkspat erfüllte Klüfte.
Pseudomonotis cf. *papyria* (QUENSTEDT)
Inoceramus sp.
- 86) ca. 0,35 m Tonstein, dunkelgrau, kalkig, feinsandig und glimmerstäubig, wenig Pyrit, fossilarm.
 Bruchstücke von Zweischalern
 Fischschuppe
- 87) ca. 1,60 m Tonstein, mittel- bis dunkelgrau, wechselnd kalkig, feinsandig. Feinsand- und Glimmergehalt nach unten zu abnehmend. Undeutlich geschichtet. Einzelne Pyritkonkretionen. Kern unten etwas verruschelt.

„*Arietites*“ sp.

Lingula sp.

pyritisierte Faunula (= Mesofauna)

- 88) ca. 0,75 m Mergelstein, dunkelgrau, sandig; übergehend in Kalksandstein bis Kalkstein, mittelgrau, massig, sehr dicht und zähe. An der Basis einzelne kleine phosphoritische Gerölle. Imprägnationen von derbem Pyrit, namentlich in der Nachbarschaft von mit Kalkspat erfüllten Klüften. Einzelne Partien des Gesteins erscheinen durch massenhafte Crinoideenreste (Nester) spätig.
Liogryphaea arcuata (LAMARCK), massenhaft
Pecten (*Entolium*) sp.
 zahlreiche Holzreste, teils pyritisiert, teils in Gagat verwandelt

Hettangium, *angulata*-Zone, nicht weiter untergliedert

- 89) ca. 0,20 m Tonstein, dunkelgrau, schwach kalkig, feinsandig und glimmerig, undeutlich geschichtet, Bruch plattig bis unregelmäßig, Oberfläche glatt bis leicht rau. Wenige kleine Pyritkonkretionen. Zahlreiche Harnische.
Schlotheimia sp. (Bruchstück)
 Crinoideenreste
- 90) ca. 0,40 m Kalkstein, mittel- bis dunkelgrau, oben mergelig und stark sandig, mit zahlreichen Crinoideenresten, dann über sandigen Mergelkalkstein allmählich in reinen, harten, splittigen Kalkstein übergehend. Kleine phosphoritische Konkretionen oder Gerölle.
Schlotheimia sp.
 Querschnitte von Prismenschalen (?*Inoceramus*)
 Crinoideenreste
- 91) ca. 0,57 m Kern völlig verruschelt, Tonstein, dunkelgrau, schwach kalkig. Eine Toneisensteingeode mit *Schlotheimia* sp.
- 92) ca. 1,50 m Tonstein, dunkelgrau, schwach kalkig, partienweise nahezu kalkfrei, teilweise feinsandig und glimmerig; bankig bis gut geschichtet. Bruch plattig bis unregelmäßig, Oberfläche glatt bis leicht rau, milde. Pyrit in größeren Konkretionen.
Schlotheimia sp.
Pseudomonotis sp.
Modiolus sp.
- 93) ca. 0,43 m Tonstein, dunkelgrau, schwach kalkig, fast sandfrei, schwach bituminös. Einzelne Pyrit- und Zinkblendekristalle. Wenige Bruchstücke von Zweischalern.
- 94) ca. 2,80 m Tonstein, dunkelgrau, wechselnd kalkig bis schwach mergelig. Schluffig bis feinstsandig, glimmerstäubig. Bankig bis deutlich geschichtet. Bruch unregelmäßig bis plattig, Oberfläche leicht rau, aber milde. Pyrit in Fukoiden, kleinen Konkretionen, feiner Verteilung und als Versteinerungsmittel. Einzelne Harnische, mit Kalkspat erfüllte Kluft.
Schlotheimia cf. *angulata* (SCHLOTHEIM), pyritisiert
Nuculana sp. und andere kleine Lamellibranchiaten
- 95) ca. 0,65 m Mergelstein, dunkelgrau, feinsandig, undeutlich geschichtet, Bruch unregelmäßig, Oberfläche rau. Pyrit in Fukoiden und feiner Verteilung. Unbestimmbare Zweischaler.
- 96) ca. 0,30 m Kalkstein, hell- bis mittelgrau, dicht, hart, splittiger, Bruch glatt bis muscheliger. Pyrit in unregelmäßigen Partien. Keine Megafossilien.
- 97) ca. 0,28 m Mergelstein, dunkelgrau, feinsandig, fest und zähe, undeutlich geschichtet. Einzelne Glimmerblättchen, Bruch unregelmäßig, Oberfläche rau. Pyrit in Fukoiden und derben Partien. Sehr schlecht erhaltene, unbestimmbare Brachiopoden und Lamellibranchiaten.
 übergehend in:
- 98) ca. 0,25 m Kalkstein, oben noch stark mergelig, dunkelgrau, nach unten rein, mittelgrau, fest, dicht, zäh bis splittiger.
Pecten (*Entolium*) *hehli* D'ORBIGNY
 Crinoideenreste

Hettangium, liasicus-Zone, costatum- und laqueolus-Subzone

- 99) ca. 0,60 m Kalkstein, dunkelgrau, mergelig, fest; gegen unten übergehend in Mergelstein, schwärzlichgrau, deutlich geschichtet, schillreich.
cf. *Alsatites* sp. (im oberen Teil)
- 100) ca. 0,28 m Mergelstein, schwärzlichgrau mit bräunlichem Stich, feinschichtig, stark bituminös (Ölschiefer). Wenig Pyrit.
cf. *Saxoceras* sp.
Fischreste
- 101) ca. 0,30 m Tonstein, dunkelgrau, kalkig, gegen unten allmählich übergehend in Kalkmergelstein, dunkelgrau, unregelmäßig brechend, Oberfläche leicht rau.
Pecten (Entolium) sp.

Hettangium, liasicus-Zone, hagenowi-Subzone

- 102) ca. 0,28 m Tonstein, dunkelgrau, fast kalkfrei, gut geschichtet, Bruch ebenflächig, etwas bröckelig, Oberfläche glatt und milde. Pyrit in Fukoiden. Mit organogenem Detritus erfüllte Grabgänge.
Psilophyllites sp.
Inoceramus pinnaeformis (DUNKER)
- 103) ca. 0,30 m Mergelstein, dunkelgrau, teilweise geschichtet, Bruch ebenflächig bis unregelmäßig. Pyrit als Versteinerungsmittel. Sehr kleinwüchsige, z. T. pyritisierte Zweischaler auf Schichtflächen.

Hettangium, planorbis-Zone (? hagenowi- bis torus-Subzone)

- 104) ca. 1,00 m Mergelstein, dunkelgrau mit bräunlichem Stich, feinschichtig, stark bituminös (Ölschiefer). Bruch ebenflächig, Oberfläche glatt und milde. Fein verteilter Pyrit.
cf. *Pseudomonotis* sp.
Inoceramus pinnaeformis (DUNKER)
Fischreste

Hettangium, planorbis-Zone, torus-Subzone

- 105) ca. 0,27 m Mergelstein, dunkelgrau, feinsandig, ziemlich fest, z. T. undeutlich geschichtet; Bruch unregelmäßig, Oberfläche leicht rau. Pyrit in kleinen Fukoiden und (spärlichen) Konkretionen. Oben eingelagert Linse oder Bänkchen von Kalkstein, mittelgrau, hart, splitterig, mit Echinodermeresten.
Lima (Plagiostoma) sp.
Cidaris sp. (zahlreiche Stacheln)
- 106) ca. 0,35 m Mergelstein wie 105), übergehend in Kalkstein, etwas heller grau, splitterig, schwach bituminös, fossilreich.
Psiloceras (Caloceras) torus (D'ORBIGNY)
" " sp.
unbestimmbare Zweischaler
Cidaris sp. (Stacheln)
- 107) ca. 0,12 m Mergelstein, dunkelgrau mit bräunlichem Stich, feinschichtig, stark bituminös (Ölschiefer – wie 104).
Psiloceras (Caloceras) sp. (flachgedrückt)
Fischreste
- 108) ca. 0,30 m Kalkstein, dunkelgrau, oben stark mergelig, unten reiner, heller grau, fest und zähe.
Psiloceras (Caloceras) sp.
Bruchstücke von Lamellibranchiaten und Echinodermen

Hettangium, planorbis-Zone, psilonotum-Subzone

- 109) ca. 0,50 m Mergelstein, schwärzlichgrau mit bräunlichem Stich, durch zahlreiche papier- bis einige mm dicke, hellere Feinsandsteinlagen farbstreifig. Feinschichtig, stark bituminös (Ölschiefer).
Psiloceras psilonotum (QUENSTEDT)
Inoceramus pinnaeformis (DUNKER)
Fischschuppen (massenhaft)

- 110) ca. 0,15 m Kalkmergelstein, mittelgrau, feinsandig, mit dünnen, dunkleren Mergelsteinlagen. Pyrit als Versteinerungsmittel.
Psiloceras psilonotum (QUENSTEDT), pyritisiert, verdrückt
unbestimmbare Zweischaler
Cidaris sp., Stacheln (massenhaft)
- 111) ca. 0,30 m Mergelstein, schwärzlichgrau, feinschichtig, stark bituminös (Ölschiefer). Der Bitumengehalt nimmt nach unten zu ständig ab, das Gestein wird aber zunehmend feinsandig und glimmerig, rau, und führt reichlich Pyrit.
Im Ölschiefer: *Inoceramus* cf. *pinnaeformis* (DUNKER)
unbestimmbare Zweischaler
Im sandigen Mergelstein: wenige unbestimmbare Zweischaler

Grenze Lias/Oberkeuper

- 112) ca. 2,30 m Feinsandstein, hell- bis mittel-grünlichgrau, wechselnd kalkig, bis Kalksandstein (oben); stark glimmerig. Schichtung sehr unregelmäßig mit sehr dünnen Tonfasern und -bestegen. Mächtigere Partien kreuzgeschichtet. Häufig eingeschaltet schwache Tonsteinlagen, grünlichgrau, feinsandig, mit pseudobrekziöser Struktur. Auf Schichtflächen Anreicherungen von hellem Glimmer und kohligem Pflanzenhäcksel. Häufig Pyrit in feiner Verteilung. Keine Megafossilien.
- 113) ca. 1,80 m Feinsandstein, wie 112), aber dunkelgrünlichgrau, nur schwach kalkig. Z. T. sehr unruhig geschichtet (subaquatische Rutschungen?) Fein verteilter Pyrit. Keine Megafossilien.
- 114) ca. 2,30 m Tonstein, dunkelgrünlichgrau bis dunkelgrau, wechselnd, teilweise stark kalkig, feinsandig und glimmerig. Einzelne pseudobrekziöse Lagen wie in 112). Undeutlich geschichtet. Selten etwas kohliges Pflanzenhäcksel.
- 115) ca. 0,35 m Tonstein, dunkelgrau, fast kalkfrei, feinsandig, sehr wenig Glimmer; wenig fest, ungeschichtet, Bruch unregelmäßig eckig. Keine Megafossilien.

Endteufe der Brg.: 186,22 m unter Gelände.

Einfallen der Schichten: 55 – 25°. Die errechneten Mächtigkeiten der einzelnen Schichten sind deshalb nur angenähert. Der genaue Bohrpunkt der Brg. ist nicht mehr eindeutig feststellbar. Er lag wahrscheinlich an dem Feldweg, der ca. 150 m W P. 221,0 nach SSW führt und bei R 350600, H 570390 endet.

Brg. Wennekamp 2, Feldweg ca. 1,5 km SSW Germete, Bl. 4520 Warburg, R 350617, H 570420, ca. 195 m über NN

- ca. 37 m Unteres Sinemurium (*bucklandi*- und *semicostatum*-Zone. Lias α 3) wie in Brg. Wennekamp 1; bei 30–37 m *Lingula* sp.
- ca. 55 m Oberes Hettangium (Lias α 2) wie in Brg. Wennekamp 1; bei 39,5 m mit *Schlotheimia* sp.; darüber *Plagiostoma* sp.; bei 41,5–42,5 m *Cardinia* sp. sehr häufig; 43–44 m zahlreiche Phosphorite in dunklem, sandigem Tonmergelstein
- ca. 70 m Unteres Hettangium (Lias α 1) wie in Brg. Wennekamp 1
- 76 m Rhätkeuper

Brg. Osterberg 1, ca. 500 m S Kibitzmühle; Bl. 4520 Warburg, R 350480, H 570479; ca. 221 m über NN (ausführliche Profilbeschreibung bei HORN 1982: 202)

- 28,35 m Unteres Sinemurium
- 37,00 m Hettangium
- 40,05 m Oberer Keuper (?)
- 67,50 m Mittlerer Keuper
Einfallen: 40–45°

Brg. Osterberg 4, ca. 650 m SSE Kibitzmühle; Bl. 4520 Warburg, R 350483, H 570468; ca. 230 m über NN (ausführliche Profilbeschreibung bei HORN 1982: 203)

- 3,88 m Quartär
- 36,65 m Unteres Sinemurium

- 39,05 m Oberes Hettangium
Einfallen: 30–65°, wechselnd

Brg. Osterberg 5, ca. 550 m S Kibitzmühle; Bl. 4520 Warburg, R 35 04 80, H 57 04 69; ca. 230 m über NN (ausführliche Profilbeschreibung bei HORN 1982: 203–204)

- 5,00 m Quartär
- 36,00 m Unteres Sinemurium
- 36,20 m Oberes Hettangium
Einfallen: vermutlich 40–45°

Brg. Osterberg 6, ca. 350 m SW Osterlinde; Bl. 4520 Warburg, R 35 05 42, H 57 04 35; ca. 218 m über NN (ausführliche Profilbeschreibung bei HORN 1982: 204)

- 3,05 m Quartär
- 20,55 m Unteres Sinemurium (Schichteinfallen: 40–45°)
- 23,40 m Oberes Hettangium
- 26,20 m Unteres Hettangium
- 28,50 m Oberer Keuper

Profil im Bett des Hörler Baches W Welda (HORN)

Profilbeginn bei R 35 07 21, H 57 02 06, Bl. 4520 Warburg.

Aufnahmerichtung W-E; ss: Schichtlagerung

Bearbeitung der Mikrofauna: E. KÜMMERLE

ca. 1 m Tonstein, grau, plattig, mit einzelem cm-dicken grauen Kalksteinlagen. ss: 260/80.

Nodosaria (Pseudoglandulina) multicosata BORNEMANN

Lenticulina (Astaculus) vetusta D'ORBIGNY

Dentalina sp.

Lamellibranchiaten-Bruchstücke

1 Gastropoden-Steinkern

Ophiura longivertebralis WOLBURG (Armwirbel)

Chariocrinus sp. ? (Stielglieder)

Aufschlußlücke: ca. 47 m

ca. 0,50 m Tonstein, schwarz. ss: 265/65.

Dentalina sp.

Nodosaria columnaris FRANKE

Nodosaria insignis FRANKE

Dentalina vetustissima D'ORBIGNY

Fronicularia sulcata BORNEMANN

Fronicularia pygmaea FRANKE

Lenticulina (Astaculus) inaequistriata (TERQUEM)

„Zylinderförmige Echinodermenreste“

Aufschlußlücke: ca. 17 m

ca. 0,50 m Tonstein, dunkelgrau, dünnplattig; reiche Mesofauna.

Dentalina torta TERQUEM

Dentalina sp.

Fronicularia sulcata BORNEMANN

? *Steinmannia bronni* (VOLTZ), Jugendform

? *Palaeonucula variabilis* (SOWERBY)

Ophiura longivertebralis WOLBURG

(Armwirbel, ventrale Armplatten)

Aufschlußlücke: ca. 10 m

0,18 m Mergel, grau

0,44 m Mergelstein, grau, rauh, mit 2 0,10–0,13 m dicken Mergelkalksteinbänken

0,08–0,10 m Mergelkalkstein, grau, massenhaft *Liogryphaea* sp. (Gryphaeabank)

Nodosaria mutabilis TERQUEM

- Fronicularia sulcata* BORNEMANN
Dentalina sinemuriensis TERQUEM
Dentalina insignis FRANKE
 0,65 m Tonstein, schwarzgrau, feinplattig, unebenschichtig; oberste 0,30 m zunehmend kalkig, 0,10 m unter Top dünne Kalkmergelsteinbank. Auf Schichtflächen Gipskristalle.
Dentalina gottिंगensis FRANKE
Dentalina multicostata TERQUEM
Fronicularia sulcata BORNEMANN
Fronicularia intumescens BORNEMANN
Fronicularia sp.
Lenticulina (Astacolus) debilis (WISNIOWSKI)
Lophocythere sp.
 0,24 m Mergelstein, grau, schwach feinsandig
 0,05 m Mergelkalkstein, grau
 0,17 m Mergelstein, grau, mit Fossilbruchstücken
 0,25 m Mergelkalkstein, grau
 0,08 m Mergelstein, grau, *Chondrites* sp.
 0,09 m Mergelkalkstein, grau, knöllig
 0,14 m Mergelstein, grau, kleinstückig zerfallend
 0,17 m Mergelkalkstein, braungrau, in 2 Bänken
 0,15 m Mergelstein, grau
 0,30 m Tonstein, schwarz, pyritreich
 0,40 m Mergelstein, grau
 0,10 m Kalkstein, grau, mergelig
 0,10 m Mergelstein, grau, grobflaserig, kalkig
 0,05–0,10 m Mergelkalkstein, grau
 0,15 m Mergelstein, grau, rauh, sandig
 0,08 m Mergelkalkstein, grau, feinsandig
 0,30 m Mergelstein, grau, flaserig, stückig zerfallend, rostbraune Kluffflächen; feinsandig; einzelne kleine *Liogryphaea* sp.
 0,11 m Mergelkalkstein, blaugrau, mit runden Kalkkonkretionen
 0,40 m Mergelstein, grau, flaserig; feinsandig
 Aufschlußblücke: ca. 48 m
 ca. 0,40 m Kalkstein, grau, rauh, mergelig
 0,35 m Tonstein, kalkig, mit unbestimmbaren Ammonitenresten und *Liogryphaea* sp.
Fronicularia sulcata BORNEMANN
Nodosaria sp. evtl. *N. mutabilis* TERQUEM
 Aufschlußblücke: ca. 22 m
 ca. 0,20 m Mergelstein, verrutscht
 0,20 m Kalkstein, blaugrau, dicht
 0,45 m Mergelstein, grau
 0,15 m Kalkstein, grau, spätig
 0,40 m Mergelstein, grau; ss: 250/62
 0,15 m Kalkstein, grau, dicht
 0,40 m Mergelstein wie vor
 0,20 m Kalkstein wie vor
 0,50 m Mergelstein, grau, kalkig, linsige Kalksteinbänke mit *Psiloceras (Caloceras)* sp., „*Rhynchonella*“ sp.
 Aufschlußblücke: ca. 5 m
 ca. 1,20 m Mergelstein, grau, mit dm-dicken Kalksteinbänken, grau, mit *Liogryphaea* sp., ca. 0,40 m unter Top 0,20 m Tonstein, schwach kalkig, mit Bruchstück von ?*Saxoceras* sp.
 Aufschlußblücke: ca. 15 m
 ca. 0,30 m Mergelstein, grau, mit 0,05 m Gryphaeenbank

Aufschlußlänge: ca. 24 m

- 0,20 m Kalkstein, hellgrau, linsig, hart
- 0,20 m Kalkstein, hellgrau, hart; ss: 253/58
- 1,80 m Mergelstein, dunkelgrau, mit dm-dicken linsigen Kalksteinbänken; reiche Mesofauna
- >0,10 m Tonstein, dunkelgrau, dünnblättrig

Aufschlußlänge: ca. 5 m

- ca. 0,5 m Tonstein, dunkelgrau, blättrig zerfallend; keine Mikrofauna

Aufschlußlänge: ca. 6 m

- ca. 1 m Mergelstein, hellgrau, flaserig, feinsandig
- 0,80 m Tonstein, dunkelgrau, feinplattig, feinschichtig, im tieferen Teil z. T. stärker feinsandig; 0,20 m über Basis: *Psiloceras* sp.
- 0,20 m Kalkstein, grau, rauh, spätig; Bruchschill

7. *Beaniceras luridum* (SIMPSON) im Lias von Bonenburg

In der Tongrube der ehemaligen Ziegelei Bonenburg (Bl. 4420 Peckelsheim, SW Bonenburg, unmittelbar NE der alten B 252; R 35 03 55, H 57 13 34, = Tongrube der ‚Gewerkschaft Ölberg‘ bei BRANDES 1912, STILLE & MESTWERDT 1935) waren „die Schichten des Lias vom oberen β bis in die mittleren Amaltheenschichten“ (BRANDES 1912: 375) aufgeschlossen. Nach STILLE & MESTWERDT (1935: 15) liegen hier über dem „*jamesoni*-Eisenstein“ etwa 60 m mächtige dunkle Tone mit einer reichen Ammonitenfauna, vermutlich der *ibex*- und *davoei*-Zone und Teilen des Domeriums entsprechend. Die weiträumigen Aufschlüsse dieser Tongrube sind heute zugefüllt bzw. zugewachsen und nicht mehr zugänglich. Am E-Rand des ehemaligen Grubengeländes (R 35 03 74, H 57 13 25) war jedoch ein kleiner Anschnitt in dunkelgrauen Tonsteinen vorhanden, (Aufschlußhöhe ca. 1 m), in dem Ammoniten und Belemniten aus den Subzonen des *Beaniceras centaurus* und *Androgynoceras maculatum* gefunden wurden.

In dieser Fauna tritt *Beaniceras luridum* (SIMPSON) auf. Damit ist das von HOFFMANN (1982) bereits vermutete Vorkommen des *luridum*-Horizontes für den Lias von Bonenburg ebenfalls nachgewiesen.

Die z. T. recht gut als Pyrit- bzw. Brauneisensteinkerne erhaltene Ammonitenfauna stammt z. T. aus der obersten *ibex*-Zone (*centaurus*-Subzone, „*luridum*-Horizont“), z. T. aus der tiefsten *davoei*-Zone (*maculatum*-Subzone). Sie umfaßt also genau den Grenzbereich Mittel-/Ober-Carixium. Die Ammoniten wurden mit aller Vorsicht bestimmt (K. HOFFMANN). Danach sind mit Sicherheit nachgewiesen:

<i>Tragophylloceras loscombi</i> (SOWERBY)	}	<i>luridum</i> - Horizont
<i>Beaniceras luridum</i> (SIMPSON)		
<i>B. luridum</i> (SIMPSON) cf. var. <i>submaculata</i> SPATH		
<i>B. cf. luridum</i> (SIMPSON)		
<i>B. costatum</i> (BUCKMAN)		
<i>B. costatum</i> (BUCKMAN) var. <i>transiens</i> SPATH	}	<i>maculatum</i> - Subzone
<i>B. cf. costatum</i>		
<i>Androgynoceras maculatum</i> (YOUNG & BIRD)		
<i>A. sp.</i>		
<i>A. sp.</i> , cf. <i>A. lataecosta</i> (SOWERBY)		

Daneben sind häufig (Belemniten nach SCHUMANN 1974):

Belemnites paxillosus cf. *paxillosus elongatus* MILLER

B. paxillosus paxillosus LAMARCK

B. sp.

Hastites sp.

Pentacrinus-Stielglieder.

Eine weitere, aufgelassene Tongrube der ehemaligen Ziegelei liegt ca. 1 km WSW Bonenburg (R 35 02 80, H 57 13 55). Im obersten Teil der hier aufgeschlossenen Schichtenfolge treten am SW-Rand der Grube feinplattige, bituminöse Tonsteine mit zahlreichen, sehr schlecht erhaltenen Wirbeltierresten, Posidonien und einzelnen Ammoniten auf. Das Material enthält keine bestimmbareren Wirbeltierreste (R. WILD, freundl. briefl. Mitt.), ein flachgedrückter, undeutlich erhaltener Ammonit gehört zu den Harpoceratidae (M. URLICHS, freundl. briefl. Mitt.). Danach ist es wahrscheinlich, daß Gesteine des bei Borlinghausen nachgewiesenen Toarciums (BRANDES 1912) auch im Gebiet von Bonenburg vorhanden sind.

8. Schriftenverzeichnis

- BERG, G., & HOFFMANN, K. (1942): Zur Paläogeographie und Entstehung der Eisenerze in den Lias-Schichten. – Arch. Lagerstättenforsch., **75**: 61–69, 6 Abb.; Berlin.
- BRAND, E., & HOFFMANN, K. (1963): Stratigraphie und Fazies des nordwestdeutschen Jura und Bildungsbedingungen seiner Erdöllagerstätten. – Erdöl u. Kohle, **16**: 437–450, 14 Abb.; Hamburg.
- BRANDES, T. (1912): Die faziellen Verhältnisse des Lias zwischen Harz und Egge-Gebirge mit einer Revision seiner Gliederung. – N. Jb. Mineral. Paläont., Beil. Bd. 33: 325–508, 1 Abb., 1 Tab., 3 Taf.; Stuttgart.
- BRUHNS, W. (1906): Die nutzbaren Mineralien und Gebirgsarten im Deutschen Reiche. – 859 S., 1 Kt.; Berlin (Georg Reimer).
- BUSSE, E., & RÖSING, F. (1969): Jura.-Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4622 Kassel-West (3. Aufl.): 43–44; Wiesbaden.
- BUSSE, E., RAMBOW, D., & RÖSING, F. (1970): Ein Profil durch den Nordteil des Kasseler Grabens bei Burghasungen, Nordhessen (Bl. 4621 Wolfhagen). – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **98**: 146–150, 1 Abb., 1 Taf.; Wiesbaden.
- DEAN, W. T., DONOVAN, D. T., & HOWARTH, M. K. (1961): The Liassic Ammonite Zones and Subzones of the North-West European Province. – Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.), Geol., **4**, No. 10: 437–505, 12 Taf.; 1 Kt.; London.
- DECHEN, H. v. (1857): Geologische Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westphalen 1:80 000, Section 14 Warburg; Berlin. [2. Aufl. 1876]
- DUCHROW, H. (1968): Zur Keuper-Stratigraphie in Südostlippe (Trias, Nordwestdeutschland). – Z. dt. geol. Ges., **117**: 620–662, 4 Abb., 1 Taf.; Hannover.
- EINECKE, G., & KÖHLER, W. (1910): Die Eisenerzvorräte des Deutschen Reiches. – Arch. Lagerstättenforsch., **1**: 766 S., 112 Abb., 12 Taf.; Berlin.
- GLÄSSNER, R. (1913): Beitrag zur Kenntnis der hessischen Jura-Relikte. – Abh. u. Ber. Ver. Naturkde. Kassel, **53**: 51–146, 2 Taf., 2 Kt.; Kassel. [Diss.: 1912]
- HETTICH, M. (1974): Ein vollständiges Rhät/Lias-Profil aus der Langenbrückener Senke, Baden-Württemberg (Kernbohrung Mingolsheim 1968). – Geol. Jb., **A 16**: 75–105, 1 Abb.; Hannover.
- HOFFMANN, K. (1944): Eine neue Ammonitenfauna aus dem unteren (Lias β 2) Nordwestdeutschlands. – Jb. Reichsamt Bodenforsch., 62 (f. 1941): 288–337, 24 Abb., 4 Taf.; Berlin.

- (1949): Zur Paläogeographie des nordwestdeutschen Lias und Doggers. – In: „Erdöl und Tektonik in Nordwestdeutschland“, hrsg. von A. BENTZ: 113–129, 3 Abb., 1 Tab.; Hannover.
 - (1950): Die Grenze Unter/Mittellias und die Zone des *Eoderoceras miles* (SIMPSON) in Nordwestdeutschland. – Geol. Jb., **64**: 75–121, 10 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Hannover.
 - (1963): Die Verbreitung primärbituminöser Gesteine im westdeutschen Lias. – Erdöl u. Kohle, **16**: 741–747, 3 Abb.; Hamburg.
 - (1964): Die Stufe des Lotharingien (Lotharingium) im Unterlias Deutschlands und allgemeine Betrachtungen über das „Lotharingien“. – Coll. Jurassique Luxembourg 1962: 135–160, 1 Abb.; Luxembourg.
 - (1969): Übersicht über die Lias-Eisenerze Nordwestdeutschlands mit besonderer Berücksichtigung der kleineren Vorkommen. – Beih. geol. Jb., **79**: 22–39, 6 Abb.; Hannover.
 - (1982): Die Stratigraphie, Paläogeographie und Ammonitenführung des Unter-Pliensbachium (Carixium, Lias gamma) in Nordwest-Deutschland. – Geol. Jb., **A 55**: 3–439, 32 Abb., 3 Tab., 40 Taf.; Hannover.
- HÖLDER, H. (1964): Jura.- Handb. stratigr. Geol., **4**: 603 S., 158 Abb., 43 Tab.; Stuttgart.
- HORN, M. (1976): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Bl. 4620 Arolsen: 225 S., 35 Abb., 9 Tab., 1 Taf., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- (1982): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Bl. 4520 Warburg: 238 S., 28 Abb., 32 Tab., 1 Taf., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- JÜNGST, H. (1927): Die Meeresverbindung Nord-Süd-Deutschland in der Psiloceraten-Zeit. – N. Jb. Mineral., Geol. Paläontol., Beil.-Bd. 58 B: 171–214, 5 Abb., 2 Taf.; Stuttgart.
- KRAISS, A. (1911): Der Warburger Sattel, seine Baustörungen und die vulkanischen Durchbrüche. – Jb. kgl. preuß. geol. L.-Anst., **31** (f. 1910): 377–419, 2 Taf., Berlin.
- KUCHENBUCH, F. (1892): Das Liasvorkommen bei Volkmarsen. – Jb. kgl. preuß. geol. L.-Anst. u. Bergakad., **11**: 74–101, 1 Kt.; Berlin.
- KUMM, A. (1941): Trias und Lias. – Geologie und Lagerstätten Niedersachsens, **2**: 328 S., 78 Abb.; Oldenburg (Stalling).
- LANGE, W. (1941): Die Ammonitenfauna der *Psiloceras*-Stufe Norddeutschlands. – Palaeontographica, **A, 93**: 1–192, 138 Abb., 20 Taf., div. Tab.; Stuttgart.
- (1951): Die Schlotheimiinae aus dem Lias alpha Norddeutschlands. – Palaeontographica, **A, 100**: 1–128, 109 Abb., 20 Taf., div. Tab.; Stuttgart.
- MEIBURG, P. (1969): Die Warburger Störungzone. – Diss. Univ. Münster, 395 S., 71 Abb., 49 Taf., 5 Anl.; Münster.
- MESTWERDT, A. (1911): Die Quellen von Germete bei Warburg und von Calldorf in Lippe. – Jb. kgl. preuß. geol. L.-Anst., **32**: 145–161, 1 Abb., 2 Taf.; Berlin.
- MOESTA, F. (1884): Das Lias-Vorkommen bei Eichenberg (Hessen), in Beziehung auf allgemeine Verhältnisse des Gebirgsbaus im Nordwesten des Thüringer Waldes. – Jb. kgl. preuß. geol. L.-Anst. u. Bergakademie f. 1883: 57–80, 3 Taf., 1 Kt.; Berlin.
- POMPECKJ, J. F. (1909): Die zoogeographischen Beziehungen zwischen den Jurameeren Nordwest- und Süddeutschlands. – Jber. nieders. geol. Ver., **1** (f. 1908): 10–12; Hannover.
- RÖSING, F. (1966): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Bl. 4621 Wolfhagen: 246 S., 13 Abb., 8 Tab., 2 Diagr.; Wiesbaden.
- SCHLEGELMILCH, R. (1976): Die Ammoniten des süddeutschen Lias. – 96 S., 21 Abb., 52 Taf.; Stuttgart (Fischer).
- SCHLÜTER, G. (1866): Die Schichten des Teutoburger Waldes bei Altenbeken. – Z. dt. geol. Ges., **18**: 35–76; Berlin.
- SCHMIDT-KALER, H., & ZEISS, A. (1973): Die Juragliederung in Süddeutschland. – Geologica Bavaria, **67**: 155–161; München.
- SCHUMANN, H. O. (1974): Die Belemniten des norddeutschen Lias gamma. – Geol. Jb., **A, 12**: 1–85, 35 Abb., 8 Taf.; Hannover.
- SEIDEL, G. (1938): Die Dislokationszonen zwischen Bonenburg und Volkmarsen. – Geotekt. Forsch., **3**: 1–32, 17 Abb., 4 Taf.; Berlin.
- STILLE, H., & MESTWERDT, A. (1935): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Lfg. **297**, Bl. Peckelsheim: 29 S., 1 Abb.; Berlin.

- WAGNER, H.-M. (1974): Zur Geologie der Wolfhagener Störungszone im Raume südlich Warburg. – Unveröff. Dipl.-Arb., 99 S., 42 Abb., 6 Taf., 3 Kt.; Heidelberg.
- WICHER, C. A., & HOFFMANN, K. (1942): Der grobe Aufbereitungsrückstand, ein wertvolles Bindeglied auf dem Wege zur Biostratigraphie. – Oel u. Kohle, **38**: 821–824, 4 Abb.; Hamburg.
- WILL, H.-J. (1969): Untersuchungen zur Stratigraphie und Genese des Oberkeupers in Nordwestdeutschland. – Beih. geol. Jb., **54**: 240 S., 50 Abb., 4 Taf.; Hannover.
- WOLBURG, J. (1939): Skelettreste von Ophiuren aus dem deutschen Lias, ihre systematische Zugehörigkeit und Bedeutung als Mikrofossilien. – Palaeont. Z., **21**: 20–42, 9 Abb., 3 Taf.; Berlin.

Manuskript eingegangen am 8.3.1983

Der „Meereskalk“ (Mitteloligozän) von Frankfurt am Main – Offenbach – Bad Vilbel

Von

EBERHARD KÜMMERLE*

Kurzfassung: Zwischen die Sedimente und Eruptiva des Rotliegenden einerseits und den mitteloligozänen Rupelton andererseits schiebt sich im Raum Frankfurt a. M. – Offenbach – Bad Vilbel örtlich eine sehr charakteristische, kalkig-mergelig-sandige Schichtenfolge ein. Die schon früher gelegentlich beschriebenen Bildungen wurden bei den Voruntersuchungen zur U-Bahn-Grundstrecke C sowie zur Autobahn-Ostumgehung in Höhe der Hanauer Landstraße wiederum in zahlreichen Kernbohrungen angetroffen. Auch in neueren Bohrungen der Kaiser-Friedrich-Quelle in Offenbach wurde „Meereskalk“ wieder in einer Mächtigkeit bis zu 12 m durchteuft. Art der Lagerung, Ausbildung und Fossilführung bestätigen die Zugehörigkeit dieser Gesteinsfolge zum marinen Mitteloligozän.

Abstract: In the region of Francfort – Offenbach – Bad Vilbel a sequence of calcareous – sandy sediments is intercalated between permian layers and lavas below and middle oligocene Rupel clay above.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	203
2. Profilbeschreibung	204
3. Fossilführung	215
4. Schriftenverzeichnis	217

1. Einleitung

Der Begriff „Meereskalk“ wurde von KINKELIN (1885: 255–256) für die Sedimenteinschaltung gebraucht, die in der Brg. Kaiser-Friedrich-Quelle I in Offenbach und bei Bad Vilbel auf der verwitterten Oberfläche des Rotliegenden unter fossilführendem Rupelton angetroffen wurde. KINKELIN deutete den Meereskalk als eine besondere Ausbildung des Unteren Meeressandes.

Zwischen 1971 und 1981 wurden in zahlreichen Kernbohrungen des U-Bahn-Projektes und bei Straßenbaumaßnahmen Bildungen des Meereskalkes im Sinne von KINKELIN durchörtert. Wenngleich diese Sedimente nicht durchgehend kalkig sind, sondern Ton- und Sandlagen („Meeressand“) einschließen, wird in den nachfolgend beschriebenen Profilen der Begriff „Meereskalk“ für alle zwischen

* Dr. E. KÜMMERLE, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden.

Rotliegendoberfläche und Rupelton erbohrten Schichten gebraucht. Ihre Fossilführung bestätigt den engen Anschluß dieser Gesteine an den hangenden Unteren Rupelton.

2. Profilbeschreibung

Die seit 1885 niedergebrachten Bohrungen I–IV der Kaiser-Friedrich-Quelle beiderseits der Ludwigstraße zwischen Frankfurter und Geleitstraße in Offenbach haben Meereskalk in 8–12 m Mächtigkeit in einer Höhenlage zwischen (insgesamt gesehen) 13 m über bis 7 m unter NN angetroffen. Seine Ausbildung geht aus den folgenden Profilen hervor.

Brg. Kaiser-Friedrich-Quelle I

R 348244, H 555182, ca. 101 m über NN, niedergebracht 1885–1888 zwecks Brauchwassergewinnung für eine mit der Bereitung von Eis verbundene Maschinenfabrik, bearbeitet von KINKELIN 1885 und später, CREDNER 1886, TECKLENBURG 1886, PETERSEN 1888, VON REINACH 1892, SPANDEL 1909, MICHELS, WENZ & ZÖLLER 1930

- 2 m (99 m über NN) Mutterboden, künstliche Aufschüttung
- 100 m (1 m über NN) Rupelton, blaugrau, nicht gegliedert, jedoch zwischen 2 und 3 m Tiefe Oberer Rupelton nach SPANDEL 1909: 90
- 105 m (4 m unter NN) „Kalk, weiß, ziemlich quarzsandig“: Meereskalk
- 275 m (174 m unter NN) Rotliegendes

Brg. Kaiser-Friedrich-Quelle II

R 348242, H 555186, ca. 100 m über NN, niedergebracht 1951–1952 zwecks Mineralwassererschließung, bearbeitet von VOLK 1956, NÖRING 1955, GOLWER (unveröff. Schichtenverzeichnis, etwa 1964)

- 1,4 m (98,6 m über NN) künstliche Aufschüttung
- 7,0 m (93,0 m über NN) Ton und Mergel: Schleichsand
- 84,5 m (15,5 m über NN) Ton: Oberer und Mittlerer Rupelton
- 86,0 m (14,0 m über NN) Ton, hellgrau, schwach sandig, mit Kalk- und Sandschaler-Foraminiferen: Unterer Rupelton
- 89,0 m (11,0 m über NN) Ton, grau, vorwiegend Sandschaler-Foraminiferen: Unterer Rupelton
- 96,0 m (4,0 m über NN) Tonstein, Mergelstein, weiß, mit Sideritkongkretionen und Quarzkörnern bis 1 mm: Meereskalk
- 257,2 m (157,2 m unter NN) Rotliegendes

Brg. Kaiser-Friedrich-Quelle III

R 348249, H 555176, ca. 101 m über NN, niedergebracht 1964, bearbeitet von GOLWER 1964 (unveröff. Schichtenverzeichnis)

- 3,3 m (97,7 m über NN) Aufschüttung, Beton
- 53,0 m (48,0 m über NN) Oberer Rupelton
- 85,0 m (16,0 m über NN) Mittlerer Rupelton
- 88,0 m (13,0 m über NN) Unterer Rupelton
- 90,5 m (11,5 m über NN) Ton, grau, schluffig, steif, und Kalkmergel, bräunlich-weißgrau, halbfest, mit eingebackenen Quarzkörnern bis 2 mm: Meereskalk
- 95,0 m (6,0 m über NN) Ton, grau, schluffig, mit Resten von Tonstein, wädriggrün, teilweise kalkhaltig: Meereskalk
- 99,0 m (2,0 m über NN) Schluff, grau, sandig, und Ton, wädriggrün, teilweise kalkhaltig, mit Quarzkörnern und Siderit: Meereskalk
- 100,0 m (1,0 m über NN) Ton, grau, schluffig, mergelig; Meereskalk
- 301,7 m (200,7 m unter NN) Rotliegendes

Brg. Kaiser-Friedrich-Quelle IV

R 348258, H 555186, ca. 101 m über NN, niedergebracht 1979

- 1,0 m (100,0 m über NN) künstliche Aufschüttung
- 91,0 m (10,0 m über NN) Oberer und Mittlerer Rupelton
- 97,7 m (3,3 m über NN) Unterer Rupelton
- 106,5 m (5,5 m unter NN) Tonstein, grünlich-weißgrau, halbfest, schwach kalkhaltig, eingelagerte Quarzkörner bis 10 mm: Meereskalk
- 107,5 m (6,5 m unter NN) Ton- bis Schluffstein, grünlichweiß, bläulichgrau, feinsandig, halbfest, schwach kalkhaltig: Meereskalk
- 108,0 m (7,0 m unter NN) Schluff bis Schluffstein, grünbraun, halbfest, kalkfrei, und Ton, bräunlichweiß, mergelig: Meereskalk
- 285,0 m (184,0 m unter NN) Rotliegendes

In obigen Profilen stellen die Schichten zwischen dem Rupelton und dem Rotliegenden den Meereskalk dar. Insbesondere Profil IV zeigt, daß es sich dabei nicht immer um Kalkstein oder überhaupt ein kalkreiches Material handelt. Auch kaum kalkhaltiger Ton kommt vor.

Die weiterhin beschriebenen Vorkommen von Meereskalk liegen auf der steil SSW–NNE, fast N–S gerichteten Linie Kaiserlei – Bad Vilbel. Hier kommen, auf dem Bad Vilbeler Horst, Rotliegendes und älteste Frankfurter Tertiärschichten in außergewöhnlichen Hochlagen vor, so daß die im folgenden genannten Bohrungen sie erreichten (Taf. 1). Im Stadtgebiet von Bad Vilbel wurden Äquivalente des Meereskalkes nicht nur unter Tage (Waldschacht, s. u.), sondern auch als oberflächennahe Auflagerung auf Rotliegendesandstein angetroffen.

Profil am Niederberg bei Bad Vilbel

ehem. Sandsteinbruch, ca. R 348136, H 555995, ca. 130 m über NN

Nach BOETTGER (1869: 15) lag auf „festem Todtliegendem“ eine gelbe sandige Schicht mit grobem Geröll und massenhaften verkieselten Stammresten, über dieser folgten 1,0–4,8 m Rupelton.

Ein genaueres Profil gibt BOETTGER (1873: 70–71) vom Niederberg an:

- 1,6 m grauer Rupelton mit Foraminiferen
- 0,04 m Kalkmergel, weiß, zerklüftet
- 0,09 m eisenoxidreicher Quarzkies mit kalkigem Bindemittel, darin häufig Splitter von *Dadoxylon* und *Lamna*-Zähne
- 0,12 m grünlich gefärbte, gröbere Geröllbank mit denselben Fossilien
- 0,16 m weißgelbe, feine Kalkmergel ohne Kieslagen und Fossilien
- 0,17 m rötliche, glimmerige Tone, feingeschichtet, mit grauen Zwischenlagen, darunter mächtige Bänke von festem Rotliegendesandstein.

Die glimmerigen Tone zählt BOETTGER noch zum Rotliegenden.

Einer Angabe von KINKELIN (1892: 185) zufolge waren die Tertiärschichten am Niederberg um 1892 bereits dem Steinbruchbetrieb zum Opfer gefallen. SPANDEL (1909) konnte aber wiederum das Tertiär am Niederberg untersuchen. Er stellte folgendes Profil fest:

- Oberer gelber Mergel mit Kalkkonkretionen
- mittlerer graugelber Mergel
- unterer grauer und bläulichgrauer Mergel
- örtlich, auskeilend: gelber Sandmergel mit Foraminiferen.

In dem gelben Mergel mit Kalkkonkretionen wie auch in dem gelben Sandmergel fand SPANDEL eine Foraminiferenfauna, die er dem Oberen Rupelton zuordnete. Von besonderem Interesse ist aber der am Niederberg zuunterst liegende rote, gelbe und weiße Ton (SPANDEL 1909: 67, 96–97), der auf Rotliegendesandstein ruht. Nach SPANDEL enthielt er Foraminiferen, „die den Oligocaenablagerungen des Mainzer Beckens eigen sind“. SPANDEL nahm aber „vorläufig“ an, daß diese Fossilien zufällig in den Ton hineingeraten seien. Demgegenüber beurteilt SPIEGLER (1965: 461) die von SPANDEL aufgeführte Fauna als autochthon und ordnet sie den „Bunten Basisschichten“ des Rupel 1 zu.

Profil im Vilbeler Waldschacht

Schacht von vor 1869, von VOLGER auf Steinkohle angesetzt bei ca. 121 m über NN (KINKELIN 1886: 63, 1892: 152), „im Walde, im Süden von Vilbel, auf dem Fußwege nach Bergen, auf einem Wegkreuz“ (BOETTGER 1869: 15–16). Der Punkt dürfte bei R 348145, R 555945 gelegen haben. Das Profil war:

16,0 m	Löß, häufig mit <i>Pupa muscorum</i> und <i>Succinea oblonga</i>
19,2 m	Ton, sehr dunkel, bituminös, schiefrig, geschichtet; spärliche Muschelabdrücke, Krustaceenreste, Algen, sehr häufig die unten <i>Tyrodina</i> genannten Körper, wenig Foraminiferen. Nach unten ging er ganz allmählich in einen tiefschwarzen Sand und schließlich in ein grauschwarzes lockeres, tonig-kalkiges Quarzkieslager über, das in seinen oberen Lagen noch Abdrücke von <i>Tyrodina</i> und <i>Nucula</i> , in seinen unteren, mehr kalkigen Partien dagegen ziemlich häufig Zähne von Haien und anderen Meeresfischen eingebacken enthielt. „Die in dieser Schicht auftretenden Geschiebe sind scharfkantig und äußerlich von Eisenoxydulsilikat grün gefärbt.“
Bei 38,4 m	Konglomerat, fest, unzersetzt, aus meist kleinen Quarz-, Ton- und Schieferbröckchen, mit Kalk und Sphärosiderit verkittet, Glaukonit und nicht selten Hohlräume der unten zu nennenden Schnecken- und Muschelarten
9,6 m	Lagen von lebhaft gefärbten, mennigroten und weißen, vielfach gebänderten kalkigen Sanden, mit zum Teil gerundeten Geröllen, darunter tonige, lilarot gefärbte Schichten, darunter fester Sandstein des Rotliegenden.

In dem Ton unter Löß fand BOETTGER (1869: 16) neben kohligen Pflanzenresten Makro- und Mikrofossilien (s. Kap. 3).

Bohrungen im Gebiet Vatterstraße/Am Erlenbruch

Brg. U 1468

R 3481137, H 5555073; 98,74 m über NN; 1981

– 3,0 m	Sand, Steine, Scherben, Ziegelreste	Auffüllung
– 3,6 m	Torf, holzig, unten schluffig, dunkelgraubraun, z. T. kalkhaltig	Auenlehm
– 3,9 m	Schluff, braungrau und dunkelgrau, tonig, torfig, teilweise kalkhaltig	”
– 4,4 m	Schluff, braungrau, hellgraubraun, feinsandig, glimmerhaltig, lagenweise Mittelsand bis Mittelkies, bunte Gerölle bis 4 cm Ø, kalkhaltig	”
– 19,5 m	Ton, dunkelgrüngrau, mergelig, stark schluffig, steif	Unt. Rupelton
– 24,7 m	Ton wie vor, von 23,0–23,6 Schluff, dunkelgrüngrün, mergelig, bröckelig	”
– 25,0 m	Sand, grüngrün, stark mergelig, halbfest; bei 24,8 m viel Pyrit	Meereskalk
– 25,3 m	Mergel, grüngrün, steif, stark sandig	”
– 25,9 m	Mergel, hellgrüngrün, weißlichgrün, steif bis halbfest, sandig	”

–26,6 m	Kalkstein, hellgraugrün bis weißgrau, dunkelgrau gefleckt, sandig, schwach feinkiesig, bei 26,2 m 1 kohliges Holzrest, hart, ganz unten halbfest	”
–27,3 m	Mergelton, hellgraugrün, stark schluffig, feinsandig, steif bis halbfest, unten Lagen von Feinsand, graugrün, glimmerreich, schwach kalkhaltig	”
–27,7 m	Mergelton wie vor, mit Lagen von Fein- bis Mittelsand, graugrün, glimmerreich, mürbe	”
–28,0 m	Sand bis Sandstein, graugrün, halbfest, glimmerreich, kalkhaltig	Rotliegendes
–28,2 m	Schluffstein, graugrün, feinschichtig, feinsandig	”
–28,5 m	Sandstein, rötlichgraugrün, feinkiesig, unten mit größerem Geröll	”
–28,9 m	Wechsel von Schluff, graugrün, feinsandig, halbfest, und Mittel- bis Grobsand, grüngrau, halbfest	”
–29,1 m	Sandstein, rötlichgraugrün, hart, feinkiesig	”
–29,6 m	Schluffstein, graugrün, feinschichtig, feinsandig, halbfest	”
–30,0 m	Sandstein, graugrün, grünlichweißgrau, rötliche Einschlüsse, hart, feinkiesig	”

Brg. U 1469

R 34 81 286, H 55 55 094; 99,43 m über NN; 1981

– 2,3 m	Sand, Steine, Scherben, Ziegelreste	Auffüllung
– 2,8 m	Schluff, rötlichbraun, feinsandig, steif, schwach kalkhaltig	Auenlehm
– 3,4 m	wie vor, steif bis bröckelig, stark kalkhaltig	”
– 4,0 m	Schluff wie vor, und Feinsand, rötlichgraubraun, glimmerhaltig, stark kalkhaltig	”
– 4,4 m	Mittel- bis Grobsand, gelbbraun, kalkhaltig, schwach schluffig, fein- bis mittelkiesig, bunte Gerölle bis 4 cm Ø	Niederterrasse
– 4,8 m	Mittelsand bis Feinkies, hellbraun, mittelkiesig, kalkfrei, bunte Gerölle bis 3 cm Ø	”
– 9,0 m	Ton, dunkelgrüngrau, schluffig, steif	Mittl. Rupelton
–11,0 m	wie vor, mit gelblichweißen Lagen von Schluff, mergelig	”
–13,0 m	wie vor, halbfest, warvenähnlich feingeschichtet, vertikal geklüftet, mit Feinsandlagen	Unt. Rupelton
–14,0 m	wie vor, steif bis halbfest	”
–14,5 m	wie vor, halbfest, mit weißgrauen Schlufflagen	”
–15,2 m	Mergelton, grünlichgrau, schluffig, feinsandig, halbfest, glaukonitisch	”
–16,0 m	Mergelton, graugrün u. dunkelgrau, sandig, schwach feinkiesig, steif bis halbfest, bei 15,9 m Pyrit	”
–16,5 m	Mergelton wie vor, feinsandig, etwas heller	”
–16,6 m	Schluff, hellgrüngrau, bröckelig, halbfest, stark kalkhaltig, mit Kalksteinresten	Meereskalk
–16,8 m	Sand, grüngrau, schluffig, feinkiesig, kalkhaltig, bröckelig bis halbfest	”
–17,0 m	Schluff, graugrün, stark sandig, mit Sandlagen, glimmerreich, halbfest, kalkhaltig, einzelne Glaukonitkörner	”
–17,5 m	Sandstein, hellgrüngrau, graugrün gebändert, feinkiesig, kalkfrei	Rotliegendes
–17,7 m	Feinsandstein, hellgrüngrau, glimmerreich, halbfest bis fest	”
–18,1 m	Sandstein, fein- bis mittelkörnig, grüngrau, klüftig, fest	”
–19,1 m	Ton bis Tonstein, graugrün u. braunrot, schluffig, halbfest	”
–19,9 m	Sandstein bis Konglomerat, rötlichgrau u. grüngrau, oben Kalkstein, dicht, rötlichgrau, hart, feingeschichtet, kalkhaltig	”
–20,4 m	Ton bis Tonstein, graugrün, lagenweise sandig, meist kalkhaltig	”
–21,3 m	Sandstein, rotgrau bis grüngrau, hart, lagenweise feinkiesig, mit Schluffsteinlagen, hellgraugrün; kalkhaltig	”
–24,0 m	Ton- bis Schluffstein, teils graugrün, teils braunrot, halbfest bis fest; bei 22,6–22,7 m u. 23,6–23,7 m Sandstein wie vor	”
–25,0 m	Sandstein, hellgrüngrau, halbfest bis fest, kalkhaltig	”
–25,2 m	Ton- bis Schluffstein, hellgraugrün, kalkhaltig	”

-25,9 m	Ton- bis Schluffstein, rotbraun, feinschichtig, kalkhaltig, halbfest bis fest	''
-27,2 m	Sandstein, hellgrüngrau u. rotbraun, glimmerreich, fest, kalkhaltig	''
-29,4 m	Sandstein, hellgrüngrau, braunviolett, violettbraun gestreift, hart, lagenweise konglomeratisch, teilweise kalkhaltig	''
-29,7 m	Ton- bis Schluffstein, rotbraun, halbfest, mit sandigen Lagen, schwach kalkhaltig	''
-30,0 m	Sandstein, hellgrüngrau, konglomeratisch, kalkhaltig, fest	''

Bohrungen im Gebiet Hanauer Landstraße/Ratsweg (Taf. 1)

Brg. U 1323

R 3480679, H 5553518; 101,17 m über NN; 1979

- 3,7 m	Straßendecke, Sand, Kies	Auffüllung
- 4,4 m	Schluff, dunkelbraun, steif, sandig-kiesig	Auenlehm
- 4,8 m	Sand, kiesig, rotbraun, und Schluff, verbacken, Gerölle bis 4 cm Ø	Niederterrasse
- 5,0 m	Mittel- bis Grobsand und Fein- bis Mittelkies, rötlichbraun, mitteldicht	''
- 5,3 m	Fein- bis Mittelsand, rötlichbraun, grobsandig, schwach fein- bis mittelkiesig, mitteldicht	''
- 9,3 m	Mittelsand bis Feinkies, blaßhellbraun, mitteldicht, bunte Gerölle bis 20 cm Ø (vor allem an der Basis)	''
-20,5 m	Ton, dunkelgrüngrau, schluffig, steif, teilweise halbfest, mehlig Schlufflagen	Rupelton
-21,0 m	wie vor, bläulich-grüngrau, heller	''
-23,3 m	wie vor, lagenweise stark feinsandig	''
-26,8 m	Mergelton, grüngrau, dunkel/hell gebändert, unten feinsandig, steif bis halbfest	''
-29,3 m	Mergelkalk, grünlichweiß, halbfest bis fest, bei 27,2 m Pyritkonkretionen	Meereskalk
-30,0 m	Kalkstein, grünlichweiß, hart, teilweise bröckelig-halbfest	''

Brg. U 1324

R 3480730, H 5553531; 102,3 m über NN; 1979

- 4,9 m	Straßendecke, Sand, Kies, Schluff	Auffüllung
- 5,1 m	Schluff, schwarzbraun, humos	Auenlehm
- 6,8 m	Grobsand bis Feinkies, gelbbraun, braun, oben stark schluffig	Niederterrasse
- 7,3 m	Sand, schluffig, hellbraun	''
-10,8 m	Grobsand bis Feinkies, blaßhellbraun, mittel- bis grobkiesig, bunte Gerölle bis 12 cm Ø	''
-18,6 m	Ton, dunkelgrüngrau, schluffig, mergelig, nach unten mehlig helle Schlufflagen	Rupelton
-20,8 m	Mergelton, hellgrau, grau, glaukonitisch, steif	''
-22,0 m	Ton, grau, schwach schluffig, steif	''
-24,2 m	Mergel, hellgrau, schluffig, steif	''
-24,7 m	Ton, grau, schluffig, mergelig, steif	''
-25,0 m	Schluff, grau, bröckelig, unten nußgroße Kalkkonkretionen, darin Quarzgerölle bis 3 mm Ø und Glaukonitkörner	Meereskalk
-25,4 m	Mergel, hellgrau, schluffig, steif	''
-25,7 m	Mergelkalk, steif bis halbfest, gelblich-weißgrau, bei 25,5 m Pyritkonkretionen, bei 25,6 m Quarzgerölle bis 6 mm Ø	''
-25,8 m	Mergelton, dunkelgrau, schluffig, steif	''
-28,4 m	Mergelkalk bis Kalkstein, weißlichgrün, weiß, halbfest bis fest, kreidig, mit intensiv grünen Mergelinschluffungen, härteren Kalkkonkretionen und Quarzgeröllen bis 6 mm Ø	''

–30,0 m Ton, teilweise kalkhaltig, steif bis halbfest, graugrün, grün, teilweise gelbbraun, rotbraun und braunrot gebändert, stark schluffig, mit Pyrit und Quarzgeröllchen bis 4 mm Ø ”

Brg. U 1326

R 3480794, H 55 53 599; 104,75 m über NN; 1979

– 8,6 m Sand, Steine, Kies, Ziegel	Auffüllung
–10,5 m Mittel- bis Grobsand, hellbraun, schwach schluffig, mittel- bis grobkiesig	Auenlehm
–12,8 m Mittelsand bis Feinkies, blaßhellbraun, kalkfrei, reichlich bunte Gerölle bis 15 cm Ø	Niederterrasse
–21,8 m Ton, dunkelgrüngrau, bläulichgrau, stark schluffig, mergelig, steif	Rupelton
–22,0 m Mergelton, graugrün und dunkelgrau gebändert, schluffig, blättrig, steif bis halbfest	”
–23,0 m Mergelkalk, weißlichgrün, bröckelig bis halbfest, Quarzkörner bis 4 mm Ø	Meereskalk
–24,0 m Mergel, weißgrün, steif bis halbfest, mit Mergelkalk	”
–24,3 m Mergelkalk, weißgrün, halbfest	”
–24,6 m Kalk-/Mergelstein, weißgrün, grünlichweiß, hart, Quarzkörner bis 5 mm Ø	”
–25,0 m Mergelton, bläulichgrün, dunkelgraugrüne Schlieren, steif bis halbfest	”
–26,2 m Ton, steif bis halbfest, graugrün, grünbraun und rötlichbraun geflammt bis gebändert, teilweise kalkfrei	”
–27,0 m Ton, steif bis halbfest, graugrün, violettrot, gelbbraun, weißlichgelb gebändert, meist kalkhaltig	”
–27,1 m Ton, schluffig, graugrün, steif, feinsandige hellgraue Flasern	”
–27,8 m Feinsand, hellgraugrün, schwach schluffig, mürbe mit feinem Glimmergehalt, bei 27,2 m Pyritkonkretionen bis 1 cm Ø	”
–27,9 m wie vor, mit Linsen von Ton, schluffig, graugrün	”
–28,4 m Schluff, tonig, bröckelig, steif bis halbfest, gelbbraun, hellgrau, rotbraun, Pyrit, Quarzkörner bis 8 mm Ø	”
–28,7 m Schluff, sandig, z. T. feinkiesig, gelbbraun, halbfest, unten grüngrau (Arkosmaterial) und rotbraun gebändert (Schieferonmaterial)	Rotliegendes
–29,9 m Ton, schluffig, lagig sandig, braunrot, halbfest, feine Lagen glimmerreich	”
–30,0 m wie vor, wechselnd mit Sandstein, hellgrüngrau, feldspatreich, halbfest	”

Brg. U 1328

R 3480826, H 55 53 621; 104,66 m über NN; 1979

– 7,2 m Sand, Steine, Schluff, Kies	Auffüllung
– 8,0 m Schluff, dunkelbraun, graubraun, sandig, steif	Auenlehm
– 8,4 m Mittel- bis Grobsand, schluffig, braun, stark fein- bis mittelkiesig	Niederterrasse
– 9,2 m Mittelsand bis Feinkies, hellbraun, schwach schluffig, mittel- bis grobkiesig	”
–12,5 m wie vor, blaß-hellbraun, bunte Gerölle bis 12 cm Ø	”
–13,0 m Mergel, hellgrüngrau, steif, mit Pyritkonkretionen, Quarzgerölle bis 3 mm Ø	Meereskalk
–14,0 m Mergelkalk, weißgrün, halbfest, auch fester Mergelstein	”
–14,2 m Mergel, grünlich-weißgrau	”
–15,0 m Mergelkalk/Kalkmergel, weißlichgrün, halbfest, z. T. bröckelig	”
–15,2 m Mergel-/Kalkstein, wie vor, fest	”
–16,0 m Ton, graugrün, braun und braungrün gebändert, halbfest, teilweise schwach schluffig bis feinsandig; weißlich bei 15,3 m	”
–16,9 m Mergelton, Ton, graugrün, z. T. weißlich, wolkig, halbfest	”
–17,2 m Ton, gebändert, grüngrau, rotbraun, grünbraun	”
–17,4 m wie vor, grüngrau, weißlichbraun, grünbraun	”
–17,8 m wie vor, violettrot, grüngrau, grünbraun, schmutzig-gelbbraun	”
–18,3 m wie vor, grünbraun, graugrün, gelbbraun	”

-18,4 m	Ton, graugrün, steif bis halbfest, nach unten zunehmend feinsandig, bei 18,4 m Pyritkonkretionen	"
-19,4 m	Feinsand, graugrün, z. T. blaß-grüngrau, meist tonig-schluffig, steif, lagig mürbe und zerfallend	"
-19,8 m	Schluff, stark tonig, graugrün, steif, mit rotbraunen, sandigen Tonlagen bis 1 cm (aufgearb. Rotliegendmaterial)	Rotliegendes, Melaphyr-zersatz
-20,2 m	Schluff, körnig, steif bis halbfest, teils graugrün, teils rotbraun	"
-24,0 m	Ton, z. T. schluffig, hellgrau, rotviolett, graugrün, z. T. lagig gebändert, steif bis halbfest	"
-24,6 m	Melaphyr, zersetzt, stückig-halbfest, z. T. völlig vertont, gelartige grüne Einschlüsse, grüngrau, rotbraun, grauviolett	Rotliegendes, Melaphyr
-25,0 m	Ton, vertonter Melaphyr, steif bis halbfest, teils rotbraun, teils wäbzig-weißgrün	"
-26,5 m	Ton bis Tonstein, lagig Schluff, rotbraun, steif bis halbfest, sandige und mehr grüngraue Lagen eingeschaltet	Rotliegendes
-27,0 m	Schluff- bis Feinsandstein, grüngrau, halbfest, oben rotbraun	"
-28,2 m	Sandstein, graugrün, halbfest bis fest, feldspatreich	"
-28,4 m	Schluff bis Feinsand, halbfest, graugrün, glimmer- und feldspatreich	"
-28,6 m	Ton- bis Schluffstein, rotbraun, halbfest	"
-28,8 m	Schluff bis Feinsand(stein), halbfest, graugrün, lagig rotbraun	"
-30,0 m	Ton- bis Schluffstein, rotbraun, unten sandig und graugrün, halbfest	"

Brg. U 1340

R 3481280, H 55 53937; 99,63 m über NN; 1979

- 2,8 m	Sand, Steine, Ziegelreste	Auffüllung
- 4,0 m	Fein- bis Grobsand, rötlichbraun, schwach schluffig, bunte Gerölle bis 10 cm Ø	Niederterrasse
- 6,0 m	Mittelsand bis Feinkies, hellbraun, bunte Gerölle bis 15 cm Ø	"
-10,7 m	Ton, dunkelgrüngrau, schluffig, steif	Mittl. Rupelton
-11,0 m	wie vor, dunkelgrau	"
-13,4 m	Mergelton, hellgrüngrau, teilweise stark schluffig, steif	Unt. Rupelton
-13,7 m	Ton, dunkelgrau, sandig, steif, Pyrit, Quarzgerölle bis 5 mm Ø	"
-14,6 m	Mergelton, graugrün, bläulichgrün, steif, stark schluffig-sandig	"
-15,0 m	Mergel, gelblichweiß, halbfest, bröckelig	Meereskalk
-16,0 m	Schluff und Feinsand, graugrün, bläulich, gelbgrau, steif bis halbfest, Quarzgerölle bis 5 mm Ø	"
-16,7 m	Feinsand, grüngrau, rötlich, schluffig, tonig, mittelsandig, steif bis halbfest	"
-17,7 m	Melaphyr, zersetzt, gebleicht, weißlich-graugrün, blaßgrün, lagig braunrot, teils halbfest, teils hart	Rotliegendes, Melaphyr
-18,0 m	Sand, fein- bis mittelkörnig, graugrün, braunrot, meist bröckelig, halbfest (Nachfall?)	"
-20,5 m	Melaphyr, zersetzt und gebleicht, halbfest bis fest, gesprenkelt, graugrün, braun- und violettrot	"
-21,0 m	wie vor, halbfest, Farben wie vor	"
-22,5 m	wie vor, braunrot, schluffig,	"
-22,7 m	Melaphyr, graugrün, braunrot, hart, glitzernd	"
-23,8 m	Melaphyr, gebleicht, graugrün, braunrot gesprenkelt	"
-24,0 m	Brekzie aus Melaphyrbruchstücken, hart, graugrün, blaßgrün, braunrot	"
-25,5 m	Sandstein/Arkose, halbfest, bröckelig, glimmerreich, blaßgrün und braunrot	Rotliegendes
-26,0 m	Sandstein, mittelkörnig, mürbe-halbfest (sieht aus wie Granit), grüngrau, Körner gut sichtbar	"

- 27,5 m Tonstein/Schieferton, steif bis halbfest, braunrot, violettbraun, braungrün, glimmerreich ”
- 28,0 m Fein- bis Mittelsand, braunrot, bröckelig, schluffig-tonig ”
- 28,7 m Schluff(stein), tonig, feinsandig, glimmerreich, feinblättrig, graugrün, grau- und rotbraun, halbfest–bröckelig–schieferig ”
- 29,5 m Sand(stein), fein- bis grobkörnig, Körner bis 4 mm Ø, lagig meist schluffig-tonig gebunden, graugrün, gelblich, braunrot, halbfest ”
- 30,0 m wie vor, feinkörnig, stärker bindig, graugrün und rotbraun gebändert ”

Brg. KB 1

R 3480800, H 5553757; 98,46 m über NN; 1971

- 2,2 m Steine, Schluff, Sand Auffüllung
- 2,7 m Grobsand-Feinkies, rötlichbraun, schwach schluffig, kalkfrei, bunte Main-gerölle bis 6 cm Ø Niederterrasse
- 3,0 m Mittel- bis Grobsand, rötlichbraun, schwach schluffig, kalkfrei ”
- 3,2 m Fein- bis Mittelsand, hellbraun, locker, wenig schluffige Partien, kalkfrei ”
- 3,4 m Mittel- bis Grobsand, braun, kaum schluffig, kalkfrei, bunte Maingerölle bis 10 cm Ø ”
- 5,3 m wie vor, locker, Gerölle und Blöcke bis 15 cm Ø ”
- 11,2 m Schluff, dunkelgrüngrau, mergelig, steif, feine helle Kalkschlufflagen Rupelton
- 15,6 m Mergel, grüngrau, schluffig, steif, unten etwas feinsandig, Glaukonit ”
- 16,2 m Schluff, grüngrau, mergelig, steif, feinschuppig, dunkle Bänderung ”
- 17,2 m Kalkmergel, weißgrün, halbfest, oben blaß-blaugrün, mit Quarzkörnern bis einige mm Ø Meereskalk
- 17,9 m Kalkstein, weißgrün, hart, mit eingebackenen heterogenen Kalksteinfragmenten und Quarzkörnern, Pyrit ”
- 19,3 m Kalkmergel, weißgrün, halbfest, feine Quarzgeröllchen eingebacken, bis 6 mm Ø ”
- 19,7 m Mergel, blaß-blaugrün, steif bis halbfest, kleine weiße Kalkknöllchen ”
- 20,0 m Feinsand, blaß-blaugrün, grüngrau, tonig, schluffig, flaserig, kalkfrei ”
- 20,8 m Mergel, blaß-blaugrün, steif bis halbfest, kreidige Kalkkonkretionen ”
- 20,9 m Feinsand, blaßblaugrün, tonig, kalkfrei ”
- 21,1 m Fein- bis Grobsand, wie vor ”
- 21,2 m Mergel, blaßblaugrün, halbfest, feine Sandkörner und Kalksteinbruchstücke ”
- 21,4 m Kalkstein, weißlichgrün, fest, teilweise mergelig, mit Quarzkörnern bis 6 mm Ø ”
- 21,9 m Fein- bis Mittelsand, blaß-blaugrün, steif, schwach kalkhaltig, mit feinkörnigen Sandsteinbröckchen ”
- 22,2 m Ton und Sand, grünbraun, graugrün, steif bis halbfest, kalkfrei, leicht braunrot gefleckt, unten mit knolligem schmutzigweißem Kalkstein ”
- 22,5 m Mittel- bis Grobsand, hellgrün, tonig, steif, mit Kalksteinknollen ”
- 22,7 m Kalkstein, hellgrau, feinkristallin, splittrig, knollige Umrisse, feine Kalcitbeläge, in Kavernen Mergelton, halbfest; teilweise rötlich gefleckt ”
- 22,8 m Schluff, weißgrün, grünbraun, tonig, sandig, halbfest ”
- 23,7 m Mittel- bis Grobsand, hellgraugrün, tonig, halbfest, kalkfrei; darin knolliger Kalkstein, gelblichgrau, feinkristallin, zuckerkörnig, splittrig, Quarzgerölle bis 7 mm Ø ”
- 24,0 m Schluff bis Feinsand, graugrün, gelbbraun, braunrot, kalkfrei, steif bis halbfest; unten Kalkstein Rotliegendes, stark zersetzt und zerbohrt
- 24,2 m Mittelsand bis Feinkies, hellgraugrün, tonig, halbfest, kalkfrei, glimmerreich; Quarzbruchstück von 6 mm Kantenlänge ”
- 25,8 m Fein- bis Mittelsand, blaßgrün, glimmerreich, halbfest, tonig, kalkfrei ”

- 26,2 m Grobsand bis Feinkies, hellgraugrün, halbfest, Quarzbruchstücke bis 1 cm Kantenzlänge; kalkfrei "
- 26,8 m Schluff, blaßgrün, braunrot gefleckt, halbfest, feinsandig, kalkfrei "
- 28,6 m Fein- bis Mittelsand, hellgrüngrau, bräunlich gefleckt, weißgrün, tonig, halbfest, kalkfrei, bis 27,4 m stark kalkhaltig; 28,3–28,4 m Grobsand, kalkfrei, mit dunklem Glimmer. "
- 31,8 m Mittel- bis Grobsand, hellgrau-grün, weißgrün, braunrote Flecken, tonig-schluffig, kalkfrei, mit dunklem Glimmer "

Brg. KB 1 a

R 3480825, H 5553739; 97,99 m über NN; 1971

- 2,0 m Sand, Schluff, Kies Auffüllung
- 2,4 m Mittel- bis Grobsand, rotbraun, kiesig, bunte Gerölle bis 5 cm Ø Niederterrasse
- 4,7 m Grobsand bis Feinkies, gelbbraun, grobe bunte Gerölle bis 15 cm Ø "
- 7,5 m Schluff, graugrün, mergelig, steif, feinschuppig Rupelton
- 7,8 m Tonmergel, bläulich-hellgrau, schluffig, feinsandig, steif "
- 10,1 m Schluff, grüngrau, mergelig, 8,8–8,1 m kalkfrei; feinsandig, pyritreich "
- 12,8 m Ton, grüngrau, mergelig, steif, schluffig, feinsandig, pyritreich, unten mittelsandig "
- 16,8 m Kalkmergel, weißgrün, halbfest, mit Kalksteinknollen (Konkretionen), einzelne Quarzkörner von mehreren mm Ø Meereskalk
- 19,0 m Ton, blaßblaugrün, weißliche und rostbraune Schlieren, kalkhaltig, steif bis halbfest "
- 19,3 m Fein- bis Mittelsand, grüngrau, blaßblaugrün, halbfest, tonig; bei 19,2 m feine Lage von Mittel- bis Grobsand, grüngrau, schwach tonig verbacken, darunter Kalkmergellage, weißgrau "
- 19,4 m Ton, blaugrün, feinsandig, halbfest, kalkfrei, darin knolliger Kalkstein, bräunlich-weißgrau, hart "
- 20,0 m Kalkstein, gelblich-grüngrau, grobstückig, hart, dazwischen Ton, blaugrün, halbfest, und Kalkmergel, weißgrau, mit Quarzkörnern bis 2 mm Ø "

Brg. KB 41

R 3480831, H 5553728; 99,77 m über NN; 1977

- 3,9 m Sand, Kies, Ziegelreste, Steine Auffüllung
- 6,5 m Kies, braun, sandig, steinig, bunte Gerölle Niederterrasse
- 12,5 m Ton, dunkelgrüngrau, mergelig, schluffig, lagenweise weißlich-grüngrau, Unt. Rupelton steif
- 12,9 m Mergel, hellgrau, schluffig, steif "
- 16,0 m Mergelkalk, grünlichweiß, schluffig, halbfest Meereskalk
- 18,2 m Ton, bläulich-graugrün, unten violettrot und gelbbraun geflammt, schluffig, feinsandig, steif bis halbfest "
- 18,5 m wie vor, darin Mergelkalk, weiß, halbfest "
- 18,6 m Mergelton, bläulichgrün, unten Pyritknollen "
- 19,0 m Feinsand, weißgrau-grüngrau, schluffig, tonig "
- 19,2 m Mergelkalk, wie vor "
- 19,5 m Mergelton, bläulichgrün, unten Pyritknauern "
- 19,9 m Feinsand, graugrün, schluffig, mit Kalksteinknollen "
- 20,0 m Mergel, hellgrüngrau, schluffig, halbfest, mit Kalksteinknollen "

Brg. B 11 z

R 3480846, H 5553674; 105,2 m über NN; 1979

- 4,6 m Kies, Schluff, Ziegelreste Auffüllung
- 6,9 m Sand, schluffig, kiesig, steinig "
- 7,4 m Schluff, braun, sandig, kiesig "

– 8,0 m	Schluff, dunkelbraun, stark sandig, steif	Auenlehm
– 9,5 m	Sand, hellbraun, mit Geröllen	Niederterrasse
– 12,8 m	Grobkies, Sand, braun, grobe bunte Gerölle	„
– 13,4 m	Ton, graubraun, schluffig, steif bis halbfest	Unt. Rupelton
– 14,1 m	Kalkmergel, hellgrau, halbfest, mit knolligem Kalkstein	Meereskalk
– 14,6 m	Mergelstein, weißgrau, hart	„
– 15,8 m	Kalkmergel, hellgrau, sandig, halbfest	„
– 16,0 m	Mergelstein, hellgrau, grünlich, hart	„
– 17,0 m	Ton, graugrün, rot gefleckt, halbfest	„
– 18,4 m	Feinsand, hellgrau, schluffig	„
– 19,6 m	Ton, rotbraun, grün gefleckt, stark schluffig, halbfest	Rotliegendes,
– 21,5 m	Ton, hellgrau, grün und rot marmoriert, schluffig, halbfest	Melaphyrzersatz

Brg. U 1329

R 3480867, H 55 53619; 104,96 m über NN; 1979

– 8,0 m	Sand, Kies, Schluff, Gesteinsreste	Auffüllung
– 8,8 m	Kies, bunte Gerölle bis 7 cm Ø, sandig, schluffig verbacken, dunkelrotbraun	Niederterrasse
– 9,6 m	Fein- bis Grobsand, braun, fein- bis mittelkiesig, locker bis mitteldicht	„
– 11,0 m	Mittelsand bis Mittelkies, blaß-hellbraun, mitteldicht, bunte Gerölle bis 10 cm Ø	„
– 11,7 m	Fein- bis Grobsand, blaß-hellbraun, mitteldicht, Gerölle bis 7 cm Ø	„
– 12,4 m	Ton, blaugrau, grünbraun, violettrot gebändert, steif	Meereskalk
– 12,6 m	wie vor, meist dunkelbraunrot	„
– 12,9 m	wie vor, grünbraun, blaugrau, schmutzig-weiß	„
– 13,0 m	Schluff, gelbbraun, steif bis bröckelig	„
– 13,1 m	wie vor, hellgrüngrau, halbfest	„
– 13,2 m	Ton, graugrün, steif, unten feinsandig	„
– 13,5 m	Feinsand, schluffig, steif, dunkelgrau, viel Pyrit	„
– 13,7 m	Feinsand, schluffig, tonig, graugrün	„
– 13,8 m	wie vor, grüngrau, hellgrau, mürbe-bröckelig	„
– 14,0 m	Feinsand, stark tonig-schluffig, körnig, graugrün, gelbbraun, steif bis halbfest	„
– 14,2 m	Probe fehlt	„
– 16,6 m	Schluff, graugrün, lagig rotbraun, steif bis halbfest, meist tonig	Rotliegendes Melaphyr, zer- setzt
– 18,0 m	wie vor, meist rotbraun	„
– 24,1 m	Melaphyr, halbfest, meist fest, grüngrau, rotbraun, braungrün, teilweise vertikal geklüftet, grüner Belag, unten mürbe, stückig zerfallend	„
– 24,2 m	Schluff, tonig, rotbraun, lagig feinsandig, mit Glimmer auf Schichtflächen	Rotliegendes
– 24,8 m	Schluff – bis Feinsandstein, graugrün – braunrot, halbfest bis fest, vertikal geklüftet, mit braungrünem Belag	„
– 24,9 m	Ton bis Tonstein, braunrot, feinsandig, halbfest	„
– 25,9 m	Schluff- bis Feinsandstein, rotbraun, vertikale Kluft mit graugrüner Verfärbung des Gesteins (7–8 mm tief), Glimmergehalt auf Schichtflächen	„
– 26,5 m	Sandstein, grüngrau, braunrot, halbfest bis fest, fein- bis mittelkörnig	„
– 27,1 m	Tonstein, braunrot, lagig feinsandig, halbfest bis fest	„
– 27,6 m	Schluffstein bis Feinsandstein, rotbraun, fest, glimmerhaltig	„
– 28,3 m	Sandstein, feldspatreich, fest, mittelkörnig, graugrün, rotbraun	„
– 28,6 m	Tonstein, schluffig, feinsandig, halbfest, rotbraun	„
– 28,7 m	Sandstein wie vor, grüngrau, mittelkörnig	„
– 28,8 m	wie vor, violettrot und rotbraun	„
– 29,7 m	Schluffstein, tonig, feinsandig, rotbraun, fest, an diagonaler Kluft graugrün verfärbt, Harnisch	„
– 30,0 m	Sandstein, grüngrau, fein- bis mittelkörnig, fest, mit dunklem Glimmer	„

Auf Taf. 1 sind die beschriebenen Bohrungen in zwei sich kreuzenden Profilen in ihrem geologischen Zusammenhang dargestellt.

Die verwitterte Oberfläche rotliegender Gesteine, entweder Sedimente wie Tonstein, Schluffstein, Sandstein oder Melaphyr, bildet in allen Fällen die Unterlage des Meereskalkes.

