

# Geologisches Jahrbuch Hessen

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

Band 105

Mit 47 Abbildungen, 7 Tabellen, 16 Tafeln und 3 Bildern

Herausgabe und Vertrieb

Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden

Wiesbaden 1977

Geol. Jb. Hessen	105	294 S.	47 Abb.	7 Tab.	16 Taf.	3 Bilder	Wiesbaden 1977
------------------	-----	--------	---------	--------	---------	----------	----------------

ISSN 0341-4027

# Geologisches Jahrbuch Hessen

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

Band 105

Mit 47 Abbildungen, 7 Tabellen, 16 Tafeln und 3 Bildern

Herausgabe und Vertrieb

Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden

Wiesbaden 1977

Geol. Jb. Hessen	<b>105</b>	294 S.	47 Abb.	7 Tab.	16 Taf.	3 Bilder	Wiesbaden 1977
------------------	------------	--------	---------	--------	---------	----------	----------------

ISSN 0341—4027

### **Schriftleitung**

Dr. ARNOLD RABIEN, 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 3A, 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 1977

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: Wiesbadener Graphische Betriebe GmbH, Wiesbaden

## Inhaltsverzeichnis

BARGON, ERNST: Tätigkeitsbericht des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung für das Geschäftsjahr 1976 (1. 1. — 31. 12. 1976) . . . . .	275
BARTH, WALTER, & HICKETHIER, HELMUT: Röt und tertiäre Sedimente im Raum Schlüchtern (Hessen) nach Kernbohrungen. Mit 2 Abbildungen . . . . .	99
BAUMGARTE, DIETHELM: Ein Profil in der Schaumkalkzone des Unteren Muschelkalkes bei Ringgau-Renda (Hessen) . . . . .	115
BIBUS, ERHARD, & SEMMEL, ARNO: Stratigraphische Leithorizonte im Würmlöß des Mittelrheingebietes. Mit 4 Abbildungen . . . . .	141
BÖKE, ECKHARD: Ermittlung der Grundwasserneubildung aus Januar-Niederschlag und Spiegelgang. Mit 3 Abbildungen und 2 Tabellen . . . . .	223
BRASSEL, GÜNTHER: Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers, 48: Der erste Fund von Hederelloideen (Bryozoa) im Hunsrückschiefer von Bundenbach (Unterdevon, Rheinisches Schiefergebirge). Mit 1 Abbildung und den Tafeln 8—9 . . . . .	41
BUGGISCH, WERNER: Conodonten aus dem Oberdevon der Dillmulde/Rheinisches Schiefergebirge ( <i>Palmatolepis marginifera tuber</i> n. subsp. und aberrante Formen). Mit 2 Abbildungen und Tafel 12 . . . . .	57
BUSSE, ERWIN, & RÖSING, FRANZ, & VAUPEL, OTTO: Der Wellenkalk (Trias) am Kalkberg bei Niederkaufungen östlich von Kassel . .	121
DENEKE, ELKE: Die Petrographie der Kulm-Grauwacken des Edergebietes (NE Rheinisches Schiefergebirge). Mit 3 Abbildungen und 3 Tabellen . . . . .	75
FAHLBUSCH, KLAUS: Einige Basalt-Vorkommen, baueologisch betrachtet. Mit 1 Abbildung . . . .	235
GAHL, HORST, & MASCHWITZ, ULRICH: Eine Ameise aus dem Mittel-Eozän von Messel bei Darmstadt (Hessen). Mit 1 Abbildung und Tafel 15 . . . . .	69
GANGEL, LORANT: Luftbildgeologische Untersuchungen im nördlichen Buntsandstein-Odenwald. Mit 10 Abbildungen . . . . .	155
GREILING, REINHARD: Über die Subrosionssenke „der See“ bei Kleinensee (Osthessen, TK 25 Bl. 5025 Hönebach). Mit 3 Abbildungen . . . . .	169
HERZBERG, ANNELIES: Hessisches Geologisches Schrifttum 1976 mit Nachträgen aus den Jahren 1969 bis 1975 . . . . .	263

HICKETHIER, HELMUT, & HOLTZ, SIEGFRIED:	
Ein weiteres Vorkommen von Oberem Muschelkalk im südlichen Vogelsberg. Mit 2 Abbildungen und Tafel 16 . . . . .	131
HÖLTING, BERNWARD:	
Bemerkungen zur Herkunft der Salinarwässer am Taunusrand. Mit 1 Abbildung	211
HORN, MANFRED:	
RALPH WENDLER †. Mit 1 Bild . . . . .	261
KUTSCHER, FRITZ, & SIEVERTS-DORECK, HERTHA:	
Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers, 46: Über Holothurien im Hunsrückschiefer. Mit den Tafeln 10—11 . . . . .	47
LIPPERT, HANS-JOACHIM:	
MAX TEIKE †. Mit 1 Bild . . . . .	255
NEUFFER, OTTO, & KUSTER-WENDENBURG, ELISABETH:	
Mollusken aus dem Schleichsand (Oberes Rupelium, Mitteloligozän) bei Albig in Rhein Hessen. Mit 2 Abbildungen und den Tafeln 1—7 . . . . .	5
NÖRING, FRIEDRICH:	
ERWIN SCHENK †. Mit 1 Bild . . . . .	245
REUL, KONRAD:	
Die tektonische Gefügeanalyse durch Fernerkundung, eine neue Untersuchungs- methode . . . . .	149
SCHAUMBERG, GÜNTHER:	
Erster Nachweis von <i>Elonichthys punctatus</i> ALDINGER (Palaeonisciformes, Actino- pterygii, Osteichthyes) in Mitteleuropa, im Kupferschiefer von Richelsdorf (Perm, Hessen) Mit den Tafeln 13—14 . . . . .	65
THEWS, JOE-DIETRICH:	
Die Mineralwasservorkommen im Rheingau/Hessen. Mit 7 Abbildungen und 2 Tabellen . . . . .	185
WIEGAND, KLAUS:	
Die geologischen, hydrogeologischen und hydrochemischen Verhältnisse des Vogelsberges (Hessen). Mit 5 Abbildungen . . . . .	177
Bohrprobenlager Villmar-Aumenau . . . . .	294

## Mollusken aus dem Schleichsand (Oberes Rupelium, Mitteloligozän) bei Albig in Rheinhessen

Von

OTTO NEUFFER und ELISABETH KUSTER-WENDENBURG\*

**Kurzfassung:** Bei Albig in Rheinhessen wurden kurzfristig durch den Bau der Autobahn (A 61) außergewöhnlich fossilreiche Sedimente des Schleichsandes (Oberes Rupelium) erschlossen. Auf Grund der Mollusken kann ihre genauere stratigraphische Position für den Grenzbereich Schleichsand/Cyrenenmergel angenommen werden. Einige Gastropodenarten sprechen dafür, daß die Ablagerung der überwiegend feinsandigen Schichten im strandnahen Küstenbereich in der Nähe eines Süßwasserzufflusses erfolgte. Die Mollusken (30 Bivalven- und 22 Gastropodenarten) werden beschrieben, darunter erstmals *Hydrobia? albigensis* n.sp. und *Cirsope (Pseudocirsope) obtusa* n.ssp. ?

[Molluscs of the Schleichsand (Upper Rupelium, Middle Oligocene) near Albig in Rhine-Hesse]

**Abstract:** Due to the construction of the autobahn (A 61) sediments of the Schleichsand (Upper Rupelium) exceptionally rich in fossils were made accessible near Albig (Rhine-Hesse). The Molluscs indicate a stratigraphic position in between Upper Schleichsand and Lower Cyrenenmergel. Some of the Gastropods suppose that the predominant fine grained sands have been sedimented possibly in the littoral zone nearby to a freshwater affluent. The molluscs (30 Bivalve and 22 gastropod species) with the new species: *Hydrobia? albigensis* n.sp. and a possible new subspecies *Cirsope (Pseudocirsope) obtusa* n.ssp. ?) are described in detail.

[Mollusques du Schleichsand (Rupélien sup., Oligocène moyen) à côté d'Albig dans le „Rheinhessen“]

**Résumé:** A côté d'Albig dans el „Rheinhessen“ ont été trouvés récemment dans le chantier de l'autoroute (A 61) des sédiments du Schleichsand (Rupélien sup.) extraordinairement riches en fossiles. Les Mollusques indiquent une position stratigraphique à la limite entre Schleichsand et Cyrenenmergel. Quelques Gastéropodes laissent à supposer que les couches prédominantes de sables fins se sont peut-être sédimentées à proximité d'une embouchure d'eau douce de la côte. Des Mollusques, 30 Bivalves et 22 Gastéropodes entre ceux ci la nouvelle espèce: *Hydrobia? albigensis* n.sp. et la nouvelle sous-espèce *Cirsope (Pseudocirsope) obtusa* n.ssp. ?) sont décrites.

\* Dr. O. NEUFFER, Paläontologisches Institut der Johannes-Gutenberg-Universität, Saarstr. 21, 6500 Mainz a. Rhein. — Dr. E. KUSTER-WENDENBURG, Naturkundemuseum im Ottoneum, Geol. Abteilung, Steinweg 2, 3500 Kassel 1.

### Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung . . . . .	6
2. Bemerkungen zur stratigraphischen und paläogeographischen Position . . . . .	7
3. Fauna . . . . .	7
3.1. Liste der im Schlämmrückstand gefundenen Bivalven und Gastropoden . . . . .	8
3.2. Milieuindikation mit Hilfe der Molluskenassoziation . . . . .	9
4. Beschreibung der Mollusken . . . . .	9
4.1. Bivalven . . . . .	9
4.2. Gastropoden . . . . .	26
5. Zusammenfassung . . . . .	37
6. Schriftenverzeichnis . . . . .	38

### 1. Einleitung

Durch den Bau der Autobahn A 61 (Ludwigshafen—Krefeld) waren im Winter 1974/75 kurzfristig molluskenführende Schichten zwischen Alzey und Albig (TK 25 Bl. 6214 Alzey, R 3436260, H 5514540) aufgeschlossen (Abb. 1). Zeitweise waren auf ca. 2,00 m Profilhöhe gelblich-grüne glimmerreiche Mergel und Feinsande freigelegt. Die Mollusken traten vor allem im unteren, mehr feinsandigen Teil des Profils in linsenförmig (horizontale Erstreckung der Linsenkörper max. 2,5 m) eingelagerten Schillagen auf, in denen Arten der Gattungen *Pirenella* und *Lentidium* die häufigsten

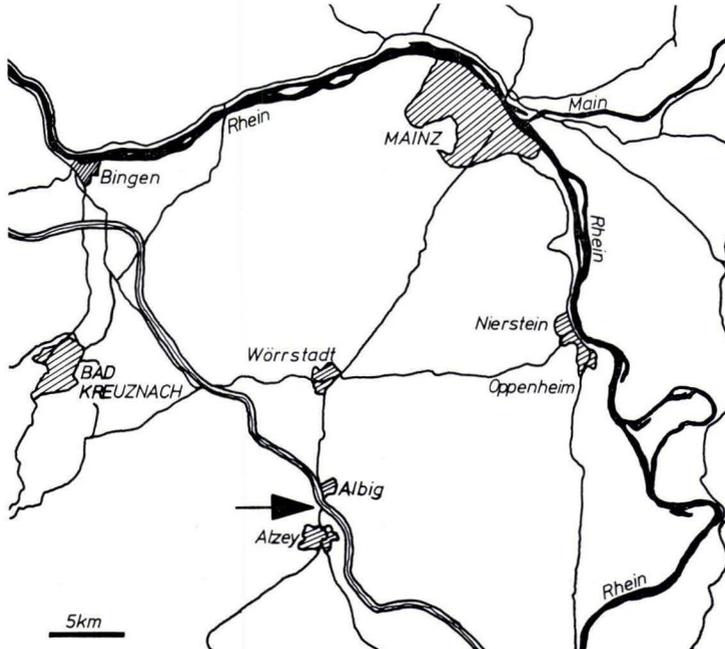


Abb. 1. Übersichtsskizze des Fundgebietes. → Lage der Fundstelle.

Formen sind. In den höheren, mehr tonig-mergeligen Partien waren vor allem doppel-schalige, noch in Lebendstellung befindliche Gehäuse von *Cordiopsis*, *Nucula* und *Corbula* anzutreffen, wogegen die übrige Fauna stark zurücktrat. Eine detaillierte Profilaufnahme konnte wegen des rasch fortschreitenden Baus der an der Fund-lokalität errichteten Brücke nicht vorgenommen werden.

## 2. Bemerkungen zur stratigraphischen und paläogeographischen Position

SONNE (frdl. mdl. Mitt.) ordnet diese Schichten aufgrund der Mikrofauna dem Schleichsand (Oberes Rupelium) zu. Jedoch finden sich bei den Gastropoden Arten, die allgemein im Schleichsand entweder selten sind oder nur auf die Randgebiete des Beckens beschränkt bleiben, wie z. B. die Vertreter der Gattung *Stenothyrella* oder *Cominella* (*C.*) *cassidaria*. Die Art *Glibertiella planapicalis* ist sogar bisher nur aus den Cyrenenmergeln bekannt. Diese Funde führen zu der Vermutung, daß die be-arbeiteten Schichten entweder in den Grenzbereich Schleichsand/Cyrenenmergel oder an die Basis des Cyrenenmergels eingestuft werden könnten.

Zur paläogeographischen Situation des Fundpunktes genauere Daten zu ermitteln, war aufgrund der ungünstigen Aufschlußverhältnisse nicht möglich. Eine allgemeine Orientierung über die engere Umgebung vermitteln die Arbeiten von WENZ (1921), MATTHES (1956), SONNE (1958, 1969) und FALKE (1960). Einzelheiten über die stratigraphische Gliederung des Rupelium finden sich bei DOEBL (1954) und SONNE (1971).

## 3. Fauna

Die Mollusken des Schleichsandes wurden im wesentlichen durch die Arbeiten von SANDBERGER (1858—1863), WEINKAUFF (1865), BOETTGER (1869, 1874) und durch WENZ (1921, 1926 und 1932) bekanntgemacht.

Eine Gesamtdarstellung der Schleichsandfauna ist bisher unterblieben. Dies ist wohl auf schlechte, rasch wechselnde Aufschlußverhältnisse einerseits und auch auf die lange ungeklärte Abgrenzung dieses Schichtgliedes zwischen Rupelton und Cyrenenmergel andererseits zurückzuführen.

Die vorliegende Beschreibung der Bivalven und Gastropoden sollte der Beginn weiterer intensiver Beschäftigung mit diesen weithin revisionsbedürftigen Formen sein. Das für die Bearbeitung untersuchte Fossilmaterial wurde aus dem Schlamm-rückstand (0,5-mm-Sieb) von ca. 200 kg Sediment ausgelesen. Die Sedimententnahme erfolgte soweit wie möglich gleichmäßig über die aufgeschlossenen Schichten. Die lokal beschränkte Probenentnahme macht es wahrscheinlich, daß trotz der umfang-reichen Sedimentmenge besonders selten vorkommende Arten nicht erfaßt worden sind. Sammler, die das Glück hatten, Arten zu finden, die hier nicht aufgeführt werden, bitten wir, uns davon in Kenntnis zu setzen.

Bei der Aufstellung der Listen zur Synonymie wurde, um diese möglichst kurz zu halten, immer das Primärzitat angeführt, Sekundärzitate ausnahmsweise dann, wenn sie Bezug zum Schleichsand haben oder Hinweise auf weiterführende Literatur ent-halten.

## 3.1. Liste der im Schlämmrückstand gefundenen Bivalven und Gastropoden

## Bivalven

- Nucula (Nucula) piligera* SANDBERGER 1861  
*Nucula (Nucula) cf. greppini* DESHAYES 1858  
*Arca (Striarca) pretiosa* (DESHAYES 1858)  
*Glycymeris (Glycymeris) obovata* (LAMARCK 1819)  
*Mytilus? acutirostris* SANDBERGER 1862  
*Musculus cf. nysti* (KICKX in NYST 1836)  
*Modiolus* sp.  
*Pteria stampinensis* (DESHAYES 1861)  
*Isognomon (Isognomon) heberti* (COSSMANN & LAMBERT 1884)  
*Isognomon (Hippochaeta) maxillata sandbergeri* (DESHAYES 1861)  
*Palliolum cf. incomparabilis* (RISSO 1826)  
*Anomia cf. costulata* STEUER 1912  
*Anomia* sp. aff. *A. ephippium* LINNÉ  
*Pycnodonte (Pycnodonte) callifera* (LAMARCK 1806)  
*Crassostrea cyathula* (LAMARCK 1806)  
*Paralucinella undulata* LAMARCK 1806)  
*Plagiocardium (Papillicardium) scobinula* (DESHAYES 1858)  
*Tellina (Peronaea) nysti* (DESHAYES 1857)  
*Polymesoda (Pseudocyrena) convexa* (BRONGNIART 1822)  
*Tivelina depressa* (DESHAYES 1858)  
*Callista (Macrocallista) splendida* (DESHAYES 1858)  
*Pelecypora (Cordiopsis) polytropa* (ANDERSON 1958)  
*Callocardia (Nitidavenus) subarata* (SANDBERGER 1861)  
*Sphenia cf. neaera* BOETTGER 1874  
*Corbula (Varicorbula) gibba* (OLIVI 1792)  
*Corbula (Caryocorbula) subarata* (SANDBERGER 1860)  
*Caestocorbula (C.) henckeliusiana* (NYST 1836)  
*Lentidium (Lentidium) crassum* (SANDBERGER 1861)  
*Lentidium (Lentidium) donaciforme* (NYST 1836)  
*Hiatella (Hiatella) arctica bicristata* (SANDBERGER 1861)  
*Panopea (Panopea) angusta* (NYST 1836)  
*Teredina* sp.

## Gastropoden

- Jujubinus (Scrobiculinus) rhenanus* (SANDBERGER 1859)  
*Littorina (Melarhappe) obtusangula* SANDBERGER 1859  
*Cirsope (Pseudocirsope) obtusa* n. ssp. ? (BOETTGER 1874)  
*Rissoa (Rissoa) turbinata* (LAMARCK 1804)  
*Hydrobia (Tournoueria) dubuissoni* (BOUILLET 1834)  
*Hydrobia? albigensis* n. sp.  
*Stenothyrella lubricella* (SANDBERGER 1858)  
*Stenothyrella granulum* (BRAUN 1850)  
*Stenothyrella minuta* (WENZ 1925)  
*Glibertiella planapicalis* (SANDBERGER 1863)  
*Benoistia (Benoistia) abbreviata* (SANDBERGER 1859)  
*Potamides (Potamides) lamarcki* BRONGNIART 1810  
*Pirenella plicata papillata* (SANDBERGER 1859)  
*Pirenella plicata intermedia* (SANDBERGER 1858)  
*Pirenella plicata multinodosa* (SANDBERGER 1858)  
*Polinices (Lunatia) catena achatensis* (KONINCK 1838)  
*Muricopsis pereger* (BEYRICH 1854)

*Cominella (Cominella) cassidaria* (VOLTZ 1852)  
*Cylichna (Mnestia) turgidula* (SANDBERGER 1859)  
*Stoliodoma (Stoliodomopsis) glandina* (BOETTGER 1875)  
*Tralia boettgeri* (MEYER 1880)  
*Planorbis* sp.

### 3.2. Milieuindikation mit Hilfe der Molluskenassoziation

Sowohl für die Bivalven wie für die Gastropoden gilt: Sie sind relativ artenarm, aber individuenreich. Rein marine Arten kommen selten vor (z. B. *Palliolium*, *Isognomon*), meist nur als Kümmerformen oder wie z. B. *Glycymeris obovata* in juvenilen Exemplaren. Dagegen sind Brackwasserbewohner wie die Potamiden und die Hydrobiiden (*Hydrobia*, *Rissoa*, „*Lacuna*“, *Stenothyrella*) recht häufig. Die Süßwasserbewohner *Stoliodoma (St.) glandina*, *Tralia boettgeri* und *Planorbis* sp. sind seltener zu finden. In der Mehrzahl bevorzugen diese Mollusken Sandboden als Lebensraum, fast alle (außer den Vertretern der Nuculiden) bewohnen die höhere Littoralzone oder wie einige der Hydrobiiden und *Littorina* sogar den Strandbereich.

Diese Gegebenheiten lassen einen ehemaligen strandnahen Küstenstreifen im Einflußbereich eines Süßwasserzulaufs vermuten. Zudem erlauben die „Schillinsen“ einen Rückschluß auf wechselnde Strömungs- bzw. Schüttungsrichtung.

## 4. Beschreibung der Mollusken

Verwendete Abkürzungen: RKL = rechte Klappe, LKL = linke Klappe, KZ = Kardinal-(Haupt-)Zahn, SZ = Lateral-(Seiten-)Zahn, (s) = selten, (ns) = nicht selten; PIM = Paläontologisches Institut, Universität Mainz.

### 4.1. Bivalven

(O. NEUFFER)

Familie: Nuculidae GRAY 1824

*Nucula (Nucula) piligera* SANDBERGER 1861

Taf. 1 Fig. 12, 13

- 1861 *Nucula piligera* SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: Taf. 28, Fig. 9, 9a–c.  
 1863 *Nucula piligera*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 342.  
 1865 *Nucula piligera*, — WEINKAUF, N. Jb. Miner., 1865: 202, 204.  
 1874 *Nucula piligera*, — BOETTGER, Ber. senckenberg. naturf. Ges., 1873/1874: 57, 77, 97, 99.  
 1958 *Nucula piligera*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86: 303.  
 1973 *Nucula (Nucula) piligera*, — NEUFFER, Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 68: 11, Taf. 1 Fig. 11a–b.

**Beschreibung:** Gehäuse schief dreieckig, mäßig gewölbt, kräftige Schale; stark ungleichseitig (vorn länger als hinten) an beiden Seiten abgerundet, Vorderseite ausgedehnt-elliptisch. Hinterseite kurz abfallend; Wirbel klein, nach vorn eingebogen; Area deutlich umschrieben, leicht herausgehoben; Lunula undeutlich.

Skulptur nahezu glatt, nur unter der Lupe feines Gitterwerk von unregelmäßigen Anwachslinien und zahlreichen schwachen Radien zu erkennen.

Innenseite perlmuttrig glänzend; deutliche Muskeleindrücke; Ventralrand krenuliert; Schloß kräftig, 95–105° gewinkelt; vorn 17–24, hinten 5–11 scharf

hervortretende Zähne; Ligamentträger breit und kurz, deutlich nach vorn in die Schale gerichtet.

Bemerkungen: *N. piligera* ist die am häufigsten im Mainzer Becken auftretende *Nucula*-Art. Extrem ausgebildete Varianten, mit größerem Schloßwinkel und größerer Skulptur, lassen sich nur anhand von Vergleichen mit größeren Serien von der folgenden Art unterscheiden (vgl. auch BOETTGER 1874: 82; GILLET & THEOBALD 1936: 39). An der vorliegenden Fundstelle tritt *N. piligera* häufig in doppelklappigen Exemplaren auf.

***Nucula (Nucula) cf. greppini* DESHAYES 1858**

Taf. 1 Fig. 10

- 1858 *Nucula greppini* DESHAYES, Anim. sans vertèbres, 1: 822, Taf. 64 Fig. 11, 13, 14, 16.  
 1861 *Nucula lyelliana*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: Taf. 28 Fig. 8, 8a—c (non BOSQUET).  
 1863 *Nucula greppini*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 341.  
 1865 *Nucula greppini*, — WEINKAUFF, N. Jb. Miner., 1865: 186, 202.  
 1874 *Nucula greppini*, — BOETTGER, Ber. senckenberg. naturf. Ges., 1873/1874: 57, 82, 99.  
 1959 *Nucula greppini*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86: 303.  
 1973 *Nucula (Nucula) greppini*, — NEUFFER, Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 68: 12, Taf. 1 Fig. 8a—b.

Beschreibung: Gehäuse hat allgemeine Form wie vorige Art, jedoch gedrungener stumpf-dreieckige, stärker gewölbte Klappen; Ventralrand gleichmäßiger gebogen und weiter hochgezogen; Area konvexer und deutlicher hervortretend.

Skulptur auch ohne Lupe erkennbar, Gitterung aus Zuwachslinien und ausgeprägteren Radialrippchen, tritt am Hinter- wie Vorderende deutlicher in Erscheinung.

Innenseite wie vorige Art mit meist größerem Schloßwinkel von 105—115°, vorn 18—26, hinten 6—11 kräftigen, hohen Zähnen; Ligamentträger schmäler und länger als bei *N. piligera*.

Bemerkungen: In dem vorliegenden Material befindet sich eine Reihe von Exemplaren mit den in der Beschreibung aufgeführten Unterscheidungsmerkmalen zu *N. piligera*. Eine endgültige Zuordnung dieser Formen scheint jedoch nicht möglich, da diese Merkmale nicht so ausgeprägt auftreten wie es z. B. am Originalmaterial von SANDBERGER zu sehen ist.

Familie: Noetidae STEWART 1930

***Striarca (Striarca) pretiosa* (DESHAYES 1858)**

Taf. 2 Fig. 6, 7

- 1858 *Arca pretiosa* DESHAYES, Anim. sans vertèbres, 1: 901, Taf. 70 Fig. 16, 17.  
 1863 *Arca (Quadrilatera) pretiosa*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 354, Taf. 29 Fig. 4, 4a.  
 1874 *Arca pretiosa*, — BOETTGER, Ber. senckenb. naturf. Ges., 1873/1874: 78, 82, 97, 99.  
 1921 *Arca pretiosa*, — WENZ, Mainzer Becken: 129.  
 1973 *Striarca (Striarca) pretiosa*, — NEUFFER, Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 68: 19, Taf. 1 Fig. 7a—b, Taf. 2 Fig. 1a—b.

Beschreibung: Gehäuse trapezförmig, ventral gerundet, dorsal mit spitz ausgezogenen Rändern („Öhrchen“); Wölbung stark; Vorderrand gebogen, Ventralrand gerade, Hinterrand leicht gebogen und schräg abgestutzt; Wirbel gebläht, etwas eingerollt, nach vorn gedreht, vor der Schalenmitte stehend; Area groß, unsymmetrisch, gegen das Schloß geneigt, von wenigen dachförmigen Furchen durchzogen.

Skulptur aus zahlreichen Radialrippen und Anwachsstreifen, die an den Überschneidungspunkten kleine Knötchen bilden; auf dem mittleren Teil der Schale schieben sich in die Rippenzwischenräume feine Sekundärrippen.

Innenseite zeigt deutlich die von einer Leiste nach innen begrenzten großen, subquadratischen Schließmuskeldrücke; Schloßrand dorsal gerade, ventral gebogen, mit zahlreichen nach außen divergierenden und größer werdenden Zähnen; Palliallinie ohne Sinus; Ventralrand ohne Zähnelung.

Familie: Glycymerididae NEWTON 1922

*Glycymeris (Glycymeris) obovata* (LAMARCK 1819)

Taf. 1 Fig. 3

- 1819 *Pectunculus obovatus* LAMARCK, Hist. Nat. Anim. sans vertèbres, 6 (1): 55.  
 1863 *Pectunculus obovatus*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 349, Taf. 30 Fig. 3, 3a—b.  
 1865 *Pectunculus obovatus*, — WEINKAUFF, N. Jb. Miner., 1865: 186, 202.  
 1874 *Pectunculus obovatus*, — BOETTGER, Ber. senckenberg. naturf. Ges., 1873/1874: 57, 60, 62, 78, 82, 97, 99.  
 1958 *Glycymeris obovatus*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86: 303.  
 1973 *Glycymeris (Glycymeris) obovata*, — NEUFFER, Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 68: 21, Taf. 4 Fig. 2a—c, 3, 4,

Beschreibung: Gehäuse variabel, im allgemeinen nahezu kreisrund, nur wenig ungleichseitig, sehr dicke und schwere Schale; Wölbung anfangs gering, mit zunehmendem Alter meist stärker werdend; Wirbel klein, gebläht, meist abgerieben; Area deutlich durch überstehende Schalenränder begrenzt, breit und ziemlich hoch, von zahlreichen — je nach Alter bis zu 15, selten mehr — dachförmig angelegten Ligamentfurchen durchzogen, deren Spitzen unter dem Wirbel liegen.

Skulptur nahezu glatt, ansonsten aus feinen Anwachslinien und schwachen, kaum merklichen, weit auseinanderstehenden Radialrippen, die nur bei älteren, abgeriebenen Exemplaren hervortreten.

Innenseite mit deutlich ausgeprägten Schließmuskeldrücken, die auf einer Leiste sitzen, vorderer Eindruck größer, dreieckig, hinterer kleiner, gerundet-viereckig; Pallialrand breit; Ventralrand kräftig gezahnt; Schloßrand dorsal gerade, ventral gleichmäßig gebogen mit nach außen größer werdenden, gewinkelten Zähnen besetzt; Anzahl der Zähne variabel; die mittleren, meist sehr kleinen Zähne, können durch das ventralwärts gerichtete Wachstum des Ligaments verschwinden.

Bemerkungen: Nur wenige Autoren (z. B. WENZ 1921: 128; SONNE 1958: 303) geben *Axinactis angusticostata* als im Schleichsand vorkommend an. Die hier gefundenen, meist kleinen, juvenilen Exemplare lassen sich alle ohne Schwierigkeit

*G. obovata* zuordnen. Allgemein ist zu beobachten, daß *G. obovata* im Schleichsand nicht mehr die außerordentlich große Formvariabilität aufweist wie im Unteren Meeressand.

Familie: Mytilidae RAFINESQUE 1815

*Mytilus? acutirostris* SANDBERGER 1862

Taf. 1. Fig. 11

- 1862 *Mytilus acutirostris* SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: Taf. 30 Fig. 4, 4a.  
 1863 *Mytilus acutirostris*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 360.  
 1865 *Mytilus acutirostris*, — WEINKAUFF, N. Jb. Miner., 1865: 204.  
 1874 *Mytilus acutirostris*, — BOETTGER, Ber. senckenberg. naturf. Ges., 1873/1874: 78, 82, 97, 99.  
 1921 *Mytilus acutirostris*, — WENZ, Mainzer Becken: 129, 137.  
 1958 *Mytilus acutirostris*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86: 304.

Beschreibung: Gehäuse länglich-schief, spitz-dreieckig; Dorsalseite mit deutlichem Knick in den Ventralrand beiderseits übergehend; durch eine vom Wirbel zur vorderen Ventralseite verlaufende Kante in einen vorderen, steiler abfallenden und einen hinteren, flacher geneigten Schalenabschnitt aufgeteilt. Wirbel klein, nach vorn eingekrümmt, nahe dem Vorderende der Schale gelegen.

Skulptur aus nur unregelmäßig auftretenden Zuwachslinien, ansonsten glatt.

Innenseite mit nur selten erkennbaren Schließmuskeleindrücken und Palliallinie; unterhalb des Wirbels eine verbreiterte „Schloßplatte“ mit 2—3 schwachen Falten („Unter dem Wirbel liegt eine blättrige, unten mehrfach gekerbte Schwiele“, SANDBERGER 1863: 360); am hinteren Dorsalrand verläuft vom Wirbel bis zum in den Ventralrand überleitenden Knick eine flache, schmale Ligamentgrube; Innenränder der Klappen nicht gezahnt.

Bemerkungen: *M. acutirostris* tritt in dem vorliegenden Material überwiegend in Bruchstücken auf, die nur zu bestimmen sind, wenn die typische Wirbelgegend erhalten ist.

Schon SANDBERGER (1863: 360, Bemerkung) hat darauf aufmerksam gemacht, daß *M. acutirostris* in der Ausbildung des Schlosses besser mit *M. elongatus* CHEMNITZ übereinstimmt als mit dem in der Gestalt sehr ähnlichen *M. galloprovincialis* LAMARCK. Dies deutet darauf hin, daß *M. acutirostris* eher zur Gattung *Perna* RETZIUS zu stellen ist als zur Gattung *Mytilus* LINNÉ (siehe hierzu auch GLIBERT & VAN DE POEL 1965: 70).

*Musculus* cf. *nysti* (KICKX in NYST 1836)

- 1836 *Mytilus nysti* KICKX, in NYST, Mess. Sc. et Arts Belg., 4: 154, Taf. 3 Fig. 35.  
 1836 *Modiola nysti*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 363; Taf. 31 Fig. 2, 2a—b.

Beschreibung: Es liegen nur Schalenbruchstücke vor, deren Skulptur aus z.T. gabelig gespaltenen Längsrippen einen Anschluß an *M. nysti* wahrscheinlich macht. Eine eindeutige Zuordnung läßt sich erst an Hand vollständiger erhaltenen Materials geben.

***Pteria stampinensis*** (DESHAYES 1861)

Taf. 2 Fig. 1, 2

- 1861 *Avicula stampinensis* DESHAYES, Anim. sans vertèbres, **2**: 47, Taf. 78 Fig. 1—4.  
 1863 *Avicula stampinensis*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 366, Taf. 31 Fig. 5.  
 1865 *Avicula stampinensis*, — WEINKAUFF, N. Jb. Miner., **1865**: 208.  
 1874 *Avicula stampinensis*, — BOETTGER, Ber. senckenberg. naturf. Ges., **1873/1874**: 78, 83, 97, 99.  
 1921 *Avicula stampinensis*, — WENZ, Mainzer Becken: 129.  
 1973 *Pteria stampinensis*, — NEUFFER, Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **68**: 26, Taf. 6 Fig. 17a—b, 18, 19.

Bemerkungen: Nur ein kleines Bruchstück konnte bisher nachgewiesen werden. Es zeigt die typische Erhaltungsform, die schon SANDBERGER (1863: Taf. 31 Fig. 5) abgebildet hatte, mit geradem Schloßrand, schräg eingesetzter Ligamentgrube und kleinem, spitzem, nach vorn gerichtetem Wirbel. Von der übrigen, flachen, flügelartigen Schale ist nichts erhalten.

## Familie: Isognomonidae WOODRING 1925

***Isognomon (Isognomon) heberti*** (COSSMANN & LAMBERT 1884)

Abb. 2B

- 1863 *Perna sandbergeri*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 367 (partim).  
 1884 *Perna Heberti* COSSMANN & LAMBERT, Mém. Soc. Géol. France, 3. sér. **3**: 100, Taf. 1 Fig. 13a—b.  
 1938 *Pedalion (Pedalion) heberti*, — ZILCH, Senckenbergiana, **20**: 371, Taf. 1 Fig. 1—3.  
 1958 *P. (Pedalion) heberti*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **86**: 304.

Beschreibung: Gehäuse länglich-oval bis abgerundet rechteckig, wenig gewölbt; Wirbel spitz, am Vorderende gelegen, leicht ventralwärts eingebogen; Schloßrand gerade, zahnlos, meist bis zu 17 parallel zueinander verlaufende, tief eingeschnittene Ligamentgruben, breiter als die sie trennenden Leisten. Ausführliche Beschreibung bringt ZILCH (1938).

Bemerkungen: Nach der detaillierten Zusammenstellung von ZILCH (1938: 374) konnte diese Art bei Albig im Schleichsand damals schon nachgewiesen werden. *I. heberti* scheint im Schleichsand weniger häufig zu sein als die folgende Art.

***Isognomon (Hippochaeta) maxillata sandbergeri*** (DESHAYES 1861)

Abb. 2A

- 1861 *Perna sandbergeri* DESHAYES, Anim. sans vertèbres, **2**: 56  
 1862 *Perna sandbergeri*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: Taf. 31 Fig. 4, 4a.  
 1938 *Pedalion (Hippochaeta) maxillata sandbergeri*, — ZILCH, Senckenbergiana, **20**: 366, Taf. 1 Fig. 7—8.  
 1958 *P. (Hippochaeta) maxillata sandbergeri*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **86**: 304.

Beschreibung: Gehäuse länglich-nierenförmig, wenig gewölbt; Wirbel am Vorderende, meist etwas nach hinten eingedreht; Schloßrand gerade, zahnlos, mit bis zu 35 parallel zueinander und senkrecht zum Schloßrand verlaufenden, flachen Ligamentgruben, getrennt durch tiefer eingeschnittene Rinnen.

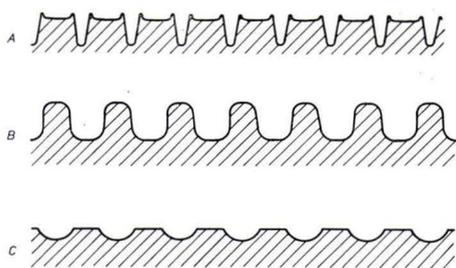


Abb. 2. Schematischer Querschnitt durch die Ligamentflächen von: A *Isognomon maxillata sandbergeri*, B *Isognomon heberti*, C *Isognomon oblonga* (nach ZILCH 1938, Abb. 1).

Auch hier sei auf die detaillierte Beschreibung von ZILCH (1938) verwiesen.

Bemerkungen: Diese Art kommt im Schleichsand weitaus häufiger vor als die vorige und ist nach den mir vorliegenden Bruchstücken ebenfalls in diesem Material vertreten. Das deutlichste Unterscheidungsmerkmal beider Arten ist die unterschiedliche Ausbildung der Ligamentgruben, die es meist auch an Bruchstücken erlauben, eine einigermaßen gesicherte Bestimmung vorzunehmen. Es wurde daher die schematische Darstellung der Ligamentflächen aus ZILCH (1938: Abb. 1) wiedergegeben (s. Abb. 2), da diese Arbeit nicht jedem zur Verfügung stehen dürfte.

Familie: Pectinidae RAFINESQUE 1815

***Palliolum* cf. *incomparabilis*** (RISSO 1826)

Taf. 2 Fig. 3

- 1826 *Pecten incomparabilis* RISSO, Hist. Nat. Nice et Alpes Maritimes, 4: 302, Taf. 11 Fig. 154.  
 1874 *Pecten pictus* var. *venosus*, — BOETTGER, Ber. senckenberg. naturf. Ges., 1873/1874: 78.  
 1973 *Palliolum* (*Palliolum*) cf. *incomparabilis*, — NEUFFER, Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 68: 29 Taf. 5 Fig. 13.

Beschreibung: Es liegt nur eine linke Klappe vor.

Gehäuse klein, flach gewölbt, nahezu gleichseitig, nur wenig höher als lang; Apikalwinkel ca. 90°; Ohren ungleich: hinteres klein, in die Schale übergehend, vorderes dagegen groß, gerade abgeschnitten, mit radialen und konzentrischen Rippen verziert, die an den Kreuzungspunkten deutliche Knötchen bilden.

Skulptur aus feinen, sehr zahlreichen dichotomierenden Rippen, die nach außen auf die Schalenränder zu umbiegen; auf dem vorderen Schalendrittel mit schwachen Andeutungen von größeren Radialrippen.

Innenseite glatt; Ligamentgrube flach und breit; Muskelansatzstellen konnten nicht beobachtet werden; Schloß ohne „Zähne“.

Bemerkungen: Die neben der freien Hauptskulptur noch schwach erkennbaren größeren Radialrippen lassen eine sichere Zuordnung zu *P. incomparabilis* nicht eindeutig zu. Zu *Chl. picta* kann diese Form wegen der deutlich unterscheidbaren Ausbildung der Öhrchen sicher nicht gestellt werden (s. hierzu BOETTGER 1874).

## Familie: Anomiidae RAFINESQUE 1815

*Anomia* cf. *costulata* STEUER 1912

Taf. 2 Fig. 10

- 1912 *Anomia costulata* STEUER, Abh. hess. geol. L.-Anst., 6 (1): 55, Taf. 8 Fig. 4a-c, 5a-c, 6a-b, 7a-b, 8a-c, 9a-c.  
 1973 *Anomia costulata*, — NEUFFER, Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 68: 44, Taf. 2 Fig. 5, 6.

Beschreibung: Gehäuse nahezu kreisrund, dünn, flach gewölbt; Wirbel nahe dem Schalenrand, klein, spitz, etwas hervorgehoben; Schloßrand „zahnlos“, verdickt, mit kurzer angedeuteter Ligamentfalte.

Skulptur aus unregelmäßigen Anwachsfalten und verschwindend schwachen konzentrischen Streifen.

Innenseite weißlich, mit glattem, ovalem, eingesenktem Feld für die Ansatzstellen der Schließmuskeln.

Bemerkungen: Es bereitet immer große Schwierigkeiten, Exemplare der Gattung *Anomia* artlich richtig einzuordnen, insbesondere, wenn, wie im vorliegenden Fall nur einige wenige Einzelklappen vorliegen. Die hier vorgenommene Zuordnung kann daher nur vorläufigen Charakter haben (s. hierzu Taf. 3 Fig. 15).

## Familie: Gryphaeidae VYALOV 1936

*Pycnodonte (Pycnodonte) callifera* (LAMARCK 1819)

- 1819 *Ostrea callifera* LAMARCK, Hist. Nat. anim. sans vertèbres, 6: 218.  
 1863 *Ostrea callifera*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 377, Taf. 34 Fig. 6, 6a; Taf. 35 Fig. 1.  
 1865 *Ostrea callifera*, — WEINKAUFF, N. Jb. Miner., 1865: 202.  
 1874 *Ostrea gigantea*, — BOETTGER, Ber. senckenberg. naturf. Ges., 1873/1874: 99.  
 1921 *Ostrea callifera*, — WENZ, Mainzer Becken: 129.  
 1958 *Ostrea callifera*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86: 304.

Beschreibung: Gehäuse unregelmäßig, gerundet oder mehr länglich oval, kräftig; linke, untere Klappe festgewachsen, meist stark gewölbt; rechte, obere Klappe kleiner, flach und meist dünnere Schale; Wirbel, sofern noch vorhanden, überwiegend nach links (in der eigentlichen Orientierung nach hinten!) gedreht, Ligamentfläche dreieckig, flach breit; Schloßrand ohne Zähne, deutlich zu beiden Seiten mit zahlreichen Runzeln besetzt.

Skulptur aus unregelmäßigen, blättrig abhebenden Anwachslamellen, ansonsten glatt.

Bemerkungen: *P. callifera* konnte in dem vorliegenden Material nur in wenigen Exemplaren beobachtet werden. Die Klappen aus dem Schleichsand sind im allgemeinen kleiner und treten seltener in den aus dem Unteren Meeressand so bekannten zusammengewachsenen „Nestern“ auf.

## Familie: Ostreidae RAFINESQUE 1815

*Crassostrea cyathula* (LAMARCK 1806)

- 1806 *Ostrea cyathula* LAMARCK, Ann. Mus. d'Hist. Nat. Paris, 8: 163.  
 1863 *Ostrea cyathula*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 379, Taf. 34 Fig. 1, 1a-c, Taf. 35 Fig. 2, 2a-c.

- 1865 *Ostrea cyathula*, — WEINKAUFF, N. Jb. Miner., 1865: 202, 204.  
 1874 *Ostrea cyathula*, — BOETTGER, Ber. senckenberg. naturf. Ges., 1873/1874: 79, 83, 97, 99.  
 1921 *Ostrea cyathula*, — WENZ, Mainzer Becken: 129, Taf. 10 Fig. 6.  
 1958 *Ostrea cyathula*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86: 304.

Beschreibung: Gehäuse sehr variabel, meist länglich-oval und dünn; linke, untere Klappe stark gewölbt; rechte, obere Klappe meist flach oder konvex, kleiner als linke Klappe; Wirbel spitz, klein, meist etwas nach links gedreht; Ligamentfeld spitz dreieckig, schmal und flach; zu beiden Seiten des zahnlosen Schloßrandes einige kräftige Kerben; Schalenränder durch die Längsrippen gewellt.

Skulptur: rechte Klappe glatt mit Ausnahme der Anwachs lamellen; linke Klappe mit unterschiedlich ausgebildeten dichotomen Längsrippen und dachigen Anwachs lamellen.

Bemerkungen: Beim Vorliegen nur weniger kleiner Einzelklappen, wie im bearbeiteten Material, sind nur die linken Klappen aufgrund ihrer Längsrippen eindeutig von juvenilen *P. callifera* zu unterscheiden.

Familie: Lucinidae FLEMING 1828

*Paralucinella undulata* (LAMARCK 1806)

Taf. 1 Fig. 4

- 1806 *Lucina undulata* LAMARCK, Ann. Mus. d'Hist. Nat. Paris, 7: 149.  
 1863 *Lucina undulata*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 326, Taf. 26 Fig. 10, 10a—b.  
 1865 *Lucina undulata*, — WEINKAUFF, N. Jb. Miner., 1865: 202.  
 1874 *Lucina undulata*, — BOETTGER, Ber. senckenberg. naturf. Ges., 1873/1874: 57, 77, 97, 99.  
 1921 *Divaricella undulata*, — WENZ, Mainzer Becken: 128.

Beschreibung: Gehäuse klein, zart, nahezu kreisrund bis quer-oval, gleichklappig, gleichmäßig gewölbt, z. T. durch schwache Falten je ein hinteres und vorderes Feld abgegrenzt; Wirbel in der Schalenmitte oder nur wenig nach hinten gerückt, klein, spitz, nach vorn und ventralwärts gedreht; Lunula deutlich umschrieben, etwas vertieft.

Skulptur aus dichten Anwachsstreifen, schräg gekreuzt von zahlreichen, wellenförmig verlaufenden Furchen, welche in der Schalenmitte nahezu parallel zum Schloßrand verlaufen.

Innenseite: Schloß RKL mit einem dreieckigen KZ, daneben je eine Zahngrube, abgesetzt davon je einen SZ, der vordere kräftiger und kurz, der hintere feiner, schwächer und länger; LKL mit 2 KZ, vorderer etwas größer mit eingeschlossener Zahngrube für KZ der LKL, sonst spiegelbildlich zur RKL; Muskeleindrücke deutlich, vorderer länglich, größer; Palliallinie ohne Sinus; Schalenränder fein krenuliert.

Bemerkung: Die am vorliegenden Fundpunkt auftretenden Exemplare sind kleiner und dünnschaliger als die des Unteren Meeressandes.

## Familie: Cardiidae LAMARCK 1809

***Plagiocardium (Papillicardium) scobinula*** (DESHAYES 1858)

Taf. 2 Fig. 15–18

- 1858 *Cardium scobinula* DESHAYES, Anim. sans vertèbres, 1: 562, Taf. 56 Fig. 29–32.  
 1863 *Cardium scobinula*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 321, Taf. 28 Fig. 3, 3a–b.  
 1865 *Cardium scobinula*, — WEINKAUFF, N. Jb. Miner., 1865: 202, 204.  
 1874 *Cardium scobinula*, — BOETTGER, Ber. senckenberg. naturf. Ges., 1873/1874: 57, 58, 60, 77, 82, 97, 99.  
 1921 *Cardium scobinula*, — WENZ, Mainzer Becken: 128.  
 1958 *Cardium scobinula*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86: 303.

Beschreibung: Gehäuse klein, dünn, rundlich, nur wenig schief, hinten durch den gerade abfallenden Dorsalrand abgestutzt; in der Schalenmitte am stärksten gewölbt, nach vorn flacher abfallend als zum etwas kurzen, steilen hinteren Rand; Wirbel klein, etwas vor der Mitte, wenig ventralwärts eingebogen; keine Area oder Lunula ausgebildet.

Skulptur aus 24–28 abgerundeten Radialrippen, meist regelmäßig besetzt mit rundlichen, knopf- oder halbmondförmigen Höckern; Rippenzwischenräume nach hinten immer größer werdend, auf dem Hauptteil der Schale nicht halb so breit wie die Rippen, meist mit unregelmäßigen, schuppenförmigen Anwachsstreifen.

Innenseite: Schloß RKL zwei KZe, hinterer kräftiger, stärker herausgehoben, Zahngruben tief, dreieckig; zwei vordere SZe von unterschiedlicher Größe und ein hinterer SZ; Schloß LKL mit zwei KZ, vorderer schmal, schief-dreieckig, kräftig hervortretend, direkt unter dem Wirbel ansetzend, hinterer flach und breit; je ein hinterer und vorderer SZ, vorderer deutlicher ausgebildet. Muskeleindrücke und Palliallinie bei dem vorliegenden Material nicht deutlich sichtbar. Schalenränder gezähnt, korrespondierend mit der Außenskulptur.

Bemerkung: Was Namengebung und Autor sowie verwandtschaftliche Beziehungen dieser Art betrifft s. NEUFFER (1973: 66).

## Familie: Tellinidae DE BLAINVILLE 1814

***Tellina (Peronaea) nysti*** (DESHAYES 1857)

Taf. 1 Fig. 5, Taf. 3 Fig. 1. 2

- 1857 *Tellina nystii* DESHAYES, Anim. sans vertèbres, 1: 336, Taf. 25 Fig. 5, 6.  
 1863 *Tellina nystii*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 294, Taf. 23 Fig. 6, 6a–c.  
 1865 *Tellina nysti*, — WEINKAUFF, N. Jb. Miner., 1865: 202.  
 1874 *Tellina nysti*, — BOETTGER, Ber. senckenberg. naturf. Ges., 1873/1874: 76, 82, 97, 99.  
 1921 *Tellina nysti*, — WENZ, Mainzer Becken: 128.

Beschreibung: Gehäuse länglich-oval-dreieckig, dünn, nur wenig gewölbt, rechte Klappe flacher als linke, nur wenig ungleichseitig, durch eine schwache Falte ein schmales hinteres Dorsalfeld abgetrennt, Wirbel klein, nicht eingedreht, etwa in Schalenmitte gelegen; Lunula nicht entwickelt, Area undeutlich.

Skulptur aus einfachen, in unregelmäßigen Abständen kräftigeren Anwachs-  
linien, ansonsten glatt, selten mit breiteren konzentrischen Farbbändern.

Innenseite: Schloß RKL 2 divergierende KZe, der hintere kräftiger gespalten,  
schräg unterhalb des Wirbels ansetzend, dazu vorn und hinten je ein wenig hervor-  
tretender, kurzer SZ; LKL ebenfalls mit 2 KZe, davon der vordere stärker und ge-  
spalten, die SZe sind noch schwächer ausgebildet als in der RKL; Ligamentgrube  
durch deutlich erkennbare Leiste zur Innenseite abgegrenzt; Muskeleindrücke groß,  
nierenförmig. Pallialsinus sehr groß, kantig, bis nahezu zum vorderen Schließmuskel  
ausgedehnt.

Bemerkungen: *T. nysti* ist durch die mehr längliche Form und den deutlich  
kantigeren Pallialsinus von den beiden anderen im Schleichsand auch vorkommenden  
Telliniden *Arcopagia heberti* (DESHAYES 1857) und *Arcopagia faba* (SANDBERGER 1861)  
gut zu unterscheiden.

Im vorliegenden Material könnten einige nicht eindeutig bestimmbare Schalen-  
bruchstücke zu *A. faba* gehören, da sie die typische feine Skulptur aus sich kreuzenden  
Linien dieser Art zeigen.

Familie: Corbiculidae GRAY 1847

***Polymesoda (Pseudocyrena) convexa*** (BRONGNIART 1822)

Taf. 3 Fig. 14

- 1822 *Cytherea? convexa* BRONGNIART, in CUVIER & BRONGNIART, Descr. géol. environs  
de Paris: 46, 48, 222, 226, Taf. 8 Fig. 7a—b (fide BAUMBERGER 1937).  
1831 *Cyrena semistriata* DESHAYES, Hist. nat. des Vers., 2: 52.  
1861 *Mactra fabula* SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: Taf. 22 Fig. 3a—b, 4,  
4a—c, 9, 9a—b.  
1863 *Cyrena semistriata*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 307, Taf. 26 Fig. 3,  
3a, 4, 4a—c.  
1962 *Polymesoda (Pseudocyrena) convexa*, — NEUFFER, Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.,  
68: 76.

Beschreibung: Gehäuse feste, z.T. dickwandige, dreieckige Schalen, sehr  
variable Form, meist wenig länger als hoch, mäßig gewölbt, Wölbung von der  
Schalenmitte nach ventral und seitwärts gleichmäßig abflachend; Wirbel kräftig,  
etwas gebläht nach vorn und unten eingebogen, etwa in der Schalenmitte gelegen,  
bei nach hinten ausgezogenen Formen deutlich vor der Schalenmitte; Lunula und  
Area vorhanden, nicht deutlich ausgebildet oder abgegrenzt.

Skulptur auf der Schalenmitte nahezu glatt, glänzend, am hinteren und vorderen  
Schalenteil heben sich die Anwachsflächen stärker heraus, so daß deutlich konzen-  
trische Rippen entstehen; an gut erhaltenen Einzelstücken radiale Farbstreifen  
erhalten.

Innenseite: Schloß RKL mit 3 KZ, vorderer KZ kurz, höckerförmig, mittlerer  
breit, dreieckig, gespalten, direkt unter dem Wirbel gelegen, hinterer schmal, etwas  
verlängert, schräg unter dem Wirbel ansetzend; Schloß LKL ebenfalls mit 3 KZ,  
vorderer klein gebogen, mittlerer breit, dreieckig durch eine flache Furche geteilt,  
schräg nach hinten verlaufend, hinterer KZ länglich ausgezogen, etwa parallel zum  
hinteren Schloßbrand gelegen; die SZe (und entsprechenden Zahngruben) beider

Klappen kräftig, die vorderen kurz, oft höckerartig, die hinteren verlängert mit nicht immer deutlich ausgeprägten Runzeln versehen; Ligamentfurche tief, durch breite Lamelle vom Innenraum getrennt; Muskeleindrücke rundlich, vordere etwas kleiner; Palliallinie mit nur angedeutetem Sinus.

Bemerkung: Im untersuchten Material konnten bisher nur einige wenige Schalen gefunden werden.

Familie: Veneridae RAFINESQUE 1815

*Tivolina depressa* (DESHAYES 1858)

Taf. 3 Fig. 3, 4

- 1858 *Cytherea depressa* DESHAYES, Anim. sans vertèbres, 1: 473, Taf. 34 Fig. 1—4.  
 1863 *Cytherea depressa*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 305, Taf. 23 Fig. 8, 8a—c.  
 1874 *Cytherea depressa*, — BOETTGER, Ber. senckenberg. naturf. Ges., 1873/1874: 77, 97.  
 1921 *Meretrix depressa*, — WENZ, Mainzer Becken: 128.  
 1958 *Pitaria depressa*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86: 303.  
 1973 *Tivolina depressa*, — NEUFFER, Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 68: 77, Taf. 7 Fig. 13a—b, 14a—b.

Beschreibung: Gehäuse klein, zart, etwas schief dreieckig-abgerundet; Wirbel klein, nach vorn und unten eingedreht, etwas vor der Schalenmitte gelegen; vorderer Dorsalrand gerade, verhältnismäßig kurz, gerundet in den gleichmäßig gebogenen Ventralrand umbiegend; hinterer Dorsalrand länger gebogen; Lunula gewölbt durch Furche abgegrenzt; Area nur undeutlich.

Skulptur: außer den feinen Zuwachslinien glatt.

Innenseite: Schloß RKL 3 KZe, alle direkt unter dem Wirbel beginnend, die beiden äußeren KZe nach vorn bzw. nach hinten umgebogen, mittlerer KZ am kräftigsten, dreieckig, meist mit einer schwachen Furche versehen; zwei vordere SZe; hinterer SZ schwach, undeutlich; Schloß LKL ebenfalls 3 KZe entsprechend denen der RKL ausgebildet, mittlerer KZ am größten, deutlicher gefurcht als derjenige der RKL, hinterer KZ lang ausgezogen nahezu parallel dem hinteren Schloßrand verlaufend, hinterer SZ fehlend oder nur schwach entwickelt, vorderer SZ kräftig, etwas in sich hakenförmig gebogen; Ligamentfurche kurz; Palliallinie mit gerundetem kurzen Sinus; Muskeleindrücke klein, gerundet, hoch angelegt.

Bemerkungen: *T. depressa* ist bei oberflächlicher Betrachtung sehr leicht mit juvenilen Exemplaren der anderen Veneriden des Schleichsandes zu verwechseln. Nur bei genauer Kenntnis des Schlosses ist eine eindeutige Bestimmung möglich. *T. depressa* konnte nur in einem einzigen sicher zuzuordnenden Exemplar gefunden werden.

*Callista (Macrocallista) splendida* (DESHAYES 1858)

Taf. 3 Fig. 12, 13

- 1858 *Cytherea splendida* DESHAYES, Anim. sans vertèbres, 1: 440, Taf. 29 Fig. 1—4.  
 1863 *Cytherea splendida*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 303, Taf. 24 Fig. 4, 4a.  
 1874 *Cytherea splendida*, — BOETTGER, Ber. senckenberg. naturf. Ges., 1873/1874: 57, 82, 99.  
 1921 *Meretrix splendida*, — WENZ, Mainzer Becken: 128.

- 1958 *Pitaria splendida*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86: 303.  
 1973 *Callista (Macrocallista) splendida*, — NEUFFER, Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 68: 78, Taf. 11 Fig. 1a—b, 2.

Beschreibung: Gehäuse länglich-oval, elliptisch, gleichmäßig gewölbt; Wirbel klein, vorwärts gerichtet, etwas gebläht im vorderen Schalendrittel gelegen; Lunula klein, lanzettförmig etwas vertieft, durch schwache Furche begrenzt; Area lang, nicht umschrieben, das äußere auf einer Leiste liegende Ligament umfassend.

Skulptur aus vielen feinen, z. T. unregelmäßigen Zuwachslinien und selten stärker hervortretenden Radialstreifen; ansonsten glatt und glänzend; hin und wieder an sehr gut erhaltenen Exemplaren radiale Farbbänder.

Innenseite: Schloß RKL mit 3 divergierenden, ungleichen KZ, der vordere klein und dünn, der mittlere schmal, nahezu senkrecht unter dem Wirbel gelegen, der hintere, kräftigste, breit, etwas verlängert, durch eine Furche mehr oder weniger tief gespalten, sehr schief hinter dem Wirbel ansetzend; alle KZe durch tiefe Gruben voneinander getrennt, 2 vordere SZe, kräftig und kurz mit breiter, tiefer Grube, direkt neben dem vorderen KZ gelegen; Schloß LKL ebenfalls mit 3 KZ, der vordere am kräftigsten, meist gespalten, mit dem mittleren schmalen unter dem Wirbel zusammenhängend, hinterer noch schmaler, langgezogen mit der Ligamentleiste zusammenhängend, nur ein vorderer SZ, kurz kräftig, dreieckig, spitz; in beiden Klappen keine hinteren SZe; Palliallinie mit schmalem gerundetem Sinus; Muskeleindrücke klein, oval.

Bemerkungen: Skulptur, Ausbildung des Sinus sowie die Gesamtform unterscheidet diese Art von den anderen ähnlichen Formen des Schleichsandes recht einfach. Das Schloß, vor allem die Größe und die Aufspaltung der KZ unterliegt einer gewissen Variabilität, die man bei der Bestimmung von *C. splendida* mit in Rechnung stellen muß. *C. splendida* kommt wie die vorige Art nur äußerst selten in bestimm- baren Exemplaren im bearbeiteten Material vor.

#### ***Pelecypora (Cordiopsis) polytropa* (ANDERSON 1968)**

Taf. 3 Fig. 5, 6

- 1863 *Cytherea incrassata*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 300, Taf. 23 Fig. 11, 11a, Taf. 24 Fig. 1, 1a—b, 2, 2a, 3.  
 1865 *Cytherea incrassata*, — WEINKAUFF, N. Jb. Miner., 1865: 199, 202, 204.  
 1874 *Cytherea incrassata*, — BOETTGER, Ber. senckenberg. naturf. Ges., 1873/1874: 57, 76, 82, 93, 94, 97, 99.  
 1921 *Meretrix (Cordiopsis) incrassata praelongata* WENZ, Mainzer Becken: 128, Taf. 15 Fig. 8.  
 1958 *Pitar incrassata*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86: 303.  
 1973 *Pelecypora (Cordiopsis) polytropa*, — NEUFFER, Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 68: 79, Taf. 11 Fig. 13—16.

Beschreibung: Gehäuse variabel, rundlich-dreieckig bis quer-oval, meist schwere, dicke Schale, Wölbung in der Schalenmitte am stärksten, nach allen Seiten nahezu gleichmäßig abflachend; vorderer Dorsalrand kurz, gerade; Ventralrand hoch hinaufreichend, stark gebogen; Wirbel klein, gebläht, vorstehend, nach vorn gebogen etwas eingerollt, kurz vor der Mitte gelegen; Lunula und Area undeutlich durch schwache Linie begrenzt.

Innenseite: Schloß kompakt und kräftig, in beiden Klappen 3 KZe, keine hinteren SZe; RKL vorderer und mittlerer KZ schmal nach unten divergierend unter dem Wirbel zusammengewachsen, hinterer KZ meist verlängert, breit und tief zweigespalten, schräggestellt, unterhalb einer vor dem vorderen KZ liegenden Grube ein kleiner, höckeriger SZ; LKL vorderer KZ schmal, senkrecht unter dem Wirbel stehend, mittlerer KZ breit dreieckig mit flacher Vertiefung in der Mitte, hinterer KZ schmal, nach hinten verlängert, durch Furchen vom lamellenförmigen Ligamentträger getrennt, ein punktförmiger, z.T. spitzer SZ nahe dem vorderen KZ; Muskelindrücke deutlich, der hintere etwas vertieft, größer als der vordere; Palliallinie mit meist zungenförmigen Sinus bis nahe der Schalenmitte reichend.

Bemerkungen: Nomenklatur und Taxonomie dieser Art ist noch immer nicht eindeutig geklärt. Primärzitate wurden daher bewußt nicht in die Synonymieliste aufgenommen. Es sei hier auf die Bemerkungen bei NEUFFER (1973: 80) verwiesen. *P. polytropha* konnte im beschriebenen Aufschluß aus den oberen Partien mehrfach in großen Doppelklappen geborgen werden.

***Callocardia (Nitidavenus) subarata* (SANDBERGER 1861)**

Taf. 1 Fig. 14—16

- 1861 *Cytherea subarata* SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: Taf. 23 Fig. 7, 7a—b.  
 1863 *Cytherea subarata*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 304.  
 1865 *Cytherea subarata*, — WEINKAUFF, N. Jb. Miner., 1865: 199, 202, 204.  
 1874 *Cytherea subarata*, — BOETTGER, Ber. senckenberg. naturf. Ges., 1873/1874: 57, 60, 62, 77, 82, 93, 94, 97, 99.  
 1958 *Pitaria subarata*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86: 303.

Beschreibung: Gehäuse etwas schief-dreieckig; dicke, kräftige, gleichmäßig gewölbte Schalen; Wirbel klein, spitz, nach vorn gebogen, im vorderen Schalendrittel stehend; Lunula klein, herzförmig, nur wenig vertieft, schwach umrandet; Area nicht ausgebildet; vorderer Dorsalrand kurz, konkav; hinterer Dorsalrand langgezogen; Ventralrand nur flach gebogen.

Skulptur aus breiten, flach abgerundeten, auf der Schalenmitte oft unregelmäßigen, konzentrischen Rippen.

Innenseite: In jeder Klappe 3 unterschiedliche KZe, keine hinteren SZe; RKL vorderer KZ kurz und dünn, nur durch schmale Furchen vom unteren SZ getrennt, mittlerer KZ etwas breiter und länger, hinterer KZ breit und verlängert, durch flache Furchen in der oberen Hälfte geteilt, vom breiten Ligamentträger durch ausgeprägte längliche Rinne getrennt; die beiden kleinen vorderen SZ schließen eine tiefe Grube für den vorderen SZ der LKL ein; LKL mittlerer und vorderer KZ etwa gleich groß, letzterer mit flacher Vertiefung in der Mitte, hinterer KZ schmal, kurz, mit dem Ligamentträger verbunden; Muskeleindrücke deutlich, oval; Palliallinie mit bis zur Mitte reichendem etwas kantig endendem Sinus.

Bemerkungen: Diese Art ist aufgrund der ausgeprägten Skulptur recht eindeutig von den anderen Veneriden des Schleichsandes zu trennen. Auch *C. subarata* konnte im Aufschluß mehrfach in Doppelklappen aus den oberen Partien des Profils geborgen werden. Aber auch über das gesamte Profil kommt diese Form häufig vor.

Familie: Myidae LAMARCK 1809

*Sphenia* cf. *neaera* BOETTGER 1874

Taf. 1 Fig. 8, 9

- 1874 *Sphenia neaera* BOETTGER, Ber. senckenberg. naturf. Ges., 1873/1874: 73, 96, 99.  
1921 *Sphenia neaera*, — WENZ, Mainzer Becken: 128.

Beschreibung: Gehäuse klein (Länge ca. 6,5 mm; Höhe ca. 3,5 mm), dünn und zerbrechlich, von trapezförmigem Umriß, gleichklappig, am leicht verlängerten, mit schwachem Kiel versehenen Hinterende klaffend; Dorsal- und Ventralrand nahezu gerade und parallel zueinander; Wirbel nach vorn geneigt, etwa in Schalenmitte stehend.

Skulptur aus unregelmäßig auftretenden und unregelmäßig verlaufenden Anwachslinien.

Innenseite mit deutlich sichtbaren Muskeleindrücken, vorn mehr nierenförmig, hinten angenähert kreisrund; Sinus sehr groß, gerundet, bis über die Schalenmitte reichend; Schloß RKL mit einem sehr kleinen zahnartigen Vorsprung unterhalb des Wirbels und LKL mit einem schief dreieckigen, durch Furche zweigeteilten Ligamentträger.

Bemerkungen: Aus dem untersuchten Material konnten nur zwei leicht beschädigte Klappen geborgen werden. Diese unterscheiden sich nach der Beschreibung von BOETTGER (1874: 73) etwas in der Ausbildung des Schlosses von *S. neaera*. Es kann daher eine eindeutige Zuordnung noch nicht gegeben werden.

Familie: Corbulidae LAMARCK 1818

*Corbula* (*Varicorbula*) *gibba* (OLIVI 1792)

Taf. 3 Fig. 7, 8

- 1792 *Tellina gibba* OLIVI, Zoologica Adriatica: 101 (fide GÖRGES 1952).  
1863 *Corbula subpisiiformis* SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 288, Taf. 22 Fig. 14, 14a—c.  
1958 *Aloides gibba*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86: 303.  
1973 *Corbula* (*Varicorbula*) *gibba*, — NEUFFER, Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 68: 84, Taf. 2 Fig. 13a—b, 14a—b.

Beschreibung: Gehäuse: feste, z.T. dicke Schalen, abgerundet-dreieckig bis quer oval, RKL nach hinten schwach geschnäbelt mit vom Wirbel zum angezogenen Schalenteil verlaufender schwacher Kante; ungleichklappig, RKL größer und stärker gewölbt als die in sie eingebettete, flachere LKL; Wirbel gebläht, überstehend, etwas vor der Schalenmitte gelegen.

Skulptur: RKL mit deutlich hervortretenden, rundlichen, unregelmäßigen Anwachsrinnen, die auf der Schalenmitte nahezu verschwinden können; LKL nur mit schwachen Zuwachslinien und einigen wenigen, an großen Exemplaren deutlicher hervortretenden Radialfalten.

Innenseite: Schloß RKL mit einem dreieckigen KZ mit leicht zum Wirbel eingebogener Spitze und einer nach hinten sich anschließenden tiefen „Zahn“grube; Schloß LKL mit einem dreieckigen, gefurchten Knorpelträger und einer davorliegenden dreieckigen, tiefen Zahngrube; Muskeleindrücke vorn länglich-gebogen, hinten rundlich-oval, Palliallinie mit nur wenig tiefem Sinus.