In den Bohrungen Kaiser-Friedrich-Quelle, am Bad Vilbeler Niederberg, im Waldschacht sowie zwischen Erlenbruch und Vatterstraße bilden Sedimente das Liegende, am Ratsweg zumeist Melaphyr.

Der Meereskalk ist zwischen wenige Dezimeter (Niederberg) und rund 12 m (Kaiser-Friedrich-Quelle III) mächtig. Während in allen vier Bohrungen der Kaiser-Friedrich-Quelle kaum eine vertikale Gliederung erkennbar ist, läßt sich am Ratsweg ein beträchtlicher Gesteinswechsel im Meereskalk sowohl in der Vertikalen als auch Horizontalen beobachten. Am Erlenbruch und E der Kreuzung Hanauer Landstraße/Ratsweg macht weißer Kalkstein nur einen bescheidenen Anteil der Profile zwischen Schluff- und Sandlagen aus, so daß der Begriff „Meereskalk“ hier kaum berechtigt erscheint und besser von „Meeressand“ zu sprechen wäre. In den anderen Profilen ist der Sand- und Schluffanteil ganz unbedeutend, jedoch liegt an der Basis zumeist Sand. Er zeigt graue, graugrüne oder rötliche Färbung und ist teils kalkfrei, teils kalkhaltig oder enthält Kalknauern. Über den basalen Sanden folgen Schluff, Ton oder Mergel von weißer, grauer, grünlichgelber oder bunter Färbung und in steifer oder halbfester Konsistenz, vielfach auch fester Ton-, Mergel- und Kalkstein mit gelbgrauen bis kreidigweißen, selten bläulichen Farbtönen, örtlich mit eingelagerten Sandlinsen. Örtlich kommen blaugrüner Ton oder Mergel als Einschaltung vor. Nahezu durchgehend sind Konkretionen von Siderit und Pyrit vorhanden, ebenso Reste von Melaphyr, Schluffstein, Feinsandstein und Arkose, Calcit aus Spaltenfüllungen und karneolisierte Algenkalkstein, die der Rotliegendunterlage entstammen. Der Meereskalk im engeren Sinne ist ein grauweißer bis kreidigweißer Mergel- oder Kalkstein. Seine Hauptbestandteile sind (G. HENTSCHEL) Calcit, Kaolinit, daneben Dolomit und Siderit, Nebenbestandteile sind Quarz, Feldspat, Glimmer und Pyrit. Kennzeichnend ist der schon von TECKLENBURG u. a. beobachtete „eingebackene“ Quarz. Es sind kanten- bis gut gerundete Körner von meist 1–3, jedoch auch bis zu 10 mm Ø. Die Körner sind farblos-glasig oder weiß, grau, zartrosa, blaßviolett oder blaßziegelrot gefärbt und tragen zuweilen eine rotbraune Patina. Neben Quarz sind oft Pyritkonkretionen in den Kalk „eingebacken“, rundliche oder nierenförmige Aggregate bis 20 mm Ø.

Das Hangende des Meereskalkes ist in allen bearbeiteten Profilen Rupelton. Dieser wurde in der Brg. Kaiser-Friedrich-Quelle I und im Waldschacht nicht gegliedert. Am Niederberg fand SPANDEL Oberen Rupelton, doch stellt SPIEGLER (1965: 461) dort die basalen Tone zum tiefsten Rupelton, dem „Rupel 1“. Dieser Befund entspricht dem aller hier behandelten Bohrprofile. In diesen liegt auf dem Meereskalk immer der Untere Rupelton, so auch in Brg. Kaiser-Friedrich-Quelle II, untersucht von VOLK 1956.

Die untersten 1–5 m dieses Unteren Rupeltones sind sandreich und sehr leicht zu schlämmen. Wie im unterlagernden Meereskalk kommen Kalkknauern mit eingelagerten Quarzkörnern vor, Glaukonit tritt hier erstmals gehäuft auf.

Der höhere Teil des Unteren Rupeltones, noch einmal 2–5 m mächtig, ist viel sandärmer, feinblättrig und schwer schlämmbar.

Die Grenze zum Mittleren Rupelton liegt 3–8 m über der Hangendgrenze des Meereskalkes. Mit nur 8 m zeigt der Untere Rupelton im bearbeiteten Gebiet eine vergleichsweise geringe Mächtigkeit.

3. Fossilführung

Bis auf unbestimmbare Schalentrümmern wurden im Meereskalk der untersuchten Bohrungen keine Makrofossilien gefunden.

Im Vilbeler Waldschacht kamen, als Steinkerne und Hohlformen, nach BOETTGER (1869: 16) vor:

Natica nysti D'ORB.
Pleurotoma duchasteli NYST
Pleurotoma sp. aff. *selysi* DE KON.
Pleurotoma sp. aff. *scabra* PHIL.
Pleurotoma ssp.
Tornatella globosa BEYRICH
Turbo sp.
Corbula subpisum D'ORB.
Cytherea crenata SANDB.
Cardita omaliana NYST
Cardium sp. aff. *tenuisulcatum* NYST
Cardium sp.
Arca decussata NYST
Leda deshayesiana DUCH.
Septifer denticulatus LAMARCK
Pecten ssp.
Cytherea sp.
Dentalium sp.
Cidaris sp.

Die genannte Fauna läßt die enge Bindung des Meereskalkes von Bad Vilbel an den hangenden Rupelton erkennen.

Dies gilt auch für die Mikrofauna, die in den Mergel- und Kalksteinen der untersuchten Profile vorkommt, während die stärker sandigen Profilanteile und die kalkfreien Tonlagen fossilfrei sind.

Im Meereskalk i.e.S. fanden sich (in der Reihenfolge der Häufigkeit):

Spiroplectammina carinata carinata (D'ORB.)
Cibicides dutemplei (D'ORB.)
Cyclammina placenta placenta (REUSS)
Globulina gibba D'ORB.
Karrieriella chilostoma (REUSS)
Ammobaculites humboldti (REUSS)
Gyroidina girardana (REUSS)

Nahe der Grenze zum Unteren Rupelton kamen vereinzelt vor:

Guttulina problema D'ORB.
Spiroplectammina deperdita (D'ORB.).
Ammodiscus incertus (D'ORB.)
Uvigerina tenuistriata (REUSS)
Sphaeroidina bulloides D'ORB.

Es handelt sich demnach um solche Arten, die für den folgenden Rupelton kennzeichnend sind, nur sind sie im Rupelton sehr viel häufiger. – Weder diese Mikro- noch die von BOETTGER bestimmte Makrofauna im Waldschacht lassen es geboten erscheinen, den Meereskalk als ein selbständiges Schichtglied biostratigraphisch vom Unteren Rupelton abzutrennen. Zumindest nach dem derzeit verfügbaren Material ist es plausibler, in ihm eine basale Sonderausbildung des Unteren Rupeltons zu sehen.

Am Niederberg beginnt der Rupelton mit roten Tonen, die nach SPANDEL (1909: 67, Original-Fossilliste; s. Kap. 2) enthielten:

„*Dentalina retrorsa*
Uvigerina tenuistriata
Rotalia soldanii
Anomalina weinkauffi
Haplophragmium deforme
 aff. *Rhizammina algaeformis*
Bolivina sp.
 Schwammnadeln.“

In den Bohrungen der Kaiser-Friedrich-Quelle (Brg. II untersucht von VOLK 1956) und in den auf Taf. 1 dargestellten Profilen beginnt der Untere Rupelton mit sandigen Tonen bis Schluff mit folgender Mikrofauna

häufig bis massenhaft: *Spiroplectammina carinata carinata* (D'ORB.).
Cibicides dutemplei (D'ORB.)
Ammobaculites humboldti (REUSS)
Karriella chilostoma (REUSS)
 seltener: *Ammodiscus incertus* (D'ORB.)
Cyclammina placenta placenta (REUSS)
Globulina gibba D'ORB.
Sphaeroidina bulloides D'ORB.
Pullenia bulloides (D'ORB.)
Alabamina perlata (ANDREAE) u. a.

In dem darüber folgenden sandärmeren Ton (Kap. 2) sind enthalten:

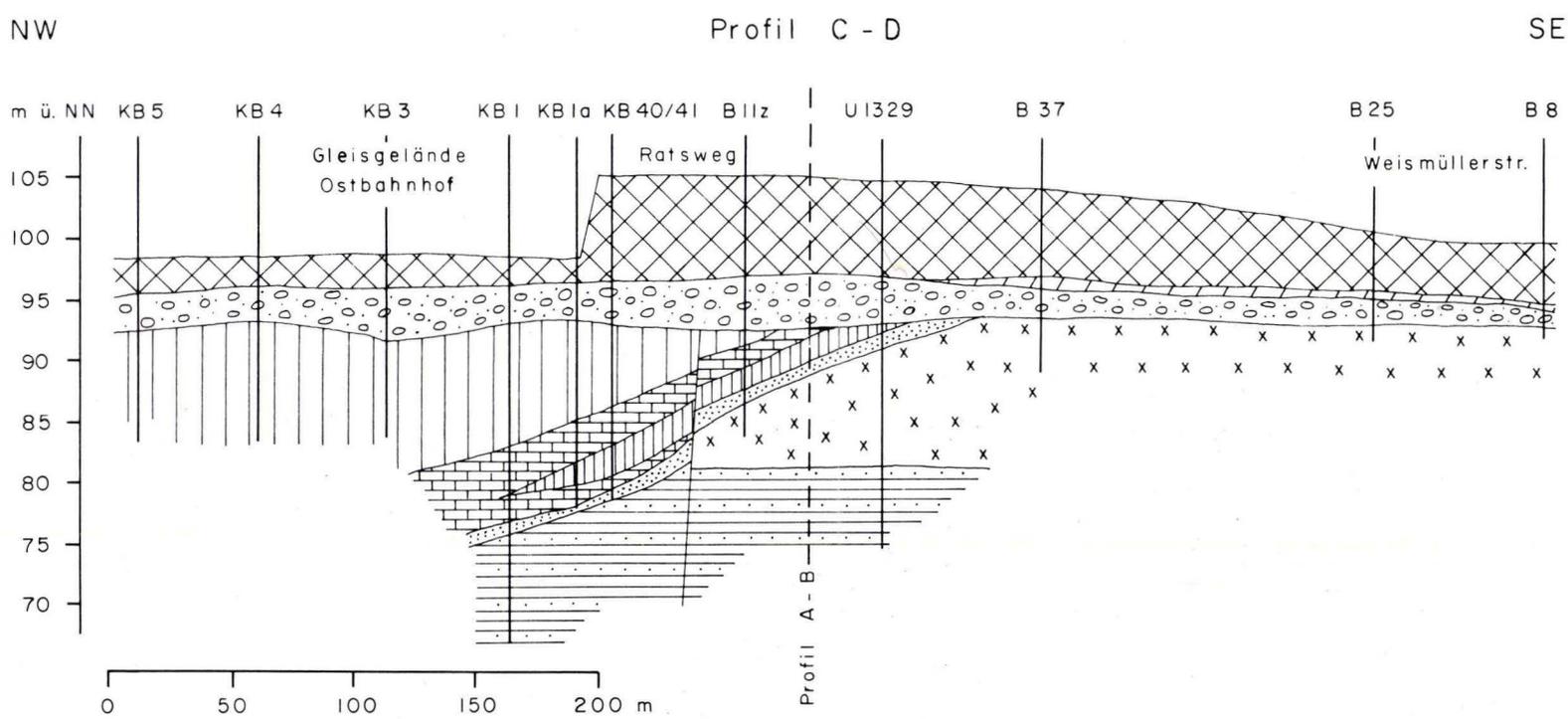
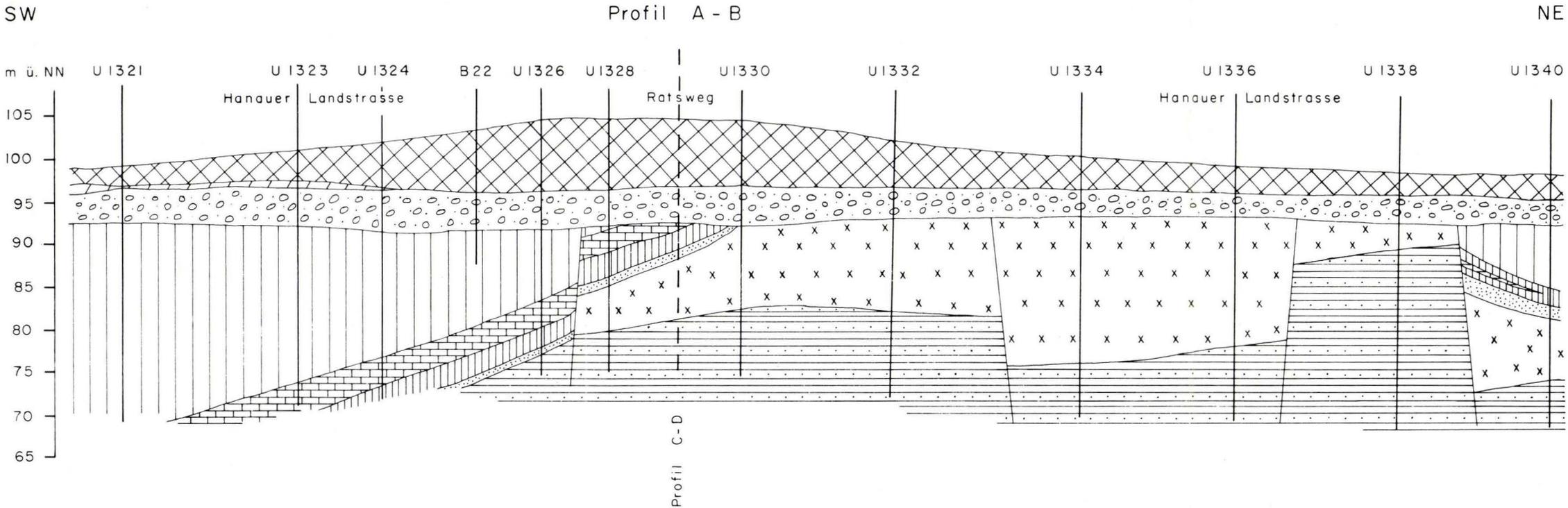
häufig: *Rhabdammina annulata* ANDREAE
Spiroplectammina carinata carinata (D'ORB.)
Spiroplectammina deperdita (D'ORB.)
Cyclammina placenta placenta (REUSS)
Cyclammina placenta exigua (SCHRODT)
Bolivina beyrichi REUSS
Gyroidina girardana (REUSS)
 selten: *Karriella chilostoma* (REUSS)
Ammodiscus incertus (D'ORB.)
Globulina gibba D'ORB. u. a.

ferner: Fischreste
Seeigelstacheln.

Über dem Unteren Rupelton folgt der Mittlere Rupelton in Fischschieferfazies; er ist nicht mehr Gegenstand dieser Untersuchung.

4. Schriftenverzeichnis

- BOETTGER, O. (1869): Beitrag zur palaeontologischen und geologischen Kenntniss der Tertiärformation in Hessen- – 33 S., 2 Taf.; Offenbach a. M.
– (1873): Kurze Notizen. – Ber. Offenbacher Ver. Naturkde., **13**: 69–72; Offenbach a. M.
- CREDNER, H. (1886): Über den Skelettrest, welcher in dem von Herrn Tecklenburg vorgelegten Rothliegend-Bohrkern aus dem Bohrloch von Offenbach enthalten ist. – Z. dt. geol. Ges., **38**: 696–697; Berlin.
- GOLWER, A. (1968): Paläogeographie des Hanauer Beckens im Oligozän und Miozän. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **96**: 157–184, 8 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.
- KINKELIN, F. (1885): Senkungen im Gebiet des Untermainthales unterhalb Frankfurts und des Unterniedthales. – Ber. senckenb. naturforsch. Ges., **1885**: 235–258, 4 Abb.; Frankfurt a. M.
– (1886): Zur Geologie der unteren Wetterau und des unteren Mainthales. – Jb. nass. Ver. Naturkde., **39**: 55–69; Wiesbaden (Niedner).
– (1892): Die Tertiär- und Diluvialbildungen des Untermainthales., der Wetterau und des Südbanges des Taunus. – Abh. geol. Spec.-Kt. Preuß. thür. Staat., (IX) **4**: 1–302, 12 Abb., 2 Kt.; Berlin.
- KÜMMERLE, E. (1978): Die Tertiärschichten im Stadtgebiet von Frankfurt am Main. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F. **60**: 207–212, 1 Tab.; Stuttgart.
- MICHEL, F., WENZ, W., & ZÖLLER, A. (1930): Geologische Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Bl. Frankfurt/Main-Ost- Offenbach, mit Erl., 88 S., 2 Taf.; Berlin.
- NÖRING, F. (1955): Offene stratigraphische Fragen des Rotliegenden von Südwesthessen. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **83**: 157–166; Wiesbaden.
- PETERSEN, T. (1888): Über die neue alkalische Mineralquelle zu Offenbach a. Main. – Jber. phys. Ver. Frankfurt a. M. **1888**: 1–8; Offenbach a. M.
- REINACH, A. v. (1892): Das Rothliegende in der Wetterau und sein Anschluß an das Saar-Nahegebiet. – Abh. kgl. preuß. geol. L.-Anst., N.F., **8**: 1–34, 6 Abb., 1 Kt.; Berlin.
- SPANDEL, E. (1909): Der Rupelton des Mainzer Beckens, seine Abteilungen und deren Foraminiferenfauna, sowie einige weitere geologisch-paläontologischen Mitteilungen über das Mainzer Becken. – Ber. Offenbacher Ver. Naturkde., **43–50**: 57–230, 2 Taf.; Offenbach a. M.
- SPIEGLER, D. (1965): Biostratigraphie des Rupels auf Grund von Foraminiferen im nördlichen Deutschland. – Geol. Jb., **82**: 447–486, 2 Abb.; 2 Tab., 5 Taf.; Hannover.
- TECKLENBURG, T. (1886): Bemerkung zum Rotliegenden in Offenbach. – Z. dt. geol. Ges., **1886**: 681; Berlin.
– (1889): Handbuch der Tiefbohrkunde. III. Das Diamantbohrsystem. – 153 S., 35 Abb., 30 Taf.; Berlin.
- VOLK, C. (1956): Die Foraminiferen des Rupeltons des Mainzer Beckens. – Diss., 180 S.; Frankfurt a. M.



- | | | | |
|--|-----------------------------|----------------------|-----------|
| | Kies, Steine, Sand, Schluff | künstl. Aufschüttung | } Quartär |
| | Sand, Schluff, Lehm | Hochflutlehm | |
| | Sand, Kies | Niederterrasse | |
| | Ton, Schluff | Rupelton | } Tertiär |
| | Kalkstein, Mergelstein | } Meereskalk | |
| | Ton, Schluff | | |
| | Sand | } Rotliegendes | |
| | Melaphyr | | |
| | Ton-, Schluff-, Sandstein | | |

Die plio-pleistozänen Deckschichten im Steinbruch Mainz-Weisenau

Von

ARNO SEMMEL*

Kurzfassung: Der Aufbau und die Zusammensetzung der Deckschichten über den miozänen Kalken im Steinbruch Mainz-Weisenau (Bl. 6015 Mainz) wird beschrieben. Es lassen sich drei verschiedene alte Sedimente unterscheiden: Über weißen, kalkfreien pliozänen Sanden liegen gelblich-graue, kalkhaltige Sande, die als endpliozäne Ablagerungen gedeutet werden. Diesen „Älteren Weisenauer Sanden“ sind graue, kalkhaltige Sande angelagert. Sie sind altpleistozänen Alters und werden als „Jüngere Weisenauer Sande“ bezeichnet.

Abstract: The stratigraphy and the composition of the covering layers above the Miocene limestones in the quarry of Mainz-Weisenau are described. Three sediments of different age can be distinguished: above white, carbonatefree Pliocene sands there are yellowish-grey, carbonate-containing sands, which are interpreted as Late-Pliocene deposits. Attached to these „Older Weisenau Sands“ (Ältere Weisenauer Sande) there occur grey, carbonate-containing sands. These are of Early-Pleistocene age, and are called „Younger Weisenau Sands“ (Jüngere Weisenauer Sande).

Inhaltsverzeichnis

1. Vorbemerkung	219
2. Die geologisch-morphologische Situation der engeren Umgebung	220
3. Die Deckschichtenfolge im Steinbruch südlich der Autobahn	223
4. Rekonstruktion des Formungsverlaufs und stratigraphische Überlegungen	231
5. Schriftenverzeichnis	233

1. Vorbemerkung

Der Abbau miozäner Kalke durch das Werk Weisenau der Portland-Zementwerke Heidelberg hat in den letzten Jahren südlich der Autobahn A 60 zwischen den Anschlußstellen Mainz-Großberg und Mainz-Weisenau (Abb. 1) eine Folge von Deckschichten freigelegt, die nach den bisherigen Befunden einen Übergangsbereich zwischen dem Pliozän und dem Pleistozän repräsentieren. Hier wird insbesondere der Aufbau der Deckschichten beschrieben. Die molluskenführenden Sedimente wurden von F. GEISSERT eingehender untersucht, die Ergebnisse sind in dem Beitrag „Die Molluskenführung der plio-pleistozänen Deckschichten im Steinbruch Mainz-Weisenau“ dargelegt (dieses Jahrbuch, S. 75–92). Sämtliche

* Prof. Dr. A. SEMMEL, Institut für Physische Geographie der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Senckenberganlage 36, 6000 Frankfurt a. M.

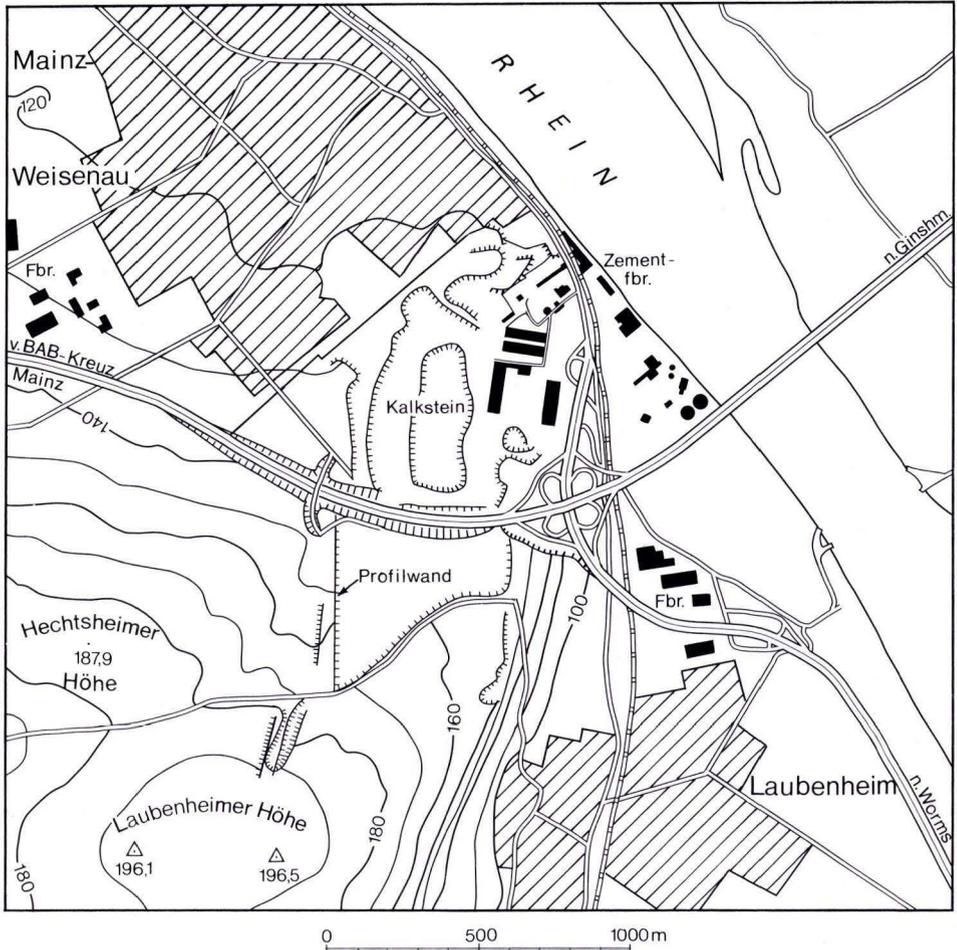


Abb. 1. Lageskizze des Steinbruchs der Portland-Zementwerke Heidelberg in Mainz-Weisenau.

Arbeiten fanden im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms „Vertikalbewegungen und ihre Ursachen am Beispiel des Rheinischen Schildes“ statt.

2. Die geologisch-morphologische Situation der engeren Umgebung

Der Steinbruch liegt am Nordhang eines Plateaus, dessen höchste Teile knapp 190 m über NN überschreiten (Laubenheimer Höhe, Hechtsheimer Höhe). Nach Norden fällt das Gelände allmählich auf eine Verflachung ab, die zwischen 120 und 130 m über NN liegt und von einem Industriegebiet sowie Teilen des Stadtteils Mainz-Weisenau bedeckt ist. Nach Osten erfolgt dagegen ein steiler Abfall bis auf eine Verflachung um 85 m über NN mit dem Stadtteil Mainz-Laubenheim. Im

Tab. 1. Schwermineralzusammensetzung in der SW-Ecke des Steinbruchs Mainz-Weisenau (Profil 1)

Fraktion 0.06 - 0.2 mm; die Schwermineralzahlen bedeuten % pro 200 Stück ausgezählter Minerale.
Analytiker Dipl.-Geogr. G. FRIED.

In dem Bereich zwischen 5.5 und 20.3 m unter Flur sind außerdem 12 weitere Proben entnommen worden, die zu 100% nur opake Minerale enthalten. Der Kalkgehalt setzt bei 20,8 m ein (Obergrenze des Tonhorizontes Nr. 3, Abb. 2).

Entnahme- tiefe m	Gewicht %	Opak	Anatas	Apatit	Pyroxen	Disthen	Epidot/ Zoisit	Granat	qr. Hbl.	br. Hbl.	Rutil	Staura- lith	Titanit	Turmalin	Zirkon
1.7 - 2.0	0.8	49		2	2	1	34	37	12		+	5	1	4	2
2.5 - 3.4	2.1	94			6		33	20	+			5	5	27	3
4.0 - 5.5	0.6	77				2	40	32	4		+	9	2	7	3
5.9 - 7.5	0.6	64		1		3	54	30	7		+	3		2	+
8.5 - 10.0	0.8	54				1	31	48	3		1	5	1	6	4
11.2 - 12.0	0.5	65					53	19	3		5	7	1	9	3
13.2 - 14.6	0.7	83				1	56	21	2		4	4		11	1
15.8 - 17.2	0.7	88		3	10	2	48	24	5		+	2	1	4	1
18.0 - 19.5	0.8	56			3		45	15	6		5	6	2	12	7
19.5 - 20.0	2.5	97					52	21		2	5	5	3	8	4
20.0 - 20.3	1.8	98					56	27	5		6	4		2	
20.3 - 20.8	0.2	97	+				4	2	3		1	16		73	4
20.8 - 21.5	0.2	86			2			4		4		20	2	58	10
22.5 - 23.2	0.2	72	7		+		3	2	3		2	13		64	6
23.5 - 25.0	0.2	67	2				5	4	2			20		63	4
25.0 - 26.5	0.1	73	3				3	8	4		4	24		47	7

letzten Fall steht wohl außer Zweifel, daß es sich um die obere Niederterrasse des Rheins handelt [t₍₆₎-Terrasse i. S. von SEMMEL 1969: 74 ff. und SCHEER 1978: 281 ff.]. KANDLER (1970: 17 ff.) bezeichnet diese Terrasse als T 1/T 2. Für die erstgenannte Verflachung zwischen 120 und 130 m über NN dagegen steht m. E. nach den Untersuchungen von KANDLER (1970: 31 ff.) fest, daß diese im Süden und Südwesten von Mainz eine Terrasse des Mains darstellt [t₍₃₎ i. S. von SEMMEL 1969: 66 ff.; 1974: 20 f.]. In zahlreichen Aufschlüssen lassen sich auch heute noch immer wieder im Stadtgebiet von Mainz Reste dieser rostfarbig verwitterten, völlig kalkfreien Sedimente finden, die auf grauen, kalkhaltigen Sanden liegen, die wohl dem „Grauen Mosbach III“ i. S. von BRÜNING (1974: 62 ff.) entsprechen, dem „Mittleren Mosbach“ oder „eigentlichen Mosbacher Sand“ (WAGNER 1950: 179) der älteren Autoren. Unter diesem liegt wieder kalkfreier grober Mainkies, das „Untere Mosbach“. An manchen Stellen, hierauf macht bereits KANDLER (1970: insbesondere 57) aufmerksam, wird dieser grobe Schotter wieder von grauen, kalkhaltigen Sanden unterlagert. Solche Lagerungsverhältnisse liegen z. B. im Straßeneinschnitt nach Bretzenheim westlich der Mainzer Universität vor (südlich der Straße Mainz-Finthen).

Diese Situation ist indessen im Weisenauer Steinbruch nicht gegeben und auch nicht in dessen nördlicher Umgebung. Obwohl von der Höhenlage her die gleiche Terrasse und der mit ihr verbundene differenzierte Untergrund zu erwarten wären, liegt im Steinbruch unmittelbar nördlich der Autobahn über dem miozänen Kalkstein stets ein grauer, kalkhaltiger Sand, der große Ähnlichkeit mit dem „eigentlichen Mosbach“ besitzt, tatsächlich jedoch – wie sich aus dem Profil

Tab. 2. Schwermineralzusammensetzung verschiedener fluvialer Sedimente in der Umgebung von Mainz

Die Zuordnung der verschiedenen Sedimente erfolgte nach makroskopischen Merkmalen (nähere Angaben u.a. bei KANDLER 1970). Die Schwermineralanalyse erlaubt in der Regel eine Trennung der Weisenauer Sande von den anderen Sedimenten, vor allem aufgrund des hohen Epidot-Zoisit-Gehaltes. Eine sichere Zuordnung von Einzelproben ist jedoch nicht möglich.

	Gewicht %	Opak	Apatit	Pyroxen	Disthen	Epidot/ Zoisit	Granat	gr.Hbl.	br.Hbl.	Rutil	Staurolith	Titanit	Turmalin	Zirkon
Jüngere Weisenauer Sande (Steinbruch Mainz-Weisenau)	0.2	46	12	9		49	8	5			6		4	7
	0.4	35		5	2	54	19	9		1	3		4	3
	0.8	41			1	64	18	7		1	3	1	5	
	0.9	52	1	1	1	53	24	1		2	7	3	3	4
	0.5	42	2			47	34	8		1	3		2	3
Mittleres Mosbach (Dyckerhoff-Steinbruch Amöneburg)	4.7	30	4	6		18	26	37	*		6		1	2
	5.5	25	3	8		12	37	29		+	7	+	+	3
	3.7	25	5	3		20	18	46			3		4	1
Unteres Mosbach (Dyckerhoff-Steinbruch Amöneburg)	2.5	55				1	48	43		1	2		2	2
	3.2	77		1	1	38	14	1		1	7		14	23
	3.2	70	5	+	1	50	26	10		1	1		2	4
Straßeneinschn. westl. Univ. Mainz R 344474; H 553963														
	Mittl. Mosbach	1.7	45	3	5		33	28	25		1	4		1
	Unteres Mosbach	1.3	33	1	2	1	28	50	9		1	5		2
	Jüngere Weisenauer Sande	0.3	41	6	8	1	45	20	10		1	3		3
Straßeneinschn. südöstl. Bahnhof Mz.-Gonzenheim R 344474; H 553963														
	Mittl. Mosbach	2.0	27	7	2	+	19	17	44	+		3	1	5
	Unteres Mosbach	3.0	26	1	2		20	29	45		1		+	1
	Jüngere Weisenauer Sande	3.5	27	3	3	+	37	31	16		+	4	+	3
t ⁽³⁾ -Terrasse in Mz.-Weisenau R 344928; H 553882	2.7	35	1	+	1	17	63	11		1	3		1	2

südlich der Autobahn ableiten läßt – älter sein muß. In den weiter nördlich gelegenen, heute aufgelassenen Steinbrüchen konnte LEPSIUS (1883: 108) in ca. 120 m über NN graue, geröllhaltige Quarzsande beobachten, die mächtige rote Buntsandsteine (z. B. 0,8 × 0,5 m) und pleistozäne Schnecken enthielten. Die nur noch ca. 2,50 m mächtigen Sande entsprechen wohl den Sanden, die WITTICH (1900: 39 f.) in grobere untere Schotter, mittleren feinen, grauen Sand mit viel Konchylien und oberen Schotter unterteilt, und deren Fossilführung er als weitgehend übereinstimmend mit der Mosbacher Schneckenfauna ansieht. STEUER (1910: 49) betont ebenfalls das Vorkommen der Mosbacher Konchylienfauna in typisch grauen Rheinsanden über den Kalksteinen in diesen alten Steinbrüchen. Er weist außerdem auf die groben Geschiebe von Spessartbuntsandstein und kindskopfgröße Lyditgerölle aus dem Fichtelgebirge hin, die der Main hier bei der Einmündung in den Rhein abgelagert hätte. Diese Ablagerungen seien wahrscheinlich als tiefster Teil der „Mosbacher Stufe“, des „groben (unteren) Mosbach“ anzusehen. Irritierend ist die Angabe von STEUER, daß die Sedimente bei 130 m über NN lägen. M. E. kann in diesem Gebiet allenfalls eine Höhe von 120 m über NN erreicht worden sein. Diese Höhenlage (als Basis) wird auch heute im Mainzer Stadtgebiet und seiner Umgebung von den groben Schottern eingehalten,

die faziell dem „Unteren Mosbach“ vergleichbar sind. Auch WAGNER (1931: 183) führt im Zusammenhang mit einem Fund von *Elephas trogontherii*, den er, der stratigraphischen Einstufung von SCHMIDTGEN folgend, dem „mittleren Teil der Mosbacher Sande“ zuordnet, Schotter in 120 m über NN bei Weisenau an.

Die heute in den nördlich und südlich der Autobahn liegenden Steinbrüchen aufgeschlossenen Sande können den Mosbacher Sanden nach allen bisher ermittelten Befunden nicht entsprechen. Die Basis dieser Sande liegt bei 130 m über NN, die Konchylienfauna ist nicht mit der der Mosbacher Sande identisch (vgl. Beitrag GEISSERT), die Paläomagnetik der Mosbacher Sande zeichnet sich durch normale Werte aus, während die Schluff- und Tonlagen in den heute zugänglichen Sanden beiderseits der Autobahn im Steinbruch Weisenau nur reverse Orientierung zeigen. Die Messungen wurden von K. FROMM, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, ausgeführt. Für die Mosbacher Sande im Dyckerhoff-Steinbruch liegen außerdem entsprechende Ergebnisse von BOENIGK (1978: 109) vor. Weiterhin unterscheiden sich die heute zugänglichen Sande in Weisenau durch ihre Schwermineralführung von den Mosbacher Sanden, sie besitzen eine deutlich höhere Epidot-Zoisit-Komponente (vgl. Tab. 1 und 2). Schließlich fehlen Lydite und sehr große Buntsandsteinblöcke in den „Weisenauer Sanden“. Jedoch kann dieser Unterschied faziell durch unterschiedliche Stromstrichführung bedingt sein. Gleichwohl läßt der gegenwärtige Kenntnisstand nur folgende Deutung zu:

Die heute unmittelbar südlich und nördlich der Autobahn im Steinbruch Weisenau aufgeschlossenen grauen, kalkhaltigen Sande, die als „Weisenauer Sande“ bezeichnet werden, sind älter als die „Mosbacher Sande“. Sie werden von diesen angeschnitten. Bisher ist es nicht gelungen, den Verlauf der Grenze, also die alte Uferlinie zwischen beiden Sedimenten, festzulegen. Nur in den erwähnten Aufschlüssen im Universitätsbereich ist wahrscheinlich unter den Mosbacher Sanden stellenweise ein wenige Dezimeter mächtiger Rest von Weisenauer Sanden erhalten geblieben, die vermutlich tektonisch abgesenkt wurden. Die Mosbacher Sande sind später vor der Akkumulation der jüngeren $t_{(3)}$ -Terrasse im Niveau von ca. 125 m über NN großenteils ausgeräumt worden. Auf dieses Niveau ist der relativ flache Nordhang eingestellt, in dem der Steinbruch südlich der Autobahn liegt. Dieser Hang kulminiert in der Laubenheimer Höhe (196,5 m über NN) bzw. Hechtsheimer Höhe (188 m über NN). Der Verlauf der Dellensysteme, die den Hang vor allem im Steinbruchsgelände gliedern, ist durch Dolinen beeinflusst, die teilweise mit mehrere Meter mächtigem Ackerkolluvium aufgefüllt sind.

3. Die Deckschichtenfolge im Steinbruch südlich der Autobahn

Die miozänen Kalksteine fallen im Steinbruch südlich der Autobahn schwach nach Nordwesten ein. Bei etwa 130 m über NN beginnt die Deckschichtenfolge. Sie ist seit 1979 an der Nord-Südwand im Westen freigelegt (südliches Ende bei R 344997; H 553676, TK 25, Bl. 6015 Mainz). Eine schematische Darstellung gibt Abb. 2. Die größte Mächtigkeit erreichen die Deckschichten in der Südwestecke des Aufschlusses.

S

N

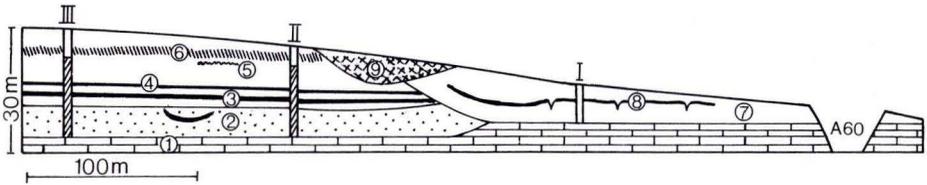


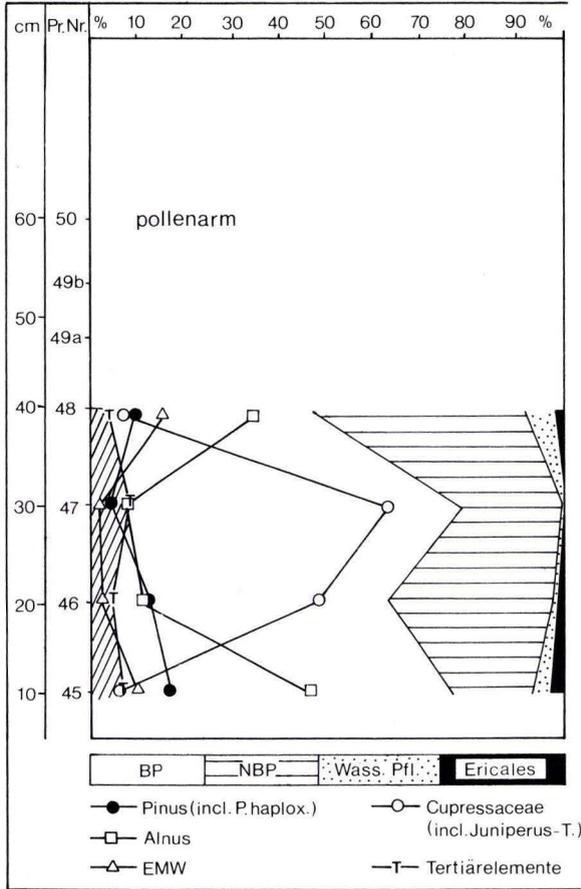
Abb. 2. Schematische Darstellung der westlichen Aufschlußwand des Steinbruchs der Portland-Zementwerke Heidelberg in Mainz-Weisenau (Stand Sommer 1981).

- 1 = miozäner Kalkstein
- 2 = weißer pliozäner Sand mit Tonlinsen
- 3 = stark humose Tonlage (Pollenführung vgl. Tab. 3)
- 4 = humose Tonlage in den älteren Weisenauer Sanden
- 5 = molluskenführende Schicht in den älteren Weisenauer Sanden
- 6 = Braunlehm
- 7 = jüngere Weisenauer Sande
- 8 = humose Tonlage in den jüngeren Weisenauer Sanden
(mollusken- und pollenführend, mit postsedimentären Eiskeilpseudomorphosen)
- 9 = mit Lößlehm aufgefüllte Delle, enthält drei fossile B_1 -Horizonte (revers magnetisiert)
- I, II und III = Paläomagnet. Profile (schraffiert = normal, weiß = revers)

Dort folgt über den Kalksteinen eine Geröllstreu, die überwiegend aus kantigen, teilweise auch gut kantengerundeten Quarzen besteht, deren Durchmesser 5 cm nicht überschreitet. Wenige graue, kantengerundete Quarzite sind im Durchschnitt größer, es dominieren Durchmesser von 3–8 cm. Außerdem kommen polierte 1–2 cm starke Quarzite und Kieselschiefer sowie außen gebleichte Buntsandsteine mit maximal 10 cm \varnothing vor. Lydite und Radiolarienhornsteine wurden nicht gefunden. Diese Geröllstreu ist die Basis eines ca. 10 m mächtigen weißgrauen Fein- und Mittelsandes, der sehr gut geschichtet ist, stellenweise schöne Kreuzschichtung zeigt und von Quarzitkiesschnüren durchsetzt wird. Im oberen Drittel ist häufiger eine Fältelung der Schichten zu beobachten. Diese Erscheinung muß wohl als hydrostatischer Stauchungseffekt gedeutet werden, der auch ohne Einwirkung von Kryoturbationen eingetreten sein kann. KOWALCZYK (1974: insbesondere Abb. 9) beschreibt ähnliche Erscheinungen aus dem Pliozän und Altquartär der südlichen Niederrheinischen Bucht. Die Fältelungen werden von ungestörten Sandschichten überlagert.

Die Sande sind kalkfrei. Ihre Schwermineralführung ist überwiegend durch Maxima in den stabilen Mineralen (Turmalin über 60%, Tab. 1) gekennzeichnet. Epidot, Granat oder grüne Hornblende sind in der Regel mit jeweils weniger als 5% vertreten. Bemerkenswert ist ferner der immer vorhandene Staurolithanteil.

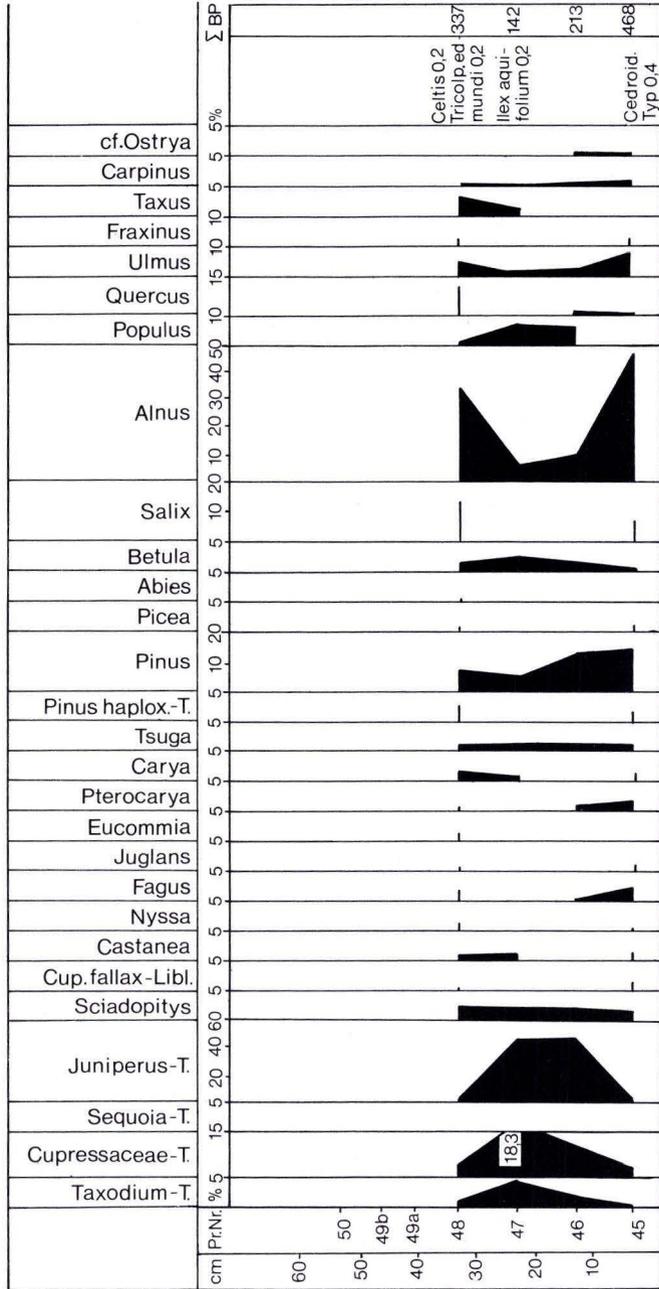
Zwei Rinnenfüllungen von maximal 1 m mächtigen dunkelgrauen Tonen, die in den Sanden liegen, zeichnen sich durch das Vorherrschen von Quarz aus. Von den Feldspäten ist nur Orthoklas vertreten. Bei den Tonmineralen dominiert Kaolinit. Außerdem kommen Illit und Wechsellagerungsminerale (Montmorillonit-Illit) vor. Pollen wurden nicht gefunden. Häufig waren Abdrücke von Eichenblättern zu beobachten. Die Tone zeigen normale magnetische Remanenzrichtung.



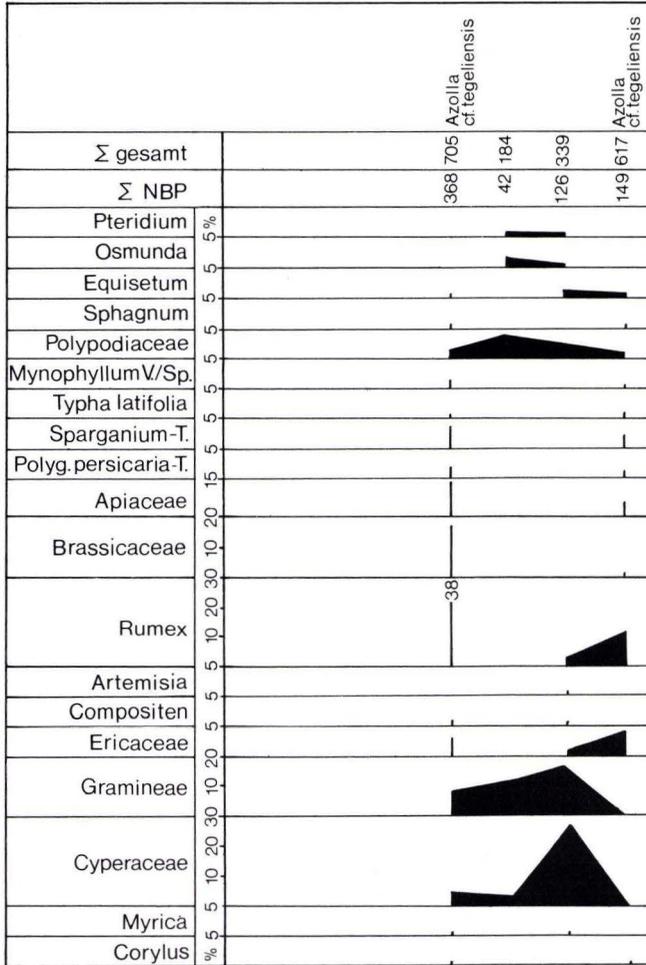
Tab. 3a. Pollenführung des Tonhorizontes an das Basis der älteren Weisenauer Sande (3 auf Abb. 2)
Analytikerin: Dr. G. HERTER

Die beschriebenen Eigenschaften der Sande und der ihnen eingeschalteten Tone entsprechen denen anderer pliozäner Sande im Rhein-Main-Gebiet (z. B. KÜMMERLE 1969: 49 ff.; SEMMEL 1972: 63; PLASS et al. 1977: 183 ff.) wie auch im südlichen Oberrheingraben (BARTZ 1976: 138 ff.). In der Literatur (u. a. BARTZ 1950: 213 ff.; FALKE 1960: 77) werden diese Ablagerungen als „Arvernensis-Schotter“ bezeichnet. Aus ihnen stammen wahrscheinlich entsprechende Fossilreste. KLÄHN (1931: 297 f.) betont allerdings, daß die genaue Lage der von ihm bearbeiteten Zähne von *Mastodon arvernensis* aus dem Weisenauer Steinbruch nicht bekannt ist.

Die weißen Sande sind stellenweise rostig, in ihren höchsten Teilen rötlich verfärbt, ohne daß sich die mineralogische Zusammensetzung ändert. Sie werden überlagert von einem grauen, kalkfreien, schluffigen Ton, der 1,5–2 m Mächtig-



Tab. 3b. Pollenführung des Tonhorizontes an das Basis der älteren Weisenauer Sande (3 auf Abb. 2)
 Analytikerin: Dr. G. HERTER



Tab. 3c. Pollenführung des Tonhorizontes an das Basis der älteren Weisenauer Sande (3 auf Abb. 2)
Analytikerin: Dr. G. HERTER

keit besitzt. Er unterscheidet sich schwermineralogisch nicht wesentlich von den pliozänen Sanden (Tab. 1). Pflanzliche Reste wurden nicht gefunden.

Auf diesem Ton liegt ein 10–50 cm starker toniger Horizont mit an manchen Stellen autochthonen Wurzelresten. Der Bereich zwischen 10 und 40 cm ist stark pollenführend. Aufgrund der in Tab. 3 wiedergegebenen Zusammensetzung könnte eine Einstufung in das „Tegelen A“ i. S. von ZAGWIJN (u. a. 1974: 84 ff.) vorgenommen werden, denn es kommen *Fagus* und *Azolla tegeliensis* vor und ein bemerkenswert hoher Nichtbaumpollen-Anteil. Andererseits sind mit *Taxodium*, *Sequoia*, *Sciadopitys* und *Nyssa* auch Taxa vertreten, die laut ZAGWIJN (1974: 84)

nur noch im Reuver, jedoch nicht mehr im Tegelen vorkommen, eine Einstufung in das jüngste Reuver ist deshalb naheliegend.

Unmittelbar über dem Torf liegt ein humoser Ton von 10 cm Mächtigkeit, der kalkhaltig ist und zahlreiche Mollusken enthält, die GEISSERT (S. 77–88) als eindeutig pliozän einstuft. Dieser Mergel unterscheidet sich sonst mineralogisch von den liegenden Tonen nicht wesentlich, wenn man davon absieht, daß der Anteil der opaken Minerale 99,8% (!) beträgt, im liegenden Ton dagegen nur 64%. Die tonmineralogische Zusammensetzung bleibt ebenfalls ähnlich. Gegenüber dem Ton in den pliozänen, weißen Sanden tritt der Kaolinitanteil zurück, es dominieren Montmorillonit und Illit. Die Magnetisierung ist nach wie vor normal.

Über der Molluskenschicht liegt ein grauer, \pm 50 cm mächtiger Mergel, der mit einem humosen Horizont abschließt. Aus letzterem konnten keine Pollen gewonnen werden.

Der humose Horizont, eine frühere Anmoorbildung, wird von einer ca. 8 m starken Sedimentabfolge überlagert, in der gelbbraune Schluffschichten mit glimmerreichen sandigeren Partien wechseln. Die Mächtigkeit beträgt jeweils 10–30 cm. Der gesamte Komplex ist kalkhaltig, die sandigeren Teile sind in der Regel zu Kalksandsteinen verfestigt. Auch hier der opake Anteil bei den Schwermineralen manchmal sehr hoch (bis 95%), gleichwohl tritt bereits an der Basis des Schichtpakets eine deutliche Änderung dadurch ein, daß statt der Dominanz von stabilen Komponenten nunmehr ein Maximum bei Epidot/Zoisit auftritt (meist >30%, manchmal >50%). Diese Mineralführung ist anscheinend typisch für viele Sedimente des älteren Pleistozäns im Rhein-Main-Gebiet und am oberen Mittelrhein (SEMMEL 1974: 15; 1977: 389). Die Magnetisierung bleibt normal.

Diesem Schichtpaket schließt sich nach oben eine ca. 6 m starke Folge an, in der Lagen von grauem, rotstreifigem, glimmerhaltigem Feinsand wechseln mit gelblichem Schluff und grauem Mittel- bis Grobsand. Über den Schlufflagen haben sich meistens plattige Kalkbänke gebildet, stellenweise kommen auch kugelige Kalkkonkretionen bis 10 cm \varnothing vor. Mineralogische Zusammensetzung und Magnetisierung ändern sich gegenüber dem Liegenden nicht. Das Schichtpaket wird zum Hangenden abgeschlossen von einer ca. 40 cm starken Bank aus Kalksandstein; oberhalb von ihr liegen tonige Substrate.

Diese insgesamt ca. 4 m mächtige tonige Abfolge beginnt mit 2 m grauem, tonigem Lehm, der schichtig ist und mit dünnen Lagen von rostfarbigem Feinsand wechselt. Das Substrat ist mit Kalkkonkretionen durchsetzt. Nach oben schließt sich ein ca. 1 m starker sepiabrauner, lehmiger Ton an, der ein plattiges Gefüge hat und kalkfrei ist. Er geht in einen ca. 40 cm mächtigen, kräftig ockerbraunen, lehmigen Ton über, der ebenfalls kalkfrei ist und von mehreren Zentimeter breiten, schräg und horizontal verlaufenden Spalten durchzogen wird, die mit grauem, kalkhaltigem Feinsand gefüllt sind. Der Sand gehört zum Hangenden der Abfolge, das aus 40–90 cm mächtigem grauem, kalkhaltigem Feinsand mit zahlreichen Kalkkonkretionen besteht.

Der ockerbraune Ton zeichnet sich durch einen Tonmineralgehalt aus, der sich von dem der liegenden Sedimente qualitativ nicht unterscheidet. Etwa zu gleichen

Teilen kommen Illit, Kaolinit und etwas Montmorillonit/Vermiculit vor. Ähnliche Profile aus Rheinhessen sind von PLASS et al. (1977) beschrieben worden.

Den Abschluß des Profils bildet eine teilweise mehr als 2 m starke äolische Folge, bestehend aus $\pm 1,20$ m grünlichgrauem Sandlöß und typischem gelbbraunem Löß, der einen Schwarzerderest trägt.

Die schwermineralogische Zusammensetzung ändert sich in dem gesamten Komplex gegenüber dem Liegenden erst im typischen Löß, wo Epidot/Zoisit zugunsten von Augit und brauner Hornblende abnimmt. Ein markanter Wechsel setzt jedoch in der magnetischen Polarisierung ein. Die in der tonigen Abfolge gemessenen Werte sind sämtlich revers.

Der braune und ockerbraune, lehmige Ton ist als intensive Bodenbildung zu deuten, die in der Umgebung von Mainz wiederholt erbohrt bzw. aufgeschlossen werden konnte. Besonders gute Profile waren im Neubaugebiet im Nordosten von Mainz-Drais aufgeschlossen, vor allem nördlich des Sportplatzes. Dort ist in der Regel sogar ein kräftig rot gefärbter (5 YR 5/6) Boden entwickelt, der über gelblichgrauen Schluffen und Sanden liegt, die denen im Liegenden des tonigen Komplexes im Aufschluß Weisenau gleichen. Ähnliche Ablagerungen sind in den aufgelassenen Sandgruben südlich Finthen gegenwärtig aufgeschlossen. Wahrscheinlich entsprechen diese Sedimente den von STEUER (1906: 30) beschriebenen Sanden am „Finthener Rondell“, von FALKE (1960: 78) als „Finthener Sande“ bezeichnet.

Die hangenden Schichten werden im oben beschriebenen Weisenauer Profil von einem Dellensystem gekappt, das in Richtung NE entwässert. Sein Verlauf wird – wie schon betont – durch Dolinen beeinflußt. Die Absenkungen und die damit verbundenen Auffüllungen scheinen insgesamt aber geringer gewesen zu sein als die Hangabtragung, so daß bei dem nach Westen (in Richtung Dellenzentrum) fortschreitenden Abbau nicht mit einer Zunahme der Deckschichtenmächtigkeit zu rechnen ist. Trotzdem haben sich in Dellenhanglage ältere Lößlehme erhalten. Sie setzen etwa 150 m nördlich der Straße Hechtsheim-Laubenheim ein und fallen nach NW in Richtung des Dolinenzentrums ein. Sie enthalten drei fossile pseudovergleyte Parabraunerden, deren oberste vom Osthang der Delle gekappt wird. Die B_t -Horizonte zeigen in ihren tieferen Teilen die häufig zu findende Segregation in braune tonige und graue schluffige „Lamellen“.

Etwa 200 m südlich der Autobahn ändert sich die Schichtenabfolge im Steinbruch Weisenau. Hier steigt die Pliozänbasis stark an und wird in 5 m Höhe von einer Diskordanz geschnitten, über der kalkhaltige Sedimente liegen. Im Bereich des alten pliozänen Ufers ist es in den aquitanen Kalken und Mergeln zu Rutschungen, teilweise mit Faltenbildungen, gekommen. Die über der erwähnten Diskordanz liegenden kalkhaltigen Sedimente sind graue, schluffige Sande, die nach oben in schluffige Mergel übergehen. In Richtung N wird die Abfolge allmählich sandiger. Ca. 150 m südlich der Autobahn dominieren graue, kalkhaltige Fein- und Mittelsande, die sehr gut geschichtet sind und sich makroskopisch nicht von den Mosbacher Sanden unterscheiden. Häufige Kreuzschichtung ist ebenso zu beobachten wie stellenweise Fältelung. Außerdem kommen auch Lagen von Schluffgeröllen vor, den „Frostgeröllen“ BRÜNINGS (1974: 63) aus den

Mosbacher Sanden vergleichbar. Es fehlen allerdings die „buntsandsteinfarbenen“ kiesigeren Einschaltungen, die im rechts-rheinischen Dyckerhoff-Steinbruch häufiger zu finden sind. Hingegen kommen in Weisenau massive Versinterungen vor, die in den Mosbacher Sanden selten sind.

An der Basis dieser grauen Sande liegen über den miozänen Kalken Gerölle, deren Zusammensetzung sich durch das häufigere Vorkommen von groben, roten Buntsandsteinen gegenüber der basalen Geröllstreu unter den pliozänen Sanden unterscheidet. Allerdings konnten keine typischen Driftblöcke gefunden werden. Maximale Durchmesser erreichen 15 cm. Solche größeren Gerölle trifft man hauptsächlich in den Trichtern flacher Dolinen an. Nur nördlich der Autobahn wurden zwei schwach kantengerundete Buntsandsteinblöcke gefunden, die 30 cm Kantenlänge hatten. Ansonsten dominieren Quarze, die teilweise gut gerundet sind. Daneben kommen graue Quarzite vor und paläozoische Sandsteine. Es fehlen Schiefer und Lydite. Doch darf nicht außer acht gelassen werden, daß hier nur eine Randfazies vorliegt.

Die grauen, kalkhaltigen Sande werden ca. 10 m stark. Im S sind sie wegen der geringeren Abtragung mächtiger. Hier durchzieht sie eine 10–20 cm starke humose Tonlage, deren Pollenführung durch das Vorherrschen von *Pinus* gekennzeichnet ist (68%). Außerdem kommen als Baumpollen noch *Betula* (29%), *Salix* (2%) und *Alnus* (1%) vor (Tab. 4). Im Gegensatz zu den oben beschriebenen Tonlagen enthält dieser Ton noch Plagioklase und als Tonminerale hauptsächlich Montmorillonit und Vermiculit, daneben Illit und Kaolinit. Der Molluskengehalt (vgl. Beitrag GEISSERT) unterscheidet sich von dem des über dem Torfhorizont liegenden Mergels zwar ebenfalls, jedoch hat er nicht so „kühlen Charakter“ daß er als periglazial bezeichnet werden könnte. Der Polleninhalte dieser Tonlage verweist auf wesentlich kältere Klimabedingungen. Erwähnenswert ist, daß diese Tonlage von Spalten durchzogen wird, die 10–15 cm breit sind und bis zu 2 m tief in den liegenden Sand hineinreichen. Sie werden von rostfarbigem Sand ausgefüllt, der ursprünglich über der Tonlage gelegen haben muß, dann aber erodiert wurde. Die Spalten sind polygonal verbunden und m. E. als Eiskeilpseudomorphosen zu deuten.

Über der Tonlage liegt wieder grauer Sand, der im südlichen Teil mit gelblichgrauen schluffigen Lagen wechselt. Schwermineralogisch ergeben sich keine signifikanten Abweichungen im Vergleich zu den oben beschriebenen Sanden. Paläomagnetisch ist indessen durchgehend reverse Remanenz festzustellen.

Direkt südlich der Autobahn wurden in den basalen Lagen der Sande Mollusken gefunden, die eindeutig pleistozän sind (vgl. Beitrag GEISSERT). Hier werden die Sande von einem heute noch ca. 4 m mächtigen Ton- und Schluffpaket überlagert, das durch Dellen zerschnitten ist, die wiederum weitgehend mit Löß und Sandlöß mit dem Eltviller Tuff ausgefüllt sind.

Für das Verständnis der Gesamtsituation ist wesentlich, daß die Diskordanz, die die pliozänen Sande kappt, zweifelsfrei die im südlichen Teil der Profilwand liegenden Tonhorizonte schneidet. Bisher ließ sich nicht mit Sicherheit klären, wie die Diskordanz im Hangenden dieses Horizontes verläuft. Mit großer Wahrschein-

Tab. 4. Pollenführung der humosen Tonlage in den jüngeren Weisenauer Sanden (8 auf Abb. 2)
Analytikerin: Dr. I. BORGER

<u>Baumpollen</u>		<u>Nichtbaumpollen</u> (Anteil 144%)	
<i>Pinus</i>	68%	<i>Cyper.</i>	32%
<i>Betula</i>	29%	<i>Wildgram.</i>	27%
<i>Salix</i>	2%	<i>Farnnackts sporen</i>	8%
<i>Alnus</i>	1%	<i>Artemisia</i>	3%
		<i>Helianth.</i>	3%
		<i>Myrioph.</i>	19%
		<i>Varia</i>	9%

lichkeit liegt sie unter der tonigen Folge mit dem fossilen, ockerbraunen Boden im S der Profilwand. Der tonige Horizont mit den Eiskeilen steigt parallel zur Diskordanz an mit allen Übergängen vom Anmoor zum Naßgley und Gley. Auch er läßt sich nicht sicher im Hangenden verfolgen, zumal dieser Bereich durch Rutschungen nach W in Richtung Dolinenzentrum gestört ist. Neben diesen Störungen bleibt zu beachten, daß die gesamte Sedimentfolge von Verwerfungen durchsetzt wird, die großenteils E-W streichen und eine Absenkung nach N anzeigen.

Die gesamte Abfolge wird als „Weisenauer Sande“ bezeichnet, die durch die beschriebene Diskordanz in „ältere“ (im S aufgeschlossene) und „jüngere“ (im N aufgeschlossene) gegliedert werden können.

4. Rekonstruktion des Formungsverlaufs und stratigraphische Überlegungen

Aufgrund des vorstehend beschriebenen Deckschichtenaufbaus läßt sich folgende geomorphologische Entwicklung im Steinbruchsbereich ableiten:

In die miozänen Kalksteine schnitt sich ein pliozäner Fluß ein, der anschließend, wohl aus tektonischen Gründen, sein Tal überwiegend mit Sanden auffüllte. Die chemische Verwitterungsintensität muß zu dieser Zeit relativ hoch gewesen sein, denn sonst wäre nicht verständlich, weshalb fast ausschließlich verwitterungsstabile Komponenten in den Sedimenten vertreten sind. Darauf deutet auch die mineralogische Zusammensetzung der Tone hin, die in Altlaufgräben abgesetzt wurden. Ohne daß Anzeichen für eine Erosionsdiskordanz zu erkennen wären, ändert sich dann die Zusammensetzung der Tone. Sie werden kalkhaltig, und verhältnismäßig schnell stellt sich eine Schwermineralgesellschaft ein, in der in- oder weniger stabile Komponenten dominieren.

Äußert sich hierin primär eine Änderung des Einzugsgebietes, ein Klimawechsel oder beides? Am wahrscheinlichsten erscheint es mir, in diesem Vorgang die

Auswirkungen eines Klimawechsels zu sehen, denn Einzugsgebiete mit den entsprechenden instabilen Mineralgesellschaften haben Rhein und Main auch im jüngeren Tertiär besessen. Die Änderung in der Schwermineralführung ist außerdem unabhängig davon sowohl in den Rhein- als auch in den Mainsedimenten nachzuweisen. Ähnliche Veränderungen zeigen in Mitteleuropa fluviatile Sedimente häufig im Übergang Tertiär/Quartär an, z. B. im Moseltal (NEGEN-DANK 1978: 63 ff.). Insofern meine ich der Interpretation von BOENIGK (zuletzt 1982: 174) nicht folgen zu sollen, der vor allem eine Änderung des Einzugsgebietes als Ursache des Wechsels in der Schwermineralführung sieht. Andererseits gibt es keinen Zweifel, daß die „älteren Weisenauer Sande“ den von BOENIGK beschriebenen „Horremer Schichten“ aus dem Niederrheingebiet sehr ähnlich sind. Die von BOENIGK (1982: 172 f.) vorgenommene Parallelisierung mit den von GEISSERT (1972) untersuchten Rheinsedimenten aus dem nördlichen Elsaß ist naheliegend. Stratigraphisch und faziell gehört hierher wohl auch die von MÜNZING (1981) aus dem Rastatter Gebiet bekanntgemachte Molluskenfauna.

Stratigraphisch sind diese kalkhaltigen Rheinsedimente nach den oben angeführten Autoren ins Endpliozän einzuordnen. Im wesentlichen wird dabei die stratigraphische Stellung der Molluskenfauna berücksichtigt (vgl. Beitrag GEISSERT). Auch die Pollenführung des unteren Tonhorizontes in den älteren Weisenauer Sanden spricht mehr für eine Einordnung in das Reuver als in das Tegelen (freundl. Hinweis von Herrn Dr. ZAGWIJN). Die normale Magnetisierung steht dem gleichfalls nicht entgegen. Geomorphologisch wäre es naheliegend, in dem Einsetzen kalkhaltiger Sedimente den Ausdruck klimatischer Veränderungen zu sehen und diese Sedimente bereits dem Prätegelen und somit dem Pleistozän zuzuordnen.

Die Sedimentation der „älteren Weisenauer Sande“ erreichte eine Mächtigkeit von mindestens 12 m. Danach schnitt sich der Fluß wieder um mindestens 20 m ein. Die Ursachen dafür und in welcher Zeit dies geschah, sind nicht bekannt. Die anschließend beginnende Sedimentation der „jüngeren Weisenauer Sande“ erreichte mindestens 30 m. Der gleiche Betrag ist aufgrund von Bohrungsergebnissen auch für das Gebiet der Hechtsheimer Höhe anzunehmen. Es fällt schwer, hierin die Auswirkung von nichttektonischen Ursachen sehen zu sollen. Die Aufschüttung wurde zweimal, wahrscheinlich sogar öfter, unterbrochen, so daß sich Böden entwickeln konnten. Eiskeilpseudomorphosen zeigen an, daß während der Ablagerung der „jüngeren Weisenauer Sande“ zeitweise Kaltklima herrschte. Molluskenfauna und Pollenführung weisen ebenfalls auf pleistozäne Klimabedingungen. Nicht zuletzt darf als Beweis für pleistozänes Alter auch die reverse Magnetisierung der Sedimente angeführt werden, die in die Matuyama-Periode (2,43–0,69 M.Y.) einzuordnen ist.

Danksagung:

Den an den Untersuchungen beteiligten, im Text angeführten Damen und Herren gilt mein herzlichster Dank, ebenfalls der Betriebsleitung des Werkes Mainz-Weisenau der Portland-Zementwerke Heidelberg sowie den Herren Dr. GAWLIK und Dr. WINTER. Für vielseitige Hilfe habe ich auch Herrn Prof. Dr. SONNE, Geol. Landesamt Rheinland-Pfalz, zu danken.

5. Schriftenverzeichnis

- BARTZ, J. (1950): Das Jungpliozän im nördlichen Rheinhessen. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI) **1**: 201–243; Wiesbaden.
- (1976): Quartär und Jungtertiär im Raum Rastatt. – Jb. geol. L.-Amt Bad. Württ., **18**: 121–178; Freiburg i. Br.
- BOENIGK, W. (1978): Zur petrographischen Gliederung der Mosbacher Sande im Dyckerhoff-Steinbruch, Wiesbaden/Hess.-Mz. naturwiss.-Arch., **16**: 91–126; Mainz.
- (1982): Der Einfluß des Rheingraben-Systems auf die Flußgeschichte des Rheins. Z. Geomorph., N.F., Suppl.-Bd. **42**: 167–175; Berlin-Stuttgart.
- BRÜNING, H. (1974): Das Quartär-Profil im Dyckerhoff-Steinbruch Wiesbaden/Hessen. – Rhein-Main-Forsch., **78**: 57–81; Frankfurt a. M.
- FALKE, H. (1960): Rheinhessen und die Umgebung von Mainz. – Samml. geol. Führ., **38**: 156 S., Berlin.
- GEISSERT, F. (1972): Neue Untersuchungen im Pliozän der Hagenauer Umgebung (nördliches Elsaß). – Mz. naturwiss. Arch., **11**: 191–221; Mainz.
- KANDLER, O. (1970): Untersuchungen zur quartären Entwicklung des Rheintales zwischen Mainz und Bingen/Rüdesheim. Mz. geogr. Stud., **3**: 92 S.; Mainz.
- KLÄHN, H. (1931): Rheinisches Pliozän, besonders Unterpliozän im Rahmen des mitteleuropäischen Pliozäns. – Geol. paläontol. Abh., N.F., **18**: 279–339; Jena.
- KOWALCZYK, G. (1974): Kryoturbationsartige Sedimentstrukturen im Pliozän und Altquartär der südlichen niederrheinischen Bucht. – Eiszeitalter u. Gegenwart, **25**: 141–156; Öhringen.
- KÜMMERLE, E. (1969): Tertiär. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5916 Hochheim a. M., 3. Aufl.: 22–50; Wiesbaden.
- LEPSIUS, R. (1883): Das Mainzer Becken. 181 S.; Darmstadt.
- MÜNZING, K. (1981): Pliozäne Mollusken aus der Umgebung von Rastatt und Philippsburg, Oberrheingraben, Baden-Württemberg. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F. **63**: 151–156; Stuttgart.
- NEGENDANK, J. (1978): Zur känozoischen Geschichte von Eifel und Hunsrück. – Forsch. dt. Landeskd., **211**: 90 S., Trier.
- PLASS, W., SCHEER, H.-D., & SEMMEL, A. (1977): Löß-Sedimente und rote Böden im Altpleistozän Rheinhessens. – Catena, **4**: 181–188; Gießen.
- SCHEER, H.-D. (1978): Gliederung und Aufbau der Niederterrassen von Rhein und Main im nördlichen Oberrheingraben. – Geol. Jb. Hessen, **106**: 273–289; Wiesbaden.
- SEMMEL, A. (1969): Quartär. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5916 Hochheim a. M., 3. Aufl.: 51–99; Wiesbaden.
- (1972): Fragen der Quartärstratigraphie im Mittel- und Oberrheingebiet. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., **54**: 61–71; Stuttgart.
- (1974): Der Stand der Eiszeitforschung im Rhein-Main-Gebiet. – Rhein-Main. Forsch., **78**: 9–56; Frankfurt a. M.
- (1977): Das obere Mittelrheintal. In: BIBUS, E., & SEMMEL, A.: Über die Auswirkung quartärer Tektonik auf die altpleistozänen Mittelrhein-Terrassen. – Catena, **4**: 386–396; Gießen.
- STEUER, A. (1906): Über das Vorkommen von Radiolarienhorsteinen in den Diluvialterrassen des Rheintals. – Notizbl. Ver. Erdkde. u. großherzogl. geol. L.-Anst., (IV) **27**: 27–30; Darmstadt.
- (1910): Kurze Beschreibung des Tertiärs im Mainzer Becken und Führer für vier Exkursionstage. – Notizbl. Ver. Erdkde. u. großherzogl. geol. L.-Anst., (IV) **31**: 32–34–62; Darmstadt.
- WAGNER, W. (1931): Die ältesten linksrheinischen Diluvialterrassen zwischen Oppenheim, Mainz und Bingen. – Notizbl. Ver. Erdkde. u. hess. geol. L.-Anst. (V) **13**: 177–187; Darmstadt.
- (1950): Diluviale Tektonik im Senkungsbereich des nördlichen Rheintalgrabens und an seinen Rändern. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI) **1**: 177–192; Wiesbaden.
- WITTICH, E. (1900): Beitrag zur Kenntnis des unteren Diluviums und seiner Fauna in Rheinhessen. – Notizbl. Ver. Erdkde. u. großherzogl. geol. L.-Anst. (IV) **21**: 30–42; Darmstadt.
- ZAGWIN, W. H. (1974): The Pliocene-Pleistocene boundary in Western and Southern Europe. – Boreas, **3**: 75–97; Oslo.

Manuskript eingegangen am 5. 1. 1983

Zur mittel- und jungquartären Morphogenese und Tektonik im Tal der Zwester Ohm bei Marburg an der Lahn

Von

SUSANNE LIPPS*

Kurzfassung: Die Kartierung der Verebnungsreste im Tal der Zwester Ohm führt zu einer wesentlich differenzierteren pleistozänen Terrassengliederung im Marburger Raum als bisher angenommen.

Als ältestes, über den gesamten Flußlauf verfolgbares Niveau wird die T 11 ins Altpleistozän gestellt. Der Hauptterrassenkomplex mit der T 10 – T 8 repräsentiert das Mittelquartär, die Engtalterrassen (T 7 – T 3) sowie die Talbodenterrassen (T 2, T 1) sind ins Jungquartär zu stellen. Diese Terrassenfolge wird mit der Quartärstratigraphie an der Unterlahn, am Mittel- und Niederrhein sowie in den Niederlanden parallelisiert.

Die jüngeren Terrassen bis hin zur T 8 klingen talaufwärts jeweils im Talbodenniveau aus. Ebenso können die älteren Terrassen in einige Nebentäler hinein verfolgt werden, wo sie in Talbodenstufen enden.

Im Haupttal wie in den Nebentälern besteht ein deutlicher Zusammenhang der Terrassen mit Stufen im Untergrund der Talfüllung. Im Gegensatz zu den Nebentälern erfolgte jedoch im Haupttal eine stärkere Tieferschaltung des Talbodenniveaus und eine damit verbundene Anlehnung der Stufen an petrographische oder tektonische Grenzen.

Aus dem gegenläufigen Gefälle der älteren Terrassen ist eine allgemeine Absenkungstendenz zum Ebsdorfergrund, einem Teil der Hessischen Senke, abzulesen. Der Abbruch erfolgt staffelförmig. Es werden drei quartäre Störungsgenerationen festgestellt, deren jüngste vermutlich bis heute aktiv ist.

Abstract: From the mapping of erosion surfaces in the Zwester-Ohm-valley ensues a much more detailed differentiation of the pleistocene river terraces than has been assumed, before.

The T 11, the oldest level which can be traced along the whole river course, is placed into the Lower Pleistocene, the main terraces' complex with T 10 to T 8 represents the Middle Pleistocene, the narrow valley terraces (T 7 to T 3) and the valley floor terraces (T 2, T 1) are put into the Upper Pleistocene.

This terrace flight can be paralleled with the Quarternary stratigraphy at the Lower Lahn, the Middle and Lower Rhine and in the Netherlands.

The younger terraces up to the T 8 each fade in the valley floor, upstream. Similarly the older terraces can be traced into several side valleys, where they fade in valley-floor-steps. In the main valley as well as in the side valleys a marked connection of the terraces with steps at the bottom of the valley fill exists. But in contrast to the lateral valleys a stronger vertical erosion has taken place in the main valley. Thus the steps correspond with petrographic or tectonic barriers.

The reverse gradient of the older terraces demonstrates a general lowering tendency down to the Ebsdorfergrund, a part of the Hessen Depression. Thus subsidence displays in step faults. Three quaternary fault bundles have been found. Probably the youngest of them is still active.

* Dipl.-Geogr. S. LIPPS, Fachbereich Geographie der Philipps-Universität, Deutschhausstr. 10, 3550 Marburg/Lahn.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	236
2.	Das Arbeitsgebiet	236
3.	Klimamorphologische und tektonische Entwicklung des Tals der Zwester Ohm im Jungtertiär und Altquartär	238
4.	Entwicklung der Talböden im Mittel- und Jungpleistozän	239
	4.1. Flußterrassen und korrele Sedimente	239
	4.2. Parallelisierung mit den Unterlahn- und Rheinterrassen	242
5.	Talbodenstufen, Petrographie und Tektonik	244
6.	Talentwicklung und Tektonik	246
7.	Schriftenverzeichnis	249

1. Einleitung

Im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Schwerpunktprogramms „Vertikalbewegungen und ihre Ursachen am Beispiel des Rheinischen Schildes“ wurde der Einfluß quartärer Tektonik auf die Entwicklung des Tals der Zwester Ohm, eines Nebenflusses der mittleren Lahn, untersucht. Die Zwester Ohm quert, vom Vogelsberg kommend, zunächst den Ebsdorfergrund, der als südlicher Teil des Amöneburger Beckens der Hessischen Senke angehört. Nach W hin zerschneidet sie den Buntsandsteinsockel der südlichen Lahnberge, um dann am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges in die Lahn zu münden. Der skizzierte untere Talabschnitt durchquert also den Randbereich zwischen der in Absenkung befindlichen Hessischen Senke und dem sich hebenden Rheinischen Schild.

Von einer Kartierung der pleistozänen Flußterrassen sowie einer Untersuchung des in auffälliger Weise konvex gestalteten und mehrfach gestuften heutigen Talbodens wurden neue Erkenntnisse über die Lokalisierung und das Ausmaß der quartären Tektonik in diesem bisher wenig untersuchten Gebiet erwartet.

2. Das Arbeitsgebiet

Das untersuchte Gebiet liegt südlich von Marburg an der Lahn im Bereich der Bl. 5218 Niederwalgern, 5318 Allendorf (Lumda) und 5219 Amöneburg (Abb. 1).

Die Zwester Ohm biegt, aus dem Vogelsberg von SE kommend, bei Heskem im rechten Winkel nach SW um. Von hier durchquert sie bis zur Mündung drei Naturräume.

Die wellige Tiefenzone des Ebsdorfergrundes wird vornehmlich von tertiären Ablagerungen unterschiedlicher Fazies und Mächtigkeit bedeckt. Darüber befindet sich in flächenhafter Verbreitung Löß. Der Fluß besitzt hier einen breiten Talboden mit recht geringem Gefälle (zw. Heskem und Hachborn nur 0,2%).

Unterhalb von Hachborn tritt die Zwester Ohm in das Gebiet der Lahnberge ein. Hier, im Bereich zunächst des Mittleren, dann des Unteren Buntsandsteins, schneidet sie stark ein und bildet ein relativ enges Tal.

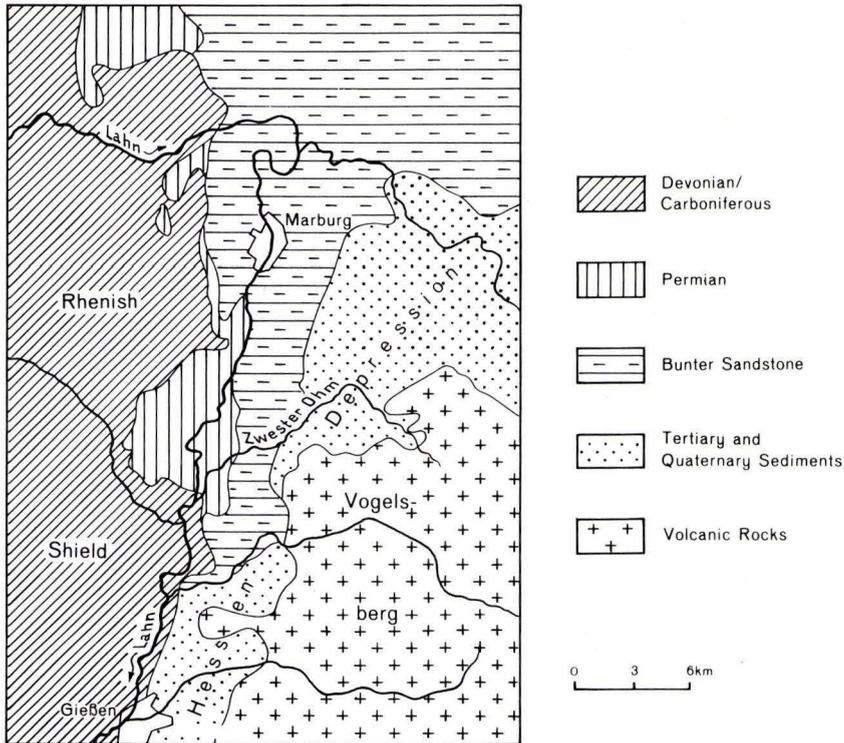


Abb. 1. Generalisierte geologische Karte des Arbeitsgebiets.

Bei Erbenhausen beginnt die Zwester Ohm, weniger widerstandsfähige Schichten des Perms anzuschneiden, um dann oberhalb Hassenhausen ganz in diese einzutreten. Hier weitet sich die Talung.

Das Rheinische Schiefergebirge wird von der Zwester Ohm nicht mehr erreicht. Erst gegenüber ihrer Mündung stehen am westlichen Lahntalrand Sedimente des Karbons an.

Das Gefälle zwischen Hachborn und der Mündung beträgt 0,41%. Im Vergleich mit dem oberen Talabschnitt wird die Konvexität des Längsprofils deutlich (s. o.).

Ausgedehnte quartäre Terrassenflächen mit durchgehender Sedimentbedeckung sind nur im Mündungsbereich zu finden. Dort verzahnen sich Ablagerungen der Lahn und der Zwester Ohm. Talaufwärts sind meist nur Felsterrassen erhalten. Die Rekonstruktion der quartären Talböden muß daher vornehmlich mit Hilfe der Formanalyse erfolgen. Die spärlichen Sedimentvorkommen werden ergänzend hinzugezogen.

3. Klimamorphologische und tektonische Entwicklung des Tals der Zwester Ohm im Jungtertiär und Altquartär

Bis ins Miozän hinein wurde nach HEINE (1970: 93) im Marburger Raum unter tropischen bis subtropischen Bedingungen eine Rumpffläche gebildet, deren Reste heute in 320 – 340 m über NN zu finden sind.

Im Pliozän soll es dann aufgrund verstärkter fluviatiler Aktivität in einem subtropisch ariden Klima zur Anlage eines Talnetzes gekommen sein, das sich um etwa 40 m in die miozäne Fläche eingeschnitten hat (HEINE 1970: 309).

Demgegenüber sprechen HUCKRIEDE & ZACHOS (1969: 203) die Flächenreste in 320 – 340 m über NN wegen der Kappung der Basaltschlote als im wesentlichen pliozän an.

Seit dem Pliozän haben die für das heutige Formenbild entscheidenden tektonischen Bewegungen stattgefunden. Während für das Alttertiär im Amöneburger Becken und Ebsdorfergrund keine Störungen nachweisbar sind (GOMM 1971: 65), lagert die miozäne Sand- und Tonserie bereits diskordant über den älteren Serien. HUCKRIEDE & ZACHOS (1969: 203) datieren den Einbruch des Amöneburger Beckens jedoch frühestens ins Pliozän. Gerölle des vermutlich unterpliozänen „Buntkieselflusses“ (vgl. HUCKRIEDE & ZACHOS 1969: 199), die auf dem Buntsandsteinplateau der Lahnberge bei Marburg in 320 – 340 m über NN zu finden sind, kommen im Amöneburger Becken und im Ebsdorfergrund in verschiedenen Niveaus bis 230 m über NN hinab vor. Diese Reste eines pliozänen Flußlaufs sind damit zur Hessischen Senke hin relativ um bis zu 100 m abgesenkt worden. Die präbasaltischen Sedimentserien des Tertiärs befinden sich dagegen in den zentralen Senkungsbereichen in tieferen Lagen als die pliozänen Ablagerungen (GOMM 1971: 20).

Vom Pliozän an konnte im Ebsdorfergrund die Eintiefungsrate der Gewässer die Absenkungsgeschwindigkeit übertreffen. Dies steht vermutlich in Zusammenhang mit der allmählichen Klimaänderung an der Wende Tertiär/Quartär, die sich durch das Alternieren feuchter und trockener Perioden mit allgemeiner Tendenz zur Temperaturabsenkung bemerkbar machte. Phasen der Flußflächenbildung mit breiten Talböden wechselten mit Phasen verstärkter Erosionstätigkeit ab (u. a. HEINE 1970: 98, MÜLLER 1974: 70, BRUNNACKER 1975: 104).

Die Entwicklung des Tals der Zwester Ohm im Altpleistozän war bisher weitgehend unbekannt. Flußschottervorkommen konnten nicht nachgewiesen werden. Die von LANG (1955: 122) ins Altpleistozän datierten Gerölle der Ebsdorfer Ziegeleigrube, die er einem weit über das heutige Einzugsgebiet hinausgreifenden Vorläufer der Zwester Ohm zuschreibt, müssen aufgrund ihrer Zusammensetzung und topographischen Lage als in der Hauptsache einem nahegelegenen Vorkommen präbasaltischer Tertiärgerölle entstammende, mittelpleistozäne Lokalschotter gedeutet werden (LIPPS 1981: 80).

Die durch HEINE (1970: Abb. 49) durchgeführte Zuordnung zweier Verebnungsreste NW und NE Erbenhausen in 240 m über NN ins Altpleistozän kann aufgrund der Höhenlage bestätigt werden. NE und SE Hachborn deuten sich in gleicher Höhenlage Flächenreste an.

Eine genauere Einordnung dieser ältesten pleistozänen Verebnungsreste in die Quartärgliederung kann nicht vorgenommen werden. Der Wechsel von vorherrschender Akkumulation im Tertiär zu vorherrschender fluviatiler Erosion im Quartär vollzog sich im Ebsdorfergrund um die Wende Tertiär/Quartär. Zur fraglichen Zeit konnten daher mit großer Wahrscheinlichkeit weder größere Sedimentpakete noch deutlich gestufte Verebnungen entstehen. So erklärt sich das Fehlen von morphologischen Zeugen aus einem recht langen Abschnitt des älteren Quartärs.

Sicher auszugliedernde und über weite Teile der Flußstrecke zu verfolgende Flächenreste sind erstmals in der T 11 erhalten, die aufgrund ihrer Höhenlage in Teilen der T 6 von HEINE (1970) entspricht. MÜLLERS T 9 besitzt an der Unterlahn in der Höhenlage von 235–245 m über NN ein Gefälle von lediglich 0,2% (MÜLLER 1974: 65). Der Hauptterrassenbereich setzt sich auch lahnaufrwärts höhenkonstant fort (AHLBURG 1915: 343). Die T 11, die im Unterlauf der Zwester Ohm in Form und Höhenlage mit MÜLLERS T 9 vergleichbar ist, wird dieser gleichgesetzt und entspricht damit dem d-Schotter am Niederrhein (BRUNNACKER 1975: 94). Sie ist in das Tiglium C zu stellen (BRUNNACKER, URBAN & ZAISS 1979: 65).

Aufgrund der zu dieser Zeit sich in der Wirkung aufhebenden Akkumulation und Erosion im Bereich des Ohmtals ist nicht auszuschließen, daß auch ältere Kaltzeiten an der Bildung der T 11 beteiligt gewesen sind.

4. Entwicklung der Talböden im Mittel- und Jungpleistozän

Der mit dem Eburonium beginnende, jüngere Teil des Quartärs wird hier im Sinne von BRUNNACKER (1975: 98) in zwei Abschnitte gegliedert. Der ältere Abschnitt zeichnet sich durch langgezogene Klimazyklen von etwa 250 000 Jahren Dauer aus. Die Tiefenerosion tritt gegenüber der Flächenbildung noch zurück. Entlang der Talzüge entstehen fußflächenartige Ebenheiten. Dagegen vollzieht sich der Wechsel zwischen Kalt- und Warmzeiten im jüngeren Abschnitt innerhalb wesentlich kürzerer Zeiten. Ein Zyklus umfaßt nur noch etwa 100 000 Jahre. Die Tiefenerosion überwiegt jetzt, und es kommt zur Bildung von Engtalterrassen.

BRUNNACKER (1975: 99) legt den Beginn des jüngeren Abschnitts an die paläomagnetische Matuyama-Brunhes-Grenze in seiner HT 3 und damit ins Cromerium.

4.1. Flußterrassen und korrelierte Sedimente

Die im folgenden wiedergegebene Terrassengliederung (Abb. 2) bezieht sich auf die Verhältnisse im Engtalabschnitt unterhalb Hachborn, für die jüngeren Terrassen auf den Mündungsbereich. Bei den Höhenangaben handelt es sich teilweise um eigene Vermessungsergebnisse. Bei den restlichen, aus der topographischen Karte entnommenen Werten muß eine geringe Vertikaltoleranz berücksichtigt werden.

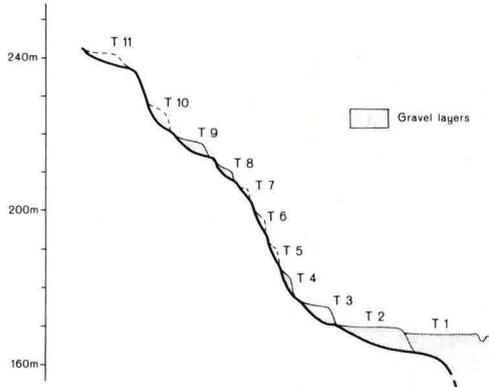


Abb. 2. Schematisierte Terrassenfolge.

Ausgehend von dem altquartären Relief, dessen jüngste Verebnung, die T 11, heute bei 235–245 m über NN liegt, erfolgte zunächst eine Einschneidung bis auf etwa 220 m über NN. Es entstand eine weite Talung, deren Überreste, die T 10, zu den Rändern hin fußflächenähnliche Züge aufweist und vereinzelt von Schotterpaketen vorwiegend lokaler Herkunft bedeckt wird.

Westlich des Grundgrabens ist die T 10 in 218–220 m über NN aufgeschlossen (R 34 83 83, H 56 1933). Die Gerölle enthalten zu etwa 50% schlecht gerundeten Buntsandstein aus der näheren Umgebung. Daneben treten auch viele Tertiärgerölle auf (Tab. 1, A 1). Auffällig ist die Durchsetzung mit Eisen-Mangan-Schwarten, die ähnlich durch PAAS (1961: 223) von der jüngeren Hauptterrasse am Niederrhein beschrieben wird.

Ebenfalls flächenhafte Verbreitung besitzt die T 9, die sich nach einer schwächeren Erosionsphase in 210–215 m über NN bildete. Im Mündungsbereich bei Bellnhausen ist sie, wie anhand von Bohrungen ermittelt wurde, von bis zu 10 m mächtigen Schotterpaketen bedeckt, die jedoch hauptsächlich von der Lahn abgelagert worden sind, worauf der geringe Anteil an Geröllkomponenten aus tertiären Gesteinen hindeutet, die bedeutenden Anteil am Einzugsgebiet der Zwester Ohm besitzen.

Die Schotterprobe A 2 (R 348162, H 561990) enthält ähnliche Fe-Mn-Konkretionen wie die Gerölle der T 10. Ansonsten überwiegen Kieselschiefergerölle, daneben kommen paläozoische Komponenten vor (Tab. 1).

Ohmtalaufwärts ist die T 9 vereinzelt von Lokalschutt bedeckt. Südlich der Straßmühle ist sie in 214 m über NN aufgeschlossen (R 348415, H 561960). Es sind hier vorwiegend ältere Tertiärgerölle aufgearbeitet (Tab. 1, A 3).

Die Formungsdynamik zur Zeit der Bildung von T 10 und T 9 muß aufgrund der Ausbildung der Talböden und ihrer Sedimente sehr ähnlich gewesen sein.

Die unterste Terrasse im Hochtalbodenbereich ist nach einer in der Stärke der vorhergehenden nahekommenden Einschneidungsphase in 205–208 m über NN entstanden. Der Übergang zum Engtalbereich deutet sich bereits an, denn der

Tab.1. Petrographische Zusammensetzung ausgewählter Proben

Proben-Nr.	Quarz	Kieselschiefer	Paläozoischer Quarzit	Grauwacke und paläozoischer Sandstein	Tonschiefer	Permischer Sandstein	Mesozoischer Sandstein	Tertiärquarzit	Eisenschüssiger Sandstein und Eisenschwarten des Tertiärs	Hornstein	Eruptiva
A 1	20,3	3,6					48,6	4,5	21,2	1,8	
A 2	12,4	26,9					0,7	0,7	59,4		
A 3	23,6	0,1					68,1	4,7	3,5		
A 4	18,5	66,1	2,1	3,7			6,3	2,1	1,1		
A 5	15,3	11,4					19,3	5,0	15,3	0,5	28,7
A 6	12,9	17,1	4,3	2,9	2,9	47,1	12,9				
A 7	23,2	16,7	3,7	1,6		22,4	28,0	4,5			
A 8	45,2	9,7	3,8	1,7			11,0	4,8	3,1		9,7
A 9	37,9	13,6	7,6					10,6	25,8		4,5
A 10	46,2	11,4					19,3	5,0	15,3	0,5	28,7

Talboden der T 8 ist gegenüber dem der T 9 und T 10 wesentlich eingengt. Jedoch ist die T 8 noch flächenhaft ausgebildet und besitzt fluviatile Ablagerungen, die in ihren petrographischen Eigenschaften sehr an die Sedimente der T 9 erinnern.

Ein Aufschluß in der T 8 SE Sicherheitshausen (R 348103, H 561757) enthält kieselschieferreiche Schotter (Tab. 1, A 4).

Die T 7 wird als Unterstufe der T 8 verstanden. Sie ist durch eine nur etwa 5 m betragende Einschneidung von der T 8 getrennt, gehört jedoch aufgrund ihrer geringen Ausdehnung eindeutig zum Engtalhangbereich. Die geringfügigen Geröllfunde erinnern in ihrer Zusammensetzung bereits stark an die Sedimente der Talfüllung. Insbesondere zeichnen sie sich durch einen sprunghaft angestiegenen Anteil leicht verwitterbarer Eruptiva aus. Auch hierin ist ein Umschwung in der Formungsdynamik dokumentiert (Tab. 1, A 5; R 348428, H 561976).

Die Grenze zwischen Mittel- und Jungquartär (vgl. 4.) wird daher für das Tal der Zwester Ohm zwischen T 8 und T 7 angesetzt, die, wie noch zu zeigen sein wird, MÜLLERS T 6 und T 6a sowie BRUNNACKERS HT 4 und MT I entsprechen. Bei MÜLLER (1974: 71) liegt die Grenze zwischen Hochtalbodenterrassen und Engtalhangterrassen an der Unterlahn zwischen T 7 und T 6, welche BRUNNACKERS HT 3 und HT 4 entsprechen. Jedoch ist die T 8 an der Zwester Ohm aufgrund ihrer flächenhaften Ausbildung noch als eindeutig dem Hochtalbodenbereich zugehörig anzusehen.

MÜLLER (1974: 71) beschreibt aus dem westlichen Limburger Becken eine tektonisch bedingte Verzögerung des erosiven Einschnitts im Jungquartär, die zu einer flächenhaften Ausbildung seiner T 6 und T 6a geführt hat. Die ähnliche Lage

am Westrand der Beckenzone des Ebsdorfergrunds macht auch für das Tal der Zwester Ohm tektonische Ursachen für die Zugehörigkeit der T 8 zum Hochtalbodenbereich wahrscheinlich.

Auf die Bildung der T 7 folgten mehrere starke Erosionsphasen, die zur Entstehung der T 6–T 3 führten. Diese vier Terrassenstufen bilden den eigentlichen Mittelterrassenbereich im Gegensatz zu dem höhergelegenen Hauptterrassenkomplex.

Die T 6 und T 5 besitzen eine äußerst geringe horizontale Ausdehnung. Abgesehen von dem mächtigen Schwemmfächer des Grundgrabens, eines Nebenbaches der Zwester Ohm im Buntsandsteinbereich, auf der T 6 sind auf diesen beiden Niveaus keine fluviatilen Ablagerungen erhalten geblieben.

Die T 4 ist dagegen unterhalb Hassenhausen flächenhaft als Schotterterrasse ausgebildet. Die petrographische Zusammensetzung der Sedimente ähnelt sehr stark der der Talfüllung. Neben einem hohen Anteil permischer Gerölle lokaler Herkunft sind paläozoische Gesteine und Buntsandstein enthalten (Tab. 1, A 6; R 348158, H 561870).

Auch die T 3 ist im Mündungsbereich flächenhaft erhalten und der T 4 in ihrer Geröllzusammensetzung sehr ähnlich (Tab. 1, A 7; R 348059, H 561794). Ihre Unterkante liegt mit etwa 170 m über NN noch oberhalb des rezenten Talbodens.

Der Niederterrassenbereich wird durch die T 2 und T 1 repräsentiert. Die T 2 ist um etwa 7 m in das Niveau der T 3 eingeschnitten und tritt nur noch als niedrige Kante im Talboden hervor. Durch Bohrungen wurde die Auflagefläche der T2-Sedimente in etwa 165 m über NN ermittelt, womit die Basis der T 2 um 3–4 m unter der heutigen Talauie liegt.

Petrographisch unterscheiden sich die Ablagerungen der T 2 nicht von denen der Talfüllung im Mündungsbereich. Der Anteil leicht verwitterbarer Komponenten wie Eruptiva und Tonschiefer ist höher als bei den älteren Terrassen. Ansonsten herrschen lokale Gerölle aus dem nahegelegenen Hauptterrassenschotterkörper gegenüber Tertiärkomponenten aus dem fernergelegenen Einzugsgebiet der Zwester Ohm vor (Tab. 1, A 8; R 348108, H 561844).

Nach Bildung der T 2 erfolgte im Lahntal eine Erosionsphase, die nach HEINE (1970: 46) zu einer Eintiefung um bis zu 14 m unter die heutige Lahnaue führte. Später wurde das Lahntal bis über die Basis der T 2 hinaus mit T 1-Sedimenten verfüllt.

Das Tal der Zwester Ohm wurde von dieser letzten Einschneidung nur geringfügig erfaßt. Im Bereich des heutigen Flußlaufs liegt die Basis der Talfüllung bereits 0,7 km ohmaufwärts im T 2-Niveau.

4.2. Parallelisierung mit den Unterlahn- und Rheinterrassen

Die Terrassen der Zwester Ohm werden aufgrund ihrer Höhenlage im Mündungsbereich den Lahnterrassen von HEINE (1970) zugeordnet (Tab. 2). Dabei ergibt sich ein wesentlich differenzierteres Bild der Terrassengliederung, als bisher für den Buntsandsteinbereich des Marburger Raums angenommen. HEINES T 5 wird durch die drei Niveaus T 8, T 9 und T 10 repräsentiert. Die T 7 hat bei HEINE

Tab. 2. Jung- und mittelquartäre Terrassenfolgen an Rhein, Lahn und Zwester Ohm

		Brunnacker u. Mitarb.	Bibus 1980, Semmel 1977	Ahlburg 1915	Andres 1967	Müller 1974	Lang 1955	Heine 1970	Lipps 1981
Jung- Quartär	Weichselium	jNT äNT	t _R 11 t _R 10	NT	T 1 T 2	T 1 T 2		T 1	T 1 T 2
	Saaliium	MTIV MTIII _b	t _R 9 t _R 8	uMT	T 3 T 4	T 3b T 3a	I _a I _b	T 2 T 3	T 3 T 4
Mittel- Quartär	Elsterium	MTIII _a MTII _b	t _R 7	oMT	T 5	T 4 T 5	I _c II _a	T 3 T 4	T 5 T 6
	Cromerium	MTI HT4	t _R 6	UstHT		T 6a T 6	II _b III _a		T 7 T 8
Alt- Quartär	Menapium	HT2/3	t _R 5	HT	T 6	T 7	III _b	T 5	T 9
	Eburonium	HT1	t _R 4			T 8	III _c		T 10
	Tiglium C	d	t _R 3		T 7	T 9	IV	T 6	T 11
	Niederlande	N- Rhein	M- Rhein	Lahn	Limb. Becken	U- Lahn	O- Lahn	M- Lahn	Zw. Ohm

keine Entsprechung. HEINES T 4 und T 1 werden jeweils zweigegliedert in die T 5 und T 6 bzw. die T 1 und T 2. Seine T 2, T 3 und T 6 entsprechen der T 3, T 4 und T 11 (Tab. 2).

Aufgrund der Formbeschreibung können die Terrassen der Zwester Ohm gut mit den von MÜLLER (1974: 62, Fig. 1) beschriebenen Terrassen der Unterlahn und den Mittelreinterrassen von SEMMEL (1977) und BIBUS (1977, 1980) parallelisiert und auch in die Quartärgliederung am Niederrhein (BRUNNACKER 1975, 1979) sowie in den Niederlanden (ZAGWIJN 1971) eingefügt werden.

Der Schotterkörper der T 9 im Mündungsdreieck bei Bellnhausen ist von einer mächtigen rotlehmartigen Bodenbildung überprägt worden. Ähnliche Böden beschreibt BRUNNACKER (1975: 99, 1978: 46) von der HT 2 und HT 3 am Niederrhein. Aus späteren Warmzeiten sind derartige Böden kaum bekannt. Daher wird die T 9 vorläufig mit BRUNNACKERS HT 2/3 und MÜLLERS T 7 sowie der t_R 5 von BIBUS und SEMMEL parallelisiert. Sie gehört damit wahrscheinlich ins Menapium. Die T 10 kann daraufhin ins Eburonium gestellt werden, die T 8 ins unterste Cromerium. Diese drei Niveaus entsprechen also MÜLLERS T 8–T 6, BRUNNACKERS Hauptterrassenkomplex (HT 1–HT 4) und der t_R 4–t_R 6 von BIBUS und SEMMEL.

Die T 7 entspricht aufgrund der Formbeschreibung ohne Zweifel MÜLLERS T 6a (MÜLLER 1974: 64). Bei BIBUS (1980: Abb. 47) wird sie nicht von der t_R 6 getrennt.

Die Mittelterrassenstratigraphie am Niederrhein ist wegen ihrer Komplexität noch nicht geklärt (BRUNNACKER 1975: 88, 1978: 50). MÜLLERS T 3b, T 3a, T 4 und T 5 entsprechen an der Zwester Ohm die T 3–T 6. Die Zuordnung zu den Mittelrheinterrassen ist in diesem Zeitabschnitt unsicher, da BIBUS (1980: Abb. 47) lediglich drei Mittelterrassen unterscheidet ($t_R 7-t_R 9$).

Die T 3, die HEINES T 2 entspricht, wird der vorletzten Kaltzeit zugeschrieben. Als Ablagerungen der letzten Kaltzeit werden lediglich die Schotterkörper der T 2 und T 1 angesehen, die mit den entsprechenden Terrassen der Unterlahn (MÜLLERS T 2, T 1) und des Rheins (äNT, jNT bei BRUNNACKER, $t_R 10$, $t_R 11$ bei BIBUS) parallelisiert werden können.

5. Talbodenstufen, Petrographie und Tektonik

Das Längsprofil der Zwester Ohm ist in auffälliger Weise durch eine Abfolge von Gefällstrecken und flacheren Abschnitten gekennzeichnet (Abb. 3). Die flacheren Abschnitte weisen jeweils ebene Talböden auf, die am Rand Erosionserscheinungen in Form von angeschnittenen Kanten zeigen. Es findet keine Tiefenerosion statt. Bei Hochwasser tritt der Fluß über die Ufer und verhindert durch Unterschneiden der Hangkante die Bildung von Hangschuttmassen. Es findet also laterale Erosion statt. Durch Geländestufen getrennt folgen weitere, flache Talbodensegmente. Die Stufen werden jeweils vom Fluß zerschnitten. Im Bereich dieser Gefällstrecken findet Tiefenerosion, nicht jedoch laterale Erosion statt, was durch Schuttakkumulation an den Talrändern dokumentiert wird.

Diese Abfolge ist im untersuchten Talabschnitt der Zwester Ohm sieben-, möglicherweise sogar achtmal vorhanden. Ziel der Untersuchungen war, festzustellen, inwieweit sich die Stufung des Talbodens im Untergrund der Talfüllung fortsetzt und welche Ursachen dafür verantwortlich zu machen sind.

Eine Serie von Bohrungen erbrachte das Ergebnis, daß der Untergrund sogar ein wesentlich lebhafteres Relief besitzt. Die pleistozäne Talfüllung hat dieses Relief teilweise ausgeglichen. Auffallend ist auch hier der Gefällsunterschied zwischen Ebsdorfergrund und Unterlauf. Zwischen Heskem und Hachborn beträgt das Gefälle nur 0,08%, von Hachborn bis zur Mündung dann jedoch 0,57%.

Die Stufen im Längsprofil des Untergrundes sind weitgehend deckungsgleich mit denen der Oberfläche.

Auch in den Längsprofilen der Nebentäler der Zwester Ohm sind Stufen feststellbar. Sie liegen hier auf engstem Raum beieinander und trennen Talbodensegmente voneinander, deren Neigung zur Mündung hin zunimmt. Also sind auch hier durchgehend konvexe Längsprofile zu beobachten.

Die Stufen im anstehenden Gestein des Untergrundes der Zwester Ohm fallen teilweise mit Gesteinsgrenzen oder tektonischen Verwerfungslinien zusammen. Damit ist allerdings ein Zusammenhang mit einer Periodizität der Flußerosion, die durch Klimaschwankungen hervorgerufen worden sein kann, nicht ausgeschlossen. Beobachtungen an kleineren Schiefergebirgsflüssen im Marburger Raum zeigen nämlich, daß hier Stufen im Längsprofil der Talböden in ähnlicher Höhenlage auftreten (BLUME 1949: 125).

Auch die Stufen in den Nebentälern der Zwester Ohm sind, zumindest im Bereich des Perms und Buntsandsteins, höhenkonstant ausgebildet und nicht durch Gesteinsgrenzen oder tektonische Verstellungen zu erklären. Diese Beobachtung unterstützt wiederum die Annahme einer klimatisch bedingten Entstehung der Stufen. Da die Wasserführung der Zwester Ohm die der rezent teilweise sogar trockengefallenen Nebengewässer bei weitem übertrifft, hätten die vermutlich jeweils während der Kaltzeiten durch verstärkte rückschreitende Erosion gebildeten Stufen hier lediglich an geologischen Grenzen, die für die Erosion ein Hindernis darstellten, erhalten bleiben können.

Diese Vermutung wird durch eine Beobachtung von MÜLLER (1973: 20) gestützt, der an Nebenflüssen der Unterlahn mit einer der Zwester Ohm vergleichbaren Wasserführung keine Stufen mehr vorfand. Wahrscheinlich hat die besondere geologische Situation des Ohmtals, das eine tektonisch aktive Zone und mehrere petrographische Grenzen quert, die Erhaltung der Stufen im Längsprofil begünstigt.

Sollten die Talbodensegmente oberhalb der Stufen tatsächlich älterer Entstehung als die jeweils unterhalb gelegenen sein, dann sind sie zumindest im Haupttal dennoch nachträglich überprägt worden, was wiederum auf die relativ starke Wasserführung der Zwester Ohm zurückzuführen ist. Die petrographische Analyse der Gerölle an der Basis der Talfüllung deutet nämlich aufgrund des konstant hohen Gehalts an leicht verwitterbaren Eruptivgesteinen auf ein im gesamten Talbereich gleiches Alter, vermutlich würmzeitlich, hin.

Reste älterer Talfüllungssedimente konnten nicht gefunden werden. Man muß sich also eine jeweilige Ausräumung eines Talbodenstücks während einer Kaltzeit mit gleichzeitiger denudativer Rückverlegung des gesamten Segmentes vorstellen (MÜLLER 1973: 20).

Die jüngeren Terrassen bis hin zur T 8, der untersten, flächenhaft ausgebildeten Stufe des Hauptterrassenkomplexes, sind nicht im gesamten bearbeiteten Talabschnitt zu verfolgen, sondern sie tauchen früher oder später unter die Auelehmdecke des Talbodens ab.

Die jüngste Terrasse, deren Oberkante morphologisch vom Talboden durch eine Stufe abgesetzt ist, die T 2, ist nur im Mündungsbereich ausgebildet. Bereits etwa 1 km flußaufwärts löst sie sich in quer zum Talboden verlaufende Stufen auf, die fließend in ein höhergelegenes Talbodensegment übergehen. Ähnlich verhalten sich die höhergelegenen Terrassen. Der Übergang zwischen den Verebnungsresten und den Talbodenabschnitten ist meistens durch jüngere Schwemmfächer und Hangschuttmassen verdeckt, die bevorzugt an den Gefällstrecken abgelagert worden sind. Lediglich die T 4 geht bei Erbenhausen deutlich sichtbar in ein höhergelegenes Talbodenniveau über.

Schließlich ist auch der Übergang der T 8 in den Talboden bei Heskem an einer ausgeprägten Kante zu erkennen.

Den Zusammenhang zwischen Terrassen und Stufen im Längsprofil verdeutlicht Abb. 3. Offensichtlich entspricht jedem Terrassenniveau mit Ausnahme der T 5 ein Gefällsknick. Möglicherweise ist eine der T 5 entsprechende Stufe aufgrund der begrenzten Dichte des Bohrpunktnetzes der Beobachtung entgangen.

Die älteren Terrassen von der T 5 an können in die Nebentäler hinein verfolgt werden und laufen hier ebenfalls in Talbodenstufen aus. Aufgrund der schwächeren Erosionstätigkeit der Nebenbäche sind die Talbodensegmente sehr deutlich voneinander abgetrennt und die Übergänge der Terrassen in die Talböden gut erhalten. Ein Gefälle der Terrassen in den Nebentälern ist kaum vorhanden. Das gleiche Phänomen beobachtete MÜLLER (1974: 73) in Nebentälern der Unterlahn.

Die im Bereich des Ebsdorfergrundes in die Zwester Ohm mündenden Täler müssen aus der Betrachtung ausgeschlossen werden. Während die T 8 noch durchgängig in die Nebentäler hinein zu verfolgen ist, hier allerdings in Stufen endet, die 3–6 m tiefer liegen, als die entsprechenden Stufen der Nebentäler im Buntsandsteinbereich, sind die höhergelegenen Niveaus in äußerst unterschiedlichen Höhenlagen zu finden. Eine Systematisierung erwies sich als undurchführbar. Da dieser Bereich bis ins Quartär hinein starken tektonischen Bewegungen unterlegen war (HÖLTING & STENGEL-RUTKOWSKI 1964: 18, 19), sind die Terrassen ebenso wie die Gefällsstufen gegeneinander versetzt. Die Vielzahl der hier auftretenden Stufen ist vermutlich auf die kleinräumigen Gesteinsgrenzen und Verwerfungen zurückzuführen.

6. Talentwicklung und Tektonik

Die von MÜLLER (1974: 74) beschriebene, zunehmende Versteilung des Terrassenlängsgefälles mit abnehmendem Alter im Bereich der Unterlahn trifft auf die Terrassen des Tals der Zwester Ohm nur bedingt zu. Im unteren Talabschnitt ist eine gewisse Parallelität der jüngeren Terrassen zum rezenten Ohmlauf zu beobachten. An der südlichen Talseite ist das bis zur T 5 der Fall, an der nördlichen Talseite bis zur T 6. Die älteren Terrassen verlaufen in diesem Bereich nahezu horizontal (Abb. 3). Der talaufwärts gelegene Abschnitt weist dagegen Ähnlichkeiten mit dem Westrand des Limburger Beckens auf (MÜLLER 1974: Fig. 1). Die Verebnungsniveaus fallen hier entgegengesetzt zum Gefälle der heutigen Zwester Ohm staffelförmig nach NE zum Ebsdorfergrund hin ab. Davon sind die älteren Terrassen jeweils stärker betroffen als die jüngeren. Hier dokumentiert sich deutlich die auch im Quartär fortgeschrittene Absenkung des Ebsdorfergrundes, die demnach seit Entstehung der T 11 mindestens 10 m betragen hat. Da der zentrale Senkungsbereich des Ebsdorfergrundes vermutlich nördlich des Ohmknicks bei Heskem liegt (GRAMANN 1960: 35), muß im gleichen Zeitraum mit noch größeren Absenkungsbeträgen gerechnet werden.

Der angegebene Betrag von 10 m gibt lediglich die allgemeine Absenkungstendenz wieder. Im Einzelnen hat eine recht komplizierte Entwicklung zu einem Mosaik von gehobenen, abgesunkenen und verkippten Schollen geführt. Allein zwischen Nord- und Südseite des Tals der Zwester Ohm beträgt die Differenz der Höhenlage gleichaltriger Verebnungsreste bis zu 10 m.

Das Störungsmuster, das aufgrund der Analyse der quartären Terrassenversetzungen ermittelt wurde, weist im Bereich des Zwester-Ohm-Tals im wesentlichen drei Richtungen auf (Abb. 4). Zwei große Störungen verlaufen in NE-SW (variscischer) Streichrichtung nördlich des Talrandes. Sie werden von Nebenbä-

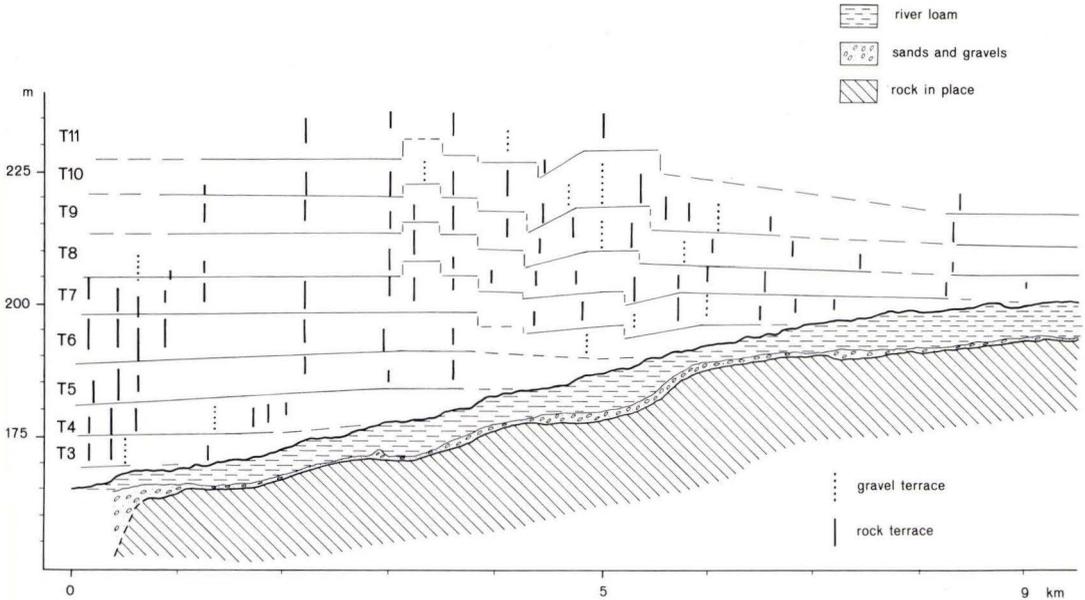


Abb. 3. Längsprofil des Zwester-Ohm-Tals.

chen der Zwester Ohm als Leitlinien der Erosion benutzt. Die Ebsdorfer-Grundlinie von HÖLTING & STENGEL-RUTKOWSKI (1964: 14) folgt der gleichen Richtung. Dabei soll es sich allerdings nicht um eine Störung, sondern um eine Grenzzone zwischen einem stärker bewegten Schollenland im SE und einem weniger bewegten im NW handeln.

Im Bereich des Unteren Buntsandsteins sind die Schollen im Zwester-Ohm-Tal teilweise nach NW gekippt. Diese Erscheinung steht sicherlich in Zusammenhang mit der antithetischen Schollenkipfung zwischen Vogelsberg und Schiefergebirgsrand (HÖLTING & STENGEL-RUTKOWSKI 1964: 17).

Ein Störungsbündel in NNW–SSE (eggischer) Richtung schneidet diese Schollen mehrfach. Eine Orientierung der kleineren Täler an diesen Störungen ist nur ansatzweise zu erkennen.

Eine weitere Störungsgeneration schneidet im Grenzbereich zwischen Unterem und Mittlerem Buntsandstein die eggischen Linien. Sie folgt der NNE–SSW (rheinischen) Richtung und besitzt ihre Hauptverbreitung im Mittleren Buntsandstein. Zu diesem Ergebnis kommt auch W. KOSLOWSKI bei seiner Neuaufnahme des Buntsandsteins der südlichen Lahnberge (frdl. mdl. Mitt. 1982).

Die NW–SE (herzynisch) verlaufende Störung am Nordostrand des Untersuchungsgebietes ist in keines der drei Systeme einzuordnen. Möglicherweise ist diese Linie schon im Laufe der ältesten bruchtektonischen Phase entstanden, die vor Beginn des Vogelsberg-Vulkanismus stattgefunden hat (HÖLTING & STENGEL-RUTKOWSKI 1964: 17).

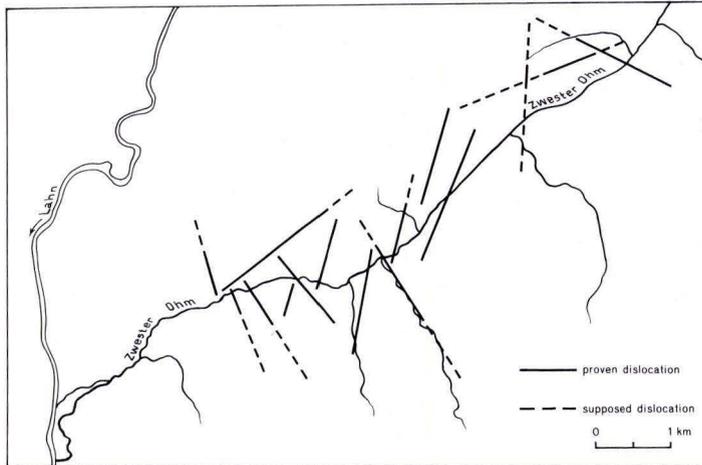


Abb. 4. Tektonik.

Im Verlauf der antithetischen Schollenkipfung, die gleichzeitig mit dem Vogelsberg-Vulkanismus stattfand, kam es vermutlich zur Entstehung der variscischen Störungen. Auch rheinische und eggische Richtungen gewannen zu dieser Zeit an Bedeutung (HÖLTING & STENGEL-RUTKOWSKI 1964: 18). Die eggische Richtung, die bereits in einer präbasaltischen Phase der Bruchtektonik hervorgetreten war, lebte wieder auf. Hier sind sicherlich die Störungen des zweitjüngsten Systems im Zwester-Ohm-Tal einzuordnen.

Bei den rheinischen Bewegungen handelt es sich um die jüngsten, nachweisbaren tektonischen Vorgänge im Arbeitsgebiet. HÖLTING & STENGEL-RUTKOWSKI (1964: 18) folgen hier der Auffassung von LANG (1955: 123), der den eigentlichen Einbruch des Amöneburger Beckens ins Alt- bis Mittelpleistozän stellt, und verlegen die Hauptphase der rheinischen Bewegungen ins Quartär. Auch HUCKRIEDE & ZACHOS (1969: 203) datieren die Absenkung des Amöneburger Beckens frühestens ins Pliozän. HEINE (1970: 106) spricht von verstärkten tektonischen Vorgängen im Mittelquartär, wobei er sich auf die Annahme einer zu dieser Zeit erfolgten Flußumkehr im Amöneburger Becken stützt. Eine altquartäre Entwässerung des Amöneburger Beckens durch den Ebsdorfergrund kann jedoch nicht bestätigt werden.

HEINE (1970: 60) stellt die Gerölle in der Ziegeleigrube von Ebsdorf (Tab. 1, A 9; R 348644, H 562237) zu seiner mittelpleistozänen T 4. Aus dem hohen Anteil an paläozoischen Gesteinen schließt er auf ein über den rezenten Einzugsbereich der Zwester Ohm bis in den Kellerwald hinausgreifendes Liefergebiet. Da die paläozoischen Gesteine, verglichen mit anderen Geröllen der Umgebung, in den Ebsdorfer Schottern nicht übermäßig häufig auftreten, ist allerdings eher zu vermuten, daß hier tertiäre Sedimente aufgearbeitet worden sind. Die basaltfreien Gerölle wahrscheinlich tertiären Alters, die den Nordhang des oberhalb Ebsdorf mündenden Tälchens bedecken (Tab. 1, A 10; R 348719, H 562328), weisen

eine ansonsten ganz ähnliche Zusammensetzung auf (vgl. hierzu LIPPS 1981: 80–82).

Im Zwester-Ohm-Tal nehmen die Versetzungsbeträge an Störungen der quartären Verebnungsreste allgemein mit der Höhe zu (Abb. 3). Die als am ältesten angesehene, herzynische Störung bei Ebsdorf weist nur geringe Versetzungsbeträge im älteren Mittelquartär auf. Ihre Aktivität scheint im Quartär auszuklingen.

Die variscischen Störungen weisen bis zur T 8 hinab Versetzungsbeträge von wenigen Metern auf. An den jüngeren Terrassen ist keine Versetzung mehr zu beobachten.

An den eggischen Störungen sind nur geringfügige Verstellungen zu erkennen. Mit der T 7 und T 6 klingt hier die Aktivität aus.

Die rheinischen Störungen sind dagegen mit allgemein höheren Versetzungsbeträgen von bis zu mehr als 10 m bis zur T 6 zu verfolgen. Da sie erst oberhalb Erbenhausen auftreten, wo keine jüngeren Terrassen als die T 6 mehr vorkommen, können über eine mögliche Fortdauer der Aktivität über diese Zeit hinaus keine Angaben gemacht werden. Die hohen Versetzungsbeträge in den älteren Terrassen machen eine solche jedoch wahrscheinlich, wenn man von einer etwa gleichbleibenden Versetzungsgeschwindigkeit während des nachfolgenden Zeitraums ausgeht.

Die Ergebnisse fügen sich somit gut in das von HÖLTING & STENGEL-RUTKOWSKI (1964) skizzierte System ein.

Der Auffassung von HÖLTING & STENGEL-RUTKOWSKI (1964: 18), die Hängetäler an der Umrandung des Amöneburger Beckens seien ein Beweis für eine heute noch andauernde tektonische Absenkung des Beckens, kann jedoch nicht gefolgt werden, da hier überregionale Ursachen eine Rolle spielen (vgl. 5.).

Die bis in die jüngste Zeit zu verfolgende Versetzung des Verebnungsniveaus sowie das fehlende Gefälle im Untergrund des Talbodens der Zwester Ohm im Ebsdorfergrund und auch die damit verbundene Moorbildung (LIPPS 1981: Abb. 2), die HÖLTING & STENGEL-RUTKOWSKI (1964: 19) im Lahntal ähnlich deuten, geben Hinweise auf rezente tektonische Bewegungen an den zum rheinischen Bruchsystem gehörigen Störungen.

7. Schriftenverzeichnis

- AHLBURG, J. (1915): Über das Tertiär und Diluvium im Flußgebiete der Lahn. – Jb. kgl. preuß. geol. L.-Amt, **36**: 269–373, 8 Abb., 9 Taf.; Berlin.
- BIBUS, E. (1977): Das untere Mittelrhein-Tal. In: E. BIBUS & A. SEMMEL: Über die Auswirkung quartärer Tektonik auf die altpleistozänen Mittelrhein-Terrassen. – Catena, **4**: 385–408, 4 Abb.; Gießen.
- (1980): Zur Relief-, Boden- und Sedimententwicklung am unteren Mittelrhein. – Frankfurter geowiss. Arb., **D1**: 296 S., 50 Abb., 8 Tab.; Frankfurt a. M.
- BLUME, H. (1949): Die Marburger Landschaft. Gestalt und morphologische Entwicklung. – Marburger geogr. Schr., **1**: 305 S., 22 Abb., 1 Kt.; Marburg.
- BRUNNACKER, K. (1975): Der stratigraphische Hintergrund von Klimaentwicklung und Morphogenese ab dem höheren Pliozän im westlichen Mitteleuropa. – Z. Geomorph., N.F., Suppl.-Bd. **23**: 82–106, 5 Abb., 1 Tab.; Berlin–Stuttgart.

- (1978): Gliederung und Stratigraphie der Quartärterrassen am Niederrhein. – Kölner geogr. Arb., **36**: 37–58, 3 Abb., 2 Tab.; Köln.
- URBAN, B., & ZAISS, S. (1979): Dünnschichtchromatographisches Verhalten quartärer Altwasser-sedimente am Niederrhein. – *Catena*, **6**: 63–71, 4 Abb.; Gießen.
- GOMM, K. (1971): Das Tertiär des Ebsdorfer Grundes am Nordrand des Vogelsberges (Ilshhausen – Leidenhöfer Kopf – Wittelsberg), topographische Karte 1:25 000 Bl. Niederwalgern 5218 und Amöneburg 5219. Unveröff. Dipl.-Arb., 93 S., 25 Abb.; Marburg.
- GRAMANN, F. (1960): Das ältere Tertiär im nördlichen Vorland des Vogelsberges. – Sber. Ges. Bef. ges. Naturwiss. Marburg, **82**: 3–118, 19 Abb., 3 Taf., 2 Beil.; Marburg.
- HEINE, K. (1970): Fluß- und Talgeschichte im Raum Marburg. – Bonner geogr. Abh., **42**: 195 S., 49 Abb., 3 Tab.; Bonn.
- HÖLTING, B., & STENGEL-RUTKOWSKI, W. (1964): Beiträge zur Tektonik des nordwestlichen Vorlandes des basaltischen Vogelsberges, insbesondere des Amöneburger Beckens. – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **47**: 1–37, 2 Taf.; Wiesbaden.
- HUCKRIEDE, R., & ZACHOS, S. (1969): Die pliozänen Flußschotter auf den Lahnbergen bei Marburg – ein wichtiges Dokument zur hessischen Landschafts- und Flußgeschichte. – *Geologica et Palaeontologica*, **3**: 195–206, 3 Abb.; Marburg.
- LANG, H. D. (1955): Zur Flußgeschichte der Lahn. Ergebnisse geröllanalytischer Untersuchungen in der Umgebung von Marburg/Lahn. – Unveröff. Diss., 178 S., 35 Abb., 20 Tab., 15 Taf.; Marburg.
- LIPPS, S. (1981): Untersuchungen zur Morphogenese des Tals der Zvester Ohm zwischen Heskem und Sicherheitshausen unter besonderer Berücksichtigung des Mittel- und Jungquartärs. – Unveröff. Dipl.-Arb., 109 S., 13 Abb., 5 Tab.; Marburg.
- MÜLLER, K.-H. (1973): Zur Morphologie des zentralen Hintertaunus und des Limburger Beckens. Ein Beitrag zur tertiären Formengengese. – *Marburger geogr. Schr.*, **58**: 112 S., 41 Abb., 1 Kt.; Marburg.
- (1974): Zur Morphologie der plio-pleistozänen Terrassen im Rheinischen Schiefergebirge am Beispiel der Unterlahn.-Ber. dt. Landeskde., **48**: 61–80, 7 Abb., 1 Tab.; Bonn-Bad Godesberg.
- & LIPPS, S. (1983): Quaternary Tectonics and River Terraces at the Eastern Margin of the Rhenish Massif. – In: *Plateau Uplift – The Rhenish Massif. A Case of History.* – 4 Abb.; im Druck.
- PAAS, W. (1961): Rezente und fossile Böden auf niederrheinischen Terrassen und deren Deckschichten. – *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **12**: 165–230, 32 Abb.; Öhringen/Württ.
- SEMMEL, A. (1977): Das obere Mittelrhein-Tal. – In: E. BIBUS & A. SEMMEL: Über die Auswirkung quartärer Tektonik auf die altpleistozänen Mittelrhein-Terrassen. – *Catena*, **4**: 385–408, 4 Abb.; Gießen.
- ZAGWIJN, W. H., MONTFRANS, H. M. V., & ZANDSTRA, J. G. (1971): Subdivision of the „Cromerian“ in the Netherlands.-*Geol. en Mijnbouw*, **50**: 41–58, 6 Abb., 2 Tab.; s'Gravenhage.

Manuskript eingegangen am 6. 1. 1983

Jungkimmerisch rotierte Kluffgefüge aus hessischen Grabenzonen

Von

HANS-JÜRGEN ANDERLE*

Kurzfassung: Die Kluffgefüge aus fünf Aufschlüssen in tektonisch verkippten Grabenschollen der Hessischen Senke werden mittels Polpunkt-Diagrammen beschrieben und den horizontalen Versionen gegenübergestellt. Sie gehören dem orthogonalen Gefügetyp der Deckgebirgs-Klüfte an. Die Übereinstimmung mit den Trennflächen-Gefügen der jeweils benachbarten Großschollen deutet auf gemeinsame Entstehung und damit vorjungkimmerisches Alter dieser Gefüge.

Abstract: Contoured equal-area projection diagrams of tectonically rotated fabrics of systematic joints from five outcrops in Saxonian grabens of the Hesse Depression are compared with their versions re-rotated to horizontal. The joints are forming orthogonal systems as is typical with flat lying well bedded sediments, in this case the Triassic Muschelkalk. These systems compare well with those of the adjoining flat lying fault blocks so that a common origin of both joint fabrics can be concluded. As the graben formation in the Hesse Depression is of late Jurassic age the joint fabrics must be older.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	251
2. Beschreibung der rotierten Kluffgefüge	252
3. Horizontierung der rotierten Kluffgefüge	255
4. Betrachtung der horizontalierten Kluffgefüge	256
5. Aussagen zum Alter der Kluffbildung	258
6. Schriftenverzeichnis	258

1. Einleitung

Üblicherweise werden Kluffgefüge aus dem saxonischen Deckgebirge mittels Kluffrosen dargestellt, welche relative Häufigkeit und Streichrichtungen der Klüfte eines Meßbereiches sichtbar machen. Der Verzicht auf die Darstellung des Einfallens der Klüfte wird mit der im allgemeinen senkrecht stehenden Klüftung in den wenig geneigten Tafeln des Deckgebirges begründet (z. B. MIXIUS 1940: 64). Dieses Vorgehen hat dazu geführt, daß Kluffgefüge in stärker geneigten Bruchschollen nicht untersucht oder hier vom Bild der Kluffrose her falsche Schlußfolgerungen über die Bedeutung bestimmter Streichrichtungen gezogen wurden, denn jede nicht parallel oder senkrecht zur Drehachse verlaufende Trennfläche ändert

* H.-J. ANDERLE, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden.

durch die Rotation ihr Streichen. Von den älteren Autoren hatte deshalb MIXIUS (1940: 73 u. 111–113) für einzelne stärker einfallende Schollen aus dem Keuper SW Wichte und aus Zechstein-Karbonaten am Rande der Grauwacke von Baumbach (Bl. 4923 Altmorschen) Polpunkt-Diagramme der Klüftung nach SCHMIDT (1925) verwendet. Sein Vorgehen bildete aber lange eine Ausnahme. Erst in jüngerer Zeit setzte MEIBURG (1969) die genannte Methode der Polpunkt-Diagramme wieder für Kluffüge-Vergleiche im Deckgebirge ein. Diese Art der Darstellung läßt relative Häufigkeit und Raumlage (d. h. Streichen und Einfallen) der Klüfte eines Meßbereiches synoptisch erkennen. Dargestellt sind Linien gleicher Häufigkeit pro Flächeneinheit (Isolinien, Isopyknen) der Durchstoßpunkte der Flächennormalen durch die untere Halbkugel projiziert auf die Abbildungsebene (ausführlicher erläutert bei ADLER, FENCHEL & PILGER 1961). Seit 1976 wird diese Darstellungsweise zur Kluffüge-Analyse bei der geologischen Kartierung im Hessischen Landesamt für Bodenforschung herangezogen. Dabei sind einige Kluffüge in stärker verkippten Bruchschollen erfaßt worden, welche nachfolgend behandelt werden.

Die Verarbeitung der im Gelände gemessenen Daten erfolgte mit dem Rechenprogramm GELI nach KRÜCKEBERG (1968) in der Hessischen Zentrale für Datenverarbeitung (HZD) in Wiesbaden.

HEINZ HOFFMEISTER und NORBERT KATT betreuten die Rechenarbeiten in der HZD; MANFRED HORN, JENS KULICK, HANS-GÜNTHER KUPFAHL, RENATE MOTZKA-NÖRING und FRANZ RÖSING gaben mir Hinweise zur Geologie der von ihnen kartierten Blattgebiete; RAINER REINHARD (Berlin) und NORBERT SCHOLZ, WILLI STICH, OTTO STIEGLER sowie ROLAND WIEDERER (alle Wiesbaden) steuerten den Großteil der Messungen bei. Ihnen allen sei für ihre Mithilfe herzlich gedankt.

2. Beschreibung der rotierten Kluffüge

Alle 5 behandelten Kluffüge entstammen Aufschlüssen in Kalksteinen des Muschelkalks hessischer Grabenzonen (Abb. 1, Tab. 1). Die Lage der Aufschlüsse in der Hessischen Senke ist in Abb. 1, die Kluffüge und ihre horizontierten Versionen sind in Abb. 2 dargestellt. Daten zu den Aufschlüssen und Gefügen finden sich in Tab. 1.

Aufschluß 1 ist ein Steinbruch im Wellenkalk nördlich Gut Wellingerode am westlichen Hang des Sontra-Tals. Der Bereich gehört einem NNE-streichenden Quergraben zwischen Sontraer Graben im S und Netraer Graben im N an. Es handelt sich um eine langgestreckte, von Verwerfungen durchsetzte Muldenzone aus mehreren Teilstücken (BOSSE 1931: 20). In Diagramm 1a aus der nach W einfallenden Muschelkalk-Scholle ordnen sich die Klüfte um eine gemeinsame Zonenachse an. Die Klufflächen-Polen besetzen einen gemeinsamen, mit 28° nach W geneigten Großkreis, auf dem sich nur schwache Maxima abzeichnen.

Aufschluß 2 ist ein kleiner Steinbruch im Wellenkalk nahe nördlich der Straße von Sontra nach Weißenborn. Der Bereich gehört einer isolierten Muschelkalk-Scholle im Zuge des Sontraer Grabens an. Diese WNW-ESE streichende Strukturzone ist charakterisiert durch SSW-vergente Überschiebungen und Faltingserscheinungen sowie aus dem Liegenden emporgepreßte, heute zwischen

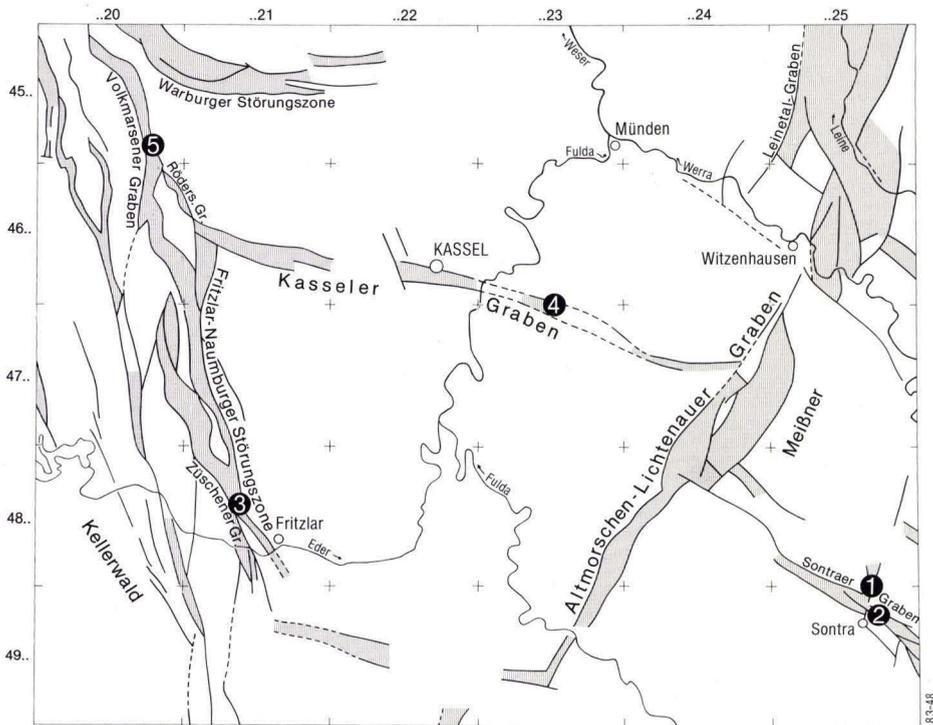


Abb. 1. Lage der untersuchten Aufschlüsse in der Hessischen Senke. Jungkimmerische Graben- und Störungszonen nach RÖSING (1973), verändert und ergänzt nach HORN (1971: Abb. 15, 1976: Abb. 19, 1982: Abb. 17), HORN & KULICK (1969: Abb. 25), HORN, KULICK & MEISCHNER (1973: Abb. 41), MEIBURG (1982: Abb. 3), MOTZKA-NÖRING (in Druckvorber.), RITZKOWSKI (1978: geol. Kt.) und WUNDERLICH (1957: Abb. 1).

Mittlerem Buntsandstein und Muschelkalk liegende Zechsteinkarbonat-Späne (SCHRÖDER 1923–25: 70 u. 81, Taf. 7; MOTZKA-NÖRING & WEBER 1981: Taf. 1). Die Schichtflächen fallen in Aufschluß 2 mit mittleren Werten nach NE ein. Entsprechend bilden die Pole der mehr oder weniger bankrechten Klüfte einen in den NE-Quadranten des Diagramms 2a verlagerten Gürtel, aus dem sich zwei rund 80° voneinander entfernte Maxima herausheben. Der gemeinsame Großkreis der Kluffpole fällt in Richtung 32° mit 40° ein. Das auf einigen Mergelstein-Schichtflächen auftretende Runzellinear steht senkrecht auf den Klufflächen des Hauptmaximums und verläuft parallel den Klufflächen des Nebenmaximums. Es dürfte in den Formenkreis der Hauptstriemung (ENGELS 1956: 10) bzw. Querrippung (KRUCK 1974: 166) gehören.

Aufschluß 3 ist ein Hanganschnitt an der Straße südlich Züschen wenig nördlich der Fassung des Geismarer Sauerbrunnens. Der hier aufgeschlossene Wellenkalk gehört zu einer halbsteil nach NE einfallenden Teilscholle des Züschen Grabens, die antithetisch gegen die nahezu N–S gerichtete östliche Randverwerfung gekippt ist (MEIBURG 1982: 39 f.). In der Fritzlär-Naumburger Grabenzone, welcher der Züschen Graben angehört, sind die beherrschenden tektonischen Erscheinungen

Tab. 1. Daten zu den beschriebenen Klufftgefügen

Nr.	TK 25	R 35	H 56	M	IA	R	H	M _a	M _b	K
1	4925 Sontra	6612,	6268	196	0,2,5,7	28°	179/0	59/76 145/76	55/90 149/90	86°
2	4925 Sontra	6650,	6111	196	0,2,5,10	40°	122/0	78/59 176/63	85/90 167/90	82°
3	4821 Fritzlar	1645,	6883	75	0,2,5,10	44°	140/0	66/74 161/49	72/90 157/90	85°
4	4723 Ober- kaufungen	4104,	8455	60	0,5,10,15	59°	106/0	70/37 178/60	89/90 161/90	72°
5	4520 Warburg	0903,	9750	144	0,2,5,10	86°	166/0	74/55	40/90	

TK 25: Nummer und Name der Topogr. Karte 1:25 000

R/H: Gauß-Krüger-Koordinaten der Aufschlüsse

M: Anzahl der gemessenen Klüfte

IA: Isolinien-Abstufung in Prozent

R: Winkel der Abweichung der Zonenebene der Klufftpole von der Horizontalen

H: Streichlinie der Zonenebene der Klufftpole (= Drehachse der Horizontierung)

M_a/M_b: Streichen und Fallen der quasi-orthogonalen Maximumflächen vor/nach der Horizontierung

K: Winkel der quasi-orthogonalen Maximumflächen

Ausweitungsstrukturen (MARTINI 1937: 91 f., MEIBURG 1982: 49). Nach MIXIUS (1940: 108) nimmt der Bereich bezüglich Einengung eine Mittelstellung ein, da zwar keine kleintektonischen Einengungsformen erkennbar seien, das steile Einfallen der einzelnen Teilschollen sich aber nicht lediglich mit Einkippung über Zerrbrüchen erklären lasse. Entsprechend dem mittleren Schichteinfallen nach NE bilden die Pole der mehr oder weniger bankrechten Klüfte einen in den NE-Quadranten des Diagramms 3a verlagerten Gürtel, aus welchem sich zwei rund 85° voneinander entfernte Maxima deutlich abheben. Der gemeinsame Großkreis der Klufftpole ist in Richtung 50° um 44° geneigt. Ein Linear, ähnlich dem in Aufschluß 2 und in nahezu gleicher räumlicher Beziehung zu den Klufftsystemen (parallel zu den E-W- und senkrecht zu den N-S-Klüften), tritt auf der Unterseite einer Schichtfläche auf.

Aufschluß 4, ein aufgelassener Steinbruch im Wellenkalk des Kalkberges NW Niederkaufungen, gehört dem Nordflügel der nördlichen Teilmulde des südvergenten Kasseler Grabens an (vgl. MARTINI 1937: 76, RÖSING 1969: 112 f., KUPFAHL 1981: 109). Der nach SW einfallende Kalkstein zeigt in dem geringfügig zu

schwach besetzten Diagramm 4a zwei rund 70° voneinander entfernte steile Maxima. Ihr gemeinsamer Großkreis fällt mit 59° in Richtung 196° ein. Schichtflächen-Messungen liegen hier nicht in ausreichender Zahl vor, so daß auf die Wiedergabe ihrer Pole im Diagramm verzichtet wurde. Die Klüfte sind aber auch hier mehr oder weniger bankrecht.

Aufschluß 5 ist die Felsklippe Scharfer Stein unterhalb der Kugelsburg bei Volkmarsen. Der steil nach W einfallende Trochitenkalk ist Teil der Wolfhagener Störungszone im Bereich der Scharung von Volkmarsener und Rödersener Graben. Hier überwiegen Einengungerscheinungen (MARTINI 1937: 92 f., RÖSING 1966: 144, HORN 1976: 120 f., MEIBURG 1982: 61). Die Pole mehr oder weniger bankrechter Klüfte bilden einen durch das Diagramm 5a fast N-S verlaufenden Gürtel. Daneben sind, abweichend von den anderen Diagrammen, in geringerer Zahl auch bankschräge Klüfte am Aufbau des Gefüges beteiligt. Dies erschwert die Wahl des gemeinsamen Großkreises bankrechter Klüfte. Der gemeinsame Großkreis in Mittellage zum Kluffpol-Gürtel fällt mit 86° in Richtung 256° ein. Der Durchstichpunkt seiner Zonenachse auf der unteren Halbkugel liegt randlich des Feldes der Schichtflächen-Pole.

Die beschriebenen rotierten Kluffgefüge sind an die saxonischen Grabenzonen der Hessischen Senke gebunden, und es ist damit zu rechnen, daß regelmäßig in verkippten Grabenschollen auch verkippte Kluffgefüge zu finden sein werden. So zeigt eine Durchsicht der Kluffrosen, zu denen zusätzlich Polpunkte der Klüftung angegeben sind, auf den Beiblättern zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000, daß z. B. auf Bl. 4620 Arolsen im Rödersener Graben (HORN 1976) und auf Bl. 4719 Korbach nördlich Höringhausen (KULICK 1968) verkippte Kluffgefüge auftreten. Dies gilt auch für den Hersfelder Graben auf Bl. 5124 Bad Hersfeld¹. Ein weiteres solches Gefüge zeigt Diagramm 18 bei MEIBURG (1969: Anl. 4) aus dem Muschelkalk des Niedermeiser Grabens in der Warburger Störungszone auf Bl. 4521 Liebenau.

3. Horizontierung der rotierten Kluffgefüge

Zum besseren Vergleich ist es üblich, rotierte Kluffgefüge in die horizontale Ausgangslage zurückzudrehen. Dabei ist jedoch zu beachten, daß im Deckgebirge die tatsächliche Rotationsachse nicht im Gesteinsgefüge abgebildet ist, weshalb als Horizontierung nur eine Drehung des Gefüges um die (horizontale) Streichlinie um den Betrag des Schichteinfallens in Frage kommt. Bei bankrechten Klüften entspricht die Streichlinie der Schnittlinie des gemeinsamen Großkreises der Kluffpol-Maxima mit der Abbildungsebene des Schmidtschen Netzes. Ein horizontiertes Kluffgefüge wird nur dann mit der Ausgangslage vor der Rotation identisch sein, wenn die Rotation ein ein- oder mehraktiger Vorgang um ein und dieselbe horizontale Achse war. Waren an der Rotation nacheinander unterschiedlich

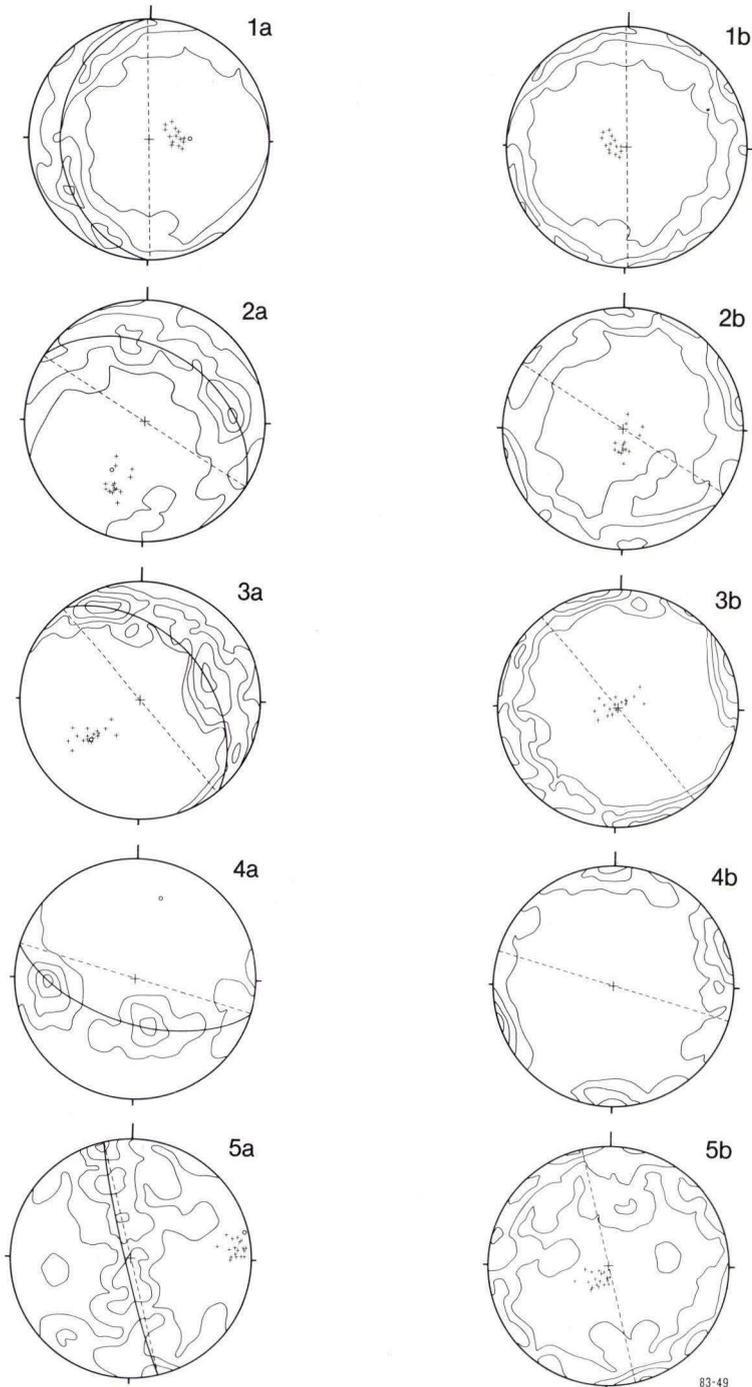
¹ Der bei LAEMMLEN (1967: 148) beschriebene Steinbruch im nach SSW überkippten Wellenkalk am N-Rand des Hersfelder Grabens ca. 700 WNW Hof Wehneberg ist inzwischen leider verfüllt worden.

streichende horizontale Achsen oder eine schiefe Achse beteiligt, so werden nach der Horizontierung die Klufscharen gegenüber dem Ausgangszustand im Streichen abweichen, d. h. um eine vertikale Achse mehr oder weniger stark verdreht sein. Horizontierung von Kluffgefügen im Deckgebirge ist also nicht konstruktive Rückformung, denn diese ist nur vom eindeutigen Bewegungsbild aus möglich (vgl. SANDER 1948: 69 u. 170 f.). Bei den rotierten Kluffgefügen aus den hessischen Grabenzonen kann man jedoch davon ausgehen, daß wenigstens die Richtung der Rotationsachse etwa dem Streichen des jeweiligen Grabens parallel ist. Über ein mögliches Einfallen der Achse besteht weniger Klarheit, zumal in den Fällen, wo – wie bei fast allen besprochenen Meßbereichen – Zerrungs- und Pressungserscheinungen auftreten. Sind Diagramme unrotierter Kluffgefüge aus benachbarten Großschollen oder auch dem jeweiligen Graben selbst vorhanden, so läßt sich durch Vergleich mit den horizontierten Gefügen abschätzen, ob die zur Horizontierung benutzte Drehachse mit der Rotationsachse identisch war. Die Drehachsen für die Horizontierung der Diagramme 1–5 sind in Tab. 1 angegeben.

4. Betrachtung der horizontierten Kluffgefüge

Abb. 2 zeigt in der rechten Spalte die horizontierten Kluffgefüge. Zur Horizontierung diene in allen Fällen die Schnittkante des gemeinsamen Großkreises der Kluffpole mit der Abbildungsebene als Drehachse (s. Abb. 2, linke Spalte), was in allen Diagrammen zu einer ausgewogenen Gewichtsverteilung nach der Horizontierung geführt hat. Allerdings mußte bei Diagramm 1 und 5 in Kauf genommen werden, daß die Schichtflächen-Pole geringfügig vom Mittelpunkt des Diagramms abweichen. Insgesamt wird deutlich, daß in allen 5 Gefügen die mehr oder weniger bankrechten Klüfte überwiegen. Diagramm 5 enthält einen gewissen Anteil bankschräger Klüfte. Diese dürften jünger als die bankrechten Klüfte und erst in der jetzigen Lage nach der Schollenrotation gebildet worden sein. Obwohl die bankrechten Klufscharen in den Kalksteinen des Muschelkalks nicht so gut geregelt sind wie in den Sandsteinen des Buntsandsteins, tragen die Kluffgürtel der besprochenen Diagramme doch Maxima, die bei Diagramm 2, 3 und 4 eine sichere Zuordnung zu dem quasi-orthogonalen Kluffgefüge-Typ des Deckgebirges gestatten. Dies kommt in der Verkleinerung von Diagramm 1a und 1b in Abb. 2 nicht zum Ausdruck. Doch tritt in den unverkleinerten Originalversionen im NW-Quadranten eine kleine 7%-Besetzung auf, welche 86° von dem Maximum im SW-Quadranten entfernt ist, so daß sich auch hier eine quasi-orthogonale Konfiguration andeutet. In Diagramm 5a und 5b besteht das Hauptmaximum aus Klüften, die senkrecht zur Drehachse angeordnet sind, so daß sie als Querklüfte genetisch der Schollenrotation zugeordnet werden können, zumal unter dem Gesichtspunkt der Einengung, die den Meßbereich betroffen hat (s. o.). Die Anordnung der verbleibenden bankrechten Klüfte läßt keine eindeutige quasi-orthogonale Konfiguration erkennen.

Vergleicht man die horizontierten Gefüge jeweils mit Gefügen aus den flachliegenden Deckgebirgs-Schollen der Umgebung, so finden sich unter diesen auch solche gleicher oder ähnlicher Streichrichtungen der Haupt-Klufscharen, was



83-49

Abb. 2. Rotierte Klufflüge aus hessischen Grabenzonen (Isolinien-Diagramme der Verteilung der Klufflächen-Pole in der unteren Halbkugel). Linke Spalte: heutige Raumlage der Gefüge, rechte Spalte: horizontierte Gefüge. Durchgezogener Großkreis (nur linke Spalte): gemeinsamer Großkreis (Zonenebene) der Klufflüge, gerissene Linie: Drehachse der Horizontierung (= Streichlinie der Zonenebene der Klufflüge), Kringel (nur linke Spalte): Pol des gemeinsamen Großkreises der Klufflüge, Kreuze: Pole der Schichtung.

zu der Annahme berechtigt, daß die Rotationen um horizontale oder fast horizontale Achsen erfolgt sind². Dabei ist zu beachten, daß bei den quasi-orthogonalen Kluffgefügen des Deckgebirges zwei Grundtypen unterschieden werden können, je nachdem, ob die Hauptklüfte um NW–SE und NE–SW oder um N–S und E–W streichen (vgl. EHRENBERG & HICKETHIER 1978: 158, ANDERLE 1981: 114; ähnlich auch bei DIEDERICH 1973: 289 f.). Von den beschriebenen Gefügen scheinen diejenigen der Aufschlüsse 2, 3 und 4 dem N–S/E–W-Typ anzugehören (vgl. Diagr. 2b, 3b und 4b in Abb. 2).

5. Aussagen zum Alter der Kluffbildung

Die quasi-orthogonalen Gefüge bankrechter Klüfte des Deckgebirges – von LOTZE (1933: 194) als gemeine Klüfte, von NICKELSEN & HOUGH (1967: 615) als fundamentales Kluffsystem bezeichnet – sind global verbreitet. Nach der von BOCK (1980: 634 f.) dargelegten Trennbruch-Hypothese ist für die Entstehung jedes einzelnen orthogonalen Kluffsystems ein über größere Gebiete einheitlicher Spannungsplan Voraussetzung (vgl. PARKER 1942, HODGSON 1961). Die rotierten orthogonalen Kluffgefüge aus den hessischen Grabenzonen und die unrotierten orthogonalen Kluffgefüge der zwischenliegenden Großschollen sind demnach gleich alt. Die gemeinsame Kluffbildung fand vor der Grabenbildung statt. Diese Kluffgefüge besitzen deshalb vorjungkimmerisches Alter, da die Grabenbildung von STILLE (1913: 368) nach Beobachtungen in Niedersachsen in den jüngsten Weißen Jura eingestuft wird, was auch heute noch anerkannt ist (MEIBURG 1982: 230). Im Auftreten zweier orthogonaler Gefügetypen im Deckgebirge der Hessischen Senke (s. o.) deutet sich eine weitere zeitliche Differenzierung an. Aus dem vorliegenden Datenmaterial läßt sich jedoch noch nicht entscheiden, ob die rotierten Kluffgefüge ein und demselben orthogonalen Typ oder zwei verschiedenen angehören. Es hat aber den Anschein als seien unter den 5 besprochenen rotierten Gefügen beide Gefügetypen der Großschollen vorhanden.

6. Schriftenverzeichnis

- ADLER, R., FENCHEL, W., & PILGER, A. (1961): Statistische Methoden in der Tektonik II. Das Schmidtsche Netz und seine Anwendung im Bereich des makroskopischen Gefüges. – Clausthaler tekt. H., **4**, 111 S., 79 Abb.; Clausthal-Zellerfeld.
- – – (1962): Statistische Methoden in der Tektonik I. – Clausthaler tekt. H., **2**, 97 S., 51 Abb., 9 Tab.; Clausthal-Zellerfeld.
- ANDERLE, H.-J. (1981): Klüfte. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4723 Oberkaufungen, 2. Aufl.: 112–114, 1 Tab.; Wiesbaden.

² Das Vergleichsmaterial findet sich auf folgenden Beiblättern zur GK 25 von Hessen: Für Diagr. 1 und 2 bei MOTZKA-NÖRING (in Druckvorber.), für Diagr. 3 bei KULICK (noch nicht abgeschlossen), für Diagr. 4 bei KUPFAHL (1981) und für Diagr. 5 bei HORN (1982).