Bemerkung: *C. gibba* ist in dem vorliegenden Material nur untergeordnet vertreten.

***Corbula (Caryocorbula) subarata*** (SANDBERGER 1860)

Taf. 3 Fig. 16—20

- ?1843 *Corbula carinata* PHILIPPI, Beitr. zur Kenntn. Tertiärverst.: 7, Taf. 2 Fig. 5.  
 1860 *Corbula subarata* SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: Taf. 22 Fig. 8, 8a, 11, 11a—b.  
 1863 *Corbula subarata*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 285.  
 1865 *Corbula subarata*, — WEINKAUFF, N. Jb. Miner., 1865: 204.  
 1874 *Corbula subarata*, — BOETTGER, Ber. senckenberg. naturf. Ges., 1873/1874: 75, 94, 96, 99.  
 1921 *Corbula subarata*, — WENZ, Mainzer Becken: 128, Taf. 15 Fig. 19—21.

**Beschreibung:** Gehäuse länglich-eiförmig bis dreieckig, nahezu gleichklappige, gleichmäßig gewölbte, meist dünne Schalen mit deutlichem, vom Wirbel zum Hinterende verlaufendem Kiel; vorderer Dorsalrand kurz, gerundet in den schwach gebogenen Ventralrand übergehend; hinterer Dorsalrand in sich gewinkelt, schräg abgestutzt und spitz auf den Ventralrand stoßend; Wirbel klein, wenig vor der Schalenmitte gelegen.

Skulptur fein, nur aus schwach hervortretenden Anwachslien bestehend.

Innenseite: Schloß RKL aus einem dreieckigen, aber schmalen, zum Wirbel schwach eingebogenen KZ und dahinterliegender Zahngrube; Schloß LKL mit einem flachen, gekielten Knorpelträger und breiter Zahngrube; Muskeleindrücke: vorn länglich-oval, hinten nahezu kreisrund; Palliallinie mit sehr undeutlich ausgeprägtem Sinus.

**Bemerkungen:** *C. subarata* ist mit der in Jugendstadien ähnlichen *C. subaequivallis* BOETTGER zu verwechseln. Diese besitzt jedoch stets eine kräftigere Schale, einen deutlich eingebogenen Ventralrand und einen stärker nach vorn eingedrehten Wirbel.

***Caestocorbula (Caestocorbula) henckeliusiana*** (NYST 1836)

Taf. 1 Fig. 6, 7; Taf. 3 Fig. 9—11

- 1836 *Corbula Henckeliusiana* NYST, Mess. Sc. et Arts Belg., 4: 144, Taf. 1 Fig. 8.  
 1863 *Corbula henckeliusiana*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 287, Taf. 14 Fig. 13, 13a—b.  
 1865 *Corbula henckeliusiana*, — WEINKAUFF, N. Jb. Miner., 1865: 201.  
 1966 *Caestocorbula henckeliusiana*, — GLIBERT & VAN DE POEL, Inst. Roy. Sc. Nat. Belg., Mém., 2. sér., 81: 55.

**Beschreibung:** Gehäuse aus festen, z.T. sehr dicken, ungleichklappigen Schalen; RKL stumpf-dreieckig und kräftig gewölbt mit schnabelartig verlängertem, schräg abgestutztem Hinterende, auf das vom Wirbel aus ein ausgeprägter Kiel zuläuft; LKL deutlicher dreieckig, kleiner als RKL und in diese eingebettet, geringere Wölbung, mit spitzem, aber nicht verlängertem, hinterem Schalenrand und ohne Kiel; Wirbel beider Klappen klein, spitz und stark nach vorn und zum Schloßrand eingedreht.

Skulptur auf beiden Klappen aus unregelmäßig auftretenden Anwachsrippen, in Jugendstadien schwach ausgebildet, im Alter stellenweise schuppig abhehend.

Innenseite: Schloß RKL mit einem kräftigen, dreieckigen, aufwärtsgebogenen KZ; LKL mit einem in der Längsrichtung durch eine Furche zweigeteilten, festen Knorpelträger, davor die Vertiefung für den KZ der RKL; Muskeleindrücke deutlich,

nahezu kreisförmig; Palliallinie nur wenig eingebuchtet; Innenseite des schnabelartigen Hinterendes der RKL durch eine Längskante geteilt.

Bemerkung: Von verschiedenen Autoren wird *C. longirostra* DESHAYES in die Synonymie von *C. henckeliusiana* NYST gestellt.

***Lentidium (Lentidium) crassum* (SANDBERGER 1861)**

Taf. 2 Fig. 4, 5

- 1861 *Corbulomya crassa* SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: Taf. 22 Fig. 7, 7a—b.  
 1863 *Corbulomya crassa*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 282.  
 1865 *Corbulomya crassa*, — WEINKAUFF, N. Jb. Miner., 1865: 202, 204.  
 1874 *Corbulomya crassa*, — BOETTGER, Ber. senckenberg. naturf. Ges., 1873/1874: 82, 99.  
 1921 *Corbulomya crassa*, — WENZ, Mainzer Becken: 128, Taf. 15 Fig. 17—18.  
 1958 *Aloides crassa*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86, 303.

Beschreibung: Gehäuse länglich-dreieckig, kräftige, z.T. dicke Schalen, vorn flach, hinten stark gewölbt, nur wenig ungleichklappig, Wirbel klein, nach vorn gedreht, hinter der Schalenmitte gelegen; vorderer, schwach konvexer Dorsalrand gerundet in den gebogenen Ventralrand übergehend, der mit dem hinteren, gerade abgestutzten Dorsalrand einen spitzen Winkel bildet; vom Wirbel zum spitzen Hinterende verläuft eine ausgeprägte Kante, die ein steil abfallendes Dorsalfeld begrenzt. Lunula und Area meist deutlich hervortretend.

Skulptur nur aus matten Anwachslien, ansonsten glatte und glänzende Oberfläche.

Innenseite: Schloß RKL mit einem kräftigen, schiefen, vor dem Wirbel gelegenen KZ, dahinter eine tiefe, schmale Zahngrube, an den dorsalen Schalenrändern in der Nähe des Wirbels treten flache Vertiefungen auf; Schloß LKL mit einem vorderen, nahezu dreieckigen, kleinen KZ und einem hinteren Knorpelträger, stumpfdreieckig und durch eine Furche zweigeteilt, dazwischen eine breite Grube; an den dorsalen Schalenrändern schwache, Seitenzähnen ähnliche Erhebungen; Palliallinie kaum merklich ausgebuchtet; der Abstand zwischen Palliallinie und Ventralrand vergrößert sich nach vorn zusehends; Muskeleindrücke vertieft, vorn mehr länglich, hinten nahezu kreisrund.

Bemerkungen: BOETTGER (1874: 75) äußerte die Vermutung, daß diese Form des Mainzer Beckens nur als Unterart von *L. triangulum* NYST zu betrachten sei. SANDBERGER (1863: 282 Bemerkung) hat seine neue Art jedoch ausdrücklich von *L. triangulum* getrennt gesehen, da er Unterschiede in der Gesamtform und im Bau des Schlosses feststellte. Eine Zusammenfassung beider Arten scheint auch dem Verfasser als nicht gerechtfertigt.

***Lentidium (Lentidium) donaciforme* (NYST 1836)**

Taf. 2 Fig. 8, 9

- 1836 *Corbula Donaciformis* NYST, Mess. Sc. et Arts Belg., 4: 144, Taf. 1 Fig. 6.  
 1863 *Corbulomya nitida* SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 282, Taf. 22 Fig. 5, 5a—b.  
 1966 *Lentidium donaciforme*, — GLIBERT & VAN DE POEL, Inst. Roy. Sc. Nat. Belg., Mém., 2. série, 81: 58.

Beschreibung: Ähnlich wie vorige Art, jedoch kleiner, dünnschaliger und mehr länglich, trapezförmig; hinterer Dorsalrand in sich gewinkelt; Ventralrand kaum gebogen, nahezu parallel zu dem vorderen Dorsalrand verlaufend.

Bemerkungen: Die von SANDBERGER (1863: 283 Bemerkung) angegebenen Unterscheidungsmerkmale von *C. donaciformis* zu *C. nitida* („... beträchtlich dünnschaliger, außerdem der Hauptzahn der rechten Klappe relativ kleiner und stärker gegen den Schloßrand geneigt, der Hauptzahn der linken aber ist bedeutend stärker entwickelt und noch breiter gefurcht.“) fallen noch in die Variationsbreite der obigen Art, so daß eine Trennung der im Mainzer Becken vorkommenden, etwas abweichenden Formen nicht ratsam erscheint. *L. donaciforme* ist im vorliegenden Material nur selten gegenüber der sehr häufig auftretenden vorigen Art *L. crassum*.

Familie: Hiatellidae GRAY 1824

***Hiatella (Hiatella) arctica bicristata* (SANDBERGER 1861)**

Taf. 2 Fig. 13, 14

- 1861 *Saxicava bicristata* SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: Taf. 21 Fig. 6, 6a.  
 1863 *Saxicava bicristata*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 277.  
 1874 *Saxicava arctica* L. var. *bicristata*, — BOETTGER, Ber. senckenberg. naturf. Ges., 1873/1874: 72, 96.  
 1921 *Saxicava arctica bicristata*, — WENZ, Mainzer Becken: 128.  
 1973 *Hiatella (Hiatella) arctica bicristata*, — NEUFFER, Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 68: 87, Taf. 3 Fig. 7a—b, 8a—b.

Beschreibung: Gehäuse klein, zerbrechlich, verlängert-trapezförmig, stark ungleichseitig, mit nahe dem Vorderrand gelegenen geblähem, nach vorn gedrehtem Wirbel; Ventralrand und hinterer Dorsalrand verlaufen nahezu parallel zueinander; vorderer Dorsalrand steil abfallend; vom Wirbel zum abgestutzten und klaffenden Hinterende verlaufen zwei ausgeprägte Kiele, meist mit Schuppen oder Dornen besetzt; Lunula und Area nur undeutlich begrenzt.

Skulptur aus unregelmäßig erhobenen Zuwachslinien, manche Exemplare sind auch nahezu glatt.

Innenseite: Schloß beider Klappen mit je einem kräftigen, dreieckigen KZ und den entsprechenden Zahngruben, sowie je einem kurzen, gefurchten Ligamentträger; Muskeleindrücke und Palliallinie sind bei dem vorliegenden Material nicht zu beobachten.

***Panopea (Panopea) angusta* (Nyst 1836)**

- 1836 *Panopaea angusta* NYST, Mess. Sc. et Arts Belg., 4: 142, Taf. 2 Fig. 2  
 1863 *Panopaea heberti*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: 279, Taf. 21 Fig. 8, 8a—c.  
 1865 *Panopaea* sp., — WEINKAUFF, N. Jb. Miner., 1865: 201, 204.  
 1874 *Panopaea* sp., — BOETTGER, Ber. senckenberg. naturf. Ges., 1873/1874: 73, 82, 96, 99.  
 1917 *Glycimeris heberti incrassata* WENZ, Nachr.-Bl. dt. mal.-zool. Ges., 49: 157.  
 1973 *Panopea (Panopea) angusta*, — NEUFFER, Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 68: 88, Taf. 13 Fig. 10a—b, 11.

Beschreibung: Nur vereinzelte Bruchstücke stehen aus dem vorliegenden Material zur Verfügung. Eine Zuordnung zu der im Mainzer Becken vorkommenden

Art ist jedoch sicher, da die gefundenen Schloßbruchstücke einen Vergleich mit den Formen des Unteren Meeressandes zulassen, die meist ein feineres Schloß aufweisen (vgl. hierzu auch BOETTGER 1874: 73).

Familie: Pholadidae LAMARCK 1809

*Teredina* sp.

Taf. 3 Fig. 21

Aus dem vorliegenden Material konnten Bruchstücke von Schalen und Siphonalröhren geborgen werden, die zur Gattung *Teredina* LAMARCK 1818 zu stellen sind. Eine eindeutigere Bestimmung kann erst nach Vorliegen weiterer Stücke unternommen werden.

#### 4.2. Gastropoden

(E. KUSTER-WENDENBURG)\*

Familie: Trochidae RAFINESQUE 1815

*Jujubinus (Scrobiculinus) rhenanus* (SANDBERGER 1860)

Taf. 4 Fig. 1

- 1859 *Trochus rhenanus* SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 3: Taf. 11 Fig. 7, 7a, 7d (exkl. 7b).  
 1860 *Trochus rhenanus*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 4: 148.  
 1921 *Elenchus rhenanus*, — WENZ, Mainzer Becken: 95, 109.  
 1926 *Trochus (Elenchus) rhenanus*, — WAGNER, Erl. Bl. Wöllstein — Kreuznach: 29.  
 1932 *Calliostoma (Strigosella) rhenanum*, — WENZ, Oberrh. Foss.-Kat., (7): 16.  
 1973 *Jujubinus (Strigosella) rhenanus*, — KUSTER-WENDENBURG, Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 67: 20, Taf. 1 Fig. 10.

Beschreibung: Gehäuse kegelförmig, mit zahlreichen feinen Längs- und Anwachsstreifen, wenig angewitterte Individuen mit ursprünglichem Farbmuster = braune Fleckung (Farbtupfer viereckig, max. 1 mm breit). Basis schief, Nabel eng, schief, ritzförmig.

Apex rund, unverziert, mit kaum eingesenkter Naht, von den zwei folgenden Embryonalwindungen abgesetzt. Übrige Windungen (4–5) kaum gewölbt, zuweilen in der Mitte leicht eingesenkt, unten stumpfkantig, auf den unteren Windungen zuweilen kielartig vorspringend, wodurch die sonst schmale Naht sich eintieft. Mündung trapezförmig, am äußeren unteren Ende leicht vorgezogen; Mundsaum zusammenhängend, außen scharf, innen umgeschlagen. Spindel leicht gebogen.

Bemerkungen: *J. (S.) rhenanus* ist dem *J. (S.) multicingulatus* sehr ähnlich. Unterscheidungsmerkmale sind einmal die „eingedellten“ Windungswände und die wulstigen Windungsunterkanten, zum anderen der bei *J. (S.) rhenanus* feinere Nabelritz.

---

\* Herrn Dr. ADOLF ZILCH, Senckenberg-Museum in Frankfurt a. M., sei auch an dieser Stelle herzlichst gedankt für seine freundliche Bereitschaft zur Diskussion über das Manuskript. Gedankt sei ihm auch für den in freundlicher Weise gewährten Zugang zur Gastropodensammlung der Malakozoologischen Abteilung des Museums sowie zu seiner eigenen Handbibliothek.

*J. (S.) rhenanus* ist der einzige Vertreter der Trochidae, der sowohl im Meeressand wie auch im Schleichsand vorkommt.

Familie: Littorinidae GRAY 1847

***Littorina (Melarhaphe) obtusangula* SANDBERGER 1859**

Taf. 4 Fig. 2

- 1859 *Littorina obtusangula* SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 3: Taf. 12 Fig. 5, 5a.  
 1860 *Littorina obtusangula*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 4: 124.  
 1917 *Littorina obtusangula*, — WENZ, Nachrichtsbl. dt. malak. Ges., 49 (4): 156.  
 1921 *Littorina obtusangula*, — WENZ, Mainzer Becken: 127.  
 1932 *Littorina (Melarhaphe) obtusangula*, — WENZ, Oberrh. Foss.-Kat., (7): 20.  
 1973 *Littorina (Melarhaphe) obtusangula*, — KADOLSKY, Arch. Moll., 103 (1/3): 34, Abb. 2 (dort weitere Synonyma).

Beschreibung: Gehäuse eikegelförmig, wenig skulptiert, dickschalig, mit schwachen, schräg verlaufenden Anwachsstreifen. Basis schief; Nabel durch Parietalkallus verdeckt.

Apex glatt, gerundet, höher als die folgende Windung, Windungen des Teleoconch (2—3) schwach gewölbt mit leicht eingesenkter Naht. Unterhalb der Naht abgeflacht. Endwindung 3/4 der Gehäusehöhe, unter der Abflachung leicht geschultert, schnell an Dicke zunehmend, unten mit stumpfer Kante. Mündung eiförmig, Mundrand zusammenhängend, außen scharf, innen über dem bogigen Spindelrand umgeschlagen, verdickt.

Familie: Lacunidae GRAY 1857

***Cirsope (Pseudocirsope) obtusa* n. ssp. ? (BOETTGER 1874)**

Taf. 4 Fig. 3

- 1874 *Lacuna obtusa* BOETTGER, Ber. senckenb. naturf. Ges., 1873/1874: 58.  
 1921 *Lacuna obtusa*, — WENZ, Mainzer Becken: 127.  
 1973 *Cirsope (Pseudocirsope) obtusa*, — KADOLSKY, Arch. Moll., 103 (1/3): 48, Abb. 18 u. 19.

Beschreibung: Gehäuse eiförmig, porzellanig glatt, mit haarfeinen, schrägen Anwachsstreifen. Basis gewölbt, mit schwachem, in den Nabel ziehenden Nabelwulst. Nabel eng.

Apex flach, stumpf. Windungen des Teleoconch (4) gewölbt, Naht nur wenig vertieft. Mündung eiförmig, oben winklig. Mundrand zusammenhängend außen stumpf, innen „abgelöst“, über dem Nabel leicht umgeschlagen.

Bemerkungen: KADOLSKY (1973: 48) beschrieb *C. (P.) obtusa* ausführlich und unterscheidet sie von *Lacuna stilpna* COSSMANN 1892 „nur durch das völlige Fehlen von Spiralskulptur, was jedoch durch Korrosion bedingt sein kann“. Den mir vorliegenden Exemplaren von Albigen fehlen ebenfalls die Spiralreifen, obwohl sie nicht korrodiert sind, zudem sind sie schwächer gewölbt als die Originalexemplare im SMF. Aus diesen Gründen ordne ich die hier abgebildeten Individuen nur unter Vorbehalt der *C. (P.) obtusa* zu. Die fehlenden Spiralreifen rücken sie eher in die Nähe von *L. stilpna*.

Familie: Rissoidea H. & E. ADAMS 1854

***Rissoa (Rissoa) turbinata*** (LAMARCK 1804)

Taf. 4 Fig. 4

- 1804 *Bulimus turbinatus* LAMARCK, Ann. Mus. Hist. natur. Paris, 4: 294.  
 1858 *Rissoa Michaudi*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 2: Taf. 10 Fig. 12, 12a.  
 1860 *Rissoa Michaudi*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 4: 128.  
 1917 *Rissoa michaudi*, — WENZ, Nachrichtsbl. dt. malak. Ges., 49 (4): 164.  
 1921 *Rissoa michaudi*, — WENZ, Mainzer Becken: 95, 109, 127, Taf. 8 Fig. 14.  
 1958 *Alvania turbinata*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86: 304.  
 1973 *Rissoa (Rissoa) turbinata*, — KUSTER-WENDENBURG, Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 67: 34, Taf. 2 Fig. 24 (dort weitere Synonyma).

**Beschreibung:** Gehäuse klein, eikegelförmig, oben zugespitzt, kräftig skulptiert. Jeder Umgang des Teleoconch mit 10–12 senkrechten Rippen, die auf der Basis zum Nabel hin allmählich verschwinden. In den Zwischenräumen der Rippen und auf der Basis gleichmäßig breite, flache Spiralreifen, nur auf der Basis über die Rippen verlaufend. Basis gewölbt. Nabel verdeckt.

Apex stumpf, klein, von der 1. Windung halb verdeckt. Embryonalwindungen (2) glatt, kräftig gewölbt. Windungen des Teleoconch (3) weniger stark gewölbt, skulptiert. Naht ziemlich tief eingesenkt. Mündung eiförmig, oben stumpfwinklig, kallös verdickt. Mundrand zusammenhängend, außen wulstig verdickt, stumpf; innen dünn, unten etwas abgelöst, scharf, über dem Nabel flach und schmal umgeschlagen.

**Bemerkungen:** *R. (R.) turbinata*, bereits im Unteren Meeressand, wie z. B. bei Waldböckelheim, häufig vorkommend, ist in dem Aufschluß bei Albig der einzige Vertreter von *Rissoa*. Sie bildet mengenmäßig den Hauptteil der „kleinen“ Gastropoden. Viele Exemplare sind um ein geringes größer als das abgebildete (Taf. 4 Fig. 4), meistens sind sie jedoch stärker korrodiert, so daß die Skulptur nur noch schwach erhalten ist.

Familie: Hydrobiidae P. FISCHER 1887

***Hydrobia (Tournoueria) dubuissoni*** (BOUILLET 1834)

Taf. 4 Fig. 5

- 1834 *Paludina Dubuissoni* BOUILLET, Coq. foss. du Cantal: 9, Fig. 14. 15 (fide DES-HAYES, 1864: 505).  
 1859 *Litorinella Draparnaudi*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 3: 81.  
 1860 *Litorinella Draparnaudi*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 4: Taf. 16 Fig. 1.  
 1869 *Litorinella Draparnaudi*, — BOETTGER, Tert. Form. Hessen: 23.  
 1884 *Bithinia Dubuissoni*, — COSSMANN & LAMBERT, Mém. Soc. géol. France, (3) 3 (1): 110, Nr. 77.  
 1913 *Hydrobia dubuissoni*, — WENZ, Nachrichtsbl. dt. malak. Ges., 45: 9, Taf. 1 Fig. 1–3.  
 1917 *Hydrobia dubuissoni*, — WENZ, Nachrichtsbl. dt. malak. Ges., 49 (4): 156.  
 1921 *Hydrobia dubuissoni*, — WENZ, Mainzer Becken: 134, Taf. 15 Fig. 22.

**Beschreibung:** Gehäuse klein, gestreckt eikegelförmig, mäßig dickschalig, mit wenigen senkrecht zur Mündung verlaufenden Anwachsstreifen. Basis gewölbt. Nabel eng.

Apex flach, gerundet, mit flacher Naht von der niedrigen, kräftig gewölbten Embryonalwindung getrennt. Windungen des Teleoconch (5) mäßig gewölbt, zur eingesenkten Naht hin abgeflacht. Mündung eiförmig, oben spitzwinklig. Mundrand zusammenhängend, außen scharf, vorgezogen; innen über dem Nabel umgeschlagen, unten leicht verdickt.

Bemerkungen: Mit *H. (T.) duboissoni* sind die Hydrobien im Tertiär des Mainzer Beckens erstmals vertreten. Sie ist relativ selten zu finden, kommt jedoch im Schleichsand sowie auch im Cyrenenmergel vor. Nach ALBRECHT & VALK (1943: 25), auf die die Zuordnung zum Subgenus *Tounoueria* zurückgeht, tritt sie in den Becken von Hampshire und Paris bereits im Unteroligozän auf, ebenso in Norddeutschland (SPEYER 1870: 89). Im Mitteloligozän ist sie dann auch in Belgien und schließlich im Mainzer Becken zu finden.

***Hydrobia* (?) *albigensis* n. sp.**

Taf. 5 Fig. 6

Holotypus: Gehäuse Nr. F 4482 Slg. Pal. Inst. Univ. Mainz.

Locus typicus: Autobahnstrecke Bingen—Kaiserslautern, TK 25 Bl. 6214 Alzey, R 34 36 260, H 55 14 540.

Stratum typicum: Grenzbereich Schleichsand/Cyrenenmergel, Oberes Rupelium.

Derivatio nominis: Nach dem Fundort Albig.

Verbreitung: Nur vom locus typicus bekannt.

Diagnose: Eine gestreckt kegelförmige, mäßig festschalige, kleine Art mit 6 glatten, mäßig gewölbten Windungen.

Beschreibung: Gehäuse klein, gestreckt kegelförmig, porzellanig glatt, mit zarten, leicht gebogenen Anwachslineen. Basis schief, leicht gewölbt. Nabel eng, ritzförmig.

Apex auffallend klein, warzig, kaum über die Anfangswindung ragend. Windungen des Teleoconch (5) mäßig gewölbt. Naht eingesenkt. Endwindung doppelte Gehäusehöhe, mit stumpfer „Kante“ zur Basis. Mündung eiförmig, oben gewinkelt. Mundrand zusammenhängend, außen scharf (hier angebrochen), leicht vorgezogen; innen relativ breit, flach umgeschlagen, den Nabel halb verdeckend.

Bemerkungen: Das gestreckt kegelförmige Gehäuse und die Form der Mündung sowie die Ausbildung des Nabels geben Anlaß, die Art *albigensis* n. sp. der Gattung *Hydrobia* zuzuordnen, dagegen könnten der „kantige“ Übergang zur Basis sowie der ziemlich breite Umschlag der Innenlippe sprechen. Eine endgültige Einordnung kann erst dann erfolgen, wenn mehrere Exemplare vorliegen werden. Von *H. (T.) duboissoni* unterscheidet sich *H. ? albigensis* durch geringere Höhe und schwächere Wölbung der Windungen, den „kantigen“ Übergang zur Basis und durch den engeren Nabel.

Familie: Stenothyridae P. FISCHER 1887

***Stenothyrella lubricella* (SANDBERGER 1858)**

Taf. 5 Fig. 7

1850 *Litorinella lubricella* BRAUN, in WALCHNER, Geogn. (2. Aufl.): 1126 (nom. nud.).

1858 *Nematura lubricella* SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 2: Taf. 6 Fig. 7, 7a.

1859 *Nematura lubricella*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 3: 79.

1869 *Nematura lubricella*, — BOETTGER, Tert.-Form. Hessen: 23.

- 1917 *Stenothyra lubricella*, — WENZ, Nachrichtsbl. dt. malak. Ges. **49** (4): 164.  
 1921 *Stenothyra lubricella*, — WENZ, Mainzer Becken: 127, Taf. 15 Fig. 13.  
 1926 *Stenothyra lubricella*, — WENZ, Foss. Kat., 1 (32): 2218.  
 1938 *Stenothyrella lubricella*, — WENZ, Handb. Paläozool., **6**: 588, Abb. 1610.

Beschreibung: Gehäuse klein, festschalig, glatt glänzend, schlank eiförmig. Basis stark abfallend. Nabel fein ritzförmig, fast verdeckt.

Apex klein, stumpf. Embryonalwindung gewölbt. Windungen des Teleoconch (3) flach mit kaum eingesenkter Naht. Endwindung  $2/3$  der Gehäusehöhe, gegen die Mündung sich verengend. Mündung eiförmig, oben winklig. Mundrand zusammenhängend, innen leicht verdickt.

Bemerkungen: SANDBERGER (1859: 79) beschreibt *S. lubricella* nur aus den Cyrenenmergeln. BOETTGER (1869: 23) u. a. (Slg. SMF) fanden sie jedoch auch im Schleichsand.

***Stenothyrella granulum* (BRAUN 1850)**

Taf. 5 Fig. 8

- 1850 *Litorinella granulum* BRAUN, in WALCHNER, Geogn. (2. Aufl.): 1126.  
 1853 *Nematura granulum* SANDBERGER, Unters. Mainzer Becken: 28.  
 1858 *Nematura pupa*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 2: Taf. 6 Fig. 6, 6a.  
 1859 *Nematura pupa*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 3: 78.  
 1869 *Nematura pupa*, — BOETTGER, Tert. Form. Hessen: 23.  
 1921 *Stenothyra compressiscula*, — WENZ, Mainzer Becken: 127, 133, 152.  
 1926 *Stenothyra granulum*, — WENZ, Foss. Kat., 1 (32): 2215.  
 1958 *Stenothyra pupa*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **86**: 305.

Beschreibung: Gehäuse sehr klein, bauchig eiförmig, mit äußerst feiner Anwachsstreifung, fast glatt, glänzend. Basis abfallend, gewölbt. Nabel schief, ritzförmig.

Apex klein, flach, mit flacher Naht zur Anfangswindung. Windungen des Teleoconch (3) gewölbt. Naht leicht eingesenkt. Endwindung doppelte Gehäusehöhe, stärkste Wölbung im oberen Drittel, zur Mündung sich verengend.

Mündung oval. Mundrand abgelöst, etwas vorgezogen, mit Parietalschwiele.

***Stenothyrella minuta* (WENZ 1925)**

Taf. 5 Fig. 9

- 1874 *Nematura minima* BOETTGER, Ber. senckenberg. naturf. Ges., (S/3/74): 80.  
 1925 *Stenothyra minuta* WENZ, Senckenbergiana, **7**: 125.  
 1926 *Stenothyra minuta*, — WENZ, Foss. Kat., 1 (32): 2223.  
 1932 *Stenothyrella minuta*, — WENZ, Oberrh. Foss.-Kat., (7): 39.

Beschreibung: Gehäuse sehr klein, eiförmig, mit feinsten Anwachsstreifung, fast glatt, glänzend. Basis abfallend, mäßig gewölbt. Nabel eng, schief ritzförmig.

Apex klein, sehr flach. Windungen des Teleoconch (3) schwach gewölbt. Naht wenig eingesenkt. Endwindung  $3/4$  der Gehäusehöhe, zur Mündung sich verengend. Mündung oval. Mundrand abgelöst, zusammenhängend, stumpf. Im Inneren des Spindelrandes mit halbkreisförmiger Leiste, die oben in einem zahnartigen Knoten endet.

Bemerkungen: *S. minuta* und *S. granulum* sind einander sehr ähnlich. *S. minuta* ist kleiner, weniger bauchig und enger genabelt.

***Glibertiella planapicalis*** (SANDBERGER 1863)

Taf. 5 Fig. 9

- 1863 *Paludina planapicalis* SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 7: 394, Taf. 35 Fig. 6.  
 1921 *Nystia planapicalis*, — WENZ, Mainzer Becken: 133.  
 1926 *Nystia planapicalis*, — WENZ, Foss. Kat., 1 (32): 2171.  
 1932 *Nystia planapicalis*, — WENZ, Oberrh. Foss.-Kat., (7): 39.  
 1961 *Brardia planapicalis*, — SCHLICKUM, Arch. Moll., 90: 61, Taf. 41 Fig. 14.  
 1968 *Glibertiella planapicalis*, — SCHLICKUM, Arch. Moll., 98: 42.

Beschreibung: Gehäuse mäßig klein, eitonnenförmig, porzellanig glatt. Basis abfallend, schwach gewölbt. Nabel eng.

Apex klein, stumpf, sehr flach, fast in einer Ebene mit der Anfangswindung. Windungen des Teleoconch (3) bauchig, mit tiefer Naht. Endwindung doppelte Gehäusehöhe, zur Mündung sich verengend. Mündung eiförmig, oben stumpf gewinkelt. Mundrand zusammenhängend, durchgehend wulstig verdickt, außen vorgezogen.

Bemerkungen: *G. planapicalis* ist die Typusart zu *Glibertiella* SCHLICKUM 1968. — WENZ (1921: 133) gibt ihr Vorkommen nur für die Cyrenenmergel an.

## Familie: Cerithiidae FERUSSAC 1821

***Benoistia (Benoistia) abbreviata*** (SANDBERGER 1859)

Taf. 5 Fig. 11

- 1842 *Cerithium abbreviatum* BRAUN, Amtl. Ber. 20. Vers. Ges. Naturforsch. Aerzte, Mainz: 148 (nom. nud.).  
 1850 *Cerithium abbreviatum*, — BRAUN, in WALCHNER, Geogn. (2. Aufl.): 1129.  
 1858 *Cerithium boblayei*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 2: Taf. 10 Fig. 3, 3a (var. *major*), 3b, 4, a, b (var. *minor*).  
 1859 *Cerithium abbreviatum* SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 3: 108.  
 1917 *Benoistia abbreviata*, — WENZ, Nachrichtsbl. dt. malak. Ges., 49 (4): 156, 164.  
 1921 *Benoistia abbreviata*, — WENZ, Mainzer Becken: 95, 134.  
 1932 *Benoistia (Benoistia) abbreviata*, — WENZ, Oberrh. Foss.-Kat., (7): 29.  
 1937 *Benoistia (Cerithium) abbreviata*, — GEIB, Jber. oberrh. geol. Ver., 26: 45.  
 1958 *P. abbreviatum*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86: 304.  
 1973 *Benoistia (Benoistia) abbreviata*, — KUSTER-WENDENBURG, Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 67: 50.

Beschreibung: Gehäuse kegelförmig, kräftig skulptiert: auf jeder Windung 4 Hauptlängskiele, die oberen zwei mit flachen, länglichen Knötchen, die unteren beiden fast glatt und stärker entwickelt. Zwischen diesen stärkeren Hauptkielen zumeist ein, auf der Endwindung zwei oder drei fadendünne Nebenkiele. Querwülste, alternierend je ein schmaler und ein breiterer (bis zu 10) auf den beiden letzten Windungen, auf der Endwindung zudem noch wulstig aufgewölbt. Basis gewölbt, ungenabelt, mit 8 Haupt- und 8 Nebelängskielen.

Apex stumpf, gerundet, glatt. Embryonalwindungen (2) gewölbt, glatt. Windungen des Teleoconch (3–4) in der oberen Hälfte flach, in der unteren leicht vorgewölbt, dachig übereinanderstehend. Naht tief. Mündung nahezu kreisrund mit kurzem, nach hinten geneigten Ausguß. Mundrand zusammenhängend, außen scharf, innen flach umgeschlagen. Spindel gebogen, unten schräg abgeschnitten.

Bemerkungen: *B. (B.) abbreviata* tritt wohl schon vereinzelt im Unteren Meeres-sand auf (WENZ 1932: 29), ich selbst kenne sie jedoch nur aus dem Schleichsand. — Sie unterscheidet sich von der eigentlichen Meeressandart *B. (B.) boblayi* durch andersartige Skulptur, diese hat die oberen Längskiele als Knötchenreihen ausgebildet.

***Potamides (Potamides) lamarcki* BRONGNIART 1810**

Taf. 6 Fig. 12, 12/1

- 1810 *Potamides Lamarcki* BRONGNIART, Ann. Mus. hist. nat., **15**: 468, Taf. 22 Fig. 3.  
 1858 *Cerithium Lamarcki*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 2: Taf. 8 Fig. 5, a, b.  
 1859 *Cerithium Lamarcki*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 3: 100.  
 1869 *Cerithium Lamarcki*, — BOETTGER, Tert.-Form. Hessen: 23.  
 1917 *Potamides (Potamides) Lamarcki*, — WENZ, Nachrichtsbl. dt. malak. Ges., **49** (4): 156, 165.  
 1921 *Potamides lamarcki*, — WENZ, Mainzer Becken: 127, 134, Taf. 15 Fig. 6.  
 1926 *Potamides plicatus lamarcki*, — WAGNER, Erl. Bl. Wöllstein-Kreuznach: 44, 46, 50.  
 1938 *Potamides (Potamides) lamarcki*, — WENZ, Handb. Paläozool., **6** (1): 736, Abb. 2132.  
 1958 *Potamides lamarcki*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **86**: 304.

Beschreibung: Gehäuse mittelgroß, schlank, getürmt kegelförmig, kräftig skulptiert: auf jedem Umgang 3 Längskiele, von denen der oberste (zunehmend) kräftiger entwickelte Knötchen trägt als die beiden übrigen. Die Knötchen sitzen perlschnurartig aufgereiht auf den Kielen; in den Zwischenräumen S-förmig gebogene, feine Anwachslien, wodurch sich bogenförmige, knötchentragende Querrippen ausprägen. Basis flach bis leicht gewölbt, ungenabelt, mit zwei stärkeren und zwei oder drei schwächeren Längskielen, von denen nur die ersteren „wellig“ gekörnelt sind.

Apex bei allen mir vorliegenden Exemplaren abgebrochen. Embryonalgewinde mit (2?) aufgeblähten glatten Windungen. Windungen des Teleoconch (9—14) flach, allmählich und gleichmäßig an Umfang zunehmend, mit tiefer Naht. Mündung rundlich, oben ein wenig eingebuchtet, unten mit Ausguß. Mundrand zusammenhängend, außen durch aufsitzende Knötchenreihen verdickt, unten bogig vorgezogen, über dem Ausguß meist knötchenartig verdickt; innen schmal umgeschlagen. Spindel kurz, kräftig, mit einer schmalen Querfalte.

Bemerkungen: *P. (P.) lamarcki* ist relativ leicht von den übrigen Potamiden, bzw. von den Pirenellen zu unterscheiden durch die flache Basis und durch die gleichbleibende Anzahl (3) der gekörneltten Längskiele. Abgerollte Formen (Taf. 6 Fig. 12/1) können leicht zur Verwechslung mit *P. plicata enodosa* führen, jedoch auch hier lassen die angeführten Kriterien keinen Fehlschluß zu.

***Pirenella plicata papillata* (SANDBERGER 1859)**

Taf. 6 Fig. 13, 13/1

- 1858 *Cerithium plicatum* var. *papillatum* SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 2: Taf. 8 Fig. 6, a, b.  
 1859 *Cerithium plicatum* var. *papillatum*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 3: 98.

- 1917 *Potamides (Pirenella) plicatus papillatus*, — WENZ, Nachrichtsbl. dt. makak. Ges. 49 (4): 157.  
 1921 *Potamides plicatus papillatus*, — WENZ, Mainzer Becken: 95, Taf. 15 Fig. 2.  
 1926 *Potamides plicatus* var. *papillatus*, — WAGNER, Erl. Bl. Wöllstein-Kreuznach: 47, 48.  
 1958 *P. plicatus papillatus*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86: 304.

Beschreibung: Gehäuse dickschalig, porzellanig, mittelgroß, schlank, getürmt kegelförmig, skulptiert: auf jedem Umgang mit 4 kräftigen Hauptlängskielen und mit einem oder auch zwei fadendünnen Nebenlängskielen. Auf den Hauptkielen sitzen übereinander markante, annähernd backsteinförmige Knoten. Ziemlich tiefe Querrinnen geben den Knotenreihen rippenartigen Charakter. Auf dem 4. Hauptlängskiel sind die Knötchen etwas schwächer ausgebildet als auf den oberen drei. Basis gewölbt, ungenabelt, mit 4—5 knötchenträgenden Längskielen ohne Querrinnen.

Apex spitz und wie die 2 folgenden glatten Embryonalwindungen leicht aufgebläht. Windungen des Teleoconch schwach gewölbt, mit tiefer Naht, stufig aufeinander folgend. Mündung schief eiförmig, oben mit kurzem schmalem Kanal. Mundrand zusammenhängend, leicht abgelöst, unten mit relativ kurzem und breitem, nach hinten geneigtem Ausguß; außen schmal, nur durch die Knötchen etwas verdickt, innen breit, ein wenig umgebogen. Inneres der Mündung glatt, glänzend, mit 4 dicht besetzten Knötchenreihen parallel zur Naht.

***Pirenella plicata intermedia*** (SANDBERGER 1858)

Taf. 6 Fig. 14

- 1858 *Cerithium plicatum* var. *intermedia* SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 2: Taf. 9 Fig. 4, a, b.  
 1859 *Cerithium plicatum* var. *intermedium*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 3: 99.  
 1932 *Potamides (Pirenella) plicatus intermedia*, — WENZ, Oberrh. Foss.-Kat. (7).

Beschreibung: Gehäuse mittelgroß, schlank, getürmt kegelförmig, skulptiert: jede Windung mit 5 Hauptlängskielen, in den Zwischenräumen 2—4 fadendünne Nebenlängskiele. Obere Hauptlängskiele mit Knoten, bis zum 3. Kiel knotenverstärkende Querrinnen. 4. Kiel mit feineren, perlschnurähnlich angeordneten Knötchen, 5. Kiel bandähnlich, oft in die Naht laufend. Basis gewölbt, ungenabelt, mit perlschnurähnlich gekörnelten Kielen (4—6) in gleichmäßigen Abständen. Feine, dichtstehende, rückwärts gebogene Anwachslineien treten auf den unteren Windungen und auf der Basis verstärkt hervor. Basis gewölbt, ungenabelt.

Apex klein, rundlich, glatt. Embryonalwindungen glatt und leicht gewölbt. Windungen des Teleoconch (bis zur 4.) mit 2—3 Längskielen, mäßig gewölbt, bis zur Endwindung dann kräftig skulptiert, mit  $\pm$  tiefer Naht. Über der Naht eingeschnürt, andeutungsweise stufig abgesetzt. Endwindung bauchig vorgewölbt. Mündung innen porzellanig glatt; rundlich eiförmig, schief, oben mit kleinem, kurzem Kanal, unten mit leicht oben hinten gebogenem Ausguß. Mundrand zusammenhängend, außen mäßig scharf, gewellt, vorgezogen; innen scharf, relativ breit umgeschlagen.

***Pirenella plicata multinodosa*** (SANDBERGER 1858)

Taf. 6 Fig. 15, 15/1

- 1858 *Cerithium plicatum* var. *multinodosum* SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 2: Taf. 9 Fig. 5, a, b, 6, a, b.  
 1859 *Cerithium plicatum* var. *multinodosum*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 3: 99.  
 1932 *Potamides (Pirenella) plicatus multinodosus*, — WENZ, Oberrh. Foss.-Kat. (7): 28.  
 1958 ? *P. plicatus multinodosus*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86: 304.

Beschreibung: Gehäuse mittelgroß, festschalig, getürmt kegelförmig; skulptiert: jede Windung mit 5 Hauptlängskielen, 1. und 2. kräftig, 3. und 4. schwächer gekörnelt, 5. fast glatt, meistens in der Naht verlaufend. Zwischen diesen Kielen ein oder zwei fadendünne Nebelängskiele. Schmale, nur wenig vertiefende Quersfurchen erreichen nur auf den oberen Windungen den 3. Hauptlängskiel. Basis gewölbt, ungenabelt, mit 5 perlschnurartig gekörnelt Kielen.

Apex klein, rundlich, glatt (nur selten erhalten). Windungen des Teleoconch (5—7) leicht gewölbt mit tiefer Naht. Mündung schief, rundlich eiförmig. Mundrand zusammenhängend, oben mit kurzem Kanal, unten mit relativ breitem Ausguß; außen scharf, gewellt, unten etwas vorgezogen; innen scharf, nur über der Spindel ein wenig umgeschlagen.

Bemerkungen: Die Arten von *Pirenella* zu unterscheiden, ist nicht immer leicht, da der arteigene Habitus des Gehäuses meist nur bei adulten Individuen signifikant ist. *P. plicata papillata* hat äußerst schwach gewölbte, stufig abgesetzte Windungen. Der Mundrand ist rundum schmal. *P. plicata multinodosa* dagegen hat gut gewölbte Windungen und einen relativ breit umgeschlagenen inneren Mundrand. *P. plicata intermedia* hat die stufig abgesetzten Windungen wie *P. p. papillata*, aber eine stark vorgewölbte Endwindung. Der Mundrand ist bei ihr um den Ausguß und über dem Nabel ziemlich breit umgeschlagen. Wichtigstes Unterscheidungsmerkmal ist die Skulptur. Die meist dickschalige *P. p. papillata* trägt relativ engständige, tiefe, senkrecht verlaufende Quersfurchen, während diese bei *P. p. intermedia* schräg verlaufen und breiter, wohl auch flacher sind. Auf den gewölbten Windungen von *P. p. multinodosa* treten die Quersfurchen fast zurück. Sie wirkt eigentlich nur „reich gekörnelt“.

In den Sedimenten des wohl überwiegend marin-brackischen bzw. brackischen Schleichsandmeeres kommen die Pirenellen häufig bis massenhaft vor. Vor allem *P. plicata papillata* tritt bevorzugt im obersten Horizont des Schleichsand massenhaft auf und wurde dadurch namensgebend für diese sogenannte „papillaten-Schicht“ (WENZ 1921: 123).

Familie: Naticidae FORBES 1838

***Polinices (Lunatia) catena achatensis*** (KONINCK 1838)

Taf. 5 Fig. 16

- 1838 *Natica achatensis* KONINCK, Coqu. foss. Baesele: 9.  
 1850 *Natica guillemini* var. *major*, — BRAUN, in WALCHNER, Geogn. (2. Aufl.): 1122.  
 1859 *Natica (Lunatia) Nystii* var. *conomphalus*, var. *micromphalus*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 3: Taf. 13 Fig. 2 u. 3.  
 1861 *N. (L.) Nystii* . . . , — SANDBERGER, Lfg. 5: 164.

- 1869 *Natica nysti*, — BOETTGER, Tert.-Form. Hessen: 17 (partim), 23.  
 1917 *Natica nysti*, — WENZ, Nachrichtsbl. dt. malak. Ges., 49 (4): 164.  
 1921 *Natica (Helicina) achatensis*, — WENZ, Mainzer Becken: 95.  
 1958 *Lunatia achatensis*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86: 305.  
 1973 *Polinices (Lunatia) catena achatensis*, — KUSTER-WENDENBURG, Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 67: 90 (dort weitere Synonyma).

Beschreibung: Gehäuse bauchig kegelförmig, fast glatt, zuweilen glänzend, mit schräg nach hinten gebogenen Anwachsstreifen, die auf der Endwindung und auf der gewölbten Basis verstärkt hervortreten und in den weiten Nabel ziehen.

Apex klein, flach, fast in einer Ebene mit der Anfangswindung liegend. Windungen des Teleoconch (3—4) mit flacher Naht, bauchig. Endwindung ca. 10fach höher als die übrigen Windungen, unter der Naht stark vorgewölbt. Mündung halbkreisförmig; Mundsaum zusammenhängend, außen scharf, innen kallös verdickt, oberhalb des Nabels umgeschlagen.

Bemerkungen: *N. (L.) catena achatensis* ist von vier Arten der Naticiden, die im Meeressand vorkommen, die einzige, die auch im Schleichsand zu finden ist. Näheres über Naticiden aus dem Tertiär in Deutschland findet sich bei ANDERSON (1960).

Familie: Muricidae FLEMING 1828

***Muricopsis pereger*** (BEYRICH 1854)

Taf. 7 Fig. 17, 17/1

- 1854 *Murex pereger* BEYRICH, Z. dt. geol. Ges., 6: 759, Taf. 17 Fig. 1 a, b.  
 1860 *Murex* sp. SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 4: Taf. 18 Fig. 7.  
 1861 *Murex areolifer* SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 6: 214.  
 1863 *Murex areolifer*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 8: Taf. 35 Fig. 7.  
 1958 *Murex pereger*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86: 305.  
 1973 *Muricopsis pereger*, — KUSTER-WENDENBURG, Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 67: 106 (dort weitere Synonyma).

Beschreibung: Gehäuse schlank spindelförmig, porzellanig, weiß; skulptiert: Jede Windung mit 10, zuweilen 11 Querrippen, zur Naht hin lamellenartig aufblättern, auf der Endwindung bis über die stark abfallende, wenig gewölbte Basis ziehend. Auf den Mittelwindungen 3—4, auf der Endwindung 7—8 schwach ausgebildete Längskiele, auf der Windungsmitte zuweilen kielartig hervortretend. Gehäuse ungenabelt.

Apex aufgebläht und wie die Embryonalwindungen (1—2) glatt. Windungen des Teleoconch (3—4) mäßig gewölbt, mit schmaler Naht. Mündung birnenförmig, mit mäßig breitem, schwach nach hinten geneigtem Kanal. Mundrand zusammenhängend; außen wulstig verdickt, mit drei Höckern auf der Innenwand, wovon der oberste in Mündungsmitte sitzt und am kräftigsten ausgebildet ist. Innenrand gerade, glatt, in der Mitte mit einem flachen Höcker. Spindel unten verdickt.

Bemerkungen: Den meisten adulten Gehäusen fehlt das Embryonalgewinde. Da weder SANDBERGER (1860, 1861) noch STEUER (1912) vollständige Gehäuse abbilden konnten, ist es ein besonderer Glücksumstand, daß in dem Material von Albig das abgebildete Exemplar (Taf. 7 Fig. 17/1), ein an der Mündung beschädigtes juveniles Gehäuse gefunden wurde.

## Familie: Buccinidae LATREILLE 1825

*Cominella (Cominella) cassidaria* (VOLTZ 1852)

Taf. 7 Fig. 18, 18/1

- 1852 *Buccinum cassidaria* VOLTZ, Geol. Bilder Mainzer Becken: 21, Taf. 2 Fig. 6, a.  
 1860 *Buccinum cassidaria*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: Lfg. 4, Taf. 20 Fig. 1, a—e.  
 1861 *Buccinum cassidaria*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken: Lfg. 6: 228.  
 1917 *Cominella cassidaria*, — WENZ, Nachrichtsbl. dt. malak. Ges., 4 (4): 157, 166.  
 1921 *Cominella cassidaria*, — WENZ, Mainzer Becken: 134, Taf. 15, Fig. 12.  
 1926 *Cominella (Buccinum) cassidaria*, — WAGNER, Erl. Bl. Wöllstein-Kreuznach: 44, 48.  
 1932 *Cominella (Cominella) cassidaria*, — WENZ, Oberrh. Foss.-Kat., (7): 35.  
 1958 *C. cassidaria*, — SONNE, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86: 304.

Beschreibung: Gehäuse bauchig spindelförmig, ungenabelt; skulptiert: jede Windung mit 12 dominierenden Querrippen; unterhalb der Naht 2stufig aufeinander folgende Absätze, der obere durch 2fache Einschnürung quasi ein mit kräftigen Höckern besetzter Längskiel; der untere bildet die Oberkante der Querrippen. Längskiele schwach, auf den letzten 2 Windungen schwächer, auf den oberen Windungen und auf der Basis stärker hervortretend. Unter der Basis, bis in den Kallus der Spindel ziehend, ein scharfer Kiel. Spindel darunter wulstig verdickt.

Apex klein, flach. Embryonalwindungen (2) glatt, gewölbt. Windungen des Teleoconch (4) mit schmaler Naht, stufig abgesetzt. Mittelwindungen schwach, Endwindung stark gewölbt. Endwindung ca. 3fach höher als die übrigen Windungen. Mündung breit eiförmig, unten mit breitem, nach hinten geneigten Kanal. Mundrand zusammenhängend. Außenrand mäßig scharf, unten vorgezogen. Innenrand umgeschlagen, leicht kallös verdickt.

Bemerkungen *C. (C.) cassidaria* unterscheidet sich von der im Unteren Meeres-sand vorkommenden *C. (C.) uniserialis* durch wesentlich schwächere Skulptur und breiteres, gedrungeneres Gehäuse.

## Familie: Scaphandridae GRAY 1847

*Cylichna (Mnestia) turgidula* (SANDBERGER 1859)

Taf. 7 Fig. 19

- 1850 *Bulla concinna*, — BRAUN, in WALCHNER, Geogn. (2. Aufl.): 1133.  
 1859 *Bulla turgidula* SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 3: Taf. 14 Fig. 13, a, b.  
 1862 *Bulla turgidula*, — SANDBERGER, Conch. Mainzer Becken, Lfg. 7: 269.  
 1973 *Cylichna (Mnestia) turgidula*, — KUSTER-WENDENBURG, Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 67: 151 (dort weitere Synonyma).

Beschreibung: Gehäuse involut, birnenförmig, porzellanig, dickschalig, mit engem Nabel. Endwindung oben verschmälert, mit einem schnurartigen Kiel. Unterhalb des Kiels und auf dem unteren Teil der Windung mit schwacher spiraler Verzierung. Mündung unten erweitert. Äußerer Mundrand scharf, oben stehkragenartig vorstehend. Innerer Mundrand über dem Nabel wulstig verdickt.

Bemerkungen: *C. (M.) turgidula* kommt bei Albig sehr selten vor, zudem ist sie hier außergewöhnlich kleinwüchsig.

Familie: Ellobiidae H. &amp; A. ADAMS 1858

***Stoliodoma (Stoliodomopsis) glandina* (BOETTGER 1874)**

Taf. 7 Fig. 20

- 1874 *Auricula glandina* BOETTGER, Ber. senckenberg. naturf. Ges.: 67.  
 1920 *Stoliodoma (Stoliodomopsis) glandina*, — WENZ, Senckenbergiana, 2: 192, Abb. 4,  
 1921 *Stoliodoma (Stoliodomopsis) glandina*, — WENZ, Mainzer Becken: 128.  
 1923 *Stoliodoma (Stoliodomopsis) glandina*, — WENZ, Foss. Kat. 1 (21): 1169.  
 1932 *Stoliodoma (Stoliodomopsis) glandina*, — WENZ, Oberrh. Foss.-Kat. (7): 38.

Beschreibung: Gehäuse eiförmig, ungenabelt; schwach glänzend, mit feinen, nur unterhalb der Naht stärker hervortretenden Anwachsstreifen.

Apex stumpf gerundet, gegen die Embryonalwindungen (1–2) mit enger Naht. Windungen des Teleoconch (4) mit tiefer Naht, unten von scharfkantig hochgezogener Oberkante der folgenden Windung überragt; schwach gewölbt. Endwindung bauchig, 5fach höher als die übrigen Windungen. Mündung relativ schmal, annähernd halbmondförmig, oben sehr spitz ausgezogen. Mundrand zusammenhängend, außen scharf, innen flach umgeschlagen; unterhalb der Mitte mit stärkerem oberem und schwächerem unterem Zahn.

***Tralia boettgeri* (MEYER 1880)**

Taf. 7 Fig. 21

- 1880 *Alexia boettgeri* MEYER, Ber. senckenberg. naturf. Ges.: 314, Taf. 6 Fig. 1–3.  
 1920 *Tralia boettgeri*, — WENZ, Senckenbergiana, 2: 190, Fig. 1.  
 1923 *Tralia boettgeri*, — WENZ, Foss. Kat. 1 (2): 1127.  
 1932 *Tralia boettgeri*, — WENZ, Oberrh. Foss.-Kat., (7): 39.

Beschreibung: Gehäuse gestreckt eiförmig, porzellanig, glatt, nur auf der Endwindung zum Nabel hin hervortretende, dicht aufeinander folgende Anwachsstreifen, Nabel eng, schlitzförmig.

Apex klein, gerundet, mit dem eng anschließenden Embryonalgewinde warzenähnlich auf dem Teleoconch sitzend. Windungen des Teleoconch (4) mit enger Naht, äußerst schwach gewölbt, stetig anwachsend. Endwindung 2fach höher als die übrigen Windungen, unterhalb der Naht mit schwacher Depression, mäßig gewölbt. Mündung schlank eiförmig, oben zugespitzt, leicht kallös verdickt. Mundrand zusammenhängend, außen scharf, innen umgeschlagen, im unteren Abschnitt ein wenig verdickt, den Nabel halb verdeckend, mit zwei Zähnen, wovon der obere stärker entwickelt ist.

Bemerkungen: *Tralia boettgeri* wurde bisher nur in der Gegend von Offenbach gefunden. Zusammen mit *S. (S.) glandina* ist sie ein Indiz für den brackisch-limnischen Charakter des Sediments.

**5. Zusammenfassung**

Außergewöhnlich fossilreiche, gelblich-grüne, glimmerreiche Feinsande sind durch den Neubau eines Teilstücks der Autobahn (A 61) zwischen Alzey und Albig in Rheinhessen angeschnitten worden. Die Mollusken wurden detailliert beschrieben. Insgesamt sind es 30 Bivalven- und 22 Gastropodenspecies, darunter Erstbeschreibungen von *Hydrobia? albigenis* n. sp. und *Cirsope (Pseudocirsope) obtusa* n. ssp. ?

In der Mehrzahl sind es typische Schleichsandformen, jedoch finden sich neben einigen Süßwassergastropoden, die bisher nur aus den obersten Horizonten des Schleichsandes bekanntgeworden sind, auch Einzelformen, deren Vorkommen ausschließlich in den Cyrenenmergeln registriert worden ist, was die Vermutung nahelegt, daß die bearbeiteten Sedimente stratigraphisch in den Grenzbereich Schleichsand/Cyrenenmergel einzuordnen sind.

Diese Molluskenfauna setzt sich aus marinen (s), brackisch-marinen (ns) und limnisch-brackischen bzw. limnischen (s) Elementen zusammen. Die meisten Arten besiedeln den Sandboden der oberen Littoralzone, einige der Gastropoden die Strandzone oder ausschließlich Süßwasser. Hieraus ergibt sich, daß die fossilreichen Feinsande in einem ehemaligen strandnahen Küstenbereich abgelagert worden sind, in den ein Süßwasserlauf eingemündet ist. Indirekt findet diese Vermutung ihre Bestätigung dadurch, daß die Gastropoden wie *Stenothyrella* und Ellobiiden von WENZ nur aus den Sedimenten der Randgebiete des Schleichsand- bzw. des Cyrenenmergelmeeres verzeichnet worden sind.

#### 6. Schriftenverzeichnis

- ALBRECHT, J. C. H., & VALK, W. (1943): Oligocäne Invertebraten von Süd-Limburg. — Meded. geol. Sticht., (C-IV-1) **3**, 163 S., 19 Taf.; Maastricht.
- ANDERSON, H.-J. (1960a): Die Gastropoden des jüngeren Tertiärs in Nordwestdeutschland, Teil 2: Prosobranchia: 1. Littorinacea, Rissoacea, Cerithiacea. — *Meyniana*, **9**: 13—79, Taf. 1—12; Kiel.
- (1960b): Die Gastropoden des jüngeren Tertiärs in Nordwestdeutschland, Teil 2: Prosobranchia Mesogastropoda: 2. Revision der Naticacea. — *Meyniana*, **9**: 80—97, Taf. 1—4; Kiel.
- BAUMBERGER, E. (1937): Bivalven aus dem subalpinen Stampien des Vorarlberges mit besonderer Berücksichtigung des Deformationsproblems. — *Ecl. geol. Helv.*, **30**: 361—401, Taf. 25—29; Lausanne.
- BOETTGER, O. (1869): Beitrag zur palaeontologischen und geologischen Kenntnis der Tertiärformation in Hessen. — Inaug.-Diss. phil. Fak. Würzburg, 31 S., 1 Taf.; Offenbach/Main (Kohler & Teller).
- (1874): Über die Gliederung der Cyrenenmergelgruppe im Mainzer Becken. — *Ber. senckenberg. naturforsch. Ges.*, **1873—1874**: 50—102; Frankfurt a. M.
- BRAUN, A. (1850) in WALCHNER: Die fossile Fauna des Mainzer Beckens, wirbellose Tiere. — *Handb. Geogn.*: 1112—1140; Karlsruhe (Gross).
- COSSMANN, M., & LAMBERT, J. (1884): Étude paléontologique et stratigraphique sur le terrain oligocène marin aux environs d'Etampes. — *Mém. Soc. géol. France*, (III) **3** (1): 1—187, Taf. 1—6; Paris.
- CUVIER, G., & BRONGNIART, A. (1810): Essai sur la géographie mineralogique des environs de Paris. — *Mém. Classe Sci. math. et phys.*; Paris.
- (1822): Description géologique des couches des environs de Paris parmi lesquelles se trouvent les gypses à ossements. 2. édition; Paris.
- DESHAYES, G. P. (1830—1832): Encyclopédie méthodique. Histoire naturelle des vers et mollusques. 2. édit., **1** (1830), **2** (1831), **3** (1832); Paris.
- (1856—1865): Description des animaux sans vertèbres découverts dans le Bassin de Paris, pour servir de supplément à la description des coquilles fossiles des environs de Paris; **1** (1856—1860), **2** (1861—1864), **3** (1864—1865); Atlas zu **1** (1860), zu **2** (1864); Paris.
- DOEBL, F. (1954): Mikrofaunistische Untersuchungen an der Grenze Rupelton-Schleichsand (Mitteloligozän) im Mainzer Becken. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **82**: 57—111, 10 Abb., 3 Tab., Taf. 6; Wiesbaden.

- FALKE, H. (1960): Rheinessen und die Umgebung von Mainz. — Samml. geol. Führer, **38**, 156 S., 12 Kt., 2 Tab.; Berlin (Bornträger).
- GILLET, S., & THEOBALD, N. (1936): Les sables marins de l'oligocène du Haut-Rhin. — Bull. Serv. Carte géol. Alsace Lorraine, **3**: 37—76, 1 Abb., 1 Taf.; Orléans.
- GLIBERT, M., & POEL, L. VAN DE (1965—1967): Les bivalves fossiles du Cénozoïques étranger des collections de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. — Inst. Roy. Sci. nat. Belg., Mém., (II), **77** (1965), **78** (1965), **81** (1966), **82** (1966), **83** (1967); Brüssel.
- GÖRGES, J. (1952): Die Lamellibranchiaten und Gastropoden des oberoligozänen Meeressandes von Kassel. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **4**: 1—134, 3 Taf.; Wiesbaden.
- KADOLSKY, D. (1973): Die vorpliozänen Littorinidae und Lacunidae Mitteleuropas (Gastropoda: Prosobranchia). — Arch. Moll., **103** (1/3): 31—62; Frankfurt a. M.
- KUSTER-WENDENBURG, E. (1973): Die Gastropoden aus dem Meeressand (Rupelium) des Mainzer Tertiärbeckens. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **67**, 170 S., 8 Taf.; Wiesbaden.
- LAMARCK, J. DE (1802—1810): Mémoires sur les fossiles des environs de Paris, comprenant la détermination des espèces qui appartiennent aux animaux marins sans vertébrés, . . . — Ann. Mus. d'Hist. natur. Paris, **1—17**; Paris.
- (1815—1822): Histoire naturelle des animaux sans vertébrés (présentant les caractères généraux et particuliers de animaux . . .). — **1—6**; **1** (1815), **2** (1816), **3** (1816), **4** (1817), **5** (1818), **6** (1) (1819), **6** (2) (1922); Paris.
- MATTHES, G. (1956): Beiträge zur geologischen Spezialkartierung des Blattes Alzey. — Diss. TH-Darmstadt, 100 S.; Darmstadt.
- NEUFFER, F. O. (1973): Die Bivalven des Unteren Meeressandes im Mainzer Becken. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **68**: 1—113, 13 Taf.; Wiesbaden.
- NYST, P. H. (1836): Recherches sur les coquilles fossiles de Houssel et Klein-Spauven (Province Limbourg). — Mess. Arts Sci. Belgique, **4**: 139—180, 4 Taf.; Brüssel.
- SANDBERGER, F. (1853): Untersuchungen über das Mainzer Tertiärbecken und dessen Stellung im Geologischen Systeme. — 91 S., 1 Tab.; Wiesbaden (Kreidel).
- (1858—1863): Die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens. — 458 S., 35 Taf.; Wiesbaden (Kreidel). — Erscheinungsdaten (nach SCHÖNDORF, 1907): Heft 1/2: 1—72, Taf. 1—10; 1958. H. 3: 73—112, Taf. 11—15; 1859. H. 4: 113—152, Taf. 16 bis 20; 1860. H. 5/6: 153—232, Taf. 21—30; 1861. H. 7: 233—272, Taf. 31—35; 1862. H. 8: 272—458; 1863.
- SCHLICKUM, W. R. (1961): Die Gattung *Euchilus* SANDBERGER. — Arch. Moll., **90**: 59—68, Taf. 41; Frankfurt a. M.
- (1968): Die Gattungen *Brardia* MUNIER-CHALMAS und *Nystia* TOURNOUËR. — Arch. Moll., **98**: 39—51; Frankfurt a. M.
- SCHÖNDORF, F. (1907): Originale zu FRID. SANDBERGER, Die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens. — Jb. Nassau. Ver. Naturk., **60**: 148—169; Wiesbaden.
- SPEYER, O. (1870): Die Conchylien der Casseler Tertiärbildungen. — Palaeontographica, **19**: 47—101, Taf. 10—15; Cassel.
- SONNE, V. (1958): Obermitteloligozäne Ablagerungen im Küstenraum des nordwestlichen Mainzer Beckens (mit besonderer Würdigung des „Zeilstücks“ bei Weinhelm/Rhh.). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **86**: 281—315; Wiesbaden.
- (1969): Die Entwicklung des Alzey-Niersteiner Horstes seit Beginn des Tertiärs. — Jber. u. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F., **51**: 81—96, 2 Abb.; Stuttgart.
- (1971): *Bolivina wagneri* n.sp. (Foram.) und ihre Bedeutung für die Grenze Schleichsand/Cyrenenmergel im Mainzer Becken. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **60**: 159—166, 3 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- STEUER, A. (1912): Marine Conchylien aus dem Mainzer Becken I. — Abh. großherz. hess. geol. L.-Anst., **6** (1) 65 S., 8 Taf.; Darmstadt.
- WAGNER, W. (1926): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen, Bl. Wöllstein-Kreuznach. — 116 S., 4 Taf.; Darmstadt.

- WEINKAUF, H. C. (1865): Ein Beitrag zur Kenntnis der Tertiärbildungen in der hessischen Pfalz und den angrenzenden preußischen und bayerischen Bezirken. — N. Jb. Miner. Geol. Paläont., **1865**: 171—211; Stuttgart.
- WENZ, W. (1913): Die Arten der Gattung *Hydrobia* im Mainzer Becken. — Nachr.-Bl. dt. malak. Ges., **45**: 76—86, 113—123, Taf. 1—3; Frankfurt a. M.
- (1917): Die Molluskenfauna der Schleichsande und Cyrenenmergel in der Baugrube des Frankfurter Osthafens. — Nachr.-Bl. dt. malak. Ges., **49**: 154—166, 2 Abb.; Frankfurt a. M.
- (1920): Die Ellobiiden des Mainzer Beckens. — Senckenbergiana, **2**: 189—192, 4 Abb.; Frankfurt a. M.
- (1921): Das Mainzer Becken und seine Randgebiete. Eine Einführung in die Geologie des Gebietes zwischen Hunsrück, Taunus, Vogelsberg, Spessart und Odenwald. — 352 S. 518 Abb., 41 Taf.; Heidelberg (W. Ehrig).
- (1923—1930): Gastropoda extramarina tertiaria. — Fossilium Catalogus I, 4 Bde., 3387 S.; Berlin.
- (1932): Wirbellose Metazoa des Neozoikums. — In: Oberrhein. Fossilkatalog, hg. von W. SALOMON-CALVI: H. 7, 95 S.; Berlin (Boroträger).
- (1938—1944): Gastropoda. Handbuch der Paläozoologie, hg. von O. SCHINDEWOLF, **6**, 1640 S., 4211 Abb., Berlin (Boroträger).
- ZILCH, A. (1938): Die *Pedalion*-Arten des mitteldeutschen Tertiärs. — Senckenbergiana, **20**: 363—380, 8 Abb., 1 Taf.; Frankfurt a. M.
- (1960) in WENZ, W.: Handbuch der Paläozoologie, Gastropoda (Fortsetzung), **6**, Tl. 2, Euthyneura: 1—834, 2515 Abb.; Berlin (Boroträger).

Manuskript eingegangen am 12. 8. 1976

Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers, 48:

## Der erste Fund von Hederelloideen (Bryozoa) im Hunsrückschiefer von Bundenbach (Unterdevon, Rheinisches Schiefergebirge)

Von

GÜNTHER BRASSEL\*

**Kurzfassung:** Über den ersten Fund von Hederelloidea-Kolonien im Hunsrückschiefer (vielleicht höchstes Siegen bis tiefes Unterems) von Bundenbach wird berichtet. Sie gehören einer neuen Bryozoen-Art an, die vorläufig als *Hederella* n. sp. beschrieben wird.

[The first finding of Hederelloidea (Bryozoa) in the Hunsrück Shale of Bundenbach (Lower Devonian, Rhenish Schiefergebirge)]

**Abstractt:** Hederelloidea colonies were found for the first time in the Hunsrück Shale (perhaps highest part of Upper Siegenian to deepest part of Lower Emsian) of Bundenbach. These Bryozoa represent a new species, preliminary described as *Hederella* n.sp.

### Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung . . . . .	41
2. Die Hederelloidea im Paläozoikum . . . . .	42
3. Der Fund im Hunsrückschiefer . . . . .	43
4. Beschreibung der Kolonien . . . . .	44
5. Zusammenfassung . . . . .	45
6. Schriftenverzeichnis . . . . .	45

### 1. Einleitung

In der Literatur sind Hinweise auf Bryozoenvorkommen im Hunsrückschiefer bisher recht selten und vage; artspezifische Benennungen liegen nicht vor.

Zwei Kolonien von *Hederella* n. sp. werden beschrieben. Sie sitzen dem Rest einer Wohnkammer von wahrscheinlich *Anetoceras* sp. auf.

---

\* Kapitän zur See a. D. G. BRASSEL, Osterallee 75, 2390 Flensburg-Mürwik.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. G. SOLLE, Darmstadt, für anregende Diskussion und Hilfe bei der Bestimmung der Hederellen. Herr Prof. Dr. Dr. h.c. W. STÜRMER, Erlangen, steuerte die Röntgenaufnahme bei. Die Oberflächenaufnahmen stellte mein Sohn, Oberstabsarzt G. BRASSEL, Flensburg-Harrislee, her.

## 2. Die Hederelloidea im Paläozoikum

Paläozoische Hederellen sind in Europa im Vergleich mit anderen Fossilien relativ selten. Funde liegen bisher vor aus dem böhmischen Silur, dem rheinischen Gedinne, Siegen, Unterems, Oberems (hier besonders aus der Kondelunterstufe) und aus dem Mitteldevon der Eifel.

Als Fundorte werden genannt: das Mitteldevon N-Frankreichs, das Rheinische Schiefergebirge (Westerwald, Eifel, Sauerland) und der Harz (SOLLE 1968). Über Vorkommen im Mitteldevon Polens (Grzegorzowice—Skały) berichtet M. KIEPURA (1973). Aus der UdSSR sind nur 1 Art aus dem Givet Sibiriens und 1 Art aus dem Oberkarbon bekannt (MOROZOWA 1960).

Die weit überwiegende Anzahl der Funde wird den Gattungen und Untergattungen der Hederelloidea zugeordnet, die von BASSLER (1939) in einer sehr umfangreichen Monographie für das Mitteldevon Nordamerikas beschrieben wurden, sowie den Untergattungen von SOLLE (1952, 1968).

Daß im Hunsrückschiefer (vielleicht höchstes Siegen — tiefes Unterems: Ulmen-Gruppe) bisher noch keine Hederelloidea gefunden wurden, mag mehrere Ursachen haben:

1. Sie scheinen feinsandig-schluffige oder kalkig-mergelige Meeresböden zu bevorzugen. Der schlackige Boden derjenigen Teile des Hunsrückschiefermeeres, der die typische Sonderfauna einschließt, bot ihnen also keine optimalen Lebensbedingungen.

2. Die Dachschiefer, die den vielgestaltigsten Teil der Hunsrückschieferfauna enthalten, sind größtenteils unter Gytjtja-Bedingungen entstanden, worauf der häufige Pyritgehalt hinweist. In solchen Sedimenten sind Kalkschalen und -gehäuse meist frühdiagenetisch aufgelöst. Die Pyriterhaltung von Tieren mit Kalkschalen oder Kalkgehäusen im Hunsrückschiefer gehört zu den großen Seltenheiten. Aktuopaläontologische Untersuchungen im rezenten Wattenmeer, dessen schlackige Sedimente denen des Hunsrückschiefermeeres wahrscheinlich vergleichbar sind (wenn auch ohne Aussage über die Bildungstiefe), belegen ebenfalls die schnelle Auflösung von Kalkschalen im noch nicht verfestigten Sediment. Es ist also mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß der überwiegende Teil der zarten Bryozoenskelette durch Auflösung für immer vergangen ist.

3. Der Hunsrückschiefer förderte seit über 100 Jahren eine derartige Fülle schönster und besterhaltener Fossilien, besonders Echinodermen, Crinoideen und Arthropoden zutage, daß Kleinfossilien und unscheinbare Fossilreste von den Schieferspaltern und Sammlern im allgemeinen nicht beachtet wurden. Erst jetzt, wo das Material infolge Stilllegung der meisten Gruben äußerst knapp wird, wächst das Interesse auch an Fossilresten und der Kleinfauna des Hunsrückschiefermeeres.

### 3. Der Fund im Hunsrückschiefer

Die vorliegende Platte (Taf. 8–9) stammt aus der Grube Mühlenberg, 1,5 km NE Bundenbach (TK 25, Bl. 6110 Gemünden). Sie wurde im Hause eines zeitweilig in der genannten Grube beschäftigten Schieferspalters entdeckt, der Fossilien zum Verkauf an Sammler und Touristen präpariert. Die Platte war als nicht präparierbar zum Abfall gestellt worden. Fossil und Platte waren mit einer dicken Schicht von Tentaculiten (überwiegend *Viriatellina fuchsi*) und Detritus bedeckt, so daß zunächst der Eindruck bestand, es handle sich bei dem Fossil um einen Echinodermenrest. Beim Präparierversuch mit der rotierenden Messingbürste waren viele Tentaculiten abgelöst und weggespritzt worden, so daß weitere Versuche aufgegeben wurden. (Die Messingbürste ist das ungeeignetste Instrument zur Präparation von Hunsrückschiefer-Fossilien, weil sie die Fossilien verschmiert, nivelliert und Feinheiten zerstört, BRASSEL 1972.)

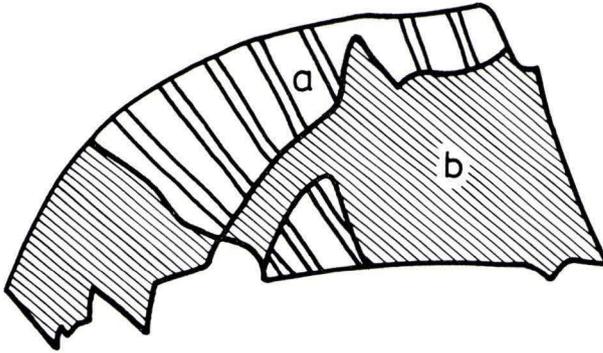


Abb. 1. Schema der Cephalopodenschale. a) Reste der oberen Schalenhälfte. b) (schraffiert) Innenseite der unteren Schalenhälfte, der die Hederelloideen-Kolonien aufsitzen.

Die sehr mühsame Präparation mit Hilfe von feinsten, angeschliffenen Nadeln, bei der die Tentaculitenschicht vorsichtig abgetragen werden mußte, ergab, daß hier der Rest einer Cephalopodenschale mit 2 aufsitzenden Bryozoenkolonien vorlag. Dieser Befund wurde durch die Röntgenaufnahme bestätigt.

Die Zoarien besiedeln den Rest einer Cephalopodenschale. Es handelt sich wahrscheinlich um den Rest der Wohnkammer von *Anetoceras* sp. mit folgenden Abmessungen: Länge = 7,0 cm, Breite am Kammerausgang = 3,4 cm, am entgegengesetzten Ende = 1,4 cm. Die gerippte Außenseite der Schale ist eingedrückt und nur zu etwa 40% erhalten. Beide Kolonien sitzen der verbliebenen, kaum skulptierten Innenseite der unteren Schale auf (Abb.1). Auch dieser Fund bestätigt die Beobachtung von SOLLE (1968: 9), daß in über 90% aller Fälle die glatten Innenseiten von Schalenresten zur Besiedlung bevorzugt werden.

Der Erhaltungszustand sowohl der Schale des Wirtstieres als auch der Zoarien kann als relativ gut bezeichnet werden. Beide haben, was im Hunsrückschiefer bei Cephalopodenschalen und Kalkskeletten selten angetroffen wird, im diagenetischen

Prozeß eine dicke Pyrit Haut angelagert. Neben der Verdrückung ist diese Pyritanlagerung dafür verantwortlich zu machen, daß die noch zu beschreibenden Achsen und Zoöcien der Zoarien im Vergleich zu bisher aus anderen Sedimenten beschriebenen Bryozoen etwas zu breit erscheinen und daß sie z. T. an Struktur und Körperlichkeit verloren haben. Alle Breiten- und Dickenmaße sind daher im Vergleich zur ursprünglichen Form zu groß, aber rekonstruierbar.

#### 4. Beschreibung der Kolonien

Die beiden Kolonien stellen sich als ein stark buschiges Gewirr von Schläuchen und Bändern dar, die miteinander verflochten sind.

Die Baupläne der beiden Zoarien sind nicht ganz gleich, doch dürften die trennenden Merkmale nicht artspezifisch sein. Eine Ancestrula ist nicht einwandfrei nachweisbar. Aus einer kurzen Mittelachse verzweigen sich 2—3 lange, schlauchartige Seitenachsen, die sich zu ihren distalen Enden hin keulenartig verdicken. Aus ihnen sprossen verschieden lange, dicke Zoöcien in unregelmäßiger Zahl und in unregelmäßigen Abständen. Einzelne Knospen sprossen gehäuft aus einer Stelle heraus. Bei einigen Achsen sind Anwachsrings erkennbar. Die Dicke der Zoöcien nimmt zum distalen Ende hin zu, einige zeigen einen ausgeprägten Randwulst. Auffällig ist die große Länge der Zoöcien. Die bedeutende Dicke der Achsen ist durch Verdrückung und Pyritanlagerung verstärkt.

Die Erhaltung reicht zur sicheren Bestimmung nicht aus. Beide Kolonien gehören sehr wahrscheinlich derselben Art der Gattung *Hederella* an. Der strauchartige Habitus dürfte artspezifisch sein, in Einzelheiten aber durch Größe und Gestalt des Wirtstieres bedingt. Als Untergattungen kommen *Basslederella*, wahrscheinlicher aber *Magnederella* in Betracht. *Basslederella* hat vergleichbare, ähnlich unscheinbare Achsen, doch ist nicht auszuschließen, daß die dichte Inkrustation auf der beschränkten Fläche des Wirtstieres täuscht. *Magnederella* kann ähnlichen, strauchartigen Wuchs hervorbringen, zeigt aber meist klarere Achsen. Alle bekannten amerikanischen, rheinischen und polnischen Arten dieser Untergattung zwischen dem Oriskany Sandstone der Siegen-Stufe und dem Givet zeichnen sich durch besonders dicke Zoöcien aus, die bei dem vorliegenden, besonders großwüchsigen Stück aus dem Hunsrückschiefer der amerikanischen (weniger der polnischen) *Magnederella reimanni* (BASSLER) ähneln.

Maße: Länge der Seitenachsen	6,7 — 9,05 mm,	Durchschnitt	7,73 mm
Dicke distal	1,2 — 1,88 mm,	Durchschnitt	1,42 mm
Dicke proximal	0,6 — 1,5 mm,	Durchschnitt	0,91 mm
Achswinkel	30° — 64°,	Durchschnitt	48,5°
Länge der Zoöcien	2,24 — 4,19 mm,	Durchschnitt	3,00 mm
Dicke distal	1,06 — 1,63 mm,	Durchschnitt	1,38 mm

Die beiden Hunsrückschiefer-Zoarien gehören sicher einer neuen Art an, die vorläufig als *Hederella* n. sp. (Art des Hunsrückschiefers?) in die Literatur eingeführt wird.

### 5. Zusammenfassung

Der Fund zweier Bryozoenkolonien aus dem Hunsrückschiefer wird beschrieben. Die Zoarien sitzen auf dem Rest einer Cephalopodenschale. Zoarien und Cephalopodenschale haben im diagenetischen Prozeß eine dicke Pyrit Haut angelagert, weshalb Achsen und Zoöcien zu breit erscheinen und an Struktur und Körperlichkeit verloren haben. Alle Breiten- und Dickenmaße sind daher im Vergleich zur ursprünglichen Form zu groß, aber rekonstruierbar. Die Erhaltung reicht zur sicheren Bestimmung nicht aus. Der strauchige Habitus der Zoarien dürfte artspezifisch sein. Die Zuordnung zu den Untergattungen *Basslederella*, wahrscheinlicher aber *Magnederella* wird diskutiert.

Die beiden beschriebenen Hunsrückschiefer-Zoarien gehören sicher einer neuen Art an; auf eine artspezifische Benennung wird jedoch verzichtet, da eine einwandfreie Diagnose nicht möglich ist.

### 6. Schriftenverzeichnis

- BASSLER, R. S. (1939): The Hederelloidea, a suborder of paleozoic Cyclostomatous Bryozoa. — *Proced. U.S. Nat. Mus.*, **87**: 25–91, 16 Taf.; Washington D.C.
- BRASSEL, G. (1972): So präpariert man Fossilien in Schieferplatten. — *Kosmos*, **68** (12): 501–507, 10 Abb.; Stuttgart.
- KIEPURA, M. (1973): Devonian Bryozoans of the Holy Cross Mountains, Poland. — Pt. II/Cyclostomata and Cystoporata. — *Acta Palaeont. Polonica*, **18**, No. 4, 323–400, 18 Taf.; Warschau.
- SOLLE, G. (1937): *Hederella*, eine amerikanische Bryozoengattung im rheinischen Unterdevon. — *Senckenbergiana*, **19**: 15–21, 6 Abb.; Frankfurt a. M.
- (1952): Neue Untergattungen und Arten der Bryozoengattung *Hederella* und eine *Hermodia* im rheinischen Unterdevon. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, (VI) **3**: 35–55, Taf. 7–10; Wiesbaden.
- (1968): Hederelloidea (Cyclostomata) und einige stenostome Bryozoen aus dem rheinischen Unterdevon. — *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **54**: 40 S., 1 Tab., 5 Taf.; Wiesbaden.

Manuskript eingegangen am 11. 6. 1976

Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers, 46:

## Über Holothurien im Hunsrückschiefer

Von

FRITZ KUTSCHER und HERTHA SIEVERTS-DORECK\*

**Kurzfassung:** Es wird über die einzige bisher bekannte Holothurie aus dem Hunsrückschiefer berichtet, *Palaeocucumaria hunsrueckiana* (im wesentlichen nach SEILACHER 1961).

Anschließend wird auf sichere und fragliche — in Röntgenbildern neu entdeckte — Holothurien-Reste verwiesen.

**Abstract:** It is reported about *Palaeocucumaria hunsrueckiana*, the only species of Holothurians known from Hunsruck slate (essentially after SEILACHER 1961).

Sure and problematic remnants of holothurians are presented, recently discovered by X-ray investigations.

**Résumé:** *Palaeocucumaria hunsrueckiana*, la seule espèce d'Holothuries connue jusqu'ici dans les schistes du Hunsruck, est présentée, surtout d'après SEILACHER 1961.

Ensuite, il est renvoyé aux restes d'Holothuries sûre et douteux, découverts récemment par radioscopie.

### Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung . . . . .	48
2. <i>Palaeocucumaria hunsrueckiana</i> LEHMANN 1958 und ihre Stellung im System der Holothuroidea . . . . .	48
3. In Röntgenbildern neu entdeckte, sichere und vermeintliche Holothurien-Reste aus dem Hunsrückschiefer . . . . .	52
3.1. Sichere Reste von Holothurien-Körpern . . . . .	52
3.2. Beschreibung und Beurteilung einer vermeintlichen Holothurie aus dem Hunsrückschiefer . . . . .	53
4. Ausblick . . . . .	54
5. Zusammenfassung. . . . .	54
6. Schriftenverzeichnis . . . . .	54

\* Prof. Dr. F. KUTSCHER, Dipl.-Geologe, Regerstr. 25, 6200 Wiesbaden. Dr. H. SIEVERTS-DORECK, Dipl.-Geologin, Reichenberger Str. 12, 7000 Stuttgart-Möhringen.

## 1. Einleitung

Holothurien gehören in der Echinodermenfauna des Hunsrückschiefers noch immer zu den Seltenheiten. Sie wurden erst in neuerer Zeit entdeckt, später als alle anderen Klassen des Echinodermen-Stammes. Ihr Nachweis gelang durch eine Röntgenaufnahme; Röntgenbilder waren es auch, die in der Folgezeit Holothurienreste erkennen ließen.

Die Erstbeschreibung von *Palaeocucumaria hunsrueckiana* durch LEHMANN 1958 war für heutige Begriffe nicht ganz befriedigend. Erst die Neubearbeitung durch SEILACHER auf Grund körperlich erhaltener Exemplare und von Röntgenaufnahmen brachte wesentlich bessere Ergebnisse. Die folgende Übersicht stützt sich vor allem auf SEILACHERS Veröffentlichung und auf neuere Röntgenaufnahmen von W. STRÜBNER, Erlangen.

## 2. *Palaeocucumaria hunsrueckiana* LEHMANN 1958 und ihre Stellung im System der Holothuroidea

Die Echinodermata werden im "Treatise on Invertebrate Paleontology" in die 4 Unterstämme Homalozoa, Crinozoa, Echinozoa und Asterozoa aufgeteilt. BREIMER & UBAGHS lassen 1974 für "Crinozoa" die frühere Bezeichnung Pelmatozoa LEUCKART 1848 wieder aufleben.

Die Holothurien gehören zum Subphylum Echinozoa. Dieser Unterstamm ist im "Treatise", Band U in 7 Klassen unterteilt; in HARLANDS "Fossil Record" (1967: 583—585, 592—593) sind es nur noch 5 (infolge Überweisung der Helicoplacoidea und Cyclocystoidea zu den Pelmatozoa).

Unterstamm Echinozoa HAECKEL in ZITTEL 1895

Klasse Holothuroidea DE BLAINVILLE 1834

Unterklasse Apodacea PAWSON 1966

Ordnung Arthrochirotida SEILACHER 1961

Definition: Holothurien mit gegliedertem Achsen-Skelett in den Tentakeln; Skleriten kräftig, undurchbohrt. Unterdevon (FRIZELL & EXLINE 1966: U 653).

SEILACHER betrachtete 1961 die Arthrochirota als neue Ordnung der Überordnung Apoda. Er wertete damit den Rang der Apoda auf, ein Verfahren, das der Zoologe PAWSON 1966 im „Treatise“ wiederholte mit dem Unterschied, daß er sich für eine Unterklasse Apodacea entschloß. Wir übernehmen hier PAWSONS Großgliederung und ordnen die Arthrochirotida SEILACHER — von PAWSON 1966 noch nicht berücksichtigt — als *selbständige Ordnung* den Apodacea zu; ihr folgen die sowohl fossil wie rezent bekannten Ordnungen Apodida und Molpadiida.

Im paläontologischen Teil der Holothurien-Bearbeitung im „Treatise“ (FRIZELL & EXLINE) leiten die Arthrochirotida das Kapitel „Complete Fossils“ ein. Hier sind die sehr seltenen für „intakte“ fossile Holothurien aufgestellten Gattungen in das zoologische System eingeordnet. Den Arthrochirotida folgen die Ordnungen Aspidochirotida (mit ?), Dendrochirotida und Apodida; kurze Hinweise auf fossile Skleriten werden gegeben.

Der einzige Repräsentant der Arthrochirotida, *Palaeocucumaria hunsrueckiana* LEHMANN, taucht in FRIZELL & EXLINES „Fossil record“ ein zweites Mal auf: im Kapitel „Paläontologie der Holothurien-Skleriten“, Familie Etheridgellidae FRIZELL & EXLINE (:U665). Hier heißt es unter *Palaeocucumaria*, daß isolierte Skleriten einleuchtend (probably) als individuelle Arten von *Etheridgella* beschrieben werden sollten. Auf S. 658—659 wird die Aufnahme der Bundenbacher Art, Familie Etheridgellidae, in die Liste „Verbreitung von Holothurien-Skleriten“ damit begründet, daß isoliert gefundene Skleriten ohne Frage den Etheridgellidae zugewiesen werden würden.

Wir würden es vorziehen, isolierte Skleriten vom Typus *hunsrueckiana* aus dem rheinischen Devon nur unter *Palaeocucumaria*, Familie Palaeocucumariidae, zu führen.

#### Familie Palaeocucumariidae FRIZELL & EXLINE 1966

Diagnose: Merkmale gegenwärtig übereinstimmend (wörtlich: von gleicher Ausdehnung) mit denen der Ordnung, Gattung und Art. Unterdevon (FRIZELL & EXLINE 1966:U653).

#### Gattung *Palaeocucumaria* LEHMANN 1958

Typusart: *Palaeocucumaria hunsrueckiana* LEHMANN 1958.

Diagnose: Kleine Holothurien ohne deutlich abgesetzte Ambulakral-Felder, Skleriten der Körperwand bis 0,3 mm  $\varnothing$ , undurchbrochen, in der hinteren Körperhälfte zu kurzen Dornen ausgezogen. Das breite Vorderende mit zahlreichen (etwa 20) unverzweigten Tentakeln besetzt; jeder davon mit einem Skelett aus kurzen, kalkigen Quergliedern versehen. Kalkring einfach gebaut, aus 5 Radialia und 10 (oder mehr ?) Interradialia zusammengesetzt. Unterdevon.

Weder LEHMANN noch SEILACHER haben *Palaeocucumaria* mit einer Diagnose versehen. Erst FRIZELL & EXLINE übernahmen 1966 die (hier nur wenig veränderte) Diagnose SEILACHERS für die Typusart als Gattungsdiagnose.

#### *Palaeocucumaria hunsrueckiana* LEHMANN

Taf. 10 Fig. 1—4

- 1958 *Palaeocucumaria hunsrueckiana* n. gen. n. sp. — LEHMANN, Eine Holothurie zusammen mit *Palaenectria devonica*: 81—86, Abb. 1, 2; Taf. 11 Fig. 3—5.
- 1961 *Palaeocucumaria hunsrueckiana* LEHMANN—SEILACHER, Holothurien im Hunsrückschiefer: 66—72; 1 Abb.; Taf. 10—11.
- 1961 *Palaeocucumaria hunsrueckiana* LEHMANN—KUHN, Tierwelt der Bundenbacher Schiefer: 21.
- 1963 *Palaeocucumaria hunsrueckiana* LEHMANN—A. H. MÜLLER, Palaeozoologie, II, 3: 538—539, Abb. 702B u. 702C.
- 1966 *Palaeocucumaria hunsrueckiana* LEHMANN—FRIZELL & EXLINE, Holothuroidea: U653—U654, Fig. 525, 1, 2; U658—U659 (Liste); U 665.
- 1970 *Palaeocucumaria hunsrueckiana* LEHMANN—KUTSCHER, Die Versteinerungen des Hunsrückschiefers: 96.
- 1976 *Palaeocucumaria hunsrueckiana* LEHMANN—KRISTAN-TOLLMANN, Referat, HESS: 273.

Diagnose: Die der Gattung.

Unterdevon, Hunsrückschiefer, Deutschland.

Die Erkennung und Einordnung der fossilen Holothurienreste ist oft schwierig; im Hunsrückschiefer, wie im vorliegenden Falle, ist sie LEHMANN durch eine Röntgenaufnahme gelungen. Der von der Seite freigelegte Körper des Holotyps ist ursprünglich gurken- oder wurmförmig gewesen. Die Körperlänge war ca. 6,0 cm, die Breite ca. 1,5 cm. Bei der Mundöffnung glaubte LEHMANN auf der Röntgenaufnahme den Kalkring mit dem darunter liegenden Ringkanal als längliche Ellipse von ca.  $9 \times 4$  mm und die daran anschließenden, an den Enden etwas verzweigten Tentakeln oder Mundfüßchen recht deutlich zu erkennen. Die Mehrzahl der Tentakeln ist nach LEHMANN deutlich nach einer Seite — der vermutlichen Ventralseite — gerichtet.

Dieser ersten Beschreibung eines Fundes ist durch SEILACHER (1961) eine weitere gefolgt. Sie bestätigte die Holothurien-Natur des Erstfundes und machte darüber hinaus recht ansehnliche weitere Einzelheiten der Typusart bekannt.

Erhaltung: Beide Autoren berichten, daß ihre Exemplare schon vor der Einbettung mehr oder weniger verdrückt waren. Dazu kommt die tektonische Deformation, welche die ursprüngliche Gestalt nur angenähert rekonstruieren läßt.

Größe: Die Körperlänge (ohne Tentakeln) der von SEILACHER beschriebenen Exemplare schwankt zwischen 2 und 5 cm.

Kalkkörperchen der Haut: In der Körperwand liegen zahlreiche Skleriten lose verstreut. Sie sind gegenüber den zierlichen Kalkkörperchen heutiger Seegurken relativ groß (bis 0,3 mm  $\varnothing$ ), außerdem plumper und unperforiert. Ihr Umriß variiert in den verschiedenen Körperabschnitten: Nahe dem Vorderende sind es kleine, rundliche Körper, während gegen das Hinterende kräftigere, stachelartig zugespitzte Formen mit erweiterter Basis auftreten (SEILACHER 1961, Taf. 10 Fig. 3). Die Hautskleriten von *Palaeocucumaria hunsrueckiana* sind daher stark dimorph. Sie besaßen ursprünglich sicher eine feinere Skulptur; diese ist aber an den deformierten und mechanisch präparierten Stücken nicht mehr eindeutig zu erkennen.

Kalkglieder der Tentakeln: Die Tentakeln von *Palaeocucumaria* werden durch ein kalkiges, gegliedertes Achsenskelett aus dünnen Ringen oder Querscheibchen gestützt, wodurch sie sich gut im Röntgenbild und im präparierten Stück abheben. Die Zahl der Tentakeln dürfte 20 betragen haben; sie waren vielleicht paarig angeordnet. Die Basis der Tentakeln wird offenbar von etwas größeren Skelettelementen gebildet; diese wurden von LEHMANN fälschlich als „Kalkring in situ“ gedeutet (SEILACHER 1961: 67, Taf. 11 Fig. 5).

Kalkring: Zusammen mit dem Gruppenfund auf der Hauptplatte (SEILACHER, Taf. 10 Fig. 1 und Taf. 10 Fig. 1 dieser Arbeit), aber getrennt von den Holothurien-Körpern, liegen  $\pm 10$  radial gegliederte, ovale „Schlundringe“ oder „Kalkringe“ von 4–6 mm größtem  $\varnothing$ , nicht 0,4–0,6 mm, wie bei SEILACHER 1961: 67 angegeben; das Röntgenbild läßt einige zusätzliche, noch im Gestein verborgene Ringe erkennen. Zugleich orientiert es über den Aufbau der Ringe: In jedem Ring schalten sich zwischen 5 kräftige Radialia zwei (gelegentlich mehr ?) schwächere Interradialia

ein. Keiner der Ringe liegt noch eindeutig in der Schlundregion der Holothurien-Körper; dennoch vermutet SEILACHER mit Recht, daß Kalkringe und Holothurien-Körper zusammengehören.

Kalkringe sind ein untrügliches Zeichen für die Anwesenheit von Holothurien; außerdem spielen sie in der Systematik und für die Phylogenie der Holothurien eine wichtige Rolle. Für die Beurteilung der Bundenbacher Formen sind daher SEILACHERS Röntgenbilder von 6 Kalkringen der Hauptplatte (in 3facher Vergrößerung, Taf. 11 Fig. 2) besonders wertvoll. Sie lassen erkennen, daß die einzelnen Kalkringplatten dem würfel- bis schwach balkenförmigen Typus angehören und daß sie „einfach“ gebaut sind, d. h. der langen, gegliederten Gabelschwänze entbehren. Diese Eigenschaften stützen (neben anderen, von SEILACHER genannten Merkmalen, insbesondere der Zahl der Kalkringglieder, nämlich mehr als 10) SEILACHERS Auffassung, daß *Palaeocucumaria* und damit die Arthrochirotida in die Gruppe der Apodacea gehören.

SEILACHERS Röntgenbild eines Kalkringes links unten in Fig. 2 auf Taf. 11 bestärkte uns in unserer Auffassung, daß die „wolkenförmigen“ Plättchen-Anhäufungen auf Röntgenaufnahmen von W. STÜRMER *Holothurienkörper* darstellen (vgl. Abschn. 3.1.).

Die Tatsache, daß Kalkringe und übrige Körper zwar in sich geschlossen, aber stets von einander getrennt eingebettet wurden, hat SEILACHER (1961:71) als „biostratinomisches Problem“ seiner Materialien empfunden. Seiner Ansicht nach müssen am Einbettungsort Bedingungen geherrscht haben, unter welchen zwar die Aufhängemuskeln des Kalkringes an der Körperwand zersetzt und der Kalkring aus dem Körper ausgepreßt wurde, das Bindegewebe der Körperwand und des Kalkrings aber unversehrt blieb.

Vielleicht läßt sich dieser Befund durch die Eigentümlichkeit der Holothurien erklären, auf starke Reize hin die Eingeweide auszustößen. So werden bei einzelnen Dendrochiroten (z. B. bei der von NOLL beobachteten und 1881 beschriebenen *Thyone*) außer dem Darm der ganze Kiemenbaum, die Geschlechtsorgane, die Fühler und der Kalkring ausgestoßen (LUDWIG 1892 : 418—419).

Im Falle der Bundenbacher Holothurien („Hauptplatte“, Taf. 10 Fig. 1) wären dann die ausgestoßenen Kalkringe nur geringfügig verfrachtet worden.

Fundorte: Der von LEHMANN beschriebene Holotyp stammt von der 40-m-Sohle der Kaisergrube von Gemünden. Ursprünglich in der Sammlung PHILIPP LORENZ in Gemünden aufbewahrt, dürfte er nach der Bearbeitung durch LEHMANN in die Sammlung des Bonner Museums übergegangen sein. Dagegen sind die Materialien SEILACHERS von der heute stillgelegten Grube Eschenbach bei Bundenbach; sie sind im Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Frankfurt a. M. niedergelegt.

Ökologie: Die im Hunsrückschiefer überlieferten Holothurien waren grabende Tiere. Sie widerlegen die frühere Ansicht, daß das Hunsrückschiefer- Meer lebensfeindlich gewesen sei. Sie ordnen sich in die neueren Anschauungen ein, daß im Hunsrückschiefer- Meer sessiles und vagiles Benthos die herrschende Lebensform war.

Sichere Holothurien sind im Hunsrückschiefer des Hunsrücks erst in der letzten Zeit gefunden worden, als die meisten Gruben bereits geschlossen waren.

### 3. In Röntgenbildern neu entdeckte, sichere und vermeintliche Holothurien-Reste aus dem Hunsrückschiefer

#### 3.1. Sichere Reste von Holothurien-Körpern

Taf. 11 Fig. 1

Material: Röntgenaufnahme der unpräparierten Platte 475, Slg. STÜRMER (Erlangen). Etwa  $\times 2$ .

Das Röntgenbild zeigt in der Nähe einer Ophiure (*Bundenbachia beneckeii* STUERTZ) einige „Wolken“, deren Untergrund etwas dunkler erscheint als die Matrix; eine scharfe Abgrenzung ist nicht vorhanden. Bei schwacher Vergrößerung erkennt man, daß Teile der „Wolken“ aus einem Aggregat kleiner und etwas größerer,  $\pm$  runder Plättchen und Körnchen bestehen; einige von ihnen ordnen sich in drei Fällen  $\pm$  ringförmig um ein größeres zentrales Plättchen an. Wir deuten diese „Wolken“ als Überreste kleinwüchsiger oder jugendlicher Holothurien, deren feingekörnelte Lederhaut hier und da etwas größere Skleriten enthält. Die größeren zentralen Plättchen, die von einem Kranz Skleriten umgeben sind, bezeichnen vermutlich die (durch kleine „Pyramiden“ verschlossenen) Körperöffnungen der Tiere; ob es sich im Einzelfall um Mund oder After handelt, läßt sich nicht entscheiden. Intakte Kalkringe und Fühlerkränze sind im Röntgenbild nicht erkennbar.

„Wolke 1“ liegt an (und ein wenig auf?) der Armbeuge eines weit nach rechts ausladenden Ophiuren-Arms. Ihr Kern hat einen annähernd ovalen Umriß und fällt durch eine dreilappige, relativ große zentrale Platte auf. Vor allem etwas links unterhalb des Zentrums ordnen sich kleinere Plättchen zu mäandrischen Linien an; weiter außerhalb sind einige größere Plättchen eingestreut.

„Wolke 2“ liegt „oberhalb“ des Schlangensterne, etwas über den Beugen des 1. und 3. Schlangensterne-Arms. Man erkennt schwach einen etwas größeren, leicht hornförmig (nach oben) gekrümmten Holothurien-Körper mit deutlichen Anhäufungen von Skleriten am rechten und linken Körperende; in beiden Fällen bilden die Skleriten ein oder zwei Ringe um ein etwas größeres Plättchen, wodurch sie wohl Mund- und Afterregion bezeichnen. Auf der übrigen Oberfläche sind die größeren Kalkkörper schwächer erkennbar und sehr locker verteilt. Es scheint, daß der Tierkörper stellenweise schon in Verwesung begriffen war.

„Wolke 3“ — links von „Wolke 2“ und über dem 4. Ophiuren-Arm gelegen — ist annähernd rundlich, aber sehr unscharf umrissen; der Körper zieht sich offenbar schräg nach rechts-unten fort. In der Umgebung dieser Holothurie ist eine Anzahl meist größerer, runder Schuppen isoliert eingebettet und schon mit bloßem Auge auf der Röntgenaufnahme ( $\sim \times 2$ ) erkennbar.

„Wolke 4“, die dunkelste, ist rechts oben vom Bildrand abgeschnitten. — Weitere Spuren von Holothurien-Körpern finden sich in der rechten oberen Bildecke.

Eine sichere Bestimmung dieser Holothurien-Reste ist nicht möglich. Das Erscheinungsbild der Haut-Skleriten läßt auf *Palaeocucumaria hunsrueckiana* oder eine verwandte Art schließen.

Reste von Holothurien-Körpern in Form von Plättchen-Anhäufungen finden sich auch in einer anderen Hunsrückschiefer-Platte aus der Sammlung HENNE, Röntgenaufnahme STÜRMER, die durch ihren Fossilreichtum bemerkenswert ist. Auf dem Rönt-

genbild erkennt man außer Holothurien noch Crinoideen (z. B. links im Bilde Armreste von *Parisangulocrinus furcaxialis*, rechts Stielstücke), Lebensspuren und — im Mittelpunkt des Bildes — eine vermeintliche Blastoidee mit teilweise erhaltenem Brachiolenkranz. Das letztgenannte Fossil veranlaßte Professor STÜRMER, uns die Röntgenaufnahme zum Studium zu übersenden.

Das Fossil hat die allgemeine Erscheinung eines Blastoideen-Tieres mit teilweise anhaftenden Brachiolen. Überliefert sind Reste eines schlank-kegelförmigen „Körpers“, den man — bei Deutung des Fossils als Blastoidee — für den Kelch halten müßte. Es fehlt aber jede Spur einer Gliederung in Radial-, Basal- und Deltoidplatten. Auch die Büschel dünner, schön geschwungener „Anhänge“, die im Habitus den Brachiolen der Blastoidea ähneln, lassen sich nicht sicher als echte Brachiolen deuten. Nur an zwei „Anhängen“ sind Plättchen erkennbar, die an fiederartige Deckplättchen erinnern. Die Holothurien dieser Platte werden in einer späteren Veröffentlichung behandelt werden.

### 3.2. Beschreibung und Beurteilung einer vermeintlichen Holothurie aus dem Hunsrückschiefer

Taf. 11 Fig. 2

Material: Röntgenbild der Platte 146 aus der Sammlung STÜRMER (Erlangen), ca. 3,5 × vergrößert.

Beschreibung: Auf dem etwas blassen, unscharfen Bild erkennt man einen gerade gestreckten, wahrscheinlich walzenförmigen Körper von mindestens 3,3 cm Länge und etwa 1 cm „Breite“. Auf knapp 2,5 cm Länge (vom rechten Körperende ab gemessen) ist das Bild noch relativ kräftig; dann wird es schwächer und ist (links oben) kaum noch schattenhaft erkennbar.

Rechts unten liegt offenbar das eine Körperende des Tieres vor. Hierhin verschmälert sich der Körper schwach; er endet mit einer querovalen, unregelmäßig umgrenzten, meist hellen Fläche, die subzentral von einer dunklen „Ellipse“ eingenommen wird. Bei schwacher Vergrößerung erkennt man, daß die Ellipse längsgeteilt ist: sie besteht aus zwei länglichen, etwas gegeneinander verschobenen „Spangen“, die durch einen schmalen „Spalt“ — vermutlich eine Körperöffnung des Tieres — voneinander getrennt werden. Von dieser Ellipse aus durchzieht ein dunklerer, zentraler „Schlauch“ den Körper des Tieres; er ist anfangs schmaler (~ 1,7 mm auf ~ 5 mm Länge), verbreitert sich dann aber aufs Doppelte und erreicht etwa in der Mitte (?) des Körpers eine Breite von reichlich 4 mm. Gegen das andere Körperende verschmälert sich der „zentrale Schlauch“ wieder, was schwache Grenzlinien andeuten. — Die Oberfläche des zentralen Körpers ist unregelmäßig — bald dichter, bald lockerer — mit längeren und kürzeren „Stäbchen“ bedeckt, die teilweise von rechts oben nach links unten gerichtet sind; dazwischen liegen vereinzelte kleine „Plättchen“ und „Körnchen“.

Beiderseits des zentralen Längs-Schlauchs gewahrt man einen „Randsaum“ aus ± dicht gestellten, stäbchenförmigen Gebilden verschiedener Länge und Breite; diese sind von rechts oben nach links unten orientiert. Aus diesem Saum ragen nach links unten mindestens 2 dickere, längere, stäbchenförmige „Anhänge“ heraus, nach rechts oben 2 kürzere, schwächere.

Beurteilung: Das oben beschriebene Röntgenbild übersandte uns Professor STÜRMER mit dem Vorschlag, das Fossil auf eine mögliche Zugehörigkeit zu den Holothurien zu prüfen. Die walzen- oder wurmförmige Gestalt des Tieres legt diese Deutung nahe, doch macht das Vorhandensein einiger „gliedmaßenähnlicher“ Gebilde die Zugehörigkeit zu den Holothurien unsicher.

#### 4. Ausblick

Zur besseren Beurteilung der Holothurien aus dem Hunsrückschiefer erscheint ein weiteres Studium des Kalkrings angebracht, insbesondere seiner Symmetrie. So wäre zu prüfen, ob der Kalkring, der seiner Anlage nach radiär gebaut ist, bei den altpaläozoischen Arthrochirotida bereits bilateral-symmetrisch war; das könnte man scharf aus der verschiedenen Ausbildung des Vorderendes der Radialia erschließen. Voraussetzung für einen Erfolg wäre eine Feinpräparation der Kalkringe auf den Schieferplatten im Verein mit stärker (etwa 5–8fach) vergrößerten Röntgenbildern.

Vorteilhaft wäre auch eine (erneute) Suche nach Hautskleriten und losen Kalkringplatten in schlämbaren Gesteinen des rheinischen Devons. Lose Kalkringplatten liegen bereits aus dem linksrheinischen Mitteldevon und aus dem rechtsrheinischen Oberdevon vor, wenn auch nicht als solche erkannt. Die in einer Ophiuren-Arbeit besprochenen Elemente („Ambulacralkörper von Echinodermen“ bzw. „Skelettelemente unsicherer Zugehörigkeit“: BECKER & WEIGELT 1975: 20, Taf. 3 Fig. 1–2) deutet H. SIEVERTS-DORECK als walzenförmige, zweigipflige Radialia aus dem Kalkring von Holothurien, Unterklasse Apodacea, der auch *Palaeocucumaria* angehört.

#### 5. Zusammenfassung

Aus der Echinodermenfauna des Hunsrückschiefers ist bisher nur eine einzige sichere Holothurie beschrieben worden: *Palaeocucumaria hunsrueckiana* LEHMANN. Sie liegt in etwa einem Dutzend von Exemplaren in körperlicher Erhaltung vor, eine Überlieferung, die bei fossilen Holothurien äußerst selten ist. Fundpunkte sind die etwa 10 km auseinander liegenden Dachschiefergruben von Gemünden und Bundenbach.

Die Verfasser bringen zunächst die systematische Einordnung von *Palaeocucumaria* auf den neusten Stand und beschreiben sodann die Typusart *hunsrueckiana* LEHMANN vorwiegend nach SEILACHERS Beitrag aus dem Jahre 1961. Im Anschluß daran berichten sie über neu entdeckte Holothurienkörper aus mehreren Röntgenaufnahmen der Sammlung STÜRMER, Erlangen. Das Röntgenbild einer vermeintlichen Holothurie aus Bundenbach, gleichfalls Sammlung STÜRMER, wird kurz beschrieben.

#### 6. Schriftenverzeichnis

- BECKER, G., & WEIGELT, H. (1975): Neue Nachweise von Ophiuroidea im Rheinischen Schiefergebirge. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **103**: 5–36, 4 Abb., Taf. 1–8; Wiesbaden. — [Die Problematika Taf. 3 Fig. 1–2 sind isolierte Kalkringplatten von Holothurien.]

- BREIMER, A., & UBAGHS, G. (1974): A critical comment on the classification of the Pelmatozoan Echinoderms. I, II. — Koninkl. Nederl. Akademie van Wetenschappen-Amsterdam. Reprinted from Proceedings, Ser. B, **77**, 5: 398—417; Amsterdam.
- FRIZELL, D. I., & EXLINE, H. (1966): Holothuroidea fossil record: U646—U672. In Treatise Invertebrate Paleontology, part U, Echinodermata 3,2; Lawrence, Kansas.
- HARLAND, W. B., & HOLLAND, C. H. et al. (1967): The fossil record. — Geol. Soc. London: XII + 827; London. — [Chapter 22. Echinodermata: Eleutherozoa: 583—599].
- KÄSTNER, A. (1963): Lehrbuch der Speziellen Zoologie. Teil I: Wirbellose, 5. Lfg., 2. Halbbd., XI + 981—1423, Abb. 863—1165; Jena.
- KRISTAN-TOLLMANN, E. (1976): Referat über H. HESS, Neue Echinodermenfunde aus dem mittleren Dogger des Aargauer Juras. — Zbl. Geol. Paläont., Tl. II (1975), H. 5/6, Referat Nr. 820: 273; Stuttgart.
- KUHN, O. (1961): Die Tierwelt der Bundenbacher Schiefer. — Die Neue Brehm-Bücherei, **274**: 48 S., 45 Abb.; Wittenberg Lutherstadt.
- KUTSCHER, F. (1970): Die Versteinerungen des Hunsrückschiefers. — Aufschluß, Sonderheft **19**, Idar-Oberstein: 87—100, 14 Abb.; Göttingen.
- LEHMANN, W. M. (1958): Eine Holothurie zusammen mit *Palaenectria devonica* und einem Brachiopoden in den unterdevonischen Dachschiefern des Hunsrücks durch Röntgenstrahlen entdeckt. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **86**: 81—86, 3 Abb., Taf. 10—11; Wiesbaden.
- LUDWIG, H. (1892): Die Seewalzen. In: Dr. H. G. BRONNS Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs, etc. 2, 3. Abt. Echinodermen (Stachelhäuter), I. Buch, VII + 460 S., 17 Taf., 25 Fig., 12 Kten.; Leipzig (Winter) 1889—1892.
- MÜLLER, A. H. (1963): Lehrbuch der Paläozoologie. II, **3**: 698 S., 854 Abb., Jena.
- NOLL, F. C. (1878, 1881): (Biologische Bemerkungen). — Zoologischer Garten, **19**: 119, **244**; **22**: 168—173.
- OPITZ, R. (1932): Bilder aus der Erdgeschichte des Nahe-Hunsrück-Landes Birkenfeld. — 224 S., 170 Abb.; Birkenfeld.
- PAWSON, D. L. (1960): Holothurians. — In: Treatise on Invertebrate Paleontology, Part U, Echinodermata 3, **2**: U641—U646, Abb. 518; Lawrence, Kansas.
- SEILACHER, A. (1961): Holothurien im Hunsrückschiefer (Unter-Devon). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **89**: 66—72, 1 Abb., Taf. 10—11; Wiesbaden.
- SIEVERTS-DORECK, H. (1943): Übersicht über die stratigraphische und regionale Verbreitung fossiler Holothurien. — Z. dt. geol. Ges., **95**: 57—66; Berlin.

Manuskript eingegangen am 12. 1. 1977

## Conodonten aus dem Oberdevon der Dillmulde/Rheinisches Schiefergebirge

(*Palmatolepis marginifera tuber* n. subsp. und aberrante Formen)

Von

WERNER BUGGISCH\*

**Kurzfassung:** Die neue Unterart *Palmatolepis marginifera tuber* wird beschrieben. Ferner wird über aberrante Entwicklungen (Gabelungen des Blattes und der Knotenreihen) bei den Gattungen *Palmatolepis* und *Ancyrognathus* berichtet.

[Upper Devonian conodonts of the Dill Syncline/Rheinisches Schiefergebirge. (*Palmatolepis marginifera tuber* n. subsp. and aberrant types)]

**Abstract:** The new conodont subspecies *Palmatolepis marginifera tuber* with nodes on the inner platform is described. Some abnormally developed species of *Palmatolepis* and *Ancyrognathus* are shown (bifurcation of the blade and of the secondary carina).

### Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung . . . . .		57
2. Fundpunkte . . . . .		58
3. Beschreibung . . . . .		59
4. Deutung . . . . .		60
5. Systematik . . . . .		60
6. Schriftenverzeichnis . . . . .		62

### 1. Einleitung

Bei der Durchsicht zahlreicher Conodontenproben, die für feinstratigraphische Profilaufnahmen in den oberdevonischen Schichten der Eibacher Mulde aufbereitet wurden (BUGGISCH & RABIEN), konnte eine neue Unterart von *Palmatolepis marginifera* HELMS beobachtet werden, die bereits von SANDBERG & ZIEGLER (1973) in einem Profil aus Nevada erkannt worden war. Ferner wurden einige aberrante Formen

---

\* Dr. W. BUGGISCH, Geol.-Paläont. Institut der Technischen Hochschule Darmstadt, Schnittspahnstraße 9, 6100 Darmstadt.

bekannter Gattungen ausgelesen, die auch schon in Proben anderer Vorkommen aufgefallen waren. Da die Untersuchungen von BUGGISCH & RABIEN rein stratigraphische Ziele verfolgen, soll hier über die paläontologischen Teilaspekte getrennt berichtet werden.

### 2. Fundpunkte

Das vorgestellte Material stammt aus der Eibacher Mulde und Bickener Schuppe der Dillmulde von folgenden Fundpunkten:

- 1) Ehemaliger Gemeindesteinbruch E Eibach in dem nach SE verlaufenden Tal, 160 m WNW P. 380,3; TK 25 Bl. 5216 Oberschedl, R 34 53 12, H 56 23 62. Profil s. Abb. 1, genaue Beschreibung in BUGGISCH & RABIEN.

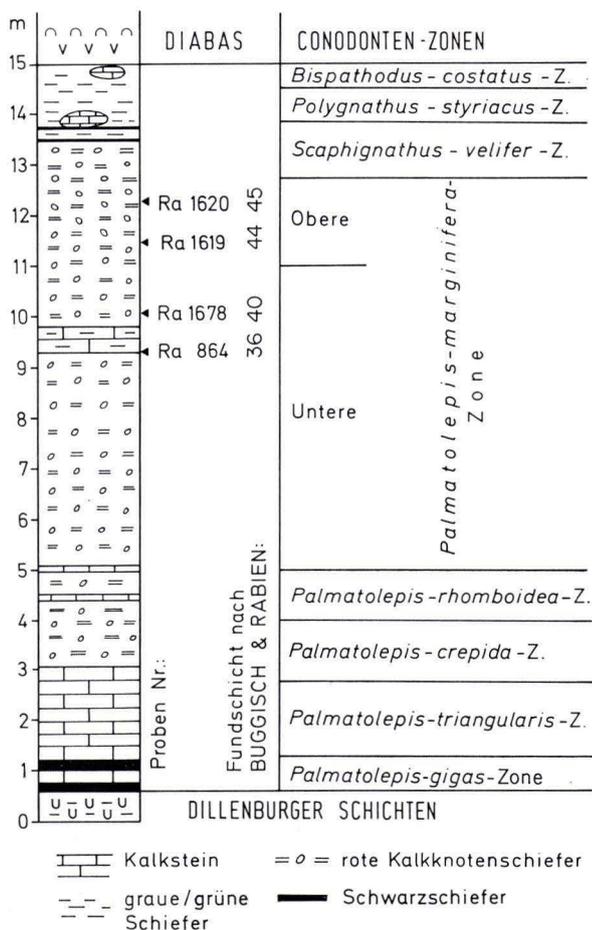


Abb. 1. Schematisches Profil durch die oberdevonischen Schichten des Gemeindesteinbruchs E Eibach (Fundpunkt 1, sehr stark vereinfacht).

2) Große Pinge E der Neuen Mühle S Eibach, am NW-Hang des Basberges, ca. 280 m NW P. 392,7, TK 25 Bl. 5215 Dillenburg. Literatur: KREBS (1959); RABIEN in: LIPPERT et al. (1970); BUGGISCH & RABIEN.

3) Ehemaliger Steinbruch Benner bei Bicken, unmittelbar N der Straße Mittenaar vom Ortsteil Bicken nach Offenbach, TK 25 Bl. 5316 Ballersbach, R 34 57 56, H 56 18 24. Literatur: RABIEN (1954); KOCKEL (1958); WITTEKIND (1965); BUGGISCH (1972).

Das Belegmaterial wird in der Sammlung des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung aufbewahrt.

### 3. Beschreibung

Die anormal gebauten Conodonten der Gattungen *Ancyrognathus* und *Palmatolepis* unterscheiden sich von den typischen Exemplaren durch Verzweigungen im Blatt und in den sekundären Knötchenreihen.

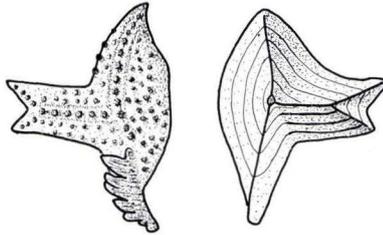


Abb. 2. *Ancyrognathus* sp. mit einer deutlichen Gabelung im Seitenlappen (Vergr. ca. 30fach, Stbr. Benner in Bicken = Fundpunkt 3, aus der *A. triangularis*-Zone, Schicht 3 nach BUGGISCH 1972).

*Ancyrognathus* sp. (Abb. 2) zeigt einen gespaltenen Seitenlappen, der eine sich ebenfalls gabelnde sekundäre Knötchenreihe trägt. Besonders deutlich ist die Gabelung — die etwa in der Mitte zwischen der Basalgrube und den Enden des Lobus liegt — in dem scharfen Kiel auf der Unterseite des Seitenlappens ausgeprägt.

Bei *Palmatolepis minuta* subsp. (Taf. 12 Fig. 11) teilt sich das Blatt im ersten Drittel zwischen Zentralknoten und den Hinterenden des sehr großen Conodonten. Das Blatt ist bis zu den hintersten Spitzen ausgeprägt entwickelt und überragt in einem Ast sogar die Plattform ein wenig nach hinten. Auch die Plattform zeichnet die Gabelung des Blattes nach.

*Palmatolepis minuta* → *gracilis* (Taf. 12 Fig. 13) zeigt in einer etwas kleineren Form — wenn auch nicht ganz so deutlich — die gleiche Erscheinung.

Im Gegensatz dazu zweigt bei einem anderen Exemplar von *Palmatolepis minuta* → *gracilis* (Taf. 12 Fig. 12) im vorderen Drittel des Blattes ein sekundäres Blatt ab. Während das Hauptblatt mit einem schwachen Knick von der Gabelung bis zum Vorderende als freies Blatt verläuft und hohe schmale, bis fast zu den Spitzen verschmolzene Zähne trägt, nimmt das stärker abgeknickte Blatt rasch an Höhe ab. Der Innenrand der Plattform setzt weit vorne am Sekundärblatt an, der Außenrand (in Fig. 12 etwas verdeckt) beginnt am Hauptblatt etwa in der Mitte zwischen der Gabelung und dem Zentralknoten.

#### 4. Deutung

Anders als bei den „Bürsten-Conodonten“ (MÜLLER 1969), die nur sehr kleine Formen ausbilden und als pathologische juvenile Conodontenelemente angesehen werden, handelt es sich bei den hier abgebildeten Elementen um adulte, z.T. sehr große Exemplare. Wie die Anwachsstreifen und der Bau um die Basalgrube zeigen, haben sich die Conodonten zunächst völlig normal entwickelt. In einem mittleren bis späteren Wachstumsstadium trat dann eine Störung ein, die zu einer Gabelung in bestimmten Wachstumsrichtungen führte, wobei Blatt und Grate bevorzugte Verzweigungsstellen zu sein scheinen. Hinter der Gabelung (im Sinne des Wachstums) entwickelt sich der Conodont nach bekanntem Muster, jedoch in zwei Richtungen weiter. Lediglich bei der Verzweigung im vorderen Blatt (Taf. 12 Fig. 12) sind die beiden Äste nicht gleichwertig nebeneinander ausgebildet.

Verdickungen oder andere Unregelmäßigkeiten, wie sie z.B. bei *Palmatolepis marginifera marginifera* zu beobachten sind (Taf. 12 Fig. 3), treten an den Gabelungen nicht auf. Mit aller Vorsicht kann vermutet werden, daß die beschriebenen Verzweigungen im Zusammenhang mit Verletzungen des Gewebes stehen, welches das Conodontenelement produziert hat. Dabei scheinen Blatt und Kiel bestimmende Faktoren im Wachstum der Elemente abzubilden.

#### 5. Systematik

SANDBERG & ZIEGLER (1973) haben die Art *Palmatolepis marginifera* aufgeteilt in die Unterarten *P. marginifera marginifera*, *P. marginifera duplicata* und *P. marginifera* n. subsp. Phylogenetisch wird in dieser Arbeit *P. marginifera marginifera* aus dem *delicatula*-Stock über *P. quadrantinodosa* und *P. stoppeli* hergeleitet. Diese Übergänge werden auch durch das vorliegende Material aus der Dillmulde bestätigt. *P. marginifera duplicata* soll sich dagegen nach SANDBERG & ZIEGLER (1973) über *P. klapperi* und *P. glabra* aus der Formgruppe um *P. tenuipunctata* entwickelt haben. Eine in zwei Exemplaren beschriebene neue Unterart von *P. marginifera* wird von den Autoren zwischen diese beiden Entwicklungsreihen gestellt. Wenn es auch nach ZIEGLER (1962b) immer „ein gewagtes Unterfangen (ist), phylogenetische Erwägungen über eine Tiergruppe anzustellen, deren funktionelle und biologische Aufgaben unbekannt, ja deren zoologische Zugehörigkeit völlig unklar ist.“, und wenn es offenbar ist, daß diese Methode „bei den Conodonten vorläufig eine Morphophylogenie bleiben“ muß, so erscheint es dennoch mindestens bedenklich, Unterarten ein und derselben Art aus verschiedenen phylogenetischen Entwicklungen herzuleiten.

Im folgenden wird ein Einzelfund aus der Gruppe *Palmatolepis quadrantinodosa* und eine neue Unterart von *Palmatolepis marginifera* HELMS vorgestellt. Als Begleitfauna zu der neuen Unterart wurde in Probe Ra 1678 (Abb. 1) bestimmt:

- Palmatolepis glabra lepta* ZIEGLER & HUDDLE 1968
- P. distorta* BRANSON & MEHL 1934
- P. marginifera marginifera* HELMS 1959
- P. marginifera duplicata* SANDBERG & ZIEGLER 1973
- P. minuta minuta* BRANSON & MEHL 1934

- P. quadrantinodosa inflexoidea* ZIEGLER 1962  
*P. quadrantinodosa quadrantinodosa* BRANSON & MEHL 1934  
*Polygnathus glaber glaber* ULRICH & BASSLER 1928  
*Pol. nodocostatus nodocostatus* BRANSON & MEHL 1934

***Palmatolepis marginifera* HELMS 1959**

Diese Art wurde von HELMS (1959) nach einem Manuskript von ZIEGLER, das erst 1962 im Druck erschien (1962c), als *P. quadrantinodosa marginifera* ZIEGLER aufgestellt. Als Holotyp wird das von ZIEGLER (1962c) auf Taf. 2 Fig. 7 abgebildete Exemplar angegeben (weitere Synonymie s. bei GLENISTER & KLAPPER 1966). SANDBERG & ZIEGLER (1973) erheben die Unterart zur Art und teilen dabei *P. marginifera* in die Unterarten *P. marginifera marginifera* HELMS und *P. marginifera duplicata* n. subsp. auf.

***Palmatolepis marginifera marginifera* HELMS 1959**

Die abgebildeten Exemplare entsprechen der revidierten Diagnose von SANDBERG & ZIEGLER (1973). Taf. 12 Fig. 1 bildet eine Form mit abgerundetem Hinterende der Plattform ohne Fortsatz des Blattes hinter dem Zentralknoten ab, wie sie in der Unteren *marginifera*-Zone typisch ist. In der Oberen *marginifera*-Zone finden sich daneben gelegentlich auch häufiger Elemente mit Knötchen hinter dem Zentralknoten und einem bis an das deutlich ausgeprägte spitze Hinterende reichenden wulstartigen Außenrand (Taf. 12 Fig. 2). Das in Taf. 12 Fig. 3 abgebildete Beispiel trägt auf der inneren Plattform einen Knoten mit chagriniertes Oberfläche, der als unregelmäßige Bildung — wohl aufgrund einer Verletzung — anzusehen ist.

***Palmatolepis marginifera tuber* n. subsp.**

Taf. 12 Fig. 5—10

*partim* 1966 *Palmatolepis quadrantinodosa marginifera* HELMS. — GLENISTER & KLAPPER, Taf. 91 Fig. 6, 8 (non: Taf. 91 Fig. 7, 9—15 = *marginifera marginifera*).

1973 *Palmatolepis marginifera* n. subsp.—SANDBERG & ZIEGLER, Taf. 3 Fig. 20, 26.

Derivatio nominis: lat. tuber = Höcker, wegen der charakteristischen Ausbildung der Innenplattform (als Apposition).

Holotypus: Das Exemplar auf Taf. 12 Fig. 8.

Locus typicus: Ehemaliger Gemeindesteinbruch E Eibach (= Fundpunkt 1 dieser Arbeit, Abb. 1).

Stratum typicum: Rötliche Kalke in roten Kalkknotenschiefern, entspricht Fundschicht 40, Abb. 1.

Material: 41 Exemplare.

Diagnose: Eine Unterart von *P. marginifera* mit chagriniertes Oberfläche, die im Gegensatz zur typischen Unterart auf dem vorderen Teil der Innenplattform deutliche, unregelmäßig angeordnete Knoten entwickelt. Verlauf des Blattes und Umriß entsprechen in der Regel der Diagnose von ZIEGLER (1962c). Vereinzelt

(Taf. 12 Fig. 6, 7) ist der Rand der Außenplattform im vorderen Teil schwach erweitert, im hinteren Teil — etwa im ersten Drittel zwischen Zentralknoten und spitzem Ende — stark bis lobusartig ausgebuchtet.

Bemerkungen: Das von SANDBERG & ZIEGLER (1973, Taf. 3 Fig. 26) abgebildete Exemplar ist extrem schmal und vielleicht in den Randbereich des Variationsfeldes von *tuber* n. subsp. einzubeziehen. Das andere Exemplar (Fig. 20) sowie die bei GLENISTER & KLAPPER (1966) abgebildeten Formen können als typische Vertreter der neuen Unterart angesehen werden.

Lebenszeit: Sowohl bei GLENISTER & KLAPPER (1966) als auch bei SANDBERG & ZIEGLER (1973) und in den vorliegenden Faunen tritt die Unterart im höheren Teil der Unteren *P.-marginifera*-Zone auf, ist vereinzelt aber auch in der Oberen *marginifera*-Zone zu finden.

***Palmatolepis quadrantinodosa* n. subsp. A**

Taf. 12 Fig. 4

Diese aus der Unteren *marginifera*-Zone vorliegende Form ist nach Ausbildung und Umriß der Plattform und nach dem Blattverlauf am ehesten in die Nähe von *P. quadrantinodosa inflexa* → *inflexoidea* zu stellen. Sie unterscheidet sich jedoch von dieser Gruppe durch die Plattform-Oberseite, die kräftige, z. T. stark verschmolzene Knoten trägt. Auch zu anderen bekannten Arten kann diese Form nicht gestellt werden, da bei *P. quadrantinodosa quadrantinodosa* BRANSON & MEHL 1934 nur die Außenplattform mit Knoten besetzt ist, *P. poolei* SANDBERG & ZIEGLER 1973 einen deutlichen Innenlobus zeigt und *P. crepida* SANNEMANN 1955 ein deutlich nach oben gebogenes Hinterende hat.

6. Schriftenverzeichnis

- BUGGISCH, W. (1972): Zur Geologie und Geochemie der Kellwasserkalke und ihrer begleitenden Sedimente (Unteres Oberdevon). — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **62**: 68 S., 19 Abb., 6 Tab., 13 Taf.; Wiesbaden.
- & RABIEN, A.: Biostratigraphische Parallelisierung von oberdevonischen Profilen der Becken- und Schwellenfazies E Dillenburg. — In Vorbereitung für Geol. Jb. Hessen, **106** [1978]; Wiesbaden.
- GLENISTER, B. F., & KLAPPER, G. (1966): Upper Devonian Conodonts from the Canning Basin, Western Australia. — J. Paleont., **40**: 777–842, 3 Abb., 9 Tab., Taf. 85–96; Tulsa/Oklahoma.
- HELMS, J. (1959): Conodonten aus dem Saalfelder Oberdevon (Thüringen). — Geologie, **8**: 634–677, 3 Abb., 6 Taf.; Berlin.
- KOCKEL, C. W. (1958): Schiefergebirge und Hessische Senke um Marburg-Lahn. — Samml. geol. Führer, **37**: 248 S., 28 Abb., 2 Taf.; Berlin (Bornträger).
- KREBS, W. (1959): Bericht über die Kartierung bei Eibach (Bl. Dillenburg) im Herbst 1959. — Manuskript, 9 S., 1 Kt.; Darmstadt. [Archiv Hess. Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden]
- LIPPERT, H.-J., & HENTSCHEL, H., & RABIEN, A. (1970): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Bl. 5215 Dillenburg, 2. Aufl., 550 S., 18 Abb., 56 Tab., 6 Taf., 3 Beil.; Wiesbaden.
- RABIEN, A. (1954): Zur Taxionomie und Chronologie der Oberdevonischen Ostracoden. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **9**: 268 S., 7 Abb., 4 Tab., 5 Taf.; Wiesbaden.

- SANDBERG, C. A., & ZIEGLER, W. (1973): Refinement of 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.
- WITTEKIND, H. (1965): Zur Conodontenchronologie des Mitteldevons. — *Fortschr. Geol. Rheinld. Westf.*, 9: 621—646, 1 Abb., 1 Tab., 3 Taf.; Krefeld.
- ZIEGLER, W. (1962a): Taxionomie und Phylogenie oberdevonischer Conodonten und ihre stratigraphische Bedeutung. — *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, 38: 166 S., 18 Abb., 11 Tab., 14 Taf.; Wiesbaden.
- (1962b): Phylogenetische Entwicklung stratigraphisch wichtiger Conodonten-Gattungen in der *Manticoceras*-Stufe (Oberdevon, Deutschland). — *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, 114: 142—168, 9 Abb.; Stuttgart.
- (1962c): Die Conodonten aus den Geröllen des Zechsteinkonglomerates von Rossenray (südwestlich Rheinberg/Niederrhein). — *Fortschr. Geol. Rheinl. Westf.*, 6: 391—406, 1 Abb., 4 Taf.; Krefeld.

Manuskript eingegangen am 26. 1. 1977

**Erster Nachweis von *Elonichthys punctatus* ALDINGER  
(Palaeonisciformes, Actinopterygii, Osteichthyes) in Mitteleuropa,  
im Kupferschiefer von Richelsdorf (Perm, Hessen)**

Von

GÜNTHER SCHAUMBERG \*

**Kurzfassung:** Der Erstfund von *Elonichthys punctatus* ALDINGER im permischen Kupferschiefer wird vorgestellt. Seine Bedeutung für die Kenntnis des Faunenzusammenhangs zwischen dem grönländischen und mitteleuropäischen Oberperm wird diskutiert.

[The first discovery of *Elonichthys punctatus* ALDINGER (Palaeonisciformes, Actinopterygii, Osteichthyes) in Central Europe, in the Kupferschiefer of Richelsdorf (Perm, Hesse).]

**Abstract:** The first specimen of *Elonichthys punctatus* ALDINGER in the Permian Kupferschiefer is pointed out. Its importance for the knowledge of the faunal connection between Greenland and Central-Europe during the Upper Permian period is discussed.

Im Herbst 1975 fand ich auf den Kupferschieferhalden innerhalb des Betriebsgeländes der ehemaligen Schmelzhütte der Kurhessischen Kupferschiefer-AG am Brodberg bei Sontra eine kleine, 8×10 cm messende Platte, die den größtenteils offenliegenden Caudalabschnitt eines mittelgroßen Ganoidfisches enthielt. Die Schieferbestände am Brodberg stammen mit hoher Wahrscheinlichkeit von der Schachtanlage Wolfsberg und wurden während der letzten Periode der Kupferschieferförderung, kurz vor der 1955 erfolgten Stilllegung des Abbaues, dort abgekippt und nicht weiterverarbeitet. Da der Schiefer nicht länger als etwa zwei Jahrzehnte den Witterungseinflüssen ausgesetzt war, besitzt er noch große Festigkeit, und die darin vorkommenden Fossilien sind von gutem Erhaltungszustand, selbst wenn sie, wie in diesem Fall, auf der Schichtfläche freiliegen.

Nach erfolgter Säuberung und Restpräparation des verdeckten Teiles ergab sich folgender Bestand: das caudale Rumpfende ohne Analis, der vollständige dorsale Schwanzlobus und der proximale Teil des ventralen Lobus in ausgezeichnetem Erhaltungszustand, der mittlere Teil des ventralen Lobus, dessen distales Ende durch den Plattenrand beschnitten ist, als sauberer Abdruck (Taf. 13 Fig. 1).

\* G. SCHAUMBERG, Lerchenweg 3, 3440 Eschwege.

Bei eingehender Prüfung erhärtete sich die Vermutung, daß der Rest nicht von einem großen *Palaeoniscus* herrührt, sondern von einem Vertreter einer zwar verwandten, aber doch durch merkliche Abweichungen unterschiedenen Gattung. Die Untersuchungsergebnisse ALDINGERS an ostgrönländischen Ganoidfischen (ALDINGER 1937) führten mich auf die richtige Spur. Die von ihm abgebildete hintere Körperhälfte von *Elonichthys punctatus* (1937: 19, Abb. 1 und Taf. 1 Fig. 1) stimmt offenkundig mit dem Neufund überein; selbst die Körpermaße beider Tiere entsprachen sich genau. Im Januar 1976 konnte ich beide Stücke im Original miteinander vergleichen, und die Richtigkeit meiner Annahme bestätigte sich. Ich danke Herrn Dr. BENDIX-ALMGREEN vom Universitetets Mineralogiske Museum Kopenhagen für seine freundliche Hilfe bei der Einsichtnahme in die paläontologische Ausbeute der Ostgrönlandexpedition von LAUGE KOCH 1931—34. Der oben erwähnte Rest, der die rückwärtige Rumpfhälfte bis zur Beckenpartie enthält, ist das bisher einzige größere Fundstück und damit gleichzeitig der Holotyp der von ALDINGER neu aufgestellten Art *Elonichthys punctatus*. Außerdem wurden nur noch einige verstreute Schuppen und Schädelknochen gefunden, alle auf dem Spath-Plateau im ostgrönländischen Christian IX. Land. Der Posidonienschiefer, in den die Fossilien eingeschlossen sind, ist eine Ablagerung des unteren Zechsteins. Bei dem neuen Kupferschieferexemplar handelt es sich also um den zweiten, wissenschaftlich erfaßten Fund dieser nach ALDINGERS Auffassung jüngsten *Elonichthys*-Spezies.