- BOCK, H. (1980): Das Fundamentale Kluffsystem. – Z. dt. geol. Ges., **131**: 627–650, 13 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- BOSSE, H. (1931): Tektonische Untersuchungen an niederhessischen Grabenzonen südlich des Unterwerrasattels. – Abh. preuß. geol. L.-Anst., N.F., **128**: 1–37, 10 Abb. 1 Taf.; Berlin.
- DIEDERICH, G. (1973): Die Klüftung im Buntsandstein des Blattes 5721 Gelnhausen. Mit einem Ausblick auf Hessen. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **101**: 284–299, 5 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- EHRENBERG, K.-H., & HICKETHIER, H. (1978): Klüfte. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5620 Ortenberg: 157–158; Wiesbaden.
- ENGELS, B. (1956): Zur Deutung der Querplattung (Sigmoidalklüftung). – Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg, **25**: 5–25, 15 Abb.; Hamburg.
- HODGSON, R. A. (1961): Regional study of jointing in Comb Ridge – Navajo Mountain area, Arizona and Utah. – Bull. am. Ass. Petrol. Geologists, **45**: 1–38, 26 Abb., 1 Taf.; Tulsa, Okla.
- HORN, M. (1971): Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4721 Naumburg, 285 S., 29 Abb., 10 Tab., 1 Taf.; 1 Beibl.; Wiesbaden.
- (1976): Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4620 Arolsen, 225 S., 35 Abb., 9 Tab., 1 Taf., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- (1982): Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4520 Warburg, 238 S., 28 Abb., 32 Tab., 1 Taf., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- & KULICK, J. (1969): Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4720 Waldeck, 227 S., 35 Abb., 8 Diagr., 15 Tab., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- KULICK, J., & MEISCHNER, D. (1973): Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4820 Bad Wildungen, 386 S., 69 Abb., 20 Tab., 2 Taf., 3 Beibl.; Wiesbaden.
- KRUCK, W. (1974): Querplattung im Muschelkalk Nordwestdeutschlands. – Mitt. geol.-paläont. Inst. Univ. Hamburg, **43**: 127–172, 28 Abb., 3 Tab., 4 Taf.; Hamburg.
- KRÜCKEBERG, F. (1968): Eine Programmiersprache für gefügekundliche Arbeiten. – Clausthaler tekt. H., **8**: 7–53, 19 Abb., 23 Taf.; Clausthal-Zellerfeld.
- KULICK, J. (1968): Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4719 Korbach, 272 S., 32 Abb., 8 Diagr., 15 Tab., 8 Taf., 2 Beibl.; Wiesbaden.
- (Bearbeitung noch nicht abgeschlossen): Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4821 Fritzlar; Wiesbaden.
- KUPFAHL, H.-G. (1981): Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4723 Oberkaufungen, 2. Aufl., 212 S., 15 Abb., 17 Tab., 3 Taf., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- LAEMMLEN, M. (1967): Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5124 Bad Hersfeld, 280 S., 16 Abb., 7 Diagr., 10 Tab., 1 Textprof., 4 Taf., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- LOTZE, F. (1933): Zur Erklärung der tektonischen Klüfte. – Cbl. Mineral. usw., **1933**, B: 193–199, 3 Abb.; Stuttgart.
- MARTINI, H. J. (1937): Großschollen und Gräben zwischen Habichtswald und Rheinischem Schiefergebirge. – Geotekt. Forsch., **1**: 69–123, 36 Abb., 3 Taf.; Berlin.
- MEIBURG, P. (1969): Die Warburger Störungszone. Ein Beitrag zur Geologie des Warme-Diemel-Gebietes (Nordhessen/Ost-Westfalen). – Diss., 394 S., 71 Abb., 15 Tab., 49 Taf., 5 Anl.; Münster.
- (1982): Saxonische Tektonik und Schollenkinematik am Ostrand des Rheinischen Massivs. – Geotekt. Forsch., **62**: I–II, 1–267, 84 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- MIXIUS, F. K. (1940): Das hessische Grabengebiet im Süden der Sollingscholle. – Geotekt. Forsch., **5**, 60–123, 39 Abb., 4 Taf.; Berlin.
- MOTZKA-NÖRING, R. (in Druckvorber.): Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4925 Sontra, 2. Aufl.; Wiesbaden.
- & WEBER, K. (1981): Das Paläozoikum und die phyllitischen Gesteine von Welda (Bl. 4925 Sontra). Geol. Jb. Hessen, **109**: 19–22, 1 Taf.; Wiesbaden.
- NICKELSEN, R. P., & HOUGH, V. D. (1967): Jointing in the Appalachian plateau of Pennsylvania. – Bull. geol. Soc. Amer., **78**: 609–630, 4 Abb., 6 Taf.; New York, N.Y.
- PARKER, J. M. (1942): Regional systematic jointing in slightly deformed sedimentary rocks. – Bull. geol. Soc. Amer. **53**: 381–408, 6 Abb., 4 Taf., 1 Tab.; New York, N.Y.
- RITZKOWSKI, S. (1978): Geologie des Unterwerra-Sattels und seiner Randstrukturen zwischen Eschwege und Witzenhausen (Nordhessen). – Aufschluß, Sonderbd. **28** (Göttingen): 187–204, 5 Tab., 1 Kt.; Heidelberg.

- RÖSING, F. (1966): Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4621 Wolfhagen, 246 S., 13 Abb., 8 Tab., 2 Diagr.; Wiesbaden.
- (1969): Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4622 Kassel-West, 3. Aufl., 205 S., 9 Abb., 4 Tab.; Wiesbaden.
- (1973): Geologische Übersichtskarte von Hessen 1:300 000, 2. Aufl.; Wiesbaden (Hess. L.-Amt Bodenforsch.).
- SANDER, B. (1948): Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper. Erster Teil: Allgemeine Gefügekunde und Arbeiten im Bereich Handstück bis Profil. – 215 S., 66 Abb.; Wien, Innsbruck (Springer).
- SCHMIDT, W. (1925): Gefügestatistik. – Tschermaks mineral. petrogr. Mitt., **38**: 392–423, 5 Abb.; Wien.
- SCHRÖDER, E. (1923–25): Tektonische Studien an niederhessischen Gräben. – Abh. preuß. geol. L.-Anst., N.F., **95**: 57–82, 2 Abb., 3 Taf.; Berlin.
- STILLE, H. (1913): Die kimmerische (vorcretacische) Phase der saxonischen Faltung des deutschen Bodens. – Geol. Rdsch., **4**: 362–386, 1 Abb.; Leipzig, Berlin.
- WUNDERLICH, H. G. (1957): Tektogenese des Leinetalgrabens und seiner Randschollen. – Geol. Rdsch., **46**: 372–413, 7 Abb.; Stuttgart.

Manuskript eingegangen am 18. 8. 1982

Die chemische Zusammensetzung der basaltischen Gesteine der nördlichen Hessischen Senke und ihrer Umgebung

Von

KARL HANS WEDEPOHL

Kurzfassung: Auf dem Gebiet von 41 Blättern der TK 25 nördlich des Vogelsberges wurden die etwa 250 größeren von rund 2000 Einzelvorkommen von tertiären Basalten petrographisch untersucht. Alkali-Olivinbasalte sind mit rund 73% Flächenbedeckung die häufigsten Typen. Nephelin-Basanite und Limburgite haben einen Flächenanteil von etwa 12%, Olivin-Nephelinite von etwa 9% und Quarz-Tholeiite von etwa 6%. Von 45 Alkali-Olivinbasalten, 11 Nephelin-Basaniten und Limburgiten, 17 Olivin-Nepheliniten und 10 Tholeiiten sind Vollanalysen angefertigt worden, die mit Literaturwerten des gleichen Gebietes und weltweiter Probenahme verglichen werden. Danach haben die Alkali-Olivinbasalte unseres Gebietes besonders niedrige Al_2O_3 - und relativ hohe K_2O -Gehalte. Basanitische Alkali-Olivinbasalte sind gegenüber den nephelinärmeren, häufigen AOB durch höhere Ca-, Mg- und P-Gehalte und niedrigere Si- und Al-Konzentrationen charakterisiert. In einer großen Anzahl der Basaltproben, von denen Vollanalysen vorliegen, wurden 34 chemische NebenkompONENTEN und Spurenbestandteile mit Methoden hoher Reproduzierbarkeit (Neutronen-Aktivierungsanalyse, AAS, ICP- AEC usw.) bestimmt.

Alle Magmen unseres Gebietes stammen aus dem oberen Mantel mit Spinell-Peridotit-Zusammensetzung. Die Quarz-Tholeiite können durch Partial-Schmelzbildung aus „verarmtem“ Mantel entstanden sein, wie er durch die häufigen Lherzolith- und Harzburgit-Einschlüsse der Alkalibasalte repräsentiert wird. Für die Magmen der Alkali-Olivinbasalte, Nephelin-Basanite (+ Limburgite) und Olivin-Nephelinite ist vor der partiellen Schmelzbildung eine metasomatische Zufuhr von inkompatiblen (La, Ce, Th, U, Cs, Rb, Sr, P usw.) und volatilen Elementen (H_2O , CO_2 , Cl, F usw.) in die betreffende Mantelzone notwendig. Eine derartige Metasomatose wird in den Peridotiten z. B. durch das Auftreten von Phlogopit angezeigt. Melilith führende (larnitnormative) Olivin-Nephelinite sind offenbar Produkte des niedrigsten Aufschmelzungsgrades des metasomatisch angereicherten Mantels unter relativ hohen CO_2 - H_2O -Druck. Die Altersfolge Tholeiit Alkali-Olivinbasalt Nephelinbasalt und das regionale Verbreitungsmuster der Typen sprechen nicht für die Bildung der Magmen in einer großen Diapirzone im Mantel.

Abstract: In the Hessian Depression north of the Vogelsberg Mountains 250 out of 2000 separate necks and flows of Tertiary basalts have been petrographically and chemically investigated. The area is geologically mapped on 41 sheets 1:25000. The different volcanic species contribute the following proportions: 73% alkali olivine basalt, 12% nepheline basanite and limburgite, 9% olivine nephelinite and 6% quartz tholeiite. 83 rock analyses and data on 34 minor elements (INA, AAS, ICP etc.) have been compared with results from worldwide sampling. According to concentrations of heavy REE it is to be assumed that all magma species of the area were equilibrated with spinel peridotite during partial melting. Quartz tholeiites can be derived from depleted mantle rocks but magmas of the nepheline bearing rocks contained concentrations of La, Ce, Th, U, Cs, Rb, Sr, P, Cl, F exceeding those which could be explained by more than a few percent partial melting of harzburgites and lherzolites

* Prof. Dr. K.H. WEDEPOHL, Geochemisches Institut der Georg-August-Universität, Goldschmidtstr. 1, 3400 Göttingen.

represented by xenoliths. If source rocks of these magmas have undergone mantle metasomatism as indicated by the occurrence of phlogopite and/or amphibole in some peridotite xenoliths their concentrations of incompatible and volatile elements can be balanced with their abundances in nepheline bearing basalts. Olivine nephelinites are probably products of the lowest degree of partial melting at relatively high partial pressures of CO_2 and H_2O . The pattern of the regional distribution of basaltic species and the time sequence of their eruption cannot be easily correlated with magma formation caused by adiabatic uplift of mantle material. The partial melting of depleted peridotite to produce quartz tholeiite magmas probably requires diapiric uplift.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	262
2. Basalt-Typen, Probenahme	263
3. Untersuchungsmethoden	269
4. Ergebnisse der chemischen Untersuchungen	271
4.1. Hauptkomponenten	271
4.2. Nebenkomponenten und Spurenbestandteile	281
5. Genetische Zusammenhänge	287
6. Schriftenverzeichnis	299

1. Einleitung

Geotektonische und genetische Zusammenhänge einer Vulkanregion lassen sich nur aus der Gesamtschau eines größeren Gebietes erkennen. Ein solcher Überblick ist auf der Grundlage sicherer petrographischer Einordnung von einheitlichen Basalttypen für die Hessische Senke und ihre Umgebung noch nicht versucht worden. Kurz vor der Jahrhundertwende begann RINNE (1892, 1897) mit einer qualitativen mikroskopischen Bestandsaufnahme „der norddeutschen Basalte aus dem Gebiete der Weser und den angrenzenden Gebieten der Werra und Fulda“. Hier finden sich zahlreiche Beobachtungen; zu einem systematischen Überblick fehlt es jedoch an einer regionalen, mit zuverlässigen Analysen ausgestatteten Untersuchung zumindest aller größeren Vorkommen. Kurz nach der Jahrhundertwende wurden durch Doktoranden von M. BAUER in Marburg große Teile des Gebietes regional petrographisch bearbeitet (SCHULTZ 1902, REUBER 1904, WAITZ VON ESCHEN 1906, WIEGEL 1907, HEYKES 1910, BERNGES 1911, BENDER 1911, HEZEL 1912, APEL 1914). Die diesen Dissertationen beigegebenen Karten der Verbreitung der Basalttypen sind aber nach geologischer Kartierung und petrographischer Einstufung der Basalte vielfach recht unzulänglich. Im Vergleich mit den neuen Analysen zeigt sich, daß die Mehrzahl der aus dieser Zeit stammenden Gesteinsanalysen in wesentlichen Komponenten wie Al_2O_3 , MgO , Na_2O falsch ist. Pionierarbeit für eine petrologische Untersuchung auf der Grundlage zuverlässiger mineralogischer und chemischer Analysen leistete am Beispiel eines seltenen Basalttyps (Melilith führender Olivin-Nephelinit) ERNST (1936). Einen Durchbruch zur Neukartierung mit moderner petrographischer Charakterisierung der Vulkanite stellt das Blatt 4622 Kassel-West der Geologischen Karte von Hessen 1:25 000 (HENTSCHEL 1958) dar sowie die z. T. noch im Erscheinen begriffenen Blätter in dessen Umgebung. Außerhalb des Habichtswal-

des und seiner Umgebung ist kürzlich das Blatt 4723 Oberkaufungen erschienen, das u. a. in-situ-Differentiate von Alkali-Olivinbasalten als Lagergänge enthält. (EHRENBERG & STRECKER 1981). Eine detaillierte, regional auf das Gebiet nördlich Fritzlar beschränkte petrographisch-chemische Untersuchung veröffentlichte LOHMANN (1964).

Als Arbeitsgebiet für diese Untersuchung sind die Basaltvorkommen auf 41 Blättern der Geologischen Karte 1:25 000 ausgewählt worden. Das nördlichste Vorkommen liegt bei Horn-Sandebeck am Teutoburger Wald (Bl. 4119 Horn). Südlich ist das Gebiet durch die Blätter 5120 Neustadt, 5121 Schrecksbach, 5122 Neukirchen und 5123 Niederaula gegen den von uns nicht bearbeiteten Vogelsberg abgegrenzt worden. Es gibt hier insgesamt etwa 2000 Einzelvorkommen von basaltischen Strömen, Vulkankegeln, intrusiven Lagern sowie deren Erosionsresten. Aus dieser Gesamtzahl wurden etwa 250 der größeren Vorkommen zur petrographischen Einordnung durch Dünnschliff-Untersuchung ausgewählt, soweit sie nicht im Zuge moderner Kartierung des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung bearbeitet worden waren.

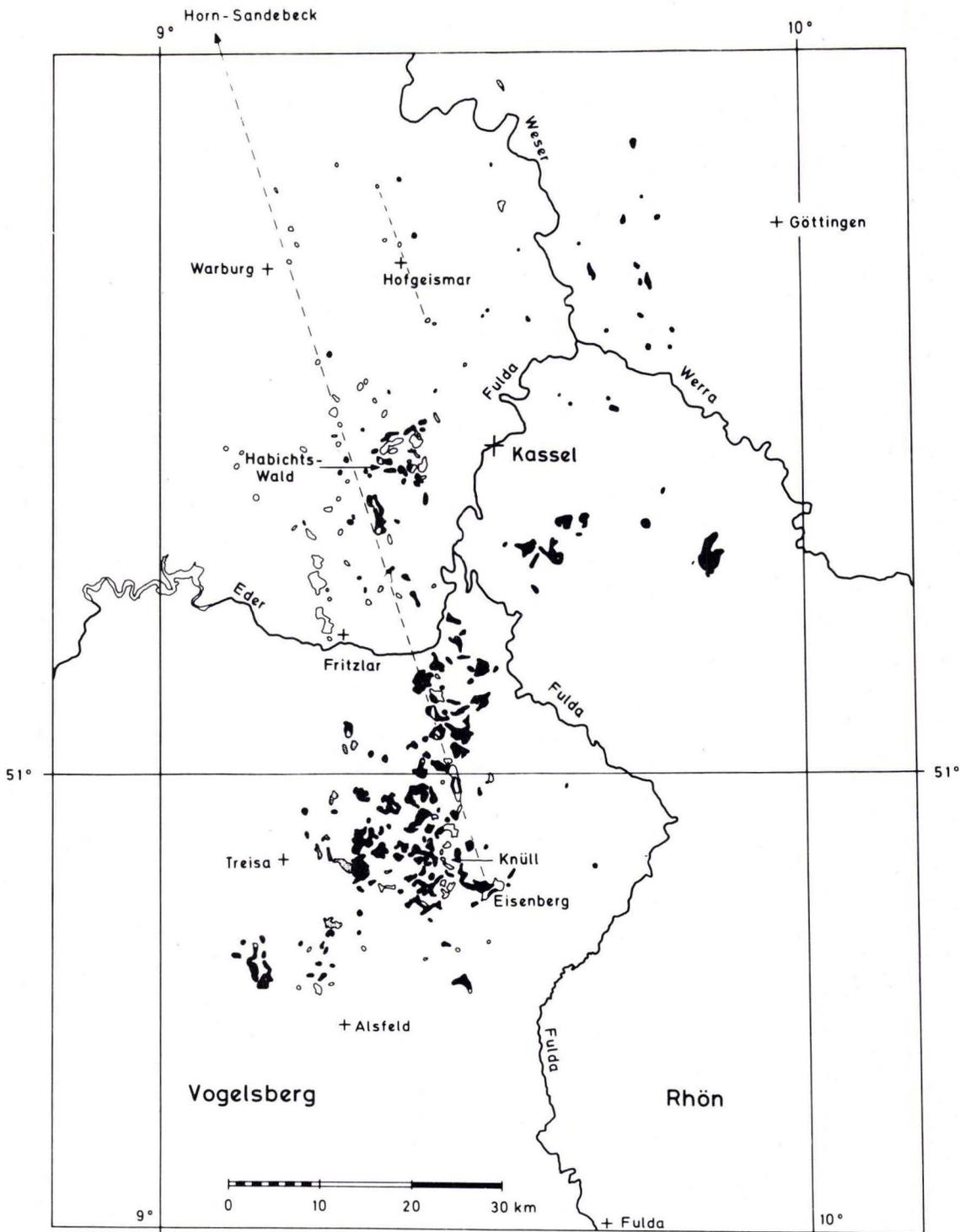
Danksagung

Das umfangreiche Analysenprogramm für diese Untersuchung ermöglichte viele Vergleiche von Methoden. Es war nur durchführbar mit Unterstützung zahlreicher Mitarbeiter und Kollegen, die als Analytiker in Tab. 4 aufgeführt worden sind. Für die Entwicklung von Methoden und für organisatorische Aufgaben, die deren vielseitigen Einsatz gewährleisteten, sind im Geochemischen Institut seit Jahren Dr. A. SCHNEIDER und Dr. H. HEINRICHS erfolgreich tätig. Ich danke Herrn Prof. B. SANSONI, daß er den größeren Teil der Aktivierungsanalysen in der Zentralabteilung für chemische Analysen der KFA Jülich durchführen ließ. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft förderte in ihrem Schwerpunkt „Vertikalbewegungen und ihre Ursachen am Beispiel des Rheinischen Schildes“ den letzten Abschnitt der Basalt-Untersuchungen in der nördlichen Hessischen Senke. Die Herren Doktoren G. KNAPP, M.HORN, P. MEIBURG und J. KULICK stellten freundlicherweise ihre unveröffentlichten Kartierungsunterlagen mit den Umrissen der Basaltkomplexe auf den Blättern 4421 Borgentreich, 4520 Warburg, 4521 Liebenau und 4821 Fritzlar zur Verfügung. Herr Dr. K. MENGEL stand zu häufigen Diskussionen über die Magmengenese in unserem Arbeitsgebiet zur Verfügung.

2. Basalt-Typen, Probenahme

Die geologische Übersichtskarte von Hessen 1:300000 enthält die etwa 250 größeren Basaltvorkommen des in der Einleitung abgegrenzten Gebietes (in olivgrüner Markierung). In diesem Maßstab sind Einzelvorkommen bis minimal etwa 0,02 km² Flächenbedeckung darstellbar. Eng benachbarte kleinere Vorkommen wurden zu einer etwas größeren Fläche zusammengefaßt. Abb. 1 enthält die Flächen der Vorkommen nach der genannten Karte; sie ist mit gesonderter Markierung für drei Gruppen von Basalttypen gezeichnet worden.

Es ist nun die Frage, wie weit man für eine regionale und genetische Studie die Basalt-Typen aufgliedert. Ein zu feines Muster von Subspezies kann den Überblick für genetische Zusammenhänge verstellen, u. a. weil die Zahl der Vorkommen innerhalb einer Gruppe klein wird. Wir haben eine Gliederung in sieben Basalt-Typen benutzt, die in Tab. 1 aufgeführt worden ist. Die Olivin-Nephelinite, Limburgite und Nephelin-Basanite führen häufig, die basanitischen Alkali-



■ Alkaliolivinbasalte □ Olivin-Nephelinite, Nephelin-Basanite, Limburgite ▤ Tholeiitische Basalte

Abb. 1. Verteilung der Basalt-Typen in der nördlichen Hessischen Senke und ihrer Umgebung. Basaltbedeckung auf der Grundlage der Geologischen Übersichtskarte von Hessen 1:300000. Maßstab dieser Abbildung etwa 1:600000. Die lange gestrichelte Linie verbindet Foïd-Basalte der Sandebeck-Eisenberg-Zone; auf der kurzen gestrichelten Linie liegen larnitnormative Olivin-Nephelinite im Gebiet von Hofgeismar.

Tab. 1. Basaltvarietäten der nördlichen Hessischen Senke. (Die Typen IV–VII führen häufig, der Typ III oft, Typ II gelegentlich und Typ I nie Einschlüsse von Lherzoliten und Harzburgiten. Norm-Bestände s. Tab. 11)

Magmentyp	Gesteinsvarietät	Synonyme und ältere Gesteinsnamen	Mineralbestand	Spezifische Minerale
Tholeiitischer Basalt	(I) Quarz-tholeiitischer Basalt	Enstatit-Dolerit, olivinfreier Feldspatbasalt, Trapp	Plagioklas, Pyroxene, Magnetit, Ilmenit, (Glas), (Quarz), (Olivin), Apatit	Diopsidischer Augit neben Hypersthen und/oder Pigeonit, (Glas mit granitischer Zusammensetzung), (Ilmenit), (Quarz)
Alkali-Olivinbasalt	(II) Alkali-Olivinbasalt	Feldspatbasalt, (Dolerit), Olivinbasalt	Plagioklas (meist An_{40-50}), diopsidischer Augit, Olivin, Titanomagnetit, (Glas), Nephelin, (Zeolithe), Apatit	nur ein Pyroxen (diopsidischer Augit), Nephelin, (Glas mit phonolithischer Zusammensetzung)
Alkali-Olivinbasalt	(III) Basanit-scher Alkali-Olivinbasalt	Essexit-Basalt (Trachydolerit)	wie Alkali-Olivinbasalt, jedoch 3–4% Nephelin, (Zeolithe)	wie Alkali-Olivinbasalt
Foid-Basalt	(IV) Nephelin-Basanit		Diopsidischer Augit, Plagioklas (meist An_{40-50}), Nephelin, Olivin, (Alkalifeldspat), Titanomagnetit, (Zeolithe), Apatit	wie Alkali-Olivinbasalt
Foid-Basalt	(V) Limburgit (meist glasreiches Äquivalent von Nephelin-Basanit)		Diopsidischer Augit, Olivin, Glas, Titanomagnetit	nur ein Pyroxen, viel Glas, meist ohne Plagioklas
Foid-Basalt	(VI) Olivin-Nephelinit	Nephelinbasalt	Diopsidischer Augit, Nephelin, Olivin, Titanomagnetit, (Glas), (Zeolithe), Apatit, (Leuzit), (Biotit)	nur ein Pyroxen, Nephelin, ohne Plagioklas
Foid-Basalt	(VII) Melilith-führender Olivin-Nephelinit	Melilithbasalt, Melilith-führender Nephelinbasalt	Diopsidischer Augit, Nephelin, Olivin, Melilith, Titanomagnetit, (Perowskit), Nosean), (Zeolithe), Biotit)	Melilith, (Perowskit), (Nosean), sonst wie Olivin-Nephelinit (Larnit in der Norm)

Olivinbasalte oft, die Alkali-Olivinbasalte gelegentlich und die tholeiitischen Basalte nie Einschlüsse von Lherzolithen oder Harzburgiten, die sie aus dem Erdmantel transportiert haben. Minerale aus aufgelösten Peridotit-Einschlüssen können als Einsprenglinge in den genannten Basalten vorkommen. – Zwischen den in der Tabelle benachbarten Basalttypen II–III, III–IV usw. bis VI–VII sind Übergänge relativ häufig. Übergänge zwischen Alkali-Olivinbasalten und Tholeiiten kommen dagegen in unserem Gebiet ziemlich selten vor. Ein Beispiel ist der Basalt des Bühls bei Weimar („doleritischer Basalt“, Analysen: HENTSCHEL 1958). Vergleichbar hohe SiO_2 -Gehalte haben auch die Basalte vom Belgerkopf auf Bl. 4723 Oberkaufungen (EHRENBERG & STRECKER 1981). Allerdings muß man bei ihnen wie bei den doleritischen Basalten des Meißners (HENTSCHEL 1978) an in-situ-Differentiate eines alkali-olivinbasaltischen Magmas denken. Der echte Übergangstyp hat niedrigere TiO_2 - und K_2O -Gehalte und führt gelegentlich wenig Hypersthen und/oder Pigeonit. – Den Gesteinsnamen Analcim-Basalt u. ä. haben wir nicht benutzt, da Analcim kein primäres Mineral aus basaltischen Schmelzen ist (ROUX & HAMILTON 1976, WILKINSON, 1977).

Detailinformationen zur Zusammensetzung der Basalt-Minerale unseres Gebietes sind von WEDEPOHL (1978) zusammengefaßt worden. Mikrosondenanalysen der Pyroxenvarietäten finden sich bei GRAMSE (1970), der Feldspäte bei GROSS (1973), der Glastypen bei GRAMSE (1971), der Olivine, Nepheline und Melilithe bei POURMOAFI (1980). Von separierten Titanomagnetiten hat GRAMSE (1966) Analysen angefertigt.

Die Flächenbedeckung der Basalte ist auf allen bearbeiteten 41 Blättern 1:25000 planimetriert worden, um die Anteile der Basaltvarietäten berechnen zu können. Insgesamt ist die Flächenbedeckung aller Basalte etwa 125 km^2 (bei einer Kartenfläche von $41 \times 126,5 = 5200 \text{ km}^2$). Im Vogelsberg bedecken die Basalte heute noch eine Fläche von 2500 km^2 . Im Mittel haben die Basalte nur 2,4% Anteil an der Fläche des Arbeitsgebietes. Wegen erheblich stärkerer Erosion im Norden und der guten Erhaltung von Basaltdecken im Süden ist die Verbreitung regional recht unterschiedlich. Auf dem Bl. 5022 Schwarzenborn erreicht die Bedeckung durch Basalte $22,4 \text{ km}^2$ ($\sim 18\%$); auch auf den Blättern 4922 Homberg und 5021 Ziegenhain überschreitet sie einen Anteil von 10%. Nur auf drei weiteren Blättern liegt der Anteil zwischen 5 und 10%; hierzu gehört im Norden allein das Bl. 4622 Kassel-West. Auf 24 Blättern 1:25000 unterschreitet die Basaltbedeckung 1% der Gesamtfläche. Vor Beginn der Erosion muß insgesamt der Flächenanteil noch deutlich größer gewesen sein. Allerdings gibt es (abgesehen von Bl. 4622 Kassel-West) für den Norden des Arbeitsgebietes wenig Hinweise auf die ehemalige Existenz so großer Basaltströme, wie sie im Süden beobachtet werden. Da im stärker erodierten Nordteil und im weniger erodierten Südteil des Arbeitsgebietes jeweils alle in Tab. 1 aufgeführten Basalttypen vorkommen, kann die jetzige flächenmäßige Häufigkeitsverteilung der Basalttypen eventuell noch der primären ähnlich sein.

In Tab. 2 sind die Flächenanteile der tholeiitischen Basalte, der Alkali-Olivinbasalte, der Nephelin-Basanite, der Limburgite und der Olivin-Nephelinite sowie der petrographisch noch nicht eingestuft Basalte für die einzelnen Blätter aufgeglie-

Tab. 2. Flächenanteile der Basalttypen in km²
Zahl der Einzelvorkommen: letzte Spalte []*

TK 25, Blatt-Nr. u. -Name <i>Kursiv</i> : Erscheinungsjahr der Geol. Karte 1:25000	Tholeiit- Basalt	Alkali- Olivin- basalt	Nephelin- Basanit	Limburgit	Olivin- Nephelinit	Basalt, unge- gliedert	∑ Basalt- typen
4119 Horn, 1911				0,005			0,005 [1]*
4323 Uslar, 1977	0,092						0,092 [2]*
4324 Hardegsen, 1968		0,470					0,470 [1]*
4420 Peckelsheim, 1908				≤0,021			≤0,021 [1]*
4421 Borgentreich, 1983?		geschätzte Werte:		(0,057)	(0,025)		(0,082) [6]*
4422 Trendelburg, 1929		0,306		0,031	0,099	0,005	0,441 [8]*
4423 Oedelsheim, 1929	0,440	0,070					0,510 [10]*
4424 Dransfeld, 1899		0,613					0,613 [5]*
4520 Warburg, 1982				0,008			0,008 [8]*
4521 Liebenau, 1983?		0,023		0,221	<0,007	0,330	0,580 [90]*
4522 Hofgeismar, 1929				0,020	0,059	0,079	0,158 [22]*
4523 Münden, 1929		0,187		0,016			0,203 [4]*
4524 Jühnde, 1899		1,534					1,534 [20]*
4620 Arolsen, 1976				0,043	0,075	0,020	0,118 [13]*
4621 Wolfhagen, 1965		0,438	0,437	1,289	0,068		2,232 [73]*
4622 Kassel West, 1958		3,194	4,823	0,587	0,027	0,081	8,712 [158]*
4623 Kassel Ost, 1901		0,022		0,013			0,035 [6]*
4624 Hedemünden, 1886		0,112					0,112 [8]*
4720 Waldeck, 1969		—		0,082			0,082 [7]*
4721 Naumburg, 1971		1,926	0,318	1,052	1,036	0,040	4,372 [122]*
4722 Kassel-Niederzwehren, 1901		1,885	0,22	0,018	3,360		5,483 [65]*
4723 Oberkaufungen, 1981		8,117					8,117 [22]*
4724 Großalmerode, 1886		1,038				0,040	1,038 [9]*
4725 Bad Soden-Allendorf, 1886		5,430					5,430 [10]*
4821 Fritzlar, 1983?					1,173		0,617 [69]*
4822 Gudensberg, 1918		3,071		0,093		0,768	3,932 [159]*
4823 Melsungen, 1975		0,967		0,004			0,971 [12]*
4824 Hess.-Lichtenau, 1889						0,050	0,050 [2]*
4825 Waldkappel, 1876		0,572			0,018		0,590 [3]*
4826 Eschwege, 1876		0,022	0,005				0,027 [4]*
4921 Borken, 1925	1,236	0,934				0,597	2,767 [93]*
4922 Homberg, 1918		9,684		0,185	0,760	4,528	15,157 [336]*
4923 Altmorschen, 1889		0,197				0,036	0,233 [12]*
5021 Ziegenhain, 1925	3,337	7,989				1,746	13,072 [159]*
5022 Schwarzenborn, 1918		13,457	0,201	0,645	1,837	6,262	22,402 [243]*
5023 Ludwigseck, 1889		0,042			0,393	0,235	0,670 [9]*
5024 Rotenburg (Fulda), 1974		0,033					0,033 [1]*
5120 Neustadt, 1930		3,553		0,255		0,483	4,291 [93]*
5121 Schrecksbach, 1925	1,084	1,603	0,178			0,622	3,514 [45]*
5122 Neukirchen, 1918		4,985	0,841	0,385	0,634	1,800	8,648 [67]*
5123 Niederaula, 1918		2,143	0,28			0,083	2,506 [7]*
∑	6,189	74,607	7,125	5,030	9,571	18,422	121,096 [1982]

dert worden. Die nicht aufgeteilten Basalte machen nur 15% der Gesamtfläche aus. Eine weitere petrographische Bearbeitung dieser noch ungegliederten Basaltvorkommen kann die Übersicht über die Häufigkeit der Typen im Arbeitsgebiet nicht mehr wesentlich verbessern.

In Tab. 3 sind die Flächenhäufigkeiten der aufgegliederten Basalt-Typen in Prozent ihrer Gesamtfläche zusammengefaßt worden. Aus dieser Zusammenstellung geht klar hervor, daß Alkali-Olivinbasalte mit ~ 73% den weitaus häufigsten Typ im Arbeitsgebiet darstellen. Der Flächenanteil basanitischer Alkali-Olivinbasalte (mit mehr als 3–4% Nephelin in der Norm) ist bisher nicht gesondert festgestellt worden. Er liegt wahrscheinlich zwischen einem Viertel und einem Drittel aller Alkali-Olivinbasalte. Ebenso wurde der Anteil Melilith führender Olivin-Nephelinite (bzw. Olivin-Nephelinite mit Larnit in der Norm) nicht gesondert in Tab. 3 angegeben. Er macht etwa 20% aller Olivin-Nephelinite aus und findet sich ausschließlich auf den Blättern 4821 Fritzlar, 4422 Tendelburg und 4522 Hofgeismar. Die auf der Karte (Abb. 1) zusammengefaßten Foid-Basalte (Olivin-Nephelinite, Nephelin-Basanite und Limburgite) haben einen Flächenanteil von ~ 21% an allen Basalten. Ihre Vorkommen konzentrieren sich im Nordwest- und Südost-Teil des Arbeitsgebietes. Es ist zu vermuten, daß diese beiden Teilgebiete durch eggisch (NNW–SSE) streichende Vektoren eines Spannungsfeldes miteinander verbunden sind (WEDEPOHL 1982). Tholeiitische Basalte sind nördlich des Vogelsberges relativ selten. Sie kommen in zwei Zonen vor, deren nördliche auf den Blättern 4323 Uslar und 4423 Oedelsheim und deren südliche auf den Blättern 4921 Borken, 5021 Ziegenhain und 5121 Schrecksbach liegt.

Für die Bestimmung des Mineralbestandes und der Gesteinsstruktur in mikroskopischen Präparaten wurden möglichst frische Proben gesucht. Hierzu stand bei weniger als einem Drittel der Proben ein Steinbruch zur Verfügung, der jedoch nur in selteneren Fällen noch im Abbau war. Abschlüge von Klippen, Blöcken und Lesesteinen wurden möglichst von den Verwitterungskrusten befreit. Nicht immer gelang es dabei, Gesteine ohne beginnende Verwitterung zu erhalten, die am leichtesten an der randlich und auf Innenrissen anfangenden Zersetzung der Olivine zu erkennen ist. Selbst im Abbau befindliche Steinbrüche können tiefgründig zersetzte oder (hydrothermal) überprägte Gesteine enthalten wie die

Tab. 3. Flächenbedeckung der verschiedenen Basalttypen auf 41 Blättern der TK 25

	km ²	Flächenanteile an gegliederten Basalten
Alkali-Olivinbasalte	74,607	72,8
Nephelin-Basanite	7,125	6,9
Limburgite	5,030	4,9
Olivin-Nephelinite	9,571	9,3
Tholeiitische Basalte	6,189	6,0
Basalte, ungegliedert	18,422	—
Σ	121,096	99,9

Vorkommen der Olivin-Nephelinite Hellenberg bei Fritzlar (4821–10) und Aschenberg westlich Nenterode (5023–1) zeigen. Für chemische Analysen wurden möglichst Vorkommen mit Steinbrüchen ausgewählt.

Auf chemische Hauptkomponenten sind 10 tholeiitische Basalte, 32 Alkali-Olivinbasalte, 13 basanitische Alkali-Olivinbasalte, 8 Limburgite, 3 Nephelin-Basanite und 17 Olivin-Nephelinite (davon 9 mit Larnit in der Norm) analysiert worden. Diese Probenzahlen sind der Flächenhäufigkeit der Typen nicht genau proportional. Die selteneren Varietäten mußten überbewertet werden, um die Variationsbreite einer Gesteinsgruppe wenigstens einigermaßen zu erfassen. Als Limburgite sind später nur die glasreichen Äquivalente der Nephelin-Basanite zusammengefaßt worden. Eine Limburgit-Probe (Streutlingskopf, 5022–2a) ist ein potentieller Alkali-Olivinbasalt und wurde in der Zusammenfassung dort berücksichtigt. Wir haben uns ebenfalls bemüht, die Probenahme über das ganze Arbeitsgebiet einigermaßen gleichmäßig zu verteilen. Da die Untersuchung in der Nachbarschaft von Göttingen begann, ist das Gebiet östlich der Weser und nördlich der Werra etwas überbewertet worden. Die meisten unserer Gesteinsproben sind fein- bis mittelkörnige Basalte. Unter den tief erodierten Tholeiiten und den potentiellen in-situ-Differentiaten gibt es doleritische Ausbildung. Die Probenmenge, die zur Zerkleinerung ausgewählt wurde, lag meist über 1 kg. Bei an Peridotit-Einschlüssen reichen Basalten wurden relativ einschlußarme Partien bevorzugt. Natürlich ist hier jede Auswahl etwas willkürlich.

3. Untersuchungsmethoden

Die meisten der in den folgenden Tabellen zusammengefaßten chemischen Daten werden hier zum ersten Male publiziert. Wegen der schweren Zugänglichkeit von Diplom-Arbeiten sind die Einzelwerte von MENGEL (1977) und POURMOAFI (1977) in die Tabellen einbezogen worden. Um möglichst viele genetische Fragen lösen zu können, wurden neben den chemischen Hauptkomponenten 34 Neben- und Spurenelemente in einer großen Anzahl von Proben quantitativ bestimmt. Diese umfangreiche Aufgabe konnte nur zusammen mit zahlreichen Mitarbeitern und Kollegen gelöst werden, die in Tab. 4 erwähnt worden sind. Die meisten Analysen wurden im Geochemischen Institut in Göttingen ausgeführt. Zusätzlich hat mich das Zentrallabor der Kernforschungsanlage Jülich mit einer größeren Serie von Neutronenaktivierungsanalysen unterstützt.

Die meisten Bestimmungen der chemischen Hauptkomponenten sind mit einem Simultan-Röntgenquantometer (ARL 72000) an Gläsern ausgeführt worden, die mit $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ als Aufschlußmittel und SrNO_3 als Flußmittel und innerem Standard hergestellt wurden (SCHNEIDER & SCHULZ-DOBRICK 1976). In diesen Proben mußte FeO , H_2O^+ und H_2O^- mit konventionellen und Na_2O mit AAS-Methoden bestimmt werden. Als äußere Standards dienten zahlreiche internationale Referenzgesteine und angepaßte synthetische Proben. Die Reproduzierbarkeit dieser Analysen ist (bis auf SiO_2) vergleichbar mit den nur von sehr erfahrenen Analytikern mit konventionellen chemischen Methoden erreichbaren Werten.

Tab. 4. Methoden und Analytiker der chemischen Daten dieser Arbeit (Kode-Nummern von Spalte 1 für Daten-Gruppen in den Analysen-Tabellen)

Kode-Nr.	Elemente	Methoden*	Analytiker (Zitate)	Bemerkungen
1	(a) Na, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, S (b) chem. Hauptkomponenten	(a) AAS (b) RFA (Na:AAS)	POURMOAFI (1977)	(a) S coulometr. nach LANGE & BRUMSACK (1977) (b) H ₂ O, FeO chem.
2	(a) Li, Na, Rb, Sr, Ba (b) chem. Hauptkomponenten	(a) AAS (b) RFA (Na:AAS)	MENGEL (1977)	(b) H ₂ O, FeO chem.
3	(a) F, S, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Rb, Sr, Cd, Ba, Tl, Pb, Bi (b) chem. Hauptkomponenten	(a) AAS (b) RFA (Na:AAS)	POURMOAFI (1980)	(a) F ionenspez. Elektr. nach KELTSCH (1977); S coulometr. (b) H ₂ O, FeO chem.
4	(a) Cl (b) S	(a) chem. (b) coulometr.	MURAMATSU & WEDEPOHL (1979)	(a) nach IWASAKI et al. (1956) (b) nach LANGE & BRUMSACK (1977)
5	F	ionenspez. Elektr.	KELTSCH	nach KELTSCH (1977)
6	(a) Se (b) S	(a) AAS (b) coulometr.	KELTSCH (1983)	(b) nach LANGE & BRUMSACK (1977)
7	V	Opt. Bogenspektr.-Analyse	SCHULZ-DOBRICK (1971)	Fe als innerer Standard
8	Sc, Cr, Co, Rb, Sr, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Th, U	INA	SCHWERDT, ERDTMANN (KFA Jülich)	Soil-5 (IAEA Wien) als Standard
9	Sc, Co, Rb, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf	INA	SCHUBERT	W-1, BCR-1 (USGS) als Standard
10	(a) Ni, Cu, Zn, Zr (b) Chem. Hauptkomponenten	(a) RFA (b) chem.	WEDEPOHL	(b) Na, K: Flamme Emission
11	Y	RFA	HERRMANN (1968)	Mo als innerer Standard
12	Zr, Nb	ICP	HEINRICHS	
13	K, Zn, Rb, Cd, Tl, Pb, Bi	AAS	HEINRICHS et al. (1980)	nach HEINRICHS (1979a, b)
14	Chem. Hauptkomponenten	RFA (Na:AAS)	A. SCHNEIDER, G. SCHNEIDER-MENGEL	H ₂ O, FeO chem.
15	Chem. Hauptkomponenten	RFA (Na:AAS)	MENGEL	H ₂ O, FeO chem.
16	Chem. Hauptkomponenten	Chem.	WEDEPOHL (1954)	Na, K: Flamme Emission
17	(a) V, Co, Ni, Cu, Zn, Rb (b) Sr, Ba	(a) AAS (b) ICP	POURMOAFI	

* Abkürzungen: AAS = Atomabsorptions-Spektralanalyse mit Flammen- bzw. Graphitrohanregung
 RFA = Röntgen-Fluoreszenz-Spektralanalyse
 INA = Instrumentelle Neutronen-Aktivierungsanalyse mit γ -spektrometr. Messung
 ICP = Spektralanalyse mit Plasma-Induktions-Anregung

Die Spurenanalysen sind hauptsächlich das Ergebnis von Mehrfachbestimmungen mit AAS- (Atomabsorption mit Anregung in Flamme und Graphitrohr) und INA-Methoden (Instrumentelle Neutronenaktivierungsanalyse). Bei einigen Elementen (Cr, Co, Rb, Sr, Ba) stehen Werte von AAS- und INA-Analysen an den gleichen Proben zur Verfügung, so daß auf evtl. systematische Fehler (z. B. Vollständigkeit von Aufschluß-Verfahren) geprüft werden konnte. Einige für die INA-Analyse an Basalten günstige Elemente (z. B. Sc, Co) haben eine besonders gute Reproduzierbarkeit (relative einfache Standardabweichung $< 5\%$). Bei den meisten mit INA bestimmten Elementen (Tab. 4) liegt die relative Standardabweichung unter 15% . Zwischen den in Jülich und in Göttingen ausgeführten INA-Analysen gibt es nur unerhebliche systematische Unterschiede, obwohl unterschiedliche Standards benutzt wurden. Bei einigen seltenen Elementen wie Cd, Tl, Bi und Se mußten die Elemente vor der AAS-Bestimmung über eine Verdampfung im Quarzrohr abgetrennt und angereichert werden (HEINRICHS 1979a, KELTSCH 1983). Die Reproduzierbarkeit der AAS-Analysen liegt je nach Element im Bereich von $5\text{--}30\%$ relativer Standardabweichung. Die Zr- und Nb-Werte sind das Ergebnis von ICP-Analysen (Induzierte Plasmaanregung) (HEINRICHS, unveröff.). Die Bestimmungen von S, F und Cl wurden mit elektrochemischen und chemischen Methoden mit hoher Trennwirkung und Reproduzierbarkeit ausgeführt. Einige methodische Einzelheiten und Zitate zu den Spurenanalysen sind in Tab. 4 zusammengestellt worden.

4. Ergebnisse der chemischen Untersuchungen

Es wurden analytische Methoden sehr guter Reproduzierbarkeit ausgewählt, um noch geringe chemische Unterschiede zwischen den Basalt-Typen und die tatsächliche Variabilität innerhalb eines Typs für genetische Überlegungen erkennen zu können.

4.1. Hauptkomponenten

In den Tab. 5–9 sind die Einzelanalysen der tholeiitischen Basalte, der Alkali-Olivinbasalte, der Limburgite, der Nephelin-Basanite und der Olivin-Nephelinite aufgeführt. Die in diesen Tabellen benutzten Proben-Nummern bestehen aus der Blatt-Nr. der TK 25 und einer Aufschluß-Nr., von links oben nach rechts unten auf dem Blatt angeordnet. Mehrfachproben eines Aufschlusses sind durch kleine Buchstaben gekennzeichnet.

Die tholeiitischen Basalte (Tab. 5) haben als quarznormative Gesteine alle SiO_2 -Gehalte über 54% . Ihr mittlerer normativer Quarz-Gehalt ist 8% und ihr normativer Hypersthen-Gehalt 18% (Tab. 11). Sie unterschieden sich von den übrigen Basalt-Typen unseres Gebietes außerdem durch relativ hohe Al_2O_3 -Gehalte, relativ niedrige MgO- und CaO- sowie sehr niedrige K_2O - und P_2O_5 -Konzentrationen. Diese charakteristischen Werte sprechen für eine hohe Beteiligung des Orthopyroxens und für eine geringere des Olivins und Klinopyroxens der Mantelgesteine an der partiellen Schmelzbildung. Das Schmelzverhalten ist typisch

Tab. 5. Analysenwerte der tholeiitischen Basalte der nördlichen Hessischen Senke [in Gew.-%] (Kode-Nr. unter Analysenwert gibt Methode und Autor nach Tab. 4 an)

Vorkommen	Proben-Nr.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	P ₂ O ₅
Fuchslöcher (b. Gottsbühren)	4423-1a	55,4 10	2,10 10	15,09 14	1,87 10	8,66 10	0,16 10	4,01 10	6,65 10	3,74 10	0,58 10	0,60 10	0,32 10	0,25 14
Fuchslöcher (b. Gottsbühren)	4423-1b	54,2 1	2,13 1	14,5 1	2,2 1	8,6 1	0,17 1	3,88 1;2	6,61 1;2	3,59 1;2	0,52 1;2	0,70 1	0,32 1	0,16 1
Sababurg (Straße n. Gottsbühren, Reinhardswald)	4423-3a	55,02 10	1,87 10	15,12 14	3,3 10	7,76 10	0,12 14	4,80 10	5,85 10	3,56 10	0,50 10	0,39 10	0,50 10	0,28 14
Sababurg, Forsthaus (Reinhardswald)	4423-3b	56,4 10	2,33 10	14,29 14	2,34 10	7,42 10	0,12 1	4,37 2;10	6,58 2;10	3,79 2;10	0,46 2;10	0,71 10	0,40 10	0,27 14
Borken, (Stadt- gebiet, Söhreweg)	4921-1a	54,8 14	1,95 14	14,8 14	1,76 14	7,10 14	0,12 1;14	5,64 2;14	7,17 2;14	3,80 2;14	0,51 2;13;14	0,73 14	0,22 14	0,15 14
Buschborn (b. Neuenhain)	5021-4a	55,95 14	1,99 14	14,7 14	2,50 14	7,30 14	0,14 14	5,91 14	7,03 14	3,53 14	0,48 13;14	0,67 14	0,36 14	0,14 14
Kottenberg (b. Ziegenhain)	5021-38a	56,4 10	2,04 10	14,85 10	2,54 10	7,60 10	0,12 1	5,85 2;10	6,51 2;10	3,68 2;10	0,57 2;10	0,33 10	1,01	
Hornsberg (b. Steina)	5121-1a	55,38 14	1,93 14	14,62 14	2,40 14	6,39 14	0,12 14	5,65 14	7,07 14	3,82 14	0,68 14	1,07 14	0,49 14	0,25 14
Mühlenberg (b. Röllshausen)	5121-9a	54,67 14	1,78 14	14,1 14	1,60 14	8,14 14	0,15 1;14	6,16 2;14	7,41 2;14	3,47 2;14	0,88 2;14	1,08 14	0,29 14	0,10 14
Bocksborn (b. Röllshausen)	5121-9b	53,85 14	1,80 14	14,0 14	1,79 14	7,74 14	0,15 1;14	6,10 1;14	8,18 2;14	3,49 2;14	0,62 2;14	1,03 14	0,31 14	0,10 14
Mittelwerte: 10 Proben	$\bar{x} \pm s$	55,2 \pm 0,9	2,00 \pm 0,17	14,61 \pm 0,39	2,13 \pm 0,66	7,67 \pm 0,68	0,14 \pm 0,02	5,24 \pm 0,88	6,91 \pm 0,63	3,65 \pm 0,13	0,58 \pm 0,13	0,73 \pm 0,26	0,42 \pm 0,22	0,19 \pm 0,07

für relativ niedrige Drucke im obersten Mantel evtl. unter Beteiligung von H_2O (JAQUES & GREEN 1980). Wegen des Fehlens einer Eu-Anomalie in der Verteilung der Lanthanoidenelemente gibt es keinen Hinweis, daß diese Basalte Differentiationsprodukte eines anderen Magmas sein könnten. Die Tholeiite unseres Gebietes unterschieden sich von Tholeiiten der großen kontinentalen Plateaubasalte (MANSON 1967) durch höhere SiO_2 -, TiO_2 -, und Na_2O -Gehalte und niedrigere Al_2O_3 - und CaO -Konzentrationen in den ersteren. In den Tholeiiten unseres Gebietes verhalten sich die Al_2O_3 - und CaO -Gehalte gegenläufig. Die in Tab. 5 angegebenen Standardabweichungen sind hauptsächlich ein Maß für die Variabilität der Magmenzusammensetzung. Die größte Variabilität haben (außer H_2O) die Komponenten P_2O_5 , Fe_2O_3 und K_2O . Wegen der niedrigen Absolutgehalte an P_2O_5 und K_2O könnte deren Variabilität z. T. durch die Analyse bedingt sein. Unterschiedliche Verwitterungseinflüsse wirken sich besonders stark auf die Fe_2O_3 -Gehalte aus.

Die Alkali-Olivinbasalte (Tab. 6) sind nach ihrem normativen Nephelin-Gehalt in 2 Gruppen eingeteilt. Die Varietäten mit mehr als 3–4% Nephelin haben wir basanitische Alkali-Olivinbasalte genannt; sie enthalten im Mittel 6,3% Nephelin (Tab. 11). Die eigentlichen Alkali-Olivinbasalte haben im Durchschnitt weder normativen Quarz noch Hypersthen, aber 0,5% Nephelin (Tab. 11). Die basanitischen Alkali-Olivinbasalte enthalten, verglichen mit der nephelinärmeren Varietät, weniger SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O und mehr MgO , CaO und P_2O_5 . Ihre CaO -Konzentration ist meist $> 10\%$ und ihr SiO_2 -Gehalt oft unter 46%. Verglichen mit den eigentlichen Basaniten haben die basanitischen Alkali-Olivinbasalte wesentlich mehr Plagioklas (40% gegenüber 26%) und halb so viel Nephelin. Die basanitischen Varietäten machen etwa ein Viertel bis ein Drittel aller Alkali-Olivinbasalte aus. Sie haben auch einen erheblichen Anteil an der mächtigen Tuffdecke des Habichtswaldes (MENGEL 1981). Unsere 45 Analysen der beiden Varietäten von Alkali-Olivinbasalten sind in Tab. 10 getrennt zusammengefaßt und mit 86 Analysen der entsprechenden Basalte dieses Gebietes aus der Literatur (s. Fußnote in Tab. 10) verglichen worden. Letztere stammen hauptsächlich aus der Bearbeitung der Blätter 4622 Kassel-West, 4621 Wolfhagen, 4721 Naumburg, 4823 Melsungen und 4723 Oberkaufungen sowie vom Hohen Meissner. Wegen eines relativ hohen Anteils von in-situ-Differentiaten (Meissner, Belgerkopf) an den Alkali-Olivinbasalten der Literatur haben diese im Mittel höhere SiO_2 - und niedrigere MgO -Gehalte als die Analysensammlung für diese Arbeit. Sonst ist die Übereinstimmung hier und auch bei den basanitischen Alkali-Olivinbasalten recht gut. Bei den nephelinärmeren Varietäten fällt wegen unterschiedlicher Olivingehalte der beiden Probengruppen eine Differenz von gut einem Prozent in den MgO -Gehalten auf. Die 261 Alkali-Olivinbasalte aus weltweiter Probenahme unterscheiden sich von den Mittelwerten unseres Gebietes durch deutlich höhere Al_2O_3 - und niedrigere K_2O - sowie MgO -Gehalte. Wenn man sich in der Kompilation von SCHWARZER & ROGERS (1974) die einzelnen Analysengruppen aus den unterschiedlichen kontinentalen Gebieten ansieht, so gibt es nur in Kenia, im „Craters of the Moon“-Gebiet (Idaho, USA), in Texas sowie in der Mongolei Cenozoische Alkali-Olivinbasalte mit durchschnittlichen Al_2O_3 -Gehalten $< 14\%$.

Tab. 6. Analysenwerte der Alkali-Olivinbasalte und basanitischen Alkali-Olivinbasalte (*) der nördlichen Hessischen Senke [in Gew.-%] (Kode-Nr. unter Analysenwert gibt Methode und Analytiker nach Tab. 4 an)

Vorkommen	Proben-Nr.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	P ₂ O ₅
Bramburg (b. Adelebsen)	4324-1a	48,16 10	2,35 10	13,8 10	2,23 10	8,12 10	0,18 10	8,19 2;10	7,83 2;10	3,41 2;10	1,81 2;13;10	2,13 10	0,70 10	0,54 10
Bramburg (b. Adelebsen)	4324-1c =BB1514	48,1	2,25	13,3	3,31	7,10	0,18	8,2	8,38	3,34	1,71	1,24	0,86	0,38
Schöneberg (b. Hofgeismar)	4422-7a	48,5 1	2,17 1	12,1 1	4,3 1	6,8 1	0,17 1	10,05 1;2	7,29 1;2	3,33 1;2	1,54 1;2	1,76 1	1,14 1	0,58 1
Grefenburg (b. Adelebsen)	4424-1a	48,01 10	2,27 10	13,7 10	3,49 10	7,32 10	0,17 10	8,15 10	8,50 10	3,21 10	1,95 10	1,50 10	0,54 10	0,78 10
Grefenburg (b. Adelebsen)	4424-1b	48,27 14	2,08 14	13,6 14	3,29 14	6,64 14	0,17 14	8,49 14	8,58 14	3,07 14	1,85 14	1,60 14	0,52 14	0,57 14
Grefenburg (b. Adelebsen)	4424-1d	48,85 14	2,14 14	13,7 14	3,55 14	6,60 14	0,19 14	8,56 2;14	8,83 2;14	3,10 2;14	1,87 2;14	1,50 14	0,57 14	0,59 14
Backenberg (b. Güntersen)	4424-2a	48,58 16	2,73 16	13,80 16	2,88 16	6,73 16	0,14 16	8,71 16	8,72 16	3,30 16	1,65 16	1,78 16	0,46 16	0,34 16
Backenberg (b. Güntersen)	4424-2b	49,27 16	2,32 16	14,08 16	2,48 16	7,04 16	0,12 16	7,42 16	8,67 16	3,75 16	1,65 16	1,63 16	0,73 16	0,31 16
Backenberg (b. Güntersen)	4424-2c	50,03 16	1,98 16	14,43 16	1,89 16	7,85 16	0,14 16	7,04 16	8,50 16	3,80 16	1,40 16	1,71 16	0,47 16	0,36 16
Backenberg (b. Güntersen)	4424-2d	48,99 14	2,14 14	13,40 14	2,04 14	7,79 14	0,16 14	8,52 14	8,88 14	3,10 14	1,83 13;14	1,96 14	0,61 14	0,46 14
Gahrenberg (Reinhardswald)	4523-3a	48,70 14	2,36 14	13,11 14	3,13 14	7,71 14	0,17 14	8,53 2;14	8,17 2;14	3,12 2;14	1,72 2;14	1,65 14	0,44 14	0,37 14
Dransberg (b. Dransfeld)	4524-3b	49,61 14	2,27 14	12,78 14	2,70 14	7,40 14	0,16 14	9,50 2;14	7,85 2;14	3,15 2;14	1,48 2;14	1,53 14	0,70 14	0,48 14
Hoher Hagen (b. Dransfeld)	4524-5a	48,4 10	2,40 10	12,2 10	3,87 10	7,22 10	0,15 10	9,80 10	8,06 10	2,81 10	1,95 10	1,47 10	1,07 10	0,60 10
Hoher Hagen (b. Dransfeld)	4524-5b	48,46 14	2,29 14	12,4 14	3,51 14	6,38 14	0,16 14	10,37 2;14	8,51 2;14	2,75 2;13;14	1,95 14	1,91 14	0,78 14	0,43 14

Fortsetzung Tab. 6

Vorkommen	Proben-Nr.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	P ₂ O ₅
Steinberg (b. Meensen)	4524-7b	50,6 <i>10</i>	2,35 <i>10</i>	13,6 <i>10</i>	4,30 <i>10</i>	6,13 <i>10</i>	0,17 <i>10</i>	7,32 <i>10</i>	8,02 <i>10</i>	3,44 <i>10</i>	1,95 <i>10</i>	0,82 <i>10</i>	0,54 <i>10</i>	0,75 <i>10</i>
Steinberg (b. Meensen)	4524-7c	49,97 <i>14</i>	2,09 <i>14</i>	14,06 <i>14</i>	3,94 <i>14</i>	6,08 <i>14</i>	0,18 <i>1;14</i>	7,68 <i>2;14</i>	8,49 <i>2;14</i>	3,40 <i>2;14</i>	1,90 <i>2;13;14</i>	1,33 <i>14</i>	0,18 <i>14</i>	0,50 <i>14</i>
Steinberg (b. Barlissen)	4524-10b	48,4 <i>2</i>	2,09 <i>2</i>	12,3 <i>2</i>	2,12 <i>2</i>	7,63 <i>2</i>	0,18 <i>1;2</i>	9,82 <i>1;2</i>	8,94 <i>1;2</i>	3,22 <i>1;2</i>	2,0 <i>1;2</i>	0,51 <i>2</i>	0,56 <i>2</i>	0,65 <i>2</i>
Brandkopf oberes Ahnetal (Habichtswald) (Steinbr. Menke)	4622-51b	48,03 <i>14</i>	2,18 <i>14</i>	13,41 <i>14</i>	2,67 <i>14</i>	8,08 <i>14</i>	0,20 <i>14</i>	8,53 <i>14</i>	9,44 <i>14</i>	3,20 <i>14</i>	1,91 <i>14</i>	0,84 <i>14</i>	0,37 <i>14</i>	0,69 <i>14</i>
Gr. Stauffenberg (Kaufunger Wald)	4623-5a	48,1 <i>1</i>	2,0 <i>1</i>	13,2 <i>1</i>	2,5 <i>1</i>	7,5 <i>1</i>	0,16 <i>1;2</i>	8,90 <i>1;2</i>	8,78 <i>1;2</i>	3,15 <i>1;2</i>	1,74 <i>1;2</i>	1,62 <i>1</i>	0,65 <i>1</i>	0,41 <i>1</i>
Steinbergkopf (Kaufunger Wald)	4624-4a	49,52 <i>14</i>	2,41 <i>14</i>	13,39 <i>14</i>	3,43 <i>14</i>	6,98 <i>14</i>	0,16 <i>1;14</i>	7,95 <i>2;14</i>	8,14 <i>2;14</i>	3,89 <i>2;14</i>	1,93 <i>2;14</i>	1,19 <i>14</i>	0,83 <i>14</i>	0,40 <i>14</i>
Westl. Saukopf* Hooper Forst (N. Elmshagen)	4721-15a	45,46 <i>14</i>	2,49 <i>14</i>	12,80 <i>14</i>	2,76 <i>14</i>	7,42 <i>14</i>	0,16 <i>14</i>	10,67 <i>14</i>	10,15 <i>14</i>	1,98 <i>14</i>	1,95 <i>14</i>	2,31 <i>14</i>	0,92 <i>14</i>	0,64 <i>14</i>
Altenburg* (b. Niedenstein)	4721-29a	44,09 <i>14</i>	2,17 <i>14</i>	10,76 <i>14</i>	2,32 <i>14</i>	7,45 <i>14</i>	0,16 <i>14</i>	16,75 <i>14</i>	9,35 <i>14</i>	1,59 <i>14</i>	2,01 <i>14</i>	1,89 <i>14</i>	0,55 <i>14</i>	0,61 <i>14</i>
Hirzstein* (b. Elgershausen)	4722-13a	47,63 <i>14</i>	2,38 <i>14</i>	13,76 <i>14</i>	3,11 <i>14</i>	6,94 <i>14</i>	0,17 <i>1;14</i>	8,0 <i>2;14</i>	10,53 <i>2;14</i>	2,93 <i>2;14</i>	2,13 <i>2;14</i>	1,90 <i>14</i>	0,50 <i>14</i>	0,49 <i>14</i>
Baunsberg (b. Altenritte)	4722-24a	47,00 <i>14</i>	1,94 <i>14</i>	13,25 <i>14</i>	2,49 <i>14</i>	7,58 <i>14</i>	0,16 <i>14</i>	10,55 <i>2;14</i>	9,88 <i>2;14</i>	2,58 <i>2;14</i>	1,49 <i>2;14</i>	1,34 <i>14</i>	0,79 <i>14</i>	0,62 <i>14</i>
Burg (b. Grossenritte)	4722-30a	45,3 <i>2</i>	1,98 <i>2</i>	11,8 <i>2</i>	2,13 <i>2</i>	7,89 <i>2</i>	0,17 <i>1;2</i>	13,23 <i>1;2</i>	9,46 <i>1;2</i>	2,44 <i>2</i>	1,76 <i>2</i>	0,76 <i>2</i>	0,84 <i>2</i>	0,57 <i>2</i>
Bielstein (b. Helsa) (unteres Lager)	4723-3a						0,20 <i>1</i>	10,3 <i>2</i>	9,0 <i>2</i>	3,0 <i>2</i>	1,6 <i>2;13</i>			
Bielstein (b. Helsa) (unteres Lager)	4723-3c	46,60 <i>14</i>	2,13 <i>14</i>	13,44 <i>14</i>	2,16 <i>14</i>	8,10 <i>14</i>	0,19 <i>14</i>	8,81 <i>14</i>	9,67 <i>14</i>	2,78 <i>14</i>	1,69 <i>14</i>	2,05 <i>14</i>	0,40 <i>14</i>	0,74 <i>14</i>

Fortsetzung Tab. 6

Vorkommen	Proben-Nr.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	P ₂ O ₅
Bielstein (b. Helsa) (oberes Lager)	4723-6c	47,87 <i>10;14</i>	2,22 <i>10;14</i>	13,27 <i>10;14</i>	2,50 <i>10;14</i>	8,44 <i>10;14</i>	0,19 <i>10;14</i>	9,29 <i>10;14</i>	9,28 <i>10;14</i>	3,40 <i>10;14</i>	1,71 <i>10;14</i>	0,86 <i>10;14</i>	0,26 <i>10;14</i>	0,84 <i>10;14</i>
Ölberg* (b. Wattenbach; Oberkaufungen)	4723-13a	45,0 <i>1</i>	2,18 <i>1</i>	12,9 <i>1</i>	2,8 <i>1</i>	7,9 <i>1</i>	0,2 <i>1</i>	9,70 <i>1;2</i>	10,03 <i>1;2</i>	3,33 <i>1;2</i>	1,97 <i>1;2</i>	1,69 <i>1</i>	0,63 <i>1</i>	0,87 <i>1</i>
Stellberg- Tiefenrod* (Söhre)	4723-11b	44,9 <i>1</i>	2,14 <i>1</i>	12,9 <i>1</i>	2,9 <i>1</i>	7,7 <i>1</i>	0,2 <i>1</i>	9,72 <i>1;2</i>	10,22 <i>1;2</i>	3,66 <i>1;2</i>	1,66 <i>1;2</i>	1,34 <i>1</i>	0,58 <i>1</i>	0,83 <i>1</i>
Hoher Meißner (Kalbe)	4725-3b	46,8 <i>10</i>	2,15 <i>10</i>	12,9 <i>10</i>	3,46 <i>10</i>	7,07 <i>10</i>	0,16 <i>10</i>	9,1 <i>10</i>	9,0 <i>10</i>	3,85 <i>10</i>	2,12 <i>10;13</i>	1,11 <i>10</i>	1,34 <i>10</i>	0,98 <i>10</i>
Lamsberg* (b. Gudensberg)	4822-12c	45,5 <i>2</i>	2,10 <i>2</i>	12,5 <i>2</i>	3,66 <i>2</i>	6,7 <i>2</i>	0,17 <i>1;2</i>	10,31 <i>2</i>	10,62 <i>2</i>	2,87 <i>2</i>	1,81 <i>2</i>	0,92 <i>2</i>	0,72 <i>2</i>	0,61 <i>2</i>
Rhünder Berg* (b. Rhünda)	4822-73b	45,59 <i>14</i>	2,15 <i>14</i>	13,50 <i>14</i>	3,78 <i>14</i>	7,25 <i>14</i>	0,21 <i>1;14</i>	8,50 <i>2;14</i>	10,59 <i>2;14</i>	2,92 <i>2;10;14</i>	1,75 <i>2;14</i>	2,02 <i>14</i>	0,86 <i>14</i>	0,82 <i>14</i>
Blaue Kuppe (b. Eschwege)	4826-2b	46,17 <i>15</i>	2,09 <i>15</i>	12,75 <i>15</i>	3,42 <i>15</i>	6,20 <i>15</i>	0,17 <i>15</i>	7,29 <i>15</i>	8,76 <i>15</i>	3,68 <i>15</i>	1,57 <i>15</i>	0,40 <i>15</i>	0,91 <i>15</i>	0,47 <i>15</i>
Hügelskopf* (b. Ostheim)	4922-39a	44,06 <i>14</i>	2,25 <i>14</i>	12,57 <i>14</i>	2,13 <i>14</i>	8,71 <i>14</i>	0,20 <i>1;14</i>	10,9 <i>2;14</i>	10,6 <i>2;14</i>	3,44 <i>2;14</i>	1,99 <i>2;13;14</i>	0,82 <i>14</i>	0,30 <i>14</i>	0,94 <i>14</i>
Werrberg* (b. Homberg, Efze)	4922-58a	46,27 <i>14</i>	2,12 <i>14</i>	13,32 <i>14</i>	3,67 <i>14</i>	7,54 <i>14</i>	0,19 <i>1;14</i>	9,49 <i>2;14</i>	10,5 <i>2;14</i>	2,56 <i>2;14</i>	1,63 <i>2;14</i>	1,33 <i>14</i>	0,58 <i>14</i>	0,56 <i>14</i>
Stellberg* (b. Homberg, Efze)	4922-74a	46,30 <i>14</i>	2,30 <i>14</i>	12,69 <i>14</i>	2,24 <i>14</i>	8,27 <i>14</i>	0,18 <i>1;14</i>	11,05 <i>2;14</i>	9,89 <i>2;14</i>	2,77 <i>2;14</i>	1,76 <i>2;13;14</i>	1,34 <i>14</i>	0,60 <i>14</i>	0,65 <i>14</i>
Stöpfung* (b. Homberg, Efze)	4922-78b	43,5 <i>15</i>	2,31 <i>15</i>	11,94 <i>15</i>	3,22 <i>15</i>	7,80 <i>15</i>	0,19 <i>15</i>	11,14 <i>15</i>	10,33 <i>15</i>	3,17 <i>15</i>	2,05 <i>15</i>	1,34 <i>15</i>	0,53 <i>15</i>	0,62 <i>15</i>
Landsburg (b. Schlierbach)	5021-9a	47,74 <i>14</i>	1,99 <i>14</i>	13,28 <i>14</i>	3,28 <i>14</i>	7,49 <i>14</i>	0,20 <i>14</i>	8,45 <i>14</i>	9,97 <i>14</i>	3,51 <i>14</i>	1,67 <i>14</i>	1,23 <i>14</i>	0,84 <i>14</i>	0,77 <i>14</i>
Welz bach (b. Obergrenzbach)	5021-51a	49,82 <i>14</i>	2,16 <i>14</i>	13,27 <i>14</i>	3,79 <i>14</i>	6,46 <i>14</i>	0,14 <i>14</i>	7,66 <i>14</i>	7,89 <i>14</i>	3,34 <i>14</i>	0,99 <i>13;14</i>	2,18 <i>14</i>	0,90 <i>14</i>	0,25 <i>14</i>
Oberer Bilstein b. Groß-Ropperhausen	5022-77a	49,25 <i>14</i>	2,20 <i>14</i>	13,51 <i>14</i>	4,08 <i>14</i>	7,57 <i>14</i>	0,18 <i>14</i>	7,26 <i>14</i>	8,85 <i>14</i>	3,52 <i>14</i>	1,25 <i>14</i>	1,24 <i>14</i>	0,27 <i>14</i>	0,48 <i>14</i>

Weymerod* (b. Schwarzenborn)	5022-85a	44,06 <i>14</i>	2,09 <i>14</i>	11,78 <i>14</i>	3,19 <i>14</i>	6,84 <i>14</i>	0,22 <i>14</i>	11,11 <i>14</i>	10,82 <i>14</i>	3,09 <i>14</i>	1,95 <i>14</i>	1,10 <i>14</i>	0,44 <i>14</i>	0,92 <i>14</i>
Hilgenholz (b. Röllshausen)	5121-11b	46,10 <i>14</i>	2,28 <i>14</i>	14,22 <i>14</i>	3,30 <i>14</i>	7,16 <i>14</i>	0,15 <i>14</i>	8,29 <i>14</i>	8,57 <i>14</i>	3,31 <i>14</i>	2,74 <i>14</i>	1,91 <i>14</i>	0,75 <i>14</i>	0,78 <i>14</i>
Nöll (b. Ober- aula, Knüll)	5122-35a	49,5 <i>10</i>	2,06 <i>10</i>	13,8 <i>10</i>	3,51 <i>10</i>	6,37 <i>10</i>	0,16 <i>10</i>	7,79 <i>10</i>	8,7 <i>10</i>	3,62 <i>10</i>	1,75 <i>10</i>	1,01 <i>10</i>	0,70 <i>10</i>	0,65 <i>10</i>
Sebbel (b. Ottrau)	5122-44a	47,06 <i>14</i>	2,49 <i>14</i>	14,1 <i>14</i>	2,92 <i>14</i>	7,80 <i>14</i>	0,17 <i>14</i>	8,00 <i>14</i>	9,06 <i>14</i>	3,88 <i>14</i>	1,69 <i>14</i>	1,38 <i>14</i>	0,41 <i>14</i>	0,68 <i>14</i>
Stellerskuppe* (b. Reckerode, Niederaula)	5123-5a	45,01 <i>14</i>	2,30 <i>14</i>	10,66 <i>14</i>	3,19 <i>14</i>	6,84 <i>14</i>	0,17 <i>14</i>	15,16 <i>14</i>	8,71 <i>14</i>	3,09 <i>14</i>	1,95 <i>14</i>	1,10 <i>14</i>	0,44 <i>14</i>	0,90 <i>14</i>

Die Basalte dieser Gebiete haben auch relativ hohe K_2O -Gehalte, die aber die Mittelwerte unserer Probengruppen nicht erreichen. Niedrige Al_2O_3 - und hohe K_2O -Konzentrationen sind somit wohl eine spezifische Eigenschaft des oberen Mantels unter der Hessischen Senke.

Verglichen mit den Tholeiiten unseres Gebietes enthalten die Alkali-Olivinbasalte deutlich weniger SiO_2 (und Al_2O_3) sowie mehr MgO , CaO , K_2O und P_2O_5 . Der Oxidationsgrad des Eisens ist bei ihnen signifikant erhöht. Diese charakteristischen Unterschiede lassen sich z. T. durch eine höhere Beteiligung von Olivin und Klinopyroxen auf Kosten von Orthopyroxen an der partiellen Schmelzbildung in größerer Manteltiefe erklären, als sie für die Magmengenese der Tholeiite angenommen worden war (JAQUES & GREEN 1980). Man muß außerdem erwarten, daß dies spezifische Mantelmaterial weniger residual gewesen ist und zusätzlich Phlogopit und evtl. eine Phosphat-Phase enthalten hat.

Die Variabilität der Einzelproben innerhalb eines Basalttyps ist besonders groß bei den Komponenten P_2O_5 , Fe_2O_3 , MgO , K_2O und Na_2O . Wir führen dies auf Unterschiede im Aufschmelzungsgrad oder der Mantelzusammensetzung (P, K, Na, Fe^{3+}), auf unterschiedliche Beteiligung von Peridotit-Einschlüssen an den Schmelzen (Mg) und auf evtl. Verwitterungsreaktionen bei einigen Proben (Fe^{3+}) zurück.

Die Analysenwerte für drei Nephelin-Basanite und acht chemisch ähnliche Limburgite sind in Tab. 8 und 7 aufgeführt und gemittelt worden. Es gibt nach diesen Daten keine systematischen Unterschiede zwischen den beiden Gruppen, so daß wir sie für unsere weiteren Überlegungen zusammenfassen. Zum Vergleich haben wir in Tab. 8 neben unseren Mittelwerten den Durchschnitt von 13 Nephelin-Basaniten und 19 Limburgiten aus der Literatur über unser Gebiet (HENTSCHEL 1958, 1966, EHRENBURG 1971, VINX 1972, LOHMANN 1964) angeführt. Mit Ausnahme des höheren MgO -Gehaltes in den Literaturwerten ist die Übereinstimmung zwischen den Mittelwerten der Gesamtgruppe der Nephelin-Basanite und Limburgite aus den Tab. 7 und 8 und aus der Literatur recht groß. Wir können folglich annehmen, daß unsere Proben trotz ihrer relativ kleinen Anzahl für den Stoffbestand dieser Gesteinstypen repräsentativ sind. Im Vergleich der Nephelin-Basanite und der Limburgite aus der Literatur zeigt sich, daß das Eisen in der zuletzt genannten Gruppe der schneller abgekühlten Magmatite weniger stark oxidiert ist. Außerdem haben die Nephelin-Basanite hier einen deutlich niedrigeren K_2O -Gehalt. Diesen Unterschied könnte man auch nach Tab. 8 bestätigen, wenn die Probe „Blaue Kuppe“ unberücksichtigt bleibt. Nephelin-Basanite aus der Eifel (DUDA & SCHMINCKE 1978) haben bei sonst ähnlichem Chemismus deutlich höhere K_2O - und Al_2O_3 -Gehalte als unsere Mittelwerte. Dies ist ein Hinweis auf eine andere Mantelzusammensetzung.

Die chemischen Trends, die sich aus dem Vergleich der Alkali-Olivinbasalte mit basanitischen Alkali-Olivinbasalten ergaben, setzen sich in den Nephelin-Basaniten (und Limburgiten) in Beziehung zu den basanitischen Alkali-Olivinbasalten fort: Abnahme von SiO_2 , Al_2O_3 , Zunahme von MgO , CaO , P_2O_5 . Es steigen jetzt auch das Fe_2O_3/FeO -Verhältnis und der TiO_2 -Gehalt an. Bei den Alkali-Olivinbasalten hatten wir diesen Trend mit zunehmender Beteiligung von Olivin

Tab. 7. Analysenwerte der Limburgite der nördlichen Hessischen Senke [in Gew.-%] (Kode-Nr. unter Analysenwert gibt Methode und Analytiker nach Tab. 4) an

Vorkommen	Proben-Nr.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	P ₂ O ₅
Rosenberg (b. Niedermeiser)	4521-11a	38,63 3;14	3,31 3;14	11,18 3;14	4,01 3;14	7,81 3;14	0,19 3;14	10,92 3;14	11,16 3;14	4,14 3;14	0,84 3;14	1,84 3;14	0,74 3;14	0,99 3;14
Plattenkopf (Wolfhagener Stadtwald)	4620-5a	40,84 14	2,60 14	11,66 14	4,43 14	6,30 14	0,18 14	12,00 14	12,40 14	2,56 14	2,18 14	1,75 14	1,09 14	1,08 14
Bärenberg (b. Burghasungen)	4621-12d	42,69 14	2,82 14	12,23 14	3,61 14	7,06 14	0,18 14	11,22 14	11,27 14	3,14 14	2,53 14	1,44 14	0,63 14	0,94 14
Weidels-Berg (b. Ippinghausen)	4720-3a	42,71 14	2,95 14	11,72 14	5,42 14	6,04 14	0,17 14	11,46 14	10,85 14	4,29 14	0,66 14	1,58 14	0,87 14	0,86 14
Bensberg-Bilstein (Langer Berg)	4722-36a	43,37 14	2,37 14	12,59 14	4,30 14	6,04 14	0,19 14	10,67 14	12,20 14	3,22 14	2,65 14	0,43 14	0,21 14	0,92 14
Hahn (b. Holzhausen)	4722-43a	42,56 14	2,80 14	12,17 14	3,21 14	7,46 14	0,17 14	10,67 14	11,50 14	4,73 14	1,02 14	1,51 14	0,72 14	0,99 14
Kohlschlag (b. Hickersfeld)	5022-46a	42,10 3	2,50 3	11,80 3	5,00 3	6,30 3	0,18 3	11,30 3	11,20 3	3,40 3	0,78 3	2,80 3	0,80 3	0,90 3
Steimesköppel (b. Heidelbach)	5221-1a	45,77 14	2,69 14	10,48 14	2,05 14	7,34 14	0,14 14	13,75 14	9,25 14	2,30 14	4,25 14	0,27 14	0,49 14	0,55 14
Mittelwerte: 8 nephelinbasanit. Limburgite	$\bar{x} + s$	42,33 ± 2,04	2,76 ± 0,29	11,73 ± 0,66	4,00 ± 1,06	6,79 ± 0,70	0,18 ± 0,02	11,50 ± 1,0	11,28 ± 0,97	3,42 ± 0,77	1,86 ± 1,27	1,45 ± 0,8	0,69 ± 0,26	0,90 ± 0,16

Tab. 8. Analysenwerte der Nephelin-Basanite der nördlichen Hessischen Senke [in Gew.-%] (Kode-Nr. unter Analysenwert gibt Methode und Analytiker nach Tab 4 an)

Vorkommen	Proben-Nr.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	P ₂ O ₅
Istha-Berg (SE-Hang)	4621-25b	42,20 15	2,30 15	12,08 15	4,40 15	6,04 15	0,17 15	10,30 15	12,86 15	3,61 15	0,95 15	1,72 15	0,71 15	0,90 15
Kuhberg (Druseltal b. Kassel)	4622-87c	41,9 10	2,10 10	11,9 10	4,52 10	7,11 10	0,18 1;10	10,93 2;10	10,59 2;10	3,64 2;10	1,64 2;10	2,48 10	0,37 10	1,05 10
Blaue Kuppe (Nord) (b. Eschwege)	4826-2c	42,19 15	2,72 15	11,70 15	3,25 15	7,87 15	0,16 15	12,85 15	10,17 15	2,16 15	2,46 15	1,47 15	0,83 15	0,53 15
Mittelwerte: 3 Nephelin- Basanite	\bar{x}	42,10	2,37	11,89	4,06	7,01	0,17	11,36	11,20	3,14	1,68	1,89	0,64	0,83
Mittelwerte: 11 Nephelin- Basanite + nephelin- basanitische Limburgite	$\bar{x} + s$	42,27 ± 1,71	2,65 ± 0,33	11,77 ± 0,56	4,02 ± 0,94	6,85 ± 0,73	0,17 ± 0,01	11,46 ± 1,04	11,22 ± 1,03	3,38 ± 0,83	1,81 ± 1,12	1,57 ± 0,74	0,68 ± 0,25	0,88 ± 0,18

und Klinopyroxen auf Kosten von Orthopyroxen an den Partialschmelzen und durch zusätzliches Vorkommen von akzessorischem Phlogopit und evtl. einer Phosphat-Phase im Mantel erklärt. Ein Teil des zusätzlichen MgO ist an nicht aufgeschmolzenen Olivin aus Peridotit-Einschlüssen gebunden.

Die Analysendaten von 17 Olivin-Nepheliniten finden sich in Tab. 9. Es ist sinnvoll, Varietäten mit und ohne Larnit in der Norm zu trennen. Die zuletzt genannten Gesteinsgruppen führen meist modalen Melilith. Die Mittelwerte für beide Gruppen (Tab. 9) unterscheiden sich hauptsächlich durch niedrigere SiO_2 -, Al_2O_3 - und höhere MgO- und CaO-Gehalte in den Larnit führenden Nepheliniten. Durch extreme Gehalte dieser vier Elemente sind die melilithhaltigen Olivin-Nephelinite auch im Rheingraben, in Texas, Tasmanien und Südafrika charakterisiert (s. Kompilation von POURMOAFI 1980). Extreme SiO_2 -Untersättigung wurde im Experiment nur in Gegenwart von CO_2 und H_2O erreicht (GREEN 1970, EGGLEER 1974, BREY & GREEN 1975).

Ein Hinweis auf die wirksame Beteiligung von H_2O an der Bildung dieser Schmelzen ist der relativ hohe Fe_2O_3 -Anteil am Gesamt-Eisengehalt der Gesteine. Einige z. T. wirtschaftlich genutzte natürliche CO_2 -Quellen befinden sich im Nordwest-Teil unseres Gebietes, in dem nephelinreiche Basalte massiert auftreten. Ein Teil der hohen MgO-Gehalte der Olivin-Nephelinite ist an Olivin aus aufgelösten Peridotit-Xenolithen gebunden. Entsprechend sind auch die Ni-, Co- und Cr-Konzentrationen gerade dieser Gesteinsgruppe besonders hoch. Wie SCARFE et al. (1980) experimentell gezeigt haben, lösen sich olivinreiche Xenolithe unter Manteldrücken innerhalb von Stunden in alkalibasaltischen Schmelzen auf. In unserem Gebiet sind die K_2O - und Na_2O -Gehalte der Olivin-Nephelinite nur wenig niedriger als in den anderen Alkalibasalten. GEHNES & WIMMENAUER (1975) fanden in den Olivin-Nepheliniten des Oberrheingrabens deutlich niedrigere K_2O -Werte, aber auch noch höhere CaO-Konzentrationen als in den Gesteinen von Tab. 9.

4.2. Nebenkomponenten und Spurenbestandteile

In den Tab. 12–16 sind die Einzelwerte für 34 seltenere Elemente aufgeführt worden. Von diesen sind die Gruppen der inkompatiblen, der residualen und der volatilen Elemente genetisch besonders aussagekräftig. Als inkompatibel bzw. residual bezeichnet man Elemente, die kristallchemisch nicht sehr gut bzw. besonders gut in die Strukturen der Mantelminerale passen. Dementsprechend werden die inkompatiblen Elemente bei beginnender Schmelzbildung besonders leicht an das Magma abgegeben und die residualen verbleiben in den Rückständen der Partialschmelzbildung. Als inkompatible Elemente (mit sehr niedrigen Gesamtverteilungskoeffizienten) muß man die leichten Lanthanoiden, U, Th, die schweren Alkalien und Erdalkalien, Ta, Ti, Pb, Hf, Zr und Bi bezeichnen. Residuale Elemente (mit hohen Verteilungskoeffizienten) sind Ni, Co, in bestimmten Mantelmineralen (Granat) auch die schweren Lanthanoiden. Als volatile Elemente haben wir bestimmt: F, Cl, S und Se. Elemente wie Zn, Mn, Li, Sc, Cu

Tab. 9. Analysenwerte der Olivin-Nephelinite und Melilith führenden larnitnormativen (L) Olivin-Nephelinite der nördlichen Hessischen Senke [in Gew.-%] (Kode-Nr. unter Analysenwert gibt Methode und Analytiker nach Tab. 4 an)

Vorkommen		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	P ₂ O ₅
Hoher Berg (L) (b. Bühne)	4422-1a	36,73 2;14	2,26 2;14	9,14 2;14	4,3 2;14	6,7 2;14	0,19 1;2;14	17,73 1;2;14	11,79 1;2;14	3,03 2;14	1,39 2;14	2,32 2;14	0,85 2;14	1,44 2;14
Hoher Berg (L) (b. Bühne)	4422-1e	37,40 3	2,33 3	9,50 3	4,40 3	6,40 3	0,19 3	18,80 3	14,80 3	1,90 3	1,30 3	3,24 3	1,36 3	1,43 3
Westberg (L) (b. Hofgeismar) (Nordbruch)	4422-6b	37,31 3;14	2,15 3;14	8,70 3;14	4,72 3;14	6,21 3;14	0,19 3;14	17,48 2;3;14	13,77 2;3;14	2,15 2;3;14	0,73 2;3;14	3,25 3;14	0,50 3;14	1,33 3;14
Escheberg (b. Escheberg)	4521-37a	41,0 3;14	2,58 3;14	10,72 3;14	3,32 3;14	7,25 3;14	0,19 3;14	13,64 3;14	11,78 3;14	3,05 3;14	1,26 3;14	1,76 3;14	0,53 3;14	1,21 3;14
Burgberg (L) (b. Grebenstein)	4522-4a	39,24 3;14	1,94 3;14	8,89 3;14	3,98 3;14	6,39 3;14	0,18 3;14	19,20 3;14	12,32 3;14	2,59 2;3;14	1,11 2;3;14	1,89 3;14	0,72 3;14	1,09 3;14
Burgberg (L) (b. Grebenstein)	4522-4b	39,4 10	1,8 10	9,8 10	4,1 10	6,0 10	0,15 10	19,5 10	11,7 10	2,45 10	1,25 10	2,26 10	0,50 10	1,21 10
Schierenkopf (Bühle)	4620-4a	40,98 3;14	2,76 3;14	11,82 3;14	3,59 3;14	7,09 3;14	0,18 3;14	11,08 3;14	12,79 3;14	3,88 3;14	1,5 3;14	2,05 3;14	0,74 3;14	1,05 3;14
Reissberg (b. Züschen)	4721-45b	39,03 14	3,05 14	11,24 14	3,40 14	7,54 14	0,19 1;14	12,48 2;14	13,49 2;14	2,99 2;14	2,29 2;14	1,93 14	0,20 14	1,15 14
Warte (L) (b. Elbenberg)	4721-39c	37,10 3	2,89 3	10,60 3	4,30 3	6,60 3	0,20 3	12,90 3	14,50 3	2,32 3	1,80 3	2,83 3	1,52 3	1,44 3

Laufskopf (b. Niedenstein)	4722-27a	41,08 14	2,64 14	10,01 14	4,08 14	6,94 14	0,19 14	16,50 14	11,38 14	3,21 14	1,41 14	1,07 14	0,40 14	0,74 14
Güntersberg (b. Gudensberg)	4722-47a	39,95 14	3,04 14	12,15 14	3,98 14	6,19 14	0,19 14	10,93 2;14	13,22 2;14	3,68 2;14	2,46 2;13;14	2,24 14	0,21 14	1,28 14
Mirzenberg – auf dem Hellen (b. Fritzlar)	4821-10c	39,1 2	2,71 2	11,0 2	4,3 2	6,33 2	0,19 1;2	12,23 1;2	13,08 1;2	2,56 2	1,46 2	3,20 2	1,77 2	1,10 2
Mirzenberg – auf dem Hellen (b. Fritzlar)	4821-10f	39,21 14	2,98 14	11,29 14	4,54 14	6,31 14	0,19 14	12,62 14	13,01 14	2,61 14	2,26 14	2,45 14	0,32 14	1,13 14
Vorderberg (L) (Lohner Holz)	4821-1f	38,90 3	3,18 3	11,20 3	4,40 3	6,80 3	0,19 3	12,90 3	13,90 3	3,30 3	2,40 3	1,32 3	0,68 3	1,23 3
Hinterberg (L) (Lohner Holz)	4821-1g	38,10 3	3,14 3	10,90 3	4,50 3	6,70 3	0,20 3	12,50 3	13,80 3	3,95 3	2,90 3	0,60 3	0,14 3	1,21 3
Rinnebach (Oberhülsa)	5022-63a	41,40 3	2,44 3	12,50 3	4,10 3	6,60 3	0,18 3	11,40 3	11,60 3	3,50 3	1,33 3	2,26 3	0,63 3	1,10 3
Waldknüll (b. Schwarzenborn)	5022-81a	40,60 3	2,40 3	12,00 3	5,20 3	6,80 3	0,23 3	9,10 3	12,60 3	4,58 3	1,30 3	1,76 3	0,86 3	1,50 3
Mittelwerte: 9 Olivin- Nephelinite (larnitfrei)	$\bar{x} \pm s$	40,26 \pm 0,95	2,73 \pm 0,25	11,41 \pm 0,78	4,06 \pm 0,59	6,78 \pm 0,46	0,19 \pm 0,01	12,22 \pm 2,06	12,55 \pm 0,77	3,34 \pm 0,65	1,70 \pm 0,49	2,08 \pm 0,58	0,63 \pm 0,49	1,14 \pm 0,20
Mittelwerte: 8 Olivin- Nephelinite (Larnit führend)	$\bar{x} \pm s$	38,02 \pm 1,04	2,46 \pm 0,54	9,84 \pm 0,95	4,34 \pm 0,23	6,48 \pm 0,28	0,19 \pm 0,02	16,38 \pm 3,07	13,29 \pm 1,20	2,71 \pm 0,68	1,61 \pm 0,72	2,21 \pm 0,93	0,78 \pm 0,46	1,30 \pm 0,13

Tab. 10. Mittelwerte (\bar{x}) und Variationsbereiche (Standardabweichung: s; Variationskoeffizient: v) der Alkali-Olivinbasalte der nördlichen Hessischen Senke aus dieser Arbeit (A,C) und der Literatur* (B,D); zum Vergleich aus weltweiter Probenahme (E) SCHWARZER & ROGERS 1974) (N: Probenzahl)

	A Alk.-Olivinbasalte				B Alk.-Olivinbasalte (Literatur)				C Basan. Alk.-Oliv.-Bas.				D Basan. Alk.-Oliv.-Bas. (Literatur)				E Alk.-Olivinbasalte Kontinente, weltweit			
	N	\bar{x} %	s %	v %	N	\bar{x} %	s %	v %	N	\bar{x} %	s %	v %	N	\bar{x} %	s %	v %	N	\bar{x} %	s %	v %
SiO ₂	32	48,31	1,25	2,6	37	49,24	2,27	4,6	13	45,18	1,13	2,5	49	45,28	1,06	2,3	261	47,3	2,0	4
TiO ₂	32	2,21	0,17	7,7	37	2,18	0,19	8,7	13	2,23	0,12	5,4	49	2,26	0,20	8,8	261	2,3	0,6	26
Al ₂ O ₃	32	13,31	0,64	4,8	37	13,71	0,61	4,4	13	12,47	0,95	7,6	49	12,91	0,45	3,5	261	15,2	1,5	10
Fe ₂ O ₃	32	3,08	0,69	22,4	37	3,22	1,34	41,6	13	3,00	0,54	18	49	3,45	1,30	37,7	261	11,7	1,4	12
FeO	32	7,23	0,65	9,0	37	6,91	1,06	15,3	13	7,49	0,59	7,9	49	7,35	1,01	13,7				
MnO	32	0,17	0,02	11,8	25	0,17	0,04	23,5	13	0,18	0,02	11,1	32	0,18	0,02	11,1				
MgO	32	8,67	1,24	14,3	37	7,68	1,03	13,4	13	10,95	2,45	22,3	49	9,58	0,89	9,3	261	7,5	1,9	25
CaO	32	8,68	0,61	7,0	37	8,45	0,81	9,6	13	10,18	0,59	5,8	49	10,09	0,64	6,3	261	9,6	1,3	14
Na ₂ O	32	3,33	0,33	9,9	37	3,31	0,45	13,6	13	2,88	0,57	19,8	49	2,99	0,60	20,1	261	3,2	0,4	13
K ₂ O	32	1,76	0,29	16,5	37	1,58	0,35	22,1	13	1,89	0,15	7,9	49	2,18	0,68	31,2	261	1,2	0,5	42
H ₂ O ⁺	32	1,41	0,46	32,6	37	1,62	0,75	46,3	13	1,47	0,46	31,3	49	2,18	0,87	39,9				
H ₂ O ⁻	32	0,66	0,26	39,4	26	0,84	0,47	56,0	13	0,59	0,17	28,8	38	0,59	0,36	61,0				
P ₂ O ₅	32	0,56	0,17	30,3	37	0,76	0,32	42,1	13	0,73	0,16	21,9	49	0,89	0,16	18,0				

* HENTSCHEL (1958, 1966, 1978); HENTSCHEL & PFEFFER (1957); EHRENBURG (1971); EHRENBURG & STRECKER (1981); MEISL & KUPFAHL (1975); GROSS (1973); WEDEPOHL & RITZKOWSKI (1980).

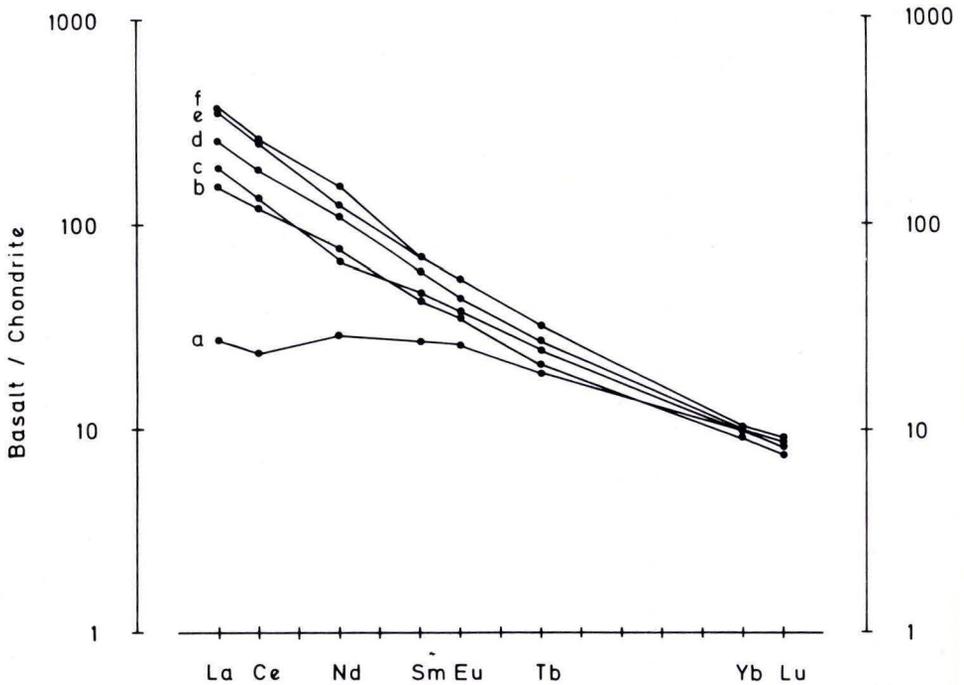


Abb. 3. Relative Anreicherung der Lanthanoiden-Elemente im Vergleich mit gewöhnlichen Chondriten. (a) 10 Quarztholeiitische Basalte (Tab. 12); (b) 18 Alkali-Olivinbasalte (Tab. 13); (c) 10 Basanitische Alkali-Olivinbasalte (Tab. 13); (d) 3 Limburgite und Nephelin-Basanite (Tab. 15); (e) 5 Olivin-Nephelinite (Tab. 16); (f) 7 Larnit-normative Olivin-Nephelinite (Tab. 16). Werte der gewöhnlichen Chondrite nach MASON (1979).

durch Fixierung als Sodalith verhindert wird (MURAMATSU & WEDEPOHL 1979). Fluor wird offenbar bei der Erstarrung der Schmelzen kaum verdampft. Der Fluorgehalt der Basalt-Typen steigt reziprok zum Aufschmelzungsgrad an. Die meisten Mantel-Xenolithe sind arm an volatilen Elementen (< 30 ppm Cl, F), während die durchschnittlichen Cl- und F-Gehalte z. B. der Alkali-Olivinbasalte zwischen 300 und 850 ppm liegen. Diese Magmen können somit nicht aus dem residualen Mantelmaterial der häufigen Xenolithe gebildet worden sein. Eine Korrelation zwischen K und F weist auf einen Ursprung aus Phlogopit im Mantel hin. Ähnliche K/F-Verhältnisse hatte AOKI (1981, mdl. Mitt.) in Phlogopiten aus Mantelgesteinen gefunden.

Zur Diskussion der Herkunft der basaltischen Magmen der nördlichen Hessischen Senke haben wir die Mittelwerte der Elemente in sechs Basalt-Typen (Tab. 5, 7–10, 12–16) zu Mittelwerten der gleichen Elemente in verarmten Peridotiten des oberen Erdmantels in einem Diagramm (Abb. 2) in Beziehung gesetzt. Unter verarmten Peridotiten verstehen wir die Lherzolithe und Harzburgite, die als

häufige Einschlüsse in unseren Alkalibasalten vorkommen. Ihre Verarmung, besonders an inkompatiblen und volatilen Elementen, ist auf frühere Ereignisse partieller Aufschmelzung zurückzuführen, die im Verlauf der Erdgeschichte Teile der Erdkruste gebildet haben. Charakteristische Werte für den verarmten Mantel sind von WEDEPOHL (1981) kompiliert worden. In Abänderung dieser Kompilation sind hier für die Lanthanoiden (La extrapoliert) die von LOUBET et al. (1975) publizierten Daten von alpinen Peridotiten benutzt worden. Nach K-Analysen von Xenolithen der Hessischen Senke wurde hier ein Gehalt von 150 ppm K als Mittelwert angenommen.

In einem gesonderten Diagramm (Abb. 3) haben wir die relative Verteilung der Lanthanoiden in den 6 Basalttypen unseres Gebietes dargestellt. Zur Normierung wurden in diesem Fall Mittelwerte von normalen Chondriten benutzt (MASON 1979). Die leichten Lanthanoiden sind in Chondriten etwa dreimal höher als in den verarmten Ultramafiten. Abb. 3 zeigt eine Ähnlichkeit im Fraktionierungsverhalten für fünf Magmentypen (Alkali-Olivinbasalte bis Olivin-Nephelinite). Für die Tholeiite ist die Verteilungskurve deutlich anders als für die fünf Alkalibasalte. Der Unterschied wird im folgenden Abschnitt durch Heterogenität des oberen Mantels erklärt. Beachtenswert ist die große Ähnlichkeit aller sechs Basalt-Typen im Gehalt an schweren Lanthanoiden, die wir mit einer Herkunft aller Magmen aus der Spinell-Peridotitzone des oberen Mantels erklären.

5. Genetische Zusammenhänge

In den folgenden Abschnitten werden Schlußfolgerungen aus den chemischen Daten und petrologischen Experimenten sowie Überlegungen zur Genese der basaltischen Magmen der nördlichen Hessischen Senke zusammengefaßt, für deren ausführliche Ableitung eine gesonderte Publikation nötig ist (WEDEPOHL 1984).

Tab. 11. CIPW-Norm von 6 Basalt-Typen der nördlichen Hessischen Senke (nach Mittelwerten in Tab. 5, 8, 9 und 10)

	Quarz- tholeitische Basalte (N = 10)	Alkali- Olivin- basalte (N = 32)	Basanit. Alkali- Olivin- basalte (N = 13)	Nephelin- Basanite und Limburgite (N = 11)	Olivin- Nephelinite (N = 9)	Larnit- normative Olivin- Nephelinite (N = 8)
q	8,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
or	3,4	10,6	11,2	10,6	0,9	0,0
ab	30,5	26,9	12,8	3,6	0,0	0,0
an	22,0	16,2	15,5	11,6	11,3	9,9
lc	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	7,4
ne	0,0	0,6	6,4	13,6	15,1	12,4
di	9,0	18,7	24,3	30,3	34,9	21,9
hy	17,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ol	0,0	14,4	16,9	13,9	13,5	24,9
ln	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1
mt	3,0	4,5	4,4	5,8	5,9	6,2
il	3,8	4,2	4,2	5,1	5,1	4,8
ap	0,4	1,3	1,7	2,0	2,6	3,0

Tab. 12. Analysenwerte der tholeiitischen Basalte der nördlichen Hessischen Senke [in ppm]
(Kode-Nr. unter Analysenwert gibt Methode und Analytiker nach Tab. 4 an)

Vorkommen	Proben-Nr.	Li	F	S	Cl	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Se	Rb	Sr
Fuchslöcher (b. Gottsbühren)	4423-1a				63 4	15,2 8	101 7	125 8	36,7 8	40 10	20 10	120 10		19,6 8	
Fuchslöcher (b. Gottsbühren)	4423-1b	8 2	345 5	884 1	67 4	15,9 8,9	131 1	154 1,8	39 1,8;9	48 1	27 1	154 1	0,095 6	21 2;8	412 2
Sababurg (Straße n. Gottsbühren, Reinhardswald)	4423-3a					16 9			52 9			132 10;13		16 13	
Sababurg, Forsthaus (Reinhardswald)	4423-3b	9 2	288 5	593 1	42 4	16,1 8	124 1;7	152 1,8	40 1,8	75 1;10	29 1;10	143 1;10	0,055 6	19 2;8	431 2
Borken (Stadt- gebiet, Söhreweg)	4921-1a	4 2	333 5	97 1	90 4	15,9 8,9	118 1	220 1,8	36 1,8;9	88 1;10	30 1	118 1;10;13	0,075 6	14 2;8;9;13	418 2;10
Buschhorn (b. Neuenhain)	5021-4a					17,1 9	117 7		38,5 9	105 10		130 10;13		14 13	340 10
Kottenberg (b. Ziegenhain)	5021-38a	10 2	250 5	311 1	39 4	17 8,9	133 1;7	213 1,8	39 1,8;9	78 1;10	28 1;10	119 1;10;13	0,087 6	18 2;8;9;13	408 2;8
Hornsberg (b. Steina)	5121-1a					17 8	152 17	278 8	44 8;17	151 17	26 17	150 17	22 8;17	460 8;17	
Mühlenberg (b. Röllshausen)	5121-9a		332 2	285 1	150 4	17,8 8,9	142 1	283 1,8	41 1,8;9	106 1;10	30 1	120 1;10;13	0,040 6	19 2;8;9;13	314 2;8;10
Bocksborn (b. Röllshausen)	5121-9b	6 2	295 5	243 1	110 4	17,5 8,9	126 1;7	272 1,8	39 1,8;9	91 1;10	27 1	120 1;10;13	0,065 6	18 2;8;13	314 2;8;10
Mittelwerte: tholeiit. Basalte	$\bar{x} \pm s$	7 ± 2,4	307 ± 36	402 ± 286	80 ± 40	16,6 ± 0,8	127 ± 15	212 ± 63	41 ± 4,6	87 ± 33	27 ± 3,2	130 ± 14	0,062 ± 0,022	18,1 ± 2,7	387 ± 56
Probenzahl	N	6	6	6	7	10	9	8	10	9	8	10	6	10	8

Alle Magmen unseres Gebietes stammen, wie schon erwähnt, sehr wahrscheinlich aus der Schicht der Spinell-Peridotite des oberen Mantels. Plagioklas oder Granat führende Peridotite sind hier als Einschlüsse bisher nicht beobachtet worden. Da die Moho-Tiefe etwa mit der Stabilitätsgrenze von Plagioklas zusammenfällt (~ 30 km), sind Plagioklas führende Lherzolithe oder Harzburgite nicht zu erwarten. Der Stabilitätsbereich des Spinells hängt von seiner Zusammensetzung ab, besonders vom Fe- und Cr-Gehalt, die sich gegenläufig auswirken. In den Spinellen der Peridotit-Einschlüsse unseres Gebietes kommen Anteile des Chromit-Moleküls von 50% vor. Entsprechend ist mit einem Stabilitätsbereich bis 30 kb zu rechnen (O'NEILL 1981). Die schweren Lanthanoidenelemente von Yb

	Zr	Cd	Cs	Ba	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Hf	Ta	Tl	Pb	Bi	Th	U
8 1	140 10			139 8	6,8 8	18 8		5,5 8	2,1 8	0,72 8	1,8 8	0,23 8	2,9 8	0,4 8					1,1 8
5 2	141 12			164 2;8	6,3 8;9	19 8;9	14 8;9	5,8 8;9	2,0 8;9	0,9 8;9	1,8 8;9	0,21 8;9	3,7 8;9	0,43 8					1,4 8
0 1;12	110 12	0,081 13			8,9 9	19 9	14 9	5,7 9	2,0 9	1,0 9	1,5 9	0,2 9	4,1 9		0,032 13	2,7 13	0,021 13		
	150 10			140 2;8	6,3 8	19,1 8	20,7 8	5,7 8	2,0 8	0,91 8	1,9 8	0,22 8	3,3 8	0,48 8					1,2 8
	130 10	0,073 13	0,25 8	202 2;8	10,2 8;9	21 8;9	20 8;9	5,3 8;9	2,0 8;9	0,8 8;9	1,7 8;9	0,25 8;9	2,8 8;9	0,9 8	0,027 13	1,8 13	0,019 13	1,3 8	0,3 8
	135 10	0,095 13			10,8 9	24 9	19 9	6,3 9	2,1 9	0,9 9	1,8 9	0,2 9	4,9 9		0,025 13	2,8 13	0,034 13		
3 1;12	142 10;12	0,083 13	0,16 8	181 2;8	9,7 8;9	23 8;9	17 8;9	6,0 8;9	1,9 8;9	1,0 8;9	1,7 8;9	0,25 8;9	3,3 8;9	0,9 8	0,023 13	2,6 13	0,025 13	1,3 8	
8 2	144 12			323 8;17	10 8	24 8		5,4 8	2,0 8	0,96 8	1,9 8	0,24 8	3,2 8	0,9 8					1,4 8
	120 10	0,052 13		203 2;8	10,2 8;9	23 8;9	18 8;9	4,8 8;9	1,7 8;9	0,8 8;9	1,9 8;9	0,29 8;9	3,0 8;9	1,3 8	0,031 13	2,0 13	0,043 13	1,4 8	
	110 10	0,081 13		201 2;8	9,9 8;9	22 8;9	18 9	4,5 8;9	1,6 8;9	0,9 9	1,9 8;9	0,26 8;9	3,0 8;9	1,2 8	0,029 13	1,7 13	0,049 13	1,6 8	
3 t	132 ±	0,078 ±	0,20 ±	194 ±	8,9 ±	21,0 ±	17,6 ±	5,5 ±	1,9 ±	0,9 ±	1,9 ±	0,27 ±	3,5 ±	0,8 ±	0,028 ±	2,3 ±	0,032 ±	1,4 ±	0,3
4	14 14	0,014		58	1,8	2,3	2,5	0,5	0,2	0,1	0,2	0,09	0,6	0,35	0,003	0,5	0,01	0,2	
5	10	6	2	8	10	10	8	10	10	10	10	10	10	8	6	6	6	8	1

und Lu sind in den verschiedenen Basalttypen der Hessischen Senke in etwa gleichen Konzentrationen enthalten (Abb. 3). Sie liegen um den Faktor 7–30 über den Gehalten häufiger Peridotite und gewöhnlicher Chondrite. Für diese schweren SE-Elemente sind die Verteilungskoeffizienten zwischen Peridotit und Basalt, jedoch $D > 1$ (bei Granatanteilen im Peridotit über 3–5%). Bei derartigen Verteilungskoeffizienten haben die Magmen niedrigere SE-Gehalte als die Mantelgesteine. Dies entspricht nicht unserer Beobachtung. Selbst die bei relativ hohen Drücken partiell erschmolzenen Magmen der Melilith führenden Olivin-Nephelinite müssen also noch aus Spinell-Peridotiten, d. h. Tiefen von weniger als 90 km stammen.

Tab. 13. Analysenwerte der Alkali-Olivinbasalte und basanitischen Alkali-Olivinbasalte (*) der nördlichen Hessischen Senke [in ppm] (Kode-Nr. unter Analysenwert gibt Methode und Analytiker nach Tab. 4 an)

Vorkommen	Proben-Nr.	Li	F	S	Cl	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Se	Rb	Sr
Bramburg (b. Adelebsen)	4324-1a	9 2	705 5	35 1,6	170 4	17,1 8,9	164 1,7	279 1,8	43 1,8;9	140 1	53 1	117 1;10;13	0,11 6	45 2;8;9;13	775 2
Bramburg (b. Adelebsen)	4324-1c =BB1514		710	53	170 4	18,2 9	187	246 9	45 9	170	35	130 13	0,091 6	44 9;13	730
Schöneberg (b. Hofgeismar)	4422-7a	5 2	650 5	160 6	160 4	17,8 8	160 1	404 1,8	45 1,8	277 1	51 1	107 1		41 2;8	705 2
Grefenburg (b. Adelebsen)	4422-1a		653 5	52 6								115 10	0,08 6		
Grefenburg (b. Adelebsen)	4424-1b				410 4	17,6 8		288 8	43,4 8					60,0 8	
Grefenburg (b. Adelebsen)	4424-1d	10 2		75 1	450 4		163 1,7	320 1	38 1	149 1;10	42 1;10	112 1;10;13		45 2;13	892 2
Backenberg (b. Güntersen)	4424-2b				150 4	18,3 8		309 8	44,7 8					49,8 8	
Backenberg (b. Güntersen)	4424-2d	8 2	695 5	74 1,6	82 4	18,5 8	173 1,7	303 1,8	41 1,8	177 1	41 1;10	107 1;13	0,07 6	48 2;8;13	848 2
Gahrenberg (Reinhardswald)	4523-3a	7 2	780 5	45 1,6	62 4	18,2 8	182 1	332 1,8	43 1,8	201 10	41 1;10	112 1;10	0,10 6	41 2;8	740 2
Dransberg (b. Dransfeld)	4524-3b	7 2		29 1	95 4	18,8 8	184 1	431 1,8	44 1,8	256 1	42 1	110 1;10		42 2;8	638 2
Hoher Hagen (b. Dransfeld)	4524-5b	6 2	653 5	45 1,6	52 4	17,7 8,9	183 1,7	421 1,8	46 1,8;9	245 1;10	38 1;10	112 1;10;13	0,07 6	42 2;8;9;13	956 2
Steinberg (b. Meensen)	4524-7b									210 10		110 10			
Steinberg (b. Meensen)	4524-7c	10 2	828 5	19 1,6	92 4	17,7 8	159 1,7	276 1,8	42 1,8	193 1;10	38 1;10	107 1;10;13	0,08 6	47 2;8;13	956 2
Steinberg (b. Barlissen)	4524-10b	5 2	850 5	29 1,6	550 4	18,9 8	173 1	440 1,8	47 1,8	306 1;10	53 1	113 1	0,15 6	51 2;8	966 2
Brandkopf, oberes Ahmetal (Habichtswald) (Steinbr. Menke)	4622-51b						182 17		50 17	216 17	48 17	120 17		72 17	1030 17
Gr. Stauffenberg (Kaufunger Wald)	4623-5a	4 2	723 5	186 1,6	210 4	19,1 8	170 1	325 1,8	43 1,8	170 1	37 1	111 1	0,09 6	46 2;8	763 2
Steinbergkopf (Kaufunger Wald)	4624-4a	7 2	848 5	65 1,6	75 4	19 8	193 1	334 1,8	43 1,8	330 1	34 1	112 1	0,08 6	51 2;8	743 2
Westl. Saukopf*, Hoover Forst (N. Elmshagen)	4721-15a						193 17		52 17	450 17	39 17	100 17		80 17	1075 17
Altenburg* (b. Niedenstein)	4721-29a					19,9 8	197 17	920 8	66 8;17	967 17	40 17	95 17		56 8;17	881 17
Hirzstein* (b. Elgershausen)	4722-13a	7 2	845 5	159 1,6	530 4	19,8 8	185 1	232 1,8	41 1,8	104 1	32 1	109 1;10	0,09 6	59 2;8	1024 2
Hirzstein* (b. Elgershausen)	4722-13b				195 4	20,3 8		537 8	60,2 8			103 13		46 8;13	

	Zr	Cd	Cs	Ba	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Hf	Ta	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U
		0,093 13	1,2 8	591 2;8	48 9;8	98 9;8	45 9;8	8,1 9;8	2,5 9;8	0,97 8;9	1,7 8;9	0,27 8;9	5,0 8;9	3,5 8		0,047 13	7,1 13	0,022 13	6,5 8	
7	170 10	0,080 13		557 9	47,7 9	115 9	50 9	7,8 9	2,4 9	0,89 9	1,8 9	0,25 9	4,4 9	1,5 9	0,011 13	0,038 13	3,6 13	0,024 13	6,0 13	1,4
8 2	156 12		1,1 8	529 2;8	48,8 8	96,3 8	42,6 8	9,3 8	3,1 8	1,1 8	2,2 8	0,24 8	4,7 8	3,6 8					6,5 8	
8 1			1,1 8	786 8	58,8 8	119 8	61 8	9,2 8	2,7 8	1,1 8	1,9 8	0,22 8	5,2 8	4,1 8					8,0 8	
		0,11 13		935 2												0,034 13	3,7 13	0,029 13		
2 2	184 12		0,95 8	746 8	44,1 8	93,4 8	49,6 8	7,7 8	2,3 8	0,9 8	1,7 8	0,21 8	4,2 8	3,3 8					6,0 8	
5 1		0,064 13	0,77 8	722 2;8	49,9 8	102 8	47,7 8	8,4 8	2,4 8	1,2 8;11	2,1 8	0,21 8	4,8 8	3,5 8		0,027 13	4,9 13	0,069 13	6,6 8	
0 2	174 12			633 2;8	39,4 8	85,5 8	46,8 8	8,0 8	2,2 8	0,95 8	1,4 8	0,19 8	4,4 8	3,1 8					4,7 8	
			1,2 8	492 2;8	32,0 8	73,4 8		7,3 8	2,6 8	0,92 8	1,2 8	0,19 8	4,3 8	2,7 8					4,2 8	1,4 8
9 1;12	228 12	0,11 13	0,44 8	622 2;8	47 8;9	101 8;9	38 9	8,9 8;9	2,7 8;9	1,1 8;9;11	1,7 8;9	0,26 8;9	5,3 8;9	3,7 8		0,058 13	4,1 13	0,021 13	5,9 8	1,7 8
3 1;12	208 12	0,11 13	0,31 8	808 2;8	55 8	117 8		8,9 8	2,9 8	0,97 8	1,6 8	0,28 8	4,9 8	4,0 8		0,029 13	4,9 13	0,056 13	8,3 8	1,4 8
			0,4 8	761 2;8		130 8		9,6 8	3,1 8	0,91 8	1,3 8	0,25 8	5,6 8	4,2 8					8,1 8	2,2 8
5 1;12	229 12			818 17																
6 2	164 12		0,75 8	600 2;8	43,1 8	98 8		9,2 8	2,5 8	0,76 8	2,1 8	0,28 8	4,7 8	3,2 8					6,9 8	1,8 8
			0,26 8	573 2;8	40 8	97 8		7,7 8	2,5 8	0,76 8	1,6 8	0,23 8	5,7 8	2,9 8					5,7 8	1,3 8
6 2	239 12			805 17																
0 2	140 12		0,56 8	708 8;17	52 8	110 8		7,4 8	2,3 8	0,83 8	1,4 8	0,21 8	4,9 8	4,0 8					6,4 8	1,6 8
2 1			0,71 8	776 2;8	63,5 8	136 8		9,7 8	3,1 8		2,1 8	0,30 8	6,3 8	3,5 8					6,7 8	1,7 8
5 1		0,086 13	0,61 8	838 8	50,5 8	111 8		8,0 8	2,7 8	0,89 8	1,5 8	0,23 8	4,8 8	3,4 8		0,025 13	2,7 13	0,037 13	6,2 8	1,6 8

Fortsetzung Tab. 13

Vorkommen	Proben-Nr.	Li	F	S	Cl	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Se	Rb	Sr
Baunsberg (b. Altenritte)	4722-24a	7 2		76 1	880 4	20,5 8	177 1	481 1;8	47 1;8	324 1	41 1	97 1		41 2;8	822 2;8
Burg (b. Grossenritte)	4722-30a	5 2	848 5	65 1;6	710 4	20 8;9	175 1	599 1;8	53 1;8;9	354 1	40 1	95 1	0,09 6	41 -2;8;9	788 2;8
Bielstein (b. Helsa) (unteres Lager)	4723-3a	9 2		100 1	600 4	19,4 8	171 1	309 1;8	42 1;8	100 1	32 1	102 1;10;13		51 2;8;13	882 2
Bielstein (b. Helsa) (oberes Lager)	4723-6c	8 2	960 5	86 1;6	900 4	20,0 8	183 1;7	352 1;8	42 1;8	108 1;10	36 1	101 1;10	0,13 6	57 2;8	900 2
Ölberg* (b. Wattenbach; Oberkaufungen)	4723-13a	5 2	930 5	71 1;6	920 4	19,4 8	178 1	375 1;8	42 1;8	185 1	43 1	123 1		50 2;8	892 2
Stellberg- Tiefenrod*(Söhre)	4723-11b	5 2	868 5	110 1	770 4	20,6 8	172 1	382 1;8	45 1;8	157 1	45 1	110 1	0,09 6	45 2;8	925 2
Hoher Meißner (Kalbe)	4725-3b						182 7;17		50 17	181 17	36 17	110 17		66 13;17	1070 17
Lamsberg* (b. Gudensberg)	4822-12c	5 2		87 1	1000 4	21 8;9	189 1	337 1;8	47 1;8;9	168 1	47 1	103 1;13		55 2;8;9	904 2;8
Rhünder Berg* (b. Rhünda)	4822-73b	6 2	845 5	53 1;6	430 4	19,3 8	194 1;7	205 1;8	40 1;8	101 1	37 1	110 1	0,11 6	47 2;8	926 2
Blaue Kuppe (b. Eschwege)	4826-2b					20,1 9			61,2 9					51 9	
Hügelskopf* (b. Ostheim)	4922-39a	5 2		158 1	1050 4	20,2 8	197 1	314 1;8	45 1;8	193 1	43 1	109 1		47 2;8;13	1060 2;8
Werrberg* (b. Homberg, Efze)	4922-58a	7 2	788 5	72 6	420 4	19,2 8	189 1	289 1;8	47 1;8	146 1	32 1	113 1	0,08 6	38 2;8	1120 2
Stellberg* (b. Homberg, Efze)	4922-74a	6 2	840 5	116 1;6	580 4	19,6 8	175 1	356 1;8	47 1;8	227 1	42 1	108 1;13	0,07 6	43 2;8;13	1025 2;8
Stöpfung* (b. Homberg, Efze)	4922-78b						210 17		54 17	328 17	45 17	118 17		70 17	1120 17
Landsburg (b. Schlierbach)	5021-9a					17,5 8	164 7;17	276 8	46 8;17	199 17	45 17	140 17		54 8;17	942 8;17
Welzebach (b. Obergrenzebach)	5021-51a						160 17		50 17	272 17	40 17	117 13;17		39 13;17	465 17
Oberer Bilstein (b. Groß- Ropperhausen)	5022-77a						190 17		50 17	138 17	34 17	118 17		56 17	637 17
Weymerod* (b. Schwarzenborn)	5022-85a						194 17		52 17	335 17	53 17	115 17		85 17	1030 17
Hilgenholz (b. Röllshausen)	5121-11b						160 17		45 17	180 17	36 17	128 17		71 17	946 17
Nöll (b. Ober- aula, Knüll)	5122-35a						184 17		47 17	146 17	37 17	120 17		54 17	631 17
Sebbel (b. Ottrau)	5122-44a						212 17		44 17	150 17	47 17	100 17		84 17	820 17
Stellerskuppe* (b. Reckerode, Niederaula)	5123-5a						162 17		47 17	557 17	38 17	125 17		54 17	1270 17
Mittelwerte: Alkali-Olivin- basalte	$\bar{x} \pm s$	7,1 \pm 1,9	762 \pm 98	70 \pm 45	324 \pm 290	18,7 \pm 1,0	176 \pm 30	354 \pm 88	46 \pm 4,5	208 \pm 71	41 \pm 6,0	112 \pm 10	0,095 \pm 0,02	51 \pm 11	818 \pm 145
Probenzahl	N	15	13	17	18	19	24	19	27	25	24	26	12	27	24
Mittelwerte: basan. Alkali- Olivinbasalte	$\bar{x} \pm s$	5,8 \pm 0,9	853 \pm 46	103 \pm 40	655 \pm 295	19,9 \pm 0,6	187 \pm 13	395 \pm 206	49 \pm 7,3	301 \pm 242	41 \pm 5,9	110 \pm 8,4	0,088 \pm 0,01	55 \pm 14	1019 \pm 113
Probenzahl	N	8	6	8	9	10	13	10	14	13	13	14	5	14	13

	Zr	Cd	Cs	Ba	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Hf	Ta	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U
			0,40 8	574 2;8	56 8	119 8		8,6 8	2,7 8	1,2 8	1,6 8	0,24 8	4,7 8	3,1 8					6,6 8	1,9 8
0 2	239 12		0,48 8	605 2;8	53 8;9	102 8;9	37 9	7,8 8;9	2,4 8;9	1,1 9	1,6 8;9	0,22 8;9	5,1 8;9	3,2 8					6,3 8	1,8 8
		0,12 13	1,2 8	670 2;8	65 8	135 8	68 8	8,3 8	2,7 8	0,94 8	1,9 8	0,28 8	5,1 8	5,0 8		0,047 13	4,8 13	0,035 13	8,6 8	2,0 8
7 ;12	226 12		1,3 8	726 2;8	67 8	144 8	57 8	9,0 8	2,8 8	1,1 8	1,9 8	0,26 8	5,1 8	5,4 8					9,1 8	2,6 8
			1,0 8	748 2;8	77 8	163 8	82 8	9,3 8	2,9 8	1,1 8	1,9 8	0,28 8	5,6 8	5,9 8					10,1 8	2,8 8
			1,1 8	714 2;8	79 8	161 8	90 8	9,7 8	2,9 8	0,93 8	2,0 8	0,29 8	5,5 8	5,8 8					9,9 8	2,6 8
5 7		0,094 13		873 17												0,044 13	4,1 13	0,017 13		
			0,78 8	738 2;8	51 8;9	110 8;9	42 8;9	8,5 8;9	2,8 8;9	1,0 9	1,7 8;9	0,27 8;9	3,7 8	4,1 8					6,8 8	1,7 8
4 7			0,65 8	785 2;8	72,0 8	156 8	67,5 8	9,2 8	2,8 8	1,0 8	2,5 8	0,29 8	4,6 8	5,5 8					9,8 8	
					50 9	119 9	38 9	5,9 9	2,3 9	0,9 9	1,3 9	0,2 9								
8 2	269 12	0,059 13	0,84 8	849 2;8	79,4 8	164 8	56 8	11,5 8	3,3 8	0,89 8	2,0 8	0,24 8	5,0 8	5,7 8		0,042 13	6,8 13	0,018 13	10,1 8	2,2 8
4 2	224 12		0,31 8	635 2;8	49,9 8	117 8	33 8	9,1 8	2,6 8	0,94 8	2,3 8	0,26 8	3,6 8	4,0 8					5,5 8	
		0,080 13	0,72 8	640 2;8	56,7 8	123 8	49 8	9,2 8	2,6 8	0,87 8	1,9 8	0,25 8	4,5 8	4,1 8		0,025 13	4,4 13	0,025 13	7,3 8	
					921 17					1,3 9	2,4 9	0,4 9	4,6 9							
			1,0 8	908 8;17	67 8	154 8	60 8	9,2 8	3,0 8	0,98 8	2,1 8	0,31 8	4,5 8	4,5 8					9,4 8	
		0,071 13		395 17												0,033 13	2,1 13	0,009 13		
					601 17															
					910 17															
					753 17															
					613 17															
					675 17															
					864 17															
2 - 1 3	188 ± 51 10	0,095 ± 0,020 9	0,80 ± 0,37 16	676 ± 132 26	51 ± 9,6 18	111 ± 21 18	49 ± 9,7 13	8,4 ± 0,9 19	2,6 ± 0,3 19	0,99 ± 0,13 19	1,7 ± 0,3 22	0,24 ± 0,03 19	4,9 ± 0,4 18	3,6 ± 0,9 18		0,040 ± 0,010 9	4,4 ± 1,3 9	0,031 ± 0,019 9	7,0 ± 1,4 18	1,8 ± 0,4 11
3 - 3	218 ± 55 4	0,075 ± 0,014 3	0,73 ± 0,22 10	780 ± 89 14	63 ± 13 10	135 ± 24 10	60 ± 21 7	9,2 ± 1,1 10	2,8 ± 0,3 10	0,98 ± 0,14 10	1,9 ± 0,35 11	0,27 ± 0,05 12	4,8 ± 0,8 11	4,6 ± 1,0 10		0,030 ± 0,010 3	4,6 ± 2,1 3	0,027 ± 0,010 3	7,9 ± 1,9 10	2,0 ± 0,5 7

Tab. 14. Analysenwerte der Limburgite der nördlichen Hessischen Senke [in ppm] (Kode-Nr. unter Analysenwert gibt Methode und Analytiker nach Tab. 4 an)

Vorkommen	Proben-Nr.	Li	F	S	Cl	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Se	Rb	Sr
Rosenberg (b. Niedermeiser)	4521-11a		900 3	884 3		20,3 8	200 3	374 3;8	55 3;8	490 3	34 3	100 3		51,9 3;8	1320 3
Plattenkopf (Wolfhagener Stadtwald)	4620-5a						225 17		50 17	274 17	42 17	125 17		86 17	1250 17
Bärenberg (b. Burghasungen)	4621-12d						240 17		46 17	335 17	51 17	118 17		65 17	1120 17
Hoher Dörnberg (Südhang)	4622-31a						244 17		53 17	328 17	42 17	118 17		58 17	1020 17
Weidels-Berg (b. Ippinghausen)	4720-3a					22,2 9	228 17		54 9;17	598 17	36 17	125 17		56 9;17	1080 17
Bensberg-Bilstein (Langer Berg)	4722-36a						239 17		52 17	263 17	40 17	125 17		68 17	1400 17
Hahn (b. Holzhausen)	4722-43a						240 17		56 17	187 17	45 17	128 17		62 17	1100 17
Kohlschlag (b. Hickersfeld)	5022-46a		650 3	70 3			205 3	420 3	50 3	250 3	41 3	108 3		48 3	1400 3
Steimesköppel (b. Heidelberg)	5221-1a						207 17		56 17	310 17	43 17	105 17		85 17	730 17

Tab. 15. Analysenwerte der Nephelin-Basanite der nördlichen Hessischen Senke [in ppm] (Kode-Nr. unter Analysenwert gibt Methode und Analytiker nach Tab. 4 an)

Vorkommen	Proben-Nr.	Li	F	S	Cl	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Se	Rb	Sr
Istha-Berg (SE-Hang)	4621-25b						214 17		47 17	216 17	45 17	126 17		74 17	1580 17
Seeberg (Habichtswald)	4622-59a						242 17		59 17	490 17	52 17	122 17		64 17	960 17
Kuhberg (Druseltal b. Kassel)	4622-87c	5 2	935 5	134 1;4	410 4	16,6 8	177 1;7	398 1;8	47 1;8	263 1	47 1	109 1	0,21 6	58 2;8	1600 2;8
Blaue Kuppe (Nord) (b. Eschwege)	4826-2c														
Mittelwerte: nephelinbasan. Limburgite + Nephelin-Basanite	$\bar{x} \pm s$	5	828 \pm 155	363 \pm 452	410 \pm 2,8	20 \pm 2,8	222 \pm 21	397 \pm 23	52 \pm 3,9	334 \pm 126	43 \pm 5,3	117 \pm 9,5	0,21	65 \pm 12	1210 \pm 260
Probenzahl	N	1	3	3	1	3	12	3	12	12	12	12	1	12	12

Zr	Cd	Cs	Ba	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Hf	Ta	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U
210			856	77,4	157	76,6	12,3	3,15	1,0	1,6	0,27	7,4	6,4					8,5	
12			3,8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8					8	
			1290																
			17																
338			1020																
12			17																
			865																
			17																
			870	85	135	56	12,6	3,3	1,5	2,1	0,3								
			17	9	9	9	9	9	9	9	9								
			1130																
			17																
			760																
			17																
252			780																
12			3																
			860																
			17																
Zr	Cd	Cs	Ba	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Hf	Ta	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U
			1050																
			17																
			840																
			17																
213		0,83	958	83,8	161		10,6	3,7	1,2	2,0	0,29	4,8	5,5					11	3,3
12			2,8	8	8		8	8	8	8	8	8	8					8	8
253		0,83	940	82	151	66	12	3,4	1,2	1,9	0,29	6,1	6,0					10	3,3
±			±	±	±		±	±	±	±	±	±	±						
60			156	4	14		0,9	0,3	0,3	0,3	0,02								
4		1	12	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2					2	1

Tab. 16. Analysenwerte der Olivin-Nephelinite und Melilith führenden larnitnormativen (L) Olivin-Nephelinite der nördlichen Hessischen Senke [in ppm] (Kode-Nr. unter Analysenwert gibt Methode und Analytiker nach Tab. 4 an)

Vorkommen	Proben-Nr.	Li	F	S	Cl	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Se	Rb	Sr
Hoher Berg (L) (b. Bühne)	4422-1a	4 2		689 1	1300 4	20,9 8	222 1,7	576 1,8	56 1,8	418 1,10	44 1	116 1,10		28 2,8	1230 2
Hoher Berg (L) (b. Bühne)	4422-1e		1170 3	710 3	170 4	19,7 8	205 3	551 3,8	54 3,8	360 3	41 3	114 3		35 3,8	1700 3
Westberg (L) (b. Hofgeismar (Nordbruch))	4422-6b	4 2	1120 3,5	608 1,3	190 4	19,7 8,9	215 1,3,7	757 1,3,8	58 1,3,8,9	497 1,3,10	43 1,3	103 1,3,10,13	0,15 6	27 2,8,9,13	1600 2
Escheberg (b. Escheberg)	4521-37a		750 3	250 3		20,4 8	200 3	563 3,8	60 3,8	600 3	35 3	100 3		60,0 8	
Burgberg (L) (b. Grebenstein)	4522-4a	5 2	977 3,5	411 1,3	900 4	19,9 8	204 1,3,7	847 1,3,8	58 1,3,8	568 1,3	41 1,3	95 1,3,13	0,18 6	30 2,3,8,13	1240 2,3
Burgberg (L) (b. Grebenstein)	4522-4b														
Schierenkopf (Bühle)	4620-4a		970 3	280 3			228 3	340 3	45 3	210 3	43 3	105 3		49 3	1860 3
Reissberg (b. Züschen)	4721-45b	4 2		341 1	140 4	20 8,9	240 1,7	366 1,8	47 1,8,9	235 1,10	47 1	104 1,10		53 2,8,9	1530 2,8
Warte (b. (L) Elbenberg)	4721-39c		1350 3	330 3	100 4	20,9 8	220 3	398 3,8	48 3,8	220 3	34 3	115 3		64 3,8	2690 3,8
Laufkopf (b. Niedenstein)	4722-27a						260 17		60 17	750 17	55 17	100 17		76 17	881 17
Güntersberg (b. Gudensberg)	4722-47a	4 2	1190 5	190 1	195 4	22 8,9	221 1,7	305 1,8	47 1,3,8	189 1,10	43 1	105 1,10	0,13 6	73 2,8,9,13	1570 2,8
Mirzenberg - auf dem Hellen (b. Fritzlar)	4821-10c	4 2	1080 5	259 1	200 4	22 8,9	221 1	341 1,8	48 1,8,9	205 1	46 1	99 1	0,13 6	60 2,8,9	1050 2
Vorderberg (L) (Lohner Holz)	4821-1f		1350 3	130 3	75 4	22,6 8	205 3	399 3,8	47 3,8	205 3	30 3	120 3		67 3,8	1500 3,8
Hinterberg (L) (Lohner Holz)	4821-1g		1290 3	285 3	78 4	22,8 8	230 3	393 3,8	50 3,8	210 3	37 3	120 3		79 3,8	1500 3,8
Rinnebach (Oberhülsa)	5022-63a		750 3	190 3			205 3	430 3	52 3	270 3	41 3	92 3		52 3	1410 3
Waldknüll (b. Schwarzenborn)	5022-81a		810 3	220 3		18 8	188 3	254 3,8	47 3,8	170 3	26 3	95 3		57 3,8	1860 3,8
Mittelwerte: Olivin-Nepheli- nite (larnitfrei)	$\bar{x} \pm s$	4,0	924 \pm 184	247 \pm 54	178 \pm 33	21 \pm 1,7	220 \pm 23	371 \pm 100	49 \pm 5	329 \pm 220	42 \pm 8,6	100 \pm 4,7	0,13	57 \pm 8	145 \pm 374
Probenzahl	N	3	6	7	3	5	8	7	8	8	8	8	2	8	7
Mittelwerte: Olivin-Nepheli- nite (Larnit führend)	$\bar{x} \pm s$	4,3 \pm 0,6	1210 \pm 147	452 \pm 222	402 \pm 493	21 \pm 1,3	214 \pm 10	560 \pm 183	53 \pm 4,7	354 \pm 148	39 \pm 5,1	112 \pm 9,4	0,17	47 \pm 22	164 \pm 490
Probenzahl	N	3	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	2	7	7

	Zr	Cd	Cs	Ba	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Hf	Ta	Tl	Pb	Bi	Th	U
			0,5 8	1080 8	120 8	214 8	94,9 8	14,5 8	4,3 8	1,2 8	1,7 8	0,27 8	5,6 8	6,5 8				14,8 8	5,3 8
0 2	305 12	0,11 3	0,4 8	1010 3,8	120 8	234 8	101 8	14,5 8	4,2 8	1,3 8	1,9 8	0,25 8	5,7 8	6,2 8	0,030 3	6 3	0,012 3	15,2 8	5,5 8
3 1,12	303 12	0,10 3;13	0,5 8	964 2,8	125 8;9	233 8;9	89 8;9	14,8 8;9	3,9 8;9	1,8 8;9	1,9 8;9	0,23 8;9	7,5 8;9	6,6 8	0,022 3;13	5,2 3;13	0,015 3;13	14,1 8	
			0,64 8	753 8	95,5 8	190 8	115 8	13,5 8	3,3 8	1,2 8	1,1 8	0,28 8	6,4 8	5,6 8				10,6 8	
8 1		0,07 3;13		630 2;3,8	101 8	192 8	87,1 8	13,2 8	2,9 8	1,0 8	1,4 8		5,0 8	6,3 8	0,017 3;13	3,0 3;13	0,015 3;13	11,8 8	
4 2	250 12			710 3															
2 1			1,3 8	1240 2,8	106 8;9	204 8;9	47 9	13,2 8;9	3,7 8;9	1,4 8;9	1,7 8;9	0,26 8;9	7,9 8	7,6 8				13,1 8	2,9 8
		0,073 3	0,67 8	990 3,8	126 8	276 8		15,2 8	4,6 8	1,5 8	2,0 8	0,35 8	8,2 8	7,8 8	0,007 3	5 3	0,005 3	14,9 8	3,4 8
				698 17															
1 1,12	336 12	0,074 13	0,82 8	1180 2,8	125 8;9	244 8;9	64 9	15,3 8;9	4,9 8;9	2,0 8;9	2,6 8;9	0,33 8;9	7,5 8;9	7,0 8	0,031 13	5,1 13	0,021 13	15 8	3,5 8
			1,5 8	671 2,8	119 8;9	226 8;9	90 8;9	14,7 8;9	3,8 8;9	1,6 8;9	1,9 8;9	0,23 8;9	6,8 8	6,9 8				11,9 8	3,2 8
7 2	415 12	0,075 3	0,80 8	985 3,8	105 8	219 8	89 8	12,6 8	4,5 8	1,4 8	1,6 8	0,24 8	6,8 8	7,7 8	0,037 3	3 3	0,012 3	12,9 8	3,2 8
		0,11 3	0,60 8	1020 3,8	109 8	220 8	92 8	13 8	4,3 8	1,4 8	1,7 8	0,23 8	6,7 8	7,4 8	0,050 3	3 3	0,009 3	12,6 8	3,3 8
				780 3															
3 2	274 12		1,1 8	1095 3,8	113 8	222 8		12 8	3,9 8	1,6 8	2,6 8	0,30 8	6,2 8	8,5 8				16 8	
7,5 5 3	287 ± 44 3	0,074 ± 0,3 1	1,1 ± 0,3 5	890 ± 240 8	112 ± 11 5	217 ± 21 5	79 ± 29 4	13,7 ± 13 5	3,9 ± 0,6 5	1,6 ± 0,3 5	2,0 ± 0,65 5	0,28 ± 0,04 5	7,0 ± 0,7 5	7,1 ± 1,1 5	0,031 1	5,1 1	0,02 1	13,3 ± 2,2 5	3,2 3
	341 ± 64 3	0,090 ± 0,02 6	0,6 ± 0,1 6	953 ± 147 7	115 ± 10 7	227 ± 26 7	92 ± 5,1 4	13,9 ± 1,0 7	4,1 ± 0,57 7	1,4 ± 0,25 7	1,7 ± 0,2 7	0,28 ± 0,05 5	6,5 ± 1,1 7	6,9 ± 0,7 7	0,027 ± 0,015 6	4,2 ± 1,4 6	0,011 ± 0,004 6	13,7 ± 1,3 7	4,1 ± 1,2 5

Aus Abb. 2 bekommen wir eine Übersicht über die Anreicherung bzw. Verarmung an 44 Elementen in 6 Magmentypen relativ zu den häufigen Gesteinen des oberen Mantels (Lherzolith-Harzburgit-Einschlüsse). Die Anreicherungsfaktoren von 5–8 inkompatiblen Elementen liegen in den fünf Alkalibasalten gegenüber verarmten Peridotiten bei Werten über hundert (z. T. bis über tausend). Derart hohe Anreicherungsfaktoren sind bei partiellen Schmelzgleichgewichten (batch melting) auch bei kleinen Aufschmelzungsgraden nicht möglich. Minimale Aufschmelzungsgrade liegen wahrscheinlich bei wenigen Prozent (SPERA 1980). Nach der von SHAW (1972) angegebenen Formel $c_1/c_0 = 1/D(1-F) + F$ kann man den Anreicherungsgrad in der Schmelze relativ zum Ausgangsgestein ($= c_1/c_0$) bei bekanntem Verteilungskoeffizienten (D) und angenommenem Aufschmelzungsgrad (F) berechnen. Bei den niedrigsten Verteilungskoeffizienten ($D \rightarrow 0$) der inkompatibelsten Elemente und wenigen Prozent Aufschmelzungsgrad liegt der Anreicherungsfaktor (c_1/c_0) maximal zwischen 50 und 80. Nur für die Tholeiite unseres Gebietes finden wir bei den inkompatibelsten Elementen (La, Ce) derartige Faktoren. Da die c_1 -Werte der Alkalibasalte Meßergebnisse sind, müssen wir hier mit falschen Annahmen für die Mantelzusammensetzung (c_0) oder mit nicht erreichten Gleichgewichten rechnen. Bisher lassen sich also nur die Tholeiite in ihrer Herkunft jenen Mantelgesteinen zuordnen, die wir als häufige Einschlüsse kennen und als verarmt eingestuft haben.

Am Entstehungsort der Magmen der Alkali-Olivinbasalte und der nephelinreicheren Gesteine müssen die Peridotite zehnfach bis hundertfach höhere Gehalte an inkompatiblen Elementen gehabt haben, als wir sie in häufigen Lherzolith-Harzburgit-Einschlüssen finden. Hinweise auf zusätzliche akzessorische Phasen in bestimmten Mantelgesteinen geben uns: Vorkommen von Phlogopit in einigen Lherzolith-Einschlüssen, z. B. von Tuffen des Habichtswaldes (MENGEL 1981), die Korrelationen K_2O-F und K_2O-Fe^{3+} (Fe^{3+} ist z. T. abhängig vom H_2O -Gehalt des Systems) sowie die Korrelationen $P_2O_5-(La, Ce, U, Sr)$. Die akzessorischen Phasen, welche bestimmte Mantelgesteine erst zur Bildung von nephelinbasaltischen und alkaliolivinbasaltischen Schmelzen prädestinieren, sind also Phlogopit und evtl. ein bisher in Schlfen noch nicht gefundenes Ca-Phosphat (reich an leichten SE, U, Sr, usw.). Diese Phasen wurden wahrscheinlich in Metasomatose-Reaktionen mit volatilen Zufuhren aus dem tieferen Mantel gebildet. Während der Metasomatose-Reaktionen kann auch ein Klinopyroxen mit höheren Gehalten an leichten SE gebildet worden sein. Diese Zufuhr muß so jung sein, daß ihr erheblicher Anteil von Rb (mehr als vierfach gegenüber dem verarmten Mantel erhöht) das ursprüngliche $^{87}Sr/^{86}Sr$ -Verhältnis des dortigen Mantels noch nicht verändert hat (HOEFS & WEDEPOHL 1968, MENGEL, unveröff.). Bisher ist das Metasomatose-Ereignis noch nicht datiert. Es kann aber durch das Streßfeld der tertiären Großtektonik ausgelöst worden sein. Dieses Streßfeld hat in unserem Gebiet zunächst zur Förderung der tholeiitischen Magmen geführt (WEDEPOHL 1982), die in den oberen 50 km des Mantels nach dessen diapirischem Aufstieg gebildet wurden und für die keine Metasomatose-Reaktionen benötigt werden. Ein überdurchschnittlicher Wärmefluß und/oder ein geringer Wassergehalt in den Peridotiten ist allerdings für deren Genese Voraussetzung. H_2O senkt die

Schmelztemperatur und vergrößert das Stabilitätsfeld von Olivin als Liquidusphase zu höheren Drucken (KUSHIRO 1972). Ein erhöhter Wärmefluß wird durch die in den Spinell-Peridotit-Einschlüssen fixierten Gleichgewichte angezeigt (OEHM 1980). Die Zufuhr volatiler Komponenten zur Metasomatose muß auch Energie aus tieferen Mantelschichten in das Niveau der Alkalibasaltbildung transportiert haben. Außerdem führt auch hier der H₂O-Gehalt der volatilen Phase zur Senkung der Schmelztemperatur. Ein höherer Anteil CO₂ an der volatilen Phase ist zur Bildung nephelinitischer Magmen nötig (GREEN 1970, EGGLEY 1974, BREY & GREEN 1975). Darartige Magmen bilden den Abschluß der vulkanischen Aktivität in der nördlichen Hessischen Senke (WEDEPOHL 1982). Die gegenüber Alkali-Olivinbasalten besonders hohe Konzentration von inkompatiblen Elementen in Olivin-Nepheliniten und Nephelin-Basaniten weist auf niedrigere Aufschmelzungsgrade von Mantelgesteinen für deren Magmenbildung hin, die wahrscheinlich zwischen 2 und 8% gelegen haben. Für tholeiitische Schmelzen werden relativ hohe Aufschmelzungsgrade erwartet. Diese müßten allerdings unter 15% gelegen haben, da der Klinopyroxen-Gehalt des oberen Mantels bei ihrer Bildung noch nicht erschöpft worden ist. Auf den zuletzt genannten Befund weisen die ähnlichen Gehalte an Na in Tholeiiten und Alkali-Olivinbasalten hin, eines Elementes, das hauptsächlich aus der Aufschmelzung von Klinopyroxen stammt. Es ist noch nicht abschließend gesichert, daß die quarz-tholeiitischen Gesteine aus primären Magmen und nicht aus Differentiationsprodukten von olivintholeiitischen Schmelzen entstanden sind. Olivintholeiitische Magmen können sich bei höheren Drucken bilden, d. h. in Manteltiefen, die unter höherer Temperatur stehen. Nur Vorkommen von Manteleinschlüssen in den Quarz-Tholeiiten hätten deren primäre Natur beweisen können. Andererseits kommen in unserem Gebiet zumindest an der Oberfläche keine Olivin-Tholeiite oder Übergangsgesteine zu Quarz-Tholeiiten vor. Das könnte man evtl. mit dem gelegentlich auch in unserem Gebiet beobachteten Zusammenhang zwischen Kristallisationsdifferentiation und Lagergangbildung zu erklären versuchen (z. B. Bl. 4723 Oberkaufungen). Kristallisationsdifferentiation wird häufig am Auftreten einer positiven und einer negativen Eu-Anomalie in den feldspatreichen bzw. -armen Fraktionierungsprodukten erkannt. Den leichten Knick in Kurve a zwischen Sm und Tb (Abb. 3) kann man kaum als Eu-Anomalie ansprechen.

Zur Aufklärung der Mantelmetasomatose sind vor allem weitere Untersuchungen an Peridotit-Einschlüssen notwendig, die von uns fortgesetzt werden.

6. Schriftenverzeichnis

- APEL, K. (1914): Die Basalte des Reinhardwaldes und seiner Umgebung. – Diss.; Marburg.
 BENDER, F. (1911): Die Basalte des Stifts- und Kaufunger Waldes zwischen Werra und Fulda mit Einschluß der Hünenburg bei Eiterhagen. – Diss.; Marburg.
 BERNGES, R. (1911): Petrographische Beschreibung der Basalte des Langen Berges und seiner Umgebung nördlich von Fritzlar. – Diss.; Marburg.
 BEYSCHLAG, F. (1908): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Lfg. 92, Bl. Oberkaufungen, Gr.-Abt. 55, No. 44; Berlin.

- BREY, G., & GREEN, D. H. (1975): The role of CO₂ in the genesis of olivine melilitite. – *Contr. Mineral. Petrol.*, **49**: 93–103.
- DUDA A., & SCHMINCKE, H. U. (1978): Quaternary basanites, melilite nephelinites and tephrites from the Laacher See area (Germany). – *N. Jb. Miner., Abh.*, **132**: 1–33.
- EGGLER, D. H. (1974): Volatiles in ultrabasic and derivative rock systems. – *Carnegie Inst. Washington Yb.*, **73**: 215–224.
- EHRENBERG, K.H. (1971): Petrographie der vulkanischen Gesteine. – *Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000*, Bl. 4721 Naumburg: 89–108; Wiesbaden.
- & STRECKER, G. (1981): Vulkanische Gesteine. – *Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000*, Bl. 4723 Oberkaufungen, 2. Aufl.: 70–85; Wiesbaden.
- ERNST, T. (1936): Der Melilith-Basalt des Westberges bei Hofgeismar, nördlich von Kassel, ein Assimilationsprodukt ultrabasischer Gesteine. – *Chem. d. Erde*, **10**: 631–666.
- GEHNES, P., & WIMMENAUER, W. (1975): Geochemical studies on igneous rocks of the Rhine Graben region (Germany). – *N. Jb. Mineral., Mh.*: 49–56.
- GRAMSE, M. (1966): Geochemische Untersuchungen an Titanomagnetiten tertiärer Basalte. – *Dipl.-Arb.*, Göttingen.
- (1970): Quantitative Untersuchungen mit der Elektronenmikrosonde an Pyroxen aus Basalten und Peridotiteinschlüssen. – *Contr. Mineral. Petrol*, **29**: 43–73.
- (1971): Der Chemismus basaltischer Gläser: Untersuchungen mit der Elektronenmikrosonde. – *Fortschr. Mineral.*, **49**, Beih. 1: 97–98.
- GREEN, D. H. (1970): The origin of basaltic and nephelinitic magmas. – *Trans. Leicester Lit. Phil. Soc.*, **64**: 26–54.
- GROSS, V. (1973): Petrographisch-geochemische Untersuchungen der Differentiation und der Kontaktwirkung des Basaltes vom Hohen Meißner bei Eschwege. – *Diss.*; Göttingen.
- HEINRICHS, H. (1979a): Determination of bismuth, cadmium and thallium in 33 international standard reference rocks by fractional distillation combined with flameless atomic absorption spectrometry. – *Fresenius Z. anal. Chem.*, **294**: 345–351.
- (1979b): Determination of lead in geological and biological materials by graphite furnace atomic absorption spectrometry. – *Fresenius Z. anal. Chem.*, **295**: 355–361.
- SCHULZ-DOBRICK, B., & WEDEPOHL, K. H. (1980): Terrestrial geochemistry of Cd, Bi, Tl, Pb, Zn and Rb. – *Geochim. Cosmochim. Acta*, **44**: 1519–1533.
- & PFEFFER, P. (1957): Chemisch-petrographische Untersuchungen von Gesteinsveränderungen am Kontakt, Kohle-Basalt, im Bereich des Braunkohlenbergwerks Zeche Hirschberg bei Großalmerode in Hessen. – *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **85**: 297–333.
- HENTSCHEL, H. (1958): Die vulkanischen Gesteine. – *Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000*, Bl. 4622 Kassel-West, 2. Aufl.: 83–110; Wiesbaden.
- (1966): Die vulkanischen Gesteine. – *Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000* Bl. 4621 Wolfhagen: 111–135; Wiesbaden.
- (1978): Der Basalt des Meißner. – *Aufschluß, Sonderbd.* **28** (Göttingen): 208–228.
- HERRMANN, A. G. (1968): Die Verteilung der Lanthaniden in basaltischen Gesteinen. – *Contr. Mineral. Petrol.*, **17**: 275–314.
- HEYKES, K. (1910): Die Basalte am Westrand der hessischen Senke zwischen Fritzlar und Wolfhagen. – *Diss.*; Marburg.
- HEZEL, L. (1912): Die nördlichsten Ausläufer hessischer Eruptivgesteine westlich der Chaussee Trendelburg – Hofgeismar – Nd.-Meiser – Dörnberg. – *Diss.*; Marburg.
- HOEFS, J., & WEDEPOHL, K. H. (1968): Strontium isotope studies on young volcanic rocks from Germany and Italy. – *Contr. Mineral. Petrol*, **19**: 328–338.
- IWASAKI, I., UTSUMI, S., HAGINO K., & OZAWA, T. (1956): A new spectrophotometric method for the determination of small amounts of chloride using the mercuric thiocyanate method. – *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **29**: 860–864.
- JAQUES, A. L., & GREEN, H. (1980): Anhydrous melting of peridotite at 0–15 kb pressure and the genesis of tholeiitic basalts. – *Contr. Mineral. Petrol.*, **73**: 287–310.
- KELTSCH, R. (1977): Untersuchungen zur Bestimmung von Fluor in Gesteinen, Böden, natürlichen Gewässern und in Pflanzen. – *Dipl.-Arb.*; Göttingen.

- (1983): Verteilung von Selen und das Schwefel/Selen-Verhältnis in der oberen kontinentalen Erdkruste. – Diss.; Göttingen.
- KUSHIRO, I. (1972): Effect of water on the composition of magmas formed at high pressures. – *J. Petrol.*, **13**: 311–334.
- LANGE, J., & BRUMSACK, H.-J. (1977): Total sulphur analysis in geological and biological materials by coulometric titration following combustion. – *Z. anal. Chem.*, **286**: 361–366.
- LOHMANN, L. (1964): Ein Beitrag zur Petrographie Melilith-führender Olivinnephelinite aus dem Gebiet Fritzlar – Naumburg (Nordhessen). – *Beitr. Mineral. Petrogr.*, **9**: 533–584.
- LOUBET, M., SHIMIZU, N., & ALLEGRE, C. J. (1975): Rare earth elements in Alpine peridotites. – *Contr. Mineral. Petrol.*, **53**: 1–12.
- MANSON, V. (1967): Geochemistry of basalts: Major elements. In: HESS H.H., & POLDERVAART A.: Basalts, Vol. I, Interscience; New York.
- MASON, B. (1979): Cosmochemistry Part 1, Meteorites. – *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.* 440 B–1.
- MEISL, S., & KUPFAHL, H.-G. (1975): Vulkanische Gesteine. – *Erl. geol. Kt. Hessen* 1:25000, Bl. 4823 Melsungen, 2. Aufl.: 70–75; Wiesbaden.
- MENGEL, K. (1977): Alkali- und Erdalkalielemente in ausgewählten Basalten der nördlichen Hessischen Senke. – *Dipl.-Arb.*; Göttingen.
- (1981): Petrographische und geochemische Untersuchungen an Tuffen des Habichtswaldes und seiner Umgebung und an deren Einschlüssen aus der tieferen Kruste und dem oberen Mantel. *Diss.*; Göttingen.
- MURAMATSU, Y., & WEDEPOHL, K. H. (1979): Chlorine in Tertiary basalts from the Hessian Depression in NW Germany. – *Contr. Mineral. Petrol.*, **70**: 357–366.
- OEHM, J. (1980): Untersuchungen zu Equilibrierungsbedingungen von Spinell-Peridotit-Einschlüssen aus Basalten der Hessischen Senke. – *Diss.*; Göttingen.
- O'NEIL, H. St. C. (1981): The transition between spinel lherzolite and garnet lherzolite and its use as a geobarometer. – *Contr. Mineral. Petrol.*, **77**: 185–194.
- POURMOAFI, M. (1977): Übergangselemente (3-d Periode) in ausgewählten Basalten der nördlichen Hessischen Senke. – *Dipl.-Arb.*; Göttingen.
- (1980): Geochemische Untersuchungen an Melilith-führenden- und Melilith-freien Olivin-Nepheliniten der nördlichen Hessischen Senke. – *Diss.*; Göttingen.
- REUBER, O. (1904): Die Basalte südlich von Homberg a.d. Efze bis zum Knüllgebirge. – *Diss.*; Marburg.
- RINNE, F. (1892): Über norddeutsche Basalte aus dem Gebiete der Weser und den angrenzenden Gebieten der Werra und Fulda. Teil 1. – *Jb. kgl. preuss. geol. L.-Anst.*, **16**: 3–95.
- (1897): Über norddeutsche Basalte aus dem Gebiete der Weser und den angrenzenden Gebieten der Werra und Fulda. Teil 2. – *Jb. kgl. preuss. geol. L.-Anst.*, **18**: 3.
- ROUX, J., & HAMILTON, D. L. (1976): Primary igneous analcite – an experimental study. – *J. Petrol.*, **17**: 244–257.
- SCARFE, C. M., TAKAHASHI, E., & YODER, H. S., Jr. (1979–80): Rates of dissolution of upper mantle minerals in an alkali-olivine basalt melt at high pressures. – *Carnegie Inst. Washington Yb.*, **79**: 290–296.
- SCHNEIDER, A., & SCHULZ-DOBRICK, B. (1976): Automatisierte Röntgenfluoreszenzanalyse geologischer Proben mit einem Vielkanal-Simultangerät (ARL 72. 000). – *Fortschr. Mineral.*, **54**: Beihl. 1: 150–151.
- SCHULTZ, W. (1902): Beiträge zur Kenntnis der Basalte aus der Gegend von Homberg a. E. – *Diss.*, Marburg.
- SCHULZ-DOBRICK, B. (1971): Die Verteilung des Vanadium in basaltischen Gesteinen aus Nordhessen und Südniedersachsen. – *Dipl.-Arb.*; Göttingen.
- SCHWARZER, R. R., & ROGERS, J. J. W. (1974): A worldwide comparison of alkali olivine basalts and their differentiation trends. – *Earth Planet. Sci. Lett.*, **23**: 286–296.
- SHAW, D. M. (1972): Development of the early continental crust. Part. 1. Use of trace element distribution coefficient models for the Protoarchean crust. – *Canad. J. Earth. Sci.*, **9**: 1577–1595.
- SPERA, F. J. (1980): Aspects of magma transport. – In: HARGRAVES, R. B. (ed.): *Physics of Magmatic Processes*. – Princeton Univ. Press; Princeton.