Das von GIEBEL (1848: 249—251) aufgestellte Genus kommt vom oberen Devon bis zum Perm vor, sein Häufigkeitsmaximum ist im Karbon. Außer in Grönland wurde es in Europa, Nord- und Südamerika, Südafrika und Australien gefunden (MÜLLER 1966: 204—206). Äußerlich unterscheidet sich *Elonichthys* nicht von den Palaeonisciden, doch trennte ihn ALDINGER (1937: 204—215) auf Grund besonderer Merkmale des inneren Schuppenbaues von jenen ab und erhob das Genus zu einer selbständigen Familie: Elonichthyidae. Die Revisionsbedürftigkeit des Genus *Elonichthys*, dem mehrere Arten zu Unrecht zugeordnet sind (ALDINGER, MÜLLER a.a.O.), ist in dem hier behandelten Zusammenhang ohne Einfluß.

Der jetzt erfolgte Erstfund von *Elonichthys punctatus* ALDINGER im Kupferschiefer beweist zunächst, daß der Fossilkatalog dieses als verhältnismäßig artenarm geltenden Horizontes keineswegs als abgeschlossen gelten kann. Die wissenschaftliche Bedeutung des Fundes geht aber über die Tatsache des Registrierens einer seltenen Art hinaus.

In Anbetracht der kontinentalen Ausbildung des Unterperms erhob sich schon früh die Frage, aus welcher Richtung die marine Zechsteinafauna einwanderte. Die anfängliche Auffassung, die Transgression sei von Osten her aus dem russischen Raum erfolgt, wurde durch FREBOLD (1931, 1933) widerlegt. Bei seinen Untersuchungen der Evertibratenfauna (Brachiopoden, Lamellibranchiaten und Gastropoden) des unteren marinen Zechsteins in Ostgrönland konnte er in größerem Umfang Übereinstimmungen mit dem Vorkommen in England und Deutschland nachweisen, während die früher angenommenen Artentsprechungen zwischen Deutschland und Rußland sich als Fehlschlüsse herausstellten. Damit erbrachte FREBOLD den Beweis für die Existenz des Skandik als Meeresgebiet und für eine mindestens anfänglich gute Verbindung des deutsch-englischen Zechsteinbusens mit dem offenen Nordmeer

(FREBOLD 1931: 27—33, 36—37; 1933: 59). Spätere Untersuchungen MALZAHNS im niederrheinischen Zechstein, die ebenfalls in erster Linie der Evertbratenfauna galten, bestätigten deren englischen Charakter und unterstützten die These FREBOLDS (MALZAHN 1957: 114—115).

Das Bild, das der Vergleich der Vertebratenfauna bietet, ist uneinheitlicher. Vorzugsweise mit den Elasmobranchiern des grönländischen Perms beschäftigten sich NIELSEN (1932) und neuerdings BENDIX-ALMGREEN (in Vorber.), mit den Palaeonisciformes ALDINGER (1937). Aus den Arbeiten der beiden erstgenannten ging hervor, daß die im unteren Zechstein Grönlands vorkommenden Elasmobranchier sehr stark von denen der gleichen Formation in Deutschland abweichen. Während der verfloßenen 40 Jahre seit den Untersuchungen NIELSENS hat sich auch keine Annäherung durch entsprechende Neufunde ergeben. Lediglich eine einzige Gattung (*Janassa* ist mit zwei verschiedenen Arten in beiden Sedimenten vertreten. Bei den Palaeonisciformes sind die Beziehungen enger. ALDINGER fand Angehörige folgender, aus dem englischen Marl-slate und aus dem deutschen Kupferschiefer bekannter Genera auch im grönländischen Posidonienschiefer: *Palaeoniscus*, *Acrolepis* (resp. *Acropholis*), *Pygopterus* und *Platysomus*. Die einzige dabei mit Sicherheit festgestellte Artidentität war die von *Palaeoniscus freieslebeni* BLAINVILLE. Eigene, noch nicht abgeschlossene Untersuchungen lassen darüber hinaus vermuten, daß die grönländische Spezies *Pygopterus nielseni* ALDINGER mit der deutsch-englischen Form *Pygopterus humboldti* AGASSIZ gleichzusetzen sei.

Ohne Zweifel bedeutet nun die Entdeckung des seltenen *Elonichthys punctatus* ALDINGER im Kupferschiefer einen wichtigen Schritt in der Richtung, daß sich auch für die Vertebraten der zu erwartende engere Faunenzusammenhang zwischen dem Kupferschiefermeer und dem grönländisch-skandinavischen Raum bestätigt.

In Anbetracht der Ähnlichkeit zwischen *Elonichthys punctatus* und großen Exemplaren von *Palaeoniscus freieslebeni* ist es nicht ausgeschlossen, daß sich in einigen Kupferschiefersammlungen unerkannte Bruchstücke des erstgenannten befinden. Ich gebe darum eine kurze Beschreibung charakteristischer Merkmale von *Elonichthys punctatus*. Der ausgezeichnete Erhaltungszustand des neugefundenen Stückes, der den des Kopenhager Holotyps übertrifft, gestattet ergänzende fotografische Wiedergaben von großer Genauigkeit. Das Erscheinungsbild der Schuppen der vorderen und mittleren Flankenpartie von *Elonichthys punctatus* hat starke Ähnlichkeit mit dem älteren Palaeonisci. Die Abweichungen verstärken sich zum Schwanzende hin. Die Rinnen im Ganoin, die sonst bei beiden Fischarten hauptsächlich vom vorderen Schuppenrand ausgehen, setzen in dieser Körperpartie bei *Elonichthys* in der oberen, vorderen Ecke der Schuppe an und verlaufen schräg abwärts. Sie sind sehr kurz. Die Zahl der Poren im glatten Teil der Schuppenoberfläche beträgt 20—30. Bei *Palaeoniscus* nimmt ihre Zahl caudalwärts stark ab (1—5). Die Schuppen des dorsalen Schwanzlobus, die bei *Palaeoniscus* durch mindestens eine lange Rinne gegliedert sind, sind bei *Elonichthys* glatt, aber mit feinsten Poren dicht übersät (Taf. 13 Fig. 2, Taf. 14 Fig. 3). Da die Einzelschuppen von *Elonichthys* im Verhältnis zu denen gleichgroßer Palaeonisci kleiner sind, wirkt das Schuppenkleid feingliederiger. Die großen Firstschuppen vor dem dorsalen und dem ventralen Schwanzlobus, die bei *Palaeoniscus* ebenfalls durch Rinnen und längliche Poren gemustert sind, erhalten

bei *Elonichthys* ihre Struktur durch die sehr zahlreichen, kleinen Poren in fast perl-schnurartiger Aneinanderreihung (Taf. 14 Fig. 4). Über die Körperteile, die auf dem Neufund nicht enthalten sind, können nachstehende Angaben gemacht werden. Die Flossen besitzen eine dreieckige Gestalt, ähnlich wie die von *Palaeoniscus*, sind aber sichtlich größer. Den unpaaren fehlt ebenfalls der verlängerte Saum. In Analogie zu den anderen Gliedern des Genus darf auch für *Elonichthys punctatus* angenommen werden, daß er in seiner mittleren Körperpartie höher gewölbt war als *Palaeoniscus* und eine verhältnismäßig kräftige Bezahnung besaß.

#### Schriftenverzeichnis

- ALDINGER, H. (1937): Permische Ganoidfische aus Ostgrönland. — Medd. Grønland, **102** (3): 392 S., 105 Abb., 44 Taf.; København (Reitzel).
- BENDIX-ALMGREEN, S. E. [in Vorber.]: The palaeovertebrate faunas of Greenland. — Geology of Greenland; København.
- FREBOLD, H. (1931): Unterer mariner Zechstein in Ostgrönland und das Alter der Depot Island Formation. — Medd. Grønland, **84** (3): 38 S., 2 Taf.; København (Reitzel).  
— (1933): Weitere Beiträge zur Kenntnis des oberen Paläozoikums Ostgrönlands. Die Fauna und stratigraphische Stellung der oberpaläozoischen Weissen Blöcke (Kap Stosch Formation) Ostgrönlands. — Medd. Grønland, **84** (7): 61 S., 1 Abb., 6 Taf.; København (Reitzel).
- GIEBEL, C. G. (1848): Die Fische der Vorwelt mit steter Berücksichtigung der lebenden Fische. — In: Fauna der Vorwelt mit steter Berücksichtigung der lebenden Thiere, **1** (3): XII + 467 S.; Leipzig (Brockhaus).
- MALZAHN, E. (1957): Neue Fossilfunde und vertikale Verbreitung der niederrheinischen Zechsteinfauna in den Bohrungen Kamp 4 und Friedrich Heinrich 57 bei Kamp-Lintfort. — Geol. Jb. **73**: 91—126, 1 Abb., 1 Tab., 4 Taf.; Hannover. — [Erscheinungsjahr von Bd. 73 ist 1958].
- MÜLLER, A. H. (1966): Lehrbuch der Paläozoologie. **3**, Vertebraten. T. 1, Fische im weiteren Sinn und Amphibien. — 638 S., 698 Abb.; Jena (Fischer).
- NIELSEN, E. (1932): Permo-Carboniferous fishes from East Greenland. — Medd. Grønland, **86** (3): 63 S., 7 Abb., 16 Taf.; København (Reitzel).

Manuskript eingegangen am 18. 5. 1976

## Eine Ameise aus dem Mittel-Eozän von Messel bei Darmstadt (Hessen)

Von

HORST GAHL und ULRICH MASCHWITZ\*

**Kurzfassung:** Es wird eine geflügelte Ameise (♀) aus dem Ölschiefer von Messel bei Darmstadt, Mittel-Eozän (Lutetium) als Formicidae incertae sedis, wahrscheinlich Formicinae oder Dolichoderinae, beschrieben.

[An ant from the Middle Eocene of Messel near Darmstadt (Hessen)]

**Abstract:** A winged ant (♀) from the oil-shales of Messel near Darmstadt, Middle Eocene (Lutetian), is described as Formicidae incertae sedis, probable Formicinae or Dolichoderinae.

### Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung . . . . .	69
2. Beschreibung . . . . .	70
3. Diskussion . . . . .	72
4. Schriftenverzeichnis . . . . .	73

### 1. Einleitung

Die vor wenigen Jahren aufgelassene Ölschiefer-Lagerstätte Messel hat bis heute ein sowohl nach Arten- wie nach Individuenzahl reichhaltiges Fundmaterial unter anderem auch von Insekten — vorzugsweise von Coleopteren — geliefert (vgl. v. HEYDEN 1862, MEUNIER 1921, KINZELBACH 1970 a und b). Nach den Ergebnissen der seitherigen Bearbeitung des von der Wissenschaft angesichts unzähliger Laienaufsammlungen überhaupt erfaßten Fundgutes sind Hymenopteren äußerst selten, Formiciden noch gar nicht vertreten. Im Sommer 1974 konnte U. MASCHWITZ aus dem anstehenden bergfeuchten Ölschiefer die unten beschriebene Formicidae incertae sedis bergen. Als eine Frühform des Camponotinen- (= Formicinen-) bzw. Dolichoderinen-Typs besitzt der Fund Bedeutsamkeit für die Erörterung der stammesgeschichtlichen Entwicklung der Ameisen.

\* Prof. Dr. H. GAHL, Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Fachbereich Biologie BE Didaktik der Biologie, Sophienstraße 1–3, 6000 Frankfurt a. M.

Prof. Dr. U. MASCHWITZ, Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Fachbereich Biologie, BE Zoologie, Siesmayerstraße 70, 6000 Frankfurt a. M.

Herrn Dr. R. HEIL (Geologisch-Paläontologische und Mineralogische Abteilung des Hessischen Landesmuseums, Darmstadt) sei für die freundlich gewährte Unterstützung und Herrn B. SCHÖNEGGE (Fachbereich Biologie der Universität, Frankfurt) für die Herstellung der Photographien Dank gesagt.

## 2. Beschreibung

### Formicidae incertae sedis Unterfamilie (?) Formicinae oder Dolichoderinae

Material: Das in Abb. 1 und Taf. 15 wiedergegebene Stück, hinterlegt beim Hessischen Landesmuseum, Darmstadt, Geologisch-Paläontologische und Mineralogische Abteilung.

Bemerkungen: Der Erhaltungszustand der Ameise ist vor allem im Thoraxbereich mäßig. Die Extremitäten sind verdrückt und unvollständig. Ein Gegenabdruck liegt nicht vor.

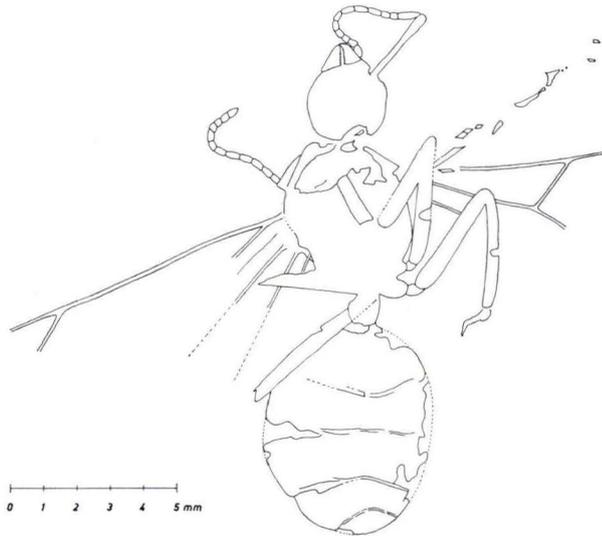


Abb. 1. Formicidae incertae sedis, wahrscheinlich Formicinae oder Dolichoderinae. Ölschiefer von Messel, Mittel-Eozän.

Diagnose: Eine geflügelte, dorsal liegende weibliche Ameise.

#### Maße:

Gesamtlänge	14,7 mm	
Kopflänge	2,8 mm	-breite 2,4 mm
Thoraxlänge ca.	4,7 mm	-breite ca. 3,5 mm
Petioluslänge	1,1 mm	-breite ca. 0,9 mm
Gasterlänge	6,1 mm	-breite ca. 4,9 mm
Antennen:		
Scapuslänge mind.	2,4 mm	
Funiculuslänge	3,9 mm (rechts), 4,0 mm (links)	

**Kopf:** Auch ohne die Mandibeln hat der Kopf einen breit herzförmigen Umriß. Sein vorderer Teil ist schmaler als der hintere Teil; letzterer zeigt stark gerundete Ecken und einen schwach bogig ausgestellten Hinterrand. In der Gänze ist der Kopf wohl schmaler als der Thorax.

An diagnostisch wichtigen Merkmalen stehen lediglich die Mandibeln und die Fühler zur Verfügung. Form, Größe und Lage weiterer Teile des Kauapparates, des Kopfschildes, der Stirnleisten, der Schild- und Fühlergruben sind wie die Ocellen nicht erkennbar.

**Mandibeln:** Die kräftigen, im Verhältnis zum Kopf großen Mandibeln sind bei langem Kaurand breit dreieckig. Die linke Mandibel läßt die Verlängerung der Spitze in einen ziemlich großen gekrümmten Zahn erkennen, demgegenüber sind die Zähne des Kaurandes sehr viel kleiner.

**Antennen:** Die Fühler haben 13 Glieder. Der besser untersuchbare linke Fühler verfügt über einen Schaft, der länger ist als der Kopf ohne Mandibeln, das heißt, der Schaft ragt weit über den Hinterrand des Kopfes hinaus. Bei nahezu gleichbleibender Stärke vom Grund her weitet sich der Schaft nach vorne im letzten Drittel seiner Länge keulenförmig aus. Das erste, zugleich längste Geißelglied ist länger als das zweite und dritte zusammen. Nach der Spitze zu nehmen ab dem vierten Glied die folgenden Glieder allmählich an Länge ab. Das Endglied wiederum ist länger als das vorletzte.

**Thorax:** Infolge der den Thorax überdeckenden Kreuz- und Querlage der Beine bzw. der Beinteile lassen sich keine Aussagen über die Thoraxsegmente machen. Es scheint jedoch, als habe der Thorax insgesamt einen ovalen Umriß ohne Einschnürungen. Von den Beinen ist das linke Hinterbein am vollständigsten mit Coxa, Trochanter, Femur, Tibia und — verwaschen — mit den ersten Tarsengliedern erhalten.

**Flügel:** Von den beiden Flügelpaaren sind körpernahe Reste des Vorderflügel-Geäders identifizierbar; der weitere Verlauf der Adern nach außen ist jedoch nur schemenhaft angedeutet, insbesondere beim rechten Vorderflügel. Der linke Vorderflügel zerriß bei der Fossilisierung vom Radius (? von der Media) nach der Vorderkante hin, so daß die jetzt nur noch in einer Sequenz von Bruchstücken vorliegende Costa (? Costa + Radius) eine vorwärts abgespreizte Lage einnimmt. Zwischen Radius (? Media) und Media (? Cubitus) blieb die Basalis (? Mediocubitalis) unzerstört. Spuren eines Pterostigmas vermißt man sowohl links- wie rechtsseitig. Bei dem allgemeinen Erhaltungszustand des Exemplars wäre durchaus damit zu rechnen, daß gerade die Pterostigmen sich erkennbar abzeichneten.

Da weder Pterostigmen noch die von ihnen einwärts ziehenden queren Rippen (Costa transversae) noch Cubitalzellen auszumachen sind, scheiden die Flügelreste für Bestimmungszwecke aus. Basalteile des Hinterflügel-Geäders sind beidseitig vorhanden.

**Gaster:** Der Hinterleibsstiel von zylindrischem Umriß erweist sich als eingliedrig, ein Postpetiolus fehlt. Da das Exemplar von der Ventralseite her freiliegt, kann über eine möglicherweise vorhandene dorsale Schuppe (Leiste oder Knoten) des Petiolus nichts ausgesagt werden.

Die metamere Gliederung des im Umriß eiförmigen Hinterleibs in fünf Segmente — bei relativ gleichmäßiger Breite der ersten vier Segmente — wird durch seitliche Einrisse des Abdominalabdruckes einerseits und durch lichtbraun schimmernde schmale Querbänder des Artikulationsraumes zwischen den Sterniten (den Segmenten) andererseits markiert. Das fünfte Abdominalsegment läßt keine strukturellen Differenzierungen erkennen. Aus einem schwachen hellbraunen Schatten am distalen Ende des fünften Segments könnte das Vorhandensein eines vorgezogenen röhrenförmigen letzten Abdominalsegmentes vermutet werden.

### 3. Diskussion

Die Einbettung in Rückenlage und der mäßige körperliche Erhaltungszustand erschweren die Bestimmung, mehrere für eine sichere Diagnose wichtige Einzelheiten des Körpers sind entweder nicht überliefert oder nicht erkennbar. Jedoch weisen der Gesamthabitus und die Kombination der beiden Merkmale — eingliedriger Petiolus und Fehlen jeglicher Gaster-Einschnürungen — auf die Zugehörigkeit des Exemplars zum myrmecoiden Verwandtschaftskomplex sensu BROWN (1954) hin. Die Form des Petiolus und die Ausprägung des Gasters erlauben die Zuordnung zu den höher entwickelten Unterfamilien dieses Komplexes. Die beachtliche Körpergröße von knapp 1,5 cm und der Habitus lassen am ehesten an eine Camponotine (Formicine), weniger an eine Dolichoderine denken.

Während wir, vor allem durch die Einschlüsse im baltischen Bernstein, über die Formiciden des Unteroligozäns hervorragend informiert sind, ist die fossile Dokumentation aus älteren Formationen noch recht lückenhaft. Über die systematische Stellung der ältesten bekanntgewordenen Formicide aus dem Bernstein der Unterkreide (Neokom) des Libanon liegt noch kein detaillierter Beitrag vor (s. HENNIG 1969). Oberkretazisches Alter hat *Sphecomyrma freyi* WILSON & BROWN 1967 (WILSON, CARPENTER & BROWN 1967a) als Vertreter der nur fossil bekannten Unterfamilie der Sphecomyrminen. Die letztthin von DLUSSKY (in RASNITSYN 1975) an kretazischem und tertiärem Fundgut aus der UdSSR neu errichteten Gattungen und Arten dürften zum großen Teil nicht ganz unproblematisch sein (Korrespondenz d. Verf. mit W. L. BROWN). Dem älteren bzw. mittleren Eozän angehörend, werden die Ponerinen eindeutig durch *Eoponera berryi* CARPENTER 1929 und die Myrmeciinen durch *Archimyrmex rostratus* COCKERELL 1923 belegt. Bei der mitteleozänen *Eoformica pingue* (SCUDDER) mag es sich nach SCUDDER um eine Dolichoderine, nach COCKERELL um eine Camponotine handeln (s. CARPENTER 1930: 17 f.).

Alle diese alttertiären Funde „are sufficient to show that the ant fauna of Middle Eocene was essentially a modern one, at least to the extent that several of the living families were already established and the castes differentiated“ (CARPENTER 1930: 20).

Der Messeler Fund, bei dem es sich unserer Meinung nach am ehesten um eine Camponotine (Formicine) handelt, weist ebenfalls darauf hin, daß bereits im Mittel-eozän der myrmecioide Verwandtschaftskomplex in die höheren, heute bekannten Unterfamilien aufgespalten war.

## 4. Schriftenverzeichnis

- BROWN, W. L. (1954): Remarks on the internal phylogeny and subfamily classification of the family Formicidae. — *Insectes Sociaux*, **1**: 21–31; Paris.
- CARPENTER, F. M. (1929): A fossil ant from the Lower Eocene (Wilcox) of Tennessee. — *J. Washington Acad. Science*, **19**: 300–301; Baltimore.
- (1930): The fossil ants of North America. — *Bull. Mus. Comparat. Zoology*, **70** (1): 1–66; Harvard.
- HANDLIRSCH, A. (1906–1908): Die fossilen Insekten und die Phylogenie der rezenten Formen. — 2 Bde, 1479 S., 51 Taf.; Leipzig.
- HENNIG, W. (1969): Die Stammesgeschichte der Insekten. — 436 S.; Frankfurt a. M.
- HEYDEN, C. v. (1862): Gliederthiere aus der Braunkohle des Niederrheins, der Wetterau und der Rhön. — *Palaeontographica*, **10** (2): 62–82; Cassel.
- KINZELBACH, R. K. (1970a): Wanzen aus dem eozänen Ölschiefer von Messel (Insecta: Heteroptera). — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **98**: 9–18; Wiesbaden.
- (1970b): Eine Gangmine aus dem eozänen Ölschiefer von Messel (Insecta: ? Lepidoptera). — *Palaeontol. Z.*, **44**: 93–96; Stuttgart.
- MAYR, G. L. (1868): Die Ameisen des baltischen Bernsteins. — *Beitr. Naturkde. Preuß. kgl. physik.-ökonom. Ges. Königsberg*, **1**: 102 S., 5 Taf.; Königsberg.
- MEUNIER, F. (1921): Die Insektenreste aus dem Lutetien von Messel bei Darmstadt. — *Abh. hess. geol. L.-Anst.*, **7** (3): 16 S., 4 Taf.; Darmstadt.
- RASNITSYN, A. P. (1975): Hymenoptera apocrits of mesozoic. — *Trud. Paleont. Inst., Akad. Nauk SSSR*: 114–122; Moskwa.
- SCUDDER, S. H. (1877): On the first discovered traces of fossil insects in the american tertiaries. — *Bull. U.S. Geol. Surv.*, **3**: 742–743; Washington.
- (1890): The tertiary insects of North America. — *Bull. U.S. Geol. Surv.*, **13**: 734 S., 28 Taf.; Washington.
- WHEELER, W. M. (1960): *Ants, their structure, development and behaviour*. — 3. Aufl., XXV + 663 S.; New York.
- WILSON, E. O., CARPENTER, F. M., & BROWN, W. L. (1967a): The first mesozoic ants. — *Science*, **157**: 1038–1040; Cambridge/Mass.
- — — (1967b): The first mesozoic ants, with the description of a new subfamily. — *Psyche*, **74** (1): 1–19; Cambridge/Mass.
- (1971): *The insects societies*. — 548 S.; Cambridge/Mass.

Manuskript eingegangen am 30. 8. 1976

## Die Petrographie der Kulm-Grauwacken des Edergebietes (NE Rheinisches Schiefergebirge) \*

Von

ELKE DENEKE\*\*

**Kurzfassung:** Aufgrund unterschiedlicher Gehalte an Fragmenten von sauren Plutoniten, quarzarmen Vulkaniten und Metamorphiten können die Eder-Grauwacken petrographisch in drei räumlich getrennt anstehende Typen untergliedert werden. Da ihre Vorkommen auch stratigraphisch unterschiedlich einzustufen sind, liegen im Edergebiet mindestens drei räumlich und zeitlich getrennte Grauwacken-Schüttungskörper vor. Hinsichtlich ihres qualitativen Komponentenbestandes unterscheiden sich die Eder-Grauwacken generell nicht von denen des Flechtinger Höhenzuges, des Harzes, des Gießener Raumes und des Lahn-Dill-Gebietes, so daß man für alle ein einheitliches Liefergebiet (die Mitteldeutsche Schwelle) annehmen kann. Abweichungen in der petrographischen Zusammensetzung, die sich in unterschiedlichen Häufigkeiten einzelner Komponenten ausdrücken, sind vermutlich auf mehrere, räumlich und/oder zeitlich getrennt wirksame Schüttungszentren zurückzuführen.

[Petrography of the Kulm-Graywackes in the Eder-area (NW Rhein. Schiefergebirge)]

**Abstract:** Based on different contents of fragments of acid plutonites, vulkanits free or poor in quartz and metamorphits the Kulm-Greywackes (Lower Carboniferous) of the Eder-area (W-Germany) may be divided petrographically in three geographically separated outcropping types. As their occurrences belong to several stratigraphical units, there are at least three geographically and stratigraphically different Greywacke-fans.

In their qualitative content of components the Eder-Greywackes do not differ generally from the greywackes of the Flechtinger Höhenzug, Harz, Gießener and Lahn-Dill-area. Therefore one source area (Mitteldeutsche Schwelle) can be postulated.

Variations of the petrographical composition, expressed by different frequencies of some components, are probably due to several geographically and/or stratigraphically restricted source provinces.

### Inhaltsverzeichnis

1. Einführung . . . . .	76
2. Geologischer Überblick . . . . .	77
3. Probennahme . . . . .	78

---

\* Gekürzte Fassung einer Dissertation an der TU Hannover unter dem gleichen Titel.

\*\* Dr. E. DENEKE, Institut für Geologie und Paläontologie der TU Hannover, Callinstr. 15A, 3000 Hannover.

4. Petrographie der Tonschiefer . . . . .	79
5. Petrographie der Grauwacken . . . . .	80
5.1. Makroskopische Beschreibung . . . . .	80
5.2. Mikroskopischer Befund . . . . .	81
5.2.1. Methodik . . . . .	81
5.2.2. Beschreibung der Komponenten . . . . .	81
5.2.3. Diagenetische Um- und Neubildungen in den Grauwacken . . . . .	82
5.2.4. Ergebnisse der Auszählungen . . . . .	83
5.2.5. Korngrößenverteilung . . . . .	88
5.2.6. Kornrundung . . . . .	89
6. Lithogenese und Paläogeographie. . . . .	89
7. Verzeichnis der Aufschlüsse . . . . .	92
8. Schriftenverzeichnis . . . . .	95

## 1. Einführung

Die Frage nach dem Ablauf der variscischen Orogenese machte das Edergebiet in der Vergangenheit wiederholt zum Gegenstand geologischer Arbeiten. Sie befaßten sich vorwiegend mit der biostratigraphischen und lithofaziellen Gliederung der Sedimente (CLAUS 1927; KÜHNE & PAECKELMANN 1929; PAECKELMANN 1932; HAUBOLD 1933; RUPRECHT 1936; PICKEL 1937; PAPROTH 1953; RABIEN 1956; KULICK 1960a, b; MEISCHNER 1962, 1971; NICOLAUS 1963; KULICK 1968; HORN & KULICK 1969; LEUTERITZ 1972; HORN, KULICK & MEISCHNER 1973).

In der Arbeit von KULICK (1960a) sind die stratigraphischen und paläogeographischen Verhältnisse im gesamten Edergebiet umfassend dargestellt.

Bis heute ist vielerorts eine stratigraphische Einstufung der petrographisch relativ einförmig ausgebildeten Tonschiefer- und Grauwackenserien wegen ihrer Fossilarmut nicht möglich. Infolge der komplizierten tektonischen Verhältnisse wird eine Parallelisierung dieser Serien zusätzlich erschwert.

Durch die modernen sedimentpetrographischen Arbeiten von HELMBOLD (1952), HUCKENHOLZ (1959), MATTIAT (1960) und HENNINGSEN (1961, 1970a, 1973b) wurde deutlich, daß sich Grauwacken aufgrund ihrer petrographischen Zusammensetzung untergliedern lassen. HENNINGSEN (1973) konnte die Kulm-Grauwacken des Dill-Gebietes verschiedenen zeitlich und/oder räumlich getrennten Schüttungskörpern zuordnen, für die er ein einheitliches Liefergebiet vom Typ der Mitteldeutschen Schwelle annahm. Es war daher neheliegend, auch die Kulm-Grauwacken des benachbarten Edergebietes detaillierter zu untersuchen. Aus diesem Gebiet liegt bisher nur eine petrographische Bearbeitung der Kulm-Konglomerate (STÖCKE 1928) vor.

Durch die vorliegende Arbeit sollten die Grauwacken des Edergebietes

- a) petrographisch gegliedert,
- b) mit den bereits bearbeiteten Grauwacken-Vorkommen des Rheinischen Schiefergebirges und Harzes verglichen und
- c) die Kenntnis über Aufbau und Verlauf ihres Liefergebietes (Mitteldeutsche Schwelle) erweitert werden.

Die Arbeit wurde im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 48 „Entwicklung, Bestand und Eigenschaften der Erdkruste, insbesondere der Geosynklinalräume“, Göttingen, von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziert.

Die Probennahme im Gelände erfolgte im Sommer 1973 und 1974. Zusätzlich stellte mir die Preußische Elektrizitäts-AG, Hannover, freundlicherweise Bohrkernmaterial zur Verfügung, das bei Baugrunduntersuchungen auf Bl. 4820 Bad Wildungen gewonnen wurde.

## 2. Geologischer Überblick

Am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges, in der weiteren Umgebung des Edersees, erstreckt sich zwischen dem Ostsauerländer Sattel und dem Kellerwaldhorst ein ausgedehntes Kulm-Gebiet (Abb. 1).



Abb.1. Übersichtskarte des östlichen Rheinischen Schiefergebirges und angrenzender Gebiete.

Die weiteste Verbreitung haben in diesem Raum die in mehreren NE-SW gerichteten Streifen auftretenden Tonschiefer und Grauacke des höheren  $cd\ III\alpha-\gamma$ . Gesteine des  $cd\ I-III\alpha$  kommen nur untergeordnet vor.

Im N und S tauchen die unterkarbonischen Schichten, z. T. entlang von Störungen, unter die permischen Sedimente der Hessischen Senke (Frankenberger und Korbacher Bucht) (Abb. 2). Die Gesamtmächtigkeit des Unterkarbons  $III\beta$  und  $\gamma$  nimmt generell nach NW und SW ab. Ihre größten Mächtigkeiten erreichen die Subzonen des  $III\beta$  SE des Battenberg-Waldecker Hauptsattels. Ablagerungen des  $cd\ III\gamma$  treten heute erst N der Linie Goddelsheim-Hallenberg auf.

Die Grauacke-Sedimentation setzte im SE-Teil des Edergebietes bereits im höheren  $cd\ III\alpha$  ein (AHRENDT & GEISSLER 1970; HORN, KULICK & MEISCHNER

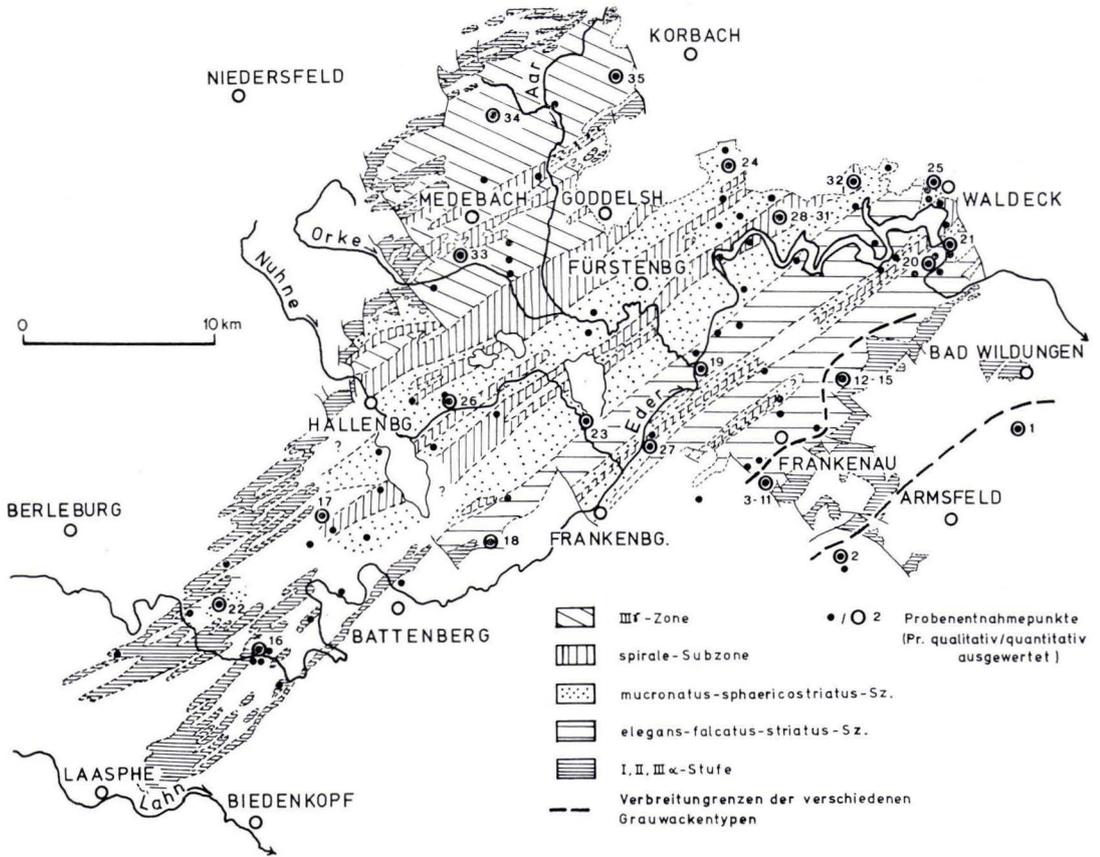


Abb. 2. Die Verbreitung der Subzonen des Unterkarbons I—III im Edergebiet (nach KULICK 1960a) und die Lage der Probenentnahmepunkte.

1973). Im Verlauf des  $cd\ III\beta$  wanderte die Grauwackenfazies nach NW vor: Die Grauwacken der *elegans*-Subzone keilen bereits SW Ederbringhausen auf Bl. 4918 Frankenberg aus. Erst im  $cd\ III\gamma$  überschreitet die Grauwacken-Sedimentation den Medebach-Goldhausener Sattel.

### 3. Probennahme

Aus zahlreichen Aufschlüssen im Edergebiet (Abb. 2; Kap. 7) wurden Proben von Grauwacken und Tonschiefern orientiert aus dem Anstehenden entnommen. Bei der Aufschluß-Auswahl wurden Literaturangaben weitgehend berücksichtigt.

Exakte stratigraphische Einstufungen der Proben nach der heute gültigen Subzonen-Gliederung des Unterkarbons waren nur im Bereich der neuen geologischen Karten Korbach, Waldeck, Hallenberg und Bad Wildungen möglich. Alle weiteren Einstufungen basieren auf Literaturangaben (KULICK 1960a; AHREND & GEISSLER 1970; MEISCHNER 1971).

Angesichts dieser häufig unsicheren Einstufung der jeweiligen Grauwacken-Bänke wurde für die Probenahme die gesamte Folge als Einheit betrachtet.

Aus detaillierten sedimentpetrographischen Arbeiten von HELMBOLD (1952), HUCKENHOLZ (1959), MATTIAT (1960) und HENNINGSEN (1961) ist bekannt, daß die petrographische Zusammensetzung der Grauwacken, bedingt durch die gradierte Schichtung, stark korngrößenabhängig ist. Unterschiede in der petrographischen Zusammensetzung sind deshalb für eine Untergliederung nur dann signifikant, wenn von gleichkörnigem Probenmaterial ausgegangen wird. Für eine mikroskopische Bearbeitung sind mittelkörnige Grauwacken besonders geeignet.

Sie sind im Edergebiet weit verbreitet. Die Komponenten sind hinreichend groß und können sicher bestimmt werden. Außerdem reicht die Anzahl der in einem Ausschnitt in Dünnschliffgröße ( $24 \times 28$  mm) auftretenden Partikel für eine statistische Auswertung.

Um die Schwankungsbreite der petrographischen Zusammensetzung innerhalb des mittelkörnigen Bereiches von Grauwackenbänken beurteilen zu können, wurden in drei Aufschlüssen aus zwei bzw. drei verschiedenen Bänken jeweils zwei oder drei vertikal übereinander anstehende Proben entnommen.

Untersuchungen der mineralogischen Zusammensetzung sollten klären, ob charakteristische Unterschiede zwischen den Tonschieferzwischenlagen, den Tonschieferflatschen in den Grauwacken und der Grauwackenmatrix bestehen.

#### 4. Petrographie der Tonschiefer

Die Tonschiefer sind den Grauwacken in unterschiedlicher Mächtigkeit zwischengeschaltet. Sie brechen glatt oder muschelig, mehr oder weniger parallel zur Schichtung. An einigen Stellen sind sie durch tektonische Beanspruchung quer zur Schichtung geschiefert und zerfallen griffelig. Häufig treten rauhe, dickflaserige Tonschiefer auf, die offenbar aus feinklastischem Material bestehen, dessen Korngröße an der Obergrenze des Tonbereiches liegt.

Außer in Zwischenlagen finden sich Tonschiefer als unregelmäßig begrenzte Flatschen in den Grauwacken. Unter dem Mikroskop zeigt sich, daß beide Tonschiefer im wesentlichen aus Chloriten und Glimmern (Muskovit, Serizit) bestehen. Zusätzlich führen sie in wechselnden Mengen scharfkantigen Detritus von Quarz und seltener Feldspat (Kalifeldspat und Plagioklas). Einige Feldspäte zeigen eine polysynthetische Verzwilligung. Die optische Bestimmung war wegen ihrer geringen Größe und der teilweise starken Zersetzung nicht möglich. In schichtparallelen Lagen oder unregelmäßig begrenzten Partien sind häufig Pyrit, Limonit und kohlige Substanzen ange-reichert.

Die röntgenographischen Untersuchungen ergaben wechselnde Gehalte von Muskovit/Illit, Kaolinit, Fe-Mg- und Fe-Chlorit, Quarz, Feldspat, Pyrit und Goethit und bestätigten damit die Resultate der optischen Bestimmungen.

Qualitative Unterschiede in der Mineralzusammensetzung der Tonschieferzwischenlagen und -flatschen konnten nicht festgestellt werden. In der Grauwackenmatrix ließ sich röntgenographisch ein gegenüber den Tonschiefern beträchtlich erhöhter Chloritgehalt nachweisen. Anhand der quantitativen Unterschiede ergaben sich keine sinnvollen Gliederungsmöglichkeiten.

## 5. Petrographie der Grauwacken

### 5.1. Makroskopische Beschreibung

Die Erscheinungsbilder der Eder-Grauwacken sind sehr mannigfaltig. Generell handelt es sich um bankig anstehende, harte und bruchfeste Gesteine, die im frischen Zustand eine graue, im angewitterten eine olivgrüne oder, verursacht durch fein verteiltes Brauneisen, rötliche Farbe aufweisen.

Die Mehrheit der Grauwacken weist eine flyschartige Gradierung (KUENEN in FÜCHTBAUER & MÜLLER 1970) auf: Die Korngröße nimmt zum Hangenden einer Bank hin kontinuierlich ab. Das besondere Kennzeichen der flyschartigen Gradierung ist der im gesamten Bankbereich vorhandene Ton- und Siltgehalt.

Eine vollständig ausgebildete Grauwackenbank zeigt im Edergebiet folgenden Aufbau:

Die Unterkante der Bank bildet eine scharfe Grenze zum Liegenden. Durch allmähliche Korngrößenabnahme gehen die Grauwacken kontinuierlich in Silt- und Tonsteine über. Häufig ist im oberen, feinkörnigen Bereich einer Bank z. T. eingeregelter Pflanzenhäcksel angereichert. Eine eindeutige Trennung der feinkörnigen Grauwackenpartien von den sie überlagernden parallelgeschichteten pelagischen Tonsteinen ist nur möglich, wenn beide Horizonte in größerer Mächtigkeit vorhanden sind.

Häufig ist diese Abfolge nicht vollständig entwickelt. An einigen Gesteinsanschnitten konnten im Bereich weniger Dezimeter mehrere gradierte Horizonte beobachtet werden, in denen die oberen feinkörnigen Partien und die pelagischen Tonschieferzwischenlagen fehlten.

Die Bankunterseiten der gradiert geschichteten Grauwackenbänke zeigen nicht selten Sohlmarken.

Der überwiegende Teil der Eder-Grauwacken ist offensichtlich turbiditisch sedimentiert worden, da flyschartige Gradierung und Sohlmarken typische Merkmale dieses Transport- und Ablagerungsmechanismus sind (KUENEN 1964; DZULYNSKI & WALTON 1965; PETTIJOHN, POTTER & SIEVER 1972).

Obwohl die Korngrößen- und Mächtigkeitsabnahmen kontinuierlich erfolgen, lassen sich die Grauwackenvorkommen im Edergebiet im Gelände in drei Gruppen untergliedern:

#### 1) Vorwiegend Grauwacken

Mächtige, meist gradiert geschichtete, im unteren Teil feinkonglomeratische bis grobkörnige Grauwacken-Bänke, bei denen die Tonschieferzwischenlagen entweder fehlen oder nur sehr geringmächtig ausgebildet sind. Sie stellen die proximalen Bereiche der Turbidite dar.

#### 2) Grauwacken-Tonschiefer-Wechselfolgen

Die Mächtigkeit beider Folgen ist in etwa gleich. Die Grauwacken sind mittel- bis feinkörnig, die Gradierung ist nicht immer deutlich erkennbar.

### 3) Vorwiegend Tonschiefer

Zwischen Tonschiefern liegen einzelne, geringmächtige Bänke aus feinkörnigen Grauwacken. Auch unter dem Mikroskop ist eine Gradierung nicht erkennbar. Diese Grauwacken liegen im distalen Bereich der Turbidite.

## 5.2. Mikroskopischer Befund

### 5.2.1. Methodik

Die Grundlage für die mikroskopisch-petrographische Bearbeitung der Grauwacken und Tonschiefer bildeten 250 senkrecht zur Schichtung orientierte Gesteinsdünnschliffe und 150 Schwermineralpräparate.

Davon wurden insgesamt 35 Dünnschliffe quantitativ ausgewertet (Abb. 2). Die mikroskopische Auszählung erfolgte nach dem Punktzählverfahren (CHAYES & FAIRBRAIN 1951; CHAYES 1956). Dabei wurden pro Dünnschliff 1200 Punkte gezählt. Zusätzlich erfolgte eine gesonderte Zählung des Matrixanteils. Der Abstand zwischen zwei Zählpunkten betrug 200  $\mu$ .

Da die Grauwacken auch Komponenten  $> 200 \mu$  enthalten, werden einige von ihnen bei Anwendung der Punktzählmethode mehrfach getroffen. In einer Voruntersuchung wurde festgestellt, daß in den mittelkörnigen Grauwacken durchschnittlich 115 Punkte auf 100 verschiedene Komponenten entfallen. Nach KALSBECK (1969) müssen demnach zur Erfassung von 1000 Komponenten 1200 Punkte gezählt werden.

Die %-Gehalte der einzelnen Komponenten wurden in Volumen-% angegeben. Eine Umrechnung in Gewichts-% hätte bei dem hohen Anteil an Gesteinsfragmenten zu ungenaue Ergebnisse geliefert. Da chemische Analysen nicht vorgenommen wurden, fehlt zudem eine Vergleichsmöglichkeit.

Die Korngrößenverteilung der ausgezählten Proben wurde nach dem von HELMBOLD (1952) angewandten Meßverfahren ermittelt.

Dabei werden über einen Dünnschliff Meßgeraden gelegt, deren Abstand größer ist als der größte Korndurchmesser der untersuchten Kornklasse. Die Summe der Kornschnitte der einzelnen Korngrößenklassen im Verhältnis zur Länge der Meßstrecke ergibt ihren prozentualen Anteil. Pro Dünnschliff wurden mindestens 600 Sehnen gezählt. Kornschnitte mit einer Sehnenlänge  $< 20 \mu$  wurden nicht ausgemessen. Ihr Anteil wurde aus der Punktzählung übernommen.

Die ausgemessenen Dünnschliffe liegen  $\pm$  senkrecht zur Schichtung. Deutliche Kornregelungen, die zu einer Verfälschung der Meßergebnisse führen, wurden nicht beobachtet.

In 35 Schwermineralpräparaten wurden 300 nicht opake Minerale und, in einer Gruppe zusammengefaßt, Chlorite und opake Minerale ausgezählt. Die Gehalte der einzelnen Schwerminerale wurden in Stück-% angegeben, ebenso der Anteil nicht opaker Schwerminerale am gesamten Schwerekonzentrat.

### 5.2.2. Beschreibung der Komponenten

In den Eder-Grauwacken treten nahezu die gleichen Komponenten auf wie in den aus dem Harz, dem Gießener Raum und dem Lahn-Dill-Gebiet beschriebenen, so daß zu den Tab. 1 und 2 nur einige Erläuterungen erforderlich sind:

Nach optischen Bestimmungen handelt es sich bei den verzwillingten Plagioklassen ausschließlich um Albite ( $An_{0-10}$ ), bei den unverzwillingten Feldspäten z. T. ebenfalls um Albite, z. T. um Kalifeldspäte.

Aus der Gruppe der Chlorite ließen sich Mg—Fe- und Fe-Chlorite nachweisen.

In der Rubrik Opake wurden Erze und organisch-kohlige Substanzen zusammengefaßt.

Fragmente von Glimmerschiefer und Hellglimmer wurden in einer Summe ausgewiesen, da sie sich nicht eindeutig trennen lassen.

Als saure Plutonite wurden Gesteinsfragmente bezeichnet, die sich aus Albit, Mikroklin oder Orthoklas, Quarz und Glimmer zusammensetzen und ein relativ gleichkörniges Gefüge aufweisen. Gesteinsbruchstücke mit der gleichen mineralogischen Zusammensetzung aber mit porphyrischem Gefüge gehören zu den sauren Vulkaniten.

Die quarzarmen bzw. -freien Vulkanite zeigen ophitische oder fluidale Gefüge und bestehen aus Plagioklassen ( $An_{\max 10}$ ) und chloritisierten ?Pyroxenen oder ?Amphibolen.

Karbonat tritt in unterschiedlicher Häufigkeit in vielen Grauwacken auf. Röntgenographisch ließen sich Calcit, Ankerit und Dolomit nachweisen. Ein geringer Teil des Karbonats entstand offensichtlich beim Abbau von Feldspäten. Vorwiegend findet sich Karbonat, zumeist stark umkristallisiert, in späterer bis mikritischer Ausbildung in unregelmäßigen Partien fleckenhaft im Bindemittel verbreitet.

Unter der Bezeichnung „Matrix“ wurden alle Komponenten  $\leq 20 \mu$  zusammengefaßt (PETTJOHN 1975), da eine Trennung der detritischen Komponenten von den diagenetischen Um- und Neubildungen in diesem Korngrößenbereich nicht sicher vorzunehmen ist.

Röntgenographisch ließen sich in der Matrix Muskovit/Illit, Fe- und Fe—Mg-Chlorit, Quarz und Feldspat nachweisen. Daneben konnten unter dem Mikroskop geringe Mengen Karbonat, Limonit und Pyrit beobachtet werden.

Trotz der geringen Partikelgröße lassen sich in der Matrix verschiedene Mikro-Gefüge unterscheiden, aus denen hervorgeht, daß neben primär detritischen Bestandteilen, Umbildungen und diagenetische Neubildungen an ihrer Zusammensetzung beteiligt sind.

Als Kluftminerale treten Quarz, Calcit, Ankerit und Chlorit auf. Zinkblende, die in einigen Schwermineralpräparaten beobachtet wurde, konnte im Dünnschliff nicht nachgewiesen werden. Sie stammt vermutlich aus Klüften, da sie sich nur in Proben aus nicht angewitterten, stark geklüfteten Bohrkernen fand. In einigen Klüften konnte die Ausscheidungsfolge Quarz-Ankerit-Calcit beobachtet werden. Chlorit tritt nur in feinen Trümchen und Klüftchen auf. In den oberflächlich anstehenden Grauwacken ist der karbonatische Anteil der Kluftfüllungen weitgehend herausgewittert.

In Tab. 2 sind Kluftminerale nicht enthalten. Unter „Sonstige“ sind Epidot, Zoisit und Monazit zusammengefaßt, die nur akzessorisch auftreten.

### 5.2.3. Diagenetische Um- und Neubildungen in den Grauwacken

Sichere Neubildungen sind die Chlorite, die in Trümchen und Klüftchen und als fiederförmige Umwachsungen anderer Komponenten auftreten. Offensichtlich haben auch Chloritneubildungen im feinkörnigen Matrixanteil stattgefunden. Deutlich erkennbar ist die Chloritbildung auf Kosten von Biotit. Häufig ist auch die Verdrängung von Quarz und Feldspat durch Chlorit zu beobachten. Seltener finden sich Gesteinsbruchstücke, die in einer dichten, heute chloritischen Grundmasse ebenfalls chloritisierte Einsprenglinge enthalten, bei denen es sich vermutlich ursprünglich um Pyroxene oder Amphibole handelte. Wesentlich seltener sind Gesteinsfragmente mit Interstertalgefüge, die in Zwickeln zwischen dem sperrigen Feldspatgerüst rosettenförmig angeordneten Chlorit enthalten.

Das Auftreten von Chlorit in auskeilenden Trümchen und Klüftchen läßt sich nur durch einen Stofftransport in Lösungen erklären. Die im Schliffbild deutlich erkennbare enge Beziehung zum Nebengestein deutet darauf hin, daß das Material der

Kluftfüllungen im Nebengestein mobilisiert wurde und auf feinen Haarrissen in die Klüfte wanderte. ECKHARDT (1958) hält eine Chloritbildung schon bei Temperaturen von 30–40 °C für möglich. Sofern kein Mg zugeführt wird, entstehen dann vorwiegend Fe-Chlorite.

Die Serizitisierung und Karbonatisierung der Feldspäte ist sicher auf diagenetische Vorgänge zurückzuführen. Anzeichen für eine parallel dazu ablaufende Albitisierung der Feldspäte fanden sich nicht. Feldspatneubildungen konnten nicht beobachtet werden.

SMITH (1974) weist darauf hin, daß, obwohl die Phänomene der Serizitisierung und Karbonatisierung bei Feldspäten häufig beschrieben wurden, z. Z. noch zu wenig Fakten vorliegen, um diese Vorgänge umfassend zu deuten.

Der hohe Na<sub>2</sub>O-Gehalt der Grauwacken wird häufig mit einem hohen Gehalt an Albit erklärt. Lägen in den Grauwacken tatsächlich überwiegend Albite vor, ergäbe sich ein weiteres Problem: Wurden die Albite primär abgelagert, wie HENNINGSSEN (1975) annimmt, oder entstanden sie erst postsedimentär durch Albitisierung aus anderen Feldspäten?

#### 5.2.4. Ergebnisse der Auszählungen

Nach Durchsicht aller Dünnschliffe und Schwermineralpräparate ergab sich, daß alle Komponenten in unterschiedlicher Verteilung in allen untersuchten Grauwacken vorhanden sind. In der qualitativen petrographischen Zusammensetzung zeigte sich eine weitgehende Übereinstimmung zwischen den Eder-Grauwacken und den von STÖCKE (1929) und PICKEL (1937) untersuchten Kulm-Konglomeraten des Edergebietes. Der im Unterschied zu den Eder-Grauwacken geringe Gehalt an Phyllit- und Chlorit-Glimmer-Schiefer-Bruchstücken in den Kulm-Konglomeraten hängt möglicherweise mit der geringen Verwitterungs- und Transportresistenz dieser Gesteine zusammen.

Da die qualitative Auswertung aller Proben ergeben hatte, daß eine petrographische Untergliederung der Grauwacken nur aufgrund der unterschiedlichen Häufigkeiten einzelner Komponenten möglich ist, wurden die Schwankungsbreiten der einzelnen Komponenten in mittelkörnigen Grauwacken überprüft. Die Proben 4–6, 7–8, 9–11; 12–13, 14–15 und 28–29, 30–31 stammen aus zwei bzw. drei übereinanderliegenden Grauwacken-Bänken dreier verschiedener Aufschlüsse (Tab. 1 u. 2).

Die Komponentenverteilung im Dünnschliff (Tab. 1) schwankt demnach sowohl im mittelkörnigen Bankbereich als auch innerhalb des selben Aufschlusses nur geringfügig.

Tab. 2 zeigt dagegen, daß die Schwermineralzusammensetzung im mittelkörnigen Bankbereich große Unterschiede aufweist. Innerhalb einer Bank kann der Zirkon- und Apatitgehalt um max. 30% schwanken. Vermutlich hängt dieses Verhalten mit der in sandigen Sedimenten häufig beobachteten Korngrößenabhängigkeit beider Minerale zusammen. Zirkon ist in der Feinfraktion, Apatit in der gröberen Fraktion angereichert. Die Apatit- und Zirkongehalte bilden demnach kein geeignetes Kriterium zur Unterscheidung verschiedener Grauwackenvorkommen. Bemerkenswert

Tab. 1. Die petrographische Zusammensetzung der mittelkörnigen Eder-Grauwacken

Stratigraphische Einstufung	cd III B striatus-Subzone		cd III B falcatus-Subzone														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Proben-Nr.	140	150	170	155	170	160	175	180	90	160	135	165	165	190	180		
Medianwert in	1,75	1,76	1,76	1,60	1,55	1,58	1,59	1,74	1,53	1,69	1,67	1,66	1,66	1,78	1,68		
Sortierungsgrad	0,87	0,88	0,69	0,77	0,75	0,88	0,67	0,84	0,88	0,71	0,86	0,82	0,82	0,63	0,79		
Schiefe																	
Quarz, normal auslöschend	4,8	4,5	3,8	3,9	4,5	3,2	4,2	4,4	4,8	3,3	3,0	4,7	5,1	2,0	2,5		
undulös auslöschend	4,5	2,7	9,8	3,1	2,4	4,8	2,3	1,8	7,0	6,6	5,3	3,1	4,8	8,0	5,4		
kataklastisch	1,3	1,2	1,8		1,0		0,1	1,0			0,8	0,6		0,7	1,1		
Quarz, insgesamt	10,6	8,4	15,4	7,0	7,9	8,0	6,6	7,2	11,8	9,9	9,1	8,4	9,9	10,7	9,0		
Feldspat, unverzwillingt	1,8	0,9	2,9	2,4	1,3	2,2	2,5	1,9	1,1	1,6	1,1	5,9	2,9	2,1	2,9		
Perthite/vergitt. Mikrokl.							0,1			0,1							
verzwillingt	7,9	8,0	10,2	5,4	5,8	6,4	6,2	5,2	13,7	7,2	4,0	9,2	8,5	6,2	7,0		
karbonatisiert		0,2		0,8	0,6	0,6	0,4	0,7	2,9	0,7	2,5				0,8		
Feldspat, insgesamt	9,7	9,1	13,1	8,6	7,7	9,2	9,2	7,8	17,7	9,6	7,6	15,1	11,4	8,3	10,7		
Biotit	0,3						0,2										
Chlorit	1,0	1,2	3,1	2,7	4,2	2,7	1,4	0,9	3,8	3,9	1,0	0,5	1,3	1,9	1,9		
Karbonat		0,6		1,8	1,6	1,8	1,6	0,8	2,4	1,6	4,4				0,1		
Limonit	0,7	0,3	0,3		0,2	0,2		0,1		0,2	1,5	1,4	0,1				
Opake			1,0	0,7	1,0	1,2	0,6	1,2	0,7	1,3	0,9	0,2	0,4	1,2	1,3		
Quarzit	4,0	5,1	1,6	5,1	3,5	4,4	2,8	4,3	3,0	3,2	6,0	3,8	4,6	4,2	2,2		
Quarzitschiefer	0,8	1,4			0,8	2,5	0,7	0,8		0,4		0,1		0,4	0,7		
Chlorit-Glimmer-Quarzit			0,3	1,2	1,1	1,0	0,4	0,4	1,1	1,0	2,4			0,1	0,2		
Quarz-Glimmer-Chlorit-Schiefer	5,9	9,8	8,3	7,8	8,7	7,5	6,0	10,2	4,8	6,3	6,3	12,0	5,9	4,7	5,7		
Gneis		0,3	0,1	1,1	0,1	0,9	0,9	1,3		1,3		1,2	0,2		0,5		
Phyllit		0,3	1,4	0,4	0,2	0,4	0,6	0,8	0,4	0,6	0,7	1,3	0,1	0,1	0,7		
Glimmer-Chlorit-Schiefer + Hellglimmer	2,5	2,3	2,9	1,4	1,6	1,1	1,4	0,9	3,5	2,2	1,3	6,3	4,5	4,0	3,1		
Metamorphite, insgesamt	13,2	19,2	14,6	17,0	16,0	17,8	12,8	18,7	12,8	15,0	16,7	24,7	15,3	13,5	13,1		
Saure Plutonite	35,1	30,9	14,1	12,8	8,9	9,4	11,5	8,0	7,5	10,5	12,4	6,4	7,9	5,8	10,2		
Saure Vulkanite	10,2	12,3	5,5	8,2	8,7	4,3	9,8	6,6	4,6	4,8	7,1	8,1	8,0	4,8	9,1		
Quarzarme Vulkanite	2,7	3,1	19,2	28,9	30,1	32,6	31,7	30,7	23,8	29,9	24,0	20,7	28,9	35,1	26,9		
Kieselschiefer	0,3	0,3	0,7	0,4			1,3		0,2	0,4	0,5	0,6	0,9	0,3			
Tonschiefer	0,7	0,9	0,8	0,2		1,6	0,8	1,4		0,6	0,5		0,5	0,1	0,9		
Grauwacke								0,5									
Sandstein	1,1	0,5		0,1	0,8		0,4	0,5		0,5		0,3	0,2	0,2	0,4		
Sedimentgesteine, insgesamt	2,1	1,7	1,5	0,7	0,8	1,6	1,2	3,7		1,3	0,9	0,8	1,3	1,2	1,6		
Gesteine, insgesamt	63,3	67,2	54,9	67,6	64,5	65,7	67,0	67,7	48,7	61,5	61,1	60,7	61,4	60,4	60,9		
Unbestimmbare	0,7	0,5	1,0	1,5	1,6	1,6	1,4	1,3	2,6	1,4	2,2	0,8	1,3	0,9	1,8		
Matrix	13,8	13,0	11,4	10,1	11,4	10,0	12,2	13,1	12,3	10,8	13,4	12,8	13,1	16,3	13,9		

sind dagegen die geringen Granatgehalte. Bei einem Vergleich des Granatgehaltes der Eder-Grauwacken mit dem anderer Grauwacken ist darauf zu achten, daß in dieser Arbeit die Apatitgehalte mitgezählt wurden.

Aus Tab. 1 ist ersichtlich, daß der Quarzgehalt in allen Proben relativ konstant bleibt. Bemerkenswerterweise liegt in den Proben 16–35 der Anteil der undulös auslöschenden und kataklastischen Quarze höher als der der glattauslöschenden. Relativ konstant bleibt in allen Proben der Feldspatanteil. In allen Proben sind die verzwilligten Feldspäte stärker vertreten als die unverzwilligten.

Obwohl der Anteil der Gesteinsfragmente insgesamt nicht wesentlich schwankt, zeigen sich in der Häufigkeit einzelner Gesteinstypen deutliche Unterschiede. Der Anteil an sauren Plutoniten liegt in Probe 1 und 2 deutlich höher als in den übrigen Proben. Die Proben 2–15 zeichnen sich durch einen stark erhöhten Anteil an quarzarmen Vulkaniten aus, während in den Proben 16–35 die Metamorphite überwiegen.

cd III β elegans-Subzone						cd III β mucronatus-Subzone				cd III β spirale-Subzone						cd III γ			
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
120	290	140	140	110	190	115	180	110	100	170	190	155	155	140	140	220	120	150	110
1,75	4,90	1,73	1,75	1,71	3,68	1,83	1,74	1,80	1,65	1,76	1,65	1,68	1,75	1,71	1,71	1,74	1,73	1,63	1,68
0,90	2,33	0,74	0,87	1,02	0,92	1,08	0,84	0,81	0,82	0,69	0,91	0,84	0,71	0,84	0,84	0,97	0,74	0,95	0,84
7,0	4,2	3,7	4,0	0,6	1,9	1,6	0,4	2,2	3,8	5,1	1,4	1,8	1,9	3,4	3,4	1,6	2,9	7,5	5,0
9,4	4,2	6,1	10,1	4,8	3,8	6,3	1,5	7,1	5,8	7,0	10,3	6,2	4,9	9,7	7,6	4,8	5,4	10,8	6,2
1,0	0,3	0,4	0,9	3,1	7,2	2,2	4,8	2,9	1,8	2,9	4,0	1,7	2,3	2,1	1,0	1,9	1,8	1,7	2,2
17,4	8,7	10,2	15,0	8,5	12,9	10,1	6,7	12,2	11,4	15,0	15,7	9,7	9,1	15,2	12,0	8,3	10,1	20,0	13,4
2,8	2,8	0,6	1,5	0,8	0,7	2,0	0,4	1,6	1,7	2,2	0,8	1,4	1,9	1,2	2,0	1,4	1,6	1,9	2,0
7,8	3,0	5,5	8,0	1,9	2,0	4,6	2,7	6,5	6,9	5,1	8,2	2,2	3,6	5,2	3,9	3,7	4,7	8,0	7,5
		1,7	2,5			0,1	0,8								3,3				
10,6	5,8	7,8	9,5	5,2	2,7	6,7	3,9	8,1	8,6	7,3	9,0	3,7	5,8	6,4	9,2	5,1	6,3	9,9	9,5
0,7		0,2	0,9			0,5	0,1		0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,7	1,1			0,3
1,8	2,0	1,9	1,0	0,6		0,2	0,5	0,3	1,6	1,0	2,4	2,7	3,0	0,9	1,4	2,7	1,2	0,9	2,8
		0,6		0,2				2,4							0,1				
1,0		2,0	0,3	0,7	2,2	0,3	0,9	1,4	1,3		1,8	1,8	0,3	1,8	1,1	0,9	0,5	0,2	
	1,0	1,4	2,9					0,1	0,1	1,7	0,8	1,2	0,5	1,5	0,5	0,7			0,4
4,4	12,7	5,9	2,5	6,5	6,3	8,0	8,9	7,1	4,7	5,3	7,4	9,9	10,9	9,6	8,3	5,8	7,3	5,6	7,5
0,5	0,1	1,3	0,7	0,6	2,5	1,2	1,9	1,9	0,3	1,2	2,2	2,3	2,6	1,4	1,6	2,6	0,5	0,2	0,1
6,0	2,6		2,3	0,1				0,3		2,6	1,8			0,1	0,8				4,0
7,6	10,8	15,1	13,3	37,2	35,9	21,1	13,6	16,6	20,7	9,9	6,6	12,4	12,1	11,8	10,9	5,9	11,5	4,2	8,9
1,7	5,8	0,8	0,9	1,9		0,4	0,2		0,2	0,4	1,4	0,5	0,3	0,1	2,2				0,2
2,9	4,1	6,6	9,4	0,3	11,4	2,6	3,7	5,9	4,4	5,0	4,3	0,4		0,3	1,5	3,5	6,5	4,0	0,1
4,3	3,0	4,8	2,8	8,8	3,0	9,0	2,9	0,8	7,7	3,9	4,1	5,9	7,7	9,5	4,7	2,4	2,1	8,4	9,5
27,4	39,1	34,5	31,9	53,5	61,0	42,3	31,2	32,6	38,0	28,3	27,8	31,4	33,6	32,8	27,0	23,2	27,9	26,6	26,1
13,0	9,3	12,0	15,4	7,3	5,3	13,4	25,0	16,5	9,5	5,4	12,6	15,7	18,7	13,5	12,9	17,2	9,7	15,9	8,9
5,1	0,4	13,0	3,7	7,5	3,0	7,9	12,5	7,0	9,3	17,5	11,2	14,2	11,4	10,9	14,6	22,5	25,7	7,1	17,5
2,3	5,7	1,4	1,6	1,2		1,4	2,9	2,6	0,8	2,7	1,9	1,5	1,6	2,4	3,5	1,7	1,9	4,9	1,2
0,2	2,8	0,2	1,1	0,2	0,1	0,1		0,4	0,1		2,8	0,2		0,1	0,2				0,9
3,6	2,8	0,2	2,1		0,5	0,5	0,3	0,2	0,2	0,9	0,6	0,7	0,3	1,0	0,1	1,3	0,1	1,4	0,3
0,1	9,7	0,4		0,7	1,0	0,1	0,6	0,2	0,5	1,3	0,9	0,3		0,4	0,4				0,3
3,9	15,3	0,8	3,2	0,9	1,6	0,7	0,9	0,8	0,8	2,2	4,3	1,2	0,3	1,1	0,7	1,7	0,1	2,3	0,6
51,7	69,8	61,7	55,8	70,4	70,9	65,7	72,5	59,5	58,4	56,1	57,7	64,0	65,6	60,7	58,7	66,3	65,3	56,8	54,2
1,5	0,7	1,4	1,4	0,3	0,6	0,3	0,4	0,7	1,1	2,0	1,8	0,9	0,8	1,1	1,0	0,8	1,0	1,0	0,8
15,3	12,0	12,9	13,3	14,2	10,8	16,3	12,9	18,0	17,4	16,8	10,4	16,0	14,7	12,3	15,5	14,5	15,7	11,2	18,8

Die hohen Metamorphitgehalte in den Proben 16–35 spiegeln sich auch in dem Verhältnis glatt auslöschender Quarz: undulös auslöschendem und kataklastischem Quarz wider.

Sedimentgesteine sind in der Regel mit nur wenigen % vertreten.

In Abb. 3 sind die Ergebnisse der Punktzählmethode dargestellt. Eine Überprüfung dieser Ergebnisse nach dem Student-t-Test (MARSAL 1967) ergab, daß sich die aufgrund ihres unterschiedlichen Gehaltes an sauren Plutoniten, quarzarmen Vulkaniten und Metamorphiten untergliederten Grauwacken signifikant von einander unterscheiden. Ob der Anteil an sauren Vulkaniten zu den jüngeren Grauwacken hin größer wird, ließ sich wegen der häufig unsicheren stratigraphischen Einstufung der Proben nicht sicher nachweisen.

Die Schwermineral-Auszählungen (Tab. 2) zeigen, daß die Proben vorwiegend Apatit und Zirkon enthalten. Die Anteile aller übrigen Schwerminerale liegen in der

Regel unter 10%. Obwohl die Zirkon- und Apatitgehalte stark schwanken, läßt sich daraus keine Tendenz ableiten.

Für die Grauwacken des Edergebietes ist demnach zwar ein relativ einheitliches Liefergebiet (Typ Mitteldeutsche Schwelle) anzunehmen, im einzelnen lassen sich

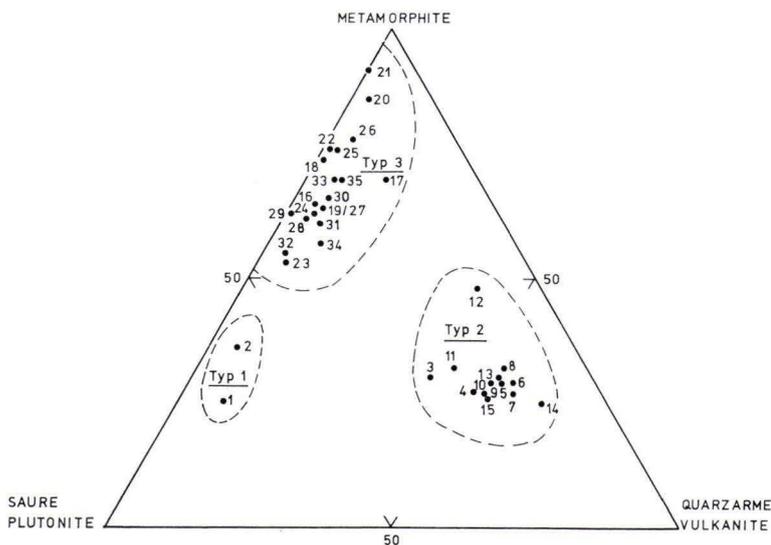


Abb. 3. Die Verteilung der Gesteinsbruchstücke in den drei verschiedenen Grauwackentypen des Edergebietes.

Tab. 2. Der Schwermineralgehalt der mittelkörnigen Eder-Grauwacken

Aufschluß-Nr.	Stratigraphische Einstufung														
	Ar 8/3	Fr 5/4	Fr 5/1	Fr 6/1/1a	Fr 6/1/1b	Fr 6/1/1c	Fr 6/1/2a	Fr 6/1/2b	Fr 6/1/3a	Fr 6/1/3b	Fr 6/1/3c	Fü 6/1/1a	Fü 6/1/1b	Fü 6/1/2a	Fü 6/1/2b
Stratigraphische Einstufung	cd III β striatus-Subzone		cd III β falcatus-Subzone												
Proben-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Apatit	10,4	32,6	26,1	39,6	69,0	64,4	29,0	54,1	70,5	70,6	47,2	65,2	64,9	53,6	52,6
Zirkon, abgerollt zoniert	0,6	0,3			0,6	1,0	0,7	0,3		1,3	3,1	0,6		0,3	
mit Einschl. Bruchstücke	11,0	11,2	11,1	9,6	3,0	4,3	6,7	2,6	8,8	3,3	1,8	3,1	2,6	12,7	12,9
Zirkon, insgesamt	25,6	14,1	20,1	10,6	5,3	5,6	11,5	4,6	2,9	4,0	9,1	8,4	7,6	11,4	14,2
	44,3	40,6	33,1	39,3	20,0	20,7	41,9	33,2	2,9	15,6	36,3	21,7	21,2	17,3	13,6
Granat	81,5	66,2	64,3	59,5	28,9	31,6	60,8	40,7	14,6	26,2	50,3	33,8	31,4	41,7	40,7
Turmalin	0,6	1,0	5,4	0,3	0,6	1,0	8,8	2,3	11,7	1,6		0,6	2,6	4,2	6,3
Rutil	0,6		2,5	0,3	1,2	0,7	0,7	2,0		1,3		0,3	0,3	0,3	0,3
Titanit	1,0	0,3		0,3		1,0		0,7		2,0	0,5		0,3		
Sonstige	5,2		1,6			1,0					1,8	0,3	0,3		
	0,6					0,3		2,9							
Gezählte Schwermin.	309	313	314	303	301	304	148	301	304	300	220	322	302	306	302
Anteil der nicht opaken Schwermin.	12,8	7,4	7,0	7,5	2,7	5,7	4,1	1,8	1,7	2,8	1,8	5,8	4,4	4,2	4,6

jedoch eindeutig drei räumlich getrennte Grauwackenkörper unterscheiden. Geht man davon aus, daß auch die stratigraphische Einstufung richtig ist, bestehen zwischen den drei Schüttungen auch zeitliche Unterschiede.

Die drei unterschiedlichen Grauwackentypen zeigen folgende petrographische Zusammensetzungen:

Typ 1: nur in Aufschlüssen NE Haina und NE Odershausen (Ar 8/3, Fr 5/4) höheres cd III  $\alpha$  bis  $\beta$  *striatus*-Subzone (AHREND & GEISSLER 1970; HORN, KULICK & MEISCHNER 1973)

Quarz	8–10 Vol.-%
Feldspat	9 „
Metamorphite	13–19 „
saure Plutonite	31–36 „
saure Vulkanite	10 „
quarzarme Vulkanite	3 „
Sedimentgesteine	2 „
Matrix	13 „
Granat	max. 1 Stück-%

Typ 2: nur in Aufschlüssen E Dainrode und N Frebershausen (Fr 6/1, Fü 6/1) cd III  $\beta$  *striatus-falcatus*-Subzone (KULICK 1960a; MEISCHNER 1971)

Quarz	7–12 Vol.-%
Feldspat	8–17 „
Metamorphite	13–19 „
saure Plutonite	6–14 „
saure Vulkanite	5–10 „
quarzarme Vulkanite	20–36 „
Sedimentgesteine	2 „
Matrix	12–13 „
Granat	max. 9 Stück-%

cd III $\beta$ elegans-Subzone						cd III $\beta$ mucronatus-Subzone				cd III $\beta$ spirale-Subzone						cd III $\gamma$			
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
49,8	23,0	34,3	26,3	40,5	6,7	32,4	48,5	40,1	70,7	27,2	24,7	23,8	55,4	43,6	77,4	37,1	6,3	18,4	37,7
0,3	9,1	1,3	1,2	2,6	3,8	1,3	0,7	1,6		3,6	1,3	1,3	0,7	1,6	0,6	1,3	2,6	0,8	4,0
5,4	6,2	6,2	9,6	10,0	4,8	12,2	3,9	11,2	1,3	3,3	13,0	3,5	10,1	6,4	3,2	2,9	12,4	12,3	8,6
14,0	19,3	13,4	22,0	13,3	13,3	25,3	9,8	12,8	4,3	21,6	22,7	10,6	10,7	14,7	5,8	13,0	22,4	17,2	17,9
26,7	40,5	34,0	39,3	26,5	71,4	26,0	26,4	28,9	17,5	28,9	35,7	55,0	21,2	30,4	10,6	36,8	39,0	45,5	23,2
46,4	75,1	54,9	72,1	52,4	93,3	64,8	40,8	54,5	23,1	57,4	72,7	70,4	42,7	53,1	20,2	54,0	76,4	75,8	53,7
1,9		6,2	0,6	0,6		2,9	4,9	2,3	1,0	8,9	0,6	2,6	1,6	2,6	1,0	6,5	6,7	0,8	4,6
1,3	0,4	2,0		2,6			4,2	3,0	3,6	0,3	0,6	1,0	0,3	0,3	0,6	1,0	3,5	0,8	2,0
0,6	1,5	1,0	0,9	1,6			1,6		1,3	2,0	1,3	0,6		0,3	0,6	1,3	1,4	4,1	1,0
		1,6		2,3					0,3	4,3		1,6					5,6		1,0
315	274	306	323	309	105	312	307	304	304	305	154	311	307	312	310	307	428	244	302
7,8	4,2	4,3	7,1	6,6	0,9	5,7	4,0	3,7	6,0	12,2	4,8	4,4	5,6	5,7	3,1	3,2	10,9	3,7	4,5

Typ 3: in allen übrigen Aufschlüssen cd III  $\beta$  *falcatus*-Subzone—III  $\gamma$

Quarz	9—18 Vol.-%
Feldspat	3—11 „
Metamorphite	28—61 „
saure Plutonite	5—18 „
saure Vulkanite	3—25 „
quarzarme Vulkanite	2—5 „
Sedimentgesteine	1—4 „
Matrix	11—19 „
Granat	max. 9 Stück-%

### 5.2.5. Korngrößenverteilung

Die Korngrößenverteilungen zeigen in allen untersuchten Proben eine gute Übereinstimmung. Von den mittelkörnigen Grauwacken wird ein Korngrößenbereich erfaßt, der vom Ton bis zum Sand, selten bis zum Feinkies reicht. Das Maximum liegt im Mittelsandbereich zwischen 200 und 356  $\mu$ . Die maximale Korngröße liegt in der Regel bei 1120  $\mu$ . Nur in wenigen Proben finden sich vereinzelt Komponenten, die in die Korngrößenbereiche  $> 1120 \mu$  fallen. Ihre größten Durchmesser liegen in keinem Fall über 6300  $\mu$ .

Der Anteil der Komponenten  $\leq 20 \mu$  schwankt zwischen 10 und 19 Vol.-%. Der Bereich wurde nicht weiter untergliedert, weil die Messungen wegen der geringen Größe der Komponenten zu ungenau werden. Zudem ist in diesem Bereich mit beträchtlichen diagenetischen Veränderungen zu rechnen, die die ursprüngliche Korngrößenverteilung sicher nicht unwesentlich modifiziert haben.

Die Medianwerte der mittelkörnigen Eder-Grauwacken liegen in der Regel zwischen 100 und 200  $\mu$ , die Sortierungsgrade zwischen 1,53 und 1,83 (Tab. 1). Aus den Sortierungsgraden und der petrographischen Zusammensetzung geht deutlich hervor, daß die Eder-Grauwacke ein schlecht klassiertes und sortiertes Sedimentgestein ist.

Die Schiefe (Symmetrie, Skewness nach PETTJOHN 1975), die überwiegend  $< 1$  ist (Tab. 1), besagt, daß die gröbere Fraktion besser als die feine sortiert ist.

Die Gradierung macht sich im mittelkörnigen Bereich nicht bemerkbar. Medianwert, Sortierungsgrad und Schiefe zeigen vom Liegenden zum Hangenden einer Bank keine gerichteten Veränderungen.

Quarz und Feldspat finden sich in allen Korngrößenbereichen, das Maximum ihrer Häufigkeit fällt in den Bereich 112—356  $\mu$ . Gesteinsfragmente treten erst oberhalb 36  $\mu$  auf. Das Maximum ihrer Häufigkeit liegt zwischen 200 und 356  $\mu$ . Da sich die Maxima im Bereich zwischen 200 und 356  $\mu$  überlagern, weist auch das Gesamtgestein in dieser Korngrößenklasse ein Maximum auf. In den Kornklassen  $> 356 \mu$  überwiegen die Gesteinsbruchstücke.

Obwohl die Korngrenzen der detritischen Komponenten und die Kornkontakte durch Chloritisierung, Karbonatisierung und Serizitisierung z. T. erheblich modifiziert wurden, läßt sich aus dem Gefüge ein bereits bei der Ablagerung weitgehend geschlossenes Korngerüst ableiten.

### 5.2.6. Kornrundung

Die Rundung der Komponenten wurde anhand der Vergleichstafeln von RUSSELL-TAYLOR-PETTIJOHN (MÜLLER 1964) ermittelt.

Dabei werden die 5 Rundungsklassen von 1–5 durchnummeriert. Die in jede Rundungsklasse eingestufte Körnerzahl wird mit der betreffenden Nummer multipliziert und die Summe dieser Produkte durch die Gesamtzahl der eingestuften Körner dividiert.

Für die mittelkörnigen Eder-Grauwacken ergibt sich danach eine mittlere Rundung von 1,5 (zwischen angular und subangular). Bei den Untersuchungen blieben die Körner  $\leq 20$  unberücksichtigt.

Die Anwendung genauerer Meßmethoden bei der Bestimmung der Kornrundung erschien wenig sinnvoll, da die ursprünglichen Kornumrisse durch diagenetische Um- und Neubildungen z. T. erheblich verändert worden sind.

In dem Korngrößenbereich (max. Korndurchmesser) zwischen 63 und 356  $\mu$  verteilen sich in der mittelkörnigen Eder-Grauwacke die Komponenten jeweils zur Hälfte auf die Rundungsklassen 1 und 2. Die Komponenten  $< 63 \mu$  sind überwiegend in die Rundungsklasse 1 zu stellen. Bei den Komponenten mit einem größten Korndurchschnitt  $> 356 \mu$  treten große Unterschiede auf: Die Komponenten verteilen sich auf alle Rundungsklassen. Generell ist Quarz besser gerundet als Feldspat. Bei den Gesteinsfragmenten weisen die quarzarmen Vulkanite in der Regel einen schlechteren Rundungsgrad als alle übrigen Gesteinstypen auf.

## 6. Lithogenese und Paläogeographie

Die Untersuchungsergebnisse lassen einige Schlüsse auf die Entstehung der Eder-Grauwacken und die paläogeographische Situation dieses Raumes während des höheren cd III $\alpha$  bis III $\gamma$  zu.

Typisch für die Schichten des Kulms im Edergebiet ist ihr Auftreten in mehreren SW-NE gerichteten Streifen. Im Verlauf des mittleren Unterkarbons dringen die Grauwackenschüttungen immer weiter nach NW vor. Dadurch ergibt sich ähnlich wie im Harz (SCHNEIDER 1954; RIBBERT 1975) eine dachziegelartige Überlappung der einzelnen Grauwackenschüttungen. Ob im SE-Teil des Edergebietes noch cd-III $\gamma$ -Grauwacken abgelagert waren, konnte bisher nicht geklärt werden.

Die petrographische Zusammensetzung der Eder-Grauwacken liefert keine eindeutigen Hinweise auf die Schüttungsrichtung. Die Übereinstimmungen in der petrographischen Zusammensetzung der Grauwacken von Odershausen und Haina einerseits sowie von Dainrode und Frebershausen andererseits lassen sich erklären, wenn man annimmt, daß die 7 bzw. 10 km auseinanderliegenden Vorkommen entweder auf gleicher Höhe senkrecht oder parallel zur Schüttungsrichtung liegen. Da bisher keine Angaben über die Ausdehnung einzelner Schüttungskörper und damit über die Änderung der petrographischen Zusammensetzung innerhalb eines Schüttungskörpers vorliegen, läßt sich keine der beiden Möglichkeiten ausschließen. PICKEL (1937) und KULICK (1960a) nehmen aufgrund von Mächtigkeitsvergleichen und Einregelungsmessungen eine Transportrichtung aus SE bis E an.

Paläogeographisch gehört der Ablagerungsraum der Eder-Grauwacken in das Gebiet der subvariscischen Saumsenke. Diese ist als mehr oder weniger differenzierter NE-SW streichender Trog der Mitteldeutschen Schwelle im NW vorgelagert (BRINKMANN 1948). Diese Schwelle lag vermutlich im Gebiet des heutigen Vortaunus, Vogelsberges und Nord-Thüringens. Unsicher ist ihr Verlauf im Süden und Südwesten. MEYER (1970) leitet die unter- und oberdevonischen Grauwacken des Guldenbachtals (SE-Hunsrück) von ihr ab. HENNINGSSEN (1970b) weist darauf hin, daß . . . „die petrographische Zusammensetzung von devonischen und karbonischen Konglomeraten und Grauwacken in den Vogesen, im Schwarzwald und im Frankenwald eine überraschende Übereinstimmung mit den Kulmkonglomeraten des östlichen Rheinischen Schiefergebirges und des Harzes aufweist“. Reste der Schwelle treten heute im Ruhlaer Sattel zutage. Möglicherweise ist das vorwiegend aus alkalireichen Graniten und Gneisen bestehende praevariscische Kristallin, das in weiten Teilen Mitteleuropas im Untergrund ansteht, der Rumpf dieser Schwelle.

Ein großer Teil der nördlich der Mitteldeutschen Schwelle verbreiteten Grauwacken ist inzwischen petrographisch bearbeitet (Tab. 3) (HELMBOLD 1952; HUCKENHOLZ 1959, 1967; MATTIAT 1960; HENNINGSSEN 1961, 1966, 1970a, 1973b; RABITZSCH & GRÜGER 1968; BARTELS 1969; LINDERT 1971). Generell weisen alle Vorkommen die gleichen Bestandteile auf. Unterschiede zeigen sich lediglich im Anteil einzelner Komponenten. Die Eder-Grauwacken (alle 3 Typen) unterscheiden sich von allen übrigen Grauwacken durch ihren relativ geringen Quarzgehalt und den relativ hohen Gesteinsfragmentanteil.

Aus den Arbeiten von HELMBOLD (1952), HUCKENHOLZ (1959), MATTIAT (1960) und HENNINGSSEN (1961) ist bekannt, daß sich die petrographische Zusammensetzung bedingt durch die gradierte Schichtung in einer Grauwackenbank beträchtlich ändert. Obwohl nur mittelkörnige Grauwacken miteinander verglichen werden und obwohl die Untersuchungen im mittelkörnigen Bereich einiger Eder-Grauwacken gezeigt haben, daß trotz unterschiedlicher Medianwerte (100–200  $\mu$ ) die petrographische Zusammensetzung nur unwesentlich schwankt, kann nicht ausgeschlossen werden, daß Unterschiede in der petrographischen Zusammensetzung auch durch Veränderungen der Korngrößenverteilungen hervorgerufen sein können.

Läßt man diese Fehlermöglichkeit außer Betracht, kann man im östlichen Rheinischen Schiefergebirge generell zwei Grauwacken-Gruppen unterscheiden. Die erste Gruppe (Hörre, Gießen, Kellerwald, Dill/SE-Zug, Eder-Grauwacken Typ 1 und 2) unterscheidet sich von der zweiten (Dillmulde/NW-Zug, Dillmulde/Umgebung Herborm-Sinn, Eder-Grauwacken Typ 3) durch relativ niedrige Gehalte an Metamorphiten (Tab. 3). Obwohl die stratigraphischen Einstufungen vieler Vorkommen nach wie vor nicht vollständig gesichert sind, ist die erste Gruppe vermutlich älter einzustufen als die zweite. Betrachtet man zudem die Lage der einzelnen Vorkommen, so sind die jüngeren Grauwacken offensichtlich liefergebietsferner abgelagert worden. Die wenigen aus dem Harz vorliegenden Daten zeigen eine ähnliche Tendenz an.

Da sich alle bisher untersuchten Grauwacken-Vorkommen des Harzes und Rheinischen Schiefergebirges aus den gleichen, lediglich in unterschiedlicher Häufigkeit auftretenden Komponenten zusammensetzen, kann man für sie generell ein petrographisch relativ einheitlich aufgebautes Liefergebiet, die Mitteldeutsche Schwelle,

Tab. 3. Die petrographische Zusammensetzung einiger Grauwacken aus dem Rheinischen Schiefergebirge, dem Harz und dem Flechtinger Höhenzug

	Quarz	Feldspat	Metamorphite	saure Plutonite	saure Vulkanite	int. Vulkanite	Sedimentgesteine	Matrix	Granat
1 Hörre (do II/III)	39	4	4	1	1	2	16	24	
2 Hörre (cd I)	34 - 48	4 - 5	4 - 18	1 - 2	1	1	2 - 17	11 - 27	1 - 11
3 Kellerwald (cd II)	25 - 34	6 - 13	7 - 20	3 - 5	2 - 4	1 - 3	4 - 20	10 - 30	31 - 54
4 Gießener Grauwacke	30 - 38	7 - 12	15 - 25	2 - 7	1 - 3	1 - 3	4 - 8	8 - 16	20
5 Kulm-Grauwacke N Hadamar	31 - 43	15 - 19	9 - 15	1 - 4	3 - 8	1	4 - 6	7 - 10	5
6 Kulm-Grauwacke Dillhausen	40 - 44	17 - 18	11	1 - 4	3 - 5	1	4 - 5	7 - 8	5 - 10
7 Oberdevon-Grauwacke SW Elbgrund	48	2	7				5	12	
8 Kulm-Grauwacke Dill/NW-Zug	17 - 34	1 - 10	15 - 40	1 - 3	1 - 4	1	4 - 13	10 - 30	1 - 22
9 Kulm-Grauwacke Dill/Herborn-Sinn	16 - 36	4 - 21	4 - 50	2 - 8	2 - 8	1	1 - 6	5 - 36	3 - 33
10 Kulm-Grauwacke Dill/SE-Zug	34 - 44	13 - 21	8 - 12	2 - 6	3 - 6	1	3 - 5	9 - 16	0 - 7
11 Harzer Kulmgrauwacke	23 - 33	20 - 29	15 - 20	1 - 10	1 - 2	1 - 3	1 - 6		
12 Tanner Grauwacke	21	20	17		8		6		
13 Grauwacken Flechtingen-Zerbst (cd III $\gamma$ bis Namur)	22 - 33	12 - 20	7 - 20		6 - 8		4 - 9	4 - 6	
14 Eder-Grauwacke Typ 1 (cd III $\alpha$ bis $\beta$ )	8 - 10	9	13 - 19	31 - 36	10	3	2	13	1
15 Eder-Grauwacke Typ 2 (cd III $\beta$ )	7 - 12	8 - 17	13 - 19	6 - 14	5 - 10	20 - 36	2	12 - 13	12
16 Eder-Grauwacke Typ 3 (cd III $\beta$ bis $\gamma$ )	9 - 18	3 - 11	28 - 61	5 - 18	3 - 25	2 - 5	1 - 4	11 - 19	9

Hörre (do II/III), Hörre (cd I), Kellerwald (cd II), Dill/NW-Zug, Dill/herborn-Sinn, Dill/SE-Zug - HENNINGSSEN 1973  
 Gießener Grauwacke - HENNINGSSEN 1961  
 Grauwacken N Hadamar, Dillhausen, SW Elbgrund - HENNINGSSEN 1970  
 Harzer Kulmgrauwacke - MATTIAT 1960  
 Tanner Grauwacke - HUCKENHOLZ 1959  
 Grauwacken Flechtingen-Zerbst - BARTELS 1966, WEYER 1975  
 Eder-Grauwacken Typ 1, Typ 2, Typ 3 - DENEKE 1976

annehmen. Die quantitativen Unterschiede in der petrographischen Zusammensetzung der verschiedenen Vorkommen deuten darauf hin, daß die Schüttungen von mehreren, auch  $\pm$  gleichzeitig wirksamen Gebieten aus erfolgten und daß die Zusammensetzung des Grauwackenmaterials von lokalen Liefergebietseinflüssen abhängig ist.

Im Edergebiet lassen sich drei räumlich und zeitlich getrennte Schüttungskörper unterscheiden. Ihre Schüttungszentren liegen nach KULICK (1960a) und SADLER (1974, 1975) E und SE des Edergebietes unter den jüngeren Sedimenten der Hessischen Senke. Die unterschiedlichen Richtungen der Strömungsmarken, die in verschiedenenalten Grauwackenhorizonten im Edergebiet ermittelt wurden, zeigen zudem, daß die Unterschiede in der petrographischen Zusammensetzung nicht allein auf unterschiedliche Erosionsniveaus im Liefergebiet zurückzuführen sind, sondern daß nacheinander mehrere räumlich getrennte Schüttungszentren vorhanden waren.

Das Modell einer kontinuierlichen Umwälzung des Grauwackenmaterials durch Abbau älterer Grauwacken an einer aufsteigenden Küste (MEISCHNER 1962) muß für die Eder-Grauwacken aufgrund ihrer petrographischen Zusammensetzung abgelehnt werden. Wahrscheinlicher ist die Vorstellung, daß die Schüttungszentren der Eder-Grauwacken in Deltabereichen lagen, die sich durch große Materialzulieferungen und/oder Hebung der Küsten ins Meer vorschoben. An ihrer Front wurden die Turbidite durch tektonische Bewegungen und/oder Überschreiten des kritischen Neigungswinkels in den Ablagerungen ausgelöst. Da die Schüttungszentren der Eder-Grauwacken der direkten Beobachtung nicht zugänglich sind, können nur Bohrungen bei der Klärung der Probleme weiterhelfen.

## 7. Verzeichnis der Aufschlüsse

TK 25 Bl. 5017 Biedenkopf	TK 25 Bl. 4916 Berleburg
Bi 1/1 R 34 68 060; H 56 51 140 Hatzfeld, W des Schloßberges	Be 5/1 R 34 63 680; H 56 53 440 S Schwarzenau, an der Straße Beddelhausen-Schwarzenau (km 46,5), S der Abzweigung nach Elsoff
Bi 1/2 R 34 67 970; H 56 51 180 Probe 16 Hatzfeld, W des Schloßberges	TK 25 Bl. 5016 Laasphe
Bi 1/3 R 34 68 160, H 56 51 170 Hatzfeld, E des Bürgerhauses	La 5/1 R 34 61 820; H 56 50 980 NW Riehstein, an der Straße nach Arfeld, Abzweigung nach Beddelhausen
Bi 1/4 R 34 67 990; H 56 50 840 S Hatzfeld, S der Bahnlinie, W Bahnhof Hatzfeld, Bahn-km 18,0	TK 25 Bl. 4817 Hallenberg
Bi 1/5 R 34 67 770; H 56 50 820 S Hatzfeld, S der Bahnlinie, W Bahnhof Hatzfeld, Bahn-km 17,9	Ha 3/1 R 34 75 940; H 56 64 120 E Hallenberg, an der Straße nach Braunshausen (km 1,7)
Bi 5/1 R 34 68 660; H 56 49 700 SE Hatzfeld, an der Straße Holzhausen-Hatzfeld (km 4,2), SW Ederlust	TK 25 Bl. 4917 Battenberg
	Ba 2/1 R 34 65 650; H 56 53 380 5/3 S Elsoff, an der Str. nach Hatz-

Probe 22	feld (km 0,9), an der Dornbachs-Mühle	Fr 3/2	R 34 88 480; H 56 61 650
Ba 2/2	R 34 71 940; H 56 54 220 SE Dodenau, an der Str. nach Auhammer	Probe 27	NE Frankenberg, an der B 252 (km 4,0)
Ba 2/3	R 34 70 200; H 56 56 700 NE Dodenau, Riedgrabental	Fr 5/1	R 34 91 150; H 56 58 650 N Dörnholzhausen, an der Str. nach Geismar (km 1,5)
Ba 2/4	R 34 73 300; H 56 56 960 NE Dodenau, an der Str. nach Neu-Ludwigsdorf	Fr 5/3	R 34 98 740; H 56 54 740 E Haina
Ba 2/5	R 34 71 380; H 56 57 500 NE Dodenau, an der Str. nach Neu-Ludwigsdorf	Fr 5/4	R 34 98 570; H 56 55 210
Ba 2/6	R 34 71 100; H 56 58 040	Probe 2	NE Haina, an der Str. nach Battenhausen (km 0,5)
Probe 17	NE Dodenau, an der Str. nach Neu-Ludwigsdorf	Fr 6/2	R 34 93 950; H 56 60 230 E Allendorf, an der Str. nach Frankenau (km 9,0)
Ba 2/7	R 34 74 500; H 56 59 620 S Bromskirchen, an der Str. (B 236) nach Allendorf (km 25,7)	Fr 6/3	R 34 94 460; H 56 60 540 NE Allendorf, an der Str. nach Frankenau (km 10,0)
Ba 2/8	R 34 74 520; H 56 61 680 S Bromskirchen, an der Str. (B 236) nach Allendorf (km 28,1)	Fr 6/4	R 34 97 430; H 56 62 300 E Frankenau, an der Str. nach Frebershausen (km 2,6)
Ba 2/9	R 34 66 300; H 56 56 200 N Elsoff, NE Burbach	TK 25 Bl. 4920 Armsfeld	
Ba 5/1	R 34 75 080; H 56 54 360 NW Battenfeld, an der Str. nach Auhammer	Ar 8/1	R 35 08 320; H 56 61 920 NE Odershausen, an der B 485 (km 47,1)
Ba 5/2	R 34 70 580; H 56 53 140 W Reddighausen	Ar 8/2	R 35 08 260; H 56 61 900 NE Odershausen, an der B 485 (km 47,1)
Ba 5/4	R 34 65 800; H 56 55 040 Str. Elsoff-Alertshausen (km 2,7), E Bernhard-M.	Ar 8/3	R 35 08 240; H 56 61 950
		Probe 1	NE Odershausen, an der B 485 (km 47,1)
TK 25 Bl. 4918 Frankenberg (Eder)		TK 25 Bl. 4818 Medebach	
Fb 2/1	R 34 76 880; H 56 61 940 S Somplar, an der Str. nach Frankenberg (km 12,6)	Me 3/1	R 34 80 400; H 56 63 370 SE Rengershausen, an der Str. nach Wangershhausen (km 5,4)
Fb 2/2	R 34 80 780; H 56 59 030 S Somplar, an der Str. nach Frankenberg (km 6,5)	Me 3/2	R 34 78 210; H 56 64 080
Fb 5/1	R 34 80 080; H 56 56 570	Probe 26	SE Braunschhausen, an der Str. nach Rengershausen (km 1,6)
Probe 18	NW Haine	Me 3/3	R 34 77 900; H 56 64 480 E Ortseingang Braunschhausen
		Me 3/4	R 34 79 460; H 56 71 580
		Probe 33	S Medebach, an der Str. nach Medelon (km 12,9)
TK 25 Bl. 4919 Frankenau		Me 3/5	R 34 85 940; H 56 68 720 S Rhadern, an der Str. nach Dalwigsthal (km 35,5)
Fr 1/1	R 34 88 560; H 56 61 820	Me 3/6	R 34 85 160; H 56 62 700
1/2	NE Frankenberg, an der B 252 (km 4,2), Im Hülstengrund	Probe 23	S Sachsenberg, an der Str. nach Schreufa (km 34,2)
1/3	(km 4,2), Im Hülstengrund	Me 4/1	R 34 81 270; H 56 72 600
Fr 3/1	R 34 94 860; H 56 59 430		S Medebach, an der Str. nach Münden (km 2,0)
6/1	E Dainrode, N der B 253 (km 3,5)		
Proben			
3-11			

- Me 4/2 R 34 81 120; H 56 71 700  
SE Medebach, an der Str. nach  
Münden (km 3,0)
- Me 4/3 R 34 81 080; H 56 70 920  
SE Medebach, an der Str. nach  
Münden (km 3,9)
- Me 4/4 R 34 77 200; H 56 70 320  
S Medelon, an der Str. nach  
Dreislar
- Me 6/1 R 34 85 420; H 56 67 860  
S Dalwigsthal, an der Str. nach  
Sachsenberg (km 36,6)
- TK 25 Bl. 4819 Fürstenberg
- Fü 3/1 R 34 91 270; H 56 65 460
- Probe 19 NE Frankenberg, an der Str.  
(B 252) nach Ederbringhausen  
(km 9,7)
- Fü 3/2 R 34 92 100; H 56 67 420  
N Ederbringhausen, an der Str.  
(B 252) nach Schmittlotheim
- Fü 6/1 R 34 98 810; H 56 64 660  
Proben  
12-15 N Frebershausen, an der Str.  
nach Gellershausen
- Fü 6/2 R 34 95 460; H 56 63 140  
NW Frankenau, an der Str. nach  
Altenlotheim (km 13,3)
- Fü 6/3 R 34 95 370; H 56 63 740  
NW Frankenau, an der Str. nach  
Altenlotheim (km 0,4)
- Fü 6/4 R 34 94 750; H 56 65 420  
NW Frankenau, an der Str. nach  
Altenlotheim (km 3,1)
- Fü 6/5 R 34 93 470; H 56 67 900  
S Schmittlotheim, an der Str.  
nach Altenlotheim (km 6,0)
- Fü 6/6 R 34 93 590; H 56 69 720  
S Kirchlotheim, an der B 252  
(km 8,1)
- Fü 6/7 R 34 92 240; H 56 71 820  
an der B 252, Abzweigung nach  
Harbshausen
- Fü 6/8 R 34 96 440; H 56 71 380  
SE Asel-Süd, Str. zwischen  
Schweitzerlager und Forsthaus  
(km 4,7)
- Fü 6/9 R 34 94 080; H 56 72 420  
Str. nach Asel-Süd (km 1,3)  
W Harbshausen
- Fü 6/10 R 34 91 290; H 56 66 330  
Bahnlinie N Ederbringhausen  
(Bahn-km 63,3)
- Fü 7/1 R 34 92 390; H 56 73 030  
N Herzhausen, an der Str. nach  
Thalitter (km 12,1)
- Fü 7/2 R 34 93 600; H 56 73 600  
N Herzhausen, an der Str. nach  
Vöhl (km 12,0)
- Fü 7/3 R 34 95 750; H 56 73 660  
Proben  
28-31 NW Asel, an der Str. nach Vöhl  
(km 0,9)
- TK 25 Bl. 4820 Bad Wildungen
- Wi 6/1 R 35 04 040; H 56 70 620  
S Waldeck, an der Str. nach  
Affoldern (km 37,1)
- Wi 6/2 R 35 04 700; H 56 71 560  
S Waldeck, an der Str. nach  
Affoldern (km 35,9)
- Wi 6/3A R 35 04 380; H 56 73 020  
S Waldeck, an der Str. nach  
Affoldern (km 34,0)
- Wi 6/3B R 35 04 580; H 56 71 940  
Probe 21 S Waldeck, an der Str. nach  
Affoldern (km 35,5)
- Wi 6/4 R 35 03 560; H 56 70 860  
W Hemfurth, an der Str. nach  
Bringhausen (km 38,0)
- Wi 6/5 R 35 01 820; H 56 71 440  
W Hemfurth, an der Str. nach  
Bringhausen (km 40,4)
- Wi 6/6 R 35 00 740; H 56 70 820  
W Hemfurth, an der Str. nach  
Bringhausen (km 41,5)
- Wi 7/1 R 35 00 900; H 56 72 300  
S Nieder-Werbe, an der Str. nach  
Scheid (km 28,7)
- Bohrungen der Preußischen Elektrizitäts-  
AG auf Bl. Bad Wildungen (Bohr-Nr. der  
PREAG)
- B 32 R 35 02 480; H 56 69 920  
SW Hemfurth
- B 34 R 35 02 810; H 56 69 950  
SW Hemfurth
- B 38 R 35 03 400; H 56 70 440  
Probe 20 SW Hemfurth
- B 48 R 35 02 460; H 56 70 070  
SW Hemfurth
- UB 3 R 35 02 600; H 56 69 950  
SW Hemfurth
- UB 14 R 35 02 550; H 56 69 975  
SW Hemfurth

IDI 1	R 35 02 705; H 56 70 020 SW Hemfurth	Ko 7/2	R 34 92 750; H 56 76 340 Probe 24 N Thalitter, an der Str. (B 252) nach Dorffitter (km 16,2)
TK 25 Bl. 4718	Goddelsheim	Ko 7/3	R 34 92 670; H 56 77 140 S Dorffitter, an der Str. (B 252) nach Thalitter (km 17,1)
Go 3/1	R 34 79 880; H 56 76 120 N Medebach, an der Str. nach Ober-Schledorn (km 13,1)	Ko 7/4	R 34 95 120; H 56 74 320 NE Herzhausen, an der Str. nach Vöhl (km 14,1)
Go 3/2	R 34 80 490; H 56 79 260 Probe 34 E Ober-Schledorn, an der Str. nach Nieder Schleidern	TK 25 Bl. 4720	Waldeck
Go 3/3	R 34 83 900; H 56 79 740 S Alleringhausen, an der Str. nach Eppe (km 32,7)	Wa 6/1	R 35 03 950; H 56 74 860 Probe 25 W Waldeck, an der Str. nach Affoldern (km 30,5)
Go 3/4	R 34 82 810; H 56 76 260 E Hillershausen, an der Str. nach Goddelsheim (km 34,6)	Wa 6/2	R 35 03 840; H 56 74 800 W Waldeck, an der Str. nach Affoldern (km 30,8)
Go 4/1	R 34 87 110; H 56 80 940 Probe 35 SW Lengefeld, Abzweigung km 22,5 Str. Lengefeld-Eppe	Wa 6/3	R 35 03 610; H 56 74 260 SW Waldeck, an der Str. nach Affoldern (km 31,2)
TK 25 Bl. 4719	Korbach	Wa 6/4	R 35 04 120; H 56 73 980 S Waldeck, an der Str. nach Affoldern (km 32,3)
Ko 1/1	R 34 99 550; H 56 75 250 1/2 S des Hochsteins, Einfahrt bei 1/3 km 4,5 an der Str. Basdorf- 7/5 Nieder Werbe	Wa 7/1	R 35 00 150; H 56 73 800 S Nieder Werbe, an der Str. nach Scheid (km 26,8)
Probe 32		Wa 7/2	R 35 01 480; H 56 75 840 NE Nieder Werbe, an der Str. nach Sachsenhausen (km 23,9)
Ko 7/1	R 34 92 470; H 56 74 460 S Thalitter, an der Str. (B 252) nach Herzhausen (km 13,9)		

## 8. Schriftenverzeichnis

- AHREND, H., & GEISSLER, H. (1970): Das Alter der Grauwacken im nordwestlichen Kellerwald (Rheinisches Schiefergebirge). — Göttinger Arb. Geol. Paläont., **5**: 3—14, 3 Abb.; Göttingen.
- BARTELS, H. (1966): Petrographische Untersuchungen von Grauwacken des Flechtinger Höhenzuges. — Jb. Geol., **2**: 371—443, 24 Abb., 18 Tab., 4 Taf.; Berlin (1968).
- BRINKMANN, R. (1948): Die Mitteldeutsche Schwelle. — Geol. Rdsch., **36**: 56—66, 2 Abb.; Stuttgart.
- CHAYES, F. (1956): Petrographic modal analysis.-New York.  
— & FAIRBRAIN, H. W. (1951): A test of the precision of thinsection analysis by point counter. — Am. Min., **36**: 704—712.
- CLAUS, R. (1927): Die Elsoffer-Kulm-Mulde. — Z. dt. geol. Ges., **79**: 236—276, 6 Abb., 1 Taf.; Berlin.
- DZULYNSKI, S., & WALTON, E. K. (ed.) (1965): Developments in Sedimentology 7: Sedimentary Features of Flysch and Greywackes. — 274 S.; Amsterdam.
- ECKHARDT, F.-J. (1958): Über Chlorite in Sedimenten. — Geol. Jb., **75**: 437—474, 13 Abb., 6 Tab.; Hannover.
- FÜCHTBAUER, H., & MÜLLER, G. (1970): Sedimente und Sedimentgesteine. — 726 S.; Stuttgart.
- HAUBOLD, F. (1933): Über das Unterkarbon auf Bl. Goddelsheim am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges. — Jb. preuß. geol. L.-Anst., **53**: 208—246, 4 Abb., 3 Tab., 1 Taf.; Berlin.

- HELMBOLD, R. (1952): Beitrag zur Petrographie der Tanner Grauwacken. — Heidelberg. Beitr. Miner. Petrogr., **3**, 4: 253—288, 9 Abb., 29 Tab.; Berlin.
- HENNINGSSEN, D. (1961): Untersuchungen über Stoffbestand und Paläogeographie der Gießener Grauwacke. — Geol. Rdsch., **51**: 600—626, 6 Abb., 4 Tab.; Stuttgart.
- (1966): Die paläozoischen Grauwacken bei Gießen und ihre Fortsetzung unter der südlichen Hessischen Senke. — Ber. oberhess. Ges. Natur- u. Heilkde. Gießen, N. F., naturwiss. Abt., **34**, 1—2: 19—31, 1 Abb.; Gießen.
- (1970a): Die Kulm-Grauwacken am Südrand des Westerwaldes. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1970**, 4: 193—200, 1 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- (1970b): Paläogeographische Probleme der Mitteldeutschen Schwelle. — Z. dt. geol. Ges., **121**: 143—150, 2 Abb.; Hannover.
- (1973a): Schwermineral-Untersuchung in Lockersedimenten und Sedimentgesteinen. — 17 S.; Hannover.
- (1973b): Zusammensetzung und Herkunft der Unterkarbon-Grauwacken in der Dillmulde (Rheinisches Schiefergebirge). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **101**: 300—309, 1 Abb., 3 Tab.; Wiesbaden.
- (1975): Composition and Paleogeography of Dinantian Graywackes in Western Germany. — Manuskript, ca. 9 S., C. R., 8. Intern. Karbonkongress; Moskau.
- HORN, M., & KULICK, J. (1969): Erl. geol. Kt. Hessen 1: 25 000, Bl. 4720 Waldeck. — 227 S., 35 Abb., 8 Diagr., 15 Tab., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- — (1969): Geol. Kt. Hessen 1: 25 000, Bl. 4720 Waldeck; Wiesbaden.
- — & MEISCHNER, D. (1973): Erl. geol. Kt. Hessen 1: 25 000, Bl. 4820 Bad Wildungen. — 386 S., 69 Abb., 20 Tab., 3 Beibl.; Wiesbaden.
- — — (1973): Geol. Kt. Hessen 1: 25 000, Bl. 4820 Bad Wildungen; Wiesbaden.
- HUCKENHOLZ, H. G. (1959): Sedimentpetrographische Untersuchungen an Gesteinen der Tanner Grauwacke. — Heidelberg. Beitr. Miner. Petrogr., **6**: 261—298, 13 Abb., 12 Tab.; Berlin.
- (1967): Petrographie und Mineralfazies einer konglomeratischen Tanner Grauwacke aus dem Unterharz. — Heidelberg. Beitr. Miner. Petrogr., **14**: 65—71, 3 Tab.; Heidelberg.
- KALSBECK, F. (1969): Note on the reliability of point counter analyses. — N. Jb. Miner., Mh., **1**: 1—6, 2 Abb., Stuttgart.
- KÜHNE, F., & PAECKELMANN, W. (1929): Die stratigraphische und fazielle Entwicklung des Karbons im nordöstlichen Sauerland und ein Vergleich mit Nachbargebieten. — Jb. preuß. geol. L.-Anst., **49**: 1229—1254, 1 Taf., Berlin.
- KUENEN, PH. H. (1964): Deep-sea sands and ancient turbidites. — Dev. in Sedimentology, **3**, Turbidites: 3—33, Amsterdam.
- KULICK, J. (1960a): Zur Stratigraphie und Paläogeographie der Kulm-Sedimente im Eder-Gebiet des nordöstlichen Rheinischen Schiefergebirges. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3**, 1: 243—288, 11 Abb., 3 Tab., 1 Taf.; Krefeld.
- (1960b): Driftmarken im Kulm des Edersee-Gebietes. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **3**, 1: 289—296, 6 Abb.; Krefeld.
- (1968): Erl. geol. Kt. Hessen 1: 25 000, Bl. 4719 Korbach. — 272 S., 32 Abb., 8 Diagr., 15 Tab., 8 Taf., 2 Beibl.; Wiesbaden.
- (1968): Geol. Kt. Hessen 1: 25 000, Bl. 4719 Korbach; Wiesbaden.
- LEUTERITZ, K. (1972): Erl. geol. Kt. Nordrhein-Westfalen 1: 25 000, Bl. 4817 Hallenberg. — 215 S., 25 Abb., 28 Tab., 4 Taf.; Krefeld.
- (1972): Geol. Kt. Nordrhein-Westfalen 1: 25 000, Bl. 4817 Hallenberg; Krefeld.
- LINDERT, W. (1971): Die Grundgebirgskomponenten in den altpaläozoischen Konglomeraten des Harzes. — Geologie, Jg. 20, Beih. 70, 99 S., 10 Abb., 9 Tab., 14 Taf., Berlin.
- MARSAL, D. (1967): Statistische Methoden für Erdwissenschaftler. — 152 S.; Stuttgart.
- MATTIAT, B. (1960): Beitrag zur Petrographie der Oberharzer Kulm-Grauwacken. — Beitr. Miner. Petrogr., **7**: 242—280, 17 Abb., 14 Tab.; Heidelberg.

- MEISCHNER, D. (1962): Rhenauer Kalk und Posidonienkalk im Kulm des nordöstlichen Rheinischen Schiefergebirges und der Kohlenkalk von Schreufa (Eder). — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **39**, 47 S., 15 Abb., 2 Tab., 7 Taf.; Wiesbaden.
- (1971): Clastic sedimentation in the Variscan Geosyncline east of the river Rhine. — In: Sedimentology of parts of Central Europe, Guidebook to Excursions, VIII Intern. Sed. Congress: 9—43, 19 Abb.; Frankfurt a.M.
- MEYER, D. E. (1970): Stratigraphie und Fazies des Paläozoikums im Guldenbachtal/SE-Hunsrück am Südrand des Rheinischen Schiefergebirges. — Diss. Univ. Bonn, 307 S., 71 Abb.; Bonn.
- MÜLLER, G. (1964): Methoden der Sedimentuntersuchung. — 303 S.; Stuttgart.
- NICOLAUS, H.-J. (1963): Zur Stratigraphie und Fauna der *crenistria*-Zone im Kulm des Rhein. Schiefergebirges. — Beih. Geol. Jb., **53**, 246 S., 32 Abb., 15 Tab., 22 Taf.; Hannover.
- PAECKELMANN, W. (1932): Die Rumpffläche des nordöstlichen Sauerlandes. — Jb. preuß. geol. L.-Anst., **52**: 473—519, 2 Taf.; Berlin.
- PAPROTH, E. (1953): Eine Kohlenkalkfauna aus dem Kulmkonglomerat von Frankenberg an der Eder. — Paläont. Z., **27**: 169—207, 2 Abb., 2 Taf., Stuttgart.
- PETTLJOHN, F. J. (1975): Sedimentary rocks. — 628 S.; New York.
- POTTER, P. E., & SIEVER, R. (1972): Sand and Sandstone. — 618 S.; Berlin.
- PICKEL, W. (1937): Stratigraphie und Sedimentanalyse des Kulms an der Edertalsperre. — Z. dt. geol. Ges., **89**: 233—280, 9 Abb., 5 Tab., 4 Taf.; Berlin.
- RABIEN, A. (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.
- RABITZSCH, K., & GRÜGER, M. (1968): Schwermineralanalytische Untersuchungen an Grauwacken des Harzes. — Hercynia, N. F., **5**: 373—384, 3 Abb.; Leipzig.
- RIBBERT, K.-H. (1975): Stratigraphische und sedimentologische Untersuchungen im Unterkarbon nördlich des Oberharzer Diabaszuges (NW-Harz). — Göttinger Arb. Geol. Paläont., **18**, 58 S., 19 Abb., 2 Tab.; Göttingen.
- RUPRECHT, H. (1936): Die Biostratigraphie des obersten Kulm im Sauerland. — Jb. preuß. geol. L.-Anst., **57**: 238—283, 18 Abb., 2 Taf.; Berlin.
- SADLER, P. (1974): Coarse-clastic sedimentation during the *spirale*-Subzone (L. carboniferous III) in the Edersee area. — Unveröff. Ber. Sonderforschungsber. 48: 49—68; Göttingen.
- (1975): Greywacke deposition in the late Lower Carboniferous of the Edersee area. — Unveröff. Ber. Sonderforschungsber. 48: 15—20; Göttingen.
- SCHNEIDER, H. (1954): Teilprofile der Kulmstufe III (Visé) im Innerstetal bei Clausthal und Lautenthal (Oberharz). — Roemeriana, **1**: 103—132, 8 Abb., 1 Taf.; Clausthal-Zellerfeld.
- SMITH, J. V. (1974): Feldspar Minerals, **2**: Chemical and Textural Properties. — 690 S.; Berlin.
- STOECKE, K. J. (1929): Die Kulmkonglomerate am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges. — Jb. preuß. geol. L.-Anst., **49**: 1003—1036, 2 Abb., 3 Taf.; Berlin.

Manuskript eingegangen am 20. 9. 1976

# Röt und tertiäre Sedimente im Raum Schlüchtern (Hessen) nach Kernbohrungen

Von

WALTER BARTH und HELMUT HICKETHIER\*

**Kurzfassung:** Eine bei Elm, TK 25 Bl. 5623 Schlüchtern, im Jahre 1975 ausgeführte Kernbohrung ergab für das Röt eine dort unerwartet hohe Mächtigkeit von 105 m. 4 weitere im gleichen Jahr und Blattgebiet bei Hohenzell und Herolz niedergebrachte Kernbohrungen zeigen eine Sedimentationsentwicklung von einer kiesig-sandigen zu einer schluffig-tonigen Ausbildung im Untermiozän.

[Röt and Tertiary sediments in the area of Schlüchtern (Hesse) according to core drilling results.]

**Abstract:** In a borehole, drilled by rotary core drilling in 1975 near Elm (Hesse) the Upper Buntsandstein (Röt) was proved to be of a thickness of 105 m, up to now not expected. 4 other boreholes, sunk in the same area and at the same time near Hohenzell and Herolz showed changes in the sediments of Lower Miocene age from gritty-arenaceous facies to silty-clay facies.

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung . . . . .	99
2.	Röt . . . . .	100
	2.1. Vorkommen . . . . .	100
	2.2. Bohrung 1 . . . . .	100
3.	Sedimentäres Tertiär . . . . .	103
	3.1. Vorkommen . . . . .	103
	3.2. Bohrungen 2-5 . . . . .	104
4.	Schriftenverzeichnis . . . . .	114

## 1. Einleitung

Im Jahre 1975 wurden auf Bl. 5623 Schlüchtern der TK 25 im Auftrag des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung Kernbohrungen in Röt- und Tertiärsedimenten abgeteuft. Die Ergebnisse dieser Bohrungen ergänzen in wesentlichen Teil-

---

\* Dr. W. BARTH, Dr. H. HICKETHIER, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden.

bereichen Geologische Karte und Erläuterungen (EHRENBERG & HICKETHIER 1971), auf die im folgenden Text mehrfach Bezug genommen wird. Die genaue Lage der Bohransatzpunkte ist den Angaben im Kopf der Profilbeschreibungen zu entnehmen.

Zugunsten einer raschen Veröffentlichung der Bohrprofile wurden die Ergebnisse der noch laufenden chemischen und mineralogischen Untersuchungen an entnommenen Proben nicht abgewartet. Es ist beabsichtigt, sie gesondert zu publizieren.

## 2. Röt

### 2.1. Vorkommen

Gesteine des Röts markieren zusammen mit Muschelkalk und Tertiär die kessel-förmige Senke des Schlüchterner Beckens gegenüber dem in der Umgebung anstehen- den Mittleren Buntsandstein. In großer Verbreitung streicht das Röt in den meist flachen Hangpartien unterhalb des Muschelkalkes aus.

Vorwiegend die unteren Schichtglieder des Röts sind bislang mehrfach in Meißel- bohrungen erfaßt worden. Darüber hinaus sind in Anrissen und Gruben Teilbereiche erschlossen.

In der Gemeinde Sinntal nahe dem Ortsteil Sannerz werden Schichten des Röt 1 und Röt 2 seit langem zur Ziegelherstellung abgebaut.

### 2.2. Bohrung 1

Die Kernbohrung ist auf dem „Weinberg“ nahe dem Schlüchterner Stadtteil Elm angesetzt worden. Außer der Frage der Zugänglichkeit in dem meist steile Hänge bildenden Unteren Wellenkalk wurde auch berücksichtigt, daß am Ausstrich der Grenze Röt/Muschelkalk Rutschungen auftreten. Es wurde ein Ansatzpunkt auf einer flachen Bergkuppe im Muschelkalkbereich festgelegt, wo ungestörte Lagerung anzunehmen war; obwohl dies auch zutraf, traten im Grenzbereich Röt/Muschelkalk und im obersten Röt Kernverluste ein.

## Profilbeschreibung

Bezeichnung: D/75-B1

Lage: Schlüchterner, Gemarkung Elm, R 35 38 97, H 55 80 93, ca. 307 m über NN

Bohrzeit: Oktober 1975; Bohrverfahren: Rotary-Kernbohrung, DKR, 180/140 mm  $\varnothing$

Bearbeiter: BARTH, HICKETHIER

— 0,25 m	Auffüllung (Feldweg)	
— 0,60 m	Boden, dunkelbraun (Lehm mit Kalksteinstücken)	Quartär
— 1,70 m	Kalksteinschutt, gelbbraun	„
— 2,20 m	Ton, schluffig, gelbbraun und grau, mit Kalkstein- stückchen (aus seitlich angrenzendem Tertiärton umgelagert)	„
— 4,00 m	Kalkstein, grau (stark angewittert)	Unt. Muschelkalk
— 27,40 m	Kalkstein, grau (Folge von welligen Kalkstein- schichten und dünnen, grauen bis gelbgrauen Mergel- bis Kalkmergelzwischenlagen)	„
— 29,25 m	Kalkstein, gelbbraun (Grenzgelbkalk)	„

— 30,00 m	Mergel und Mergelkalk, gelbbraun, unterhalb 29,5 m grüngrau mit gelbbraunen Lagen (27,75—30,00 m: 0,70 m Kernverlust)	Röt 4, Bunte Tonsteinschichten
— 31,00 m	Kernverlust	
— 31,65 m	Mergelkalk bis Kalkmergel, grau bis grüngrau (31,00—31,65 m: 0,30 m Kernverlust)	„
— 69,20 m	Schluffstein-Tonstein, überwiegend braunrot-rötlichbraun, abschnittsweise intensiv violette Farbtonung, zahlreiche grau-grüne Lagen (max. 0,4 m mächtig); feinschichtig, dünnlagig bis blättrig ausgebildet, einige dünne Lagen mit erhöhtem Sandgehalt (61,70—62,10 m stark schluffiger Feinsandstein; 44,30—44,40 m und 52,50—52,55 m grüngrauer kieselig Feinsandstein); durchgehend schwach kalkhaltig (vor allem die grüngrauen Abschnitte), lagenweise kalkreich (auf Klüften und Schichtflächen), Kalkgehalt i. a. mit der Teufe abnehmend, Kluffflächen in der Regel grünlichgrau verfärbt; grünliche Entfärbungsflecken in den braunroten Abschnitten (31,65—60,00 m: auf mehrere Kernmärsche verteilt 7,60 m Kernverlust)	„
— 69,50 m	Feinsandstein, kieselig, grüngrau, mit nach der Teufe abnehmendem Schluffanteil	Quarzitschichten
— 72,00 m	Tonstein-Schluffstein, rotbraun, zwischen 70,70 und 71,00 m violettstichig, mit wechselndem Feinsandanteil; von 70,45—70,50 m grüngraues und rotbraunes Feinsandsteinbänkehen	„
— 79,70 m	Schluffstein, hellrotbraun, mit deutlich geringerem Tongehalt als überlagernde Schichten des Röt 4, deutlich höhere Festigkeit, Kluffflächen meist senkrecht, mit grünlich verfärbten Belägen, grünliche Entfärbungsflecke; Kalkgehalt fast nur auf Klüften, von 78,00—78,10 m stark kavernös (Andeutung von Auslaugungsbrekzie, Hohlräume hier mit Calcit-Tapeten); unterhalb 79,20 m zunehmend sandig	„
— 80,20 m	Feinsandstein, unterschiedlich schluffig, hellrotbraun mit grüngrauen Lagen und Flecken, abschnittsweise schwach kavernös; in der Intensität wechselnder Kalkgehalt	„
— 102,60 m	Schluffstein, hellrötlichbraun, violettstichig von 95,50—97,90 m und 101,00—101,40 m, meist schwach kalkhaltig, auf Kluffflächen und gelegentlich auf Schichtflächen stärker kalkhaltig; mehrere 5 cm starke kieselige und kalkhaltige Feinsandsteinbänkehen sowie 10—30 cm mächtige grünlichgraue schluffige Feinsandsteinlagen; unterhalb 88,00 m zunehmender Feinsandanteil; von 95,50—97,90 m höherer Tonanteil, Feinschichtung, dunklere Färbung und schichtparallele Harnischflächen; schwach kavernös von 97,55—97,90 m (Hohlräume mit Calcit-Tapeten)	Röt 3, Braunrote Tonsteinschichten
— 103,20 m	Feinsandstein, kieselig, grünlichgrau, schwach kalkhaltig	Röt 2, Grenzquarzit

— 105,00 m	Schluffstein, feinsandig, dunkelrotbraun, kalkfrei	Röt 2, Grenzquarzit
— 105,35 m	Feinsandstein, kieselig, grünlichgrau, schwach kalkhaltig	„
— 110,20 m	Feinsandstein, hellrötlichbraun, lagenweise etwas porig im obersten Meterbereich, schlierige Einschaltungen von Schluffstein-Tonstein zwischen 107,30 und 108,00 m; nur einzelne Lagen kalkhaltig	Plattensandstein
— 123,65 m	Wechselfolge von schluffigem Feinsandstein und feinsandigem Schluff- bis Tonstein, hellrötlichbraun bis rotbraun, wechselnd kalkhaltig; einzelne grünlichgraue, festere Lagen und einzelne kieselige Lagen; reichlich glimmerführender, etwas poriger, schräggeschichteter und hellrötlichbrauner Feinsandstein von 117,00—118,30 m	„
— 128,80 m	Feinsandstein, hellrötlichbraun, mit rotbraunen, dünnen (mm- und cm-starken) Schluff- und Tonsteineinlagerungen, die nach der Teufe zu abnehmen, fein- und schräggeschichtet, glimmerführend, wechselnder Kalkgehalt	„

(Endteufe)

### Deutung des Profils

Die Mächtigkeit der in der Bohrung durchteuften Schichten ist deutlich höher als der aus Hangprofilen im Südteil von Bl. 5623 Schlüchtern gewonnene Wert von rd. 90 m (EHRENBERG & HICKETHIER 1971). Die Bohrung wurde im untersten Teil des Plattensandsteins eingestellt, so daß der bis dahin durchteuften Rötmächtigkeit von 99,55 m noch ca. 5,5 m für einen geringen Rest Plattensandstein und den liegenden Basiston (Röt 1) hinzuzurechnen wäre. Es ergäbe sich somit eine Gesamtmächtigkeit von rd. 105 m. Dieser Wert fällt auf gegenüber den sonst in der weiteren Umgebung (LAEMMLEN 1966, LEPPER 1970) recht gleichmäßigen Angaben von ebenfalls 85—90 m. Da Lagerungsstörungen an den Bohrkernen nicht erkennbar sind und auch gut faßbare Einzelabschnitte, wie im folgenden erläutert, gegenüber Geländeaufschlüssen Mächtigkeitszunahme aufweisen, kann eine engräumig begrenzte Sonderentwicklung angenommen werden.

In diesem Zusammenhang sei auf die gut belegten bemerkenswerten Veränderungen in Fazies und Mächtigkeit des Solling-Sandsteins hingewiesen, der vom Westrand des Bl. 5623 Schlüchtern mit der üblichen, ca. 20 m mächtigen Ausbildung bis zum Ostrand auf 11—12 m abnimmt (BACKHAUS 1968, EHRENBERG & HICKETHIER 1971, LAEMMLEN 1966/67). Ferner ist vielleicht auch hier zu berücksichtigen, daß Bruchlinien am Schlüchterner Becken abgeschwächt oder sogar abgelenkt werden (DIEDERICH & HICKETHIER 1970). Nach GRUMBT & LÜTZNER (1966) ist ein solcher Effekt aus dem Deckgebirge allein schwer verständlich, sondern die Ursachen sind möglicherweise im tieferen Untergrund zu suchen.

Das Röt 2, Plattensandstein, weist auch in der Bohrung die für das Gebiet typische Gliederung auf mit bankigen Feinsandsteinen im unteren und oberen Teil, dazwischen Feinsandstein und Tonstein-Schluffstein in häufigen Wechseln und Über-

gängen. Die Mächtigkeit von etwas über 26 m übersteigt die in Hangprofilen beobachteten Werte von 20 m; Relikte von Gipsauslaugung, wie sie in Lesesteinen beobachtet wurden, waren nicht festzustellen.

Die Grenzquarzitzone läßt als gut abtrennbarer Einzelabschnitt gegenüber einem ca. 2,5 km entfernten Aufschluß mit 2,25 m eine Mächtigkeitszunahme um 0,5 m erkennen.

Das Röt 3, Braunrote Tonsteinschichten, war bisher in seinem Aufbau wenig bekannt; im frischen Gestein ist sehr deutlich der überwiegende Schluffsteinanteil mit nach unten zunehmendem Feinsandgehalt zu erkennen. Die kavernöse Ausbildung einer Schicht im unteren Teil läßt sich wohl mit einem früheren Fund von Steinsalz pseudomorphosen in diesem Abschnitt in Verbindung bringen und deutet auf Gipsauslaugung hin. Die Mächtigkeit ist mit 22,40 m 5–10 m höher als Angaben aus Hangprofilen im Südteil von Bl. 5623 Schlüchtern.

Im Röt 4 bringt die Mächtigkeitszunahme der Quarzitschichten (Fränkischer Chirotheriensandstein) auf 11,0 m etwa eine Verdoppelung gegenüber den Angaben von 5–7 m aus der Umgebung. Die obere der beiden charakterisierenden Feinsandsteinlagen ist stärker kieselig gebunden. In Hangprofilen wechselt die Ausbildung der Feinsandsteine etwas und die Feinarbeit der Verwitterungseinflüsse bringt diese Horizonte örtlich wesentlich deutlicher zur Geltung als sie im frischen Gestein der Bohrkerne erscheinen.

Die Bunten Tonsteinschichten entsprechen mit 39,95 m wieder gut den Angaben aus der Umgebung mit rd. 40 m.

Leider sind die im Gelände schwer faßbaren obersten Schichten durch Kernverluste auch in der Bohrung sehr beeinträchtigt. Ausbildung und Mächtigkeit der etwa 2,40 m grüngrauen und gelbbraunen Mergel bis Mergelkalke wechseln nach Beobachtungen im Gelände stark. Allerdings ist ihre Färbung wohl weitgehend auf die Reduktionswirkung der sich auf dem Röt stauenden Wässer zurückzuführen. Sie sind in ihrer Abgrenzung nicht identisch mit den Myophorienschichten, da Fossilführung in Aufschlüssen auch noch tiefer in roten und grünen Tonsteinen beobachtet wurde. Mit der gelbbraunen Bank des Grenzgelbkalkes ist eine deutliche Grenze und der Beginn des hangenden Muschelkalks gegeben.

### 3. Sedimentäres Tertiär

#### 3.1. Vorkommen

Miozäne Sedimente treten rund um das Schlüchterner Becken zwischen Trias und basaltischen Decken auf. Starke tektonische Bewegungen mit weitgehender Zerstückelung der Gesteinsschichten in große und kleine Schollen während der Sedimentation bewirkten in Mächtigkeit und Ausbildung sehr unterschiedliche Ablagerungen. Während stellenweise die tertiären Sedimente nur wenige Meter mächtig sind oder sogar basaltische Gesteine unmittelbar prätertiärem Untergrund auflagern, blieben auf mehreren Schollenkomplexen in der nördlichen Hälfte von Bl. 5623 Schlüchtern bis über 50 m mächtige, überwiegend tonige Ablagerungen erhalten, die wegen

ihrer Braunkohlenführung vor längerer Zeit von zahlreichen Bohrungen erschlossen wurden; soweit die Tertiärbasis erreicht wurde, ist nur in wenigen Fällen Sand oder sandiger Ton als älteste Schicht nachgewiesen worden. Dagegen treten auf zahlreichen Schollen mit geringer Tertiärmächtigkeit Gerölle und geröllführende Sande und Tone auf.

Da die pelitischen und psammitischen Sedimente sehr zu Rutschungen neigen, sind Oberflächenaufschlüsse selten; nur in einer Grube SW Gundhelm, wo derzeit die Firma Gebr. Patzer KG in Sinntal-Jossa Material zur Herstellung von Einheitserde (Mischung von Torf, Mineraldünger und Material vorgenannter Entnahmestelle) gewinnt, konnte festgestellt werden, daß in den Tonen dünne Schluff- und Feinsandlagen sowie meist stark zersetzte Tuffe und Tuffite eingeschaltet sind.

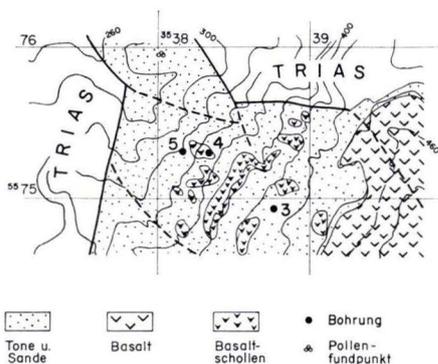


Abb. 1. Tertiärgraben S Schlüchtern-Hohenzell, M. 1:50 000 (Ausschnittsverkleinerung aus der Geol. Kt. Hessen 1:25 000; vereinfacht, Quartär abgedeckt).

Im Südteil von Bl. 5623 Schlüchtern zieht sich eine mit über 100 m mächtigem Tertiär gefüllte Grabenzone über ca. 3 km vom Schlüchterner Stadtteil Hohenzell bis auf das südlich angrenzende Bl. 5723 Altengronau. In dieser gibt es nur wenige Aufschlüsse im basalen Teil, wo in einigen Gruben Sande und Kiese gewonnen wurden; Bohrungen existierten bislang nicht. Insbesondere war auch nicht gesichert, ob es sich bei den größeren Vorkommen basaltischer Gesteine unterhalb der geschlossenen Basaltüberdeckung um sehr frühe Ergüsse, Intrusivbildungen oder, wie bei kleinen Schollen bekannt, um abgerutschte Massen handelt.

### 3.2. Bohrungen 2—5

Der Schichtenaufbau im oben beschriebenen Tertiärgraben sollte durch zwei Bohrungen bei Hohenzell erkundet werden. Infolge technischer Schwierigkeiten mußte bei einer Bohrung das Bohrgerät einmal umgesetzt werden; die Lage der nunmehr drei Bohrpunkte (B 3—B 5) ist in Abb. 1 wiedergegeben; die höhenmäßig etwa aneinander anschließenden Profile sind anhand der ausführlichen Schichten-

beschreibungen in Abb. 2 vereinfacht zeichnerisch dargestellt, zusammen mit einer weiteren Bohrung (B 2), die etwa 3 km nordnordöstlich der B 3—B 5 nahe Herolz auf einer anderen tektonischen Scholle ebenfalls mächtiges Tertiär erschlossen hat.