- UTHEMANN, A. (1892): Die Braunkohlen-Lagerstätten am Meisner, am Hirschberg und am Stellberg mit besonderer Berücksichtigung der Durchbruchs- und Contact-Einwirkungen, welche die Basalte auf die Braunkohlenflötze ausgeübt haben. – Abh. kgl. preuß. L.-Anst., N.F., **7**: 54 S.
- VINX, R. (1972): Vulkanische Senkungsstrukturen westlich Hofgeismar (Nordhessen). – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **100**: 194–206.
- WAITZ v. ESCHEN, F. (1906): Die Basalte östlich der Linie Wabern – Gensungen. – Diss.; Marburg.
- WEDEPOHL, K. H. (1954): Der trachydoleritische Basalt (Olivin-Andesin-Basalt) des Backenberges bei Güntersen, westlich von Göttingen. – Heidelberger Beitr. Mineral. Petrogr., **4**: 217–232.
- (1978): Der tertiäre basaltische Vulkanismus der Hessischen Senke nördlich des Vogelsberges. – Aufschluß, Sonderbd. **28**: 156–167.
 - & RITZKOWSKI, S. (1980): Die nördliche Hessische Senke (Tertiär-Vulkanite, Kupferschiefer und variskischer Spilit). – Fortschr. Mineral., **58**, Beih. 2: 3–31.
 - (1981): Der primäre Erdmantel (Mp) und die durch Krustenbildung verarmte Mantelzusammensetzung (Md). – Fortschr. Mineral., **59**, Beih. 1: 203–205.
 - (1982): K-Ar-Altersbestimmungen an basaltischen Vulkaniten der nördlichen Hessischen Senke und ihr Beitrag zur Diskussion der Magmengene. – N.Jb. Mineral., Abh., **144**: 172–196.
 - (1984): The Late Tertiary basaltic volcanism of the northern Hessian Depression (NW Germany) and its genesis. (in preparation).
- WIEGEL, H. (1907): Petrographische Untersuchung der Basalte des Schwälmerlandes bis an den Vogelsberg. – Diss.; Marburg.
- WILKINSON, J. F. G. (1977): Analcime phenocrysts in a vitrophyric analcimitite – primary or secondary? – Contr. Mineral. Petrol., **64**: 1–9.

Manuskript eingegangen am 29. 3. 1982

Schwermineraluntersuchungen an verschiedenen Böden des Rhein-Main-Gebietes

Von

KARL JOSEF SABEL*

Kurzfassung: Es werden Lößböden aus dem Rhein-Main-Gebiet vorgestellt, in denen Laacher Bimstuff (LBT) bis in den C-Horizont auftritt. Da es sich bei dieser Verteilung offensichtlich um die Regel handelt, wird die in Parallele zur Schuttdeckengliederung verschiedentlich postulierte Decksedimentgrenze zum Unterboden der Parabraunerden fragwürdig, da sie ausschließlich durch den LBT-bürtigen Schwermineralgehalt charakterisiert wird.

Die Gründe für die tiefgreifende LBT-Anreicherung müssen nach Untersuchungen an Krotowinen und Wurmgingen zumindest in den C- und B_v-Horizonten vornehmlich in der Bioturbation gesucht werden. Für die tonangereicherten Horizonte war dieser Nachweis nicht zu erbringen. Da aber die Mineralmengen vom Ober- zum Unterboden sprunghaft abnehmen, ist zu vermuten, daß es sich im B_t-Horizont gleichfalls um bioturbate Durchmischung handelt, deren Intensität und Alter aber eine zweifelsfreie Differenzierung in pleistozäne Kryoturbation und holozäne Bioturbation nicht erlaubt.

Es wird daher vorgeschlagen, bei der Horizontansprache der Parabraunerden aus Löß auf die Schichtigkeit zu verzichten, oder aber das Decksediment im Löß über seinen LBT-Gehalt hinaus präziser zu definieren.

Abstract: In the following essay, soils on loess in the Rhein-Main-Area are discussed. These soils contain tuff deposits of the Maria Laach vulcanism even in the C-horizon.

This allocation can be regarded as a rule. The repeatedly postulated boundary of the stratified cover sediment (Decksediment) to the lower parts of the soils becomes doubtful because this boundary has been exclusively characterised by the contents of heavy minerals in the tuff deposits of the Maria Laach Lake vulcanism. According to examinations of worm-holes etc., the reason for a far reaching accumulation of the tuff deposits even in C- and B_v-horizons has to be seen chiefly in bioturbation. This evidence cannot be confirmed for the rich-in-clay (B_t) soil horizons. Because of the rapid decrease of the amount of minerals from the upper part to the lower part of the soils, it can be supposed that bioturbate processes in the B_t-horizon took place. Age and intensity of these processes permit no unequivocal distinction in Lateglacial cryoturbation and Holocene bioturbation.

It is suggested, either to renounce the stratification of the gray brown podzolic soils ensued from loess or to render the cover sediment concerning its contents of tuff deposits of the Maria Laach Lake vulcanism more precisely.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Problemstellung	304
2. Schwermineraluntersuchungen an verschiedenen Böden	304
3. Diskussion der Ergebnisse	308
4. Bedeutung der Bioturbation für die Mineralbestandsveränderung	309
5. Schlußfolgerungen	311
6. Schriftenverzeichnis	312

* Dr. K. J. SABEL, Institut für Physische Geographie, Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Senckenberganlage 36, 6000 Frankfurt a. M.

1. Einleitung und Problemstellung

Die überragende Bedeutung quartärer Formungsprozesse und ihrer Sedimente für unsere Böden wird in der Bodenkunde allgemein anerkannt. So bestimmen die Lagerungsverhältnisse der Schuttdecken und ihr Löß- bzw. Lößlehmgehalt entscheidend den Bodentyp und seine Standortsqualität. Die Gliederung der pleistozänen Solifluktsdecken (SCHILLING & WIEFEL 1962; ROHDENBURG, 1965, 1968; SEMMEL 1964, 1968) ging auch in die Horizontbeschreibung der Böden ein (BARGON et al. 1971). Der Nachweis der als Laacher Bimstuff (LBT) identifizierten vulkanischen Fremdkomponente im Deckschutt (i. S. SEMMEL 1964, 1968) ermöglicht die Genese dieses obersten Schuttdeckenabschnittes in die Jüngere Tundrenzeit zu datieren (s. a. POETSCH 1974, 1975).

Die meist gut erkennbare Mehrschichtigkeit von Böden in Schuttdecken, die eine gewisse Regelmäßigkeit im pleistozänen Prozeßgeschehen widerspiegeln, wurde auch auf feinkörnige äolische Sedimente wie den Löß zu übertragen versucht. Dabei dient der Mineralgehalt an LBT-Material als Gliederungskriterium. Die Untersuchungen POETSCHS (1975) ergaben, daß im B_t -Horizont im Unterschied zum A_1 -Horizont diese vulkanische Fremdkomponente fehlt und damit der A-Horizont der Parabraunerde ein Äquivalent des Deckschuttes darstellt und als Decksediment bezeichnet wird. Der vorliegende Substratwechsel erfordert das Schichtsymbol „II“ vor dem „ B_t “ (Kartieranleitung: 31f.).

Während PLASS (1981) bei Parabraunerden aus Löß die Schichtgrenze zwischen Ober- und Unterboden bestätigt, werden die Smonica (PLASS et al. 1977) und der Tschernosem Rheinhessens (PLASS 1981) als einschichtig beschrieben.

Bei Bodenuntersuchungen in der Wetterau (SABEL 1982) ergaben sich jedoch z. T. abweichende Ergebnisse, wonach auch im tieferen Profilverbereich von Parabraunerden aus Löß LBT-Mineralen auftreten. Da das Decksediment im makroskopisch homogenen Substrat lediglich durch seinen Schwermineralgehalt vom Liegenden zu unterscheiden ist, müßte konsequent das Solum dieser Böden noch dem jungtundrenzeitlichen Decksediment zugerechnet werden.

Aus diesem Grunde wurden erneut mehrere Bodentypen im Rhein-Main-Gebiet auf ihren Mineralgehalt hin untersucht, wobei die Schwermineralmenge der Feinsandfraktion auf 100 g Feinboden bezogen quantitativ bestimmt wurde. Dabei geht der Verfasser davon aus, daß neben den Anteilsverhältnissen im Mineralbestand auch die absoluten Mengen der transparenten Schwerminerale ein Kriterium ihrer Anreicherung darstellen. Nach den bisherigen Erfahrungen (POETSCH 1975) werden die Schwerminerale in basischen bis schwach sauren Böden im Holozän kaum verwittert, so daß die Zahl der identifizierbaren Schwerminerale praktisch der des beginnenden Holozäns entspricht. Ausnahmen bilden die Olivine und Muskovite, die aber nicht signifikant für den Laacher Bimstuff sind.

2. Schwermineraluntersuchungen an verschiedenen Böden

Ein kolluvial bedeckter, schwach degradiertes Tschernosem (d'T) bei Oppershofen (P1, Bl. 5518 Butzbach, R 34 80 82, H 558635; Abb. 1) zeigt, daß zwar die

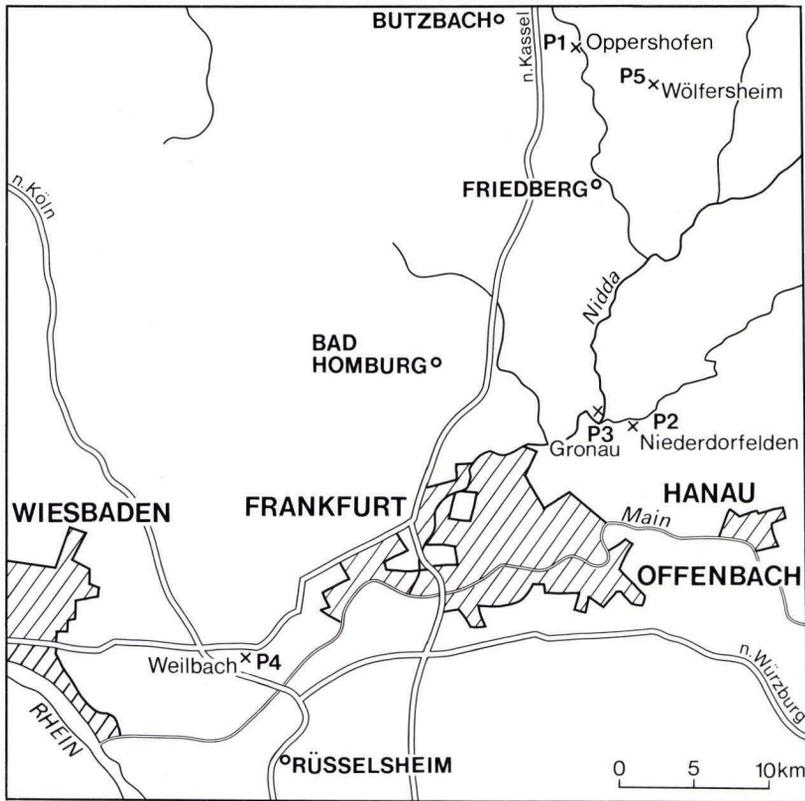


Abb. 1. Übersichtskarte des Arbeitsgebietes mit der Lage der Profile P1–P5.

prozentuale Schwermineralverteilung im Solum etwa gleich ist, daß aber die absoluten Mineralmengen erheblich schwanken (Tab. 1). Besonders auffällig ist dies bei der Braunen Hornblende, die im Löß in geringer Menge auftritt. Im mittleren Solumabschnitt nur 100 Körner, im Hangenden erreicht sie dagegen die dreifache Menge. Ganz ähnliche Tendenzen zeichnen sich auch beim Titanit und Augit ab.

Das gemeinsame Auftreten von Brauner Hornblende, Augit und Titanit wird als Indiz für das Vorkommen von LBT gedeutet (FRECHEN 1976), doch ist die Interpretation dieses Profiles schwierig, da gerade die Pyroxene aus dem nahen Vogelsberg stammen können. Andererseits deutet ihre sprunghafte Zunahme nach oben bei gleichbleibenden Mengen von Olivin, Grüner Hornblende, Rutil, Turmalin und Zirkon auf die Anwesenheit von Fremdmaterial. Die Verteilung der Braunen Hornblende in diesem Profil ist sicherlich der schlagendste Beweis für den LBT-Gehalt im Solum. Insofern scheint die Bodenbildung tatsächlich im Decksediment erfolgt zu sein.

Die ungleichmäßigen Mineralmengen in den einzelnen Horizonten und vor allem das Auftreten der Braunen Hornblende im Löß werfen die Frage auf, ob es

Tab. 1. Schwermineralanalyse des Profils P1: Schwach degradiertes Tschernosem

Horizont- beschreibung	Schwerminerale in Korn-% (fS)						Schwermineralmenge des fS/ 100 g Feinboden					
	A _p	M	B _v A _h	B _v A _h	B _v A _h	Kroto- C wine	B _v A _h	B _v A _h	B _v A _h	C wine	Kroto- C wine	
Entnahmetiefe (cm)	n.b.		35	45	55	70	130					
Proben-Nr.	-		82/4	-/3	-/2	-/1	-/5	82/4	-/3	-/2	-/1	-/5
Schwermineralgehalt	-		3,0	3,2	3,4	2,1	2,1	GESAMTMENGE				
Opakanteil	-		69	85	79	92	76	678	374	345	105	602
Br. Hornbl.	-		43	27	30	2	42	292	101	102	2	253
Titanit	-		9	7	8	5	7	61	26	28	5	42
Augit	-		40	54	48	67	43	271	202	166	70	259
Gr. Hornbl.	-		2	2	2	6	1					
Olivin	-		3	3	6	16	3	SONSTIGE				
Rutil	-		1	3	3	2	2	54	45	49	28	48
Turmalin	-		1	2	2	1	1					
Zirkon	-		1	2	1	1	1					
Glimmer	-		(+)*	(+)	(+)	+++	+					

(+) - gering vorhanden, + - vorhanden, ++ - häufig vorhanden, +++ - sehr häufig vorhanden

sich in der Tat allein um kryoturbate Vermischungsprozesse handelt. Erhebliche Zweifel kommen auf, wenn man die Krotowine (Pr. 82/5) berücksichtigt, die ca. 70 cm unterhalb des Solums sitzt. Ihr Mineralbestand ähnelt prozentual wie quantitativ sehr dem oberflächennächsten Horizont. Insgesamt zeichnet sich eine Dreiteilung ab, wobei der oberste Profilbereich die höchsten, der C-Horizont die geringsten Mineralmengen aufweist.

Bei der Tschernosem-Parabraunerde (südlicher Ortsrand Niederdorfelden, P2, Bl. 5818 Frankfurt a. M. Ost, R 348648, H 556182) wird die angesprochene Problematik noch augenscheinlicher, da selbst der C-Horizont noch einen markanten Anteil an Braunen Hornblenden besitzt (Tab. 2). Es ergeben sich innerhalb des Profils kaum prozentuale Unterschiede im Schwermineralgehalt. Bei Berücksichtigung der absoluten Mengen kristallisiert sich erneut eine Dreiteilung heraus. Der Oberboden weist einen Peak an Amphibolen, Pyroxenen und Titaniten auf, während der Löß wieder der mineralärmste Horizont ist. Der schwach pedogenetisch überprägte B_v-Horizont vermittelt zwischen dem B_{ht}- und C-Horizont. Noch deutlicher muß bei diesem Profil nach der Schichtgliederung gefragt werden, da der hohe Gehalt der Braunen Hornblenden im Löß nicht auf Verunreinigung der Proben zurückgeführt werden kann.

Das Parabraunerdeprofil (Gronauer Hof, P3, Bl. 5718 Ilbenstadt, R 348348, H 556264) ähnelt den vorhergehenden. Der A₁-Horizont enthält mehr als 1000 Braune Hornblenden, während der B_t-Horizont nur noch 329 zählt (Tab. 3). Vergleichbar krass ist auch die Titanitverteilung, die im Unterboden nur noch 20%

Tab. 2. Schwermineralanalyse des Profils P2: Tschernosem-Parabraunerde

Horizont- beschreibung	Schwerminerale in Korn-% (fS)							Schwermineralmenge des fS/ 100 g Feinboden						
	A _p	M	A ₁	A ₁	B _{ht}	B _{ht}	B _v	C _c	A ₁	A ₁	B _{ht}	B _{ht}	B _v	C _c
Entnahmetiefe (cm)	n.b.		45	55	70	80	100	110						
Proben-Nr.	-	82/21	-/20	-/19	-/18	-/17	-/16	-/16	82/21	-/20	-/19	-/18	-/17	-/16
Schwermineralgehalt	-	4,0	4,0	4,6	3,4	2,4	2,1	GESAMTMENGE						
Opakanteil	-	53	52	51	40	46	68	3003	2330	1547	1828	990	545	
Br. Hornbl.	-	46	49	44	40	38	31	1382	1142	681	731	376	169	
Titanit	-	11	8	9	8	13	7	330	186	139	146	129	38	
Augit	-	37	36	41	46	42	54	1111	839	634	841	416	294	
Gr. Hornbl.	-	1	1	1	1	γ*	2							
Olivin	-	1	2	1	1	3	2	SONSTIGE						
Rutil	-	-	-	-	1	-	-	180	163	93	110	69	44	
Turmalin	-	1	1	1	1	1	2							
Zirkon	-	2	2	1	2	2	1							
Granat	-	1	1	1	x	1	1							
Glimmer	-	-	-	-	-	+	+++							

* - weniger als 1 %

Tab. 3. Schwermineralanalyse des Profils P3: Parabraunerde

Horizont- beschreibung	Schwerminerale in Korn-% (fS)						Schwermineralmenge des fS/ 100 g Feinboden					
	A _p	M	A ₁	A ₁	B _t	B _v	C _c	A ₁	A ₁	B _t	B _v	C _c
Entnahmetiefe (cm)	n.b.		55	65	85	100	120					
Proben-Nr.	-	82/7	-/8	-/10	-/11	-/12	-/12	82/7	-/8	-/10	-/11	-/12
Schwermineralgehalt	-	2,3	1,8	2,0	2,0	2,2	GESAMTMENGE					
Opakanteil	-	74	72	80	84	86	4956	3801	1645	942	1853	
Br. Hornbl.	-	32	33	20	15	6	1586	1254	329	141	111	
Titanit	-	8	9	4	5	2	396	342	66	47	37	
Augit	-	47	45	59	64	71	2329	1710	971	603	1316	
Gr. Hornbl.	-	1	1	1	2	1						
Olivin	-	5	3	3	4	9	SONSTIGE					
Rutil	-	1	1	6	2	5	645	495	279	151	389	
Turmalin	-	3	4	4	4	4						
Zirkon	-	2	3	1	2	1						
Granat	-	1	1	2	2	1						
Glimmer	-	-	-	-	-	+	+++					

der Menge des Oberbodens erreicht. Weniger deutlich sind dagegen die Unterschiede im unteren Profilbereich, wobei die Braunen Hornblenden aber entsprechend den oben dargestellten Profilen abnehmen. Die Aufweitung des Verhältnis-

ses von Augit: Brauner Hornblende nach unten ist gewiß nicht auf intensive Pyroxenverwitterung im oberen Profilbereich zurückzuführen, da neben den Braunen Hornblenden auch die übrigen Schwerminerale zumindest prozentual zunehmen müßten.

Festzuhalten bleibt, daß im gesamten Solum aller vorgestellten Profile LBT-bürtige Schwerminerale auftreten. Sie sind selbst den oberen Bereichen des Lösses beigemischt. Obgleich die prozentuale Verteilung gelegentlich keine Differenzierung innerhalb des Profiles erkennen läßt, zeigt sich bei der Berechnung der absoluten Mineralmengen eine Dreigliederung. Danach weisen die Oberböden den größten Fremdanteil auf, während erst im tieferen Löß der eindeutig LBT-bürtige Schwermineralbestand fehlt. Die Braune Hornblende nimmt zum Unterboden mit einem mehr oder minder deutlichen Knick ab, der B_v -Horizont leitet dabei stets schon zum Löß über. Im Prinzip ist diese Mineralverteilung auch beim d'T zu beobachten, was darauf hindeutet, daß die angesprochene Dreigliederung nicht an Bodentypen oder Sedimentmächtigkeiten gebunden ist.

3. Diskussion der Ergebnisse

Nach der bisher gebräuchlichen Definition des Decksedimentes im makroskopisch einheitlichen Ausgangssubstrat der Bodenbildung dürfte erst der LBT-freie Löß das Horizontsymbol „II“ erhalten und im Hangenden das Äquivalent des Deckschutttes vorliegen. Dies setzt aber bei den sich daraus ergebenden Decksedimentmächtigkeiten von bis zu 150 cm entweder eine entsprechende Lößakkumulation und/oder Kryoturbation in der Jüngeren Tundrenzeit voraus.

Eine so bedeutsame flächenhafte Lößanwehung kann aber für das postallerödzeitliche Würm nicht nachgewiesen werden (SEMMELE 1968). Es spricht auch das ungestört durchziehende Eltviller Tuffband im LBT-haltigen Löß des d'T und der T-L gegen diese Annahme. Zugleich widerlegt es auch tiefgreifende Kryoturbationen, da es sonst mitverwürgt sein müßte. Es soll nicht ausgeschlossen werden, daß solche frostdynamischen Prozesse für eine LBT-Anreicherung im Unterboden verantwortlich sein können (SEMMELE 1964), doch stellen sie in der erforderlichen Dimension sicherlich eher die Ausnahme als die Regel dar.

Es fällt beim Vergleich der Profile auf, daß die prozentuale Verteilung von Brauner Hornblende, Augit und Titanit nicht konstant ist und auch kaum den Mineralanteilen des originären LBTs ähnelt. Dies deckt sich mit den Erfahrungen von JUVIGNÉ (1980). Es drängt sich also der Verdacht auf, daß bei den Analysen ein älterer und nicht unbedingt dem unmittelbaren Laacher-See-Gebiet entstammender Tuff erfaßt wird.

RAZI RAD (1976) erwägt bei der Erklärung der vulkanischen Fremdkomponente im rezenten B_v -Horizont im Profil des Aufschlusses Bad Soden die Möglichkeit einer Aufbereitung von Vulkaniten und Tuffen des Vogelsberges oder Westerwaldes. Für die Wetteraulöse mag dies zutreffen, doch für das Taunusvorland besitzt diese Überlegung wenig Wahrscheinlichkeit, zumal nach RAZI RADS eigenen Analysen die trachytische Fremdkomponente noch im älteren Würmlöß fehlt.

Neuere Untersuchungen zum Maarvulkanismus in der Westeifel (BÜCHEL & LORENZ 1982; HANSEN et al. 1980; JUVIGNÉ 1982) lassen zwar ein deutlich höheres Alter des Vulkanismus als bislang angenommen (FRECHEN 1976) vermuten, doch ist eine so weitreichende Tuffverblasung bis ins Rhein-Main-Gebiet nicht bekannt.

Eine Zuordnung der vulkanischen Fremdkomponente zum Laacher-See-Vulkanismus steht wohl weiterhin außer Frage, auch wenn aufgrund der schwankenden Anteilsverhältnisse der Schwerminerale keine Zuordnung zu einem bestimmten Ausbruch gelingt. FRECHEN (1981: 1127) hebt ausdrücklich hervor, daß während des Transportes durch gravitative Differentiation Anteilveränderungen auftreten und eine „regionale Unterscheidung und Korrelation der Tuffe nach den Mineralgehalten deshalb nur bedingt durchführbar ist.“

4. Bedeutung der Bioturbation für die Mineralbestandsveränderung

Zum Vergleich mit den Wetterauböden wurde eine Parabraunerde in der Kiesgrube Hocheder bei Weilbach untersucht [P4, Bl. 5916 Hochheim (Main), R 346130, H 554622]. Die Schwermineralanalyse bestätigt im wesentlichen die schon in der Wetterau gemachten Erfahrungen. Abweichend zeigt lediglich der obere Teil des B_t-Horizontes schwermineralogisch eher die Eigenschaften des Oberbodens als die des unteren Teils des Unterbodens (Tab. 4). Ansonsten kann auch bei diesem Profil die angedeutete Dreiteilung erkannt werden. Wie beim d'T ist die Krotowine (Pr. 82/33) mit Oberbodenmaterial verfüllt und besitzt im Vergleich mit der Pr. 82/41a keinerlei Beziehungen zum umgebenden Löß.

Bislang wurde nicht berücksichtigt, daß es sich bei der Tuffeinmischung in tiefere Horizonte auch um biogene Vorgänge handeln könnte. Die Analysen der beiden Krotowinen (Pr. 82/5 und 82/33) belegen die Einbringung LBT-reichen Materials in den Löß. Durch Bioturbation scheint also eine Veränderung des originären Ausgangssubstrates denkbar zu sein, die bodenwühlende Fauna sorgt für eine Materialverlagerung und Durchmischung.

Tab. 4. Schwermineralanalyse des Profils P4: Parabraunerde

Horizont- beschreibung Entnahme- tiefe (cm) Proben-Nr. Schwerminer- algehalt	Schwerminerale in Korn-% (fS)								Schwermineralmenge des fS/ 100 g Feinboden						
	A _p	A ₁	B _t	B _t	B _t	C _c	C _c	Kroto- wine	A ₁	B _t	B _t	B _t	C _c	C _c	Kroto- wine
n.b.		35	50	70	90	100	100	160							
-	82/46	-/45	-/44	-/43	-/41a	-/41b	-/33		82/46	-/45	-/44	-/43	-/41a	-/41b	-/33
Opakanteil	-	3,9	4,3	5,1	3,4	0,6	1,7	3,4	GESAMTMENGE						
Br. Hornbl.	-	22	36	39	33	76	35	28	2379	2545	1046	1106	148	987	2938
Titanit	-	48	50	58	48	18	53	42	1142	1273	607	531	27	523	1234
Augit	-	14	12	12	11	3	15	12	333	305	126	122	4	148	352
Gr. Hornbl.	-	30	30	27	33	25	25	40	714	763	282	365	37	247	1293
Olivin	-	2	1	1	2	13	2	-	SONSTIGE						
Turmalin	-	-	1	x	1	190	204	31	88	60	69	59			
Zirkon	-	-	-	-	x	5	x	-							
Granat	-	3	3	1	3	7	2	1							
Glimmer	-	1	1	x	1	21	1	x							
	-	-	-	(+)	(+)	+++	(+)	-							

Neben den besonders auffälligen Krotowinen spielen die Kleinformen der Regenwürmer sicherlich die bedeutendere Rolle bei der Bioturbation. Da die Gänge im gelblich-weißen Löß bzw. C_c-Horizont leicht auszumachen sind, wurde versucht, das Füllmaterial (Pr. 82/41b) mit dem scheinbar unbeeinflussten Löß (Pr. 82/41a) zu vergleichen. Der Unterschied zeichnet sich bereits im Schwermineralgehalt ab (0,6%:1,7%). Auch der Anteil opaker Minerale belegt völlig unterschiedliche Substrate (76%:35%). Der schwermineralarme Rohlöß weist nur 148 identifizierbare Minerale (bezogen auf 100 g Feinboden) im Vergleich zu 987 der Regenwurmangfüllung auf. Bei der prozentualen Mineralverteilung hebt sie sich gleichfalls gegen den Rohlöß ab, da ihr die hohen Granat-, Epidot- und Grüne-Hornblende-Gehalte fehlen, die typisch für den Löß auf den Mainterrassen sind. Statt dessen dominieren in den Wurmangfüllungen vor allem Braune Hornblende, Titanit und Augit, was eindeutige Parallelen zum Unterboden der Parabraunerde belegt. Damit sollte eindeutig bewiesen sein, daß der veränderte Mineralbestand im Solum zum Löß auf Anreicherung nicht aber auf selektive Verwitterung zurückgeführt werden kann. Die Unterschiede innerhalb des Lösses müssen mit bioturbater Einbringung von Material des Hangenden erklärt werden, d. h. der Löß des vorgestellten Profils ist trotz LBT-bürtiger Mineralassoziationen nicht dem Decksediment zuzurechnen.

Dieses Ergebnis wurde auch auf andere Horizonte zu übertragen versucht. Der IIB_v-Horizont einer Tschernosem-Parabraunerde nördlich Wölfersheim (P5, Bl. 5518 Butzbach, R 3485 20, H 55 86 66) schien geeignet, da Lößlehm mit tertiärem Sand vermischt ist. Die faunistische Aktivität ist gegenüber der im Löß sicher etwas geringer und die Wurmangfüllungen sind aufgrund feinkörniger Substratzusam-

Tab. 5. Schwermineralanalyse des Profils P5: Tschernosem-Parabraunerde

Horizont- beschreibung	Schwerminerale in Korn-% (fS)				Schwermineralmenge des fS/ 100 g Feinboden		
	Y	fA _p	B _{ht}	IIB _v	IIB _v	IIB _v	IIB _v
Entnahmetiefe (cm)	n.b.	n.b.		110	110		
Proben-Nr.	-	-		82/53	82/54	82/53	82/54
Schwermineralgehalt	-	-		0,7	0,8	GESAMTMENGE	
Opakanteil	-	-		88	75	284	436
Br. Hornbl.	-	-		-	25	-	109
Titanit	-	-		5	8	14	35
Augit	-	-		66	54	188	235
Gr. Hornbl.	-	-		6	2		
Olivin	-	-		2	1	SONSTIGE	
Rutil	-	-		-	1	82	57
Turmalin	-	-		15	6		
Zirkon	-	-		5	3		
Sillimanit	-	-		1	-		
Glimmer	-	-		++	-		

mensetzung gut in der sandigen Matrix zu erkennen. Die Schwermineralanalyse dieses Horizontes bezeugt noch deutlicher als die Lößproben den Einfluß bodenwühlender Tiere (Tab. 5). Es fehlen dem Ausgangssubstrat des IIB_v-Horizontes (Pr. 82/53) die Braunen Hornblenden, dagegen erreichen Grüne Hornblende, Zirkon und vor allem Turmalin erstaunliche Werte. Im Wurmgangmaterial (Pr. 82/54) sind die erwähnte Braune Hornblende und der Titanit besonders hoch vertreten. Obgleich der Augit prozentual abnimmt, liegt er aber in absoluter Menge in größerer Konzentration vor. Auch bei diesem Horizont kann trotz des Mineralbestandes nicht von einem spätwürmzeitlichen Decksediment gesprochen werden.

Der Versuch, auch in den tonangereicherten Horizonten eine bioturbate Einbringung der LBT-Mineralie nachzuweisen, scheiterte. Dies mag verschiedene Gründe haben. Es können nur die sichtbaren Wurmgänge erfaßt werden, was sich im Löß und Lößlehm auf die rezenten und subrezentem beschränkt. Frühholozäne Formung, die längst wieder aufgearbeitet ist, muß zwangsläufig unberücksichtigt bleiben. Dies macht sich besonders bei den tschernosemähnlichen Böden und denen mit Tschernosemvorläufern in der Genese nachteilig bemerkbar, da gerade bei ihnen eine sehr rege Bioturbation vorausgesetzt werden kann. Daß im IIB_v-Horizont des Profiles P5 eine eindeutige Trennung gelang, ist auf die leicht erkennbaren Korngrößenunterschiede, weniger aber auf Farbe und Struktur der Regenwurmzüge zurückzuführen.

Die bei allen vorgestellten Profilen zu beobachtende Dreiteilung nährt die Vermutung, daß nach Ausbildung des Decksedimentes und mit Beginn der Bodenbildung eine bioturbate Durchdringung entsprechend der pedogenen Überformungsintensität und Tiefe einsetzte, die weit über die Solumuntergrenze hinausgeht.

Die angewandte Beweisführung schließt aber keinesfalls aus, daß die tonangereicherten Unterböden im Decksediment ausgebildet sind. Jungtundrenzeitliche Kryoturbation und holozäne Bioturbation lassen sich im größten Teil der Unterböden im homogenen Ausgangssubstrat praktisch nicht definitiv auseinanderhalten.

5. Schlußfolgerungen

Aufgrund der vorliegenden Mineralverteilung in den Böden aus Löß stellt sich die Frage, ob die Horizontgliederung der Parabraunerden in A_h - A₁ - IIB_t - IIC_c aufrechterhalten werden kann. Wenn das Decksediment nur durch den schwermineralogisch faßbaren LBT-Gehalt charakterisiert werden kann, scheint es dem Verfasser nicht gerechtfertigt, zwischen Ober- und Unterboden der Parabraunerde eine Schichtgrenze anzunehmen. Die Forderungen der Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde (1971: 96), die petrographischen, genetischen und stratigraphischen Verhältnisse des Ausgangsmaterials der Bodenbildung möglichst genau zu beschreiben, können nicht erfüllt werden. Zum einen tauchen LBT-bürtige Mineralie auch noch im Löß auf, andererseits kann für den größten Teil des Unterbodens nicht zwischen kryoturbater und bioturbater Mineralanreicherung differenziert werden.

Daher scheint es sinnvoller, bei Beibehaltung der bisherigen Definition des Decksedimentes auf die Schichtsymbole bei allen LBT-haltigen Horizonten gleich welcher Genese zu verzichten, oder aber die Definition so zu erweitern, daß zweifelsfrei die Entstehung und Zuordnung der Unterböden geklärt ist.

Abschließend sei zur Diskussion gestellt, inwieweit bioturbate Veränderungen auch im Löß durch entsprechende Horizontbezeichnungen gekennzeichnet werden sollten, da sich wie bei unseren Beispielen durch die LBT-Anreicherung eine Standortsqualitätsverbesserung ergeben hat, die sich vor allem bei den durch Erosion entstandenen Rendzinen auswirkt.

6. Schriftenverzeichnis

- BARGON, E., & FICKEL, W., & PLASS, W., & REICHMANN, H., & SEMMEL, A., & ZAKOSEK, H. (1971): Zur Genese und Nomenklatur braunerde- und parabraunerdeähnlicher Böden in Hessen. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **99**: 361–373; Wiesbaden.
- BÜCHEL, G., & LORENZ, V. (1982): Zum Alter des Maarvulkanismus der Westeifel. – N. Jb. Geol. Paläont., **Abh.**, **163**: 1–22, 4 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- FRECHEN, J. (1976): Siebengebirge am Rhein – Laacher Vulkangebiet – Maargebiet der Westeifel. Vulkanologisch-petrographische Exkursionen. – Slg. geol. Führer, **56**, 3. Aufl.: 209 S., 46 Abb., 7 Tab., 5 Beil.; Berlin–Stuttgart.
- (1981): Herkunft der allerödzeitlichen Bimstufe des Laacher Vulkangebietes. – Geol. Rdsch., **70**: 1119–1151, 17 Abb., Stuttgart.
- HANSEN, R., IRION, G., & NEGENDANK, J. (1980) Geochemische und sedimentologische Untersuchungen an Sedimentkernen aus dem Meerfelder Maar (Eifel). – Senckenbergiana marit., **12**: 269–280, 5 Abb., 2 Tab.; Frankfurt a. M.
- JUVIGNÉ, E. (1980): Vulkanische Schwerminerale in rezenten Böden Mitteleuropas. – Geol. Rdsch., **69**: 982–996, 8 Abb., 1 Tab., Stuttgart.
- (1982): A propos de L'âge des Maars et volcans de l'Eifel occidental. – Z. Geomorph., N. F., **26**: 243–250, 1 Abb., Berlin–Stuttgart.
- Kartieranleitung. Anleitung und Richtlinien zur Herstellung der Bodenkarte 1:25000. – 2. Aufl.: 169 S., 4 Abb., 30 Tab., 1 Taf.; Hannover 1971.
- PLASS, W. (1981): Neuere quartärgeologisch-bodenkundliche Erkenntnisse und ihre Auswirkungen auf das Ökosystem Wald. – Vorträge der Tagungen der AFSV, **8**: 21–63, 27 Abb.; Recklinghausen.
- & POETSCH, T., & TRIBUTH, H., & ZAKOSEK, H. (1977): Zur Entstehung eines Smonica-Profiles in Rheinhessen. – Z. Pflanzenern., Bodenkde., **140**: 317–328, 3 Abb., 5 Tab.; Weinheim.
- POETSCH, T. (1974): Bimstoffminerale in hessischen Böden. – Mitt. dt. bodenkdl. Ges., **18**: 313–319, 3 Abb.; Göttingen.
- (1975): Untersuchungen von bodenbildenden Deckschichten unter besonderer Berücksichtigung ihrer vulkanischen Komponente. – Gießener geol. Schr., **4**: 180 S., 29 Abb.; Gießen.
- RAZI RAD, M. (1976): Schwermineraluntersuchungen zur Quartärstratigraphie am Mittelrhein. – Sonderveröffentl. geol. Inst. Köln, **28**: 164 S., 51 Abb., 6 Tab., 1 Beil.; Köln.
- ROHDENBURG, H. (1965): Untersuchungen zur pleistozänen Formung am Beispiel der Westabdachung des Göttinger Waldes. Gießener geogr. Schr., **7**: 76 S., 23 Abb., 16 Bild., 2 Kt.; Gießen.
- (1968): Jungpleistozäne Hangformung in Mitteleuropa. – Beiträge zur Kenntnis, Deutung und Bedeutung ihrer räumlichen und zeitlichen Differenzierung. – Göttinger bodenkdl. Ber., **6**: 3–107, 39 Abb.; Göttingen.
- SABEL, K. J. (1982): Ursachen und Auswirkungen bodengeographischer Grenzen in der Wetterau (Hessen). – Frankfurter geowiss. Arb., **D 3**: 116 S., 19 Abb., 8 Tab., 6 Prof.; Frankfurt a. M.
- SCHILLING, W., & WIEFEL, H. (1962): Jungpleistozäne Periglazialbildungen und ihre regionale Differenzierung in einigen Teilen Thüringens und des Harzes. – Geologie, **11**: 428–460, 5 Abb., 2 Tab.; Berlin.

- SCHÖNHALS, E. (1974): Die Bedeutung geologischer, insbesondere quartärgeologischer Vorgänge für die Bodenbildung in Hessen. – Mitt. dt. bodenkdl. Ges., **18**: 11–16, 1 Abb.; Göttingen.
- SEMMELE, A. (1964): Junge Schuttdecken in hessischen Mittelgebirgen. – Notizbl. hess. L.Amt Bodenforsch., **92**: 275–285, 3 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- (1968): Studien über den Verlauf jungpleistozäner Formung in Hessen. – Frankfurter geogr. H., **45**: 133 S., 35 Abb., 2 Tab., Frankfurt a. M.
- (1977): Grundzüge der Bodengeographie. – 120 S., 40 Abb., 12 Bild., Stuttgart (Teubner).

Manuskript eingegangen am 4. 11. 1982

Schwarzerdevorkommen in Hessen

Von

LUDOLF SCHRADER

Kurzfassung: Die bisher bekannten Schwarzerde-Vorkommen in Hessen werden in einer tabellarischen Übersicht nach topographischen Karten 1:25000 in Nord-Süd-Reihenfolge wie folgt aufgeführt:

- I. Bisher flächenhaft kartierte Schwarzerde-Vorkommen (Stand Dezember 1982), ausgewertet überwiegend nach Bodenkarten von Hessen 1:25000.
- II. Bisher aufgefundene, aber flächenhaft noch nicht kartierte Schwarzerde-Vorkommen, ausgewertet überwiegend nach dem Kapitel „Böden“ in den Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000.
- III. Bodenkundlich untersuchte Schwarzerde-Profile aufgrund von Literaturlauswertungen.

Abstract: The known sites of chernozems in Hesse are presented in tableform, grouped according to their occurrence from north to south on the sheets of the 1:25000 topographic map:

- I. Occurrences mapped up to December 1982 in the soil map of Hesse at the scale of 1:25000.
- II. Known, however not yet mapped occurrences, mainly recorded in the explanatory notes of the geological map of Hesse at the scale of 1:25000.
- III. Chernozem profiles which have been investigated in detail and published in the soil science literature.

Résumé: Cette étude contient un tableau résumant tous les affleurements de chernozems décrits jusqu' à présent en Hesse en cartes topographiques en partant du nord vers le sud (échelle 1:25000):

- I. chernozems cartographiés systématiquement, relevés jusqu'en décembre 1982 et interprétés à partir de la carte des sols de Hesse à l'échelle du 1:25000.
- II. chernozems trouvés jusqu' à présent sans être encore cartographiés, comme superficiels interprétés à partir du chapitre „Les Sols“ dans les mémoires explicatifs de la carte géologique de Hesse à l'échelle du 1:25000.
- III. profils de chernozems étudiés pédologiquement (à partir d'études bibliographiques).

Der Verfasser hat die Vorkommen von Schwarzerde und deren Degradationsstufen in Hessen in einer Liste zusammengetragen, in der folgende Fakten aufgeführt sind: Topographische Karte 1:25000 (Vorkommen), Auswertungsgrundlagen (geol. Karte, Bodenkarte u. a.), vorherrschender Bodentyp mit ungefähre Flächengröße, Lagebezeichnung mit Rechts- und Hochwert und die bodenkundlich untersuchten Schwarzerdeprofile. In dieser Liste sind auch die Autoren aufgeführt, die auf den einzelnen Blättern die Schwarzerden gefunden und untersucht haben.

* Dr. L. SCHRADER, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden.

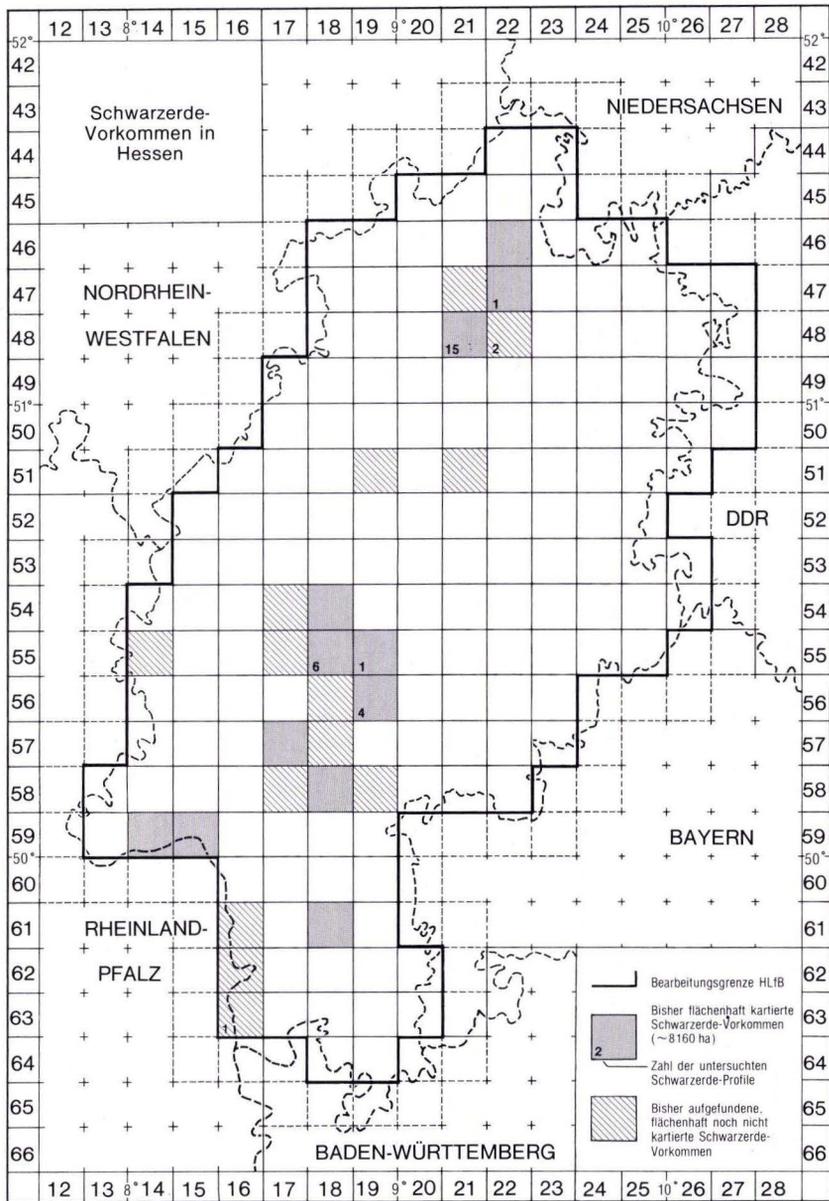


Abb. 1. Blattübersicht 1: 25 000 der Schwarzerde-Vorkommen in Hessen. Stand: Dezember 1982.

Auf Abb. 1 sind die Blätter gekennzeichnet, auf denen Schwarzerden flächenhaft kartiert wurden bzw. flächenhaft vorkommen, aber noch nicht kartiert sind, auch ist angegeben, wieviele Schwarzerdeprofile untersucht worden sind.

Im Zuge der geologischen und bodenkundlichen Landesaufnahme wurden in den Lößgebieten Hessens zahlreiche Schwarzerde-Vorkommen ermittelt. Aufgrund dieser neuesten Untersuchungsergebnisse sind die reliktschen Schwarzerden in Hessen weiter verbreitet, als ursprünglich angenommen worden ist. Es handelt sich dabei nur untergeordnet um Tschernoseme (z. T. kalkhaltige). Die meisten Varietäten sind degradiert, \pm erodiert, z. T. kolluvial bedeckt und stellen Übergangsformen zur Parabraunerde dar. Daneben gibt es vor allem in der Wetterau auch Übergänge zu Pseudogleyen und Gleyen, ähnliche Formen, wie sie bereits MÜCKENHAUSEN (1962) beschrieben hat. Z. Zt. führen LESSMANN & URBAN (in Druckvorbereitung) pollenanalytische Untersuchungen an Schwarzerden des nördlichen Oberrheintals, in der Wetterau und in der Niederhessischen Senke durch.

In Süd-Hessen sind Schwarzerden im hessischen Ried auf Hochflutlehmen beschrieben worden (Grauer und Degradierter Grauer Rheintal-Tschernosem; ZAKOSEK 1962, REICHMANN 1977). Schwarzerden auf Löß wurden untersucht und z. T. kartiert: in der Dieburger Senke (Tschernosem-Parabraunerde; FICKEL 1983), im Rheingau (Degradierter Brauner Rheintal-Tschernosem; ZAKOSEK & STÖHR 1966, ZAKOSEK 1967), im Main-Taunus-Vorland (Degradierter Tschernosem; BARGON 1967; Tschernosem-Parabraunerde; BARGON 1979, FICKEL 1981), in der Wetterau (Tschernosem, degradiert, Parabraunerde-Tschernosem, z. T. pseudovergleyt, Gley-Tschernosem, Tschernosem-Parabraunerde; u. a. ALTMANNBERGER 1969, SCHRADER 1976, 1978, FICKEL 1976), im Limburger Becken (Brauner Steppenboden; SCHÖNHALS 1954), im Marburg-Gießener-Raum (u. a. SCHRADER 1979) sowie in der Niederhessischen Senke (Parabraunerde-Tschernosem, Tschernosem-Parabraunerde; HAUPENTHAL 1977).

I. Bisher flächenhaft kartierte Schwarzerde-Vorkommen in Hessen

Lfd. Nr.	Topographische Karte 1:25000	Auswertungsgrundlage	vorherrschender Bodentyp, Flächengröße in ha (ca.) und Entwicklungstiefe in cm (ca.)	Vorkommen
1	4622 Kassel West	ZIEHLKE (in Bearbeitung)	Tschernosem-Parabraunerde, \pm erodiert, 70, 60–100 und 100–150; Tschernosem-Parabraunerde, kolluvial bedeckt, 100, 100–150	NE-Quadrant: in den Gemarkungen Frommershausen (Dreiangel), Obervellmar, Niedervellmar, E Espenau
		SCHÖNHALS (1969)	–	–
2	4722 Kassel-Niederwehren	HAUPENTHAL (in Bearbeitung)	Tschernosem-Parabraunerde, erodiert, 70, 60–100; Tschernosem-Parabraunerde, kolluvial bedeckt, 100, 100–150	SW-Quadrant: S Metz, S und SW Besse (Flur Stöcker Berg, Kalkreufe), W Holzhausen
3	4821 Fritzlar	HAUPENTHAL (1976a) – (1976b)	Tschernosem-Parabraunerde, erodiert, 136, 50–65; Tschernosem-Parabraunerde, 1075, 90–140 und 70–105; Tschernosem-Parabraunerde, mäßig kolluvial bedeckt, mit seitlichem Wasserdurchzug im Untergrund, 128, 115–150	größtflächig im NE-Quadranten in den Gemarkungen Geismar, Haddamar, Fritzlar, Lohne, Kirchberg, Gleichen, Wehren, Dorla und Werkel) von R 35 1800, H 566700 und R 35 2332, H 566700 bis R 35 1833, H 567352 und R 35 2330, H 567380

Lfd. Nr.	Topographische Karte 1:25000	Auswertungsgrundlage	vorherrschender Bodentyp, Flächengröße in ha (ca.) und Entwicklungstiefe in cm (ca.)	Vorkommen
4	5418 Gießen	SCHRADER (1981a) – (1981b)	Tschernosem-Parabraunerde, 60, 80–100	W bis S Leihgestern: R 347664, H 559915 bis R 347717, H 559770; S und SSE sowie WNW Lich: R 348694, H 559591 und R 348790, H 559592 sowie R 348635, H 559855
5	5519 Hungen	SCHRADER (in Druckvorbereitung)	Tschernosem, degradiert, Parabraunerde-Tschernosem, Tschernosem-Parabraunerde, Parabraunerde, tschernosemartig, und deren Subtypen mit unterschiedlichem Erosionsgrad, deshalb Entwicklungstiefe 30–80 und 80–>100	a) W der Horloff in den Gemarkungen Bellersheim, Inheiden, Trais-Horloff, Utphe, Berstadt und Geisenheim: von R 348816, H 558515 und R 349242, H 558478 bis R 349276, H 559098 und R 348880, H 559063 b) W der Horloff im Raum Bettenhausen-Hungen-Langsdorf: von R 348890, H 559299 und R 349114, H 559356 bis R 348868, H 559560 und R 349098, H 559442
6	5518 Butzbach	SCHRADER (1978a) – (1978b)	Parabraunerde-Tschernosem, z. T. Tschernosem, degradiert, 600, 60–100; Parabraunerde-Tschernosem, pseudovergleyt, meist kolluvial bedeckt, 69, 60–>100; Parabraunerde-Tschernosem, kolluvial bedeckt, 206, 150–160; Tschernosem-Parabraunerde, stark erodiert, 524, 30–80; Tschernosem-Parabraunerde, 169, 70–120; Pararendzina mit Tschernosemeigenschaften, 88, 10–30	W der Wetter: a) von S Griedel und E Butzbach bis N Ostheim und ca. 1 km W Steinfurth (in den Gemarkungen Griedel, Butzbach, Nieder-Weisel, Ostheim, Steinfurth und Rockenberg): von R 347897, H 558906 und R 347821, H 558889 bis R 347630, H 558534 und R 348050, H 558481 b) von ENE Holzheim und ESE Eberstadt bis SE Gambach und E Oberhörtern (in den Gemarkungen Gambach, Holzheim, Eberstadt und Oberhörtern): von R 348106, H 559504 und R 348450, H 559374 bis R 348140, H 559120 und R 348309, H 559214 E der Wetter: a) E Birklar: R 348766, H 559530 ENE Birklar: R 348794, H 559580 N Birklar: R 348694, H 559580 b) E Muschenheim: R 348718, H 559444 c) NE Rockenberg bis ENE Oppershofen: von R 348213, H 558910 und R 348292, H 558938 bis R 348222, H 558818 und R 348316, H 558715 d) ENE Wölfersheim: R 348810, H 558508
7	5619 Staden	SCHRADER (1976a) – (1976b)	Tschernosem, degradiert, 23, 60–75; Tschernosem, kolluvial bedeckt, 433, 70–160; Parabraunerde-Tschernosem, z. T. Tschernosem, degradiert, 540, 60–80; Parabraunerde-Tschernosem, pseudovergleyt, 59, 45–75;	W der Horloff von N Nieder-Florstadt bis N Echzell und E Wölfersheim (in den Gemarkungen Nieder-Florstadt, Dorn-Assenheim, Reichelsheim, Heuchelheim, Echzell): von R 348844, H 557565, und R 349128, H 557738

Lfd. Nr.	Topographische Karte 1:25000	Auswertungsgrundlage	vorherrschender Bodentyp, Flächengröße in ha (ca.) und Entwicklungstiefe in cm (ca.)	Vorkommen
			Gley-Tschernosem, kolluvial bedeckt, mit abgesenkter Grundwasseroberfläche, 82, 80–150; Tschernosem-Parabraunerde, erodiert, 589, 40–70 Tschernosem-Parabraunerde, erodiert, im Unterboden pseudovergleyt, 22, 30–60; Parabraunerde, erodiert, mit Tschernosem-Eigenschaften, 149, 30–50	bis R 3488 16, H 55 84 78 und R 349230, H 55 84 76
8	5717 Bad Homburg v.d. Höhe	FICKEL (1980a) – (1980b)	Tschernosem-Parabraunerde, 73, 80–120	W Nieder-Eschbach (Autobahnkreuz Bad Homburg): von R 34 73 15, H 55 63 06 bis R 34 75 44, H 55 63 30
9	5818 Frankfurt a.M. Ost	BARGON (1979a) – (1979b)	Tschernosem-Parabraunerde, erodiert, vereinzelt pseudovergleyt, 5, 45–80; Tschernosem-Parabraunerde, stellenweise pseudovergleyt, 152, 80–120; Tschernosem-Parabraunerde, kolluvial bedeckt, 28, 100–150	zwischen Berkersheim und Bad Vilbel; E Bonames; N und NNW Harheim; W und SSW Massenheim; N und E Bad Vilbel
10	5915 Wiesbaden	BARGON (1967a) – (1967b)	Tschernosem, schwach degradiert, 34, 100–120; Tschernosem, kolluvial bedeckt, 67, 100–120; Parabraunerde, tschernosemartig, 359, 50–80	N Schierstein: R 34 45 20, H 55 43 60 R 34 46 10, H 55 43 70 R 34 46 50, H 55 42 50 N Kastel: R 34 42 50, H 55 48 80 R 34 42 90, H 55 49 40 R 34 44 40, H 55 48 02
11	5914 Eltville a. Rhein	ZAKOSEK (1962)	Degradierter brauner Steppenboden aus Löß, 50, –	bei Steinheimer Hof, hier auch Bodenprofil bei. R 34 38 74, H 55 44 42 (ZAKOSEK 1967). Weitere Steppenböden im nördlichen Oberrheintal bei ZAKOSEK 1962 (Abb. 1, S. 8)
12	6118 Darmstadt Ost	FICKEL (in Druckvorbereitung)	Parabraunerde, vergesellschaftet mit Tschernosem-Parabraunerde, 300, 60–150; Parabraunerde-Tschernosem, kolluvial bedeckt, 300, 250	S Groß-Zimmern sowie in den Gemarkungen Zeilhard, Georgenhäuser, Spachbrücken, Reinheim, Hof-Illbach und Dilshofen

II. Bisher aufgefundenene, aber flächenhaft noch nicht kartierte Schwarzerde-Vorkommen

Lfd. Nr.	Topographische Karte 1:25000	Auswertungsgrundlage	vorherrschender Bodentyp, Örtlichkeit	Bemerkung
1	4721 Naumburg	PLASS (1971)	–	S. 192: Profilbeschreibung einer Griserde
2	4822 Gudensberg	HAUPENTHAL (1978)	Bodenkundliche Übersichtsbegehung ergab, daß die Verbreitung der Schwarzerden sich auf das Gebiet NW der westlichen Eder-Terrasse erstreckt	S. 328: Verbreitung der Schwarzerden in der Niederhessischen Senke sowie Lage der Bodeneinschlüge
3	5121 Schrecksbach	BLANCKENHORN (1926)	–	S. 34: vermutlich Hinweis auf Schwarzerde-Profil
4	5119 Kirchhain	BLANCKENHORN (1930)	–	S. 26 unten: Hinweis auf sog. „Schwarzerde“. Es ist unklar, ob es sich hier um den Bodentyp gleichen Namens handelt.

Lfd. Nr.	Topographische Karte 1:25000	Auswertungsgrundlage	vorherrschender Bodentyp, Örtlichkeit	Bemerkung
5	5417 Wetzlar	SCHRADER (in Bearbeitung)	Im Blattgebiet existiert ein 2–3 km ² großes Vorkommen von degradierten Schwarzerden auf dem Hüttenberger Hüggelland bei Lang-Göns und Reiskirchen	–
		REICHMANN (1976)	–	S. 74: Hinweise auf Schwarzerde-Vorkommen
6	5517 Cleeburg	SCHRADER (1979)	Eine bodenkundliche Übersichtsbegehung ergab, daß auf der E-Blattseite in der Wetterausenke in den Gemarkungen Ostheim, Butzbach, Pohl-Göns, Kirch-Göns und Läng-Göns sowie in der NW- bis NNW-Blattecke Schwarzerde-Vorkommen in einer Größenordnung von 2–3 km ² zu erwarten sind	S. 48: Hinweise auf Schwarzerde-Vorkommen
7	5514 Hadamar	REICHMANN (1979)	–	S. 141–142: Hinweise auf Schwarzerde-Vorkommen
8	5618 Friedberg (Hessen)	FICKEL (1976)	–	S. 154: Hinweise auf Schwarzerde-Vorkommen
9	5718 Ilbenstadt	SCHRADER (in Bearbeitung)	Tschernosem, degradiert, Parabraunerde-Tschernosem, Tschernosem-Parabraunerde, Parabraunerde, tschernosemartig und deren Erosions- und Kolluvialformen: W der Nidda-Aue bis zum Blatttrand (in den Gemarkungen N Nieder-Erlenbach und E Ober-Erlenbach, Petterweil, zwischen E Rodheim und Ober-Wollstadt sowie E Nieder-Rosbach) Schwarzerde-Vorkommen von ca. 14 km ²	SW-Quadrant bodenkundlich aufgenommen
10	5819 Hanau	BARGON (in Bearbeitung)	Tschernosem-Parabraunerde, Tschernosem-Parabraunerde, erodiert, Tschernosem-Parabraunerde, pseudovergleyt: N der Main-Ebene bis zum N-Kartenrand (oberhalb der Linie Hochstadt–Wachenbuchen, Mittelbuchen, Bruchköbel und Langendiebach)	–
11	5817 Frankfurt a. M. West	BARGON (1975a) – (1975b)	Tschernosem-Parabraunerde	–
12	6116 Oppenheim	ZAKOSEK (1962)	Degradierter brauner Steppenboden aus Löß: SW Ludwigshöhe	–
13	6216 Gernsheim	ZAKOSEK (1962)	Degradierter grauer Steppenboden aus Hochflutlehm: zwischen Rheindürkheim und Gimbsheim	siehe Abb. 1: S. 8
14	6316 Worms	REICHMANN (1977)	Brauner Rheintal-Tschernosem aus Löß: W-Rand der Karte im Bereich der Fluren Hinterhuten und Im Hahntal; Grauer-Auenboden-Rheintal-Tschernosem aus Hochflutlehm über Sand: im Bereich der Schwemmkegel von Pfrimm, Eis- und Eckbach Degradierter brauner Rheintal-Tschernosem aus karbonathaltigem Sand: im Bereich der ältesten Mäanderfläche des Kartenblattes bei Hofheim–Nordheim–Wattenheim	S. 131–134: Erwähnung von Schwarzerde-Vorkommen
		ZAKOSEK (1962)	Degradierter grauer Steppenboden aus Hochflutlehm: N Worms, Nordheim und Wattenheim	S. 25: Profilbeschreibung mit Analysendaten; siehe auch Abb. 1: S. 8

III. Übersicht bodenkundlich untersuchter Schwarzerde-Profile in Hessen

Lfd. Nr.	Topographische Karte 1:25 000	Örtlichkeit	R-Wert H-Wert	Bodentyp	Entw.- tiefe (cm)	Quelle; Bemerkung
1	4722 Kassel-Niederzwehren	Holzhausen	35 28 10 56 75 11	Tschernosem-Parabraunerde	120	—
2	4822 Gudensberg	Maden	35 25 84 56 70 68	Parabraunerde-Tschernosem, kolluvial bedeckt, mit Wasserdurchzug im Untergrund	140	—
		Gudensberg	35 25 78 56 73 68	Tschernosem-Parabraunerde, schwach erodiert, mit Wasserdurchzug im Untergrund	110	
3	4821 Fritzlar	Lehmgrube Wehren	35 21 08 56 71 12	Schwarzerde, degradiert	110	SCHÖNHALS (1954); S. 79: Profilbeschreibungen mit Analysendaten
		Gleichen	35 23 18 56 72 01	Parabraunerde-Tschernosem, kolluvial bedeckt	125	HAUPENTHAL (1978); S. 334; Übersicht der Bodenprofile; S. 335–342: Profilbeschreibungen mit Analysendaten;
		Metze	35 23 17 56 73 49	Tschernosem-Parabraunerde, kolluvial bedeckt	120	S. 361: Systematische Stellung der untersuchten Bodenprofile
		Metze	35 23 07 56 73 52	Parabraunerde-Tschernosem, kolluvial bedeckt	135	— (1976b); S. 75–78: Profilbeschreibungen mit Analysendaten
		Haddamar	35 18 26 56 69 62	Tschernosem-Parabraunerde, kolluvial bedeckt, mit Wasserdurchzug im Untergrund	140	
		Gleichen	35 23 36 56 72 03	Kolluvium über Tschernosem	450	
		Werkel	35 22 71 56 68 30	Tschernosem-Parabraunerde, mäßig erodiert	85	
		Wehren	35 21 08 56 71 12	Parabraunerde-Tschernosem	120	
		Gleichen	35 23 18 56 72 01	Tschernosem-Parabraunerde, erodiert	65	
		Lohne	35 19 93 56 72 00	Tschernosem-Parabraunerde	110	
		Metze	35 23 08 56 73 46	Tschernosem-Parabraunerde	90	
		Dorla	35 23 26 56 71 26	Parabraunerde-Tschernosem	110	
		Lohne	35 19 91 56 72 04	Tschernosem-Parabraunerde, stark erodiert	55	
		Fritzlar	35 19 35 56 67 50	Tschernosem-Parabraunerde	120	
		Lohne	35 19 93 56 72 01	Parabraunerde-Tschernosem, vermutlich kolluvial bedeckt	150	

Lfd. Nr.	Topographische Karte 1:25000	Örtlichkeit	R-Wert H-Wert	Bodentyp	Entw.- tiefe (cm)	Quelle; Bemerkung
4	5519 Hungen	Berstadt (Lehmgrube am Ortsausgang nach Friedberg)	— —	verbraunter Steppenboden	125	SCHÖNHALS (1954); S. 79: Profilbeschreibungen mit Analysendaten; s.a. SCHRADER (1983a, b) SCHÖNHALS & BARGON (1968)
5	5518 Butzbach	Rockenberg	3480590 5588275	Tschernosem- Parabraunerde	124	ALTMANNBERGER (1969)
		Ober-Hörgern	3482520 5592215	carbonathaltiger Tschernosem	60	
		Nieder-Weisel	3479310 5587550	schwach degradiertes Tschernosem	76	
		Holzheim	3482260 5594380	stark degradiertes Tschernosem	96	
		Rockenberg	3480590 5588275	Tschernosem- Parabraunerde	124	
		Ostwand einer Löbgrube, ca. 400 m NW Bahn- hof Rockenberg (Profilgrube heute verfüllt)	348056 558825	Parabraunerde- Tschernosem	190	Mitt. dt. bodenkdl. Ges., 17 (1973); 137-143: Profilbeschreibung mit Analysendaten
6	5619 Staden	1 km SW Gettenau	359060 558280	Tschernosem, degradiert	75	SCHRADER (1976b); S. 70-74: Profilbeschreibung mit Analysendaten
		1,5 km SW Gettenau	349070 558230	Tschernosem, degradiert, kolluvial bedeckt, im Untergrund vernäht	125	
		1 km SW-W Nieder- Florstadt	348844 557558	Gley-Tschernosem, kolluvial bedeckt, mit abgesenkter Grundwasseroberfläche und Laacher Bimstufelage in 87-90 cm Tiefe	>150	
		Reichelsheim	3490340 5580475	Parabraunerde- Tschernosem		ALTMANNBERGER (1969)
7	6316 Worms	N-Wand der Kiesgrube 1,5 km NW Lampertheim (Hess. Ried)	346030 559724	Grauer Steppenboden aus Hochfultlehm	130	ZAKOSEK (1962); S. 25: Profilbeschreibungen mit Analysendaten

Schriftenverzeichnis

- ALTMANNBERGER, K. P. (1969): Eigenschaften und Genese von Tschernosemen in der nördlichen Wetterau. – Diss., 118 S., 24 Abb., 9 Tab.; Gießen.
- BARGON, E. (1967a): Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 5915 Wiesbaden; Wiesbaden
- (1967b): Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 5915 Wiesbaden, 118 S., 43 Tab., 41 Textprof.; Wiesbaden.
- (1975a): Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 5817 Frankfurt a. M.-West; Wiesbaden.
- (1975b): Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 5817 Frankfurt a. M.-West, 59 S., 10 Tab., 10 Prof.; Wiesbaden.
- (1979a): Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 5818 Frankfurt a. M.-Ost; Wiesbaden.
- (1979b): Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 5818 Frankfurt a. M.-Ost, 94 S., 15 Tab., 15 Prof., Wiesbaden.
- (in Bearbeitung): Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 5819 Hanau; Wiesbaden.

- BLANCKENHORN, M. (1926): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Lfg. **261**, Bl. Schrecksbach, 47 S.; Berlin.
- (1930): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Lfg. **299**, Bl. Kirchhain, 32 S.; Berlin.
- FICKEL, W. (1976): Die Böden. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 5618 Friedberg: 151–159; Wiesbaden.
- (1980a): Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 5717 Bad Homburg v.d. Höhe; Wiesbaden.
- (1980b): Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 5717 Bad Homburg v.d.Höhe, 99 S., 8 Tab., 8 Prof.; Wiesbaden.
- (in Druckvorbereitung): Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 6118 Darmstadt Ost; Wiesbaden.
- HAUPENTHAL, C. (1976a): Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 4821 Fritzlar; Wiesbaden.
- (1976b): Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 4821 Fritzlar, 90 S., 15 Tab., 15 Prof.; Wiesbaden.
- (1978): Über Schwarzerden in der Niederhessischen Senke. – Geol. Jb. Hessen, **106**: 319–366, 20 Abb., 17 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- (in Bearbeitung): Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 4722 Kassel-Niederzwehren; Wiesbaden.
- LESSMANN, U., & URBAN, B. (in Druckvorbereitung): Pollenanalytische Untersuchungen in hessischen Schwarzerden.
- Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, **17** (1973): Exkursionsführer, 257 S.; Göttingen.
- MÜCKENHAUSEN, E. (1962): Entstehung, Eigenschaften und Systematik der Böden in der Bundesrepublik Deutschland. – 148 S.; Frankfurt a. M. (DLG-Verlag).
- PLASS, W. (1971): Die Böden. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 4721 Naumburg: 170–195; Wiesbaden.
- REICHMANN, H. (1976): Die Böden. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 5417 Wetzlar: 66–78; Wiesbaden.
- (1977): Die Böden. Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 6316 Worms: 130–136; Wiesbaden.
- (1979): Die Böden. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 5514 Hadamar: 136–143; Wiesbaden.
- SCHÖNHALS, E. (1954): Die Böden Hessens und ihre Nutzung. Mit einer bodenkundlichen Übersichtskarte 1:300000. – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **2**, 288 S., 25 Abb., 60 Tab.; Wiesbaden.
- (1969): Die Böden. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 4622 Kassel-West: 149–164; Wiesbaden.
- & BARGON, E. (1968): Boden. – In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Nidda, 1 Kt. 1:200000 (Kt. 6), 1 Tab.; Wiesbaden (Hess. Min. Landwirtsch. u. Forsten, Abt. Wasserwirtsch.).
- SCHRADER, L. (1976a): Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 5619 Staden; Wiesbaden.
- (1976b): Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 5619 Staden, 80 S., 7 Tab., 7 Prof.; Wiesbaden.
- (1978a): Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 5518 Butzbach; Wiesbaden.
- (1978b): Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 5518 Butzbach, 119 S., 9 Tab., 9 Prof.; Wiesbaden.
- (1979): Die Böden. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 5517 Cleeburg: 46–49; Wiesbaden.
- (1981a): Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 5418 Gießen; Wiesbaden.
- (1981b): Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 5418 Gießen, 124 S., 8 Tab., 6 Prof.; Wiesbaden.
- (in Druckvorbereitung): Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 5519 Hungen; Wiesbaden.
- (in Druckvorbereitung): Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 5519 Hungen; Wiesbaden.
- (in Bearbeitung): Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 5417 Wetzlar; Wiesbaden.
- (in Bearbeitung): Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 5718 Ilbenstadt; Wiesbaden.
- ZAKOSEK, H. (1962): Zur Genese und Gliederung der Steppenböden im nördlichen Oberrheintal. – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **37**: 46 S., 1 Abb., 19 Tab.; Wiesbaden.
- (1967): Exkursion B (= F). – Mitt. dt. bodenkdl. Ges., **6**: 126–128; Göttingen.
- & STÖHR, W. T. (1966): Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 5914 Eltville, 138 S.; Wiesbaden.
- ZIEHLKE, C. P. (in Bearbeitung): Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 4622 Kassel West; Wiesbaden.

Ein FORTRAN IV-Plot-Unterprogramm zur Darstellung von PIPER-Diagrammen sowie mathematische Erläuterungen zur Konstruktion von Härte-Dreiecken

Von

ADALBERT SCHRAFT*

Kurzfassung: Das vorgestellte FORTRAN-Unterprogramm erleichtert die graphische Darstellung von PIPER-Diagrammen und Härte-Dreiecken.

Abstract: The presented FORTRAN-subroutine facilitates the display of PIPER-diagrams and diagrams of the hardness of water.

1. Einführung

Das vorliegende FORTRAN-Unterprogramm erzeugt PIPER-Diagramme auf dem Trommelplotter. Es ist als Ergänzung des Programms PIPDIA (vergl. WALGER & SCHULZ 1976) gedacht und soll es dem Benutzer ermöglichen, zusätzlich zur Schnelldrucker-Ausgabe eine graphische Darstellung zu erhalten.

Der Plot wird in Anlehnung an das Programm PIPDIA als mval-%-Mehrstoff-Verhältnis-Diagramm, bestehend aus je einem OSANN-schen Kationen- und Anionen-Dreieck sowie einer Rautendarstellung für die Verhältnisse der beiden Stoffgruppen Karbonate/Nichtkarbonate und Alkalien/Erdalkalien ausgeführt.

Durch geringfügige Änderungen in diesem Programm können zusätzlich noch Härtedreiecke erzeugt werden.

2. Mathematische Grundlagen

2.1. Plot-Unterprogramm PILOT

Von jedem beliebigen Punkt in einem gleichseitigen Dreieck ist die Summe der Lote gleich der Dreieckshöhe. Setzt man die Höhe gleich 100 mval-%, so läßt sich durch einen Punkt das Konzentrationsverhältnis von drei Stoffen darstellen, deren Summe 100 mval-% ergibt. Jeder der drei Inhaltsstoffe hat an einer Dreiecksspitze seine höchste Konzentration (100 mval-%), auf der der Spitze gegenüberliegenden Seite die geringste (0 mval-%). Da meist mehr als drei Bestimmungen bei den

*Dr. A. SCHRAFT, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden.

Kationen und den Anionen vorliegen, faßt man im Kationen- und Anionen-Dreieck jeweils mehrere Stoffe zusammen:

$$\begin{aligned} \text{z. B.: Kationen-Dreieck: } & \text{Ca}^{++}: (\text{Mg}^{++} + \text{Fe}^{++} + \text{Mn}^{++}): (\text{Na}^+ + \text{K}^+) \\ \text{Anionen-Dreieck: } & \text{HCO}_3^-: \text{Cl}^-: (\text{SO}_4^{--} + \text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-) \end{aligned}$$

In der Raute werden zwei sich kreuzende Verhältnisse dargestellt, von denen das eine das gegenseitige Verhältnis von zwei Kationen-Gruppen (meist Erdalkalien/Alkalien), das andere das von zwei Anionen-Gruppen (meist Karbonate/Nichtkarbonate), ausgedrückt in mval-%, wiedergibt. Die Gruppen müssen jeweils auf 100 mval-% umgerechnet sein.

Die Koordinaten eines beliebigen Punktes im Kationen-Dreieck ergeben sich somit zu (vergl. Abb. 1):

$$\left(a \frac{100 - \text{Ca} - \frac{1}{2} \text{Mg}}{100}, \frac{\sqrt{3}}{2} a \frac{\text{Mg}}{100} \right)$$

im Anionen-Dreieck zu:

$$\left(a + b + a \frac{\text{Cl} + \frac{1}{2} (\text{SO}_4 + \text{NO}_3)}{100}, \frac{\sqrt{3}}{2} a \frac{\text{SO}_4 + \text{NO}_3}{100} \right)$$

und in der Raute zu:

$$\left(\frac{a+b}{2} + \frac{a}{2} \frac{\text{Na} + \text{K} + \text{SO}_4 + \text{Cl} + \text{NO}_3}{100}, \frac{\sqrt{3}}{2} b + \frac{\sqrt{3}}{2} a \frac{100 - \text{HCO}_3 + \text{Ca} + \text{Mg}}{100} \right)$$

Diese Formeln liegen dem mitgeteilten Unterprogramm zugrunde.

2.2. Programm HAERTE

Durch die Lage eines Punktes wird im Härte-Dreieck für jede Analyse ihre Gesamthärte (GH), Karbonathärte (CAH) und ihre Nichtkarbonathärte (NKH) wiedergegeben. Die Lage dieses Punktes ist definiert als die um die Summe von zwei Lotes (CAH + NKH) verminderte Höhe des dritten Lotes (GH). Seine Koordinaten ergeben sich somit zu:

$$\left(a \frac{\text{GH} - \frac{1}{2} \cdot \text{NKH}}{\text{GH}_{\max}}, a \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \text{NKH}}{\text{GH}_{\max}} \right)$$

Die Maßeinteilung der Dreiecksseiten richtet sich nach dem höchsten darzustellenden Gesamthärte-Wert (GH_{\max}).

3. Unterprogramm PILOT

Das Unterprogramm PILOT ermöglicht die graphische Darstellung von PIPER-Diagrammen in unterschiedlichen Größen (vergl. Erläuterung der Variablen). Die Seitenlänge a der Dreiecke und der Raute kann dabei innerhalb der nutzbaren Breite des Plotterpapiers beliebig gewählt werden. Die Beschriftung der

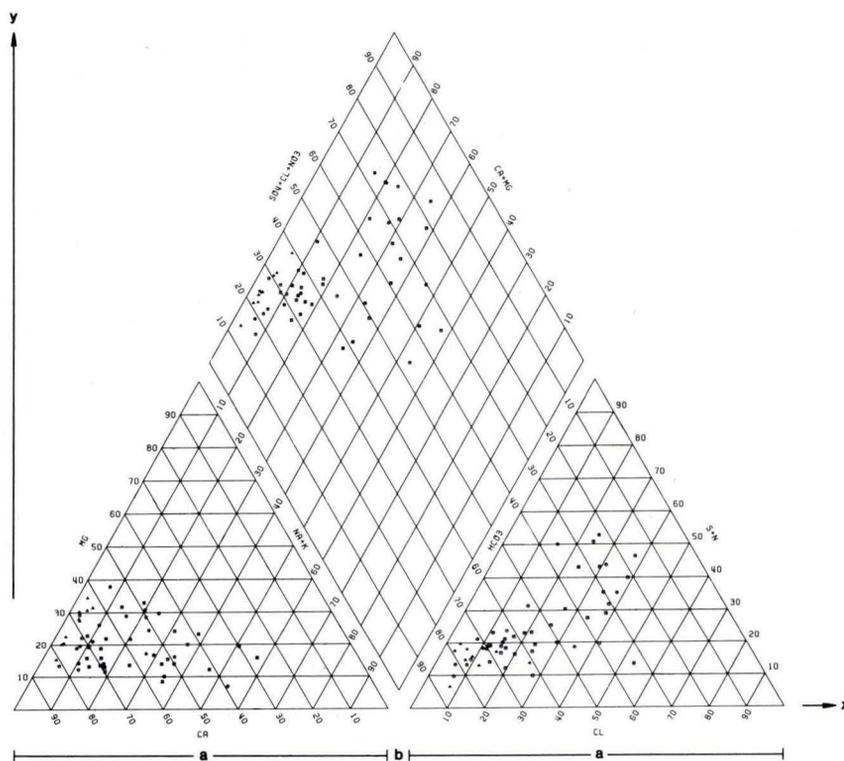


Abb. 1 PIPER-Diagramm für drei Wassertypen.

Diagramme und die Symbolgröße für die darzustellenden Punkte wird bis zu einer Seitenlänge von $a = 10,0$ cm jeweils der Diagrammgröße angepaßt. Bei größeren Diagrammen jedoch ist die Symbolgröße unabhängig von der Seitenlänge $0,15$ cm. Dies hat den Vorteil, daß bei Darstellung vieler Datenpunkte nicht gewünschte Überschneidungen der Symbole durch die Wahl einer größeren Seitenlänge vermieden werden können. In einem solchen Fall kann es ferner noch sinnvoll sein, über den Parameter IWAHL die Ausführung des Gitters zu unterdrücken. Über den Parameter ISYMB können des weiteren noch verschiedene Wassertypen mit unterschiedlichen Symbolen dargestellt werden.