### Profilbeschreibungen

#### Bohrung 2

Bezeichnung: D/75-B2

Lage: Schlüchtern, SW Herolz, R 35 39 20, H 55 78 07, ca. 327,0 m über NN

Bohrzeit: September 1975; Bohrverfahren: Rotary-Kernbohrung, EKR, trocken, 180/120 mm  $\varnothing$

Bearbeiter: BARTH, HICKETHIER

— 0,40 m	Wegeschotter, Muschelkalkschutt	
— 0,60 m	Waldboden	Quartär
— 0,90 m	Basaltschutt (Steine bis 6 cm $\varnothing$ ), z. T. grusig-tonig verwittert, kalkfrei	„
— 1,05 m	Ton, stark schluffig, mittelgrau, roststreifig, kalkfrei, in den untersten 3 cm mit stark zersetzten Basaltbröckchen	„
— 1,20 m	Ton, stark schluffig, mittel- bis hellgrau, gelb- und rötlichbraunstreifig, kalkfrei	Tertiär, Miozän
— 3,30 m	Ton, stark schluffig, rotbraun, violettstichig, kalkfrei	
— 4,65 m	Schluff, tonig, mittel- bis hellgrau mit zahlreichen gelb- bis rotbraunen Streifen, kalkfrei	„
— 5,50 m	Ton, schluffig, mittel- bis hellgrau, unter 5,10 m mit rotbraunen Flecken, kalkfrei	„
— 5,65 m	Ton, kohleführend, braunschwarz, kalkfrei	„
— 6,10 m	Ton, schluffig, graurötlich bis graubraun, mit einzelnen organischen Resten (schwarz-braun), kalkfrei	„
— 9,15 m	Schluff, unterschiedlich stark tonig, dunkelolivschwarz, mit Pflanzenresten, Pyrit in Konkretionen und fein verteilt; rötlichgrau zwischen 6,65 und 6,90 m; kalkfrei	„
— 11,25 m	Ton, schluffig, braun bis schwarzbraun, mit zahlreichen kohligen Holzresten, kalkfrei	„
— 17,90 m	Ton, unterschiedlich schluffig, dunkelbraun mit schwach rötlicher Färbung, gelegentlich auch dunkeloliv, zahlreiche Lagen mit kohligen Holzresten und Pyrit als Konkretionen und/oder fein verteilt, kalkfrei	„
— 18,90 m	Ton, schluffig, i. a. bläulich-mittelgrau, schwarzbraun gefärbt (kohlige Holzreste) vor allem zwischen 18,15 bis 18,30 m, 18,45—18,50 und 18,70—18,75 m, kalkfrei	„
— 19,30 m	Schluff, tonig, nach unten zunehmender Feinsandanteil, bläulich hellgrau, kalkfrei	„
— 20,30 m	Feinsand, schwach mittelsandig, die oberen 0,3 m schwach schluffig, blaugrau mit gelblichgrauen Lagen; im untersten Bereich dunkelgraublau; kalkfrei	„
— 20,70 m	Ton, schluffig, schwarzbraun (einzelne kohlige Pflanzenreste), die untersten 5 cm blaugrau und ohne Pflanzenreste, kalkfrei	„
— 20,90 m	Schluff, bläulichgrau, nach unten zunehmend feinsandig, kalkfrei	„
— 21,50 m	Feinsand, schwach mittelsandig, bisweilen schwach schluffig, bläulichgrau mit gelbgrauen Lagen, kalkfrei	„

— 21,70 m	Ton, kohleführend, schwarzbraun, kalkfrei	Tertiär, Miozän
— 21,80 m	Feinsand, mittelsandig, stark schluffig, schwarzgrau, kalkfrei	„
— 22,20 m	Ton, schluffig, schwarzbraun, mit einzelnen kohligen Holzresten, kalkfrei	„
— 22,50 m	Ton, schwach schluffig, bläulich-hellgrau, stellenweise Kalkanreicherungen	„
— 22,90 m	Ton, schluffig, schwarzbraun (mit kohligen Holzresten), kalkfrei	„
— 25,45 m	Ton, schluffig, stellenweise schwach feinsandig, bläulich-hellgrau, mit Kalkanreicherungen, besonders bei 24,20 und 25,45 m	„
— 26,45 m	Ton, schluffig, feinsandig, bläulich-hellgrau, kalkfrei	„
— 27,35 m	Schluff, feinsandig, tonig mit wechselnden Anteilen, oberhalb 27,00 m hellblaugrau, darunter mittel- bis dunkelgrau gestreift und nur schwach tonig, kalkfrei	„
— 28,30 m	Feinsand, mittelsandig, nach unten zu übergehend in Mittelsand, feinsandig, kalkfrei, kohlige Holzreste, schluffig, mittel-bis dunkelgrau	„
— 30,25 m	Ton, schluffig, grünlichgraublau, mit einzelnen Kalkanreicherungen; tiefster Teil Übergang zu braunschwarzen Farben	„
— 39,25 m	Ton, schwach schluffig, braunschwarz bis schwarzbraun (lagige Anreicherung an kohligen Holzresten, z. T. auch Pyrit), im tiefsten Teil Übergang zu blaugrauen Farben, kalkfrei	„
— 44,55 m	Ton, bläulichgrau, mit lagigen gelblichweißen Kalk-Dolomit-Anreicherungen, unterhalb 44,00 m zunehmend schluffig; bei 41,15 m Mittel-Grobsandlage	„
— 46,40 m	Feinsand, mittelsandig, nach unten zu übergehend in Grobsand, mittelsandig, grau; die untersten 5 cm gelbbraun (eisenschüssig); kalkfrei	„
— 46,95 m	Ton, schwach schluffig, braunschwarz, mit einzelnen kohligen Holzresten, kalkfrei	„
— 50,10 m	Ton, schluffig, lagenweise Reste von kohligem Holz, der oberste Abschnitt blaugrau gefärbt, nach unten zunehmend dunkelgrau bis schwarzbraun, kalkfrei	„
— 51,45 m	Rhythmische Wechsellagerung von schluffigem Ton (grünlich-blaugrau) und, in Abständen von 2—4 cm, Mittel-Grobsand (grau, 0,5—1 cm mächtig), kalkfrei	„
— 52,90 m	Ton, dunkelolivgrau; kohlige Holzreste und braunschwarz zwischen 51,45 und 52,00 m; kalkfrei	„
— 58,20 m	Ton, grünlich-blaugrau, mit vereinzelt Kalkanreicherungen	„
— 59,35 m	Ton, schluffig, dunkelgrau bis schwarzbraun (vereinzelt Pflanzenreste), unterhalb 58,65 m lagenweise grüngraue Beimengungen und bunte, auch weißl. Flecken (? Tuffbeimengungen)	„
— 63,70 m	Ton, grünlichblaugrau, nach unten dunkler werdend, Kalkanreicherungen bes. bei 61,60 und 61,95—62,05 m	„
— 64,20 m	Ton, schluffig, dunkelbraungrau, bunte und weißl. Flecken, nach unten zu abnehmend (? Tuff, Tuffitbeimengungen), kalkfrei	„
— 64,95 m	Ton, schwarzbraun, mit einzelnen kohligen Holzresten und einzelnen kleinen weißen Flecken, kalkfrei	„

— 65,45 m	Schluff, stark sandig, schwach tonig in wechselnden Anteilen, dunkelgrau, kalkfrei	Tertiär, Miozän
— 72,75 m	Ton mit einzelnen dünnen schluffigen und feinsandigen Lagen; oben schwarzbraun (org. Reste), nach unten zu dunkelgrünlichgrau, stark weiß gefleckte Lage bei 69,30 m; kalkfrei	„
— 77,50 m (Endteufe)	Ton, blaugrau, mit zahlreichen Kalkanreicherungen	„

## Bohrung 3

Bezeichnung: D/75-B3

Lage: Schlüchtern, S Hohenzell, R 35 38 73, H 55 74 93, 408,09 m über NN

Bohrzeit: August 1975; Bohrverfahren: Rotary-Kernbohrung, EKR, trocken, 180/120 mm  $\varnothing$ 

Bearbeiter: BARTH, HICKETHIER

— 0,25 m	Mutterboden	Quartär
— 7,60 m	Olivintholeiit, feinporig, mittel- bis dunkelgrau, gelbbraun gesprenkelt, überwiegend stark vergrust, mit festen Kernstücken zwischen 2,60 und 4,10 m; auffallend blasenreiche Zone (Grenzschlacke) von 6,40—7,60 m; kalkfrei	Rutschmasse
— 11,70 m	Olivinbasalt, dunkelgrau bis schwarzgrau, feinkörnig; feste Kernstücke zwischen 9,60 und 10,70 m sowie bei 11,00 m; kalkfrei	„
— 13,25 m	Ton, schluffig, bis 12,00 m grüngrau, darunter dunkelgrau bis braunschwarz (organ. Material), mit zahlreichen Basaltstücken (eckig bis kantengerundet, mm- bis 5 cm $\varnothing$ ), kalkfrei	„
— 14,45 m	[bei Umlagerung in Ton eingearbeitetes Basaltmaterial] Ton, blaugrau, mit vereinzelt weißl. Kalkkonkretionen (bis 2 cm $\varnothing$ ), ungestörte Feinschichtung	Tertiär, Miozän
— 14,90 m	Schluff, stark mittel- bis feinsandig, tonig, hellgrau bis hellbräunlichgrau	„
— 15,25 m	Ton, blaugrau mit schwarzbrauner Bänderung, vereinzelt weißl. Kalkkonkretionen	„
— 15,30 m	Mittelsand, schwach feinsandig, schluffig, hellgrau, kalkfrei	„
— 15,65 m	Ton, schwarzgrau mit leicht bräunlicher Färbung, kalkfrei	„
— 16,80 m	Mittelsand, schwach feinsandig, schwach schluffig, grau, mit bräunlichem Ton zwischen 16,15 und 16,25 m, kalkfrei	„
— 16,90 m	Ton, schwarzgrau mit schwach bräunlicher Färbung, kalkfrei	„
— 19,80 m	Ton, blaugrau, mit weißlichen Kalkkonkretionen (max. 2 cm $\varnothing$ )	„
— 22,55 m	Schluff, feinsandig, tonig, grünlich-bläulichgrau, Kalkkonkretionen und sandreicher bis 20,30 m	„
— 23,85 m	Ton, schluffig, grünlich-bläulichgrau, mit Kalkkonkretionen	„
— 28,95 m	Ton, braunschwarz, vereinzelt Pflanzenreste, im oberen Bereich mit wenig kleinen Kalkkonkretionen	„
— 40,40 m	Ton, grünlich-bläulichgrau, mit vereinzelt Kalkkonkretionen; schluffige Einlagerung zwischen 39,55 und 39,75 m	„
— 41,80 m	Ton, schwarzbraun, mit Pflanzenresten, kalkfrei	„
— 44,30 m	Ton, matt-olivgrau, mit vereinzelt Kalkkonkretionen	„
— 45,20 m	Ton, braunschwarz, mit zahlreichen Pflanzenresten, kalkfrei	„

— 48,00 m	Ton, matt-olivgrau, mit vereinzelten Kalkkonkretionen; zwischen 47,00 und 48,05 m: 0,35 m Kernverlust	Tertiär, Miozän
— 48,85 m	Ton, braunschwarz, mit Pflanzenresten, kalkfrei	„
— 49,15 m	Schluff, tonig, feinsandig, grau, im oberen Teil dunkelbraungrau, kalkfrei	„
— 52,20 m	Ton, hellgraublau, kalkfrei (Kernverluste zwischen 50,00 und 50,35 m; 51,00 und 51,25 m sowie 51,65 und 52,20 m; vermutlich schluffig-feinsandige Lagen)	„
— 53,50 m	Ton mit einzelnen schluffigen Lagen, hell- bis mittelgrau, mit vereinzelten Kalkkonkretionen	„
— 53,90 m	Feinsand, stark schluffig, olivgrau, kalkfrei	„
— 59,30 m	Ton, wechselnd schluffig, grünlich-bläulichgrau, mit vereinzelten Kalkkonkretionen	„
— 59,85 m	Schluff, stark feinsandig, nach unten zunehmend schwach tonig, hellblaugrau, kalkfrei	„
— 60,75 m	Ton, hellblaugrau, kalkfrei	„
— 60,90 m	Tonstein, grünlichgrau, mit Pyrit, kalkfrei	„
— 61,20 m	Ton, hellblaugrau, kalkfrei	„
— 61,30 m	Quarzit, hellgraubraun, nur an Hangend- und Liegendgrenze absandend, kalkfrei	„
— 62,10 m	Ton, hellgraublau, von 61,90—62,10 m stark schluffig, schwach feinsandig, mit vereinzelten Kalkkonkretionen	„
— 64,80 m	Ton, hellblaugrau, braunschwarz zwischen 63,60 und 64,55 m; mit vereinzelten Kalkkonkretionen; schluffig zwischen 64,55 und 64,80 m; Pyritknolle (3 cm $\varnothing$ ) bei 64,10 m	„
— 65,30 m	Feinsand, schwach mittelsandig, schluffig, mittelgrau, kalkfrei, mit kohligen Holzresten und Pyrit	„

(Endteufe)

## Bohrung 4

Bezeichnung: D/75-B4

Lage: Schlüchtern, S Hohenzell, R 353833, H 557530, 352,83 m über NN

Bohrzeit: August 1975; Bohrverfahren: Rotary-Kernbohrung, EKR, trocken, 180/120 mm  $\varnothing$ 

Bearbeiter: BARTH, HICKETHIER

— 0,15 m	Mutterboden	Quartär
— 0,50 m	Lehm mit Basaltgeröllen, kalkfrei	„
— 3,10 m	Olivintholeiit, braun und grau, bis auf einzelne feste Kernpartien völlig vergrust, kalkfrei	Rutschmasse
— 4,80 m	Ton, gebändert, bis 3,95 m beige-grau, darunter hellmittelbraun, kalkfrei	„
— 5,60 m	Feinsand, stark schluffig, schwach tonig, gelblichbraun, mit weißl. Kalkkonkretionen bis 3 cm $\varnothing$	„
— 6,00 m	Ton, schluffig, hellbraun bis olivgrau, mit weißl. Kalkkonkretionen	„
— 6,10 m	Feinsand, stark schluffig, schwach tonig, gelblichbraun, dunkelbraun gefleckt bis schlierig, stark eisenschüssig, kalkhaltig	„
— 6,45 m	Feinsand, schluffig, gelbbraun, nur im oberen Teil schwach kalkhaltig	„
— 8,60 m	Ton, bis 7,35 m mittelblaugrau; mit zahlreichen Basaltstücken (bis 5 cm $\varnothing$ ); von 7,35—8,35 m dunkelgrau bis schwarzgrau, mit zahlreichen Pflanzenresten; ab 8,35 m	„

	erneut mittelblaugrau, mit „eingearbeiteten“ Basaltstücken (bis 5 cm $\varnothing$ ); in den blaugrauen Abschnitten Fein- bis Mittelsandlagen; kalkfrei	Rutsch- masse
– 9,50 m	Mittelsand, mit nach der Teufe abnehmendem Grobsandanteil, einzelne Schluff- und Tonlagen; bis 9,05 m hellbläulichgrau, bis 9,45 m mittel-dunkelgrau, darunter beige; kalkfrei	Tertiär, Miozän
– 10,65 m	Ton, schluffig; bis 10,20 m dunkelgrau bis schwarzgrau, mit dünnen mittelgrauen sandigen Lagen, darunter mittel- bis dunkelgrau mit unterschiedlich braun gefärbter, eisenschüssiger Bänderung; kalkfrei	„
– 10,70 m	Schluff-Feinsand, braun, stark eisenschüssig, kalkfrei	„
– 12,50 m	Ton, wechselnd schluffig, beige bis mittelgrau, kalkfrei	„
– 12,55 m	Mittelsand, schwach fein- und grobsandig, hellbraun, stark eisenschüssig im tiefsten Teil, kalkfrei	„
– 15,55 m	Ton, hellbläulichgrau, mit gelblichbraunen Lagen und Schlieren bis 13,60 m; lagige Anreicherung von ? Dolomit-Konkretionen; von 13,10–13,15 m dünne Sandlagen, durch Fe und Mn schwarzbraun gefärbt; kalkfrei	„
– 15,70 m	Fein-Mittelsand, schluffig, grau, kalkfrei	„
– 15,85 m	Ton, schluffig, schwach sandig, hellbläulichgrau, kalkfrei	„
– 15,95 m	Mittelsand, schluffig, feinsandig, hellbraungrau bis braun, verschieden stark eisenschüssig, kalkfrei	„
– 17,10 m	Ton, bläulichgrau mit gelblichbraunen Lagen und Schlieren; braune, stark eisenschüssige Lage bei 16,50 m; kalkfrei	„
– 19,60 m	Ton, mittelgrau bis schwarzgrau, mit zahlreichen Pflanzenresten; schwarzer „Kohlenton“ bei 17,40–17,50 m, 17,75–17,80 m, 18,60–19,30 m und 19,50–19,55 m; kalkfrei	„
– 20,00 m	Ton, mittelgrau bis beige, kalkfrei	„
– 21,10 m	Ton-Schluff, abschnittsweise stark fein- mittelsandig, wechselnd eisenschüssig, kalkfrei	„
– 22,05 m	Ton, mittelblaugrau, zwischen 21,25 und 21,35 m dunkelgrau (org. Reste), kalkfrei	„
– 22,15 m	Ton, schluffig, schwach feinsandig, matt mittel- bis hellgrau, kalkfrei	„
– 23,55 m	Ton, mittelgraublau bis grünlichgrau, mit dunkelbraunen bis graurötlichen Schlieren, einzelne Kalkkonkretionen bis 23,05 m, Anhäufung von weißlichen Kalkkonkretionen (bis 3 cm $\varnothing$ ) zwischen 23,15 und 23,55 m	„
– 23,75 m	Schluff, tonig, feinsandig, mittelblaugrau bis grünlichgrau, kalkfrei	„
– 24,90 m	Ton, mittelblaugrau bis grünlichgrau, mit vereinzelt Kalkkonkretionen, zahlreiche Kalkkonkretionen zwischen 24,00 und 24,15 m	„
– 25,40 m	Schluff, stark feinsandig, tonig, matt mittelblaugrau bis grünlichgrau, nach der Tiefe zu feinsandiger bei abnehmendem Tongehalt, kalkfrei	„
– 26,15 m	Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig, mittel- bis hellgrünlichgrau, kalkfrei	„
– 27,80 m	Ton, mittelblaugrau bis grünlichgrau, bisweilen dunkelgrau schlierig, rostbraune eisenschüssige Flecken, Schlieren und Kluffbestege, einzelne Kalkkonkretionen, schluffig-feinsandig bei 26,50 m und 26,65–26,75 m	„

– 28,60 m	Ton, dunkelgelblichbraun mit bräunlichschwarzen Schlieren; bläulichgraue Schlieren zwischen 28,05 und 28,15 m; bräunlichschwarze Färbung (vereinzelt Pflanzenreste) von 28,40–28,60 m; kalkfrei	Tertiär, Miozän
– 29,00 m	Ton, bräunlichdunkelgrau, stark eisenschüssig; vor allem von 28,80–28,90 m rostfarbene Beläge entlang Trennflächen (? Trockenrisse); kalkfrei	„
– 30,20 m	Ton, dunkelgelblichbraun im oberen und olivgrau im unteren Bereich, kalkfrei	„
– 30,40 m	Ton, schluffig, mittelgelblichbraun, mittelbraun bei 30,35 m, kalkfrei	„
– 30,60 m	Schluff, feinsandig, schwach tonig, mittelgelblichbraun, kalkfrei	„
– 30,85 m	Ton, hellbräunlichgrau bis 30,75 m, darunter rotbraun bis mittelrot, kalkfrei	„
– 34,15 m	Feinsand, schluffig, schwach mittelsandig; bis 33,90 m zunehmende Korngrößen, unterhalb 33,90 m weniger Sandanteil, zunehmend tonig; Färbung lagenweise wechselnd hellbraun, rötlichgelb bis violettgraubraun	„
– 35,05 m	Ton, schluffig von 34,15–34,25 m, 35,40–35,45 m und 34,70–34,80 m, gelbbraunlichgrau im oberen Teil, mittelgrau im tieferen, kalkfrei	„
– 35,40 m	Schluff, tonig, feinsandig, hellgrau mit rostfarbenen Flecken, kalkfrei	„
– 35,75 m	Ton, hellolivgrau, mit rostfarbenen eisenschüssigen Belägen auf Trennflächen (? Trockenrisse), kalkfrei	„
– 36,65 m	Schluff, feinsandig, tonig, hellgrünlichgrau, kalkfrei	„
– 38,10 m	Ton, wechselnd schluffig, matt grünlichgrau, weißtransparenter Kluftgips bei 36,80 m, kalkfrei	„
(Endteufe)		„

## Bohrung 5

Bezeichnung: D/75-B5

Lage: Schlichtern, S Hohenzell, R 353816, H 557530, 327,39 m über NN

Bohrzeit: September 1975; Bohrverfahren: Rotary-Kernbohrung, EKR, trocken, 180/120 mm Ø

Bearbeiter: BARTH, HICKETHIER

– 0,20 m	Mutterboden (mit Basaltstücken)	Aufschüttung
– 1,20 m	Basalt, gelb-braungrau gefleckt, stark vergrust, z. T. lehmig, mit zahlreichen festen Basaltstücken, kalkfrei	Quartär Rutschmasse
– 2,10 m	Basaltverwitterungslehm mit Basaltgrus und -steinen, gelbbraun, kalkfrei	„
– 2,35 m	Ton, schluffig, mittelgrau und braungestreift, feinfeinsandig, im oberen Teil mit einzelnen Basaltsteinen, kalkfrei	„
– 3,40 m	Ton, schluffig, grüngrau und braungestreift und braungraue Lagen, unterhalb 3,20 m zunehmend sandiger, kalkfrei	Tertiär, Miozän
– 3,90 m	Fein- bis Mittelsand, schwach tonig-schluffig, hellgrau, mit gelbbraunen eisenschüssigen Lagen, kalkfrei	„
– 4,45 m	Grobsand, mittelsandig, schwach schluffig-tonig, hellgraubraun, kalkfrei; Kernverlust zwischen 4,00 und 4,40 m	„

— 6,00 m	Ton, mittelgrau mit einzelnen braungrauen Lagen, kalkfrei, steifplastisch	Tertär, Miozän
— 6,25 m	Grobsand, wie 3,90—4,45 m	„
— 6,35 m	Schluff, grünlichgrau, nach unten zunehmend feinsandiger, kalkfrei	„
— 6,60 m	Feinsand, schluffig, hellgelbgrau, kalkfrei	„
— 7,20 m	Schluff, sandig, schwach tonig, grünlichgrau, nach unten zu hellrotbraun (stark eisenschüssig), kalkfrei	„
— 7,55 m	Mittel- bis Grobsand, schluffig-tonig, grünlichgrau, kalkfrei	„
— 7,60 m	Feinsandstein, grünlichgelbbraun, stark eisenschüssig, kalkfrei	„
— 8,00 m	Feinsand, meist stark schluffig, gelb- bis rotbraun, stark eisenschüssig, kalkfrei; verfestigt, jedoch stückig zerbohrt	„
— 8,20 m	Schluff, tonig, feinsandig, lagenweise auch mittelgrobsandig, gelbbraun mit rotbraunen Lagen, kalkfrei (zerbohrt)	„
— 12,25 m	Feinsand, schwach mittelsandig, mit i.a. nach unten abnehmendem Schluffanteil, stark mittelsandig zwischen 12,00 und 12,25 m, kalkfrei; Färbungen (je nach Schluffanteil): hellrotbraun mit ziegelroten Lagen von 8,20—9,60 m, gelblichbraun und gelblichgrau zwischen 9,60 und 10,50 m, hellrotbraun und ziegelrot zwischen 10,50 und 11,10 m, darunter graugelb	„
— 13,20 m	Mittelsand, feinsandig, mit einzelnen Grobsand- bis Feinkieslagen, hellgraugelb, ziegelrot zwischen 12,40 und 12,60 m, kalkfrei	„
— 17,40 m	Mittel- bis Grobsand, mit einzelnen stark schluffigen Lagen, lagenweise mit gut gerundeten Kiesen (bis 6 cm $\varnothing$ , Sandsteine, Milchquarze), gelbbraun bis rotbraun mit einigen hellgrauen dünnen Lagen, kalkfrei	„
— 19,40 m	Sand, schwach schluffig, rötlichbraun, mit Fein- bis Mittelkieskomponenten (wie vor) zwischen 17,40 bis 18,50 und 18,80—19,40 m, kalkfrei	„
— 20,25 m	Fein- bis Mittelsand, unterschiedlich grobsandig, wechselnd schluffig, kräftig gelbbraun, mit einzelnen Mittelkieskomponenten (wie vor) bei 20,10 m, kalkfrei	„
— 20,65 m	Mittel- bis Grobsand, hellgelbbraun, kalkfrei	„
— 26,50 m	Sand, wechselnd schluffig, fein- bis mittelkiesig, selten grobkiesig, bes. zwischen 23,30—23,80 m und 24,15—24,80 m überwiegend gelbbraun, von 25,00 bis 25,60 m hellbräunlichrot, kalkfrei [z.T. ursprünglich etwas verfestigt, jedoch durch Bohrvorgang zerrieben]	„
— 27,15 m	Grobkies (Komponenten: Sandsteine, Milchquarze; sehr gut gerundet), mittel- bis feinkiesig, stark sandig, gelbbraun, kalkfrei	„
— 28,30 m	Mittelsand, grobsandig, einzelne Fein-bis Mittelkieskomponenten (wie vor), gelb- bis rötlichbraun, unterhalb 28,00 m braungrau, kalkfrei	„
— 28,80 m	Kernverlust	
— 29,20 m	Grobkies (bis 8 cm $\varnothing$ , gut gerundet, überwiegend Buntsandsteingerölle, daneben Quarzite und Milchquarze), hellrotbraun, mittel-grobsandig, an der Untergrenze schluffig-tonig, kalkfrei	„

- 29,80 m	Tonstein-Schluffstein, stark angewittert, im oberen Abschnitt hellgrüngrau mit gelbbraunen Lagen, im unteren Teil hellgrüngrau mit hellrotbraunen Lagen, kalkfrei, steif bis halbfest	Ob. Buntsandstein, Röt 4?
- 31,10 m (Endteufe)	Tonstein-Schluffstein, hellrotbraun mit hellgrüngrauen Lagen, schwach violettstichig, kalkfrei, halbfest bis fest	„

### Ergebnisse

Das mittels der Bohrungen B 3, B 4, B 5 bei Hohenzell gekernte Tertiärprofil von etwa 100 m Gesamtmächtigkeit zeigt deutlich die Entwicklung der jungtertiären Sedimentation für diesen Raum.

Die Ablagerungen im Miozän beginnen mit einer Schüttung gut gerundeter Gerölle aus Buntsandstein, untergeordnet Quarzit und Gangquarz.

Mit den von STEINHÄUSER (1936) in einer nahen Kiesgrube zusätzlich beobachteten Lyditen und verkieselten Muschelkalkgesteinen ist eine enge Beziehung zu den Weiperschottern gegeben, die als Füllung von Dolinen im Muschelkalk bei Weiperz (Ortsteil von Sinntal) auftreten.

In einer Wechsellagerung von Sanden, Schluffen und Tonen nimmt die Korngröße nach oben ab, so daß der mittlere und obere Teil des Profils von tonigen Ablagerungen beherrscht wird, in denen lagenweise Pflanzenreste auftreten, die bis zur Bildung von „Kohlelenton“ angereichert sein können.

Die oben erwähnten tiefliegenden Basaltvorkommen haben sich durch diese Bohrungen als z. T. sehr große, abgerutschte Schollen erwiesen. Damit ist wahrscheinlich, daß die präbasaltischen Sedimente noch über den Ansatzpunkt der obersten Bohrung bis zu der auf der Geologischen Karte eingetragenen Basaltunterkante bei etwa 440 m über NN reichen und ihre Gesamtmächtigkeit rund 130 m beträgt.

Ob in der Schichtenfolge tertiärer Sedimente in der Grabenzone Schichtlücken enthalten sind, ob zwischenzeitlich Erosion stattgefunden hat, muß offenbleiben; in der B 4 sind bei 29 und 35,75 m Hinweise auf ehemalige Trockenrisse gefunden worden. Syn- und postsedimentäre Störungen durchziehen vermutlich die Ablagerungen, wenn auch die Diskrepanz im Überlappungsbereich der Bohrungen B 4 und B 5 vielleicht auf linsenförmige Ausbildung der einzelnen Schichten zurückgeführt werden kann.

Die Bohrung B 2 hat, etwa 3 km von der Grabenzone entfernt, in einem tektonisch stark zerstückelten Bereich auf einer kleinen Scholle überraschend mächtiges, ganz überwiegend toniges Tertiär mit 77 m nicht durchteuft. Schon hier fehlt vom Bild des Schichtenaufbaus her jeder Anhalt, die z. T. reichlich Pflanzenreste und „Kohlelenton“ führenden Sedimente mit der Abfolge in der Grabenzone zu vergleichen (Abb. 2).

Schon früher durchgeführte sporenstratigraphische Untersuchungen ergaben, daß eine im oberen Teil der Kiese und Sande an der Straße Hohenzell-Bellings auftretende Tonlage mit Kohlenschmitzen (vgl. Abb. 1) in das Aquitan zu stellen ist (wahrscheinlich mittleres Aquitan; Untersuchung S. HOLTZ in EHRENBERG & HICKETHIER 1971: 76); die ersten deckenförmigen Ergüsse basaltischer Gesteine treten in unserem

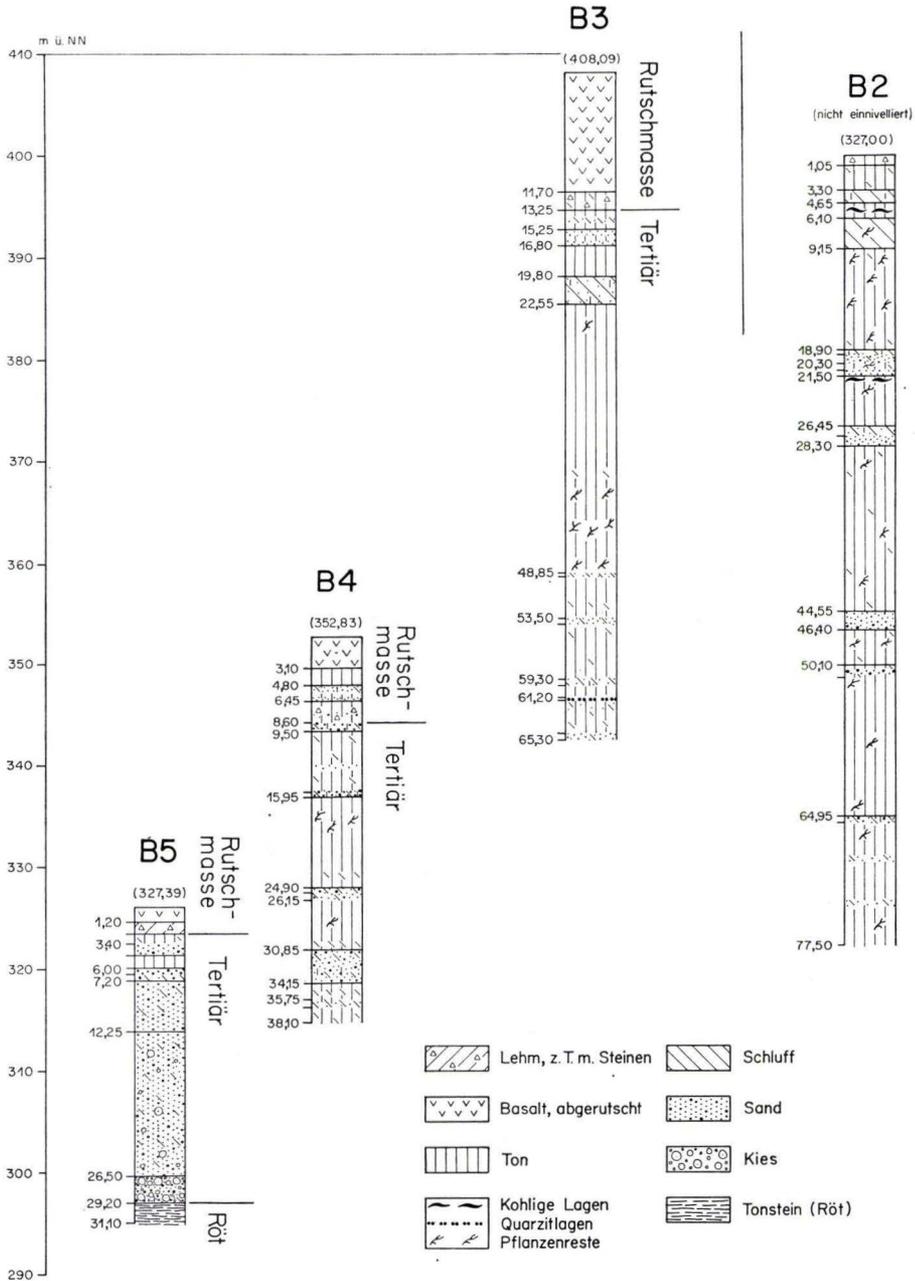


Abb. 2. Bohrprofile (vereinfacht dargestellt) aus tertiären Ablagerungen bei Schlüchtern-Herolz (B 2) und Schlüchtern-Hohenzell (B 3—B 5).

Raum im Burdigal auf nach Feststellungen an Proben aus einem präbasaltischen Tuff am Nordrand von Bl. 5623 Schlüchtern (PFLUG 1966, STEGEMANN 1964) sowie an Material aus einer zwischenbasaltischen Tonlage mit Pflanzenresten im Ostteil von Bl. Schlüchtern (gemäß Untersuchungen im Geologisch-Paläontologischen Institut der Justus-Liebig-Universität Gießen). Damit ist der zeitliche Rahmen für den oben beschriebenen Sedimentationsablauf gegeben.

Mehrere untersuchte Kalkanreicherungen in den Tonen erwiesen sich als fossilifer, enthielten aber regelmäßig etwas Pyrit. Als Besonderheit sei vermerkt, daß in der B 4 in der Schicht 22,15—23,55 m in solchen Kalkanreicherungen viele kugelige Aggregate (Oolithe) von Siderit festgestellt wurden.

#### 4. Schriftenverzeichnis

- BACKHAUS, E. (1968): Fazies, Stratigraphie, Paläogeographie der Solling-Folge (Oberer Buntsandstein) zwischen Odenwald-Rhön und Thüringer Wald. — *Oberrh. geol. Abh.*, **17**, 1: 1—164, 16 Abb., 4 Tab., 14 Taf.; Karlsruhe.
- DIEDERICH, G., & HICKETHIER, H. (1970): Zur Tektonik des Schlüchterner Beckens und seiner Umrahmung. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **98**: 187—197, 5 Abb., Taf. 9—10; Wiesbaden.
- EHRENBERG, K.-H., & HICKETHIER, H. (1971): *Geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 5623 Schlüchtern*; Wiesbaden.
- (1971): *Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 5623 Schlüchtern, 2. Aufl.*, 298 S., 14 Abb., 3 Tab.; Wiesbaden.
- GRUMBT, E., & LÜTZNER, H. (1966): Störungszonen im Deckgebirge des thüringischen Kaligebietes und ihre Beziehungen zum Basaltvulkanismus und zur Auslaugung. — *Geologie*, **15**: 531—544, 8 Abb.; Berlin.
- LAEMMLEN, M. (1966): Die Gliederung des Röt im Raum Bad Hersfeld/Eiterfeld. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **94**: 373—378, 1 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- (1966/67): Der Mittlere Buntsandstein und die Solling-Folge in Südhessen und in den südlich angrenzenden Nachbargebieten. — *Z. dt. geol. Ges.*, **116**, 3: 908—949, 12 Abb., 4 Tab., 1 Taf.; Hannover.
- LEPPER, J. (1970): Neue Ergebnisse lithostratigraphisch-fazieller Detail-Untersuchungen im Grenzbereich Mittlerer/Oberer Buntsandstein zwischen Fulda und Neckar. — *Diss.*, 189 S., 15 Abb., 4 Tab., 31 Prof., 1 Anl.; Würzburg.
- PFLUG, H. D. (1966): Stratigraphische Einordnung weiterer hessischer und außerhessischer Tertiärvorkommen. — *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*: 736—744, 2 Abb.; Stuttgart.
- STEGEMANN, W. (1964): Paläontologie und Stratigraphie einiger Sedimentvorkommen im Vogelsberg. — *Ber. oberhess. Ges. Nat. u. Heilkde. Gießen, N.F., naturwiss. Abt.*, **33**, 4: 251—279, 18 Abb.; Gießen.
- STEINHÄUSER, W. (1936): Tertiärgeologische und vulkanologische Untersuchungen am südöstlichen Vogelsberg und am Hessischen Landrücken. — *Diss.*, 138 + V S., 6 Abb., 7 Taf.; Gießen.

Manuskript eingegangen am 28. 9. 1976

## Ein Profil in der Schaumkalkzone des Unteren Muschelkalkes bei Ringgau-Renda (Hessen)

Von

DIETHELM BAUMGARTE \*

**Kurzfassung:** Das Profil in der Schaumkalkzone des Unteren Muschelkalkes bei Ringgau-Renda (Werra-Meißner-Kreis) weicht erheblich vom Normalprofil ab. Soweit die Abtragung bis unmittelbar über die Vertretung der oberen Schaumkalkbank eine korrekte Deutung zuläßt, ist auch die Gesamtmächtigkeit der Zone an dieser Stelle atypisch und liegt fast 3 m unter dem Durchschnittswert.

### Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung . . . . .	115
2. Zur Lagerung . . . . .	116
3. Zur Schichtfolge . . . . .	116
4. Ein Vergleichsprofil vom N-Rand des Netragrabens . . . . .	117
5. Zur Fossilführung . . . . .	118
6. Schriftenverzeichnis . . . . .	119

### 1. Einleitung

In den vergangenen Jahren wurde an der ausgebauten, von Renda nach Ulfen führenden Forststraße etwa 1,1 km SW der Kirche von Renda (R 35 74 78, H 56 58 96 der TK 25, Bl. 4926 Herleshausen) im Zuge von Straßenbauarbeiten die Schaumkalkzone des Unteren Muschelkalkes zur Schottergewinnung fast vollständig aufgeschlossen. Der Aufschluß ist ein schönes Beispiel sowohl für die Vorherrschen einer ausgeprägt dolomitischen Fazies als auch für die außerordentliche Unbeständigkeit der Gliederung dieser Zone. Herrn Bauunternehmer HEINRICH STANG, Niederaula, danke ich herzlich dafür, daß er das teilweise überrollte Profil des zum Zeitpunkt der Untersuchung stillgelegten Abbaues auf meine Anregung hin uneigennützig freibaggern ließ.

\* D. BAUMGARTE, Mittelbinge 6, 3500 Kassel-Kirchditmold.

## 2. Zur Lagerung

Der 120 m von E nach W verlaufende Steinbruch liegt in einer stark gestörten Zone südlich des hercynisch streichenden Netragrabens—Creutzburger Grabens thüringischer Lesart—, und zwar parallel zu diesem. Die Schichten sind überwiegend ungestört und fallen nach SW leicht ein. Im W-Teil des Aufschlusses werden sie unvermittelt durch eine in sich verfaltete, schmale Störungszone unterbrochen. An diese schließt sich eine Flexur an. An deren steilgestelltem Teil ist das ohnehin sehr klüftige Material zusätzlich stark zerschert. Die Flexur läßt die direkte Nähe einer Störung mit mäßiger Versetzung erwarten.

## 3. Zur Schichtfolge

Augenfällig an unserem Aufschluß ist das frühzeitige Einsetzen mergelig-dolomitischer Komponenten bereits unterhalb der unteren Schaumkalkbank ( $\mu\chi 1$ ). Die Schichten 1—6 repräsentieren den Oberen Wellenkalk  $\mu_3$ . Eingelagert sind schnell auskeilende, teils kristalline, teils oolitische Bänken oder Linsen mit einer kleinen Fauna in Steinkernerhaltung. Die Schichten 5 und 6, letztere unmittelbar unter der ersten Schaumkalkbank, weisen bereits einen dolomitischen Einschlag auf. Schicht 6 verwittert bis zu feinblättrig zerfallender Konsistenz. Die beiden letztgenannten Schichten verlieren innerhalb des Aufschlusses von E nach W zugunsten des Liegenden an Mächtigkeit. Die über der unteren Schaumkalkbank (Schicht 7 und 8) liegende Schichtfolge belegt die Aussage von BUSSE (1964:24), nach der in mergelig-dolomitischen Fazies oft nur die untere Schaumkalkbank konstant entwickelt ist. Während Schicht 9 sich noch teilweise kalkig mit geringem dolomitischen Anteil und schwacher Fossilführung präsentiert, setzt sich darüber die dolomitische Ausbildung endgültig durch. Die schlecht erhaltene Fauna wird zunehmend eintöniger. Die Vertretung der mittleren Schaumkalkbank ( $\mu\chi 2$ ) ist in ihrer Dimensionierung atypisch. Die Mächtigkeit der den Aufschluß nach oben abschließenden Schicht 13 läßt sich mit 70 cm einmessen, ist aber vermutlich etwas größer. Mit den zahlreichen intraformationellen Aufarbeitungsgeröllen, die ebenfalls in der mit ihr eng verbundenen oolithischen Schicht enthalten sind, ähnelt der kleine Komplex stark einer etwa 75 cm mächtigen Schicht, die bei Spangenberg als „Konglomeratbank“ ausgeschieden wird und dort die obere Schaumkalkbank ( $\mu\chi 3$ ) vertritt. Offensichtlich liegen hier vergleichbare Verhältnisse vor, so daß Schicht 13 als Vertretung der oberen Schaumkalkbank anzusehen ist. Mit insgesamt rd. 7,50 m liegt die Schaumkalkzone bei Renda damit unterhalb der durchschnittlichen Gesamtmächtigkeit, die für Niederhessen und auch im thüringischen Raum mit etwa 10,5 m anzusetzen ist.

### Profil bei Ringgau-Renda

Hangendes: Verwitterungsschutt, Mutterboden  
 13) 70 cm Mergelkalkstein, gut gebankt, gelb bis graugelb, dolomitisch, zahlreiche intraformationelle Gerölle; an der Basis ein unregelmäßiges oolithisches Bänken; *Holocrinus* sp. [=  $\mu\chi 3$ ]

- 12) 260 cm Mergelkalkstein, dünnplattig bis dünnbankig, gelb bis graugelb, dolomitisch; Muschelpflaster mit *Myophoria orbicularis*, *M. cf. intermedia*, *M. elegans*, *M. incurvata*; inkohlte Pflanzenreste (?)
  - 11) 28 cm Kalkstein, mergelig, durchgehende Bank, fest, gelb, dolomitisch, mit Kalkspatdrusen; *M. orbicularis* [= mu  $\chi$  2]
  - 10) 48 cm Mergelkalkstein, dünnbankig, grau, dolomitisch; auskeilendes, oolithisches Fossilbänkchen im oberen Drittel
  - 9) 235 cm Kalkstein, mergelig, dünnbankig, grau, bröckelig; Wurmbauten, Kothaufen, *M. orbicularis*, *M. cf. intermedia*, Vertebratenzahn
  - 8) 42 cm Kalksteinbank, grau, kristallin, dicht und sehr fest; zum Liegenden unregelmäßig verzahnte aber sehr scharfe Grenze; *Rhizocorallium*, Wurmbauten, *Encrinurus* sp., Muschelschill
  - 7) 52 cm Kalksteinbank, im oberen Teil oolithisch-klastisch, nach unten allmählich in dichten, grauen Kalkstein übergehend, sehr fest und mit Schicht 8 fest verbunden; auf Schichtfläche zahlreiche Trochiten; *Entolium cf. discites*, Nautilidenrest, Scaphopoden, Muschelschill [7 + 8 = mu  $\chi$  1]
  - 6) 26 cm Tonmergelstein, feinschiefrig, bröckelig, ockergelb
  - 5) 35 cm Mergelkalkstein, bankig, fest, grau bis graugelb
  - 4) 110 cm Kalkstein, bankig, grau, fest; in der unteren Hälfte drei gelegentlich auskeilende, dünne Oolithhorizonte; cf. *Gervilleia mytiloides*, *Myoconcha* sp., Myophorien
  - 3) 195 cm Kalkstein, oben bankig bis dünnbankig, undifferenziert, nach unten knauerig werdend, grau; *Mytilus eduliformis praecursor*
  - 2) 60 cm Kalkstein, bankig bis schiefrig, grau bis graugelb, fest
  - 1) 400 cm Kalkstein, plattig bis bankig, „Wellenkalk“, hellgrau über gelb bis dunkelgraublau, „Reduktionsgrenzen“, undifferenziert; oolithisch-kristalline Fossilinseln; Lebensspuren, Lamellibranchiaten, *Hologyra cf. eyerichi*, *Coenothyris vulgaris*, Vertebratenrest
- Liegendes: Wellenkalk

#### 4. Ein Vergleichsprofil vom N-Rand des Netragrabens

An der Straße von Röhrrda nach Weißenborn, unmittelbar an der den Netragrabens im N begrenzenden Störung, liegt der Schottersteinbruch der Gemeinde Röhrrda. In ihm ist der Untere Muschelkalk von der Oolithzone bis in die Schaumkalkzone durchgehend aufgeschlossen. Die Profilmächtigkeit dürfte insgesamt bei 60 m liegen. Die nicht ganz vollständig aufgeschlossene Schaumkalkzone, die hier überwiegend kalkig ausgebildet ist, sei zum Vergleich herangezogen. Sie wird unterlagert von der gleichen tonig-schiefrigen und mürben, etwa 20 cm starken Schicht wie in Renda, so daß eine zweifelsfreie Horizontierung möglich ist. Obwohl die obere Bank mu  $\chi$  3 fehlt, kann an diesem Ort eine „normale“ Gesamtmächtigkeit von rd. 10 m angenommen werden. Die mittlere Schaumkalkbank mu  $\chi$  2, kompakt und überwiegend kalkig, wird unten und oben von kalkig-kristallinen bzw. oolithischen Bänken abgeschlossen. Darüber folgen dann bankige Schichten, die nicht differenziert werden können, da sie stark verwittert und disloziert sind. Die obere Schaumkalkbank ist nicht erhalten.

Röhrrda

Renda

200 cm oberes Zwischenmittel

70 cm Vertretung der oberen Schaumkalkbank mu  $\chi$  3  
260 cm oberes Zwischenmittel

291 cm	mittlere Schaumkalkbank mu $\chi$ 2	28 cm	Vertretung der mittleren Schaumkalkbank mu $\chi$ 2
328 cm	unteres Zwischenmittel	283 cm	unteres Zwischenmittel
137 cm	untere Schaumkalkbank mu $\chi$ 1	94 cm	untere Schaumkalkbank mu $\chi$ 1
20 cm	schiefriger Tonmergelstein	26 cm	schiefriger Tonmergelstein

Der Vergleich der beiden Profile zeigt eindrucksvoll die Unbeständigkeit der Schaumkalkzone selbst auf kurze Entfernung — hier etwa 5 km Luftlinie — und innerhalb desselben Sedimentationsraumes. Eine zeitversetzte Ablagerung scheint nicht ausgeschlossen. Falls die Sedimentation gleichzeitig erfolgte, muß von außerordentlich differenzierten Verhältnissen ausgegangen werden.

### 5. Zur Fossilführung

Der Fossilinhalt des Aufschlusses ist im wesentlichen gebunden an die untere Schaumkalkbank, die eingeschalteten oolithischen Bänken und Linsen sowie an einzelne Schichtflächen im Bereich des Wellenkalkes aber auch der dolomitischen, plattigen Mergelkalksteine der Schaumkalkzone. Der normale Erhaltungszustand ist der Steinkern. Die Lamellibranchiaten liegen fast ausschließlich als Einzelklappen vor. In den oolithischen Schichten ist ein mehr oder weniger dichter Niederschlag von Limonit auf den Steinkernen die Regel. Augenfälligstes Faunenelement sind zahlreiche und sehr große — bis 80 mm Höhe — Exemplare von *Entolium* cf. *discites*, die durchweg von einer starken limonitischen Zersetzungsschicht überzogen und ausschließlich an den unteren Teil der unteren Schaumkalkbank gebunden sind. Gelegentlich treten Fossilien mit schlechter Ersatzschale — und zwar durchweg in Bänken oder Linsen — auf. Im mergelig-dolomitischen Bereich ist der Erhaltungszustand schlecht. Veränderungen diagenetischen Ursprungs bis zur Unkenntlichkeit sind häufig.

Der Charakter der Fauna wird durch das Vorherrschen von Zweischalern bestimmt. Gastropoden sind selten. Eine vorzüglich erhaltene Bauchrippe in Form eines offenen Dreiecks von ca. 20 mm Schenkellänge dürfte einem kleinen Sauropterygier zuzurechnen und eingedrftet sein. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß auch dieser Aufschluß keine Ausnahme macht hinsichtlich der für die oberen Bereiche des Unteren Muschelkalkes in Niederhessen charakteristische Fossilarmut. Der Nachweis von thüringischen Faunenelementen war nicht möglich.

#### Fossiliste

	mu <sub>3</sub>	mu $\chi$
Inkohlte Pflanzenreste (?)		×
<i>Rhizocorallium commune</i> SCHMID	×	×
<i>Balanoglossites triadicus</i> MÄGDEFRAU		×
<i>Encrinus</i> , Stielglieder	×	×
<i>Holocrinus</i> , Stielglieder		×
<i>Coenothyris vulgaris</i> (SCHLOTHEIM)	×	
<i>Gervilleia costata</i> (SCHLOTHEIM)	×	
cf. <i>Gervilleia mytiloides</i> (SCHLOTHEIM)	×	×
<i>Hoernesia socialis</i> (SCHLOTHEIM)	×	×

<i>Lima lineata</i> (SCHLOTHEIM)	×	
<i>Entolium discites</i> (SCHLOTHEIM)		×
<i>Pecten</i> sp.		×
<i>Myoconcha gastrochaena</i> (GIEBEL)	×	
<i>Mytilus eduliformis praecursor</i> FRECH	×	
<i>Nucula</i> cf. <i>goldfussi</i> ALBERTI	×	
<i>Myophoria laevigata</i> ALBERT		×
<i>Myophoria orbicularis</i> BRONN	×	×
<i>Myophoria</i> cf. <i>intermedia</i> SCHAUROTH	×	×
<i>Myophoria incurvata</i> SEEBACH	×	
<i>Myophoria vulgaris</i> (SCHLOTHEIM)		×
<i>Myophoria elegans</i> (DUNKER)		×
<i>Myophoriopsis gregaria</i> (MÜNSTER)	×	×
<i>Mactromya schmidi</i> GEINITZ	×	
<i>Tellina</i> sp.	×	
<i>Pleuromya</i> sp.	×	
<i>Homomya</i> sp.		×
<i>Entalis torquata</i> (SCHLOTHEIM)	×	×
<i>Hologyra</i> cf. <i>eyerichi</i> (NOETLING)	×	
<i>Loxonema</i> sp.		×
<i>Omphaloptycha gregaria</i> (SCHLOTHEIM)	×	
cf. <i>Nautilus</i> sp.		×
Vertebratenzahn aff. <i>Mixosaurus</i>		×
Bauchrippe eines kleinen Sauropterygiers	×	

#### 6. Schriftenverzeichnis

- BUSSE, E. (1964): Stratigraphie des Unteren Muschelkalkes (Wellenkalk) im westlichen Meißner-Vorland. — Abh. Ver. Naturk. Kassel, **62** (1), 35 S.; Kassel.
- MÄGDEFRAU, K. (1957): Geologischer Führer durch die Trias um Jena. — 70 S.; Jena (VEB Gustav Fischer Verlag).
- PENNDORF, H. (1926): Geologische Wanderungen im Niederhessischen Bergland. — 345 S.; Melsungen (Heimatschollen-Verlag, A. Bernecker).
- SCHMIDT, H. (1928): Die Lebewelt unserer Trias. — 461 S., 1220 Abb.; Öhringen (Hohenloh'sche Buchhandlung, F. Rau).
- (1938): Die Lebewelt unserer Trias. Nachtrag. — 143 S., zahlr. Abb.; Öhringen (Hohenloh'sche Buchhandlung, F. Rau).
- WEBER, H. (1955): Einführung in die Geologie Thüringens. — 201 S., 143 Abb., Bildanhang; Berlin (VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften).

Manuskript eingegangen am 8. 10. 1976

## Der Wellenkalk (Trias) am Kalkberg bei Niederkaufungen östlich von Kassel

Von

ERWIN BUSSE, FRANZ RÖSING und OTTO VAUPEL\*

**Kurzfassung:** Zwischen Kassel und Niederkaufungen auf Blatt Nr. 4723 Oberkaufungen konnten Profile durch Teile des Unteren Muschelkalkes aufgenommen werden: *orbicularis*-Schichten = 3,75 m, Schaumkalkzone = 12,30 m, Wellenkalk = 13,45 m, *Terebratula*-Zone = 7,75 m und die Oolithbank  $\beta$  = 0,65 m.

[The Wellenkalk (Triassic) at the Kalkberg near Niederkaufungen east of Kassel.]

**Abstract:** Between Kassel and Niederkaufungen (Hesse, TK 25: 4723 Oberkaufungen) profiles were taken in parts of the Lower Muschelkalk: *orbicularis*-Schichten = 3,75m, Schaumkalkzone = 12,30 m, Wellenkalk = 13,45, m, *Terebratula*-Zone = 7,75 m, and Oolithbank  $\beta$  = 0,65 m.

### Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung . . . . .	121
2. Profilbeschreibungen . . . . .	122
3. Fossilliste . . . . .	127
4. Zusammenfassung . . . . .	129
5. Schriftenverzeichnis . . . . .	129

### I. Einleitung

BEYSCHLAG (1908) erwähnt den Wellenkalk (mu) auf Bl. Oberkaufungen ohne detaillierte Angaben. PENNDORF (1926) rechnet die Schichten am Südhang des Kalkberges dem „mu 1“ (= Unterer Wellenkalk einschließlich Oolithzone) zu. Tatsächlich wurde hier im vorigen Jahrhundert die *Terebratula*-Zone abgebaut. FINDEISEN (1952) beschreibt vom Nordrand des Kalkberges die dort damals für kurze Zeit aufgeschlossene Oolithzone und einen Teil des Mittleren Wellenkalks. BUSSE hat 1961 das unten aufgeführte Profil durch Teile der Oolithzone und des Mittleren Wellenkalks in unmittelbarer Nähe des Profils von FINDEISEN aufgenommen (Profil 1). Ebenfalls aus dem Jahre stammt das von BUSSE aufgeführte

---

\* Dr. h. c. E. BUSSE, Mittelbinger 6, 3500 Kassel-Ki. Dr. F. RÖSING, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden. Prof. Dr. O. VAUPEL, Wiederholdstr. 12a, 3500 Kassel-Brasselsberg.

Profil 2 unmittelbar über der *Terebratula*-Zone. BAATZ (1959) berichtet kurz über den Muschelkalk des Kalkberges, wobei er sich im wesentlichen auf mit BUSSE gewonnene Begehungsergebnisse stützt. Etwa seit 1970 wird etwa in der Mitte des Kalkberges Kalkstein abgebaut. In den Jahren 1972—1974 wurden die dort entstandenen Aufschlüsse näher untersucht, 1975 ergänzt und im Profil 3 festgehalten.

Auf Mächtigkeits- und Faziesvergleiche mit benachbarten Gebieten wird hier verzichtet, da z. Z. östlich und nördlich von Kassel feinstratigraphische Untersuchungen durchgeführt werden, die teilweise kurz vor dem Abschluß stehen. Wegen der isolierten Lage der hier gebrachten Profile am Südrande des Kaufunger Waldes zwischen Kassel und Großalmerode ist ihnen eine gewisse Bedeutung beizumessen.

## 2. Profilbeschreibungen

Profil 1. Nordseite des Kalkberges. Am 23. September 1961 nahm BUSSE bei R 35 40 90, H 56 84 80 folgendes Profil im Bereich des Mittleren Wellenkalks und der Oolithzone auf:

### Mittlerer Wellenkalk (mu 2)

- |     |             |  |
|-----|-------------|--|
| 23) | 1,00 m      | Wellenkalkstein, grau, dünnplattig, überwiegend ebenflächig  |
| 22) | 0,15 m      | Wellenkalksteinbank, dunkelgrau, hart, knauerig; <i>Rhizocorallium commune</i>   |
| 21) | 0,50 m      | Kalkstein, grau, dünnplattig, ebenflächig bis leicht wellig  |
| 20) | 0,60 m      | Kalkstein, grau, dicht—feinkristallin, hart, plattig   |
| 19) |             | Konglomeratbank f1   |
|     | 0,10—0,15 m | oben: Kalksteinbank, dunkel- bis hellgrau, kristallin—detritogen fest, splittrig, mit graublauen, dicht—feinkristallinen Kalksteingeröllen aus dem unteren Teil der Bank; zahlreiche Stielglieder von <i>Encrinus</i> , seltener <i>Holocrinus</i> , ferner <i>Spiriferina fragilis</i> , <i>Coenothyris cf. vulgaris</i> , <i>Myophoria elegans</i> , <i>Myophoria crassa</i> , <i>Myoconcha mülleri</i> , <i>Philippiella noeltingi?</i> , <i>Hoernesia socialis</i> , <i>Enantiostreon cf. difforme</i> [kleine Exemplare]<br>unten: Kalkstein, graublau, fast dicht, fest, in den das obere detritogene Material eingesenkt ist; <i>Balanoglossites triadicus</i> ; die Dicke des oberen Bankteils schwankt erheblich, sie kann den größten Teil derselben ausmachen, aber auch bis auf wenige Zentimeter reduziert sein bzw. auch einmal auf kurze Entfernung auskeilen |
| 18) | 0,65—0,70 m | Kalkstein, dunkelblaugrau, dicht—feinkristallin, plattig bis dickplattig, fest; <i>Balanoglossites triadicus</i>   |
| 17) | 0,20 m      | Kalkstein, grau, meist dicht, dünnplattig  |
| 16) | 1,20 m      | Kalkstein, grau, dicht—feinkristallin, eben bis leicht wellig, feinschichtig   |
| 15) | 0,20 m      | Kalksteinbank, grau, wellig—knauerig, fest verbacken   |
| 14) | 0,18—0,20 m | Kalksteinbank, grau, dicht—kristallin, splittrig, plattig, fest  |
| 13) | 0,85 m      | Kalkstein, grau, dünnplattig, leicht wellig bis knauerig   |
| 12) | 0,15 m      | Kalkstein, grau, dünnplattig, wellig—knauerig  |
| 11) | 0,07 m      | Kalkmergelstein, grau, dünnplattig, mürbe  |
| 10) | 0,02—0,03 m | Kalksteinbänkchen, graublau, feinkristallin  |
| 9)  | 0,10 m      | Kalkmergelstein, grau, dünnplattig, mürbe  |
| 8)  | 0,02—0,03 m | Kalksteinbänkchen, graublau, feinkristallin  |

## Oolithzone

Oolithbank  $\beta$ 

eine dünne Lage hellgrauer mürber Mergel bedeckt westlich vom Schurf die obere Oolithbank

- 7) 0,08—0,10 m Kalksteinbank, graublau, braun verwitternd, kristallin—oolithisch—schaumig, leicht wellig und dickbrockig auflockernd; fossilreich
- 6) 0,40 m Kalksteinbank, intensiv braun verwitternd, kompakt, schaumig—oolithisch—kristallin, teils spätig; fossilreich
- 5) 0,15 m Kalksteinbank, dunkelgrau, graubraun anwitternd, kristallin—oolithisch, plattig auflockernd; zahlreiche bräunliche Fossilien
- Oberes graues Zwischenmittel
- 4) 0,15 m Kalkstein, graubraun, dünnplattig, leicht uneben zerrissene Oberfläche; horizontale (*Balanoglossites triadicus*) und vertikale (*Rhizocorallium* ähnliche) Lebensspuren
- 3) 0,15 m Kalkmergelstein, hellgrau, mürbe, dünnplattig, bröcklig, fossilführend; *Mytilus eduliformis praecursor*, *Velata albertia*, *Gervilleia costata*, *Hoernesia socialis*
- 2) 0,15 m Mergelkalkstein, braungrau, dünnplattig—plattig, meist eben; *Mytilus eduliformis praecursor*
- 1) 0,10 m Kalkstein, graublau, dünnplattig, uneben—wellig; *Myophoria laevigata*

BUSSE hat bereits 1947 die Oolithzone z.T. auf ihren Fossilinhalt näher untersucht. Der von FINDEISEN bearbeitete Teil des Aufschlusses verschwand durch weiteren Abbau. In einiger Entfernung wurden dann die Schichten über der Oolithzone bis über die Konglomeratbank f1 freigelegt. Kleine Abweichungen gegenüber den Angaben von FINDEISEN (1952) sind auf das Auskeilen dünner Bänkechen und/oder durch tektonisch bedingtes Ausquetschen einiger dünner Kalksteinlagen auf engstem Raum zurückzuführen, was innerhalb des Kasseler Grabens immer wieder zu beobachten ist, insbesondere in der Nähe größerer Störungen.

Die Oolithbank  $\alpha$  wird von der nördlichen Randstörung des Kasseler Grabens gekappt. Ältere Schichten des Unteren Muschelkalks treten im gesamten Bereich des Kalkberges nach den bisherigen Untersuchungen nicht auf.

Die Lage der Konglomeratbank f1 ist auf weite Erstreckung nur geringen Schwankungen unterworfen (BUSSE 1956). Die Konglomeratbank f1 liegt über der Oolithbank  $\beta$  bei

Naumburg (HENKEL)	Schraplau (PICARD)	bei Jena (WAGNER)	Staudnitz (REICHARDT)	Kalkberg	Fürstengarten (BUSSE)	Ahnetal (FINDEISEN)
ca. 3,5m	3,5—4,0m	3,5m	3,15m	ca. 3,7m	3,45m	ca. 4,0m

Nach SCHULZ (1972 : 153) entspricht die Bankfolge der in seinem Zyklus II B zu-unterst liegenden 0,5—1,6 m Plattenkalke mit dem 0,1—0,6 m starken Wellenkalk-Zwischenmittel im Diemelgebiet der Konglomeratbank f1 bei Jena und der entsprechenden Konglomeratbank auf Blatt Kassel-West 4 m über der Oolithbank  $\beta$ . Nach unseren Beobachtungen dürfte die Konglomeratbank f1 in ihrer bekannten

Ausbildung bis in das Diemelgebiet reichen und sich nicht in eine Bankfolge von Plattenkalken aufteilen.