Die mval-%-Anteile der einzelnen Ionen müssen vor der Übergabe an das Unterprogramm PILOT im Hauptprogramm PIPDIA in je ein eindimensionales Feld der Länge IANL (= NPKTE) eingelesen werden. Dies geschieht am zweckmäßigsten gleich nach der Umrechnung in mval-% (vergl. WALGER & SCHULZ 1976: 120) nach folgendem Muster:

CA(IANL)	=	PCA	CL(IANL)	=	PCL
MG(IANL)	=	PMG	HCO3(IANL)	=	PHCO3
NAK(IANL)	=	CFC*CAT2	SO4NO3(IANL)	=	AFC*(ESO+ENO)

Programm PILOT

328

```

SUBROUTINE PILOT (A,NPKTE,CA,MG,NAK,HCO3,S04N03,CL,ISYMB,IWAHL)
DIMENSION CA (NPKTE), CL (NPKTE), HCO3 (NPKTE), S04N03 (NPKTE)
DIMENSION ISKALA (9), JSKALA (9), KAT (3), IAN (3), ISYMB(NPKTE)
REAL NAK (NPKTE), MG (NPKTE)
COMMON /AY/ YO, AD, A2, A10, A20, HOEHE
DATA ISKALA/2H10,2H20,2H30,2H40,2H50,2H60,2H70,2H80,2H90/
DATA KAT/4H MG,4HNA+K,4H CA /, IAN/4HHCO3,4H S+N,4H CL /
AD = 0.866025403 * A
YO = 0.1 * AU
A2 = 0.5 * A
A10 = 0.2 * A2
A20 = 0.5 * A10
HOEHE = 0.015 * A
B = 0.057735 * A
BD = 0.866025403 * B
CALL PLOTS
CALL PLOT (10., 10., -3)
C
C ... PLOTTEN DES KATIONENDREIECKS
C
C CALL KA3ECK (A, 0., KAT, ISKALA, 0., 60., 300., IWAHL)
C
C ... PLOTTEN DER RAUTE
C
X1 = 0.5 * (A + B)
Y1 = AU + BD
CALL PLOT (X1 + A2, BD, 3)
CALL PLOT (X1, Y1, 2)
CALL PLOT (X1 + A2, Y1 + AD, 2)
CALL PLOT (X1 + A, Y1, 2)
CALL PLOT (X1 + A2, BD, 2)
C
C PLOTTEN DER BESCHRIFTUNG DER RAUTE
C
C S04, CL UND N03
C
X = X1 - 2.0 * HOEHE
Y = Y1 + 2.0 * HOEHE
DO 10 I = 1, 9
X = X + A20
Y = Y + YO
CALL SYMBOL (X, Y, HOEHE, ISKALA(I), 300., 2)
10 CONTINUE
X = X1 + 0.25 * A - 5.0 * HOEHE
Y = Y1 + 0.5 * (AD - HOEHE)
CALL SYMBOL (X, Y, HOEHE, 10HS04+CL+N03, 60., 10)
C
C CA UND MG
C
X = X1 + A2 + 0.64 * HOEHE
Y = Y1 + AD + 0.72 * HOEHE
DO 20 I = 1, 9
X = X + A20
Y = Y - YO
JSKALA(I) = ISKALA(10 - I)
CALL SYMBOL (X, Y, HOEHE, JSKALA(I), 60., 2)
20 CONTINUE
X = X1 + 0.75 * A + HOEHE

```

```

Y = Y1 + 0.5 * AD + 5.0 * HOEHE
CALL SYMBOL (X, Y, HOEHE, 5HCA+MG, 300., 5)
IF ( IWAHL ) 2, 2, 1
C
C GITTER DER RAUTE (FALLS ERWUENSCHT)
C
1 X3 = X1 + A2
DO 30 I = 1, 9
X1 = X1 + A20
Y1 = Y1 + YO
X2 = X1 + A2
Y2 = Y1 - AD
X3 = X3 - A20
X4 = X3 + A2
CALL PLOT (X1, Y1, 3)
CALL PLOT (X2, Y2, 2)
CALL PLOT (X3, Y2, 3)
CALL PLOT (X4, Y1, 2)
30 CONTINUE
C
C ... PLOTTEN DES ANIONENDREIECKS
C
2 X1 = A + B
CALL PLOT (X1, 0.0, 3)
CALL KA3ECK (A, X1, IAN, JSKALA, 300., 0., 60., IWAHL)
C
C ... ZEICHNEN DER DATENPUNKTE
C
IF ( A .GT. 10. ) HOEHE = HOEHE / A10
DO 40 I = 1, NPKTE
C
C KATIONENDREIECK
C
X = 0.01 * A * (100. - CA(I) - 0.5 * MG(I))
Y = 0.01 * AD * MG(I)
CALL SYMBOL (X, Y, HOEHE, ISYMB(I), 0., -1)
C
C ANIONENDREIECK
C
X = A + B + 0.01 * A * (CL(I) + 0.5 * S04N03(I))
Y = 0.01 * AD * S04N03(I)
CALL SYMBOL (X, Y, HOEHE, ISYMB(I), 0., -1)
C
C RAUTE
C
X = 0.5 * (A + B) + 0.005 * A * (NAK(I) + CL(I) + S04N03(I))
Y = BD + 0.01 * AD * (100. - HCO3(I) + CA(I) + MG(I))
CALL SYMBOL (X, Y, HOEHE, ISYMB(I), 0., -1)
40 CONTINUE
CALL FINTRA
RETURN
END
C
SUBROUTINE KA3ECK (A, X1, KATAN, KSKALA, W1, W2, W3, IWAHL)
DIMENSION KSKALA (9), KATAN (3)
COMMON /AY/ YO, AD, A2, A10, A20, HOEHE
C
C ... PLOTTEN DER OSANN'SCHEN DREIECKE

```

ADALBERT SCHRÄFT

```

C      CALL PLOT (X1 + A, 0.0, 2)
      CALL PLOT (X1 + A2, AD, 2)
      CALL PLOT (X1, 0.0, 2)
C
C ... PLOTTEN DER BESCHRIFTUNG
C
C      MB ODER HC03
C
      X = X1 - 2.5 * HOEHE
      Y = - 0.5 * HOEHE
      IF ( W1 .NE. 300. ) GO TO 1
      X = X1 - 2.0 * HOEHE
      Y = 2.0 * HOEHE
1    DO 10 I = 1, 9
      X = X + A20
      Y = Y + YD
      IF ( W1 .EQ. 300. .AND. I .EQ. 5) GO TO 10
      CALL SYMBOL (X, Y, HOEHE, KSKALA(1), W1, 2)
10   CONTINUE
      X = X1 + 0.25 * A - 5.0 * HOEHE
      Y = 0.5 * AD - 1.5 * HOEHE
      IF ( W1 .NI. 300. ) GO TO 2
      X = X + 3.3 * HOEHE
      Y = Y + 0.5 * HOEHE
2    CALL SYMBOL (X, Y, HOEHE, KATAN(1), 60., 4)
C
C      NA + K ODER 504 + N03
C
      X = X1 + A2 + 0.64 * HOEHE
      Y = AD + 0.72 * HOEHE
      DO 20 I = 1, 9
      X = X + A20
      Y = Y - YD
      IF ( W2 .EQ. 60. .AND. I .EQ. 5) GO TO 20
      CALL SYMBOL (X, Y, HOEHE, KSKALA(1), W2, 2)
20   CONTINUE
      X = X1 + 0.75 * A + 2.5 * HOEHE
      Y = 0.5 * AD + 3.5 * HOEHE
      IF ( W2 .NE. 60. ) GO TO 3
      X = X - 2.5 * HOEHE
      Y = Y - HOEHE
3    CALL SYMBOL (X, Y, HOEHE, KATAN(2), 300., 4)
C
C      CA ODER CL
C
      X = X1 + A
      Y = - 1.25 * HOEHE
      IF ( W3 .EQ. 60. ) Y = -2.5 * HOEHE
      DO 30 I = 1, 9
      X = X - A10
      CALL SYMBOL (X, Y, HOEHE, KSKALA(1), W3, 2)
30   CONTINUE
      X = X1 + A2 - 1.5 * HOEHE
      Y = - 5.0 * HOEHE
      CALL SYMBOL (X, Y, HOEHE, KATAN(3), 0., 4)
C
C ... PLOTTEN DES GITTERS (FALLS ERWUENSCHT)

```

```

C
      IF ( IWAHL ) 5, 5, 4
4    Y1 = 0.0
      X2 = X1
      X3 = X1 + A2
      Y3 = AD
      X4 = X1 + A2
      DO 40 I = 1, 9
      X1 = X1 + A20
      Y1 = Y1 + YD
      X2 = X2 + A10
      X3 = X3 + A20
      Y3 = Y3 - YD
      X4 = X4 - A20
      CALL PLOT (X1, Y1, 3)
      CALL PLOT (X2, 0.0, 2)
      CALL PLOT (X3, Y3, 2)
      CALL PLOT (X4, Y3, 2)
40   CONTINUE
5    RETURN
      END

```

Diese neu definierten Felder müssen jedoch noch im Hauptprogramm deklariert werden. Des weiteren muß bei Verwendung des Software-Unterprogramms PLOT der COMMON-Block PLOT in den Unterprogrammen HYPLOT und INSERT (vergl. WALGER & SCHULZ 1976: 122 u. 126) umbenannt werden, weil sonst bei der Programmausführung der Linkage Editor den COMMON-Block gleichen Namens referenziert. Der Aufruf des Unterprogramms PILOT kann dann an einer geeigneten Stelle (nach 110 CONTINUE) im weiteren Programmverlauf erfolgen:

```
CALL PILOT (A, IANL, CA, MG, NAK, HCO3, SO4NO3, CL, ISYMB,
           IWAHL)
```

dabei bedeuten:

A: Seitenlänge der Dreiecke und der Raute

IANL (= NPKTE): Zahl der zu verarbeitenden Analysen

CA, MG, NAK, HCO3, SO4NO3, CL: Ionengehalte in mval-% entsprechend den oben definierten Feldern

ISYMB: hexadezimale Verschlüsselung des Symbols, mit dem eine Analyse dargestellt werden soll. Die möglichen Zeichen und ihr hexadezimaler Code sind der Hersteller-Erläuterung zu dem Software-Unterprogramm SYMBOL zu entnehmen.

IWAHL: ermöglicht die Konstruktion eines Gitters in den Dreiecken und in der Raute.

IWAHL > 0 Gitter wird gezeichnet

IWAHL ≤ 0 Gitter wird unterdrückt

Die Funktionen der Software-Unterprogramme sind:

PLOTS: initialisiert den Plotter

PLOT: bewegt den Zeichenstift zu einem bestimmten Punkt und oder definiert einen neuen relativen Nullpunkt.

SYMBOL: plottet die Analysenpunkte als Symbole

FINTRA: schließt die Plotdatei

Das Programm in seiner jetzigen Form ist auf der IBM/370-168 des Universitätsrechenzentrums Heidelberg gelaufen.

4. Programm HAERTE

Das Programm HAERTE zur Darstellung von Härte-Dreiecken kann analog dem Unterprogramm KA3ECK (vgl. Plot-Unterprogramm PILOT) mit folgenden Änderungen zusammengebaut werden:

- die Vereinbarungen in der Übergabeliste des Unterprogramm-Aufrufs und im COMMON-Block müssen aus dem Unterprogramm PILOT übernommen und um die Eingabeparameter ergänzt werden;
- es muß vom Kationen-Dreieck ausgegangen werden (W1=0.0, W2=60.0, W3=300.0, X1=0.0);

- die Skalierung muß entsprechend dem höchsten Gesamthärte-Wert angegeben werden (über $ISKALA = KSKALA$); die Basis des gleichschenkeligen Dreiecks muß steigend skaliert werden;
- die Beschriftung muß angepaßt werden;
- die Berechnung der darzustellenden Punkte muß entsprechend der oben mitgeteilten Formel erfolgen.

5. Schriftenverzeichnis

WALGER, E., & SCHULZ, H.D. (1976): FORTRAN IV-Programme zur Daten-Aufbereitung bei chemischen Wasseranalysen. -In: GOLWER et al.: Belastung des Grundwassers durch feste Abfallstoffe. - Abh. hess. L. Amt Bodenforsch., **73**: 105-130; Wiesbaden.

Weiterführende Literatur:

BEAUDOIN, Y., & BOWYER-BEAUDOIN, A. (1981): SOILTD: A FORTRAN subroutine to plot soil textural data on a triangular diagram using an X-Y plotter. - Computer & Geosciences, **7**: 207-212; Oxford.

Manuskript eingegangen am 3. 8. 1982

Hessisches Geologisches Schrifttum 1981 mit Nachträgen aus den Jahren 1973-1980

Bearbeitet von

ANNELIES HERZBERG*

Nachtrag aus dem Jahre 1973

- REZAIINEJAD, J. (1973): Bodenbearbeitungsmaßnahmen und organische Düngung in ihrem Einfluß auf die physikalischen sowie chemischen Bodeneigenschaften und ihre Beziehung zum Ertrag. – Diss., 121 S., 25 Abb., 23 Tab., 10 Taf.; Gießen. [Amöneburger Becken]
- STAUDE, H. (1973): Einbruchs- und Senkungserscheinungen über einem ehemaligen Braunkohle-Tiefbaufeld (Zeche Freudenthal bei Oberkaufungen/Kassel). – Diss., 107 S., 41 Abb., 3 Tab., 25 Beil.; Marburg.

Nachtrag aus dem Jahre 1974

- ABU-ABED, I. A. (1974): Die Verteilung der Elemente Cu, Zn, Pb, Ni, Co und Hg in Böden im Bereich der Kupfervorkommen Leversbach/Eifel, Wallerfangen/Saargebiet, Imsbach/Rheinpfalz sowie Iberg, Korbach und Frankenberg/Hessen. – Diss., 128 S., 68 Abb., 12 Tab.; Aachen.
- LOEGTERS, G. (1974): Das räumliche Verformungsgeschehen beim Vortrieb oberflächennaher Tunnelröhren. – Veröff. Inst. Bodenmech. u. Felsmech. Univ. Karlsruhe, **59**: 1-103, 48 Abb., 3 Tab.; Karlsruhe. [Frankfurt a. M.]

Nachtrag aus dem Jahre 1975

- ANSORGE, J. (1975): Die Feinstruktur des obersten Erdmantels unter Europa und dem mittleren Nordamerika. – Diss., 111 S., 40 Abb., 1 Tab.; Karlsruhe.
- ERNST, T. (1975): Petrographisch ermittelte Altersfolge der Basaltergüsse von Rainrod I (Vogelsberg) im Gegensatz zur radioaktiven Altersbestimmung. – Fortschr. Mineral., **53** (Beih. 1): 18; Stuttgart.
- FAKHURI, M., & PLATEN, H. v. (1975): Beitrag zur Genese der Roteisensteinerze des Lahn-Dill-Gebietes I: Geochemische Untersuchungen an Schalsteinen. – Fortschr. Mineral., **53** (Beih. 1): 19; Stuttgart.
- FRICK, F. (1975): Ingenieurgeologische und bodenmechanische Untersuchungen bei der Planung eines Ton-Abbaus in der Nachbarschaft von öffentlichen Verkehrswegen. – Ziegelindustrie, **10**: 374-379, 6 Abb.; Wiesbaden. [Kassel]
- KEUSGEN, A. (1975): Aus dem Bericht über das Bergwesen im Lande Hessen für das Jahr 1974. – Glückauf, **111** (18): 884-885; Essen.
- LASKOWSKI, N., KOST, T., POMMERENKE, D., SCHÄFER, A., & TOBSCHALL, H. J. (1975): Die rezenten Sedimente des Ginsheimer Altrheines als extremes Beispiel für die Schwermetallbelastung limnisch-fluviatiler Gewässer des südwestlichen Rhein-Main-Gebietes. – Fortschr. Mineral., **53** (Beih. 1): 44, 1 Tab.; Stuttgart.

*Dr. A. HERZBERG, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden.

- LIPPOLT, H.J., BARANYI, I., & RADZEK, I. (1975): Das Rb-Sr-Gesamtgesteinsalter des Granitgneises vom Böllsteiner Odenwald. – Fortschr. Mineral., **53** (Beih. 1): 48; Stuttgart.
- MAGGETTI, M., & DIVER, B. B. VAN (1975): Die Orbiculite vom Zehnes bei Reichenbach (Odenwald). – Fortschr. Mineral., **53** (Beih. 1): 51; Stuttgart.
- NICKEL, E. (1975): Anschauungswandel im Verständnis der Texturen im Bergsträsser Grundgebirge (Odenwald). – Fortschr. Mineral., **53** (Beih. 1): 60; Stuttgart.
- NIEDERBUDE, E. A., & REINER, L. (1975): Diskriminanzanalytische Trennung von Löß-Parabraunerden nach Bodenhorizonten und Herkunftsorten mittels Tonmineraleigenschaften. – Z. Acker- u. Pflanzenbau, **141** (2): 85–101, 5 Abb., 6 Tab.; Berlin – Hamburg. [Hess. Senke, Rhein. Schiefergebirge]
- OESTERLE, F.-P., & LIPPOLT, H. J. (1975): Alter der Langbeinitbildung in den Kalilagern des Fulda- und Werrabeckens. – Fortschr. Mineral., **53** (Beih. 1): 62; Stuttgart.
- OLBRISCH, H. D. (1975): Beitrag zur Methodik der Datenanalyse bei Lysimeteruntersuchungen. – Veröff. Inst. Wasserforsch. GmbH Dortmund u. Hydrol. Abt. Dortmunder Stadtwerke AG, **22**: 1–307, 83 Abb., 42 Tab.; Dortmund. [Rechenprogramm Hessen]
- SAFFARIZADEH, P., & PLATEN, H. v. (1975): Beitrag zur Genese der Roteisensteinerze des Lahn-Dill-Gebietes II: Experimentelle Löslichkeitsuntersuchungen an einem basaltischen Ausgangsgestein. – Fortschr. Mineral., **53** (Beih. 1): 71; Stuttgart.
- SCHULZ, R. (1975): Bruchtektonik und Seismotektonik im Oberrheingebiet. – Oberrhein. geol. Abh., **24**: 65–84, 11 Abb.; Karlsruhe.
- SCHULZ-DOBRICK, B. (1975): Chemischer Stoffbestand variskischer Geosynklinalablagerungen im Rhenoherynikum. – Diss., 86 S., 15 Abb., 111 Tab.; Göttingen.
- SIMON, W. (1975): Bingen am Rhein. Geologische Grenze, lebendig seit dem Erdaltertum. – Aufschluß, **26** (11): 421–428, 10 Abb.; Heidelberg.
- STEFAN, F. (1975): Bericht über die Herbsttagung 1974 der Fachgruppe für Mineralogie und Geologie des Naturwissenschaftlichen Vereines für Kärnten. – Karinthin, **72/73**: 146–149; Salzburg. [Uranvorkommen in Hessen].
- Geologische Plattengrenze in der Bundesrepublik. Erdkruste und Moho im Rheinischen Schiefergebirge. – Umschau, **75** (20): 641–644, 2 Abb.; Frankfurt a. M. 1975.

Nachtrag aus dem Jahre 1976

- ILLIES, H., & GREINER, G. (1976): Regionales stress-Feld und Neotektonik in Mitteleuropa. – Oberrhein. geol. Abh., **25**: 1–40, 12 Abb.; Karlsruhe.
- KRAMER, E. (1976): Übereinstimmung der geochronologischen Messungen der Lavenabfolge im Bohrloch Rainrod I (Vogelsberg) mit einer durch mikroskopische Beobachtung abgeleiteten Gliederung der Lavenabfolge. – Fortschr. Mineral., **54** (Beih. 1): 51–52, 1 Abb.; Stuttgart.
- LADNORG, U. (1976): Zur Genese einiger Basaltvorkommen des Westerwaldes. – Diss., 179 S., 67 Abb., 4 Taf.; Mainz.
- LÜDELING R. (1976): Bodendynamische Untersuchungen des Baugrundes nach dem seismischen Aufzeitverfahren. – Geol. Jb., **C 12**: 3–82, 47 Abb., 6 Tab.; Hannover. [Biblis]
- MOSEBACH, R., KOUGOULIS, C., & SCHARIFI ALE AGHA, F. (1976): Über einige Vulkanite des Vogelsberges. – Fortschr. Mineral., **54** (Beih. 1): 121–122; Stuttgart.
- ROSENFELD, U., & KLOSTERMANN, J. (1976): Zur Tektonik zwischen Osning und östlichem Eggegebirgs-Vorland. – Nachr. dt. geol. Ges., **15**: 4; Hannover.
- SCHNEIDER, W. (1976): Diagenetische Prozesse in devonischen Rifffalken Mitteleuropas. – Fortschr. Mineral., **54** (Beih. 1): 83–84; Stuttgart.
- STOPPEL, D. (1976): Ergebnisse von Bohrungen auf dem Massenkalk-Vorkommen von Brilon und Warstein. – Nachr. dt. geol. Ges., **15**: 5–6; Hannover.
- SÜSSMANN, W. (1976): Einfluß der Bodennutzung auf Abflußregime und Wasserqualität von Wasserläufen. – Mitt. dt. bodenk. Ges., **23**: 209–214, 2 Abb., Göttingen. [Nordhess. Bergland]

Nachtrag aus dem Jahre 1977

- Arbeitsgemeinschaft der Länder zur Reinhaltung der Weser (Hrsg.) (1977): Bericht Weseruntersuchungsfahrt 1977 mit dem Meß- und Laborschiff „Argus“ des Landes Hessen. – 39 S., Abb., Tab.; Wiesbaden (Hess. Min. Landwirtsch. u. Umwelt).
- BARTHEL, F. (1977): Uran-Prospektion in der Bundesrepublik Deutschland. – Naturwiss., **64**: 499–509; Berlin - Göttingen - Heidelberg. [Odenwald]
- BORNEFF, J. (1977): Die hygienische Bedeutung der Schadstoffe im Rhein. – Ber. 6. Arb.-Tag. internat. Arb.-Gem. Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet, Wiesbaden 1977: 68–81, 3 Abb., 2 Tab.; Amsterdam.
- BREHMS, J. (1977): Die Schlitz, eine Abwasserrinne des Vogelsbergkreises. – Schlitzer Bote, Beil. v. 1.10.77: 1–4; Schlitz.
- BRUNNER, R. E., & DÖRR, A. (1977): Bestimmung von Natrium und organischer Substanz bei der Kapazitätskontrolle an der Vollentsalzungsanlage des Kernkraftwerkes Biblis. – Vom Wasser, **49**: 245–265, 12 Abb., 5 Tab.; Weinheim a. d. B.
- HABERER, K., & NORMANN, S. (1977): Weitergehende Untersuchungen zur Optimierung von Fällung und Flockung organischer Inhaltsstoffe des Rheinwassers. – Arb.-Gem. Rheinwasserwerke e. V., Jber. 1976, T. 4: 119–137, 46 Abb., 34 Tab.; Düsseldorf.
- HALSBAND, E. (1977): Am Beispiel der Weser: Veränderungen im Blutbild der Fische bei höheren Kaliumkonzentrationen. – Wasser, Luft u. Betrieb, **21** (10): 548–551; Mainz. [Kalilaugen-Einleitung aus der DDR]
- HELLMANN, H., & SCHUMACHER, M. (1977): Gewässerkundliche Untersuchungen über die Dynamik des Umsatzes von Phosphat, Nitrat und Borat im Rhein. – Forschungsvorhaben 8/74 (W) für das Bundesministerium des Innern, Schlußbericht und Zusammenfassung 1974/76, 73 S., 15 Abb., 14 Tab.; Koblenz (B.-Anst. Gewässerkd.).
- HINRICH, H. (1977): Schwebstoffgehalt und Schwebstoff-Frachten der Fulda, Werra, Weser, Leine und Aller in den Jahren 1971 bis 1976. – Weser, **51**: 174–176; Bremen.
- HORN, H. (1977): Die Änderung der Abflußverhältnisse und der Höhenlage auf der Rheinsohle zwischen Karlsruhe-Maxau und Andernach. – Z. Binnenschifffahrt u. Wasserstraßen, (4): 209–215; Duisburg.
- Internationale Kommission zum Schutze des Rheins gegen Verunreinigung (Hrsg.) (1977): Zahlentafeln der physikalisch-chemischen Untersuchungen des Rheins sowie der Mosel/Koblenz 1977. – 120 S., 114 Tab.; Koblenz.
- SCHRÖDER, L. (1977): Die Erdöl- und Erdgasexploration in der Bundesrepublik Deutschland 1976. – Erdöl u. Kohle, **30**: 349–357; Hamburg.
- SEEGERS, H. (1977): Mehr Schmutz im Rhein. – U - das techn. Umweltmag., (1): 18–20; Würzburg.
- SONTHEIMER, H. (1977): Neuester Stand der Rheinverschmutzung. – Ber. 6. Arb.-Tag. internat. Arb.-Gem. Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet, Wiesbaden 1977: 46–67, 14 Abb., 1 Tab.; Amsterdam.
- et al. (1977): Überblick über die Ergebnisse der physikalischen und chemischen Analysen des Rheinwassers aus dem Untersuchungsbereich der ARW im Jahre 1977. – Arb.-Gem. Rheinwasserwerke e. V., Jber. 1977: 29–71, Abb., Tab.; Düsseldorf.
- WROZ, W. (1977): Der Ausbau der unteren Fulda zwischen Kassel und Münden. – N. Arch. Niedersachsen, **26** (3): 290–297; Göttingen.
- Sonderplan Abwasserbehandlung Region Osthessen. – 83 S., 14 Ab., 2 Tab., 5 Kt.; Kassel (Grothus-Verl.) 1977.
- Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Mümling - Gersprenz - Rodau. – 1. Aufl., 118 S., 34 Bilder, 39 Tab., 15 Kt.; Kassel (Bearb. Hess. L.-Anst. Umwelt) 1977.

Nachtrag aus dem Jahre 1978

- FISCHER, A., & SLEMROVA, J. (1978): Die Belastung des Rheins mit Chlorbenzolen. – Vom Wasser, **51**: 33–46; Weinheim a. d. B.
- KUSSMAUL, H. (1978): Reinigungsmittel in Gewässern und deren Verbleib bei Trinkwassergewinnung und -aufbereitung. – Gewässerschutz - Wasser - Abwasser, **29**: 87–103; Aachen. [Belastung des Rheins]

- MAIER, J., FRITSCHI, G., & KUSSMAUL, H. (1978): Identifizierung von Fluorkohlenwasserstoffen im Main mittels Gaschromatographie-Massenspektrometrie. – Vom Wasser, **51**: 227–234; Weinheim a. d. B.
- Verbesserung der Umweltverhältnisse am Rhein. 2. Teil: Sicherung der Rheinauen. – 68 S., Abb., Tab.; Wiesbaden (Hess. Min. Landwirtsch. u. Umwelt) 1978.

Nachtrag aus dem Jahre 1979

- BRAEUNING, E. (1979): Statistische Auswertung von Haupt- und Spurenelementen in Mineral- und Thermalwasseranalysen der Bundesrepublik Deutschland. – Ber. Kernforschungsanlage Jülich, **60**, 338 S., Abb., Tab., Anal.; Jülich.
- BRAUNSTEIN, L., HOCHMÜLLER, K., & SPENGLER, K. (1979): Mikrocoulometrische Analyse von Chlororganica im Rheinwasser. – Vom Wasser, **53**: 27–51; Weinheim a. d. B.
- FALTIN, M. (1979): Abwasserbehandlungsverfahren, Klärschlammfall und Beseitigung der Klärschlämme in Hessen. – Korrespondenz Abwasser, **26** (3): 126–132; Bonn.
- HABERER, K., & NORMANN, S. (1979): Gaschromatographische Untersuchungen zur organischen Belastung des Rheinwassers. – Gas- u. Wasserf., **120** (7): 302–307; München.
- HOFFERS, B. (1979): Zusammenhänge zwischen Geothermik und junger Tektonik im Oberrheingraben. – Oberrhein. geol. Abh., **28**: 1–5, 3 Abb., Karlsruhe.
- KILLE, K. (1979): Hochwasserwahrscheinlichkeit in Hessen. – 32 S., Abb., Tab.; Wiesbaden (Hess. L.-Anst. Umwelt).
- KOSCHINSKI, G. (1979): Mikrostrukturelle und mikrothermometrische Untersuchungen an Quarzmineralisationen aus dem östlichen Rheinischen Schiefergebirge. – Diss., 146 S., 50 Abb., 3 Tab., 6 Taf.; Göttingen.
- LOH, J. v. (1979): Mathematisch-statistische Auswertung von Gewässergütedaten - dargestellt am Beispiel der Weser und Teilen ihres Einzugsgebietes. – Mitt. niedersächs. Wasseruntersuchungsamt, **4**, 244 S., 147 Abb., 34 Tab.; Hildesheim.
- ROHDENBURG, H. (1979): Eiskeilhorizonte in südniedersächsischen und nordhessischen Lößprofilen. – Landschaftsgenese u. Landschaftsökologie, **3**: 91–114, 20 Abb.; Braunschweig.
- SCHRAFT, A. (1979): Das Neogen am Westrand des Oberrheingrabens bei Oppenheim. – Oberrhein. geol. Abh., **28**: 29–39, 12 Abb.; Karlsruhe.
- Arbeitsgemeinschaft der Länder zur Reinhaltung der Weser. Bericht für den Zeitraum 1976–1978. – 18 S., Abb., Tab.; Wiesbaden (Hess. Min. Landesentw., Umwelt, Landwirtsch. u. Forsten) 1979. [Kaliabwässer]

Nachtrag aus dem Jahre 1980

- BENECKE, P., LIEBSCHER, H.J. & MEYER, E. (1980): Forstlich-hydrologische Untersuchungen im Kaufunger Wald. – Schr. forstl. Fak. Univ. Göttingen u. niedersächs. forstl. Versuchs-Anst., **63**, 333 S., 144 Abb., 80 Tab.; Frankfurt a. M. (J. D. Sauerländer's Verl.).
- CUBUK, G. A., BIBUS, E., POPLIN, F., & STORCH, G. (1980): Altsteinzeitliche Funde und eiszeitliche Faunenreste von Rockenberg, Wetteraukreis. – Fundber. Hessen, **17/18**: 37–64; Bonn.
- FRANZEN, J. L. (1980): Das Skelett eines juvenilen *Propalaeotherium isselanum* (Mammalia, Equidae) aus dem mitteleozänen Ölschiefer der Grube Messel bei Darmstadt. – Dortmunder Beitr. Landeskde., naturwiss. Mitt., **1980** (14): 85–102; Dortmund.
- HILLMER, G., LEHMANN, U., LIERL, H. J., & WEITSCHAT, W. (1980): Fossile Schätze unter Müll. Messel - Leben vor 50 Millionen Jahren. – 46 S., 30 Abb.; Bramsche (Rank & Co. KG.).
- KOCH, K., & VOGEL, J. (1980): Zu den Beziehungen von Tektonik, Sylvinitbildung und Basaltintrusionen im Werra-Kaligebiet. – Freiburger Forsch.-H., **C 347**, 104 S., 53 Abb., 2 Tab.; Leipzig.
- SAUERLAND, V. (1980): Tektonische Entwicklung des westlichen Taunus zwischen Taunus-Kammüberschiebung und Lahn-Mulde. – Diss., 94 S., 52 Abb., 4 Taf.; Göttingen.
- SCHULZ, S. (1980): Verteilung und Genese von Fluorit im Hauptdolomit Norddeutschlands. - Berliner geowiss. Abh., **A 23**, 85 S., 71 Abb., 26 Tab., 1 Taf.; Berlin. [Beprobte Zechstein-Aufschlüsse bei Eschwege]

- STRUVE, W. (1980): Beiträge zur Kenntnis devonischer Brachiopoden, 20: Zur Paläökologie fixosessiler artikulater Brachiopoden aus dem Rheinischen Gebirge. – *Senckenbergiana lethaea*, **60** (4/6): 399–433, 2 Abb., 8 Taf.; Frankfurt a. M.
- STÜRMER, W. (1980): Röntgenstrahlen erforschen die Urzeit. – *Natur u. Mus.*, **110** (5): 125–140, 20 Abb., 1 Tab.; Frankfurt a. M. [Röntgenaufnahmen von Fossilien aus der Grube Messel]
- & SCHAARSCHMIDT, F. (1980): Pflanzen im Hunsrückschiefer. – *Natur u. Mus.*, **110** (5): 141–147, 7 Abb.; Frankfurt a. M.
- TRAUTNITZ, H.-M. (1980): Zirkonstratigraphie nach vergleichender morphologischer Analyse und statistischen Rechenverfahren – dargestellt am Beispiel klastischer Gesteine im Harz. – Diss. Univ. Erlangen-Nürnberg, 159 S., 98 Abb., 8 Tab., 7 Taf.; Erlangen. [Hörrekammquarzit vom Wollenberg]
- Sonderabfälle in der Untertage-Deponie Herfa-Neurode. – Wasser, Luft u. Betrieb, (1/2): 96–98; Mainz 1980.
- Wasserwirtschaftliche Rahmenuntersuchung Donau und Main (Hydrogeologie). – 44 S., 1 Abb., 1 Tab., 14 Beil.; München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1980.

1981

- AFANTCHAWO, K. (1981): Mineralbestand, Gefüge und bodenmechanisches Verhalten von Schluffen. – *Gießener geol. Schr.*, **27**, 176 S., 92 Abb., 46 Tab.; Gießen. [Probenmaterial aus der Umgebung von Gießen]
- ALBERTI, G. K. B. (1981): Beziehungen zwischen „herzynischen“ Trilobiten-Faunen aus NW-Marokko und Deutschland (Unter- und Mittel-Devon). – *Natur u. Mus.*, **111** (11): 362–369, 4 Abb.; Frankfurt a. M.
- (1981): Über ein Vorkommen von „Schönauer Kalk“ (Unter-Devon) in der Lindener Mark bei Gießen (E-Rand des Rheinischen Schiefergebirges). – *Senckenbergiana lethaea*, **62** (2/6): 285–286, 1 Abb.; Frankfurt a. M.
- AURAND, K., HÄSSELBARTH, U., & MÜLLER, G. † (1981): Atlas zur Trinkwasserqualität der Bundesrepublik Deutschland. – 173 S., 1 Taf., 10 Kt.; Berlin–Bielefeld–München (Erich-Schmidt-Verl.)
- BACKHAUS, E. (1981): Der marin-brackische Einfluß im Oberen Röt Süddeutschlands. – *Z. dt. geol. Ges.*, **132** (1): 361–382, 5 Abb., 1 Tab.; Hannover. [Odenwald]
- BARGON, E. (1981): Tätigkeitsbericht des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung für das Geschäftsjahr 1980 (1.1.–31. 12. 1980). – *Geol. Jb. Hessen*, **109**: 219–235; Wiesbaden.
- BARTELS, C., & KNEIDL, V. (1981): Ein Porphyroid in der Schiefergrube Schmiedenberg bei Bundenbach (Hunsrück, Rheinisches Schiefergebirge) und seine stratigraphische Bedeutung. – *Geol. Jb. Hessen*, **109**: 23–36, 4 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- BARTENSTEIN, H., & BRAND, E. (1981): Rudolf Richter und die mikropaläontologische Forschung am „Senckenberg“. – *Natur u. Mus.*, **111** (11): 370–377, 5 Abb.; Frankfurt a. M.
- BARTH, W. (1981): Wiesbaden - Hessisches Landesamt für Bodenforschung - Lagerstättenschutz. – *Nachr. dt. geol. Ges.*, **24**: 123–124; Hannover.
- BAUMANN, H. (1981): Regional stress field and rifting in Western Europe. – *Tectonophysics*, **73**: 105–111, 2 Abb., 1 Tab.; Amsterdam–Oxford–New York.
- BECKER, G. (1981): Ostracoden im Devon Europas - Paläökologische, paläogeographische und biostratigraphische Aspekte. – *Natur u. Mus.*, **111** (11): 378–383, 3 Abb.; Frankfurt a. M.
- BECKER-MARX, K., & FRICKE, W. (1981): Stand der grenzüberschreitenden Raumordnung am Oberrhein. – *Heidelberger geogr. Arb.*, **71**, 105 S., 13 Abb.; Heidelberg.
- BENEK, R. (1981): Zur geologischen Korrelation von Vulkaniten insbesondere nach stofflichen Merkmalen. Bemerkungen zur Mobilität und Krustenfelderung während des Permosiles in Mitteleuropa. – *Z. geol. Wiss.*, **9** (4): 347–360, 8 Abb., 1 Tab.; Berlin.
- BLANK, L. (1981): Ökologische Wechselwirkungen zwischen Algenbiozönose, thermischer Belastung und Sauerstoffbilanz eines gestauten und stark verschmutzten Flusses. – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **44**: 1–246, 65 Abb., 14 Tab.; Frankfurt a. M. [Untermain]
- BÖKE, E., & LINDSTEDT, H.-J. (1981): Zur Grundwasserneubildung in Waldgebieten der Rhein-Main-Niederung. – *Geol. Jb. Hessen*, **109**: 179–189, 2 Abb., 4 Tab.; Wiesbaden.

- BOHN, U. (1981): Die Vegetation der Hohen Röhn - Gesellschaftsinventar, Bewertung, aktuelle Gefährdung, Erhaltungsmaßnahmen. - Natur u. Landsch., **56** (10): 350-359, 11 Abb.; Köln.
- BUGGISCH, W., RABIEN, A., & HÜHNER, G. (1981): Zum Alter des unterkarbonischen Deckdiabases (Effusiv-Diabas) bei Oberscheld (Dillmulde, Rheinisches Schiefergebirge). - Geol. Jb. Hessen, **109**: 37-55, 3 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.
- BUSSE, E., & HORN, M. (1981): Fossilführung und Stratigraphie der Gelben Basisschichten (Oberer Muschelkalk) im Diemelgebiet. - Geol. Jb. Hessen, **109**: 73-84, 1 Abb.; Wiesbaden.
- DIEDERICH, G., & HICKETHIER, H. (1981): Das Buntsandsteinprofil der Tiefbohrung Ahl (Nordspesart) und seine paläogeographische Stellung. - Geol. Jb. Hessen, **109**: 57-72, 1 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- DOUBINGER, J., & BÜHMANN, D. (1981): Röt bei Borken und bei Schlichtern (Hessen, Deutschland) Palynologie und Tonmineralogie. - Z. dt. geol. Ges., **132** (1): 421-449, 5 Abb., 1 Tab., 3 Taf.; Hannover.
- ECKERT, G. (1981): Bad Salzhausen: Kleines Bad mit großem Charme. Jetzt auch Sole-Bewegungsbad. - Heilbad u. Kurort, **33** (9): 244-246, 3 Abb.; Gütersloh.
- EHRENBERG, K.-H. (1981): Ein tertiärer Vulkankrater bei Hungen-Langd (Vogelsberg). - Geol. Jb. Hessen, **109**: 103-113, 4 Abb., 3 Tab.; Wiesbaden.
- FROMM, K., GRUBBE, K., HARRE, W., HENTSCHEL, G., HÖLTING, B., HOLTZ, S., KREUZER, H., MEISL, S., NÖRING, F., PLAUMANN, S., PUCHER, R., STRECKER, G., SUŠIĆ, M., & ZSCHAU, H.-J. (1981): Forschungsbohrungen im Hohen Vogelsberg (Hessen), Bohrung 1 (Flösser-Schneise), Bohrung 2/2A (Hasselborn). - Geol. Abh. Hessen, **81**, 166 S., 89 Abb.; 17 Tab., 9 Taf.; Wiesbaden.
- EIKAMP, H. (1981): Neue Schildkrötenfunde aus den untermiozänen (aquitanen) Hydrobienschichten des Mainzer Beckens von Budenheim bei Mainz (Hessen). - Aufschluss, **32** (11): 463-468, 3 Abb.; Heidelberg.
- EISVOGL, G. (1981): Ein Manide aus dem Mitteleocän der Grube Messel bei Darmstadt (Hessen). - Aufschluss, **32** (2): 77-83, 2 Abb.; Heidelberg.
- ELMOHANDES, S.-E. (1981): The central European graben system: rifting imitated by clay modelling. - Tectonophysics, **73**: 69-78, 8 Abb.; Amsterdam-Oxford-New York.
- FINKENWIRTH, A. (1981): Untertage-Deponie in aufnahmefähigen Schichten. - In: Ulmanns Encyclopädie der technischen Chemie, **6**, 4. Aufl.: 593-596, 1 Tab.; Weinheim (Verlag Chemie). [Betr. auch Hessen]
- FRANZEN, J. L. (1981): Bilanz der Senckenberg-Grabungen in der Grube Messel 1976-1980. - Natur u. Mus., **111** (8): 262-266, 3 Abb.; Frankfurt a. M.
- (1981): *Hyrachys minimus* (Mammalia, Perissodactyla, Helaletidae) aus den mitteleozänen Ölschiefern der „Grube Messel“ bei Darmstadt (Deutschland, S-Hessen). - Senckenbergiana lethaea, **61** (3/6): 371-376, 2 Abb., 3 Tab.; Frankfurt a. M.
- (1981): Das erste Skelett eines Dichobuniden (Mammalia, Artiodactyla), geborgen aus mitteleozänen Ölschiefern der „Grube Messel“ bei Darmstadt (Deutschland, S-Hessen). - Senckenbergiana lethaea, **61** (3/6): 299-353, 11 Abb., 6 Tab., 11 Taf.; Frankfurt a. M.
- FUCHS, K., BONJER, K.P., & PRODEHL, C. (1981): The continental rift system of the Rhinegraben - structure, physical properties, and dynamical processes. - Tectonophysics, **73**: 79-90, 7 Abb.; Amsterdam-Oxford-New York.
- GERHARD, H. (1981): Grundwassermodelle als Planungsgrundlage für die Wasserbewirtschaftung in Hessen. - Wasser u. Boden, **33** (9): 419-423, 1 Taf.; Hamburg-Berlin.
- GERMANN, K., PAGEL, J.-M., & PAREKH, P.P. (1981): Eigenschaften und Entstehung der „Lahn-Phosphorite“. - Z. dt. geol. Ges., **132** (1): 305-323, 9 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Hannover.
- GOLWER, A. (1981): Versickerungsverhalten und Ausbreiten von Mineralölen und Chemikalien im Untergrund. - Ber. Tagung Ver. Förderung Wasser- u. Lüthygiene (VFWL) am 19./20. März in Brugg-Windisch: 27-33, 4 Abb., 3 Tab.; Zürich. [Beispiele aus Hessen.]
- (1981): Versickerungsverhalten und Ausbreitung von Mineralölen und Chemikalien im Untergrund. - Erdöl u. Kohle-Erdgas-Petrochemie, **34**: 455, 1 Bild; Leinfelden-Echterdingen. [Beispiele aus Hessen.]
- GREBE, R. (1981): Ausbau Flughafen Rhein-Main/Frankfurt. Zum Haering im Hessischen Landtag. - Natur u. Landsch., **56** (6): 213-217; Köln.

- GRONEMEIER, K., BRUNHOF, W., MATTHESS, G., PEKDEGER, A., & SCHENK, D. (1981): Zur Mechanik halbfester Gesteine in Abhängigkeit von Geochemie und Mikrogefüge. – Ber. 3. nat. Tag. Ing.-Geol.: 45–53, 12 Abb., 3 Tab.; Ansbach. [Untersuchungen auf Bl. 5425 Kleinsassen]
- HAHN, G., & BRAUCKMANN, C. (1981): Ein neuer Ophiuren-Fund aus dem Kulm von Herborn (Asterozoa, Unter-Karbon III α , Hessen). – Geol. Jb. Hessen, **109**: 5–18, 2 Abb., 2 Taf.; Wiesbaden.
- & HAHN, R. (1981): Kulm-Trilobiten und ihr Lebensraum. – Natur u. Mus., **111** (11): 355–361, 8 Abb.; Frankfurt a. M. [Dill-Mulde]
- HARMS, R. W., MARR, G., SIEKER, F., & STEINLE, E. (1981): Stadthydrologische Messungen in der Bundesrepublik Deutschland – ein Überblick. – Gas- u. Wasserf., **122** (4): 147–152, 5 Abb., 3 Tab.; München 1981. [Frankfurt a. M.]
- HEDEMANN, H.-A. (1981): Die Erdöl- und Erdgasexploration in der Bundesrepublik Deutschland 1980. – Erdöl-Erdgas-Z., **97** (7): 241–255, 3 Tab.; Hamburg – Wien (Urban).
- HEIN, G. W., & KISTERMANN, R. (1981): Mathematical foundation of non-tectonic effects in geodetic recent crustal movement models. – Tectonophysics, **71**: 315–334, 15 Abb.; Amsterdam–Oxford–New York. [West-Deutschland, Oberrheingraben]
- HERRMANN, A. G. (1981): Grundkenntnisse über die Entstehung mariner Salzlagerstätten. – Aufschluss, **32** (2): 45–72, 7 Abb.; Heidelberg.
- HERZBERG, A. (1981): Hessisches Geologisches Schrifttum 1979 mit Nachträgen aus den Jahren 1973–1978. – Geol. Jb. Hessen, **109**: 205–214; Wiesbaden.
- HÖLTING, B. (1981): Hydrogeologische Probleme bei der Wassererschließung in Kluffgrundwasserleitern. – Brunnenbau–Bau von Wasserwerken–Rohrleitungsbau, **32** (5): 195–198, 3 Abb.; Köln. [Beispiele aus Hessen]
- (1981): Vorkommen und Verbreitung von tiefen Grundwässern des Na₂–SO₄-Typs in Hessen. – Geol. Jb. Hessen, **109**: 139–146, 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- HOFFERS, B. (1981): A model for hydrothermal convection in the Rhine graben and its tectonic implications. – Tectonophysics, **73**: 141–149, 3 Abb.; Amsterdam–Oxford–New York.
- HÜHNER, G. (1981): Bohrprobenlager Villmar-Aumenau. – Geol. Jb. Hessen, **109**: 237; Wiesbaden.
- ILLIES, J. H. (1981): Mechanism of graben formation. – Tectonophysics, **73**: 249–266, 14 Abb.; Amsterdam–Oxford–New York.
- BAUMANN, H., & HOFFERS, B. (1981): Stress pattern and strain release in the Alpine foreland. – Tectonophysics **71**: 157–172, 7 Abb.; Amsterdam–Oxford–New-York. [Oberrheingraben]
- JANSSEN, R. (1981): Mollusken-Assoziationen und Biotope im norddeutschen Oberoligozän. – Natur u. Mus., **111** (3): 70–78, 8 Abb.; Frankfurt a. M. [Fundorte Glimmerode und Niederkaufungen b. Kassel]
- JUBITZ, K.-B., SCHWAB, G., & TESCHKE, H.-J. (1981): Geologische Entwicklungstrends am Südwestrand der Osteuropäischen Tafel – ein Überblick. – Z. geol. Wiss., **9** (10): 1113–1137, 22 Abb.; Berlin.
- JUVIGNÉ, E., & SEMMEL, A. (1981): Un tuf volcanique semblable à l'Eltviller Tuff dans les loess de Hesbaye (Belgique) et du Limbourg néerlandais. – Eiszeitalter u. Gegenwart, **31**: 83–90, 6 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- KARSCHNY, A., & KUTSCHER, F. (1981): Oskar Rose †. – Geol. Jb. Hessen, **109**: 216–218, 1 Bild; Wiesbaden.
- KATZUNG, G. (1981): Vulkanismus und Tektonik der variszischen Subsequenzperiode. – Z. geol. Wiss., **9** (10): 1149–1154, 2 Abb.; Berlin.
- KEMPE, S., MYCKE, B., & SEEGER, M. (1981): Flußfrachten und Erosionsraten in Mitteleuropa, 1966–1973. – Wasser u. Boden, **33** (3): 126–131, 5 Abb., 3 Taf.; Hamburg – Berlin.
- KENKE, G. (1981): Klein und selten. Zeolithminerale vom Roßberg. – Mineralien-Magazin, **5** (10): 446–450, 8 Abb.; Stuttgart.
- KLAUSEWITZ, W. (1981): Die Einwirkung des Mainwassers auf die Fische des Mittelrheins. – Natur u. Mus., **111** (7): 220–227, 12 Abb.; Frankfurt a. M.
- KLEEFELDT, M. (1981): Causes of Groundwater Salinization in the Aquifer of the Weser River Valley (Northwest-Germany). – Geol. Jb., **C 29**: 133–146, 12 Abb.; Hannover.
- KLEIN-REESINK, J., & RIEGEL, W. (1981): Petrographische Untersuchungen an tertiären Braunkohlen Niederhessens. – Nachr. dt. Geol. Ges., **25**: 40–41; Hannover.

- KOENIGSWALD, W. v. (1981): Paläogeographische Beziehungen der Wirbeltierfauna aus der alttertiären Fossilagerstätte Messel bei Darmstadt. – Geol. Jb. Hessen, **109**: 85–102, 3 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- RICHTER, G., & STORCH, G. (1981): Nachweis von Hornschuppen bei *Eomanis waldi* aus der „Grube Messel“ bei Darmstadt (Mammalia, Pholidota). – Senckenbergiana lethaea, **61** (3/6): 291–298, 4 Abb.; Frankfurt a. M.
- KRAJEWSKI, C. (1981): Rheinchronik 1980. – Beitr. Rheinkde., **33**: 55–58, 2 Abb.; Koblenz.
- KREBS, W. (1981): Die saxonische Pb-Zn-Ba-F-Mineralisation in klastischen und karbonatischen Gesteinen des postvariszischen Deckgebirges Mitteleuropas. – Nachr. dt. geol. Ges., **25**: 45; Hannover.
- KRIELE, W., & MÄRZ, K. (1981): Durchlässigkeitsuntersuchungen und ihre Vergleichbarkeit im Buntsandstein von Rhön und Spessart. – Ber. 3. nat. Tag. Ing.-Geol.: 101–108, 10 Abb.; Ansbach.
- KRYSTOSEK, K., & PAULITSCH, P. (1981): Korund-Orientierung am Gabbrokontakt (Seeheim, Bl. 6217 Zwingenberg a. d. Bergstraße, Hessen). – Geol. Jb. Hessen, **109**: 133–136, 2 Abb.; Wiesbaden.
- KÜHN, J., & SCHANZ (1981): Grundwasserentnahme im Vogelsberg. – Wasser u. Boden, **33** (10): 481–485, 3 Abb.; Hamburg – Berlin.
- KÜMMERLE, E. (1981), mit Beitr. v. ABEL, H., BEURER, M., BLUM, R., SCHARPFF, H.-J., SCHRADER, L., SCHRICKE, W., STRECKER, G., & WIEGAND, K.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1 : 25000, Blatt Nr. 5518 Butzbach, 214 S., 30 Abb., 13 Tab., 3 Taf.; Wiesbaden.
- KULICK, J. (1981): Burg Eisenberg bei Goldhausen. – Archäol. Denkmäler Hessen, **17**, 12 S., 10 Abb.; Wiesbaden.
- KUPFAHL, H.-G. (1981), mit Beitr. v. ANDERLE, H.-J., BUSSE, E., EHRENBERG, K.-H., HAHNER, A., JANSSEN, R., KULICK, J., PLAUMANN, S., RAMBOW, D., REICHMANN, H., RITZKOWSKI, S., RÖSING, F., STRECKER, G., ULRICH, H.-J., & VAUPEL, O.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Blatt Nr. 4723 Oberkaufungen, 2. Aufl., 212 S., 15 Abb., 17 Tab., 3 Taf., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- LEIFELD, D., & KULICK, J. (1981): Regionale Erkundung des Kupferschiefers in Hessen im Vorfeld industrieller Exploration. – Rahmenprogramm Rohstofforschung, Statusseminar 1981 Mineralische Rohstoffe: 281–290, 1 Abb.; Jülich (KFA Jülich GmbH).
- LEUTERITZ, K. (1981), mit Beitr. v. BASTIN, H. A., GRÜNHAGEN, H., KAMP, H. v., REHAGEN, H.-W., SCHERP, A., WIRTH, W., & WOLF, M.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25000, Blatt Nr. 4717 Niedersfeld, 174 S., 19 Abb., 21 Tab., 4 Taf.; Krefeld.
- LIERSCH, K.-M. (1981): Die Salzbelastung von Werra und Weser. – Wasser u. Boden, **33** (8): 400–402, 5 Abb.; Hamburg - Berlin.
- LÜTZNER, H., ELLENBERG, J., FALK, F., GRUMBT, E., STACKEBRANDT, W., STOLL, A., & WENDLAND, F. (1981): Herzynische und rheinische Tektonik in Südwestthüringen. – Z. geol. Wiss., **9** (12): 1487–1489, 1 Abb.; Berlin.
- MADER, D. (1981): Dünensande im germanischen Buntsandstein. – Naturwissenschaften, **68** (3): 140–141; Berlin – Heidelberg – New York.
- MÄLZER, H. (1981): Height changes and recent vertical crustal movements in Western German areas – instrumental improvements. – Tectonophysics, **71**: 53–63, 10 Abb.; Amsterdam–Oxford–New York.
- MARTINI, E. (1981): Sciaeniden (Pisces) aus dem Basisbereich der Hydrobien-Schichten des Oberrheingrabens, des Mainzer und des Hanauer Beckens (Miozän). – Senckenbergiana lethaea, **62** (2/6): 93–123, 5 Abb., 1 Tab., 4 Taf.; Frankfurt a. M.
- MATTHESS, G., & PEKDEGER, A. (1981): Zur Grundwasserneubildung im hessischen Teil des Oberrhein-Grabens. – Geol. Jb. Hessen, **109**: 191–204, 6 Abb., 6 Tab.; Wiesbaden.
- MEIER, R. (1981): Aspekte der phanerozoischen Evaporitverteilung und Folgerungen für den globalpaläotektonischen Rahmen des Mitteleuropäischen Zechsteinbeckens. – Z. geol. Wiss., **9** (11): 1243–1246, 4 Abb.; Berlin.
- MEINEL, W., MATTHIAS, U., & SCHÖCKE, K. (1981): Chemisch-physikalische und faunistische Untersuchungen an einem Mittelgebirgsbach (Nieste, Naturpark Kaufunger Wald, Nordhessen). – Philippia, **4** (5): 357–369, 9 Abb., 5 Tab.; Kassel.

- SCHÖCKE, K., & MATTHIAS, U. (1981): Über die Funktion und den Wirkungsgrad von Talsperrenvorsperren, dargestellt am Beispiel des nordhessischen Twistesees. – *Philippia*, **4** (5): 414–426, 4 Abb., 2 Tab.; Kassel.
- – & RIEMENSCHNEIDER, H. (1981): Untersuchungen zum Phosphatmetabolismus der Twistetal-sperre (Arolsen, Nordhessen). – *Philippia*, **4** (4): 281–306, 18 Abb., 3 Tab.; Kassel.
- MEISL, S., & PÖSCHL, W. (1981): Radioactive Disequilibrium in Uranium Occurrences of the Odenwald, West-Germany. – In: *Ore Genesis – The State of the Art* (Ed. by G. C. AMSTUTZ et al.): 590–597; Berlin–New York–Heidelberg (Springer).
- MENGEL, K. (1981): Equilibrierungsbedingungen von Mantelgesteinsbruchstücken aus Tuffen der nördlichen Hessischen Senke. – *Fortschr. Mineral.*, **59** (Beih. 1): 124–125; Stuttgart.
- MENNING, M. (1981): Fortschritte des Paläomagnetismus im Perm Mitteleuropas. – *Z. geol. Wiss.*, **9** (11): 1247–1252, 3 Abb.; Berlin.
- MISCHKE, J., & REHNELT, J. (1981): Wiederaufarbeitung in Hessen. – *Umschau*, **81** (10): 297–299, 2 Abb., 1 Tab.; Frankfurt a. M.
- MOTZKA-NÖRING, R., & WEBER, K. (1981): Das Paläozoikum und die phyllitischen Gesteine von Welda (Bl. 4925 Sontra). – *Geol. Jb. Hessen*, **109**: 19–22, 1 Taf.; Wiesbaden.
- MUNDSCHENK, H., & KRAUSE, W. J. (1981): Zur longitudinalen Dispersion in freifließenden und staugeregelten Flüssen am Beispiel des Rheins und Neckars. – *Dt. gewässerkd. Mitt.*, **25** (1): 1–12, 14 Abb., 2 Tab.; Koblenz.
- MUNDT, W. (1981): Regionale und lokale Anomalien der geomagnetischen Säkularvariation im Randbereich der Osteuropäischen Tafel. Möglichkeiten der Erfassung und Deutung. – *Z. geol. Wiss.*, **9** (10): 1173–1178, 2 Abb.; Berlin.
- NEUGEBAUER, H. J., & TEMME, P. (1981): Crustal uplift and the propagation of failure zones. – *Tectonophysics*, **73**: 33–51, 8 Abb., 1 Tab.; Amsterdam–Oxford–New York. [Oberrheingraben]
- NITZSCHE, A. (1981): Rekultivierung und Renaturierung von Auskiesungsflächen am Beispiel der Bundesgartenschau Kassel 1981. – *Wasser u. Boden*, **33** (9): 443–446, 2 Abb.; Hamburg–Berlin.
- NORDSIECK, H. (1981): Fossile Clausilien, VI: Die posteozenen tertiären Clausilien Mittel- und West-Europas. – *Arch. Molluskenkd.*, **111** (1/3): 97–114, 1 Abb., 3 Tab.; Frankfurt a. M. [Fundpunkte auch im Rhein-Main-Gebiet]
- OELSNER, C., & PORSTENDORFER, G. (1981): Geothermische Situation an der Mohorovičić-Diskontinuität und elektrische Leitfähigkeitsverhältnisse im westlichen Randbereich der Osteuropäischen Tafel – geodynamische Schlußfolgerungen. – *Z. geol. Wiss.*, **9** (10): 1163–1172, 6 Abb.; Berlin.
- ORTLAM, D. (1981): Neue Aspekte zur känozoischen Entwicklung im Nordteil der Mittelmeer–Mjösen–Zone. – *Geol. Rdsch.*, **70** (1): 344–353, 5 Abb.; Stuttgart.
- PAUL, J. (1981): Zur Rand- und Schwellen-Fazies des Kupferschiefers. – *Nachr. dt. geol. Ges.*, **25**: 52–53; Hannover.
- PAULY E. (1981): Wege zur gesicherten Versorgung mit heimischen mineralischen Rohstoffen aus oberflächennahen Lagerstätten. – *Erzmetall*, **34** (10): 511–518; Weinheim. [Beispiele aus Hessen]
- (1981): Der Abbau oberflächennaher Lagerstätten im Rahmen der Landnutzung und der Regionalplanung. – In: *Probleme bei der Fortschreibung der Regionalen Raumordnungspläne; Arbeitskreise zur Landentwicklung in Hessen*, L 3: 107–135; Wiesbaden.
- PERATHONER, B., FUCHS, K., PRODEHL, C., & GINZBURG, A. (1981): Seismic investigation of crust-mantle transition in continental rift system-Jordan-Dead Sea rift and Rhinegraben. – *Tectonophysics*, **80**: 121–133, 12 Abb.; Amsterdam–Oxford–New York.
- PEREKALINA, T. V. (1981): Variscan volcanism of Central and Western Europe. In: ZWART, H. J., & DORNSIEPEN, U. F.: *The Variscan Orogen of Europe*. – *Geol. Mijnbouw*, **60**: 17–31, 7 Abb.; Den Haag.
- PRINZ, H., REUL, K., & SCHOLZ, N. (1981): Neue Wege zur Erkundung tektonischer Strukturen im Tunnelbau. – *Rock Mechanics*, Suppl. **11**: 9–32, 10 Abb.; Wien–New York. [Hirschhorn, südlicher Odenwald]
- PRODEHL, C. (1981): Structure of the crust and upper mantle beneath the central European rift system. – *Tectonophysics*, **80**: 255–269, 9 Abb.; Amsterdam–Oxford–New York.

- QUADE, H., NYK, R., & WALDE, R. (1981): Überschiebungstektonik in der Eisenerzlagerstätte Fortuna bei Berghausen/Dill (Rheinisches Schiefergebirge). – Z. dt. geol. Ges., **132** (1): 29–41, 3 Abb., 1 Taf.; Hannover.
- REIK, G., & NIEDERMEYER, S. (1981): Ermittlung von Gebirgskennwerten im Zuge ingenieurgeologisch-geotechnischer Erkundung für die Neubaustrecke Hannover–Würzburg der Deutschen Bundesbahn. – Ber. 3. nat. Tag. Ing.-Geol.: 139–145, 6 Abb., 3 Tab.; Ansbach.
- RICHTER, G. (1981): Untersuchungen zur Ernährung von *Messelobunodon schaeferi* (Mammalia, Artiodactyla). – Senckenbergiana lethaea, **61** (3/6): 355–370, 12 Abb.; Frankfurt a. M. [Fundstelle „Grube Messel“ bei Darmstadt]
- RICHTER, M., & WISTINGHAUSEN, E. v. (1981): Unterscheidbarkeit von Humusfraktionen in Böden bei unterschiedlicher Bewirtschaftung. – Z. Pflanzenernähr. Bodenkde., **144** (4): 395–406, 5 Tab.; Weinheim a. d. B. [Böden auch von Bad Vilbel und Gräfenhausen]
- RISSLAND, W. (1981): Die Mainwasseraufbereitung und Grundwasseranreicherung der Stadtwerke Frankfurt am Main. – Wasser u. Boden, **33** (4): 161–166, 8 Abb., 3 Taf.; Hamburg–Berlin.
- ITTER, K. (1981): Temperatur-, Sauerstoff- und Zehrungsmessungen im Rhein unterhalb der Kühlwassereinleitung des Kernkraftwerks Biblis. – Wasserwirtsch., **71** (5): 133–138, 6 Abb., 1 Taf.; Stuttgart.
- SCHAARSCHMIDT, F. (1981): Fossilfundstelle Messel Nr. 26: Stand der paläobotanischen Untersuchungen des Messeler Ölschiefers. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **50**: 47–48; Frankfurt a. M.
- SCHENK, V., HOLTZ, S., & SCHRANZ, H. (1981): Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen für die Ernstbachtalsperre bei Wiesbaden. – Ber. 3. nat. Tag. Ing.-Geol.: 161–167, 11 Abb.; Ansbach.
- SCHLEICHER, H., & LIPPOLT, H. J. (1981): Magmatic Muscovite in Felsitic Parts of Rhyolites from Southwest Germany. – Contrib. Mineral. Petrol., **78**: 220–224, 6 Abb., 1 Tab.; Berlin–Heidelberg–New York.
- SCHMETZER, K., HORN, W., & MEDENBACH, O. (1981): Über Kobaltkoritnigit, (Co, Zn) [H₂O/AsO₃OH], ein neues Mineral, und Pitticit, Fe₂O₃·As₂O₅·9-10H₂O, ein röntgenamorphes Fe-Arsenat-Hydrat. – N. Jb. Mineral., Mh., **1981** (6): 257–266, 1 Abb., 4 Tab.; Stuttgart. [Richelsdorfer Gebirge]
- SCHMINCKE, H.-U., & PRITCHARD, G. (1981): Carboniferous Volcanic Glass from Submarine Hyaloclastite, Lahn-Dill Area, Germany. – Naturwissenschaften, **68** (12): 615–616, 1 Tab.; Berlin–Heidelberg–New York.
- SCHMITT, T. J. (1981): The West European stress field: new data and interpretation. – J. Structural Geol., **3** (3): 309–315, 3 Abb., 1 Tab.; Oxford–New York–Toronto–Paris–Frankfurt–Sydney.
- SCHOMMER, H. (1981): „Struth-Clay“ – ein neuer Westerwälder Rohstoff? – Keramische Z., **33** (7): 412; Freiburg i. Br. [Vorkommen bei Herrenstruth/Westerwald]
- SCHOPPE, J. (1981): Einbindung eines ausgebauten Gewässers in die Landschaft am Beispiel der Nidda. – Wasser u. Boden, **33** (3): 106–116, 8 Abb.; Hamburg–Berlin.
- SCHRADER, L. (1981), mit Beitr. v. ASTHALTER, K., HENTSCHEL, G., & THIELICKE, G.: Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1:25000, Blatt Nr. 5418 Gießen, 124 S., 8 Tab., 6 Prof.; Wiesbaden.
- SCHREIBER, G. (1981): 92. Wasserstatistik. Berichtsjahr 1980. – 52 S.; Frankfurt a. M. (ZfGW-Verlag).
- SCHRÖDER, D., & ZAKOSEK, H. (1981): Kationenaustrag aus gestörten Böden in Abhängigkeit von Niederschlagsmenge, Bodeneigenschaften und Versuchsdauer. – Mitt. dt. bodenk. Ges., **30**: 131–148, 4 Abb., 9 Tab.; Göttingen. [Untersuchungen aus dem Raum Wiesbaden–Bad Kreuznach]
- SCHROEDER, E. (1981): Probleme des Werdegangs der mitteleuropäischen Varisziden im Hinblick auf globaltektonische Interpretationen. – Z. geol. Wiss., **9** (10): 1083–1088; Berlin.
- SCHUBERT, H., & CONRAD, W. (1981): Beitrag zur Interpretation ausgewählter geophysikalischer Anomalien Mitteleuropas unter geodynamischen Aspekten. – Z. geol. Wiss., **9** (10): 1179–1189, 8 Abb.; BeOrlin.
- SEIDENSCHWANN, G. (1981): Zur pleistozänen Reliefentwicklung in der südlichen Wetterau und im Ronneburger Hügelland. Probleme bei der geomorphologischen Kartierung eines Lößgebietes. – Geol. Jb. Hessen, **109**: 115–132, 8 Abb.; Wiesbaden.

- & AUER, F. (1981): Der Untergrund der Talaaue zwischen Langenselbold und Rodenbach/Erlense. – Jber. wetterau. Ges. Naturkde., **131–132**: 61–90, 6 Abb., 5 Tab., 4 Bilder; Hanau.
- SEIDLER, E., & JACOBY, W. R. (1981): Parameterized rift development and upper mantle anomalies. – Tectonophysics, **73**: 53–68, 9 Abb.; Amsterdam–Oxford–New York.
- SINGEWALD, A., & FRICKE, G. (1981): Minerale im Hochspannungsfeld. Umweltfreundliches Verfahren zur Trennung von Kalium- und Magnesium-Mineralien. – Umschau, **81** (9): 272–275, 10 Abb.; Frankfurt a. M. [Kalium- u. Magnesium-Produkte aus Kaliwerken in Hessen und Niedersachsen]
- SOKOLLEK, V., & SÜSSMANN, W. (1981): Einfluß von Bodennutzung und Standorteigenschaften auf Oberflächenabfluß, Bodenabtrag und Nährstoffaustrag bei simulierten Starkregen. – Mitt. dt. bodenk. Ges., **30**: 361–378, 7 Abb., 4 Tab.; Göttingen. [Untersuchungen aus Nord- und Mittelhessen]
- STENGEL-RUTKOWSKI, W. (1981): Erd- und Landschaftsgeschichte. – In: Camberg – 700 Jahre Stadtrechte: 11–16, 3 Abb., 1 Tab.; Camberg (Camberger Verl.).
- (1981): Bodenschätze, Wasser und Baugrund. – In: Camberg – 700 Jahre Stadtrechte: 155–158, 1 Abb.; Camberg (Camberger Verl.).
- (1981): Wandern im Taunus – Wandern über mehr als 300 Millionen Jahre Erdgeschichte. – In: Wander-Almanach „Wiesbaden wanderbar“: 94–96, 1 Abb.; Wiesbaden (Vereinsschriften-Verl. K. Holz).
- STORCH, G. (1981): *Eurotamandua joresi*, ein Myrmecophagide aus dem Eozän der „Grube Messel“ bei Darmstadt (Mammalia, Xenarthra). – Senckenbergiana lethaea, **61** (3/6): 247–289, 14 Abb., 3 Taf.; Frankfurt a. M.
- STÜRMER, W., & BERGSTRÖM, J. (1981): *Weinbergina*, a xiphosuran arthropod from the Devonian Hunsrück Slate. – Paläont. Z., **55** (3/4): 237–255, 8 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.
- SUCH, W., & HAMPEL, W. (1981): Entwicklung und Stand der Trinkwasser-Notversorgung in der Bundesrepublik nach dem Wassersicherstellungsgesetz. – Gas- u. Wasserf., **122** (9): 402–410, 5 Abb., 2 Tab.; München.
- THIELICKE, G. (1981): Ergänzung zu einer Goldbestimmung (Bl. 4719 Korbach). – Geol. Jb. Hessen, **109**: 137; Wiesbaden.
- TOUSSAINT, B. (1981): Die Abflußspenden Mq, MNq und Nq der Jahresreihe 1961/75 der größeren Teileinzugsgebiete des Rheins und ihre hydrogeologische Interpretation. – Dt. gewässerkd. Mitt., **25** (2): 37–48, 2 Abb., 2 Tab.; Koblenz.
- (1981): Ermittlung der Leerlaufkoeffizienten nach MAILLET und des effektiv nutzbaren Gesteinshohlraums in hessischen Flußgebieten durch Auswertung der Abflüsse im Trockenjahr 1976. – Dt. gewässerkd. Mitt., **25** (3/4): 70–84, 6 Abb., 1 Tab.; Koblenz.
- UDLUFT, P. (1981): Die Süß-Salzwassergrenze Süddeutschlands als Ausdruck der Grundwasserdynamik. – Nachr. dt. geol. Ges., **24**: 71–72; Hannover.
- (1981): Die Süß-Salzwassergrenze Süddeutschlands als Ausdruck der Grundwasserdynamik. – Z. dt. geol. Ges., **132** (2): 623–636, 6 Abb.; Hannover.
- VIERTHUFF, H., WAGNER, W., & AUST, H. (1981): Die Grundwasservorkommen in der Bundesrepublik Deutschland. – Geol. Jb., **C 30**: 3–110, 20 Abb., 12 Tab., 4 Taf.; Hannover.
- WACKERMANN, R. (1981): Eine Einheitsganglinie aus charakteristischen Systemwerten ohne Niederschlag-Abfluß-Messungen. – Wasser u. Boden, **33** (1): 23–28, 8 Abb., 3 Taf.; Hamburg–Berlin. [Beispiele aus hessischen Einzugsgebieten]
- WALLISER, O. H. (1981): The geosynclinal development of the Rheinische Schiefergebirge (Rhenohercynian Zone of the Variscides; Germany). In: ZWART, H. J., & DORNSIEPEN, U. F.: The Variscan Orogen in Europe. – Geol. Mijnbouw, **60**: 89–96, 4 Abb.; Den Haag.
- WALTHER, H. W. (1981): Die varistische Lagerstättenbildung im westlichen Mitteleuropa. – Nachr. dt. geol. Ges., **25**: 64–65; Hannover.
- WEBER, K. (1981): Kinematic and metamorphic aspects of cleavage formation in very lowgrade metamorphic slates. – Tectonophysics, **78**: 291–306, 18 Abb.; Amsterdam–Oxford–New York. [Rheinisches Schiefergebirge]
- (1981): The structural development of the Rheinische Schiefergebirge. In: ZWART, H. J., & DORNSIEPEN, U. F.: The Variscan Orogen in Europe. – Geol. Mijnbouw, **60**: 149–159, 6 Abb.; Den Haag.

- WEDEPHOL, K.H., MEYER, K., & MÜCKE, G.K. (1981): Geochemische Diagnose variskischer Metavulkanite. – Fortschr. Mineral., **59** (Beih. 1): 268–269; Stuttgart. [Proben vom Südrand des Lahn-Dill-Gebietes]
- WERNER, C.-D. (1981): Grabenbildung, Magmatismus, Metallogene und Metamorphose im Rhenoharzynikum – zur Dynamik einer Geosynklinalzone. – Z. geol. Wiss., **9** (11): 1315–1318, 2 Abb., Berlin.
- WOHLNICH, S. (1981): Wasserbilanz eines kleinen Niederschlagsgebietes im Raum Hungen (Hessen). – Geol. Jb. Hessen, **109**: 147–178, 12 Abb., 3 Tab.; Wiesbaden.
- ZAGAR, L., & SCHAEFER-ROLFFS, W. (1981): Untersuchung von magmatischen Gesteinen im Hinblick auf ihre Verwendbarkeit für die Herstellung von Gesteinsfasern. – Sprechsaal, **114** (7): 498–512, 3 Abb., 27 Tab.; Coburg. [Diabas- und Basaltproben aus Hessen]
- ZIPPELT, K., & MÄLZER, H. (1981): Recent height changes in the central segment of the Rhinegraben and its adjacent shoulders. – Tectonophysics, **73**: 119–123, 1 Abb.; Amsterdam–Oxford–New York.
- Bericht über das Bergwesen im Lande Hessen für das Jahr 1980. – Braunkohle–Tagebautechnik–Energieversorgung, **33** (12): 453–454; Düsseldorf 1981.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch. Rheingebiet, Teil II: Main (mit einem Anhang: Bayer. Elbegebiet). Abflußjahr 1976. – 140 S., 1 Kt.; München (Bayer. L.-Amt Wasserwirtsch.) 1981.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch. Rheingebiet, Teil II: Main (mit einem Anhang: Bayer. Elbegebiet). Abflußjahr 1977. – 142 S., 1 Kt.; München (Bayer. L.-Amt Wasserwirtsch.) 1981.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch. Rheingebiet, Teil III (Mittel- und Niederrhein mit Ijsselgebiet). Abflußjahr 1976. – 322 S., 1 Kt.; Düsseldorf (L.-Amt Wasser u. Abfall Nordrh.-Westf.) 1981.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch. Weser- und Emsgebiet. Abflußjahr 1980. – 296 S., 1 Kt.; Hannover (L.-Stelle Gewässerkde.) 1981.
- Hessen. Jahresbericht der Wasserwirtschaft, Haushaltsjahr 1980. – Wasser u. Boden, **33** (6/7): 314–317, 5 Abb.; Hamburg–Berlin 1981.
- Kläranlage Frankfurt-Niederrad erhält biologische Stufe. – Wasserwirtsch., **71** (11): 336–337; Stuttgart 1981.
- Raumordnungsverfahren für geplanten Braunkohlenabbau am Hohen Meißner. – Natur u. Landsch., **56** (3): 75; Köln 1981.
- Trinkwasserbilanz in Hessen. – Wasserwirtsch., **71** (10): 302; Stuttgart 1981.
- Wasserwirtschaftlicher Lagebericht der Bundesanstalt für Gewässerkunde in Koblenz für das II. Quartal 1981. – Gas- u. Wasserf., **122** (9): 425; München 1981.

Tätigkeitsbericht

des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung für das Geschäftsjahr 1982 (1.1.-31.12.1982)

Der in dreijährigen Abständen erscheinende Personalstand ist mit dem gültigen, gegenüber dem in Band 108 des Geologischen Jahrbuchs Hessen veröffentlichten, nur in einigen Punkten abweichenden Geschäftsverteilungsplan am Ende dieses Berichtes wiedergegeben.

I. Geologische Landesaufnahme

I 1. Geologische Kartierung

Geologische Karte 1:25 000

Blatt-Nr. u. -Name	Ausgeführte Arbeit	Blatt-Nr. u.-Name	Ausgeführte Arbeit
4520 Warburg	Herausgabe	5320 Burg-Gemünden	Druckvorbereitung
4521 Liebenau	Arbeiten unterbrochen	5325 Spahl	Arbeiten unterbrochen
4819 Fürstenberg	Feldaufnahme	5326 Tann	Arbeiten unterbrochen
4821 Fritzlar	Arbeiten unterbrochen	5619 Staden	Feldaufnahme
4925 Sontra	Druckvorbereitung	5622 Steinau a.d.Str.	Herausgabe
5018 Wetter (Hessen)	Druckvorbereitung	5817 Frankfurt a. M.	Feldaufnahme
5023 Ludwigseck	Feldaufnahme	West	
5216 Oberscheld	Arbeiten unterbrochen	5818 Frankfurt a. M.	Feldaufnahme
		Ost	

Herausgegeben wurden die Blätter der Geologischen Karte von Hessen 1:25 000 mit Erläuterungen

4520 Warburg und 5622 Steinau a.d.Str. (2., neu bearbeitete Auflage).

Damit verbleiben in Hessen noch 15 unveröffentlichte Blätter. Die Kartierarbeiten blieben auch im Berichtsjahr durch den Einsatz von Mitarbeitern für objektbezogene Arbeiten, insbesondere für das Bundesbohrprogramm, Unterprojekt Kupferschiefer, sowie für Bundesbahnneubaustrecken, eingeschränkt. Die Mitarbeit in der Stratigraphischen Kommission der Deutschen Union der Geologischen Wissenschaften wurde fortgesetzt ebenso wie die Zusammenarbeit mit einzelnen Hochschulinstituten bei der Betreuung für Diplomkartierungen.

Biostratigraphie, Paläontologie

Bei der Untersuchung von Bohrungen, wichtigen temporären Aufschlüssen und im Rahmen der geologischen Landesaufnahme wurden Gesteinsproben entnommen, um mit Hilfe der aus ihnen gewonnenen Fossilien das Alter der Gesteinsschichten zu bestimmen und deren Lagerungsverhältnisse zu klären. Das im Berichtsjahr aufgesammelte und größtenteils bearbeitete Material stammt aus folgenden Gesteinsschichten und Blattgebieten:

- 97 Kalkstein- und Tonschieferproben aus paläozoischen Gesteinsfolgen (Devon und Unterkarbon) der Bl. 4620 Arolsen, 4819 Fürstenberg und 5216 Oberscheld;
- 38 Kalkstein- und Tonproben aus mesozoischen Gesteinsfolgen (Trias und Jura) des Bl. 4520 Warburg;
- 302 Mergel-, Ton- und Sandproben aus känozoischen Gesteinsfolgen (Tertiär) der Bl. 4624 Hedemünden, 4723 Oberkaufungen, 4823 Melsungen, 4921 Borken (Hessen), 5021 Ziegenhain, 5120 Neustadt (Hessen), 5621 Wenings, 5718 Ilbenstadt, 5816 Königstein i. Ts., 5817 Frankfurt am Main West, 5818 Frankfurt am Main Ost, 5913 Presberg, 5914 Eltville a. Rh., 5915 Wiesbaden, 5916 Hochheim a. Main, 5917 Kelsterbach, 5918 Neu-Isenburg und 6017 Mörfelden.

Die paläontologisch-biostratigraphische Untersuchung von Proben der Bl. 4520 Warburg, 4819 Fürstenberg, 5216 Oberscheld, 5718 Ilbenstadt, 5817 Frankfurt am Main West, 5818 Frankfurt am Main Ost, 5913 Presberg, 5914 Eltville a. Rh., 5915 Wiesbaden, 5916 Hochheim a. Main und 5918 Neu-Isenburg wurde vor allem für die geologische Landesaufnahme vorgenommen. Die Untersuchung der Proben von den übrigen Blättern erfolgte im Rahmen hydrogeologischer und ingenieurgeologischer Gutachten zur Alterseinstufung von Wasserbohrungen, zur Erkundung von Lagerstätten und im Zusammenhang mit den Voruntersuchungen zur DB-Neubaustrecke Hannover–Würzburg der Deutschen Bundesbahn.

Schriftleitung und Kartendruck

Im Jahre 1982 sind folgende Schriften und Karten veröffentlicht worden:

Geologisches Jahrbuch Hessen:

Band 110, 297 S., 76 Abb., 37 Tab., 9 Taf.

Geologische Abhandlungen Hessen:

Band 82, 50 S., 21 Abb., 2 Tab.

Band 83, 58 S., 3 Taf.

Geologische Karte von Hessen 1:25000

Blatt 4520 Warburg und Erläuterungen, 238 S., 28 Abb., 32 Tab., 1 Taf., 1 Beibl.

Blatt 5622 Steinau a.d.Str. und Erläuterungen, 2., neu bearbeitete Auflage, 199 S., 19 Abb., 18 Tab., 1 Beibl.

Informationsheft: Erdbeben in Hessen, Entstehung–Wirkung–Verbreitung, 12 S., 4 Abb.

Bibliothek

Der Zuwachs im Jahre 1982 betrug 1733 Bände und 362 Karten.

Anzahl der Tauschpartner: 409

Ausgeliehen wurden im Berichtsjahr 2279 Bände und 284 Karten.