Profil 2. Südseite des Kalkberges bei R 35 40 95, H 56 84 55; aufgenommen von BUSSE am 30. 9. 1961:

Oberer Wellenkalk ( $\mu$  3)

- |     |             |   |
|-----|-------------|---|
| 13) | 1,10 m      | Kalkstein, grau, mürbe, mergelig, bröcklig, wellig, dünnplattig, oben auch plattig  |
| 12) | 0,06—0,07 m | Kalksteinbänkchen, graublau, feinkristallin, fest; zahlreiche runde, z. T. auch pentagonale Trochiten, <i>Coenothyris vulgaris</i>  |
| 11) | 0,30 m      | Mergelkalkstein, grau, dünnplattig, dicht, mürbe verwitternd  |
| 10) | 0,04 m      | Kalksteinbänkchen, grau, feinkristallin; Fossilspuren   |
| 9)  | 0,13 m      | Mergelkalkstein, grau, dünnplattig, dicht, mürbe verwitternd  |
| 8)  | 0,04—0,05 m | Kalksteinbänkchen, grau, feinkristallin; Fossilspuren   |
| 7)  | 0,04 m      | Mergelkalkstein, grau, dünnplattig, dicht, mürbe verwitternd  |
| 6)  | 0,03 m      | Kalksteinbänkchen, grau, dicht; <i>Omphaloptycha</i> sp.  |
| 5)  | 0,13 m      | Mergelkalkstein, grau, dünnplattig, dicht, mürbe verwitternd  |
| 4)  | 0,04 m      | Fossilbänkchen, grau, dicht; <i>Coenothyris vulgaris</i> , <i>Omphaloptycha</i> sp., <i>Entalis torquata</i>  |
| 3)  | 0,41—0,42 m | Mergelkalkstein, grau, dünnplattig, dicht, mürbe verwitternd  |
| 2)  | 0,12—0,13 m | Kalkstein, grau, feinkristallin, sehr fest, teils splittrig, in 4—5 Lagen, <i>Hirsutina hirsuta</i> , <i>Coenothyris vulgaris</i> [schmale Form], überwiegend pentagonale Trochiten ( <i>Holocrinus</i> ), <i>Entolium liscaviensis</i> , <i>Gervilleia goldfussi</i> , <i>Entalis torquata</i> , <i>Placunopsis ostracina</i> ; in der Deckplatte vorwiegend <i>Omphaloptycha gregaria</i> , <i>Hoernesia socialis</i> ( <i>Hirsutina</i> -Bänkchen) |
| 1)  | ca. 1,00 m  | Kalkstein, grau dünnplattig, teils mergelig   |

Liegendes: Obere *Terebratula*-Bank

Im 1970 neu angelegten Kalksteinbruch etwa in der Mitte des Kalkberges bei R 35 40 83 H 56 84 68—72 wurde das Profil 3 (von N nach S; N 88° E, 42 N) aufgenommen:

Hangendes: Mittlerer Muschelkalk

> 0,50 m Dolomitstein, dunkelgrau, plattig—dickplattig, mürbe

*orbicularis*-Schichten (3,75 m)

- |        |   |
|--------|---|
| 0,50 m | Dolomitstein, gelb und gelblichbraun, plattig   |
| 0,70 m | Dolomitischer Mergelstein, hellgrau, mürbe, dünnplattig; <i>Myophoria orbicularis</i>   |
| 0,42 m | Dolomitischer Mergelstein, grau, schwach bräunlich; vereinzelt <i>Myophoria orbicularis</i><br>oberste Bank 0,05 m stark, teils leicht rostig; <i>Myophoria orbicularis</i> häufig, kleiner Wirbel von <i>Pachypleurosaurus</i> sp. |
| 0,10 m | Dolomitischer Mergelstein, bräunlichgrau, als Schillbänkchen mit <i>Myophoria orbicularis</i>   |
| 0,22 m | Mergeliger Dolomitstein, ebenplattig, hell- bis dunkelgrau; <i>Myophoria orbicularis</i>  |
| 0,28 m | Dolomitischer Kalkstein, dunkel- und hellgrau, plattig bis dünnplattig; <i>Myophoria orbicularis</i><br>im tiefsten Teil mergelig-dolomitischer Kalkstein, grau und gelb, z. T. Feinpiele   |

- 0,17 m Kalkstein, graublau, z.T. porig, Schillbänkchen; *Myophoria orbicularis*  
 1,35 m Mergelig-dolomitischer Kalkstein, graublau, dünnplattig, vereinzelt wellig;  
*Myophoria orbicularis*, Lebensspuren (*Rhizocorallium*)

## Schaumkalkzone (12,30 m)

- Obere Schaumkalkbank (1,48 m)
- 0,15 m Kalksteinbank, hart, klotzig, graublau; *Myophoria orbicularis*, kleine Schneckenreste, Fossilreste z.T. mit Eisenmulm ausgefüllt, Rippenfragment ?, kleine intraformationale Konglomerate
- 1,03 m Wellenkalkstein, blaugrau, dünnplattig, Wurmsspuren, *Myophoria orbicularis* lagenweise häufig, selten *Hoernesia socialis*  
 Im unteren Teil etwas plattiger; etwa 1 m über der Basis Sigmoidalkklüftung auf 0,10 m Mächtigkeit
- 0,11 m Kalksteinbank, hell- bis blaugrau, in sich feingeschichtet, fossilreich
- 0,19 m Wellenkalkstein mit eingeschalteten Fossilinseln, grau

## Mittlere Schaumkalkbank (7,23 m)

- 0,58 m Fossilbänkchen in 3 Lagen, blaugrau; Fossilien stark angewittert
- 2,20 m Wellenkalkstein, blaugrau, kaum mergelig, lagenweise plattig; Wurmsspuren
- 0,04 m Kalksteinbänkchen, graublau, hart; mit Fossilien
- 0,44 m Wellenkalkstein, dünn- bis dickplattig; eingeschaltet eine dünne Fossilage (0,02 m); der tiefere Teil typischer Wellenkalk mit Wurmsspuren
- 0,45 m Kalkstein, graublau, bankig, hart; mit Schillagen
- 0,27 m Kalkstein, blaugrau, mergelig, plattig
- 1,15 m Kalkstein, dunkelblaugrau, schwach mergelig, ebenflächig, dünnplattig bis blättrig, vor allem der obere Teil stark durchbewegt, z.T. gegen den unteren versetzt; Fossilien selten: *Myophoria orbicularis*
- 2,10 m Kalkstein, dolomitisch, stark zersetzt, hellgrau bis gelb, plattig bis dünnbankig

## Untere Schaumkalkbank (2,60 m)

- 1,80 m Kalkstein, hellgrau bis gelb, stark verwittert, plattig bis bankig (bis 15 cm), meist ebenflächig; Fossilspuren (Schichten in diesem Bereich N 98° E, 45 N)
- 0,80 m Kalkstein, hellgrau bis gelblich, dünnplattig bis dünnbankig; auf den Schichtflächen vereinzelt Fossilspuren, Muschelschillagen mit *Myophoria orbicularis*

## (Eigentlicher) Oberer Wellenkalk (13,44 m)

- 0,50 m Wellenkalkstein, grau, dünnplattig (mit Kissenstruktur)
- 4,30 m Wellenkalkstein, grau, lagenweise typisch wellig, dünnplattig bis plattig, z.T. schräggeschichtet (z.B. 1,4 m unter der Unteren Schaumkalkbank); 2,60 m unter der Unteren Schaumkalkbank ein Fossilbänkchen (0,03 m) mit *Hoernesia socialis*, *Myophoria cf. intermedia*
- 0,86 m Kalkstein, dunkelgraublau, dünnplattig—plattig, hart, oben eben, plattig, unten wellig
- 3,40 m Kalkstein, dunkelgraublau, dünnplattig—plattig, teils wellig, teils ebenflächig
- 0,20 m Kalkstein, dunkelblaugrau, dickplattig; mit linsenförmig eingeschalteten Fossilagen
- 2,93 m Kalkstein, blaugrau, vorwiegend dünnplattig, schwach wellig bis ebenplattig
- 0,15 m Kalkstein, dunkelblaugrau, hart, kristallin, oben und unten plattig ablösend; *Hirsutina hirsuta*, *Coenothyris vulgaris* [schmale Form], *Entalis torquata*, *Omphaloptycha gregaria* u.a. — *Hirsutina*-Bänkchen
- 1,10 m Kalkstein, graublau, dunkelblau, dünnplattig—plattig (max. 5 cm), ebenflächig und wellig

*Terebratula*-Zone ( $\pm$  7,00—7,50 m)

- Obere *Terebratula*-Bank (0,65 m)
- 0,65 m Kalkstein, graublau, dickplattig—dünnbankig, knorrig, hart; in der Mitte Lage von 0,08 m mit zahlreichen Exemplaren von *Pecten* sp.
- Zwischenmittel (2,80—3,30 m)
- 2,80—3,30 m Kalkstein, graublau, dünnplattig—plattig, wellig; im tieferen Teil kompakter als Übergang zur Unteren *Terebratula*-Bank, mit Sigmoidalklüftung
- Untere *Terebratula*-Bank (3,50 — ca. 3,80 m)
- 11) 0,15—0,18 m Kalksteinbank in mehreren Lagen, grau, dicht, nach oben dünnplattig werdend und Übergang zum Zwischenmittel bildend
- 10) 0,18—0,20 m Kalksteinbank, kompakt, blaugrau, hart, splittrig; Querschnitte von Muscheln und ? *Coenothyris vulgaris*, Trochiten; übergehend in
- 9) 0,20 m Trochitenkalksteinbank, blaugrau bis rostbraun, hart, splittrig, kristallin; zahlreiche Querschnitte kleiner runder Trochiten
- 8) 0,40 m Kalksteinbank, grau, fest, dicht—kristallin
- 7) 0,80—0,85 m Kalksteinbank, dunkelgrau, hart, splittrig, dicht—feinkristallin; Wurmsspuren, rostbraun
- 6) 0,20 m Kalksteinbank, bräunlich, fest, oolithisch—schaumig; fossilreich (*Myophoria orbicularis*, *Undularia scalata* u.a.)
- 5) 0,38—0,40 m Kalksteinbank, grau, fest, dicht—feinkristallin, z.T. (oben) zu Wellenkalk auflockernd
- 4) 0,22 m Kalksteinbank, buntgrau, fest, kristallin—oolithisch—schaumig; fossilreich (etwa wie 6)
- 3) 0,25—0,26 m Kalksteinbank, grau, fest, dicht, z.T. auflockernd
- 2) 0,42 m Kalksteinbank, buntgrau mit braunen Seiten, kristallin, hart, splittrig; fossilreich (*Myophoria orbicularis* u.a.)
- 1) 0,18 m Kalksteinbank, grau, hart, dicht—feinkristallin, stark wellige Oberfläche
- (Eigentlicher) Mittlerer Wellenkalk
- 0,40 m Wellenkalkstein, grau, stark wellig, darin 2—3 Bänkchen von 3—5 cm, sonst max. 2—2,5 cm Dicke
- 0,59 m Wellenkalkstein, grau, sehr dünn, stark durchbewegt
- 0,60 m Kalkstein, grau, weniger wellig, dünnplattig; mit zwei harten Fossilagen von max. 2 cm, die untere auskeilend
- 0,930 m Wellenkalkstein, grau, dünnplattig, im oberen Teil noch Platten von 1—5 cm, in den unteren 4 cm; blättrig bis dünnplattiger mürber Wellenkalk ohne Fossilbänkchen, tektonisch stark durchbewegt.

In beiden Profilen ist die gleiche Mächtigkeit der Oberen *Terebratula*-Bank von 0,65—0,75 m, des hangenden, vorwiegend dünnplattigen Kalksteins von 1,00—1,10 m und des 0,12—0,15 m starken *Hirsutina*-Bänkchens beachtenswert. Bei größerer Mächtigkeit der Oberen *Terebratula*-Bank, etwa bei 2 m, fehlt das *Hirsutina*-Bänkchen, oder es ist in der Oberen *Terebratula*-Bank enthalten (Walberg bei Walburg, Spangenberg). Bei einer Stärke der Oberen *Terebratula*-Bank von 1,5—1,6 m liegt ihr das *Hirsutina*-Bänkchen unmittelbar auf, so bei Hundelshausen—Trubenhäuser (West-Hang des Meißners). Bei Wolfhagen trägt das Zwischenmittel zwischen den beiden Bänken 1,4 m. Die Obere *Terebratula*-Bank ist dort 0,6 m

## 3. Fossilliste

	Oolith-Zone	mu 2	Terebratula-Z.	mu 3	Schaumkalk-Z.	orbicularis-S.
<i>Balanoglossites triadicus</i> MÄGDEFRAU	×	×				
<i>Rhizocorallium commune</i> SCHMID	×		×			
<i>Encrinus</i> sp. [runde Trochiten]	×	×	×	×		
<i>Holocrinus</i> sp. [pentagonale Troch.]		×		×		
<i>Spiriferina fragilis</i> (SCHLOTHEIM)	×	×				
<i>Hirsutina hirsuta</i> (ALBERTI)			×	×		
<i>Coenothyris vulgaris</i> (SCHLOTHEIM)			×	×		
<i>Coenothyris vulgaris</i> subsp. ?		×		×		
<i>Gervilleia costata</i> (SCHLOTHEIM)	×	×	×			
<i>Gervilleia goldfussi</i> (STROMBECK)	×			×		
<i>Gervilleia mytiloides</i> (SCHLOTHEIM)	×		×	×		
<i>Hoernesia socialis</i> (SCHLOTHEIM)	×	×	×	×	×	
<i>Hoernesia subglobosa</i> (CREDNER)			×			
<i>Lima striata</i> (SCHLOTHEIM)			×			
<i>Lima</i> cf. <i>regularis</i> ALBERTI	×					
<i>Lima lineata</i> (SCHLOTHEIM)		×				
<i>Entolium discites</i> (SCHLOTHEIM)	×		×			
<i>Entolium liscaviensis</i> (GIEBEL)	×		×	×		
<i>Pleuronectites laterestriatus</i> PHILIPPI			×			
<i>Pecten</i> ( <i>Velopecten</i> ?) <i>morrisi</i> GIEBEL			×			
<i>Entolium tenuistriatum</i> (GOLDFUSS)			×			
<i>Velata albertia</i> (GOLDFUSS)	×		×			
<i>Pecten</i> sp.	×		×			
<i>Myoconcha gastrochaena</i> (DUNKER)	×	×	×			
<i>Myoconcha mülleri</i> (GIEBEL)	×	×				
<i>Placunopsis ostracina</i> (SCHLOTHEIM)	×			×		
<i>Placunopsis plana</i> GIEBEL		×				
<i>Philippiella noetlingi</i> FRECH	×	?				
<i>Enantiostreon difforme</i> (SCHLOTHEIM)	×	×	×			
<i>Enantiostreon scabiosum</i> (GIEBEL)		?				
<i>Mytilus eduliformis</i> SCHLOTHEIM	×					
<i>Mytilus eduliformis praecursor</i> FRECH	×					
<i>Nucula goldfussi</i> ALBERTI	×		×			
<i>Leda</i> ? sp.		×				
<i>Macrodon beyrichi</i> (STROMBECK)	×		×			
<i>Myophoria</i> cf. <i>cardissoides</i> ALBERTI	×					
<i>Myophoria crassa</i> BAUMGARTE	×	×	×			
<i>Myophoria ovata</i> GOLDFUSS	×		×			
<i>Myophoria orbicularis</i> BRONN	×		×		×	×
<i>Myophoria germanica</i> HOHENSTEIN	×					
<i>Myophoria laevigata</i> ALBERTI	×		×			
<i>Myophoria laevigata transiens</i> RÜBENSTRUNK	×					
<i>Myophoria vulgaris</i> (SCHLOTHEIM)	×		×			
<i>Myophoria incurvata</i> SEEBACH			×	×	×	

	Oolith-Zone	mu 2	Terebratula-Z.	mu 3	Schaumkalk-Z.	orbicularis-S.
<i>Myophoria elegans</i> (DUNKER)	×	×	×			
<i>Myophoriopsis</i> cf. <i>nuculaeformis</i> (ZENKER)	×		×			
<i>Anoplophora</i> cf. <i>albertii</i> ASSMANN	×					
<i>Schafhäutlia plana</i> (MÜNSTER)	×					
<i>Schafhäutlia</i> sp.			×			
<i>Mactromya schmidi</i> (GEINITZ)		×				
<i>Cypricardia escheri</i> (GIEBEL)			×			
<i>Tellina edentula</i> GIEBEL	×					
<i>Homomya</i> sp.		×				
<i>Modiola triquetra</i> SEEBACH		×				
<i>Worthenia</i> cf. <i>elatior</i> E. PICARD	×					
<i>Worthenia leysseri</i> (GIEBEL)	×					
<i>Worthenia hausmanni</i> (GOLDFUSS)	×					
<i>Euomphalus exiguus</i> PHILIPPI	×					
<i>Marmolatella</i> ? sp.			×			
<i>Neritaria</i> cf. <i>prior</i> E. PICARD	×					
<i>Neritaria cognata</i> GIEBEL	×					
<i>Neritaria</i> sp.	×		×			
<i>Loxonema</i> cf. <i>fritschi</i> E. PICARD	×		×			
<i>Loxonema elongatum</i> E. PICARD			×			
<i>Loxonema zekelii</i> (GIEBEL)	×					
<i>Loxonema</i> sp.	×					
<i>Protorcula punctata</i> E. PICARD	×					
<i>Undularia scalata</i> (SCHLOTHEIM)			×			
<i>Undularia tenuicarinata</i> E. PICARD	×					
<i>Undularia</i> cf. <i>dux</i> E. PICARD [große Schlußwindung]					×	
<i>Omphaloptycha gregaria</i> (SCHLOTHEIM)	×		×	×		
<i>Omphaloptycha gregaria extensa</i> E. PICARD	×					
<i>Omphaloptycha gregaria lata</i> E. PICARD	×					
<i>Omphaloptycha rhenana</i> (KOKEN)	×					
<i>Omphaloptycha turris</i> (GIEBEL)	×					
<i>Omphaloptycha liscaviensis</i> (GIEBEL)	×		×			
<i>Omphaloptycha schüttei</i> (GIEBEL)	×					
<i>Trypanostylus</i> sp.	×					
<i>Entalis torquata</i> (SCHLOTHEIM)	×			×		
<i>Nautilus dolomiticus</i> QUENSTEDT		×				
Knochenfragment		×				
<i>Pachypleurosaurus</i> sp. [Wirbel]						×

mächtig. Die Beobachtungen am Kalkberg bestärken die Annahme, daß in Nordhessen das *Hirsutina*-Bänkchen von E nach W aus dem oberen Teil der Oberen *Terebratula*-Bank hervorgeht und nach W und NW sich ein allmählich anschwellendes Zwischenmittel einschaltet.

Die Abfolge des (Eigentlichen) Oberen Wellenkalks ist ganz ähnlich wie in den Nachbargebieten ausgebildet. So fehlt auch am Kalkberg *Coenothyris vulgaris* nicht.

Die Schaumkalkzone ist nicht typisch ausgebildet. Vergleiche zu den bekannten nächstliegenden Vorkommen bedürfen noch einer speziellen Untersuchung.

Die Grenze *orbicularis*-Schichten/Mittlerer Muschelkalk liegt am Top der intensiv gelben Dolomitsteinbank von 0,50 m Stärke, was auch der Annahme von SCHULZ (1972 : 158) entspricht. *Myophoria orbicularis* wurde bis dicht unter dem gelben Dolomitstein gefunden.

#### 4. Zusammenfassung

Am Kalkberg bei Niederkaufungen, wenige Kilometer östlich von Kassel, konnten die Oolithbank  $\beta$  mit 0,65 m Stärke und die Konglomeratbank f1 in normaler Ausbildung nachgewiesen werden. Die *Terebratula*-Zone, ebenfalls normal ausgebildet, wird 7,75 m mächtig, davon die obere Bank 0,65 m. Der Abstand von 1,00–1,10 m zu dem  $\pm$  0,15 m mächtigen *Hirsutina*-Bänkchen bestätigt das allmähliche Anschwellen des Zwischenmittels über der Oberen *Terebratula*-Bank von E nach W und NW in Nordhessen.

Der zwischen der *Terebratula*-Zone und der Schaumkalkzone liegende „Wellenkalk“ mit einer Mächtigkeit von 13,44 m ist normal ausgebildet. Die Schaumkalkzone ist zwar mit 3 Bänken von insgesamt 12,30 m vollständig, aber nicht typisch entwickelt. Die *orbicularis*-Schichten (3,75 m) sind erstmals in der näheren Umgebung Kassels vollständig nachgewiesen worden. Die Grenze zum Mittleren Muschelkalk liegt über dem ersten gelben Dolomitstein von 0,50 m Mächtigkeit. Die Fossiliste läßt keine Besonderheiten gegenüber den bereits bekannten Angaben aus der Umgebung Kassels erkennen.

#### 5. Schriftenverzeichnis

- BAATZ, H. (1959): Das Kaufunger Tertiär östlich von Kassel. — Unveröff. Dipl.-Arbeit, 63 S., 1 Kt., 14 Abb.; Marburg.
- BAUMGARTE, D. (1975): Die Myophorien der germanischen Trias in Niederhessen. Vorkommen und Verbreitung. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **103**: 53–70, Wiesbaden.
- BEYSCHLAG, F. (1908): Erl. geol. Kt. Preußen u. benachb. B.-St., Lfg. **92**, Bl. Oberkaufungen, 46 S.; Berlin.
- BUSSE, E. (1956): Ein Wellenkalkprofil vom Fürstengarten in Kassel (Blatt Kassel-West). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch. **84**: 176–183; Wiesbaden.
- (1964): Stratigraphie des Unteren Muschelkalks (Wellenkalk) im westlichen Meißner-Vorland. — Ver. Naturk. Kassel, **62**: 1–35; Kassel.
- (1974): Die *Terebratulazone* des Unteren Muschelkalks (Wellenkalk) am Eckerich westlich Fritzlar. — *Philippia*, **2** (2): 57–66; Kassel.
- BUSSE, E., & RÖSING, F. (1957): Aufschlüsse in der Oolithzone bei Oberelsungen und Escheberg (Blatt Wolfhagen). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **85**: 146–151; Wiesbaden.
- FINDEISEN, H. K. (1952): Geologische Beschreibung des Stadtgebietes von Kassel und seiner näheren Umgebung. — Dipl.-Arbeit (unveröff.), 134 S.; Heidelberg.
- FRANK, M. (1929): Über die Verwandtschaftsverhältnisse der germanischen Triasmyophorien. — Cbl. Miner., B, **11**: 558–577; Stuttgart.

- HENKEL, L. (1902): Beitrag zur Kenntnis des Muschelkalkes der Naumburger Gegend. — Jb. kgl. preuß. geol. L.-Anst. f. 1901, **22**: 408—437; Berlin.
- PENDORF, H. (1926): Geologische Wanderungen im Niederhessischen Bergland. — 345 S. Melsungen.
- PICARD, E. (1924): Beitrag zur Kenntnis des Muschelkalkes bei Schraplau (Mansfelder Seekreis). — Jb. preuß. geol. L.-Anst. f. 1923, **44**:; Berlin.
- REICHARDT, W. (1932): Ein zusammenhängendes Röt-Muschelkalk-Profil nördlich Jena. — Z. dt. geol. Ges., **84**: 779—785; Berlin.
- RÖSING, F. (1958): Erl. geol. Kt. Hessen, Bl. 4622 Kassel-West; Wiesbaden.  
— (1966): Erl. geol. Kt. Hessen, Bl. 4621 Wolfhagen; Wiesbaden.
- RÜBENSTRUNK, E. (1912): Beitrag zur Kenntnis der deutschen Trias-Myophorien. — Mitt. großherzogl. bad. geol. L.-Anst., **6**: 85—248; Heidelberg.
- SCHULZ, M.-G. (1972): Feinstratigraphie und Zyklengliederung des Unteren Muschelkalks in N-Hessen. — Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg, H. 41: 133—170, 6 Tab., 2 Abb.; Hamburg.
- WAGNER, R. (1897): Beitrag zur genaueren Kenntnis des Muschelkalkes bei Jean. — Abh. kgl. preuß. geol. L.-Anst., N.F., **27**: 1—105; Berlin.

Manuskript eingegangen am 15. 12. 1976

## Ein weiteres Vorkommen von Oberem Muschelkalk im südlichen Vogelsberg

Von

HELMUT HICKETHIER und SIEGFRIED HOLTZ\*

**Kurzfassung:** Bei Bohrungen im Salz-Tal wurden unter tertiären Sedimenten Gesteine des Oberen Muschelkalks in Tonplatten- und Trochitenkalk-Fazies angetroffen.

[A further occurrence of Upper Muschelkalk in the southern Vogelsberg]

**Abstract:** Upper Muschelkalk rocks were found under tertiary sediments by boreholes in the Salz valley (southern Vogelsberg area). The Upper Muschelkalk is developed in "Tonplatten" facies (limestone banks alternating with marly shale) and crinoidal limestone facies.

### Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung . . . . .		131
2. Profilbeschreibungen . . . . .		132
3. Auswertung der Bohrergebnisse . . . . .		136
3.1. Oberer Muschelkalk . . . . .		136
3.2. Vorbasaltisches Tertiär . . . . .		138
4. Weitere Vorkommen von Oberem Muschelkalk . . . . .		138
5. Schriftenverzeichnis . . . . .		139

### 1. Einleitung

Zur Untergrunderkundung für ein Hochwasserrückhaltebecken im Tal der Salz bei Sarrod, nördlich von Bad Soden-Salmünster (Abb. 1), sind 1974 mehrere Kernbohrungen niedergebracht worden. Während in den Talhängen basaltische Gesteine und Tuffe über tertiären Sedimenten (Miozän) nachgewiesen wurden, erreichten drei der im Talboden angesetzten Bohrungen unter quartärer Talfüllung und tertiären Ablagerungen Gesteine des Oberen Muschelkalks. Wegen der Seltenheit von Hauptmuschelkalkvorkommen in diesem Raum und der möglichen Bedeutung für den Untergrund des basaltischen Vogelsberges sollen die Bohrergebnisse hier kurz mitgeteilt werden.

---

\* Dr. H. HICKETHIER, Dr. S. HOLTZ, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden.

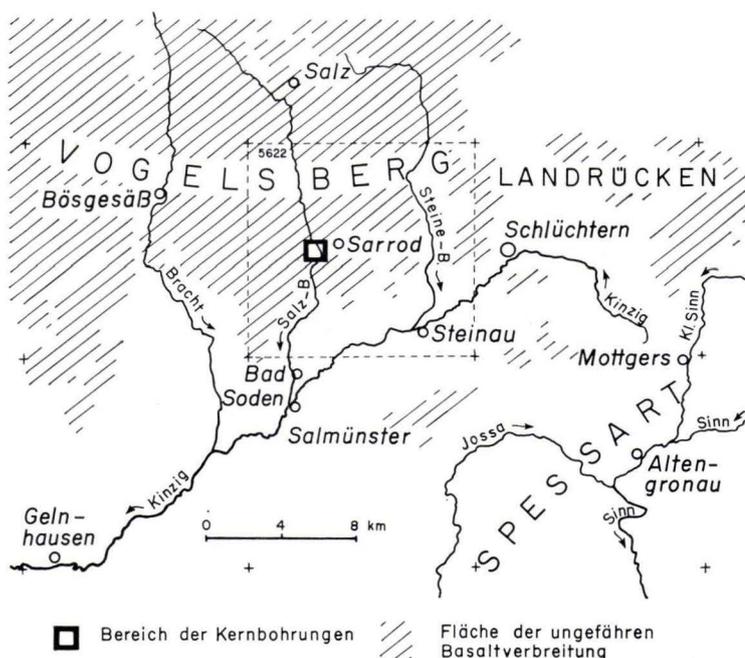


Abb. 1. Südostrand des Vogelsberges.

Die 3 Bohrpunkte liegen auf Bl. 5622 Steinau der TK 25. Das Belegmaterial ist in der stratigraphisch-paläontologischen Sammlung des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung hinterlegt (Slg.-Nr. 5622/1–22). Für die freundliche Genehmigung zur Veröffentlichung der Bohrergebnisse danken die Autoren dem Wasserverband Kinzig, Frankfurt am Main.

## 2. Profilbeschreibungen

### Bohrung KB 7

Lage: Katholischwillenroth, R 3527430, H 5579335, 261,70 m über NN

Zweck: Baugrunderkundung für Hochwasserrückhaltebecken

Zeit: März 1974 Bohrverfahren: Rotary-Kernbohrung (senkrecht)

Bearbeiter: HICKETHIER, HOLTZ, BLECK

– 0,10 m	Mutterboden	Quartär
– 0,40 m	Auelehm (Schluff, tonig, sandig), dunkelbraun, grau, mit zahlreichen Pflanzenresten	„
– 2,00 m	Basaltschut (Kies und Steine), grau, braun, mit wechselndem Lehm-Anteil	„
– 2,50 m	Basaltschutt (Kies und Steine), grau, braun, Feinkorn beim Bohren vermutlich ausgespült	„
– 4,80 m	Fein- bis Mittelsand, grau, gelbgraubraune tonig-schluffige Lagen und Linsen, einzelne grobsandige Lagen	Tertiär, Miozän
– 5,30 m	Ton, gelbbraun, schluffig, lagenweise schwach sandig	„
– 5,45 m	Sand, graubraun, örtlich schluffig, Eisenschwarten	„

— 5,55 m	Schluff, weißgrau, dunkelgrau, tonig, sandig, vermutlich mit Tuff-Anteilen	Tertiär, Miozän
— 5,75 m	Braunkohle, schwarzbraun, stark tonig	„
— 6,90 m	Ton, dunkelgrau, schwarzgrau, schluffig, zahlreiche Pflanzenreste	„
— 7,20 m	Ton, dunkelgrau, schwarzgrau, schluffig, Pflanzenreste	„
— 7,35 m	Schluff, dunkelgrau, tonig, einzelne Pflanzenreste	„
— 7,70 m	Feinsand, hellgrau, dunkelgrauer toniger Schluff in Linsen und dünnen Lagen	„
— 8,20 m	Schluff, dunkelbraun, tonig, sandig, Pflanzenreste	„
— 8,50 m	Braunkohle, schwarzbraun	„
— 9,70 m	Schluff, dunkelgrau, tonig, sandig, Pflanzenreste	„
— 10,00 m	Schluff, mittelgrau, feinsandig, evtl. mit tuffitischem Anteil	„
— 10,35 m	Schluff, dunkelgrau, tonig, schwach feinsandig	„
— 10,40 m	Tuff bis Tuffit, schwarzgrau, weißgepunktet	„
— 12,15 m	Schluff, mittel- bis dunkelgrau, örtlich tonig, mehrere bis 3 cm starke Lagen aus Tuff oder Tuffit, hellgrauweiß und rotbraun gepunktet	„
— 24,40 m	Ton, grüngrau, schluffig, schwach sandig, mehrere Tuff- oder Tuffitlagen, örtlich schwach kalkig	„
— 28,80 m	Sand, graubraun, örtlich schluffig, verkittet	„
— 33,30 m	Schluff, hellgrau, hellgrüngrau, örtlich schwach tonig, einzelne dünne Tonlagen, örtlich schwach feinsandig, bei 29,00 m Brocken von Tertiärquarzit	„
— 34,70 m	Schluff- bis Schluffstein, mittel- bis dunkelgrau; wohl stark verwitterter Oberer Muschelkalk	Oberer Muschelkalk
— 53,20 m	Tonmergelstein, hell- bis mittelgrau, feingeschichtet, mit hellgrauen Kalksteinbänken, 1–45 cm mächtig, z. T. linsenförmig, besonders mächtige Kalksteinbank von 44,95 bis 45,80 m; etwa ab 43,00 m nehmen die Kalksteinbänke nach unten an Mächtigkeit und Häufigkeit zu; einige Kalksteinbänke als Schillkalke ausgebildet, zahlreiche Fossilreste meist an der Unterseite der Kalksteinbänke angereichert, besonders in den unteren 40 cm (Mergel) dieses Schichtkomplexes; örtlich Pyrit	„
— 60,00 m	Kalkstein, hell- bis mittelgrau, auf Kluffflächen und von Kluffflächen ausgehend gelb bis rostbraun, hart; fossilreich, Schill, viele Ooide (Schill und Ooide lagenweise angereichert)	„
Endteufe		

## Bohrung KB 7/I

Lage: Katholischwillenroth, R 3527043, H 5579793, 275,0 m über NN

Zweck: Baugrunderkundung für Hochwasserrückhaltebecken

Zeit: November 1974 Bohrverfahren: Rotary-Kernbohrung (senkrecht)

Bearbeiter: HOLTZ, BLECK

— 0,30 m	Mutterboden	Quartär
— 0,50 m	Lehm (Schluff, tonig, feinsandig), hellbraungrau, rostfleckig, einzelne Holzstückchen	„
— 2,30 m	Basaltersatzmaterial (Schluff, tonig, sandig, mürb, feinkiesig), mittel- und rostbraun, vereinzelt kleine Bauxitgerölle	„
— 2,90 m	Kies, mittelbraun, rostbraun, stark lehmig (Ablagerung der Salz)	„
— 3,80 m	Kies, graubraun, deutlich lehmig (Ablagerung der Salz)	„

– 12,30 m	Tuff (Asche bis Lapilli), hellgraubraun, hellbraun, mittelbraun, engständig geklüftet, geschichtet, fest; bei 3,9 m dunkelbraune Eisenkruste	Tertiär, Miozän
– 13,40 m	Feinsand, mittelbraun, hellgraubraun, blaugrau, stark tonig, deutlich schluffig	„
– 15,60 m	Tuff (Asche bis Lapilli) und Tuffit (Schluff bis Sand), hellgrau, graubraun, braun, rostbraun, halbfest bis fest	„
– 17,40 m	Ton, braun, grünblau, graubraun, olivgrau, schluffig, feinsandig	„
– 23,50 m	Klebsand, hellgrau, hellgraubraun, mittelbraun, örtlich rostbraun, mittel- bis grobkörnig, tonig, örtlich schwach tonig	„
– 25,10 m	Wechselfolge Ton/Feinsand, hellschokoladenbraun, blaugrau, grau (Feinsand tonig-schluffig, klebsandartig), örtlich tuffitische Anteile	„
– 27,70 m	Kohleton, mittel- bis dunkelbraun, graubraun, schluffig, größere Holzstücke und Braunkohlelagen bei 25,4 m, 26,3 m und 27,4 m	„
– 29,50 m	Kohleltonstein, mittelbraun, braungrau, schwarzbraun, mit violettgrauen und braungrauen, geschichteten tuffitischen Lagen	„
– 30,00 m	Mittelsand, grau, schwach schluffig, feinsandig	„
– 33,60 m	Wechselfolge Schluff/Feinsand, blaugrau, grüngrau, hellgrau, tonig, mit tuffitischen Lagen bis 30,9 m und von 33,0 bis 33,2 m; Feinsand klebsandartig	„
– 37,60 m	Klebsand, blaugrau, grüngrau, hellgrau, fein- bis mittelkörnig, deutlich bis stark tonig, ab 37,1 m Tonanteil geringer, schwach schluffig, Tuffitlage bei 35,4 m	„
– 39,00 m	Mittelsand, hellgrau, örtlich schwach schluffig, feinsandig	„
– 44,95 m	Klebsand, hellblaugrau, graubraun, grau, weißgrau, fein- bis mittelkörnig, deutlich bis stark tonig, schwach schluffig, örtlich schluffig-sandige Tonlagen	„
– 46,75 m	Schluff- und Mergelstein mit wechselndem Tongehalt, hellgrüngrau und hellgrau, vereinzelt mit hellbraunen und rostbraunen, dünnen Lagen, von 45,75–45,80 m hellrostbraun, feingeschichtet, angewittert	Oberer Muschelkalk
– 46,80 m	Schillkalkstein, hellgrau, einzelne Ooide, hellgrüne und blaugraue, kleine Tonlinsen	„
– 46,90 m	Mergel, hellgrau, mit zahlreichen Schalenresten	„
– 48,00 m	Tonmergel, hellgrau, vereinzelt weiße Kalkknöllehen von ca. 5 mm $\varnothing$	„
– 48,50 m	Ton- und Schluffstein, mittelgrau, Feinglimmer und Feinstsand auf Schichtflächen, einzelne Schalenreste	„
– 49,25 m	Schluff- bis Feinstsandstein, mittelgrau, reich an Feinglimmer, feingeschichtet	„
– 49,65 m	Ton- und Schluffstein, mittelgrau, mit Feinstsandlagen, lagenweise feinfaserige Schichtung, einzelne inkohlte Holzflitter	„
– 50,45 m	Tonstein, mittelgrau, vereinzelt Schluff- und Feinstsandlinsen, ausgesprochen feingeschichtet, bröckeliger Zerfall	„
– 51,00 m	Ton- und Schluffstein, mittelgrau, mit Feinstsandlagen und -linsen, im oberen Bereich Trockenrisse, die mit Feinstsand ausgefüllt sind, lagenweise Wurmbauten	„
Endteufe		

## Bohrung KB 10

Lage: Sarrod; R 35 27 485, H 55 79 380, 263,90 m über NN

Zweck: Baugrunderkundung für Hochwasserrückhaltebecken

Zeit: Februar-März 1974 Bohrverfahren: Rotary-Kernbohrung (senkrecht)

Bearbeiter: HICKETHIER, HOLTZ, BLECK

— 0,20 m	Mutterboden	Quartär
— 0,55 m	Lehm, mittelbraun, graubraun, rostbraune Lagen und Flecken, vereinzelt schwarzbraune Flecken, schwach kiesig	„
— 0,70 m	Steine (Basalt)	„
— 1,70 m	Schluff, vorwiegend rostbraun, tonig, schwach feinkiesig	„
— 3,50 m	Kies (Basalt), grau, graubraun, wechselnd stark schluffig, feinsandig	„
— 3,70 m	Fein- bis Mittelsand, grau, hellbraun, tonig, deutlich schluffig	Tertiär, Miozän
— 4,25 m	Mittelsand, grau, graubraun, schwach schluffig, an der Basis weißer Feinsand	„
— 5,00 m	Fein- bis Mittelsand, hellgraubraun, deutlich tonig (Klebsand)	„
— 5,35 m	Mittelsand, hellgrau, hellgraubraun, schwach schluffig (schwach klebend)	„
— 5,85 m	Fein- bis Mittelsand, grau, hellbraun, tonig, deutlich bis stark schluffig (Klebsand)	„
— 6,60 m	Mittel- bis Grobsand, blaßrostbraun, örtlich schwach schluffig	„
— 7,30 m	Ton, graubraun, schluffig, zahlreiche Pflanzenreste	„
— 7,85 m	Ton, grau, graubraun, einzelne hellgraue bis hellgraubraune Schlufflagen, durchgehend einzelne Sandkörner	„
— 9,60 m	Kohleton, schwarzbraun, zahlreiche Holzreste in Lagen	„
— 10,90 m	Wechselfolge Ton/Fein- bis Mittelsand, dunkelbraun, grüngrau, deutlich schluffig, Lagenstärke 2—3 cm	„
— 11,30 m	Braunkohle, dunkelbraun, tonig	„
— 12,90 m	Kohleton, schwarzbraun, deutlich schluffig, feinsandig, Holzreste	„
— 13,50 m	Schluff, dunkelbraun, schwach tonig, in Linsen und Lagen graues bis rotgraues Tuffitmaterial (tonsteinartig)	„
— 14,05 m	Aschen- bis Lapillituff und Tuffit, dunkelgrau, braungrau, fest, lagenweise hoher Schluffanteil, gradierte Schichtung; Tuffbestandteile: rote Lapilli, schwarze Bruchstücke, weißgraue stark zersetzte Bruchstücke, Augitkristalle, $\varnothing$ bis 4 mm	„
— 14,50 m	Ton, dunkelbraungrau, Schluff in Lagen und Linsen, örtlich fest	„
— 15,10 m	Tuff und Tuffit, rotgrau, grüngrau, im mittleren Teil fast reiner Schluff, einzelne Quarzkörner (bis 1 mm)	„
— 16,60 m	Wechselfolge Ton/Feinsand, grün, blaugrün, grüngrau, gelbgrau, unterschiedlich schluffig und mittelsandig	„
— 16,85 m	Ton, grüngrau, grau, weiß, schluffig	„
— 21,00 m	Wechselfolge Ton/Feinsand, grüngrau, gelbgrau, schwach bis deutlich schluffig, mittelsandige Feinsandlagen bis 5 cm, tonsteinartige Partien bis 20 cm mächtig	„
— 21,35 m	Tuffit, grüngrau, grau, stark schluffig	„
— 21,55 m	Tuffit, grüngrau, grau, weißfleckig, schwach violettstichig, schwach schluffig	„

—22,60 m	Ton, grüngrau, schluffig, in Lagen mittelsandig, wahrscheinlich lagenweise auch schwach tuffitisch	Tertiär, Miozän
—24,50 m	Ton, grüngrau, schwach schluffig, sehr schwach tuffitisch	„
—26,00 m	Ton, grüngrau, teilweise weißfleckig, schluffig, lagenweise deutlich tuffitisch, tonsteinartig von 25,7—26,0 m, hier stark tuffitisch	„
—26,80 m	Ton, grüngrau, schluffig, gelbgrüner Feinsand in dünnen Lagen, Linsen und Nestern	„
—27,20 m	Ton, grüngrau, rostfleckig, schluffig, wechselnder Tuffanteil, einzelne Mittel- und Grobsandkörner, Feinsand in dünnen Lagen	„
—28,60 m	Ton, grüngrau, oliv, z. T. rostfleckig, schluffig, Fein- bis Mittelsand in einzelnen Nestern und Linsen	„
—29,70 m	Ton, oliv, grau, stark rostfleckig, schluffig, wahrscheinlich mit hohem Tuffanteil	„
—31,30 m	Ton, grüngrau, oliv, schwach rostfleckig, weißfleckig, einige deutlich tuffitische Lagen mit Quarzkörnern	„
—32,20 m	Mittelsand, grüngrau, rostfleckig, schwach fein-, deutlich grobsandig, deutlich verfestigt, wahrscheinlich starker Tuffanteil, der völlig zersetzt ist (dunkelgraue bis schwarze bolusartige Bänder und Nester)	„
—32,50 m	Quarzit, hellgrau (Geröll von Tertiärquarzit)	„
—33,00 m	Fein- bis Mittelsand, graubraun, schwach schluffig, etwas verfestigt, zahlreiche Grobsandkörner, konglomeratische Lagen (Quarz)	„
—36,00 m	Fein- bis Mittelsand, grau, lagenweise schwach schluffig, teilweise stark grobsandig, vereinzelt Quarzitbröckchen, einzelne graugrüne Konkretionen ( $\varnothing$ 1—2 cm)	„
—36,40 m	Quarzit, hellgrau (Geröll von Tertiärquarzit)	„
—37,10 m	Ton- bis Schluffstein, graugrün und hellgelb, rostbraune Zonen und Bruchflächen, deutlich bis stark verwittert; bis 36,80 m gestörte Lagerung (Aufarbeitungsbereich durch Transgression)	Oberer Muschelkalk
—45,00 m	Tonmergelstein, hell- bis mittelgrau, feingeschichtet, mit Kalksteinbänken von 5—10 cm, hellgrau; vereinzelt Pyrit, lagenweise Fossilanreicherungen im Tonmergelstein und in den Kalksteinen: Fischreste, zerdrückte Muschelschalen, Ostracoden, Estherien; bei 39,70 m Lösungshohlraum, 2 cm	„
Endteufe		

### 3. Auswertung der Bohrergebnisse

#### 3.1. Oberer Muschelkalk

Je nach Höhenlage der Ansatzpunkte durchteuften die drei Bohrungen (Abb. 2) 33,30—44,95 m Tertiär u. Quartär und erreichten den Oberen Muschelkalk mit erstaunlich geringen Differenzen bei 227,50 m (KB 10), 228,40 m (KB 7) und 230,05 m (KB 7/I) über NN. Die wechselnde Gesteinsausbildung deutet darauf hin, daß unterschiedliche Horizonte in der Tonplatten-Fazies (Ceratitenschichten) des Hauptmuschelkalks angetroffen wurden (in der KB 7/I fehlen — bis auf eine Lage — die Kalksteinbänke, dagegen ist ein deutlicher Feinstsandgehalt zu beobachten).

Die Einstufung der im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Schichten in den Oberen Muschelkalk ist durch Fossilbestimmungen gesichert. In drei Proben aus der

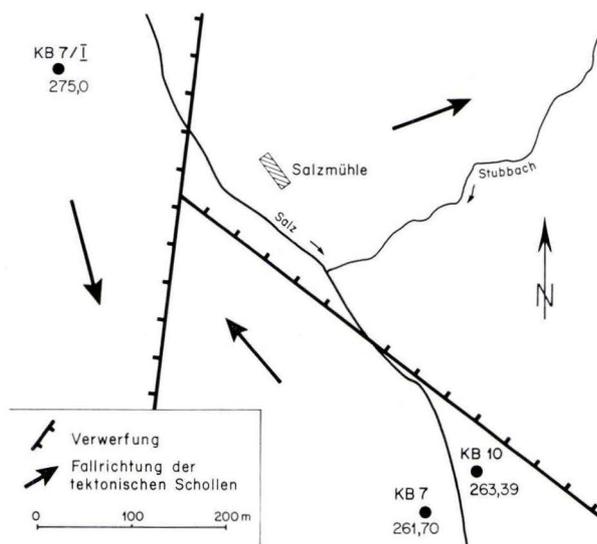


Abb. 2. Lage der Kernbohrungen bei Sarrod.

KB 10 (bei 37,6 m, 40,3 m und 43,2 m) wurden bei Untersuchungen, die freundlicherweise Herr Dr. MALZ vom Forschungsinstitut Senkenberg durchführte, die Ostracodengattungen *Letticythere* und *Laevicythere?* bestimmt. Infolge schlechter Erhaltung war nur eine gattungsmäßige Bestimmung durchzuführen, die aber für die stratigraphische Aussage ausreicht (Taf. 16 Fig. 2).

Die Gattungen *Letticythere* BEUTLER & GRÜNDEL und *Laevicythere* BEUTLER & GRÜNDEL sind erstmals 1963 aus dem Unteren Keuper Thüringens beschrieben worden; KRÖMMELBEIN (1964) weist der *Letticythere-Laevicythere*-Gesellschaft eine stratigraphische Bedeutung für den Grenzbereich Muschelkalk/Keuper zu.

Herrn Dr. h. c. BUSSE, Kassel, verdanken wir weitere Fossilbestimmungen:

Brachiopodenschill

cf. <i>Myophoria elegans</i> DUNKER (Fragment)	}	KB 7 57,90—58,00 m
<i>Nucula goldfussi</i> v. ALBERTI		
<i>Coenothyris vulgaris</i> v. SCHLOTHEIM	}	KB 7 59,75—59,80 m
<i>Lingula zenkeri</i> v. ALBERTI		
<i>Bairdia</i> cf. <i>pirus</i> v. SEEBACH	}	KB 10 40,65—40,70 m
<i>Isaura</i> [syn. <i>Estheria</i> ] <i>minuta</i> GOLDFUSS (Taf. 16)		
		KB 10 43,45—43,50 m

Herr Dr. KÜMMERLE, Wiesbaden, der dankenswerterweise die vorstehenden Fossilbestimmungen veranlaßte, beobachtete außerdem: Schuppen von Vertretern der Lepisosteidae, sowie Fisch-Kieferzähne und Knochensplitter in Proben aus der KB 7 bei 49,4 m und aus der KB 10 von 37,8—38,0 m.

Der mindestens 6,8 m mächtige schill- und ooidreiche Kalkstein im tiefsten Teil der KB 7 ist als Trochitenkalk-Fazies anzusprechen, obwohl auf der gesamten Kernlänge keine Crinoidenstielglieder beobachtet werden konnten. Nach HIEKE (1967) fand die

Ooid- und Bruchschillsedimentation bevorzugt auf flachen Rücken und an deren Hängen in bewegtem Wasser des Muschelkalkmeeres statt, während der Hauptlebensraum der Crinoiden in Bereichen relativ ruhiger Sedimentation in größerer Entfernung von den untermeerischen Rücken lag. Immerhin ist völliges Fehlen oder zumindest große Seltenheit von Stielgliedern — bei der üblichen starken Verdriftung der Tiere oder ihrer Skelettelemente — ungewöhnlich. Die Untersuchungen des gleichen Autors haben ferner gezeigt, daß der Trochitenkalk eine sehr unterschiedliche stratigraphische Reichweite haben kann. BUSSE vermutet entsprechend (freundliche schriftliche Mitteilung), daß hier die Trochitenkalk-Fazies die unteren Ceratitenschichten vertritt.

### 3.2. Vorbasaltisches Tertiär

In diesem Zusammenhang sei kurz darauf hingewiesen, daß die vorbasaltischen Tertiärsedimente nach palynologischen Bestimmungen aus der näheren Umgebung (HOLTZ) in das Untermiozän zu stellen sind. Beachtenswert scheint, daß selbst in den benachbarten Bohrungen KB 7 und KB 10 die den Muschelkalk unmittelbar überlagernden Schichten unterschiedlich ausgebildet sind: in der KB 10 4,7 m Sande mit den häufig in diesem Gebiet an der Tertiärbasis auftretenden konglomeratischen Lagen und in der KB 7 4,5 m Schluff, darüber erst schluffiger Sand ohne Kiesanteile. Die auch in den höheren Profilabschnitten von Bohrung zu Bohrung wechselnde Ausbildung bei häufiger Einschaltung von Tuff und Tuffitlagen ist charakteristisch für die nähere Umgebung und eine Folge der wechselnden Sedimentationsbedingungen (Seen, Flüsse) und der — in dem sich entwickelnden Schollenmosaik — unterschiedlichen tektonischen Bewegungen.

### 4. Weitere Vorkommen von Oberem Muschelkalk

Bisher sind nur drei sichere Vorkommen von Oberem Muschelkalk aus der näheren Umgebung der Bohrungen bekannt. Etwa 20 km ESE sind im Graben von Neuengronau-Mottgers Gesteine von Unterem, Mittlerem und Oberem Muschelkalk bis zum Unteren Keuper nachgewiesen, die aber stark gestört und nur teilweise aufgeschlossen sind, so daß ein den Bohrungen vergleichbares Schichtprofil nicht gewonnen werden kann.

Auch das hier beschriebene Vorkommen ist vermutlich in einer tektonischen Senkungszone erhalten geblieben; gegenüber dem ca. 3 km südlich im unteren Salz-Tal ausstreichenden Wellenkalk dürften vergleichbare Schichten im Bereich der Bohrungen etwa 100 m tiefer liegen.

In einer Tiefbohrung am NE-Ausgang von Bermuthshain, ca. 15 km in NNW-Richtung von Sarrod entfernt, sind unter Quartär von 5–95 m Tiefe Schichten des Oberen und Mittleren Muschelkalks angetroffen worden. Sie sind mit der Tiefe zunehmend gestört und z. T. durch eingedrungene Eruptiva zermürbt. Nachgewiesen wurden Teile der Ceratitenschichten und der Trochitenkalk mit der für ihn „ungewöhnlichen wahren Mächtigkeit“ von mindestens 16,3 m (KÖBRICH 1926).

Weiter soll nach KAISER & MEYER (1914) ein Muschelkalkvorkommen bei Freiensteinau, ca. 2,5 km E Salz, vorhanden sein, dessen Lage aber nicht näher beschrieben ist.

Besonders bemerkenswert ist das Muschelkalkvorkommen bei Bösgesäß, etwa 9 km in NW-Richtung entfernt (REUL, SCHOTT & WIRTH 1972). Dort wurden 1968 unter Basalttuff und tertiären Sedimenten Oberer, Mittlerer und Unterer Muschelkalk durchbohrt (Oberkante mo ca. 205 m über NN). Eine Grabenzone, die die Vorkommen bei Sarrod und Bösgesäß verbindet, ist nicht auszuschließen; die oben genannten Autoren vermuten ebenfalls eine WNW streichende Senke unter den basaltischen Gesteinen des Vogelsberges.

Freundlicherweise stellte Herr Dr. REUL das Ergebnis einer etwa 9 km nördlich Sarrod bei dem Ort Salz gelegenen Bohrung zur Verfügung (Abb. 1). Dort wurden unmittelbar unter basaltischen Gesteinen und nur 1–2 m Tuff noch ca. 2 m Muschelkalk — sehr wahrscheinlich Wellenkalk — erschlossen (Oberkante ca. 237 m über NN).

Inwieweit die aufgeführten Fundpunkte zu einem größeren Bereich mehr oder weniger geschlossener Muschelkalkverbreitung unter dem südlichen Vogelsberg gehören oder einzelne Grabenzonen erfassen, muß noch offenbleiben. Weitere solcher Einzelbeobachtungen werden sicherlich Klarheit über den Untergrundaufbau des Vogelsberges bringen.

#### 5. Schriftenverzeichnis

- BEUTLER, G., & GRÜNDEL, J. (1963): Die Ostracoden des Unteren Keupers im Bereich des Thüringer Beckens. — Freiberger Forsch.-H., C 164: 33–92, 4 Abb., 9 Taf., 5 Anlagen; Leipzig.
- BUSSE, E. (1974): Der Obere Muschelkalk im nordwestlichen Niederhessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 102: 91–135, 9 Abb.; Wiesbaden.
- HICKETHIER, H. (1971): Muschelkalk. — Erl. geol. Kt. Hessen 1: 25 000, Bl. 5623 Schlüchtern, 2. Aufl.: 62–72, 3 Abb.; Wiesbaden.
- HIEKE, W. (1967): Feinstratigraphie und Paläogeographie des Trochitenkalkes zwischen Leinetal-Graben und Rhön. — *Geologica et Palaeontologica*, 1: 57–86, 35 Abb., 4 Tab.; Marburg.
- KAISER, E., & MEYER, H. L. F. (1914): Der Untergrund des Vogelsberges. Mit einem Überblick über den Aufbau der vulkanischen Gesteine. Führer zu der Versammlung des Niederrheinischen geologischen Vereins in Gießen, Frühjahr 1913. — *Verh. naturhist. Ver. preuß. Rheinl. u. Westf.*, 70, 1913, C. Ber. Versamml. niederrhein. geol. Ver., 1913; 3–79, 10 Abb., 12 Taf.; Bonn.
- KÖBRICH, C. (1926): Die Tiefbohrungen nach Salz in Oberhessen in den Jahren 1905/07. — *Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-Anst.*, (V) 8: 197–233; Darmstadt.
- KRÖMMELBEIN, K. (1964): Über einen Ostracoden führenden Horizont der germanischen Trias. — *Senck. leth.*, 45: 497–499, 1 Abb.; Frankfurt.
- REUL, K., SCHOTT, H., & WIRTH, H. (1972): Periodische gezeitenbedingte Grundwasserspiegelschwankungen im Vogelsberg. — *Dt. gewässerkundl. Mitt.*, 16, 4: 94–98, 1 Abb.; Koblenz.

Manuskript eingegangen am 16. 12. 1975

# Stratigraphische Leithorizonte im Würmlöß des Mittelrheingebietes

Von

ERHARD BIBUS und ARNO SEMMEL\*

**Kurzfassung:** Es werden Würmlößprofile am Mittelrhein beschrieben, in denen typische Leithorizonte vorkommen, die auch in hessischen Lössen verbreitet sind. Hierzu gehören der Lohner Boden und jüngere Naßböden sowie der Eltviller und der Rambacher Tuff. Damit ist eine zweifelsfreie stratigraphische Korrelierung der Mittelrheinlössen mit den hessischen und anderen Würmlössen in Mitteleuropa möglich.

[Stratigraphic Marker Horizons in the Würm Loess of the Middle Rhine Region.—]

**Abstract:** Würm Loess profiles from the Middle Rhine region are described. These profiles contain marker horizons which occur often in Hessian loesses as well. To these marker horizons belong the "Lohner Boden", younger humid soils, the "Eltviller Tuff", and the "Rambacher Tuff". They allow the stratigraphic correlation of the Würm Loesses of the Middle Rhine region with those in Hesse and other parts of Central Europe.

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung . . . . .	141
2. Mittelrheinprofile mit gut gegliedertem Aufbau . . . . .	142
3. Schlußbetrachtung . . . . .	146
4. Schriftenverzeichnis . . . . .	147

### 1. Einleitung

Die stratigraphische Gliederung von Lössen erfolgt im wesentlichen mit Hilfe fossiler Böden. In Hessen sind außerdem mehrere Tufflagen in Lössen gefunden worden, die sich als Leithorizonte eignen (vgl. dazu u. a. SCHÖNHALS et al. 1964, SEMMEL 1967, BIBUS 1973). Diese Tuffe stammen mit Sicherheit aus dem Vulkanbereich der Eifel. Bisher ist es indessen in der Regel nicht gelungen, Tufflagen in hessischen Würmlössen sicher mit Vulkanen oder vulkanischen Ablagerungen in der Eifel oder im Mittelrheingebiet zu parallelisieren. Eine Ausnahme bildet nur der Eltviller Tuff im Jungwürmlöß (ROHDENBURG & SEMMEL 1971). Bei entsprechenden Untersuchungen erwies es sich auch als schwierig, die zahlreichen interstadialen Bodenbildungen in den Mittelrhein-Lössen mit denen hessischer Lößprofile zu korrelieren. Vor allem

---

\* Doz. Dr. E. BIBUS, Prof. Dr. A. SEMMEL, Geographisches Institut der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Senckenberg-Anlage 36, 6000 Frankfurt a.M.

machte sich das Fehlen eines besonders wichtigen fossilen Bodens im Würmlöß des Mittelrheingebietes bemerkbar, nämlich des „Lohner Bodens“, der das Mittelwürm im Sinne von SCHÖNHALS et al. abschließt. Im Verlauf der letzten Jahre konnten nunmehr allerdings im Bereich des Mittelrheins einige Aufschlüsse gefunden werden, die nicht nur den Lohner Boden, sondern auch Tufflagen im Löß zeigen, die in hessischen Lößprofilen ebenfalls zu finden sind. Dadurch ergeben sich Möglichkeiten für Korrelationen von Lößschichten, die nicht nur für das Untersuchungsgebiet und seine nähere Umgebung von Bedeutung sind, sondern zugleich auch einen zweifelsfreien Einbau der Mittelrheinprofile in die mitteleuropäische Würmlößgliederung ermöglichen. So ist doch der Lohner Boden in typologisch eindeutiger Ausbildung im Würmlöß von Belgien (Raum Mons) bis Niederösterreich (Ziegelei Feilendorf) zu finden. Diese Profile lernten wir durch Herrn Dipl.-Ing. CUBUK (Düsseldorf) bzw. durch Herrn Prof. Dr. FINK (Wien) kennen.

## 2. Mittelrheinprofile mit gut gegliedertem Aufbau

Mit der Lößgliederung im Mittelrheingebiet und in seiner weiteren Umgebung haben sich bereits mehrere Autoren befaßt. In diesem Zusammenhang verdienen vor allem die Arbeiten von REMY & PAAS (1959), BRUNNACKER (1967), SCHIRMER (1970) und BARTELS & HARD (1973) Beachtung. Die beiden letztgenannten Autoren haben unseres Wissens erstmalig den Lohner Boden in dem hier zur Diskussion stehenden Gebiet beschrieben. Bei dem von ROHDENBURG & SEMMEL (1971: 248) erwähnten Vorkommen des Lohner Bodens in der Tongrube Kärlich handelt es sich um umgelagertes Material. Der Lohner Boden ist gegenwärtig sehr gut in den Lokalitäten

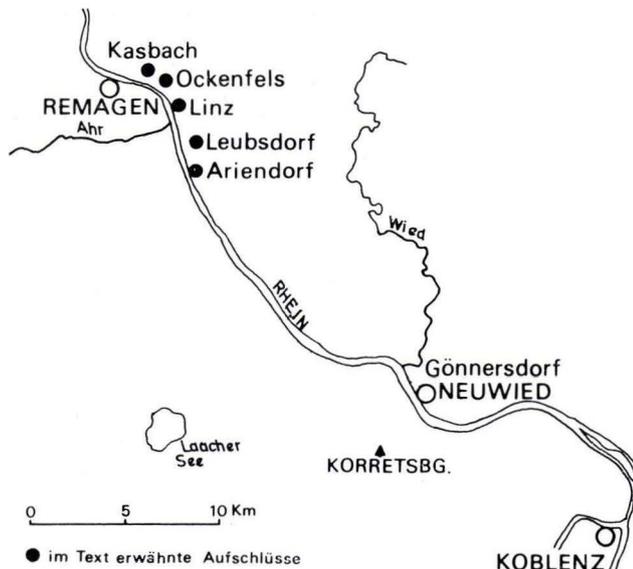


Abb. 1. Lage der beschriebenen Aufschlüsse im Mittelrheingebiet.

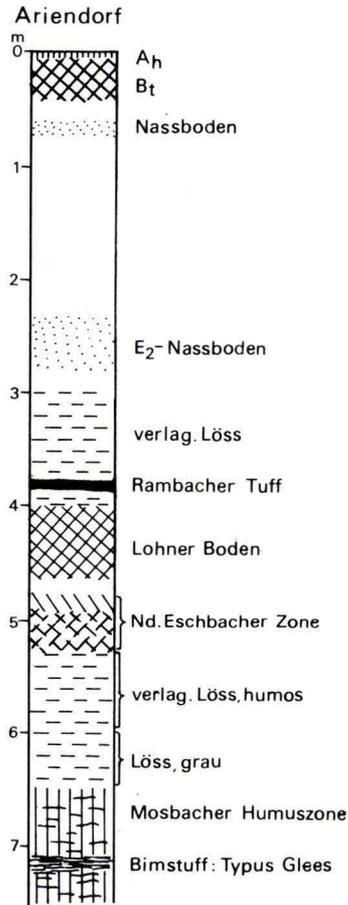


Abb. 2. Würmlößprofil Ariendorf.

Kiesgrube Ariendorf, Kiesgrube Ockenfels und Straßenböschung Saarlandstraße in Linz a. Rh. aufgeschlossen (Abb. 1).

Der Quartäraufschluß bei Ariendorf ist jüngst von BRUNNACKER et al. (1975) untersucht worden. Es handelt sich um die Kiesgrube der Firma Schneider, Bad Hönningen. Der Aufschluß liegt südöstlich von Ariendorf (Aufschluß B bei BRUNNACKER et al.) und zeigt über Rheinkiesen eine vielgliedrige Lößdecke, deren oberster Abschnitt die typische Abfolge des Würmlösses aufweist. Sie entspricht stratigraphisch der „Löß-Decke III“ bei BRUNNACKER et al. (1975: 104ff.) und beginnt mit humosem Lößlehm, der über einem fossilen B<sub>t</sub>-Horizont liegt (Abb. 2). In dem humosen Material, das stratigraphisch einer der Mosbacher Humuszonen (SCHÖNHALS et al. 1964) des Altwürms zuzuordnen ist, finden sich Reste eines Bimstoffes, der nach FRECHEN (1975: 176 und briefl. Mitt. vom 15. 3. 1974) dem „Typus Gleys“ entsprechen soll. BRUNNACKER et al. (1975: 106) sehen den Bims als Äquivalent des „Metternicher

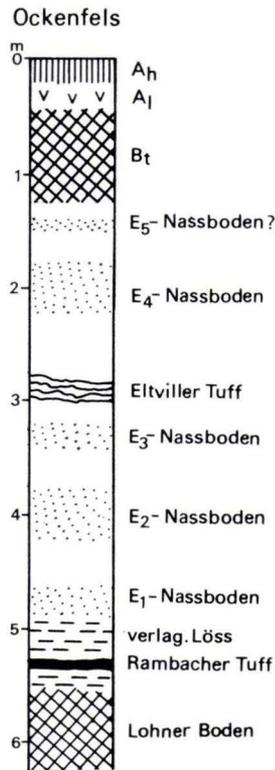


Abb. 3. Würmlössprofil Ockenfels.

Tuff-Horizonts“ im Sinne von LÖHR & BRUNNACKER (1974) an. Über der Humuszone folgt grauer Löß, der schwach steinig ist und von humosem Löß überlagert wird. Das humose Substrat dürfte einer umgelagerten Humuszone zugehören. Nach oben schließt sich brauner Löß mit einer hellgrauen Zone im Hangenden an. Hierbei kann es sich u. E. nur um ein stratigraphisches Äquivalent der „Nieder-Eschbacher Zone“ handeln (SEMMEL 1968, 1969), die im hessischen Mittelwürmlöß häufig zu beobachten ist. Unmittelbar darüber liegt der Lohner Boden, der sich gegenüber dem Liegenden und Hangenden durch eine braunere Färbung und sein feinsplattiges Gefüge auszeichnet. Der obere Teil weist zahlreiche rostige und punktförmige Fe-Konkretionen auf. Nach einer dünnen, steinigen, dunkelgrauen Kieslage schließt sich nach oben ein 10 cm mächtiger, stark dunkelgrauer Basaltuff an, der stratigraphisch in völlig gleicher Position liegt wie der Rambacher Tuff in hessischen Lößprofilen (SEMMEL 1967: 107, BIBUS 1973: 351). Darüber setzt sich der steinige Löß fort, der neben vielen Schieferbröckchen auch Quarzgerölle enthält. Im obersten Profiltteil verschwindet die dunkle Farbe und der Steingehalt nimmt deutlich ab. Es dominiert heller, typischer Löß, der wenig oder gar nicht sekundär verlagert ist. In seinem basalen Teil tritt eine rost- und graufleckige Zone auf, die dem E<sub>2</sub>-Nassboden der hessischen Lößgliederung entspricht. Den Abschluß des Profils bildet eine stark ero-

dierte Parabraunerde, von der nur noch ein Teil des B<sub>1</sub>-Horizontes erhalten ist. Dicht darunter liegt ein sehr schwacher Naßboden, dessen stratigraphische Stellung unsicher ist. Der Eltviller Tuff wurde von uns hier nicht gefunden.

In der oberhalb des Ortes gelegenen Kiesgrube Ockenfels kommt der Lohner Boden in besonders typischer Ausbildung in einer aufgefüllten Delle im Ostteil der Grube vor. Ältere Böden fehlen an dieser Stelle (Abb. 3). Das plattige Gefüge des Lohner Bodens weist hier besonders schön die oft zu beobachtenden dunklen Fe-Mn-Flecken auf den Aggregaten auf. Über dem Boden folgt graubrauner Löß, der im basalen Teil als 5 cm starkes, dunkles Band den Rambacher Tuff enthält. Der Löß dieses Abschnittes zeigt auch in diesem Profil typische Merkmale der Verlagerung (Schichtung, Steinführung), was ja für den unteren Abschnitt des Jungwürmlösses charakteristisch ist (SEMMELE 1968: 42 ff.). Im oberen Teil dieses Lösses findet sich ein grauer Naßboden, der dem E<sub>1</sub>-Naßboden gleichzusetzen sein dürfte. Im hangenden hellbraunen Löß schaltet sich dann ein rost- und graufleckiger Naßboden ein, der als Äquivalent des E<sub>2</sub>-Naßbodens gedeutet wird. Diesem folgt ein weiterer, sehr schwacher Naßboden (E<sub>3</sub>), der dicht unter einem ca. 4 cm starken basaltischen Tuffband liegt. Unter der an der heutigen Oberfläche entwickelten Parabraunerde liegt schließlich ein schwach humoser, grauer Naßboden im Löß, der dem E<sub>4</sub>-Naßboden entspricht. Darüber folgt noch ein weiterer, rostfleckiger Horizont, welcher wohl dem E<sub>5</sub>-Naßboden zuzuordnen ist. Bei dem Tuffband kann es sich nur um den Eltviller Tuff im Sinne von SEMMELE (1967) handeln, also um die früher als „Kärlicher Tuff“ bezeichnete Bildung, die sich durch eine sehr große regionale Verbreitung auszeichnet. Der Eltviller Tuff liegt im Profil Ockenfels in einer stratigraphisch eindeutigen Position. Zudem weist er eine Erscheinung auf, die häufig zu beobachten ist und wohl zuerst von SCHÖNHALS (1959: 318) und FRECHEN (1959: 308) beschrieben wurde: Der Tuff fächert in mehrere Einzellagen (3–5) auf, die sich farblich voneinander unterscheiden (vgl. ROHDENBURG & SEMMELE 1971: 248, BIBUS 1973: 351). Während in der Mitte bräunliche Farben vorherrschen, sind die oberen Bänder dunkelgrau bis schwarz gefärbt. Die unteren Bänder zeichnen sich ebenfalls durch graue Farben aus.

Weitere Vorkommen des Eltviller Tuffs mit dem im hangenden Löß ausgebildeten E<sub>4</sub>-Naßboden sind an einer Wegböschung im Kasbachtal 300 m südwestlich der Brauerei St. Severin (R 25 88 90, H 56 06 78) sowie in der Zufahrt zum neuen Friedhof von Leubsdorf aufgeschlossen. Im Kasbachtal liegt das 3–4-geteilte Tuffband nur im Unterhangbereich des ostexponierten Talhanges vor und keilt hangaufwärts ca. 8 m über der Talaue im rezenten Boden aus. In Leubsdorf ist die maximal in 5 Bänder aufgeteilte Tuffschicht nur in erosionsgeschützter Lage in einer Dellenfüllung erhalten geblieben. Hier erreicht der Eltviller Tuff mit 12 cm die größte Gesamtmächtigkeit und eignet sich deshalb hier besonders gut für mineralogische Untersuchungen. Bezeichnenderweise tritt auch in den letztgenannten Vorkommen die mittlere Lage immer als braunes Band zwischen dunkelgefärbten Aschelagen auf. Ähnliche Farbdifferenzierungen sind auch in den obersten Tufflagen in der Basalttuffgrube östlich vom Korretsberg (Bl. 5610 Bassenheim) zu beobachten. Da dort im hangenden Löß nur der E<sub>4</sub>- und ein weiterer schwacher Naßboden (E<sub>5</sub>?) entwickelt ist, liegt aus lößstratigraphischer Sicht ein weiterer Hinweis vor, daß der Eltviller Tuff aus diesem Gebiet stammt. Die auf unsere Anregung von Frau Dr. HEIDE und Herrn

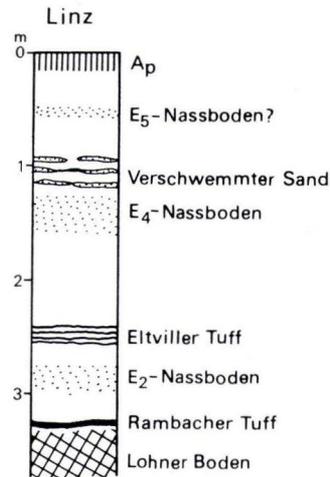


Abb. 4. Würmlößprofil Linz, Saarlandstraße.

Prof. Dr. FRECHEN durchgeführten mineralogischen Untersuchungen würden einer solchen Deutung nicht widersprechen. So stimmen sämtliche Aschebänder des Eltviller Tuffs von Leubsdorf in ihrem Mineralbestand und Anteil der Gläser mit den schwarzen Tufflagen am Korrettsberg überein. Geringfügige Unterschiede zeichnen sich nur im Bestand der Gläser aus den braunen Tuffbändern ab (schriftl. Mitt. von Frau Dr. HEIDE vom 19. 10. 1976).

Als letztes Profil sei der Aufschluß an der Zufahrt zur neuen Schule in der Saarlandstraße in Linz a. Rh. beschrieben, in dem basal der Lohner Boden in typischer Ausprägung vorliegt (Abb. 4). Darüber folgt der Rambacher Tuff in ähnlicher Ausbildung wie in Ockenfels. Über den ebenfalls hier anzutreffenden E<sub>2</sub>- und E<sub>3</sub>-Naßböden liegt außerdem der mehrgliedrige Eltviller Tuff und der E<sub>4</sub>-Naßboden mit hangenden Schwemmsandlagen. Ähnlich wie im Profil Korrettsberg findet sich auch hier über dem E<sub>4</sub> ein weiterer schwacher Naßboden, der dem E<sub>5</sub> entsprechen könnte (vgl. ähnliche Profile bei BARTELS & HARD 1973).