Vertriebsstelle

Vom 1. Januar–31. Dezember 1982 sind verkauft worden:

981 Geologische Karten 1 : 25 000	1001 Übersichtskarten
210 Bodenkarten 1 : 25 000	786 sonstige Veröffentlichungen (davon 82 Sonderdrucke)

I 2. Bodenkunde

Bodenkarte 1:25 000

Blatt-Nr. u. -Name	Ausgeführte Arbeit	Blatt-Nr. u. -Name	Ausgeführte Arbeit
4523 Münden	Druckvorbereitung	5819 Hanau	Druckvorbereitung
4722 Kassel-Ndzw.	Druckvorbereitung	5918 Neu-Isenburg	Druckvorbereitung
5417 Wetzlar	Druckvorbereitung	6117 Darmstadt West	Druckvorbereitung
5519 Hungen	Druckvorbereitung	6118 Darmstadt Ost	Druckvorbereitung

Der Schwerpunkt der bodenkundlichen Arbeiten lag 1982 jedoch nicht bei der Vorbereitung von Bodenkarten zur Veröffentlichung, sondern bei der bodenkundlichen Objektkartierung „Hessisches Ried“. Hier konnte die Feldaufnahme der zum Hessischen Ried gehörenden Anteile der Bl. 5918 Neu-Isenburg, 6017 Mörfelden, 6018 Langen, 6117 Darmstadt West, 6118 Darmstadt Ost ganz, die der Bl. 6116 Oppenheim und 6216 Gernsheim weitgehend abgeschlossen werden. Von den Bl. 6016 Groß-Gerau und 6317 Bensheim sind bereits wesentliche Teile aufgenommen. Die Arbeiten werden im Jahre 1983 auf den hessischen Anteilen dieser Blätter sowie der Bl. 6316 Worms, 6416 Mannheim Nordwest und 6417 Mannheim Nordost weitergeführt. Auswertungen bodenkundlicher Kartierarbeiten erfolgten im Rahmen des forsthydrologischen Beweissicherungsverfahrens Startbahn 18-West für die Hessische forstliche Versuchsanstalt, Institut für Forsthydrologie, Hann.Münden.

Im Rahmen des Sachverständigen-Ausschusses für die Durchführung des Weinwirtschaftsgesetzes im Lande Hessen erfolgten bei Anträgen auf Neuanpflanzung von Weinreben außerhalb der parzellenscharfen Abgrenzung der Rebflächen bodenkundlich-weinbauökologische Beurteilungen landwirtschaftlicher Nutzflächen. Außerdem wurden 42 bodenkundliche Gutachten erstattet. Diese Gutachten umfaßten Fragen des Einflusses von Grundwasserentnahmen bzw. Vorflutänderungen auf die Landeskultur (1), die Beurteilung von Flächen zur Friedhofseignung (40) sowie die bodenkundliche Beurteilung einer Neutrassierung von Straßennetzvarianten im Raum Ernsthausen (1).

Probleme der Raumordnung und Landesplanung sowie der Schwermetallbelastung von Böden und der Bodenverluste durch Erosion (Kleine Landtagsanfrage) wurden in 462 Fällen mit schriftlichen Stellungnahmen beantwortet.

Weitere Untersuchungen wurden im Rahmen einer Überprüfung der zunehmenden Bodenversauerung im Wiesbadener Stadtwald durchgeführt.

I 3. Luftbildgeologie und Geophysik

Luftbildgeologie

Der Schwerpunkt der gefügetektonischen Luftbildauswertung lag auf der bruchtektonischen Bearbeitung von Tunneltrassen der DB-Neubaustrecke Hannover–Würzburg. Anhand großmaßstäbiger Luftbilder wurde analytisch die Verteilung von Kluftscharen, Verwerfungen und bruchtektonisch kritischen Trassenabschnitten im Maßstab 1:2000 zur weiteren Verwendung in der ingenieurgeologischen Planung festgestellt. Abgeschlossen wurden im Berichtsjahr die Untersuchungen über die Tunneltrassen Hainrode, Richthof (Ergänzung), Witzelshöhe, Krämerskuppe, Sengeberg, Kirchheim, Mühlberg, Weltkugel, Kaiserau, Warteküppel und Dornbusch. Außerdem wurde der Trassenabschnitt Fuldata-Brücke Altmorschen und die Versuchsstrecke Dietershan-Tunnel bearbeitet. Für die 1982 aufgefahrene Versuchsstrecke Dietershan wurde eine Vergleichsuntersuchung zwischen den vor Ort angetroffenen Verhältnissen und der luftbildgeologischen Auswertung angestellt.

Für die hydrogeologische Beurteilung von Quellen wurde unterstützend eine luftbildgeologische und gefügekundliche Luftauswertung durchgeführt. Der geologischen Landesaufnahme wurden gefügekundliche Darstellungen (GELI) zur Verfügung gestellt.

Methodische Arbeiten bezogen sich auf die tektonische Wichtung festgestellter Bewegungsflächen. Die Rechenprogramme zur Weiterverarbeitung der aus dem Luftbild ermittelten Daten wurden erweitert und verfeinert. Im Zuge der Einführung des Programms BOSO zum automatischen Zeichnen von geologischen Profilen wurde die Rechanlage erweitert, eine Rechnerverbindung hergestellt (MININET) und auf ein Mehrbenutzersystem (RSX) umgestellt, wofür umfangreiche Programmänderungen erforderlich waren. Das Rechnersystem kann nun von mehreren Abteilungen des HLfB simultan genutzt werden.

Geophysik

Geoelektrische Widerstandsmessungen wurden als Beitrag zur ingenieurgeologischen Beurteilung der DB-Neubaustrecke Würzburg–Hannover fortgeführt. Vorwiegend verfolgten sie den Zweck, unbekannte Solutionsstrukturen festzustellen. Die automatische Auswertung der geoelektrischen Messungen wurde verfeinert. Geoelektrische Widerstandsmessungen und Auswertungen wurden als Beitrag für hydrogeologische Beurteilungen geliefert (Mainflingen).

Seismische Gutachten hatten die Erdbebensicherheit von 3 geplanten Industriestandorten und die Beurteilung von Erschütterungs-Risiken für den bestehenden DB-Tunnel Hönebach zum Gegenstand.

Zur Unterstützung der geologischen Landesaufnahme wurden magnetische und geoelektrische Messungen auf den Bl. 5622 Steinau a. d. Str., 4925 Sontra, 5616 Grävenwiesbach, 5621 Wenings und 5123 Niederaula vorgenommen, für die Bl. 5622 Steinau a. d. Str. und 5616 Grävenwiesbach Erläuterungsbeiträge geliefert.

Das Seismik-Projekt zur Erkundung des tieferen Untergrundes der Hessischen Senke wurde in Zusammenarbeit mit dem NLFb, Hannover, weitergeführt.

Für amtliche Belange wurden 90 Bohrlöcher geophysikalisch vermessen.

II. Rohstoffgeologie und Ingenieurgeologie

II 1. Mineralische Rohstoffe

Im Rahmen des seit 1974 laufenden „Programms zur Untersuchung der Lagerstätten der Steine und Erden in Hessen“ wurden im Jahre 1982 insgesamt 13 Bohrungen mit 482,20 m und einem Kostenaufwand von 161 794,87 DM niedergebracht. Untersuchungsobjekte waren Lagerstätten von Sand und Kies sowie Ton und Quarzit.

Im Rahmen der Lagerstättenkartierung Hessen im Maßstab 1:25 000 (LK 25) wurden 1982 2 Blätter aufgenommen. Zu den Erläuterungen der GK 25 Hessen wurde für das Bl. 5616 Grävenwiesbach das Kapitel Lagerstätten verfaßt. Von der Rohstoffkarte Hessen (RK 50) wurden die Bl. L 5518 Gießen und L 5318 Amöneburg fertiggestellt. Die Arbeiten an den Bl. L 5718 Friedberg und L 5716 Bad Homburg v. d. Höhe wurden fortgeführt. – Um neue Wege zur Bewertung des Naturraumpotentials einer Prüfung zu unterziehen, wurde eine Karte des Rohstoffpotentials des Landkreises Fulda vorbereitet. – Die Karte „Oberflächennahe Rohstoffe in der BRD 1:1 000 000“ wurde für den hessischen Teil fertig bearbeitet und die „Festgesteins-Nomenklatur für Straßenbaustoffe“ überarbeitet. Alle diese Arbeiten im Bereich der Rohstoffuntersuchungen dienen der umfassenden Auswertung der lagerstättenkundlichen Arbeitsergebnisse. Sie fließen in die wirtschaftliche Bewertung von Rohstoffvorkommen ein.

Im Rahmen der Raumordnung und Landesplanung wurden die Arbeiten zur Rohstoffsicherung fortgeführt. Die Fortschreibungs-Karten „Vorranggebiete für oberflächennahe Lagerstätten (1:100 000)“ für die ehemaligen regionalen Planungsgemeinschaften Nordhessen (Stand: 15. 11. 1982), Mittelhessen (Stand: 1. 12.1982) und Starkenburg (Stand: 1. 11.1982) wurden fertiggestellt.

Für die verschiedenen Planungsvorhaben in Hessen wurden insgesamt 1054 Stellungnahmen abgegeben. Besonders hervorzuheben sind dabei der Abfallbeseitigungsplan (Teilplan 1), das Landeswaldprogramm, einige Standorte für eine Wiederaufarbeitungsanlage sowie der beabsichtigte Braunkohleabbau am Hohen Meißner. Im Rahmen der Landesplanung wurde an 31 Erörterungsterminen teilgenommen, es wurden 24 Abbaustellen befahren und 3 größere Gutachten verfaßt. Zu 95 Trinkwasserschutzgebietsanträgen wurden lagerstättenwirtschaftliche Beurteilungen abgegeben.

Mit dem Inkrafttreten des Bundesberggesetzes am 1. 1.1982 setzte in Hessen verstärkt eine Exploration auf NE-Metalle ein. Im Rahmen der Erlaubnisverfahren nach § 7 BBerg-Gesetz wurden 18 Begutachtungen von Anträgen vorgenommen. 4 Stellungnahmen wurden für den Bundesminister für Wirtschaft im Rahmen der Fördermaßnahmen zur Erkundung oberflächennaher Rohstoffe und von Buntmetallerzen erstattet.

Zur Information über mineralische Rohstoffe und um die Aktivitäten des HlfB auf dem Rohstoffsektor aufzuzeigen, wurden in Zusammenarbeit mit den Industrie- und Handelskammern, Firmen und Verbänden Ausstellungen über mineralische Rohstoffe in Kassel, Dillenburg und Fulda vorbereitet und durchgeführt.

II 2. Mineralogie und Petrologie

Im Rahmen des bis zum 30. 4.1983 verlängerten Bundesbohrprogrammes, Unterprojekt Kupferschiefer, wurden die Auswertungsarbeiten fortgesetzt (Brg. Gelnhaar) und noch ausstehende, vorwiegend chemisch-analytische Bearbeitungen von nachgeschobenen Proben und Proben aus Tagesaufschlüssen und Fremdbohrungen (Arzell von K + S sowie Nesselröden von BP) durchgeführt. Im Rahmen dieser Arbeiten wurden mit dem ICP-Emissionsspektrometer 1 394 Proben ergänzend auf Hauptbestandteile (bes. SiO_2 , K_2O , Na_2O) und Spuren untersucht (15 094 Einzelbestimmungen). Das chemische Laboratorium analysierte gleichzeitig 364 Proben (8 937 Einzelbestimmungen). Der Abschlußbericht ist in Arbeit.

Für die geologische Landesaufnahme wurde die petrologische Bearbeitung von Vulkanit-Proben von den Bl. 5622 Steinau a. d. Str., 5621 Wenings, 5619 Staden, 5722 Salmünster, 5320 Burg-Gemünden, 5325 Spahl und 5326 Tann fortgeführt. Darüber hinaus wurden 3 Exkursionsführer für die Tagung der DMG in Marburg erarbeitet (Fortschr. Mineral., **60**, Bh. 2: 1–69). Auf der Tagung wurden 2 Exkursionen geführt und in einer Ausstellung die Tätigkeit des HlfB mit Beispielen dargestellt.

Im Rahmen der Arbeiten für die Landesaufnahme wurden mit der ICP weitere 44 Gesteinsproben mit 1 503 Einzelbestimmungen analysiert. Mit der Mikrosonde wurden insgesamt 7 513 quantitative Mineralanalysen (mit jeweils 8–10 Komponenten) durchgeführt und 37 Verteilungsbilder angefertigt (Kupferschiefer, Vulkanite des Vogelsberges, Metamorphite aus dem Taunus und Soonwald). 144 Proben wurden röntgenographisch auf ihre halbquantitative Mineralzusammensetzung untersucht, darunter 108 Proben aus dem Steine-und-Erden-Bohrprogramm 1981. Insgesamt 77 dieser Proben wurden mit Hilfe der RFA auf die Hauptelemente chemisch analysiert. Hinzu kamen 66 Basaltproben aus verschiedenen Blättern (insgesamt 1 136 Einzelbestimmungen).

Auf dem Rechner PDP-11/34 wurden weitere Rechenprogramme installiert und modifiziert. Sie wurden für die statistische und graphische Auswertung von Gesteinsanalysen (Bl. 5622 Steinau a. d. Str., Lahn-Dill-Gebiet, Vogelsberg, Taunus, Soonwald, Kupferschiefer) und auf Mikrosonden-Mineralanalysen (Kupferschiefer, Vogelsberg, Taunus und Soonwald) angewendet. Besonders aufwendig erwies sich die Auswertung der Gesteinsanalysen von den 26 Kupferschiefer-Bohrungen.

II 3. Ingenieurgeologie

Im Berichtszeitraum sind 165 Gutachten, 57 Stellungnahmen mit gutachtlichem Aussagewert und 565 Stellungnahmen zu Bauleit- und Flächennutzungsplänen

erstellt worden. Die Anzahl der ingenieurgeologischen Gutachten hat damit im Jahre 1982 trotz des allgemeinen Rückganges der Bautätigkeit zugenommen. In der o. g. Gutachtenszahl sind allein 101 Gutachten für die Staatsbauverwaltung enthalten. Besonders zu nennen sind die oft sehr umfangreichen Untersuchungsarbeiten für die Sanierung historischer Baudenkmäler (1982: Schloß Friedewald, Löwenburg in Kassel und das Mollertheater in Darmstadt).

Die Anzahl der Gutachten für Aufsichtsbehörden ist 1982 mit dem Auslaufen der Stellungnahmen für einzelne Schadensfälle infolge Grundwasserabsenkung im Hess. Ried zurückgegangen. Dafür erforderte die laufende Abnahme der Tonoberfläche in der Sohle der Sondermülldeponie Mainhausen im Sommer und Herbst 1982 fast tägliche Baustellenbesuche.

Außer 9 Gutachten für Talsperrenprojekte in Hessen fand bei folgenden Talsperren- bzw. Hochwasserrückhaltebecken eine mehr oder weniger ständige Beratung und laufende Auswertung von Meßergebnissen statt:

Ernstbach-Talsperre:	Untersuchungsphase E, Inklinometermessungen
Kinzig-Talsperre:	Vorbereitung des Probestaus u. Probestau
Antrift-Talsperre:	Inspektion nach Probestau
Marbach/Erzbach:	Probestau und Fertigstellung
Jugenheim:	Probestau
Fürth-Krumbach:	Überprüfung der Standsicherheit u. Probestau
Rimbach:	Überprüfung der Standsicherheit u. Probestau

Die überdurchschnittlichen Niederschläge um die Jahreswende 1981/82 machten einen verstärkten Einsatz bei Rutschungen aller Art erforderlich (11 Gutachten). Besonders zu nennen sind in diesem Zusammenhang die Durchführung und Auswertung der Inklinometermessungen an der Ernstbach-Talsperre und im Bereich der Rutschungen an der BAB A 45 bei Gambach, an der A 44 bei Zierenberg und an einem Hang bei der Kaserne in Neustadt (hier mit gleichzeitiger ständiger Betreuung der Sanierungsmaßnahmen).

Außerdem erfolgte eine ständige ingenieurgeologische Beratung bei den Untersuchungsarbeiten für die DB-Neubaustrecke Hannover-Würzburg. Vom Juni bis November wurde der Probevortrieb Dietershan an der NBS bei Fulda durch die ständige Anwesenheit eines Bearbeiters ingenieurgeologisch betreut. Die Berater-tätigkeit des HlFB bes. für die Tunnelbauten im Buntsandstein kommt auch in 5 Vorträgen zum Ausdruck.

Außerdem wurden im Berichtszeitraum die Kap. Ingenieurgeologie in den Erläuterungen zu Bl. 5622 Steinau a. d. Str. und Bl. 4520 Warburg erstellt.

II 4. Zentrale Laboratorien

In den zentralen Laboratorien werden die zur Erfüllung der Aufgaben des HlFB notwendigen Boden-, Gesteins- und Wasseranalysen sowie die Bestimmung von Erdstoff- und Gesteinskennwerten ausgeführt. 1982 waren es 304 Bodenanalysen mit insgesamt 4187 Einzelbestandteilen; 641 Gesteinsanalysen mit insgesamt 2689 Einzelparametern; 299 Wasseranalysen mit insgesamt 3795 Einzelbestandteilen und 869 bodenmechanische Kennwerte. Hinzu kommen 364 Proben mit insgesamt

4945 Einzelbestandteilen für das Forschungsvorhaben Bundesbohrprogramm, Unterprojekt Kupferschiefer, sowie zusätzlich 3992 Bestimmungen an Gesamtkohlenstoff, mineralischem Kohlenstoff und Schwefel.

III. Hydrogeologie und Geotechnologie

III 1. Allgemeine Hydrogeologie

Verfolg von Bohrungen

Im Berichtszeitraum wurden 209 Bohrungen im Gebiet des Landes Hessen verfolgt. Die Bohrungen wurden überwiegend zur Grundwassererkundung, -erschließung oder zur Einrichtung von Grundwassermeßstellen niedergebracht.

Grundlagentätigkeit

Auf Bl. 5023 Ludwigseck wurde eine hydrogeologische Feldkartierung mit Abflußmessungen und Grundwasserprobenahmen durchgeführt. Die Bearbeitung der Erläuterungsanteile ist angelaufen. Fertiggestellt wurden die hydrogeologischen Erläuterungsanteile zu den Bl. 4520 Warburg, 5616 Grävenwiesbach und 5622 Steinau a. d. Str.

Auf dem Hohen Meißner erfolgten mehrfach in etwa monatlichem Abstand Trockenwetterabflußmessungen an Quellen und Stollenwasserabflüssen. Sie sollen zur Erkundung des Grundwasserhaushalts, insbesondere der Höhe der Grundwasserneubildung, in den tertiären Gesteinen dieses Berges beitragen. Im Rhein-Main-Gebiet wurden aus dem Raum zwischen Bad Nauheim – Bad Soden-Salmünster – Wiesbaden – Groß-Gerau 23 Mineralwasserproben zusammen mit dem NLFB, Hannover, entnommen. Über radioaktive Altersbestimmungen der Wässer soll versucht werden, die Herkunft der Mineralgehalte in den Wiesbadener Thermalwässern und damit deren Wanderwege aufzuklären.

Entlang der DB-Neubaustrecke Hannover–Würzburg wurden im Bereich größerer Tunnelbauvorhaben in zahlreichen Erkundungsbohrungen ausgeführte Pump- und Schluckversuche sowie WD-Tests ausgewertet und regionale Erkenntnisse über die Wasserwegsamkeit der Buntsandsteingesteine gewonnen.

Zur Standortkarte im Rahmen der agrarstrukturellen Vorplanung sind die Bl. L 5314 Dillenburg, L 5316 Gladenbach, L 5318 Amöneburg und L 5716 Bad Homburg v. d. Höhe mit den Themeninhalten „Grundwasserergiebigkeit“ und „Verschmutzungsgefährdung“ als hydrogeologische Karten erstellt worden. Die Bearbeitung von 4 weiteren Blättern im nördlichen Oberrheingraben- und Untermaingebiet wurde begonnen.

Für das abgeschlossene Forschungsprogramm „Wasser- und Stoffhaushalt in Abfalldeponien und deren Wirkung auf Gewässer“ wurde ein Abschlußbericht erstellt. Zum Drei-Länder-Untersuchungsprogramm „Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung im Rhein-Neckar-Raum“ sowie im Rah-

men der ad-hoc-Arbeitsgruppen „Sondermüll“ und „Hydrogeologische Kriterien bei der Bemessung von Wasserschutzgebieten für Grundwasserfassungen“ fanden Besprechungen statt.

Archiv und Dokumentation

Der Zuwachs an Archivmaterial betrug 3908 Stück, davon 558 Gutachten, Berichte und Schreiben mit gutachtlichem Aussagewert sowie 2424 Schichtenverzeichnisse von Bohrungen und Sondierungen. Ausgeliehen wurden 1433 Archivstücke; in dieser Zahl sind die in den Archivräumen eingesehenen Archivalien nicht enthalten.

Unter Einsatz des DV-Verfahrens ABOHRKA (Aufschluß- und Bohrkataster Hessen) wurde in Zusammenarbeit mit der Hessischen Zentrale für Datenverarbeitung (HZD), Wiesbaden, die Überarbeitung des Bohrchivs fortgeführt. Die Bl. 4521 Liebenau, 5018 Wetter (Hessen) und 5320 Burg-Gemünden mit insgesamt 475 Bohrungen sind revidiert, Listenwerke und Bohrpunktkarten verschiedener Maßstäbe erstellt worden. Nachträge und Umstellungen auf den inzwischen erweiterten Datensatz wurden von insgesamt 3170 Bohrungen der Bl. 4722 Kassel-Niederzwehren, 5616 Grävenwiesbach, 5622 Steinau a.d. Str. und 6316 Worms vorgenommen.

An eigenen DV-Anlagen und bei der HZD erfolgte der Einsatz verschiedener Programme und Programmsysteme, so z. B. für gefügekundliche/tektonische Untersuchungen (Programmsystem GELI) und für geochemische Berechnungen und Auswerteverfahren. Schwerpunktmäßig wurden DV-Verfahren für die Luftbildgefügeanalyse eingesetzt. – In Zusammenarbeit mit den Anwendern und der HZD wurde ein Erfassungsschlüssel als Bestandteil eines Anwendungshandbuchs für das DV-Verfahren ABOHRKA entwickelt. Für dieses DV-Verfahren wurde außerdem ein Einsatzprüfungsbericht erstellt.

III 2. Angewandte Hydrogeologie

Die 149 erstatteten Gutachten verteilen sich folgendermaßen auf die Sachgebiete:

1. Wassererschließung	22
2. Uferfiltratgewinnung, künstliche Grundwasseranreicherung	3
3. Beurteilung vorhandener Wassergewinnungsanlagen	4
4. Wasserschutzgebiete	35
5. Beurteilung grundwassergefährdender Einrichtungen und Maßnahmen in qualitativer Hinsicht	40
6. Abwasserversenkung, Gasspeicher, Aquiferspeicher, Kavernendeponien usw.	1
7. Erlaubnisse, Bewilligungen von Genehmigungen zum Bau oder Betrieb von Wassergewinnungsanlagen	5
8. Beurteilungen grundwassergefährdender Einrichtungen und Maßnahmen in quantitativer Hinsicht	4
9. Beurteilung von Grundwasserständen und Grundwasserstandsänderungen	7
10. Heil- und Mineralquellen (Erschließungen, Schutzgebiete)	5
11. Ausnahmegenehmigungen in Schutzgebieten (Heilquellen, Trinkwasser)	15
12. Talsperren, Rückhaltebecken, Staustufen	–

13. Untersuchung größerer Gebiete, Rahmen-, Sonder-, Generalpläne	2
14. Landwirtschaftlicher Wasserbau, Dränung, Bewässerung, Beregnung	2
15. Vernässung, Wasserhaltung oder Bauwerkswasserfragen	4

 149

Bei der Beratungstätigkeit ist keine auffällige Veränderung der Arbeitsschwerpunkte eingetreten. Den Hauptanteil bilden Aufträge zu Wassererschließungen, zur Einrichtung von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten sowie zu Fragen der Grundwassergefährdung in qualitativer Hinsicht, wobei Beratungen zur Abfallentsorgung – wie schon im Vorjahr – stark zugenommen haben. Mehr in den Vordergrund getreten sind im Jahresverlauf Grundwasserbeeinträchtigungen durch chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW) sowie, bedingt durch die mehrjährigen etwas überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen und dadurch wieder angestiegenen Grundwasserstände, Schadensfälle durch Grundwasservernässungen.

Die hydrogeologische Beratung im Bereich der DB-Neubaustrecke Hannover – Würzburg hat aufgrund der z. T. begonnenen Bauarbeiten zugenommen. Die Beratungstätigkeit auf dem Frankfurter Flughafen, insbesondere beim Bau der Startbahn 18-West, wurde planmäßig fortgesetzt. Bei der Ausarbeitung eines hydrogeologischen Beweissicherungsprogramms zur qualitativen und quantitativen Grundwasserüberwachung wurde mitgewirkt und mit der Durchführung der Grundwasserprobenahmen sowie des Meßprogramms begonnen.

Die vorgesehenen Grundwasserentnahmen im Vogelsberg, die Grundwasseranreicherungsmaßnahmen im Hessischen Ried und im Landkreis Offenbach sowie die Bauarbeiten an der Sonderabfalldeponie Mainhausen-Mainflingen/Kr. Offenbach wurden ständig hydrogeologisch beraten.

In 9 von Abteilungsangehörigen angesetzten und hydrogeologisch beratenen Wasserbohrungen wurden rd. 143 l/s (ca. 4,5 Mio. m³/a) gewinnbaren Grundwassers nachgewiesen.

III 3. Geotechnologie und Infrastrukturgeologie

Geotechnologie

Die Kaliabwasserversenkung im Werra-Kalirevier und die Haldenabwasserversenkung im Fulda-Kalirevier wurden laufend überwacht und die Daten der Versenktätigkeit erfaßt. Im Fulda-Kalirevier wurde die geplante Haldenerweiterung des Kaliwerkes Neuhof-Ellers weiter beraten. Für die Versenküberwachung wurde mit der Erarbeitung eines Beobachtungsplans begonnen. Zur Erhöhung der Versenkmengen wurde Stellung genommen. Für das Werra-Kalirevier wurde erstmalig in Zusammenarbeit mit anderen Behörden ein Jahresbericht 1981 über die Salzabwasserversenkung erstellt.

Zum Gasspeichervorhaben Reckrod wie auch zum geplanten Braunkohlenabbau auf dem Meißner wurden mehrere Besprechungen geführt und Stellungnahmen abgegeben.

Infrastrukturgeologie

Im Berichtsjahr sind insgesamt 1758 Planungsvorhaben und -verfahren eingegangen und nach infrastrukturgeologischen Gesichtspunkten federführend bearbeitet worden.

Als Träger öffentlicher Belange wurden zu 840 Vorgängen schriftliche Stellungnahmen abgegeben.

Sie verteilen sich auf: 31 Abweichungsverfahren, 2 Regionale Raumordnungspläne, 17 Fachpläne, Landschafts(rahmen)pläne, 47 Raumordnungs-, Planfeststellungs-, Planverfahren, 135 Flächennutzungspläne, 486 Bebauungspläne, 39 Flurbereinigungsverfahren, agrarstrukturelle Vorplanung, 73 Naturschutzverfahren, Landschaftsschutzgebiete, Naturparks usw., 4 Standortbeurteilungen, 6 Verordnungen zum Schutz von Trinkwassergewinnungsanlagen.

Veröffentlichungen von Angehörigen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

- ANDERLE, H.-J. (1982): s. MEISL, S., ANDERLE, H.-J., & STRECKER, G.
- BARGON, E. (1982): Tätigkeitsbericht des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung für das Geschäftsjahr 1981 (1. 1.–31.12.1981). – Geol. Jb. Hessen, **110**: 281–297; Wiesbaden.
- BARTH, W. (1982): Lagerstätten. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 5622 Steinau a. d. Str., 2. Aufl.: 107–110; Wiesbaden.
- in BOSSE, H.-R., BRINKMANN, K., LORENZ, W., & ROTH, W. (1982): Karte der Bundesrepublik Deutschland 1:1000000; Gebiete mit oberflächennahen mineralischen Rohstoffen. – Hrsg. Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, 19 S., 1 Kt.; Hannover.
- BERNHARD, H. (1982): Ingenieurgeologie. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 4520 Warburg: 186–191, 1 Abb.; Wiesbaden.
- BLUM, R. (1982): Erdbeben in Hessen, Entstehung – Wirkung – Verbreitung. – Hess. L.-Amt Bodenforsch.; Wiesbaden.
- (1982): Geophysik. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 5622 Steinau a. d. Str., 2. Aufl.: 136–142, 5 Abb.; Wiesbaden.
- (1982): Geophysik. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 4520 Warburg: 151–161, 8 Abb.; Wiesbaden.
- DIEDERICH, G., & REUL, K. (1982): Hydrogeologie. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 5622 Steinau a. d. Str., 2. Aufl.: 111–129, 1 Abb., 6 Tab.; Wiesbaden.
- EHRENBERG, K.-H. (1982): Petrographie der basaltischen Gesteine. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 4520 Warburg: 110–111; Wiesbaden.
- & HICKETHIER, H., mit Beiträgen von BARTH, W., BLUM, R., DIEDERICH, G., FICKEL, W., HELBIG, P., HOLTZ, S., KULICK, J., MENDE, G., MENDE, R., REUL, K., STRECKER, G. (1982a): Erläuterung zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Blatt 5622 Steinau a. d. Str., 2. Aufl., 199 S., 19 Abb., 18 Tab., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- (1982b): Geologische Karte von Hessen 1:25000, Blatt 5622 Steinau a. d. Str., 2. Aufl.; Wiesbaden.
- & STRECKER, G. (1982): Chemische Analysen, CIPW- und RITTMANN-Norm der Vulkanite. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 5622 Steinau a. d. Str., 2. Aufl.: 79–91, 1 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.
- HENTSCHEL, G., SCHRICKE, W., & STRECKER, G. (1982): Vogelsberg-Vulkanismus. – Fortschr. Mineral., **60**, Beih. 2: 17–42, 1 Abb., 16 Tab.; Stuttgart.
- FICKEL, W. (1982): Böden. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 5622 Steinau a. d. Str., 2. Aufl.: 130–135; Wiesbaden.
- GOLWER, A. (1982): Versickerungsverhalten und Ausbreiten von Mineralölen und Chemikalien im Untergrund. – Umweltschutz/Gesundheitstechnik, **3**: 50–56, 4 Abb., 3 Tab.; Zürich.
- (1982): Erfahrungen mit der Trinkwasser-Verordnung aus der Sicht des Hydrogeologen. – Forum Städte-Hygiene, **33**: 79–83, 2 Tab.; Berlin–Hannover.

- (1982): Verunreinigung des Grundwassers. – Pharm. Ztg., **127**: 930–933; Frankfurt a. M.
- & SCHNEIDER, W. (1982): Belastung des Grundwassers mit organischen Stoffen im Gebiet von Straßen. – gwf-wasser/abwasser, **123**: 329–342, 2 Abb., 10 Tab.; München.
- HELBIG, P., & HOLTZ, S. (1982): Ingenieurgeologie. – Erl. geol. Kt. Hessen 1: 25 000, Bl. 5622 Steinau a. d. Str., 2. Aufl.: 143–154, 4 Tab.; Wiesbaden.
- HENTSCHEL, G. (1982): s. EHRENBERG, K.-H., HENTSCHEL, G., SCHRICKE, W., & STRECKER, G.
- HERZBERG, A. (1982): Hessisches Geologisches Schrifttum 1980 mit Nachträgen aus den Jahren 1966–1979. – Geol. Jb. Hessen, **110**: 267–280; Wiesbaden.
- HICKETHIER, H. (1982): s. EHRENBERG, K.-H., & HICKETHIER, H. (1982a).
- (1982): s. EHRENBERG, K.-H., & HICKETHIER, H. (1982b).
- HÖLTING, B. (1982): Hydrogeologie. – Erl. geol. Kt. Hessen 1: 25 000, Bl. 4520 Warburg: 168–185, 1 Abb., 9 Tab.; Wiesbaden.
- (1982): Geogene Konzentration von Spurenstoffen, insbesondere Schwermetallen, in Grundwässern ausgewählter Gebiete Hessens und vergleichende Auswertungen mit Grund-(Mineral-)Wässern anderer Gebiete. – Geol. Jb. Hessen, **110**: 137–214, 26 Abb., 17 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- (1982): Wasser, unser Lebensnerv. – Die hydrogeologische Situation des Kreises Waldeck-Frankenberg. – Land an Eder und Diemel: 69–74, 2 Kt.; Korbach (Bing).
- KANZ, W., & SCHULZ, H. D. (1982): Geohydrochemie im Buntsandstein der Bundesrepublik Deutschland. – Statistische Auswertung von Grundwasseranalysen. – In: Auswertung hydrochemischer Daten, Schr.-R. DVWK, **54**: 92–193, 33 Bilder; Bonn–Bad Godesberg.
- HOLTZ, S. (1982): s. HELBIG, P., & HOLTZ, S.
- & SCHOPPE, J. (1982): Das Hochwasserrückhaltebecken Ulfa, Vogelsberg (Hessen). – Geol. Jb. Hessen, **110**: 239–256, 8 Abb., 6 Tab.; Wiesbaden.
- HORN, M. (1982): Geologische Karte von Hessen 1:25 000, Blatt 4520 Warburg; Wiesbaden.
- mit Beiträgen von BERNHARD, H., BLUM, R., BRACHT, K., BUSSE, E., EHRENBERG, K.-H., HÖLTING, B., & REICHMANN, H. (1982): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000, Blatt 4520 Warburg, 238 S., 28 Abb., 32 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- KÜMMERLE, E. (1982): Beobachtungen zur Tektonik im Rheingau. – Geol. Jb. Hessen, **110**: 101–115, 1 Abb.; Wiesbaden.
- KULICK, J. (1982): Perm. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5622 Steinau a. d. Str., 2. Aufl.: 15–18, 1 Abb.; Wiesbaden.
- (1982): Berge und Gold. – Land an Eder und Diemel: 58–68, 6 Abb.; Korbach (Bing).
- (1982): Aufbau und Inhalt eines Töpfereiabwurfhügels an der Fulda bei Gottsbüren. – Töpferei des Rheinhardswaldes vom 17. bis zum 20. Jahrhundert: 128–142, 9 Abb.; Kassel.
- in: BRENDOW, V., & KULICK, J. (1982): Die Johanneskirche bei Züschen. – Archäol. Denkmäler Hessen, **23**: 8 S., 7 Abb.; Wiesbaden.
- in BRENDOW, V., & KULICK, J. (1982): Ausgrabungen auf dem Johanniskirchenkopf bei Züschen. – Waldeckische Geschichtsbl. 1982: 5–24, 15 Abb.; Arolsen–Korbach.
- KUPFAHL, H.-G. (1982): Der Mittlere Buntsandstein auf Blatt 4822 Gudensberg (Nordhessen). – Geol. Jb. Hessen, **110**: 91–100, 1 Taf.; Wiesbaden.
- MEISL, S., ANDERLE, H.-J., & STRECKER, G. (1982): Niedrigtemperierte Metamorphose im Taunus und im Soonwald. – Fortschr. Mineral., **60**, Beih. 2: 43–69; Stuttgart.
- LIPPERT, H.-J., & STRECKER, G. (1982): Geosynklinalvulkanismus im Lahn-Dill-Gebiet. – Fortschr. Mineral., **60**, Beih. 2: 3–15; Stuttgart.
- & PÖSCHL, W. (1982): Radioactive Disequilibrium Studies in Uranium Occurrences of the Odenwald, West Germany – In: Ore Genesis – The State of the Art (Ed. AMSTUTZ, G. C. et al.): 590–597; Berlin–Heidelberg–New York (Springer).
- PAULY, E. (1982): Wege zur gesicherten Versorgung mit heimischen mineralischen Rohstoffen aus oberflächennahen Lagerstätten. – ceramik forum international/Berichte der DKG, H. 2/82: 133; Wiesbaden.
- (1982): Ways of ensuring a quaranteed supply of domestic mineral raw materials from near-surface deposits. – Ziegelindustrie International, H. 2/82: 97; Wiesbaden.
- Die Verfügbarkeit mineralischer Rohstoffe für den Straßenbau. – Straße und Autobahn, H. 9/1982: 331; Bonn.

- (1982): In: Karte der Bundesrepublik Deutschland 1:1000000; Gebiete mit oberflächennahen mineralischen Rohstoffen. – Hrsg. Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau; Bonn.
 - (1982): Mineralische Rohstoffe in Nordhessen. – In: Nordhessen – Kurhessen und Waldeck: 56; Oldenburg Verlag Kommunikation u. Wirtschaft.
 - (1982): Der Nassauische Verein für Naturkunde im Jahre 1980. – Jb. nass. Ver. Naturkde., **105**: 71–79; Wiesbaden.
 - (1982): Der Nassauische Verein für Naturkunde im Jahre 1981. – Jb. nass. Ver. Naturkde., **105**: 80–87; Wiesbaden.
- PÖSCHL, W. (1982): s. MEISL, S., & PÖSCHL, W.
- PRINZ, H. (1982): Abriss der Ingenieurgeologie – Mit Grundlagen der Boden- und Felsmechanik sowie des Erd-, Grund- und Tunnelbaus. – 415 S., 252 Abb., 50 Tab.; Stuttgart (Enke Verlag).
- RABIEN, A., in: HENNINGSEN, D., & RABIEN, A. (1982): die hochoberdevonischen Feldspat-Sandsteine (Dasberg- bis Wocklum-Stufe) der mittleren Dillmulde (Rheinisches Schiefergebirge, Bl. 5216 Oberscheld). – Geol. Jb. Hessen, **110**: 67–90, 9 Abb., 3 Tab.; Wiesbaden.
- REICHMANN, H. (1982): Böden. – Erl. geol. Kt. Hessen 1: 25000, Bl. 4520 Warburg: 162–167; Wiesbaden.
- REUL, K. (1982): s. DIEDERICH, G., & REUL, K.
- SCHRAFT, A. (1982): Ein FORTRAN IV-Programm zur Konstruktion von THIESSEN-Polygonen. – Geol. Jb. Hessen, **110**: 257–266; Wiesbaden.
- SCHRICKE, W. (1982): s. EHRENBERG, K.-H., HENTSCHEL, G., SCHRICKE, W., & STRECKER, G.
- STRECKER, G. (1982): s. EHRENBERG, K.-H., & STRECKER, G.
- (1982): s. EHRENBERG, K.-H., HENTSCHEL, G., SCHRICKE, W., & STRECKER, G.
 - (1982): s. MEISL, S., ANDERLE, H.-J., & STRECKER, G.
 - (1982): s. MEISL, S., LIPPERT, H.-J., & STRECKER, G.
- THIELICKE, G. (1982): Polarographische Analysen. – Fresenius-Zeitschrift, **312**: 35; Berlin–Heidelberg–New York (Springer).

Nachtrag

- ABEL, H. (1980): Lagerstätten. – Erl. geol. Kt. Hessen 1: 25000, Bl. 5418 Gießen, 2. Aufl.: 98–104; Wiesbaden.
- (1981): Lagerstätten – Erl. geol. Kt. Hessen 1: 25000, Bl. 5518 Butzbach: 97–106, 1 Abb.; Wiesbaden.

Fachvorträge von Angehörigen des Landesamtes

- ABEL, H.: Südafrika – Landeskunde. – Nass. Ver. Naturkde., Wiesbaden, 19. 1. 82.
- BARTH, W.: Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. – Nass. Ver. Naturkde., Wiesbaden, 16. 2. 82.
- BÖKE, E.: Bestimmung der Grundwasserneubildung in den quartären Lockergesteinsarten der Rhein-Main-Niederung. – Wasserbauliches Kolloquium der TH Darmstadt, 4. 2. 1982.
- EHRENBERG, K.-H.: Geologisch-petrologische Exkursion in den Vogelsberg. – Geol. Inst. Univ. Oslo/Norwegen, 11. 9. 1982.
- HENTSCHEL, G., SCHRICKE, W., & STRECKER, G.: Exkursionsführung: Vogelsberg-Vulkanismus. – Tagung dt. mineral. Ges. in Marburg, Exkursion E 2, 9.–10. 9. 1982.
- HÖLTING, B.: Grundwassergewinnung – Folgen für die Landwirtschaft und Bebauung. – Ver. Erdkde., Darmstadt, 24. 5. 1982.
- Welche Erkenntnisse über die Belastung des Grundwassers mit Schadstoffen liegen in Hessen vor und welche Maßnahmen zur Vermeidung und Reduzierung sind erforderlich. – Hearing zum Thema Bodenschutz, Hess. Landtag, Wiesbaden, 1. 9. 1982.
- LAEMMLEN, M.: Über die geologische und ingenieurgeologische Auswertung der Kernbohrungen im Planungsabschnitt 15 der DB-Neubaustrecke Hannover – Würzburg und die sich daraus ergebenden Folgerungen für Planung und Bau der Strecke. – Bauingenieur-Studenten TU München, Niederaula, 23. 11. 1982.

- PAULY, E.: Stand der Rohstoffsicherung in Hessen. – Sitzung des GDMB-Fachausschusses „Steine, Erden, Industrie-Mineralie“, Wiesbaden, 14. 1. 1982.
- Der Taunus – Erdgeschichte – Geschichte. – Ver. Gesch. u. Heimatkde., Kronberg i. H., 4. 5. 1982.
 - Die Verknappung der mineralischen Rohstoffe aus oberflächennahen Lagerstätten durch Planung und administrative Maßnahmen. – Hauptvers. Ges. dt. Metallhütten- u. Bergleute, Freiburg i. Br., 13. 5. 1982.
 - Die Verfügbarkeit mineralischer Rohstoffe für den Straßenbau. – Tagung Arbeitsgr. „Mineralstoffe“ Forsch.-ges. Straßen- u. Verkehrswesen, Trier, 4. 6. 1982.
 - Verfügbarkeit mineralischer Rohstoffe aus oberflächennahen Lagerstätten. – Fördergemeinschaft zur Information der Hochschullehrer für das Bauwesen e. V., Hochstetten-Dhaun (Kirn/Nahe), 4. 11. 1982.
- PRINZ, H.: Tunnelbau im Buntsandstein aus der Sicht der Ingenieurgeologie. – Kolloquium über Planung und Ausführung der Tunnel für die Neubaustrecken der DB, Bad Homburg v. d. H., 1./2. 3. 1982.
- Ingenieurgeologische Voruntersuchungen für den Tunnelbau. – Vortragsveranstaltung „Tunnelbau“ VSVI Hessen, Friedberg, 6. 5. 1982.
 - Ingenieurgeologie und Tunnelbau im Buntsandstein Ost Hessens. – Kolloquium Geol. Inst. Univ. Karlsruhe, 3. 6. 1982.
 - Buntsandstein – Theorie und Praxis. – Erdbautagung der Bahnbauzentrale der DB, Bad Homburg v. d. H., 20.–22. 12. 1982.
 - Ingenieurgeologische Beratung für den Tunnelbau im Buntsandstein. – Grundbauseminar GhK, SS 1982, Kassel, 1. 7. 1982.
- RAMBOW, D.: Hydrogeologische Fragen bei der Planung der Bundesbahnneubaustrecke Hannover–Würzburg in Hessen. – Jahrestagung Bund Wasser- u. Kulturbauingenieure (BWK), Bad Orb, 29. 4. 1982.
- TANGERMANN, H.: Grundwasserverunreinigungen und die Möglichkeit ihrer Sanierung am Beispiel des Ballungsraumes Rhein-Main. – TH Darmstadt, 7. 6. 1982.

Hochschultätigkeit

- Direktor des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung Prof. Dr. BARGON
als Honorarprofessor an der Technischen Hochschule Darmstadt (Bodenkunde).
- Geologieoberrat Dr. BERNHARD
als Lehrbeauftragter an der Gesamthochschule Kassel (Ingenieurgeologie).
- Dr. BECKER
als Lehrbeauftragter an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt a. M. (Übungen zur Allgemeinen Geologie I und Mineralogie I).
- Geologieoberrat Dr. GOLWER
als Lehrbeauftragter an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt a. M. (Hydrogeologie).
- Ltd. Geologiedirektor Prof. Dr. HÖLTING
als Honorarprofessor an der Philipps-Universität Marburg/Lahn (Allgemeine Hydrogeologie III und IV).
- Geologiedirektor Prof. Dr. MEISL
als Honorarprofessor an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt a. M. (Petrologie, Geochemie).
- Geologiedirektor Dipl.-Ing. MÜLLER
als Lehrbeauftragter an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt a. M. (Baugrundgeologie).
- Ltd. Geologiedirektor Prof. Dr. PRINZ
als Honorarprofessor an der Philipps-Universität Marburg/Lahn (Ingenieurgeologie I und III).
- Geologieoberrat Dr. REICHMANN
als Lehrbeauftragter an der Gesamthochschule Kassel (Biologie/Chemie).

Geologiedirektor Dr. RÖSING

als Lehrbeauftragter an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt a. M. (Germanische Trias).

Ltd. Geologiedirektor Dr. THEWS

als Lehrbeauftragter an der University of Maryland, European Division Heidelberg-Wiesbaden (Environmental Geology).

Geschäftsverteilungsplan (Kurzfassung)

Stand: 31. Dezember 1982

Leiter: Direktor Prof. Dr. BARGON

Vertreter: Ltd. Geol.-Direktor Dr. THEWS

Abteilung I:	Geologische Landesaufnahme 18 Wissenschaftler, 1 Bediensteter des höheren Dienstes, 19 Bedienstete des gehobenen technischen Dienstes, 14 andere Bedienstete	
Leiter:	Ltd. Geol.-Direktor Dr. THEWS	
Vertreter:	Ltd. Geol.-Direktor Prof. Dr. HÖLTING	
Dezernat I 1:	Geologische Kartierung	Ltd. Geol.-Direktor Dr. THEWS
Fachgebiete:		
I 1/1	Wissenschaftliche Grundlagen, Methoden, Übersichtskartierung	Geol.-Direktor Dr. KULICK
I 1/2	Kartierung der Devon-, Karbon- und Permgebiete	Geol.-Oberrat Dr. HORN Geol.-Oberrätin Dr. NÖRING
I 1/3	Kartierung der Trias- und Juragebiete	Geol.-Direktor Dr. LAEMMLEN Geol.-Direktor Dr. KUPFAHL Dipl.-Geol. Dr. BECKER
I 1/4	Kartierung der Tertiär- und Quartärgebiete	Geol.-Oberrat Dr. HICKETHIER
I 1/5	Paläontologie, Biostratigraphie und Sammlungen	Geol.-Direktor Dr. RABIEN Geol.-Oberrat Dr. KÜMMERLE
I 1/6	Veröffentlichungswesen	Ltd. Geol.-Direktor Dr. THEWS
Dezernat I 2:	Bodenkunde	Geol.-Direktor Dr. FICKEL
Fachgebiete:		
I 2/1	Wissenschaftliche Grundlagen, Methoden, bodenkundliche Beratung	WEIDNER
I 2/2	Bodenkundliche Karten, Übersichtskartierungen	Geol.-Direktor Dr. FICKEL
I 2/3	Objektkartierungen für Sonderkulturen und Problemflächen	Geol.-Oberrat Dr. REICHMANN
I 2/4	Bodenphysik	Geol.-Rat Dr. SCHRADER
Dezernat I 3:	Luftbildgeologie und Geophysik	Geol.-Direktor Dr. REUL
Fachgebiete:		
I 3/1	Luftbild- und Fotogeologie	Geol.-Direktor Dr. REUL Geol.-Rat ANDERLE Dipl.-Geol. LINDSTEDT Dipl.-Geol. ROGALLA
I 3/2	Geophysik	Geol.-Rat z. A. Dr. BLUM

Abteilung II:	Rohstoffgeologie und Ingenieurgeologie	
	20 Wissenschaftler, 1 Bediensteter des höheren Dienstes, 13 Bedienstete des gehobenen technischen Dienstes, 10 andere Bedienstete	
Leiter:	Ltd.-Geol.-Direktor Prof. Dr. PRINZ	
Vertreter:	Ltd. Geol.-Direktor Dr. THEWS	
Dezernat II 1:	Mineralische Rohstoffe	Geol.-Direktor Dr. PAULY
Fachgebiete:		
II 1/1	Lagerstättenerkundung	Geol.-Direktor Dr. PAULY Geol.-Oberrat Dr. HELBIG Geol.-Rat ZIEHLKE
II 1/2	Lagerstättenschutz	Geol.-Rat Dr. BARTH Dipl.-Geol. ABEL
Dezernat II 2:	Mineralogie und Petrologie	Geol.-Direktor Prof. Dr. MEISL
Fachgebiete:		
II 2/1	Mineralogie	Geol.-Direktor Prof. Dr. MEISL Geol.-Rat Dr. HENTSCHEL Geol.-Rat STRECKER Dipl.-Chemiker SUŠIĆ Dipl.-Geol. Dr. TEUERJAHR
II 2/2	Petrologie	Geol.-Oberrat Dr. EHRENBERG Geol.-Oberrat Dr. SCHRICKE
Dezernat II 3:	Ingenieurgeologie	Geol.-Direktor MÜLLER
Fachgebiete:		
II 3/1	Felsbaugeologie, Erdfälle, Bodensenkungen	Ltd. Geol.-Direktor Prof. Dr. PRINZ Geol.-Oberrat Dr. WESTRUP Dipl.-Geol. TIEDEMANN
II 3/2	Ingenieurgeol. Grundlagen, ingenieurgeol. Karten	Geol.-Oberrat Dr. BERNHARD
II 3/3	Bodenmechanik, Erd- und Grundbau, Rutschungen, Erfassung von ingenieurgeol. Daten	Geol.-Direktor MÜLLER Geol.-Oberrat Dr. BEURER Geol.-Oberrat Dr. FRIEDRICH
II 3/4	Talsperrengeologie	Geol.-Oberrat Dr. HOLTZ
Dezernat II 4:	Zentrale Laboratorien	Geol.-Oberrat THIELICKE
Fachgebiete:		
II 4/1	Bodenmechanisches Labor und Werkstatt	Dipl.-Ing. (FH) CLOEREN
II 4/2	Chemisches Labor	Geol.-Oberrat THIELICKE
II 4/3	Mineralogisches Labor	Geol.-Direktor Prof. Dr. MEISL
Abteilung III:	Hydrogeologie und Geotechnologie	
	13 Wissenschaftler, 6 Bedienstete des gehobenen technischen Dienstes, 2 andere Bedienstete	
Leiter:	Ltd. Geol.-Direktor Prof. Dr. HÖLTING	
Vertreter:	Ltd. Geol.-Direktor Prof. Dr. PRINZ	
Dezernat III 1:	Allgemeine Hydrogeologie	Geol.-Oberrat Dr. STENGEL-RUTKOWSKI
Fachgebiete:		
III 1/1	Vollzug des Lagerstättengesetzes	Geol.-Oberrat Dr. STENGEL-RUTKOWSKI

III 1/2	Praxisbezogene wissenschaftliche Grundlagen, hydrogeologische Kartierung und Karten	Geol.-Oberrat Dr. DIEDERICH
III 1/3	Geohydrochemie, Geohydrothermik, Tiefenwässer, Erfassung und Bearbeitung hydrogeologischer Daten	Dipl.-Geol. Dr. PÖSCHL
III 1/4	Archiv und Dokumentation, Koordination in Sachen ADV	Geol.-Oberrätin Dr. HERZBERG
Dezernat III 2: Angewandte Hydrogeologie		Ltd. Geol.-Direktor Prof. Dr. HÖLTING
Fachgebiete:		
III 2/1	Grundwasserbelastung und Umwelt	Geol.-Oberrat Dr. GOLWER Geol.-Rat Dr. TANGERMANN
III 2/2	Erkundung und Schutz von Grund-, Heil- und Mineralwasser im Regierungsbezirk Darmstadt	Geol.-Oberrat Dr. BÖKE Geol.-Oberrat Dr. SCHARPFF
III 2/3	Erkundung und Schutz von Grund-, Heil- und Mineralwasser im Regierungsbezirk Gießen	Geol.-Oberrat Dr. WIEGAND
III 2/4	Erkundung und Schutz von Grund-, Heil-, und Mineralwasser im Regierungsbezirk Kassel	Geol.-Oberrat Dr. RAMBOW Dipl.-Geol. Dr. SCHAFT
Dezernat III 3: Geotechnologie und Infrastrukturgeologie		Geol.-Direktor Dr. FINKENWIRTH
Fachgebiete:		
III 3/1	Geotechnologie, unterirdische Speicher und Deponien	Geol.-Direktor Dr. FINKENWIRTH
III 3/2	Infrastrukturgeologie, Federführung und Koordination in Sachen regionale Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren, Flächennutzungs- und Bauleitpläne, Flurbereinigungsverfahren u. ä.	Geol.-Rat KAUFMANN
Dem Amtsleiter unterstellt:		
Dezernat V:	Verwaltung	Reg.-Oberrat CHRISTIAN
	Verwaltungsdienst: 6	
	Andere: 17	

Personalstand am 31. Dezember 1982

Direktor des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung: Dipl.-Landwirt Prof. Dr. ERNST BARGON

Leitende Geologiedirektoren:

Dipl.-Geologe Prof. Dr. BERNWARD HÖLTING
Dipl.-Geologe Prof. Dr. HELMUT PRINZ

Dipl.-Geologe Dr. JOE-DIETRICH THEWS

Geologiedirektoren:

Dipl.-Geologe Dr. WALTER FICKEL
Dipl.-Geologe Dr. ALFRED FINKENWIRTH
Dipl.-Geologe Dr. JENS KULICK
Dipl.-Geologe Dr. HANS-GÜNTHER KUPFAHL
Dipl.-Geologe Dr. MANFRED LAEMMLEN

Dipl.-Geologe Prof. Dr. STEFAN MEISL
Dipl.-Ingenieur KARL-HANS MÜLLER
Dipl.-Geologe Dr. ERNST PAULY
Dipl.-Geologe Dr. ARNOLD RABIEIN
Dipl.-Geologe Dr. KONRAD REUL

Geologieoberräte:

Dr. HORST BERNHARD
Dipl.-Geologe Dr. MARTIN BEURER
Dr. ECKHARD BÖKE
Dipl.-Geologe Dr. GIBBERT DIEDERICH
Dipl.-Geologe Dr. KARL-HEINZ EHRENBERG

Dr. KUNIBERT FRIEDRICH
Dipl.-Geologe Dr. ARTHUR GOLWER
Dipl.-Geologe Dr. PETER HELBIG
Dipl.-Geographin Dr. ANNELIES HERZBERG
Dipl.-Geologe Dr. HELMUT HICKETHIER
Dipl.-Geologe Dr. SIEGFRIED HOLTZ

Dipl.-Geologe Dr. MANFRED HORN
 Dipl.-Geologe Dr. EBERHARD KÜMMERLE
 Dipl.-Geologin Dr. RENATE NÖRING
 Dipl.-Geologe Dr. DIETRICH RAMBOW
 Dipl.-Geologe Dr. HELMUT REICHMANN

Dipl.-Geologe Dr. HANS-JÜRGEN SCHARPFF
 Dipl.-Geologe Dr. WILLI SCHRICKE
 Dipl.-Geologe Dr. WITIGO STENGLER-RUTKOWSKI
 Dipl.-Chemiker GÜNTER THIELICKE
 Dipl.-Geologe Dr. JENS WESTRUP
 Dipl.-Geologe Dr. KLAUS WIEGAND

Geologieräte:

Dipl.-Geologe HANS-JÜRGEN ANDERLE
 Dipl.-Geologe Dr. WALTER BARTH
 Dipl.-Geophysiker Dr. RAINER BLUM*
 Dr. GERHARD HENTSCHEL
 * Geologierat z.A.

Dipl.-Geologe EBERHARD KAUFMANN
 Dipl.-Landwirt Dr. LUDOLF SCHRADER
 Dipl.-Mineraloge GERHARD STRECKER
 Dipl.-Geologe Dr. HANS TANGERMANN
 Dipl.-Geologe CARL-PETER ZIEHLKE

Wissenschaftliche Angestellte:

Dipl.-Geologe HEINRICH ABEL
 Dipl.-Geologe Dr. ROLAND BECKER
 Dipl.-Geologe HANS-JOACHIM LINDSTEDT
 Dipl.-Geologe Dr. WERNER POSCHL
 Dipl.-Geologe RUDOLF ROGALLA

Dipl.-Geologe Dr. ADALBERT SCHRIFT
 Dipl.-Chemiker MARIJAN SUŠIĆ
 Dipl.-Geologe Dr. ALBERT-KARL THEUERJAHR
 Dipl.-Geologe JOACHIM TIEDEMANN
 ERHARD WEIDNER

Bibliothek:

Leitung: MARITA VELTEN
 GISELA BECK

GERTRUD GROSSMANN
 CHRISTINE KINDSVOGEL

Vertriebsstelle:

DIETER HOMANN

EVELYN FRUCK

Technische Bedienstete:

Dipl.-Ing. UTE ARAGON
 LIENHARD BARNETT
 OTTO BEINSTEIN
 Ing.(grad.) NORBERT BLECK
 EDMUND BREMSER
 Dipl.-Ing (FH) EWALD CLOEREN
 PETER DIEZ
 GEORG DOMES
 GUNTHER DZUBA
 ROLF ETZ
 KARL FINK
 ROSEL FISCHER
 PETER FUHRMANN
 Dipl.-Ing. (FH) LUDWIG GRÜBER
 Ing.(grad.) WERNFRIED HÜBLER

Dipl.-Ing. (FH) GERNOT HÜHNER
 ALBERT KARSCHNY
 HANS KLING
 GERHARD KNAB
 UTE KÖHLER
 FRITZ KRÜGER
 HEINZ LEICK
 HARTMUT POSCHWITZ
 ILSE POSUR
 NORBERT PREISNER
 WILHELM RICHTER
 Dipl.-Ing. (FH) ALBERT ROMSCHINSKI
 Dipl.-Ing. (FH) WINFRIED ROSENBERGER
 SUSANNE SALCHER
 Dipl.-Ing. (FH) HANS-HEINRICH SCHMIDT

HEIKE SCHNEIDER
 Dipl.-Ing. (FH) RUDI SCHNEIDER
 Dipl.-Ing. (FH) NORBERT SCHOLZ
 MONIKA SCHRECKENBACH
 ECKHARD SCHULZ
 Ing.(grad.) ALOIS SEDLATSCHEK
 Ing.(grad.) WILHELM STICH
 Dipl.-Ing. (FH) OTTO STIEGLER
 MANFRED SWIHOTA
 WILHELM TERME
 Dipl.-Ing. (FH) ERWIN THIEL
 Ing.(grad.) GEORG WENZEL
 Dipl.-Ing. (FH) ROLAND WIEDERER
 GISELA WÜRFEL
 URSULA ZÖLLER

Landkartentechnisches Büro:

Leitung: HERMANN BRENNER
 JÜRGEN BARTHOLOMAY
 JENS DENGLER
 JUTTA VON DZIEGIELEWSKI

MONIKA ECKL
 ANNEROSE FUCHS
 Designer (grad.) ADELHEID HICKETHIER
 KARL HIELSCHER

GISELA KRAHNKE
 KARIN STOLL
 MICHAEL STRYJ

Verwaltung:

Leitung: Regierungsobererrat HUBERTUS CHRISTIAN
 CHRISTA ECKSTEIN
 HARALD GEIST
 HUBERT GROSSMANN

IRENE HEUSER
 URSULA ROTH
 KLARA SCHÜLER

DOROTHEE SCHULZ
 URSULA STOBER

Schreibbüro:

ELISABETH BAUER
 HEIDRUN GEBAUER
 DAGMAR DERNBACH

MARION KIRALL
 URSULA KOPP
 ILSE SCHMITZ

INGEBORG STRANGFELD
 ANGELA WESTERHOFF
 EDELTRAUD ZIERZ

Lohnempfänger:

Fahrer FERDINAND FLIESS
 Fahrer KLAUS-DIETER GEIS
 Fahrer NORBERT HÖPFNER

Fahrer PETER HOLLRICHER
 Fahrer FRIEDRICH LUDWIG
 Fahrer FRITZ MEILINGER
 Fahrer SIEGFRIED WENKZE

Laborgehilfe SIEGFRIED BIERBRAUER
 Bohrkernlagerverwalter WILLI EBEL
 Hausmeister HORST HÖHLER

Freiwillige Mitarbeiter:

- Dr. h.c. ERWIN BUSSE, Mittelbinge 6, 3500 Kassel-Ki.
 Prof. Dr. phil. habil. HANS HENTSCHEL, Regierungsdirektor a. D., Fontanestraße 2, 6200 Wiesbaden
 Prof. Dr. HANSJOACHIM LIPPERT, Geologiedirektor a. D., Walkmühlstraße 63a, 6200 Wiesbaden
 Dr. OTTO SCHMITT, Ldt. Geologiedirektor a. D., Bingertstraße 62, 6200 Wiesbaden
 Prof. Dr. ARNO SEMMEL, Geographisches Institut der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Senckenberg-Anlage 36, 6000 Frankfurt a. M.
 Prof. Dr. HEINZ TOBIEN em., Paläontologisches Institut der Johannes-Gutenberg-Universität, Saarstraße 21, 6500 Mainz

Ausgeschieden in der Zeit vom 1.1.1980–31.12.1982:

18.1.1980 UDO KRAUS	30. 6.1980 OTTO SOHN	31. 10.1981 Dr. OTTO SCHMITT
31.1.1980 PAUL UHL	31. 7.1980 ANNE KUNZ-DENKER	30. 11.1981 Dipl.-Geol. THOMAS BRASSER
31.3.1980 Dr. CHRISTOF HAUPENTHAL	31. 8.1980 URSULA HARTERT	31. 12.1981 ERICH STRAUCH
31.3.1980 URSULA MICHNA	30. 9.1980 WOLFGANG GORRMANN	16. 4.1982 KONRAD KOZOK
30.4.1980 JOACHIM GRABOWSKI	31. 10.1980 REGINA EVERMANN	30. 6.1982 JURGEN JANKOWSKI
30.4.1980 ANTONIE HOCH	31. 12.1980 HELMA MÜNCH	30. 9.1982 HERBERT BAUER
31.5.1980 RUDOLF HEUSER	31. 1.1981 RAINER HARGAS	31. 10.1982 Dr. FRANZ RÖSING
30.6.1980 KÄTE BATZ	31. 3.1981 INGE SCHWAB	

ERNST BARGON

Bohrprobenlager Villmar-Aumenau

Die nachfolgende Aufstellung ergänzt die im Geologischen Jahrbuch Hessen, **104**: 321–328, **105**: 294, **106**: 460, **107**: 330, **108**: 277 und **109**: 237 veröffentlichten Zusammenstellungen von eingelagerten Proben geologisch wichtiger Bohrungen. Erläuterung der Abkürzungen siehe Geol. Jb. Hessen, **104**: 322.

Blatt-Nr. u. -Name	Bezeichnung	Lage R	Lage H	Teufe m	Stratigraphische Bezeichnung, z. T. Gesteinsart	A.E.
4520 Warburg	Ammenhausen 3 (Schrägbrg., 1981)	35 02 88	57 01 24	36,00	Quartär; Trias: smH. KB	1992
4520 Warburg	KB 9, Umgehung Rohden (1979)	35 00 00	57 04 88	15,00	Quartär; Trias: soRö, smST. KB	1991
4520 Warburg	Schmillinghausen 1 (1981)	35 02 90	56 99 00	15,00	Quartär; Trias: smD. KB	1992
4520 Warburg	Schmillinghausen 2 (Schrägbrg., 1981)	35 02 90	56 99 00	50,00	Quartär; Trias: smD. KB	1992
4718 Goddelsheim	ESB 3 (1981/82)		*	198,60	Unterkarbon II, III. KB	1993
4718 Goddelsheim	ESB 4 (1981/82)		*	177,00	Unterkarbon II, III. KB	1993
4718 Goddelsheim	ESB 5 (1981/82)		*	156,20	Unterkarbon II, III. KB	1993
4719 Korbach	ESB 1 (1981/82)		*	82,57	Perm: z. KB	1993
4719 Korbach	ESB 2 (1981/82)		*	15,17	Unterkarbon II, III. KB	1993
4723 Oberkaufungen	Quentel (1981)	35 45 79	56 74 35	430,00	Trias: su; Perm: z; Devon oder Karbon. KB, A	1992
4821 Fritzlar	B/76-B 1 (1976)	35 17 28	56 63 48	27,30	Quartär; Trias: mu. KB	1983
4821 Fritzlar	B/76-B 2 (1976)	35 17 52	56 62 76	35,50	Quartär; Trias: mu. KB	1983
4822 Gudensberg	B/76-B 11 (1976)	35 24 45	56 70 46	25,10	Quartär; Tertiär. KB	1983
4824 Hess. Lichtenau	Küchen (1981)	35 57 91	56 73 11	533,00	Devon/Karbon. KB	1992
4921 Borken (Hessen)	K 52 (1976)	35 21 67	56 59 39	53,00	Grenzschichten Röt/Muschelkalk. KB, A	2002
4923 Altmorschen	DB 141.015–41 (1982)	35 40 87	56 58 98	270,00	Trias: su; Perm: z; Karbon-Devon. KB	1992
4925 Sontra	C/77-B 3 (1977)	35 60 48	56 60 17	47,40	Perm: z. KB	1984
4925 Sontra	C/77-B 5a (1977)	35 61 05	56 58 69	42,30	Perm: z. KB	1984
4925 Sontra	C/77-B 6 (1977)	35 62 08	56 56 48	33,25	Perm: z. KB	1984
4925 Sontra	C/77-B11 (1977)	35 66 15	56 58 35	59,80	Perm: z. KB	1984
4926 Herleshausen	Nesselröden 1 (1981)	35 78 78	56 54 69	193,70	Trias: su; Perm: z; ro, s. KB, A	1993
4926 Herleshausen	Lengforst (1982)	35 77 84	56 54 38	100,00	Perm: z; ro, s. KB, A	1993
5021 Ziegenhain	A/82 - B 9 (1982)	35 22 62	56 45 87	40,30	Quartär; Tertiär; ? Buntsandstein. KB	1984
5022 Schwarzenborn	A/82-B 10 (1982)	35 23 89	56 44 87	37,00	Tertiär. KB	1984
5022 Schwarzenborn	A/82 - B 10 a (1982)	35 24 04	56 45 08	21,00	Tertiär. KB	1984
5022 Schwarzenborn	A/82-B 11 (1982)	35 30 01	56 44 69	29,80	Tertiär. KB	1984
5024 Rotenburg a. d. Fulda	Blankenheim (1982)	35 53 47	56 44 40	485,10	Perm: ro. KB, A	1992
5025 Hönebach	Ronshausen 19, Nausisberg (1982)	35 59 93	56 45 50	360,45	Trias: su; Perm: z, ro. KB	1993
5120 Neustadt (Hessen)	A/82-B 1 (1982)	35 01 81	56 30 73	15,00	Quartär; Trias: sm. KB	1983
5120 Neustadt (Hessen)	A/82-B 2 (1982)	35 05 15	56 31 37	50,00	Quartär; Tertiär; Trias: sm. KB	1983
5120 Neustadt (Hessen)	A/82-B 3 (1982)	35 08 15	56 29 65	46,00	Quartär; Buntsandstein. KB	1983
5120 Neustadt (Hessen)	A/82-B 4 (1982)	35 08 22	56 31 30	70,00	Tertiär. KB	1984
5120 Neustadt (Hessen)	A/82-B 5 (1982)	35 08 89	56 32 62	35,40	Tertiär. KB	1984

Blatt-Nr. u. -Name	Bezeichnung	Lage R	Lage H	Teufe m	Stratigraphische Bezeichnung, z. T. Gesteinsart	A.E.
5120 Neustadt (Hessen)	A/82 – B 6 (1982)	35 09 76	56 33 59	30,00	Quartär; Tertiär. KB	1984
5120 Neustadt (Hessen)	A/82 – B 7 (1982)	35 10 47	56 34 25	30,00	Tertiär. KB	1984
5121 Schrecksbach	A/82 – B 8 (1982)	35 17 07	56 35 55	34,20	Tertiär. KB	1984
5123 Niederaula	Gershausen (1981)		*	421,70	Trias: su; Perm: z; Karbon: co, t. KB, A	1993
5221 Alsfeld	A/82 – B 12 (1982)	35 18 40	56 28 59	43,50	Tertiär; Buntsandstein. KB	1984
5222 Grebenau	Eifa (1979/80)	35 25 34	56 22 57	50,00	Quartär; Tertiär; Buntsandstein. KB, A	1992
5223 Queck	Queck (1981)	35 38 87	56 19 17	392,70	Trias: su; Perm: z, ro. KB, A	1992
5322 Lauterbach	Ützhausen (1982)	35 35 26	56 12 69	422,00	Trias: su; Perm: z, ro. KB, A	1992
5514 Hadamar	Sp. 2 (1980)	34 37 72	55 87 82	110,00	Tertiär; Devon. KB	1986
5514 Hadamar	Sp. 4 (1980)	34 38 65	55 88 45	120,00	Devon. KB	1986
5518 Butzbach	B/82 – B 1 (1982)	34 80 34	55 86 73	65,50	Quartär; Tertiär. KB	1984
5518 Butzbach	B/82 – B 2 (1982)	34 85 07	55 86 92	48,50	Quartär; Tertiär. KB	1984
5518 Butzbach	B/82 – B 3 (1982)	34 85 04	55 86 22	48,00	Quartär; Tertiär. KB	1984
5524 Weyhers	RN 1, Thalau (1980)		*	655,35	Trias: sm, su; Perm: z, ro. KB, A	1993
5524 Weyhers	RN 4, Hattenrod/Eichenzell (1980)		*	597,55	Trias: sm, su; Perm: z, ro. KB, A	1993
5524 Weyhers	BH 2, Langenroth/Giechenbach (1980)		*	460,70	Trias: su; Perm: z, Kristallin. KB, A	1993
5526 Bischofsheim a. d. Rhön	SR 5, Unterweißenbrunn (1981)		*	551,00	Trias: sm, su; Perm: z, ro. KB, A	1993
5615 Villmar	A/80 – B 16 (1980)	34 44 73	55 76 36	40,00	Tertiär; Devon. KB	1983
5615 Villmar	A/80 – B 17 (1980)	34 47 74	55 76 41	19,00	Quartär; Tertiär. KB	1983
5619 Staden	A/81 – B 1 a (1980)	34 92 62	55 74 26	36,40	Quartär; Perm: ro. KB	1983
5619 Staden	A/81 – B 1 b (1980)	34 92 68	55 76 62	45,00	Quartär; ?Tertiär. KB	1983
5623 Schlüchtern	Sterbfritz (1981)	35 43 00	55 75 85	735,00	Trias: sm, su; Perm: z, ro. KB, A	1992
5624 Bad Brückenau	RN 3, Kothen (1980/81)		*	293,00	Trias: su; Perm: z; Grundgebirge. KB, A	1992
5624 Bad Brückenau	RN 13, Grenzwald (1981/82)		*	434,71	Trias: su; Perm: z, ro. KB, A	1992
5624 Bad Brückenau	SR 2, Lachsgrund (1981/82)		*	418,00	Trias: su; Perm: z; Grundgebirge. KB, A	1993
5626 Sandberg	RN 14, Tannenkopf (1981/82)		*	474,01	Trias: sm, su; Perm: z, ro. KB, A	1993
5723 Altengronau	Altengronau (1982)		*	516,90	Perm: ro. KB, A	1992
5723 Altengronau	RN 5, Galgengrund (1981/82)		*	429,50	Trias: su; Perm: z, ro. KB, A	1993
5723 Altengronau	RN 7, Dittenbrunn (1981/82)		*	433,82	Trias: su; Perm: z, ro. KB, A	1992
5723 Altengronau	SR 6, Krümmelbach (1981/82)		*	471,66	Perm: ro. KB, A	1993
5724 Zeitlofs	RN 12, Knüttelwiese (1981/82)		*	636,80	Perm: ro. KB, A	1992
5724 Zeitlofs	RN 15, Mitgenfeld (1981/82)		*	632,10	Trias: sm, su; Perm: z, ro. KB, A	1993
5724 Zeitlofs	SR 4, Weißenbach, Kleine Leite (1981/82)		*	623,60	Trias: su; Perm: z, ro. KB, A	1993
5725 Stangenroth	RN 10, Thulba (1981/82)		*	505,80	Gneis; Paläozoikum. KB, A	1992
5725 Stangenroth	RN 16, Schieferstein (1981/82)		*	614,86	Trias: sm, su; Perm: z, ro. KB, A	1993
5823 Burgsinn	Rengersbrunn (1981/82)	35 39 88	55 54 56	61,10	Trias: su. KB	1992
5823 Burgsinn	Rieneck (1982)		*	457,80	Perm: ro. KB, A	1992
5823 Burgsinn	RN 9, Aura-Grund (1981)		*	496,49	Trias: su; Perm: z, ro. KB, A	1993
5823 Burgsinn	SR 1, Arfsgrund, Aura (1981/82)		*	422,30	Trias: su; Perm: z, ro. KB, A	1993
5823 Burgsinn	SR 8, Engelhaupt, Mittelsinn (1982)		*	398,20	Trias: su; Perm: z, ro. KB, A	1993

5917 Kelsterbach	B/75 – B 1 (1975)	34 65 49	55 41 69	45,30	Quartär. KB	1983
5919 Seligenstadt	A/77 – B 11 (1977)	34 90 47	55 47 40	26,40	Quartär; ? Tertiär. KB	1983
5919 Seligenstadt	A/77 – B 22 (1977)	34 98 52	55 42 58	24,00	Quartär; Tertiär. KB	1983
5924 Gemünden	Langenprozelten (1981/82)		*	461,50	Trias: su, suB; Perm: z, ro. KB, A	1993
6016 Groß-Gerau	B/75 – B 2 (1975)	34 63 60	55 35 62	70,00	Quartär. KB	1983
6023 Lohr	Lohr (1981)	35 42 14	55 37 84	485,70	Perm: ro. KB, A	1992
6418 Weinheim	B 600 (1975)	34 84 46	54 92 57	20,55	Kristallines Grundgebirge. KB	1983
6418 Weinheim	B 601 (1975)	34 84 47	54 92 56	50,11	Kristallines Grundgebirge. KB	1983
6418 Weinheim	B 602 (1975)	34 84 29	54 93 19	50,20	metam. Schiefer. KB	1983
6418 Weinheim	B 603 (1975)	34 84 65	54 93 33	50,20	metam. Schiefer. KB	1983

* R-H-Werte der Bohrungen auf Anfrage
Stand 31. 12. 1982

GERNOT HÜHNER

NOTIZBLATT DES HESSISCHEN LANDESAMTES
FÜR BODENFORSCHUNG ZU WIESBADEN

VI. Folge, Heft 1, 1950: 344 S., 35 Abb., 6 Tab., 11 Taf.	17,50 DM
VI. Folge, Heft 2, 1951: 256 S., 18 Abb., 21 Taf.	16,- DM
VI. Folge, Heft 3, 1952: 476 S., 30 Abb., 24 Taf.	20,- DM
Band 81 (VI/4), 1953: 464 S., 66 Abb., 18 Taf.	20,- DM
Band 82, 1954: 411 S., 50 Abb., 10 Taf.	20,- DM
Band 83, 1955: 420 S., 58 Abb., 26 Taf.	20,- DM
Band 84, 1956: 492 S., 58 Abb., 24 Tab., 35 Taf.	20,- DM
Band 85, 1957: 555 S., 100 Abb., 55 Tab., 26 Taf., 2 Bilder	25,- DM
Band 86, 1958: 444 S., 63 Abb., 23 Tab., 20 Taf.	25,- DM
Band 87, 1959: 462 S., 72 Abb., 14 Prof., 32 Tab., 23 Taf., 1 Bild	25,- DM
Band 88, 1960: 430 S., 73 Abb., 25 Tab., 23 Taf.	25,- DM
Band 89, 1961: 504 S., 97 Abb., 16 Tab., 25 Taf.	25,- DM
Band 90, 1962: 558 S., 75 Abb., 31 Tab., 36 Taf., 1 Bild	30,- DM
Band 91, 1963: 427 S., 104 Abb., 27 Tab., 27 Taf.	30,- DM
Band 92, 1964: 340 S., 63 Abb., 19 Tab., 15 Taf.	30,- DM
Band 93, 1965: 404 S., 88 Abb., 4 Diagr., 29 Tab., 21 Taf.	40,- DM
Band 94, 1966: 456 S., 86 Abb., 13 Tab., 22 Taf.	40,- DM
Band 95, 1967: 324 S., 44 Abb., 18 Diagr., 8 Tab., 11 Taf., 2 Bilder	40,- DM
Band 96, 1968: 424 S., 61 Abb., 17 Tab., 15 Taf., 1 Bild	40,- DM
Band 97, 1969: 468 S., 99 Abb., 20 Diagr., 32 Tab., 15 Taf.	40,- DM
Band 98, 1970: 348 S., 59 Abb., 18 Tab., 19 Taf., 2 Bilder	40,- DM
Band 99, 1971: 444 S., 57 Abb., 34 Tab., 29 Taf.	40,- DM
Band 100, 1972: 332 S., 53 Abb., 38 Tab., 14 Taf.	40,- DM
Band 101, 1973: 426 S., 105 Abb., 29 Tab., 30 Taf.	40,- DM
Band 102, 1974: 355 S., 76 Abb., 14 Tab., 13 Taf.	74,- DM
Band 103, 1975: 400 S., 152 Abb., 19 Tab., 18 Taf., 1 Bild	81,- DM

GEOLOGISCHES JAHRBUCH HESSEN

Band 104, 1976: 328 S., 53 Abb., 18 Tab., 19 Taf., 1 Bild	72,- DM
Band 105, 1977: 294 S., 47 Abb., 7 Tab., 16 Taf., 3 Bilder	65,- DM
Band 106, 1978: 460 S., 91 Abb., 57 Tab., 30 Taf.	98,- DM
Band 107, 1979: 330 S., 93 Abb., 15 Tab., 4 Taf.	88,- DM
Band 108, 1980: 277 S., 68 Abb., 22 Tab., 10 Taf.	62,- DM
Band 109, 1981: 238 S., 48 Abb., 22 Tab., 4 Taf., 1 Bild	40,- DM
Band 110, 1982: 297 S., 76 Abb., 37 Tab., 9 Taf.	50,- DM