### 3. Schlußbetrachtung

Die drei ausführlicher beschriebenen Lößprofile am Mittelrhein unterhalb des Neuwieder Beckens besitzen insbesondere einen gut gliederbaren Jungwürmabschnitt. Dieser Umstand erlaubt eine zweifelsfreie Parallelisierung mit hessischen und anderen mitteleuropäischen Lößprofilen. Dennoch gibt es gerade auch am Mittelrhein zahlreiche Profile, in denen die Lössen nicht so gut einzuordnen sind. Als wesentliches Erschwernis stellt sich sehr häufig das Fehlen des Lohner Bodens dar, der zusammen mit anderen Würmlößteilen der intensiven Abtragung zum Opfer fiel, die im unteren Jungwürm wirkte und deren Ausmaß in vielen Lößprofilen zu erkennen ist (Semmel 1968: 42). Deshalb liegt der jüngste Würmlöß (ab E<sub>2</sub>-Naßboden) oft direkt älteren

Würmlössen oder sogar Riblössen auf. Auch die Sandlagen über dem E<sub>4</sub>-Naßboden zeigen weitere schwächere Diskordanzen an. Ein typisches Beispiel für die Auswirkung solcher Diskordanzen scheint uns das Lößprofil des Magdalénien—Fundplatzes Feldkirchen—Gönnersdorf bei Neuwied zu sein, das wir jüngst auf Bitten von Herrn BOSINSKI noch einmal besuchten. Der hier aufgeschlossene mächtige Basaltuff dürfte wegen der in seinem Hangenden auftretenden Diskordanzen sicher nicht in das Jungwürm gehören. Auf die ungewisse Stellung dieses Tuffes wird ja bereits von BRUNNACKER (1970: 43) hingewiesen.

#### 4. Schriftenverzeichnis

- BARTELS, G., & HARD, G. (1973): Rodderbergtuff im rheinischen Quartärprofil zur zeitlichen Stellung des Rodderberg-Vulkanismus. — *Catena* **1**: 31—49; Gießen.
- BIBUS, E. (1973): Ausbildung und Lagerungsverhältnisse quartärer Tuffe in der Wetterau. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **101**: 346—361; Wiesbaden.
- BRUNNACKER, K. (1967): Grundzüge einer Löß- und Bodenstratigraphie am Niederrhein. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **18**: 142—151, 2 Abb.; Öhringen.
- (1970): Zur Geologie der Fundstelle Gönnersdorf. — *Germania*, **47**: 39—47, 1 Abb.; Berlin.
- LÖHR, H., BOENIGK, W., PUISSEGUR, J., & POPLIN, F. (1975): Quartäraufschlüsse bei Ariendorf am unteren Mittelrhein. — *Mainzer naturwiss. Arch.*, **14**: 93—141; Mainz.
- FRECHEN, J. (1959): Die basaltischen „Ausbläser“ bei Kärlich (Neuwieder Becken) und die Verbreitung ihrer Tuffe. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **4**: 301—312, 3 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Krefeld.
- (1975): Tephrostratigraphische Abgrenzung des Würmlösses und der älteren Lösses im Quartärprofil der Tongrube Kärlich, Neuwieder Becken. — *Decheniana*, **127**: 157—194, 12 Abb., 7 Tab.; Bonn.
- LÖHR, H., & BRUNNACKER, K. (1974): Metternicher und Eltviller Tuff-Horizont im Würm-Löß am Mittel- und Niederrhein. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **102**: 168—190; Wiesbaden.
- REMY, H., & PAAS, W. (1959): Die Löß-Profile von Koblenz-Metternich und Moselweiß. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **4**: 331—336, 2 Abb.; Krefeld.
- ROHDENBURG, H., & SEMMEL, A. (1971): Bemerkungen zur Stratigraphie des Würmlösses im westlichen Mitteleuropa. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **99**: 246—252, 2 Abb.; Wiesbaden.
- SCHIRMER, W. (1970): Das jüngere Pleistozän in der Tongrube Kärlich am Mittelrhein. — *Mainzer naturwiss. Arch.*, **9**: 257—284, 6 Abb., 1 Tab., 1 Beil.; Mainz.
- SCHÖNHALS, E. (1959): Der Basalt-Tuff von Kärlich als Leithorizont des Würm-Hochglazials. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **4**: 313—320, 2 Abb., 1 Taf.; Krefeld.
- ROHDENBURG, H., & SEMMEL, A. (1964): Ergebnisse neuerer Untersuchungen zur Würmlöß-Gliederung in Hessen. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **15**: 199—206, 1 Abb.; Öhringen.
- SEMMEL, A. (1967): Neue Fundstellen von vulkanischem Material in hessischen Lössen. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **95**: 104—108, 1 Abb., Wiesbaden.
- (1968): Studien über den Verlauf jungpleistozäner Formung in Hessen. — *Frankfurter geogr. H.*, **45**: 133 S., 35 Abb.; Frankfurt a.M.
- (1969): Bemerkungen zur Würmlöß-Gliederung im Rhein-Main-Gebiet. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **97**: 395—399, 1 Abb.; Wiesbaden.

Manuskript eingegangen am 26. 10. 1976

# Die tektonische Gefügeanalyse durch Fernerkundung, eine neue Untersuchungsmethode

Von

KONRAD REUL\*

## Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	149
2. Grundlagen	149
3. Begriffe	150
4. Analysen-Schritte	151

### 1. Einführung

Die Auswertung von Luftbildern nach tektonischen Gefügen beschränkte sich jahrzehntelang auf den Nachweis bestimmter Bruchgefügeanordnungen, wie z. B. starker Zerrüttungszonen. Die mit verfeinerten Methoden erreichte große Dichte von Gefügespuren vermittelte ein — jeder gewünschten Genauigkeit entsprechendes — komplettes flächiges Bruchbild des jeweils untersuchten Gebietes. An Hand hunderter von Bearbeitungsbeispielen kristallisierte sich eine Systematik tektonischer Analysenschritte heraus, die nachfolgend kurz erläutert wird.

### 2. Grundlagen

Die tektonische Gefügeanalyse setzt zunächst voraus, sich von überkommenen und etwas oberflächlichen Vorstellungen über Lineamente, Fotolineation, Lineare usw. zu trennen. Das sind Begriffe mit verwaschenen und z. T. willkürlichen Definitionen. Zum Beispiel werden irgendwelche „Grautonlinien“, deren Herkunft ungewiß ist, geradlinige Geländekanten und geradlinige Abschnitte von Bachläufen mit unterschiedlicher Gefügezusammensetzung in der Darstellung von Fotolineationen mit verarbeitet.

Für die tektonische Gefügeanalyse sind hingegen nur die feinen Spuren echter Gefüge verwendbar, deren Herkunft und genetischer Inhalt genau bekannt sind.

---

\* Dr. K. REUL, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden.

Je weitmaschiger das Informationsnetz von eingezeichneten Gefügespuren ist, um so unvollständiger und unbefriedigender wird die tektonische Analyse ausfallen.

Grundlage für die Ordnung von Gefügeflächen und von räumlichen Gefügeelementen ist die an hessischen Beispielen bewiesene Erkenntnis, daß die Klüftung im Deckgebirge in ihren wesentlichen Zügen, auch auf engen Raum bezogen, das tektonische Flächengefüge der unterlagernden konsolidierten Falte richtungsmäßig nachzeichnet. Wir nennen diese Klüftung im Deckgebirge daher faltenbürtig.

### 3. Begriffe

Es hat sich erwiesen, daß ohne eine kurze sachbezogene Nomenklatur in einer neuen Disziplin nicht auszukommen ist. Insbesondere sprechen wir in unseren Arbeiten die folgenden Begriffe an, die zu erläutern sind.

- 3.1. Gefügespur = feine Zeichnung im Luftbild (oder in einer anderen Bilddarstellung der Fernerkundung), die den Ausbiß einer echten Gefügefläche (oder die Ausbisse eines parallelen Flächenbündels) markiert, bzw. durch eine Lockergesteinsdecke hindurchgepaust ist. Die Typen von Gefügespuren und deren genetische Zusammenhänge werden an anderer Stelle mitgeteilt. Die Ursache der Markierung von Gefügespuren sollte jeweils bekannt sein.
- 3.2. Faltenbürtiges Gefüge = Gesamtheit aller tektonischen Trennflächen im Deckgebirge, deren Richtungen, nicht das Einfallen, sich aus den entsprechenden tektonischen Flächengefügen des unterlagernden Faltenbaues nach oben durchgepaust haben.
- 3.3. Gefügewert = Zuordnung der Gefügefläche zur Faltengeometrie, z. B. als streichende Kluft, als Querkluft oder als eine der Diagonalklüfte.
- 3.4. Gefügelineare = Schnittlinien von zwei oder mehreren Gefügeflächen, im engeren Sinne die realen Schnittereignisse.
- 3.5. Gefügetrennende = sehr weitreichende Gefügespur, die oft geradlinig verläuft, jedoch aus unterschiedlichen Gefügewerten zusammengesetzt ist und einander fremde Skelone und Tektone trennt. Nur machmal — und dann nur streckenweise — sind auf diesen Linien Verwerfungen ausgebildet.
- 3.6. Das Skeleton = Gebirgskörper mit gleicher Anordnung von gleichen tektonischen Flächengefügen. Der gesamte Skeletonbereich ist einer gleichartigen tektonischen Beanspruchung unterworfen. Das Skeleton ist die Summe aller aneinanderliegenden gleichen Gesteinsepipede (Petrone).
- 3.7. Das Tekton = Gebirgskörper mit gleicher Faltenachsenlage. Es umschließt den Bereich unterschiedlicher, aneinanderliegender Skelone, denen aber die gleiche Faltenachsenlage im Raum eigen ist.
- 3.8. Skeletonklasse = nähere Identifikation von Skeletonen nach dem Inhalt an Gefügewerten, z. B. als Skeleton der Form:  
Diagonalkluft 1 + Diagonalkluft 2 + streichende Kluft = ( $d_1 d_2 b$ )-Skeleton (-Klasse).

3.9. Gefügeelemente = mögliche Kategorien von Gefügebausteinen im tektonischen Bau. Diese Elemente fügen sich in ein Ordnungsprinzip ein, in dem jedes Gefügeelement der nächst niederen Ordnung im Gefügeelement höherer Ordnung enthalten ist:

- Tekton = Gefügeelement 1. Ordnung
- Skeleton = Gefügeelement 2. Ordnung
- Gefügelinear = Gefügeelement 3. Ordnung
- Gefügefläche = Gefügeelement 4. Ordnung.

#### 4. Analysen-Schritte

Es werden zwei Analysengänge unterschieden: die Analyse des tektonischen Baues mit dem Ziel der Beschreibung von Gefügeanordnungen und die Bewegungsanalyse zur Rekonstruktion von destruktiven Bewegungsabläufen.

##### 4.1. Analyse des tektonischen Baues

Hierzu gehören folgende Untersuchungsschritte und Darstellungen:

###### 4.1.1. Gefügeflächen, Gefügewerte und Verformung

- Feststellung der Lage von Gefügeflächen im Raum.
- Korrektur zwischen dem Richtungsverlauf der Ausbisslinien und dem Streichen der Flächen.
- Gefügewertzuordnung: Feststellung des faltenbürtigen Gefügewertes und getrennte Darstellung von streichenden Gefügeflächen, von Diagonal- und Querklüften.

Aus dieser Darstellung sind insbesondere zu erkennen:

- a) Kernzonen unterschiedlicher Gebirgsbeanspruchung,
  - b) mehraktige Gebirgsüberprägung, z.B. 2 aufeinanderfolgende Überprägungen bei der Faltung.
- Darstellung der Gefügetrennenden.  
Die aus unterschiedlichen Gefügeelementen zusammengesetzten, oft auffallend gut sichtbaren Linien, die über mehrere Zehner von Kilometern verfolgbar sind — z.T. auch über Hunderte von Kilometern —, werden eingezeichnet. Offenbar handelt es sich um präorogene Relikte von Großgefügen, die unterschiedlich aktiviert sind.
  - Feststellung bogenförmiger Gefügespuren.  
Diese sind durch Beanspruchungen verursacht, die sich im Raum kontinuierlich ändernd verteilen.  
Eine bemerkenswerte Varietät ist die gekrümmte Gefügespur, die durch eine räumliche Veränderung der Beanspruchung mit der Zeit entsteht. Besonders im Bereich synorogener Sedimentation zeigen Diagonalklüfte in Großfalten dieses Phänomen. Während der Faltung verändern die jeweils durchgepausten Diagonalklüfte kontinuierlich ihr Streichen,

woraus z. B. im horizontalen Faltenschnitt eine bogenförmige Abbildung resultiert.

- Untersuchung der Raumlage von Faltenachsen im tiefen Untergrund.  
Unter nicht gefaltetem Gestein wird zur Konstruktion der Achsenlage von Falten der Verlauf bogenförmiger Diagonalklüfte herangezogen (außerdem der Verlauf der streichenden Klüfte und die Skeletonverteilung im Tekton).

#### 4.1.2. *Konstruktion von Gefügelinearen*

Gefügelineare werden nur zur Lösung sehr lokaler Fragestellungen dargestellt, insbesondere in der angewandten Geologie. Transportwege — vor allem Aufstiegswege flüssiger und gasförmiger Stoffe in der festen Erdkruste — folgen solchen Gefügelinearen. Die Lage von Linearen im Raum kann an einem neuentwickelten Meßgerät direkt abgelesen werden.

#### 4.1.3. *Räumliche Gefügeelemente und Baustil*

Insbesondere zum Vergleich von Gefügeeinheiten mit geologischen Großstrukturen ist die Analyse von räumlichen Gefügeelementen am zweckdienlichsten. Die wichtigsten Arbeitsabschnitte sind hierfür:

- Skeletonabgrenzung.
- Tektonumgrenzung.
- Skeletonklassifizierung.

Die Skeletone jedes Tektons werden nach Skeletonklassen geordnet und bezeichnet. Die Anordnung der unterschiedlichen Skeletone im Tekton zeigt die jeweilig örtlichen Beanspruchungen innerhalb des Faltenverbandes. Untersucht werden die äußeren und inneren Desorientierungen der Skeletone auch im Hinblick auf die Bewegungsanalyse.

## 4.2. Bewegungsanalyse

### 4.2.1. *Verwerfungen*

Auf den ersten Blick sind Bewegungsflächen von bloßen Zerrüttungszonen kaum zu unterscheiden. Bei der Konstruktion werden aber selbst die kleinsten Verwerfungsbewegungen kenntlich, die z. B. bei der geologischen Kartierung nicht in Erscheinung treten können. Wenn nämlich eine horizontale Bewegungskomponente vorhanden ist, sind Gefügedesorientierungen sichtbar. Die unterschiedlichen Hinweise auf Bewegungsflächen werden gesondert dargestellt:

- Gefügediskontinuitäten, die Skeletone durchziehen.
- Schnittflächen, die Skeletonanordnungen deutlich versetzen.

Im Falle des letztgenannten Kriteriums kann auch eine Verwerfung vorliegen, die das Deckgebirge nicht erfaßt hat, so daß eine weitergehende Identifikation notwendig ist.

#### 4.2.2. *Vektoren der tektonischen Bewegung*

Der tektonische Bewegungsablauf ist in seiner Gesamtheit erst erfaßbar, wenn die Relativbewegungen tektonischer Schollen, die durch Verwerfungen getrennt sind, festgelegt werden können. In erster Annäherung kommen in den folgenden Analysenschritten nur die Horizontalkomponenten der Bewegungen zur Darstellung:

- Einzeichnung der Relativbewegung an den identifizierten Verwerfungsflächen unter Nutzung folgender Kriterien:
  - a) Schleppungsdiskontinuität der Gefüge.
  - b) Fiederklüftung.
  - c) Versatzrichtungen zerschnittener Skeleton-Anordnungen.
- Darstellung der resultierenden und drehenden Bewegungsrichtungen jeder tektonischen Scholle aus den Relativbewegungen an einzelnen Bewegungsflächen.

Manuskript eingegangen am 16. 2. 1977

## Luftbildgeologische Untersuchungen im nördlichen Buntsandstein-Odenwald

Von

LORANT GANGEL\*

**Kurzfassung:** Mit Hilfe luftbildgeologischer Methoden wurden geologisch interessante Teilbereiche im nördlichen Buntsandstein-Odenwald untersucht. Die Strukturanalyse mit Lineationen ermöglicht eine weitgehend vollständige Erfassung der Kluft- und Störungsrichtungen aus dem Luftbild. Die luftbildgeologische Kartierung von Lineationen im westlichen Randbereich des Obernburger Grabens (TK 25 Bl. 6220 Wörth am Main) ergab, daß die annähernd N—S und E—W streichenden Lineationen hauptsächlich im Grabenbereich vorkommen, während sie in den übrigen Gebieten nur von untergeordneter Bedeutung sind. In diesen Bereichen herrschen die SE-Richtung (120—140°) und die NE-Richtung (30—50°) vor.

Die Ergebnisse der luftbildgeologischen Auswertung sind zuverlässig und repräsentativ. Die Vergleichsmessungen im Luftbild (Lineationen) und im Gelände (Klüfte) zeigen eine gute Übereinstimmung der Meßergebnisse. Die in den untersuchten Aufschlüssen auftretenden Hauptkluftrichtungen lassen sich bei den Lineationen der Umgebung nachweisen.

[Geological interpretation of aerial-photographs from the northern Bunter (sandstone) Odenwald]

**Abstract:** Geologically interesting parts of the northern Bunter (sandstone) regions of the Odenwald were investigated by aerial mapping. Structural analysis of photolineaments allows a near-complete comprehension of the directions of joints and dislocations. Aerial mapping of lineaments in the western marginal region of the Obernburg graben (map nr. 6220 Wörth am Main) showed that approximately N—S and E—W striking lineaments appear mainly within the graben, while they are of minor importance in other regions where, however, SE (120—140°) and NE (30—50°) directions are predominant.

Results of aero-photographic analysis are reliable and representative. Comparison of aerial mapping (lineaments) and surface mapping (joints) are in good agreement. Main directions of joints in visited exposures are traceable in the aerial lineaments of the surroundings.

### Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung . . . . .	156
2. Arbeitsunterlagen . . . . .	156

---

\* DR. L. GANGEL, Geologisch-Paläontologisches Institut der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Senckenberg-Anlage 32, 6000 Frankfurt a.M.

3. Photolineationen . . . . .	156
4. Lineationsnetz . . . . .	157
5. Aus dem Satellitenbild (ERTS-1) kartiertes Lineationsnetz . . . . .	160
6. Statistische Auswertung des Lineationsnetzes ausgewählter Teilgebiete . . . . .	162
7. Vergleich der Ergebnisse der luftbildgeologischen Strukturanalyse und der klein- tektonischen Geländeaufnahme . . . . .	164
8. Schriftenverzeichnis . . . . .	166

## 1. Einleitung

Die tektonische Luftbildauswertung mit Photolineationen (u. a. BODECHTEL 1969, LIST 1969, REUL 1973, STREIT 1974) ermöglicht auch in Mitteleuropa eine tektonische Strukturanalyse, wenn nach der Arbeitsmethode von REUL (1972, 1973) die tektonischen Gesteinstrennflächen aus dem Luftbild vollständig erfaßt werden. Diese Methode vermag weiterhin den tektonischen Beanspruchungsplan an Hand der Kluftkonfiguration über größere Gebiete aufzuzeigen, da angenommen werden kann, daß Gebiete mit einheitlicher Kluftorientierung der gleichen tektonischen Beanspruchung unterlagen (REUL 1972, 1973).

Durch Analyse des Lineationsnetzes wurde versucht, zusätzliche tektonische Information im nördlichen Buntsandstein-Odenwald zu erhalten. Weiterhin wurde das Lineationsnetz mit der lokalen Klüftung in Beziehung gesetzt, wozu die Kluftspuren aus dem Luftbild mit den Kluftmessungen im Gelände verglichen werden.

Die Untersuchungen wurden am Geologisch-Paläontologischen Institut der J.-W.-Goethe-Universität in Frankfurt a. M. durchgeführt.

## 2. Arbeitsunterlagen

Grundlage der Auswertung sind Schwarzweiß-Luftbilder im Maßstab von ca. 1:12000, die im Auftrag des Hess. Landesvermessungsamtes in den Jahren 1961, 1962, 1967, 1971 und 1973 aufgenommen wurden. Für die Auswertung wurde ein Zeiss-Spiegelstereoskop (OV) verwendet. Die Bildbetrachtung kann im Verhältnis 1:1 oder nach Aufsetzen der Feldstecherlupen mit 6facher Vergrößerung erfolgen. Die Übertragung des Luftbildinhaltes in die topographische Kartenunterlage wurde mit dem Luftbildumzeichner der Firma Carl Zeiss, Oberkochen, vorgenommen. Hierdurch werden die zwischen Luftbild und Karte existierenden Maßstabsunterschiede, wie auch eine eventuelle — durch Bildneigung bedingte — projektive Verzerrung ausgeglichen (KRONBERG 1967: 214).

## 3. Photolineationen

Photolineationen sind natürliche, geradlinige Elemente im Luftbild, die meist tektonische Trennflächen des Gesteins abbilden (KRONBERG 1967: 168, BODECHTEL 1969: 267, REUL 1972, 1973 und SCHNEIDER 1974: 248). Es handelt sich also um photogeologisch kartierbare Linien, die durch den Schnitt tektonischer Trennflächen (Verwerfungen, Klüfte) mit der Erdoberfläche entstanden sind. Photolineationen

lassen sich im Luftbild an Hand von morphologischen Merkmalen wie geradlinige Entwässerungsrinnen und Talstrecken, Geländestufen, Vegetationsreihen oder als geradlinige Grautonunterschiede beobachten. Die Ursachen der linear angeordneten Grautondifferenzierungen hängen mit der Bodendurchfeuchtung und der beginnenden Bodenbildung im Untergrund, entlang der tektonischen Trennflächen, zusammen. Hierbei werden nach BODECHTEL (1969: 267) vorwiegend steil fallende und senkrechte Flächen als Lineationen abgebildet, während flach fallende Trennflächen im Luftbild keine typischen Lineationen zeigen. Auf große Strecken durchziehende Lineationen zeigen bedeutendere Verwerfungen an, während geradlinige, häufig aussetzende Grautonbänder, die meist ein mehr oder weniger orthogonales System bilden, auf Klüfte hinweisen. Nichttektonische Trennflächen erscheinen nur untergeordnet als Lineamente. Täuschungen durch anthropogene Elemente (Flurgrenzen, alte Wege usw.) können — längere Erfahrung vorausgesetzt — weitgehend ausgeschlossen werden.

#### 4. Lineationsnetz

Im nördlichen Odenwald wurde der westliche Randbereich des Obernburger Grabens (Bl. 6220 Wörth am Main) für die photogeologische Bearbeitung ausgewählt, wo die im Grabenbereich dominierende N—S- bzw. E—W-Richtung von der im westlich benachbarten Gebiet vorherrschenden SE- bzw. NE-Richtung abgelöst wird (GANGEL 1975: 36). Die in den Luftbildern dieses Gebietes (Maßstab ca. 1:12000) beobachtbaren Klüfte und Störungen wurden als Photolineationen kartiert und mit einem Luftbildumzeichner in die Topographische Karte 1:25000 übertragen. Das auskartierte Bild der Lineationen ist nicht vollständig, da einerseits junge Sedimente, wie Löß, Gehängeschutt und Flußablagerungen, andererseits dichte Vegetation (Waldbedeckung) nur einen Teil der Lineationen erkennen lassen. Auffällig ist die relativ geringe Lineationsdichte in der Umgebung der Ortschaften Rimhorn, Fürstengrund und Seckmauern, wo sich größere, zusammenhängende Lößvorkommen befinden. Das Photolineationsnetz des erwähnten Gebietes wurde auf Abb. 1 dargestellt und soll im folgenden näher erläutert werden.

Auf Abb. 1 lassen sich zahlreiche, lang durchziehende, mehr oder weniger parallel verlaufende Lineationen beobachten und über weite Strecken (km-Bereich) verfolgen. Bei Höchst i. Odw. und Rimhorn, im NW-Teil des Gebietes, treten solche über weite Strecken durchziehende Scharen von Lineationen auf, die nach NE bzw. nach SE verlaufen. Es handelt sich bei diesen Photolineationen um Bruchlinien, wobei diese Verwerfungen durch die geologische Kartierung bereits nachgewiesen wurden (GANGEL 1975: 34). Neben den durch die geologische Kartierung belegten oder vermuteten Verwerfungen wurden mit Hilfe der Photolineationen auch einige neue Bruchlinien gefunden. So treten beispielsweise E Seckmauern N—S streichende, eng gescharte Lineationen auf, die parallel zur westlichen Randverwerfung des Obernburger Grabens verlaufen. Offensichtlich handelt es sich um mehrere, zueinander parallel verlaufende Bruchlinien, so daß in dieser Störungszone vermutlich wesentlich mehr Einzelverwerfungen liegen als in der geologischen Karte ausgeschieden werden konnten. Entsprechend werden die eng gescharten Photolineationen in diesem Bereich als Staffelbrüche gedeutet. Eine weitere, ebenfalls neu gefundene Bruchlinie

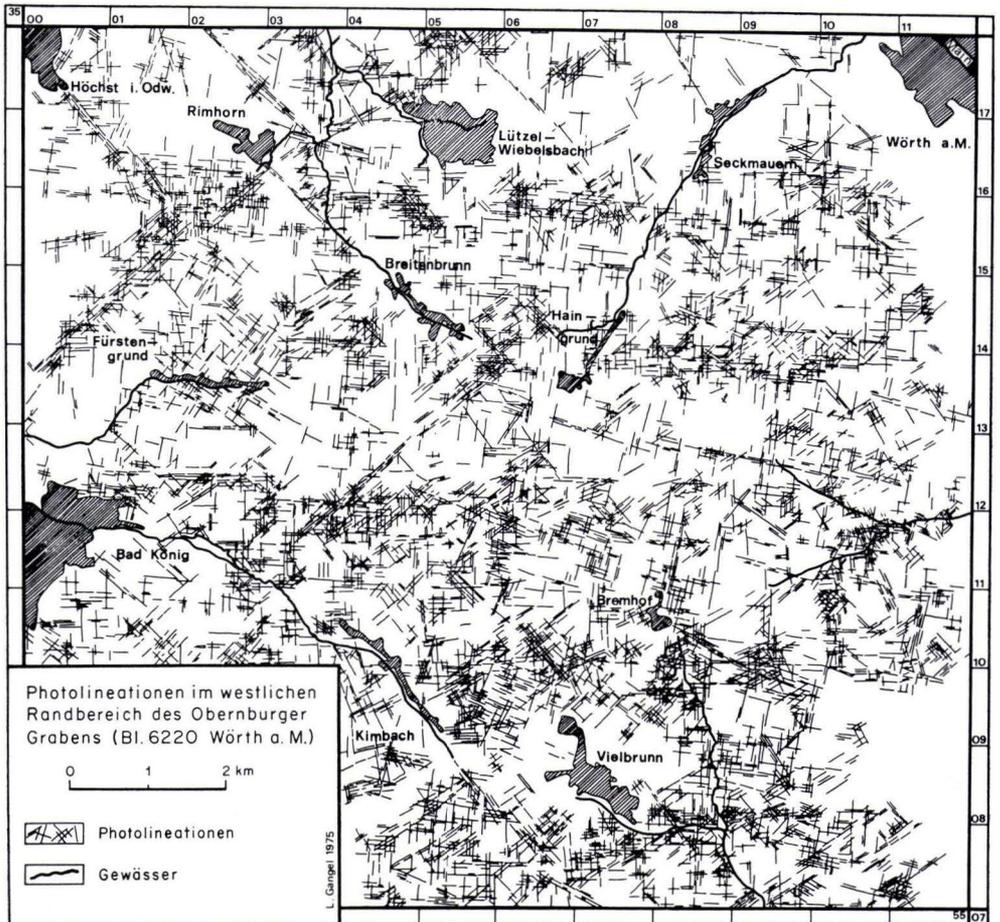


Abb. 1. Photolineationsnetz im westlichen Randbereich des Obernburger Grabens (Bl. 6220 Wörth am Main).

N Bad König, streicht etwa in der E–W-Richtung. Diese Querstörung bildet im N die tektonische Begrenzung des Grabens von Erbach–Michelstadt. Weitere Verwerfungen, die in der NE-Richtung streichen, treten NW bzw. SE von Fürstengrund auf. Diese als Verwerfungen identifizierte Lineationen treten ebenfalls als eng gescharte, parallel verlaufende Lineationen auf, so daß es sich bei diesen Verwerfungen vermutlich um mehrere, mehr oder weniger parallele Bruchlinien und nicht um Einzelverwerfungen handelt.

Im Gegensatz zu den auf große Strecken durchziehenden Lineationen, die Verwerfungen anzeigen, weisen die häufig aussetzenden Lineationen, die meist ein orthogonales System bilden, auf Klüfte und Spalten hin. Für das untersuchte Gebiet sind vier Richtungen, einerseits die N–S- bzw. E–W-Richtung, andererseits die NE-

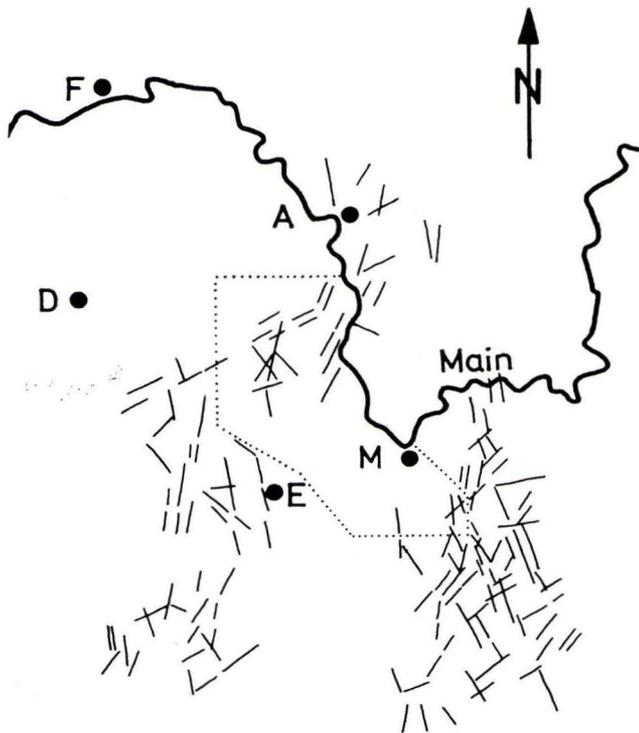


Abb. 2. Aus dem Satellitenbild (ERTS-1) kartierte Bruchlinien im nördlichen Odenwald. Maßstab 1:1 000 000, . . . = Arbeitsgebiet, A = Aschaffenburg, D = Darmstadt, E = Erbach, F = Frankfurt am Main, M = Miltenberg.

bzw. SE-Richtung charakteristisch. Die Verteilung der erwähnten Richtungen zeigt einige auffällige Merkmale. In der östlichen Hälfte (Randbereich des Oberburger Grabens) und im SW-Quadranten (Graben von Erbach—Michelstadt) der Photolineationskarte dominieren eindeutig die annähernd N—S bzw. E—W streichenden Lineationen (Abb. 6). Die starke N—S-Lineation ist nicht durchgehend ausgebildet, z. T. ist sie nach E oder W versetzt. Auffällig ist die Rechtsdrehung, d. h. die Drehung der N—S streichenden Lineare nach NNE, östlich Haingrund. In diesem Bereich verläuft eine E—W streichende Verwerfung. Nördlich dieser Schollengrenze dominiert die N—S-Richtung, während südlich davon eine Rechtsdrehung der Lineationen nach NNE zu beobachten ist. Diese von N nach S erkennbare Rechtsdrehung der Lineations- bzw. Kluftkonfiguration wird auch an der Drehung der in etwa E—W gerichteten Klüfte kenntlich. Durch die Strukturanalyse können also Gebiete mit einheitlicher Kluftorientierung abgegrenzt werden, wobei zwischen diesen einheitlichen Bereichen meist scharfe Grenzen verlaufen. Im zentralen Teil und im NW-Quadranten der Photolineationskarte dagegen treten die N—S- bzw. E—W-Richtung zurück und werden durch die NE-(30—50°-) Richtung bzw. SE-(120—140°-)Richtung abgelöst, die in diesem Bereich dominieren. Aber es gibt auch Ge-

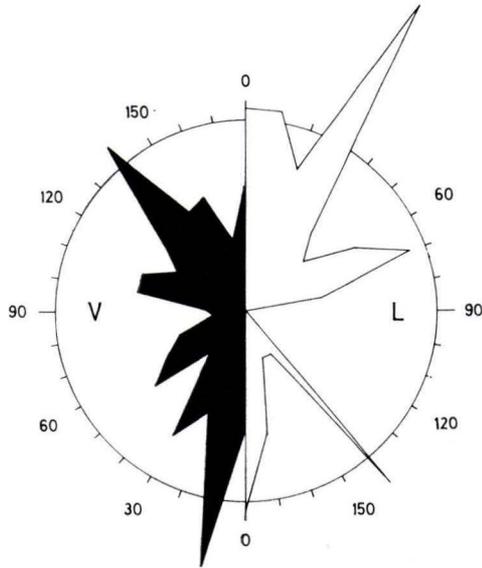


Abb. 3. Kombinierte Richtungsrose der Lineationen (ERTS-1) und der Verwerfungen im nördlichen Odenwald.

Kreisradius = 10%, L = Lineationen (Streckenlänge = 76,0 km), V = Verwerfungen (Streckenlänge = 451,3 km).

biete, wie beispielsweise SW von Rimhorn, in denen die vier vorherrschenden Richtungen intermittieren.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die annähernd N—S bzw. E—W streichenden Lineationen hauptsächlich im Grabenbereich vorkommen, während sie in den übrigen Gebieten — von Ausnahmen abgesehen — nur von untergeordneter Bedeutung sind. In diesen Bereichen herrschen eindeutig die SE-Richtung (120—140°) und die NE-Richtung (30—50°) vor.

### 5. Aus dem Satellitenbild (ERTS-1) kartiertes Lineationsnetz

Die im Rahmen des ERTS-(=Earth Resources Technology Satellite) Programms aufgenommenen Satellitenbilder des Untersuchungsgebietes wurden ebenfalls ausgewertet<sup>1</sup>. Kartiert wurde das Störungs- bzw. Lineationsnetz. Abb. 2 zeigt die als Lination kartierten Verwerfungen im nordöstlichen Odenwald. Das auskartierte Bild der Lineationen ist nicht vollständig. In einzelnen Bereichen, wie z. B. in der Umgebung von Miltenberg, konnten die Lineationen — wegen der starken Wolkenbedeckung — nicht oder nur lückenhaft erfaßt und ausgewertet werden.

Die aus der ERTS-1 Aufnahme ermittelten Lineationen wurden statistisch ausgewertet und als Richtungsrose dargestellt. Den Messungen aus dem Satellitenbild (Lineationen) wurden Messungen aus der geologischen Karte (Verwerfungen) gegenübergestellt und miteinander verglichen. Abb. 3 zeigt die kombinierte Richtungsrose

<sup>1</sup> Die Auswertung der ERTS-Aufnahmen wurde von Prof. Dr. P. KRONBERG, Clausthal-Zellerfeld, durchgeführt.

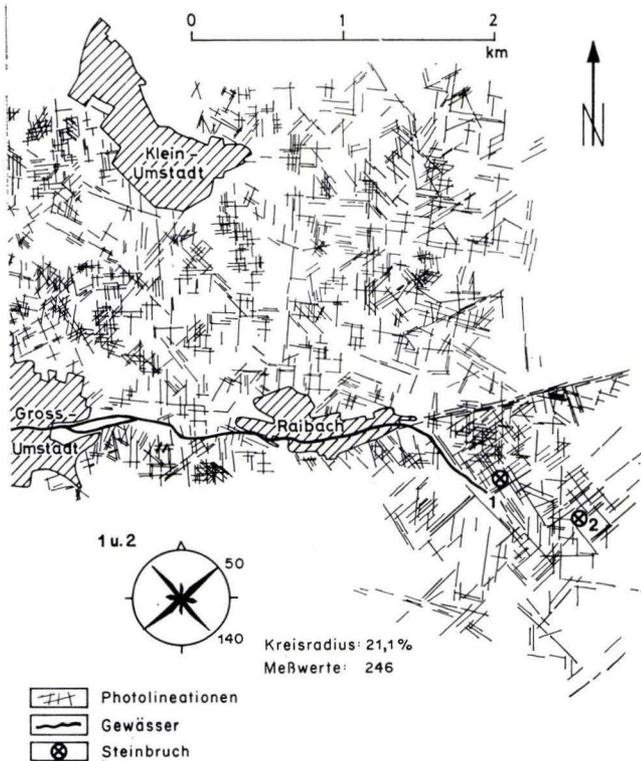


Abb. 4. Richtungsverteilung der Photolineationen im Bereich der Steinbrüche Nr. 1 und 2, E Raibach (Bl. 6119 Groß-Umstadt).

der Lineationen und der Verwerfungen im Arbeitsgebiet, wobei auf der rechten Seite die Linationsrichtungen, auf der linken Seite die entsprechenden Verwerfungsrichtungen wiedergegeben sind. Der gewählte Kreisradius entspricht 10% der Meßwerte (Streckenlänge), so daß ein direkter Vergleich der Maxima möglich wird. Die bevorzugten Richtungen der Lineationen liegen — in dieser Reihenfolge — bei  $30^\circ$ ,  $0-10^\circ$ ,  $140^\circ$  und  $70^\circ$ , während bei den Verwerfungen die  $0-10^\circ$ -,  $140^\circ$ -,  $30^\circ$ - und  $50^\circ$ -Richtungen dominieren. Demnach sind zwischen Linations- und Verwerfungsrichtungen Gemeinsamkeiten vorhanden. Die vorherrschenden Linationsrichtungen ( $30^\circ$ -,  $0-10^\circ$ - und  $140^\circ$ -Richtung) finden sich mit unterschiedlichen Häufigkeiten auch bei den Verwerfungsrichtungen wieder. Dagegen sind die in der  $70^\circ$ -Richtung auftretenden Lineationen, die ein deutliches Nebenmaximum bilden, bei den Verwerfungen nur schwach angedeutet. Einzelne, allerdings nur schwach ausgeprägte Verwerfungsrichtungen, wie die  $50^\circ$ - und die  $100-110^\circ$ -Richtung, treten bei den Lineationen nicht auf. Insgesamt gesehen lassen sich zwischen Linations- und Verwerfungsrichtungen deutliche Richtungsgemeinsamkeiten erkennen. Die erwähnten Richtungsabweichungen werden vermutlich durch das stellenweise unvollständig kartierte Linationsnetz, bedingt durch starke Wolkenbedeckung, verursacht.

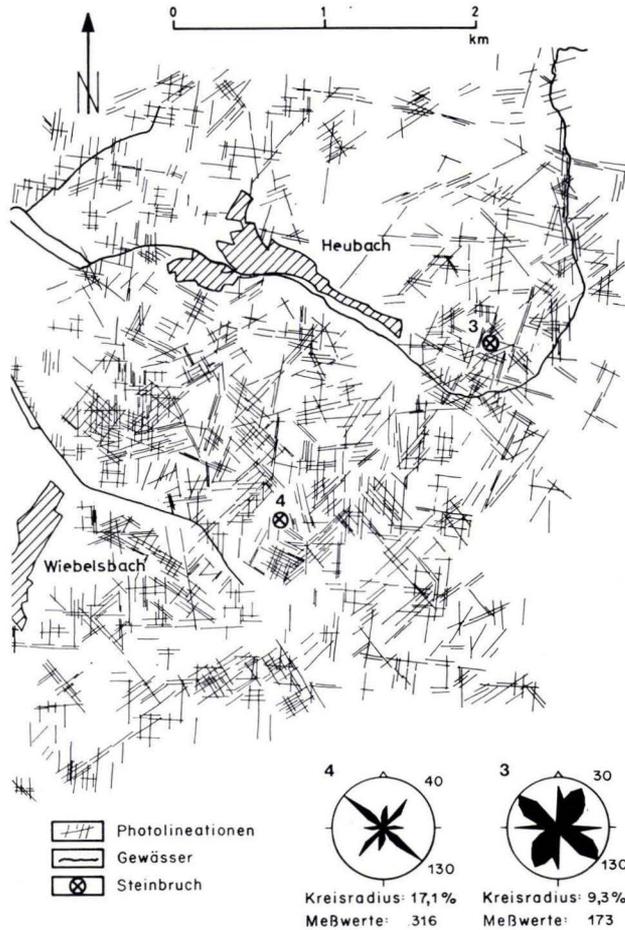


Abb. 5. Richtungsverteilung der Photolineationen im Bereich der Steinbrüche Nr. 3 und 4, SE bzw. S Heubach (Bl. 6119 Groß-Umstadt).

## 6. Statistische Auswertung des Lineationsnetzes ausgewählter Teilgebiete

Die als Lineationen kartierten tektonischen Trennflächen der untersuchten Teilgebiete wurden auf Photolineationskarten dargestellt (Abb. 4, 5, 6). Diese Karten, die jeweils zusammenhängende Teilgebiete in der Umgebung der Steinbrüche Nr. 1, 2, 3, 4 und 5 umfassen, dienen als Unterlage für eine statistische Auswertung. Die Größe der Meßbereiche richtet sich nach den tektonischen Gegebenheiten und beträgt etwa 1–2 km<sup>2</sup> in der Umgebung der betreffenden Steinbrüche. Die erfaßten Meßbereiche stellen tektonisch homogene Bereiche dar, innerhalb derer sich der tektonische Beanspruchungsplan nicht ändert. Die Verteilung der Lineationen wurde in Richtungsrosen dargestellt.

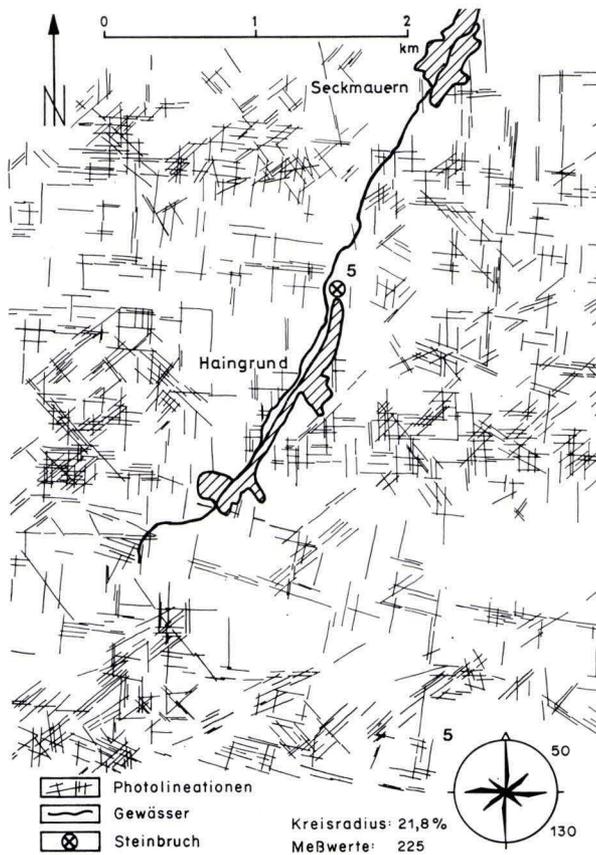


Abb. 6. Richtungsverteilung der Photolineationen im Bereich des Steinbruchs Nr. 5 in Haingrund (Bl. 6220 Würth am Main).

Abb. 4 zeigt die als Photolineationen kartierten Klüfte bzw. Störungen und ihre Richtungsverteilung im Bereich der Steinbrüche Nr. 1 (R 35 98 64, H 55 25 80) und 2 (R 35 99 11, H 55 25 64), E Raibach (Bl. 6119 Groß-Umstadt). In diesem Teilgebiet bildet die  $50^\circ$ -Richtung das Hauptmaximum während das fast gleichwertige Nebenmaximum in der  $140^\circ$ -Richtung auftritt. Neben diesem Hauptklufsystem ist das zweite Kluftsystem, dessen Scharen in der N—S- bzw. E—W-Richtung streichen, nur von untergeordneter Bedeutung.

Abb. 5 stellt das Lineationsnetz im Bereich der Steinbrüche Nr. 3 (R 35 99 10, H 55 22 25) und 4 (R 35 97 59—35 97 88, H 55 20 94—55 21 28) SE bzw. S Heubach (Bl. 6119 Groß-Umstadt) dar. In diesem Bereich bildet die  $130^\circ$ -Richtung, deren Streubereich die  $120^\circ$ - und die  $140^\circ$ -Richtung mit einschließt, das Hauptmaximum. Die korrespondierende Richtung, die ein fast gleichwertiges Nebenmaximum bildet, tritt in der  $30^\circ$ - bzw.  $40^\circ$ -Richtung auf. Im Bereich des Steinbruchs Nr. 3, wo sich mehrere Verwerfungen kreuzen, zeigen die hier vorherrschenden Lineationsrich-

tungen eine sehr starke Streuung. Das Hauptkluftsystem wird hier ebenfalls von einem zweiten Kluftsystem überlagert dessen Kluftscharen annähernd in der N—S- bzw. E—W-Richtung verlaufen. Dieses Kluftsystem tritt nach W, in Richtung auf den Gersprenz-Graben zunehmend in Erscheinung.

Abb. 6 schließlich zeigt das Lineationsnetz im Bereich des Steinbruchs Nr. 5 (R 35 07 78, H 55 14 19) in Haingrund (Bl. 6220 Würth am Main). Aus der der Abbildung beigefügten Richtungsrose wird deutlich, daß die N—S- bzw. E—W-Richtung in diesem Bereich eindeutig dominieren. Der Steinbruch befindet sich in der Nähe der annähernd N—S streichenden westlichen Randverwerfung des Obernburger Grabens. Das zweite Kluftsystem, dessen Kluftscharen in der 50°- bzw. 130°-Richtung streichen, ist wesentlich schwächer ausgebildet.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß in den untersuchten Teilgebieten zwei Kluftsysteme auftreten, deren Scharen einerseits in der N—S- bzw. E—W-Richtung, andererseits in der NE-(30—50°-) bzw. SE-(120—140°-)Richtung verlaufen. Im Grabenbereich herrschen dabei die annähernd N—S bzw. E—W streichenden Lineationen vor.

### 7. Vergleich der Ergebnisse der luftbildgeologischen Strukturanalyse und der kleintektonischen Geländeaufnahme

Den Messungen aus dem Luftbild (Lineationen) wurden entsprechende Geländemessungen (Klüfte) gegenübergestellt, um die Meßgenauigkeit und Reproduzierbarkeit tektonischer Trennflächen aus dem Luftbild zu ermitteln. Zum Vergleich der Richtungen von Kluft- und Lineationsnetz wurden die mit dem Kompaß eingemessenen Werte in den Steinbrüchen Nr. 1, 2, 3, 4 und 5 und die als Photolineationen kartierten Klüfte in der Umgebung der genannten Steinbrüche miteinander verglichen.

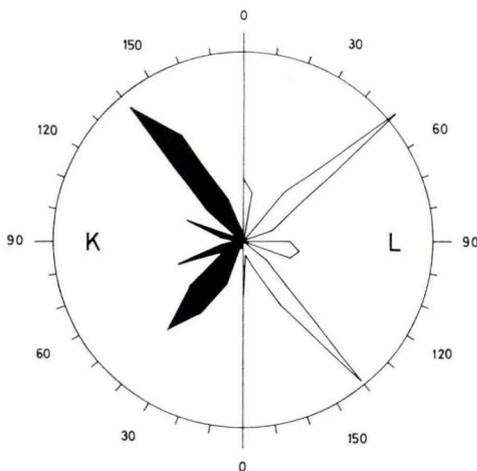


Abb. 7. Richtungsverteilung von Kluft- und Lineationsnetz (Steinbrüche Nr. 1 und 2).

Links nach Geländeaufnahmen, rechts nach der Luftbildauswertung.

Kreisradius = 20%, K = Klüfte (124 Messungen), L = Lineationen (246 Messungen).

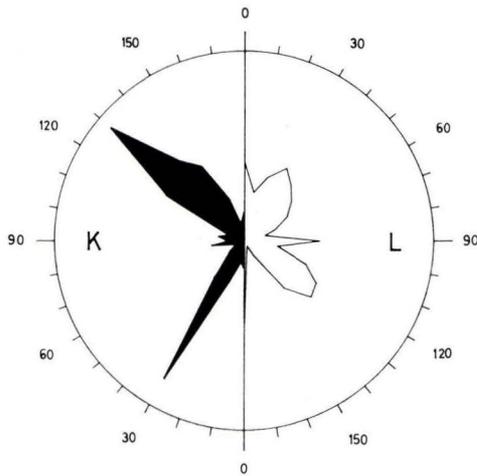


Abb. 8. Richtungsverteilung von Kluft- und Lineationsnetz (Steinbruch Nr. 3). Links nach Geländeaufnahmen, rechts nach der Luftbildauswertung. Kreisradius = 20%, K = Klüfte (179 Messungen), L = Lineationen (173 Messungen).

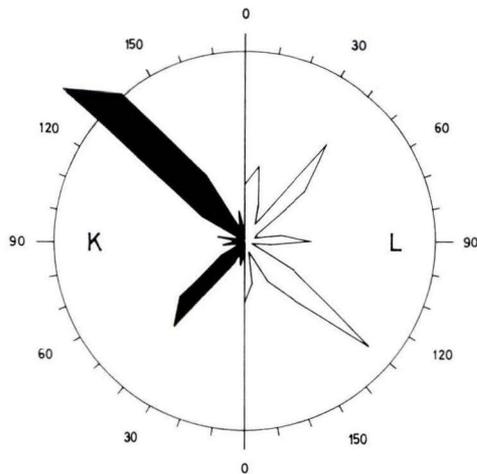


Abb. 9. Richtungsverteilung von Kluft- und Lineationsnetz (Steinbruch Nr. 4). Links nach Geländeaufnahmen, rechts nach der Luftbildauswertung. Kreisradius = 20%, K = Klüfte (264 Messungen), L = Lineationen (316 Messungen).

Dicht beieinanderliegende Steinbrüche, soweit diese im gleichen Schollenbereich liegen und weitestgehende Übereinstimmung in der Kluftausbildung zeigen, wurden bei den Auswertungen zusammengefaßt (Steinbrüche Nr. 1, 2 und 4). Da bei der Geländemessung jede Messung — ohne Rücksicht auf die streichende Ausdehnung der gemessenen Fläche — nur als eine Messung im Diagramm erscheint, wurde nicht

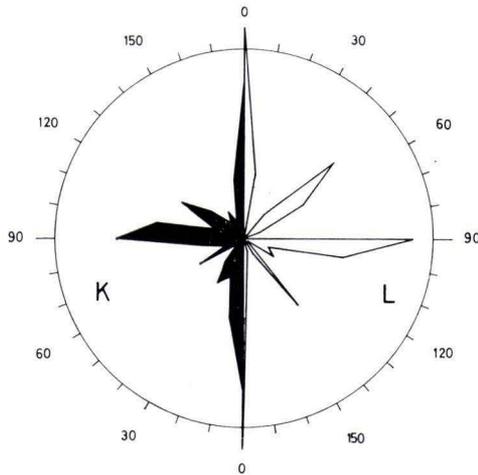


Abb. 10. Richtungsverteilung von Kluft- und Lineationsnetz (Steinbruch Nr. 5). Links nach Geländeaufnahmen, rechts nach der Luftbildauswertung. Kreisradius = 20%, K = Klüfte (96 Messungen), L = Lineationen (225 Messungen).

die Länge, sondern die Anzahl der Lineationen für ein bestimmtes Azimut erfaßt und ausgewertet. Die Verteilung der Kluft- und Lineationsrichtungen wurde in Richtungsrosen dargestellt (Abb. 7, 8, 9, 10). Diese geben auf der linken Seite die Kluftrichtungen, auf der rechten Seite die Lineationsrichtungen in den untersuchten Teilgebieten wieder.

Die Vergleichsmessungen im Luftbild und im Gelände zeigen eine gute Übereinstimmung der Ergebnisse. Die in den untersuchten Teilgebieten vorherrschenden Lineationsrichtungen finden sich mit unterschiedlichen Häufigkeiten auch bei den Kluftrichtungen wieder. Wie die Abb. 7, 8 und 9 zeigen, lassen sich die in diesem Bereich bevorzugten Richtungen der Bruchtektonik (30–50° bzw. 120–140°-Richtung) sowohl bei den Klüften als auch bei den Lineationen nachweisen. Abb. 10 läßt ebenfalls eine sehr gute Übereinstimmung zwischen dem Hauptkluftsystem (N–S- bzw. E–W-Richtung) und den Lineationen der Umgebung erkennen. Naturgemäß entsprechen die an „einzelnen Punkten“ gemessenen Kluftrosen nicht vollständig dem „flächenmäßig“ gemessenen Lineationsnetz. Einzelne Lineationsrichtungen, die in der Regel nur untergeordnete Nebenmaxima bilden (z. B. N–S-Richtung in Abb. 7, 8, 9), sind bei den Kluftrichtungen nur schwach angedeutet oder fehlen.

Durch Analyse des Lineationsnetzes lassen sich Aussagen über Richtungsverteilung des Kluftnetzes machen. Die Vergleichsmessungen im Luftbild und im Gelände zeigen eine gute Übereinstimmung der Meßergebnisse.

#### 8. Schriftenverzeichnis

BODECHTEL, J. (1969): Photogeologische Untersuchungen über die Bruchtektonik im Toskanisch-Umbrischen Apennin. — Geol. Rdsch., **59**: 265–278; Stuttgart.

- GANGEL, L. (1975): Beziehungen zwischen Grundwasserabfluß und tektonischem Bau im Buntsandstein des nördlichen Odenwaldes. — Diss., 177 S.; Frankfurt a.M.
- LIST, F. K. (1969): Quantitative Erfassung von Kluftnetz und Entwässerungsnetz aus dem Luftbild. — Bildmessung u. Luftbildwesen, **37**: 134—140; Karlsruhe.
- KRONBERG, P. (1967): Photogeologie. Eine Einführung in die geologische Luftbilddauswertung. — Clausthaler tekt. H., **6**: 235 S.; Clausthal-Zellerfeld.
- REUL, K. (1972): Anwendung der Luftbildgeologie bei der Grundwassererschließung. — In: Wassergewinnung, Wassergüte: 50—55, 11 Abb.; Frankfurt a.Main (ZfGW-Verlag).
- (1973): Anwendung der Luftbildgeologie bei der Grundwassererschließung. — Gas- u. Wasserfach, **114** (2): 53—58, 11 Abb.; München. [Nachdruck von REUL 1972].
- SCHNEIDER, S. (1974): Lehrbuch der Allgemeinen Geographie. **11**, Luftbild und Luftbildinterpretation. — 530 S.; Berlin, New York (de Gruyter).
- STREIT, R. (1974): Das Bruchschollenmosaik zwischen dem Fichtelgebirge und der Fränkischen Alb nach einer Luftbilddauswertung. — Geol. Bl. NO-Bayern u. angrenz. Gebiete, **24** (3): 211—219; Erlangen.

Manuskript eingegangen am 14. 9. 1976

# Über die Subrosionssenke „der See“ bei Kleinensee (Osthessen, TK 25 Bl. 5025 Hönebach)

Von

REINHARD GREILING \*

**Kurzfassung:** Luft- und Satellitenbildinterpretationen sowie Geländeaufnahmen zeigen den „See“ als Auslaugungssenke an der Kreuzung von herzynischen und eggischen Photolineationen.

Nach der Sedimentation des Lösses bildeten sich Erosionsrinnen und Schuttfächer, später ein See, der erst vor ca. 45 Jahren künstlich trockengelegt wurde. Der Einbruch des „Sees“ begann wahrscheinlich im späteren Weichsel und dauert bis heute an. Die Bildung dieser Senke war offenbar nicht ohne eine vorherige tektonische Auflockerung des Gefüges möglich.

[On the collapse structure „der See“ near Kleinensee (eastern Hessen, map sheet Hönebach).—]

**Abstract:** Aerial and satellite photointerpretations as well as a field control show the region „der See“ to be a collapse structure situated at the crossing of photolineations of a WNW—ESE and a NW—SE direction respectively.

Posterior to “Löß” sedimentation erosional channels and alluvial fans were formed. Later on a lake originated. It was drained artificially about 45 years ago. The sinking probably began during Weichselian and is still continuing. The formation of the depression obviously was possible only after fracturing of the rocks.

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung . . . . .	169
2. Luftbildauswertung . . . . .	170
3. Satellitenbildauswertung . . . . .	171
4. Geländeaufnahmen . . . . .	172
5. Zur spätquartären Entwicklung des „Sees“ . . . . .	173
6. Zur Genese der Subrosionssenke . . . . .	174
7. Schriftenverzeichnis . . . . .	174

## 1. Einleitung

Der „See“ bei Kleinensee liegt wenige Kilometer südlich des Richelsdorfer Gebirges am Nordrand des hessischen Werra-Kaligebietes. Trotz seiner Situation im Bereich

---

\* R. GREILING, Dipl.-Geol., Institut für Geologie, Altensteinstraße 34 A, 1000 Berlin 33.

des Salzhanges (vgl. HOPPE 1960, FINKENWIRTH 1964) zeigt der „See“, wie schon HOPPE (1944) erkannte, typische Merkmale einer lokalen Subrosionssenke.

Zu diesem morphologisch-strukturellen Problem, zur spätquartären Entwicklung der Subrosionssenke und zu ihrer tektonischen Situation erbrachten Luft- und Satellitenbildinterpretationen sowie Profilaufnahmen im Gebiet des „Sees“ neue Ergebnisse. Sie sollen hier kurz dargestellt werden.

Den Anstoß für die vorliegende Arbeit gab ein vom Verfasser im Auftrag der Hessischen Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz (HGON) erstelltes Gutachten zur Anlage eines Teiches im Bereich des „Sees“.

Bei Sondierungen wurden zuerst Geräte des Fachbereichs Geowissenschaften, Geologie/Paläontologie, der Universität Marburg verwendet. Für ihre Bereitstellung danke ich den Herren Drs. G. KAUFMANN und K. W. TIETZE. Zu späteren Sondierungen standen Geräte der HGON zur Verfügung, die dankenswerterweise vom Hessischen Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt — Oberste Naturschutzbehörde — beschafft worden sind. Für ihre Unterstützung danke ich der HGON, besonders den Herren W. BAUER, B. DRESSLER (Frankfurt), P. GOERLICH (Wiesbaden), H. J. SCHMIDT (Heringen) und E. SCHNEIDER (Schwalmstadt). Bei den Herren Drs. K.-CH. KÄDING (Kassel) und CH. KUHNERT (Berlin) bedanke ich mich für Anregungen und Diskussionen.

## 2. Luftbildauswertung

Die Luftbildinterpretation basiert auf Photos des Hessischen Landesvermessungsamtes. Es handelt sich um schwarz-weiß Kontaktkopien im Format  $23 \times 23$  cm. Die Daten der Bilder lauten: Reihe Nr. 1272, Bild Nr. 8261, 8262, Kammer: C = 153,34 mm, mittlerer Bildmaßstab 1:12000, Flugtag 8. 5. 1963.

Neben der quartären Morphologie sind die auffälligsten geologischen Merkmale Photolineationen (Abb. 1). Die meisten dieser Photolineationen, besonders westlich und südlich des „Sees“, aber auch westlich Großensee und im Zentrum des „Sees“, verlaufen etwa konzentrisch um einen Mittelpunkt im westlichen Teil des „Sees“.

Am deutlichsten sind die Lineationen westlich und südlich des „Sees“ ausgebildet, wo sie, nach der Karte von MOESTA (1876), im Buntsandstein verlaufen. Weniger deutlich erscheinen sie westlich Großensee. Nach MOESTA (1876) treten sie dort im pleistozänen Löß auf. Nur noch schwach sind die Lineationen in den holozänen Alluvionen des „Sees“ zu erkennen.

Der konzentrische Verlauf der Lineationen zusammen mit der Absenkung des Geländes zum Zentrum zeigt bereits aus dem Luftbild einen Einbruchstrichter. Die Ausbildung der Lineationen auch in jüngsten, holozänen Sedimenten läßt darauf schließen, daß die Einsenkung bis ins Holozän andauert.

Außer den konzentrischen Lineationen im Bereich des „Sees“ existieren westlich Kleinensee, südlich des Sportplatzes, andere Lineationen, die vielleicht auf eine Senke östlich oder südöstlich des „Sees“ hinweisen, wie sie auf dem Satellitenbild angedeutet ist (Abb. 2).

Geradlinige Lineationen sind relativ selten zu erkennen. Westlich Kleinensee verlaufen sie, wie auch die Gewässer, in einer etwa erzgebirgischen Richtung, während sie westlich Großensee eggisch streichen.

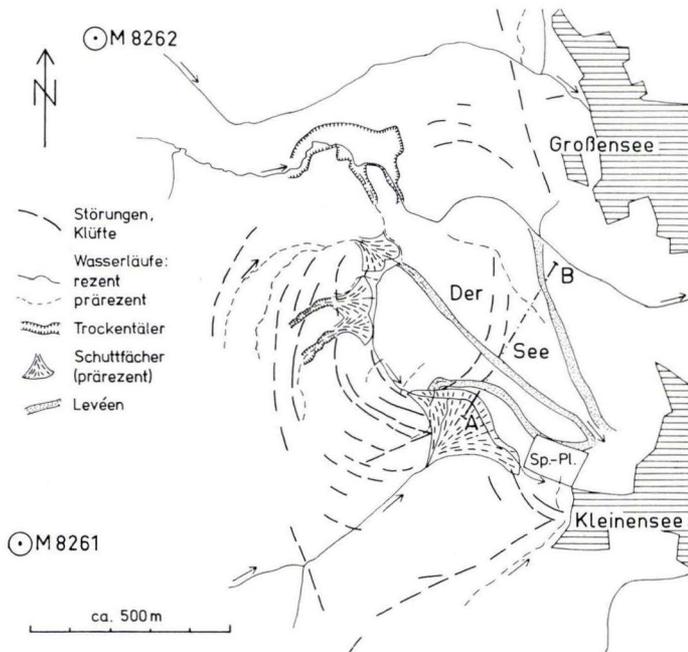


Abb. 1. Photogeologische Karte des „Sees“. Die Linie A—B bezeichnet die Lage des Profils auf Abb. 3.

Das Abbiegen der präzenten Wasserläufe westlich des „Sees“ von einer NE- in eine E-Richtung kann als eine Folge der Einsenkung des „Sees“ und eine damit verbundene Änderung des Gefälles von etwa N nach E erklärt werden.

Wie aus dem Verlauf der Wasserläufe ersichtlich, muß dieses Abbiegen vor oder während der Bildung der Trockentäler und Schuttfächer am Westrand des „Sees“ stattgefunden haben.

Entsprechendes gilt wahrscheinlich auch für das Trockental nordwestlich des „Sees“. Durch eine offenbar anthropogene Überprägung des Tals ist dies jedoch nicht mehr nachzuweisen.

Die Trockentäler sind nach MOESTA (1876) sowohl in den Buntsandstein als auch in die quartären Sedimente (Löß, Lößlehm) eingeschnitten.

Zum Teil im räumlichen Zusammenhang mit den Schuttfächern stehen Levéen (Aufschüttungen eines fließenden Gewässers entlang der Ufer, besonders durch Hochfluten) im zentralen Bereich des „Sees“. Sie sind jedoch nicht die direkte Fortsetzung der Schuttfächer sondern repräsentieren Sedimente kleinerer Wasserläufe aus historischer Zeit, die noch auf der Topographischen Karte von 1858 dargestellt sind.

### 3. Satellitenbildauswertung

Um einen weiteren Überblick über die tektonische Situation der Subrosionssenke zu erlangen, wurde ein LANDSAT-(ERTS-)Photo der NASA ausgewertet. Das Bild mit der Nr. ERTS E-1401-09475-7 ist am 28. 8. 1973 aufgenommen. Die Auswertung

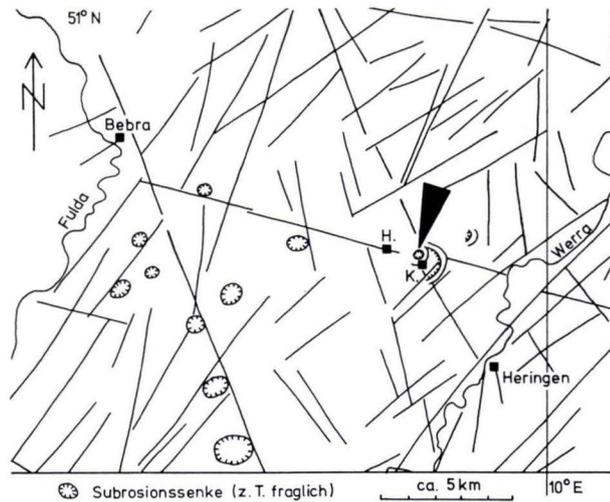


Abb.2. Photolineationen und Subrosionssenken zwischen mittlerer Fulda und mittlerer Werra aus dem Satellitenbild. Der Pfeil bezeichnet den „See“. H. = Hönebach, K. = Kleinensee.

erfolgte unter dem Binokular an einer Vergrößerung auf den Maßstab 1:1 Mio. auf Photopapier. Abb. 2 zeigt die wichtigsten Ergebnisse, einen Plan der Photolineationen in der weiteren Umgebung von Kleinensee.

Neben der bereits im Luftbild erkennbaren eggischen Richtung, die offenbar mit dem SW-Rand des Richelsdorfer Gebirges zusammenhängt, ist auch eine deutliche, herzynisch streichende Lineation vorhanden. Auffällig ist die Situation des „Sees“ direkt an der Kreuzung dieser beiden Lineationen.

Eine erzgebirgisch verlaufende Photolineation wie im Luftbild ist nicht ersichtlich. Dagegen verlaufen südöstlich Kleinensee einige etwa rheinische Lineationen.

Außer Photolineationen konnten auch andere Strukturelemente erfaßt werden. Die Subrosionssenke „der See“ sowie eine größere, östlich anschließende und den „See“ teilweise einschließende Senke sind deutlich zu erkennen. Auch im Gebiet des Rhäden bei Obersuhl deutet sich eine runde Struktur an.

Weitere runde Strukturen zwischen Hönebach und der Fulda können wohl ebenfalls nur nach einer Geländekontrolle sicher als Subrosionssenken angesprochen werden.

#### 4. Geländeaufnahmen

Für die Profilaufnahme in den Sedimenten des „Sees“ wurde eine Rammsonde mit Nutstange verwendet. Insgesamt wurden 17 Sondierungen zwischen 1,9 und 5,0 m Tiefe durchgeführt. Die Ergebnisse der Sondierungen sind in einem Profil (Abb. 3) zusammengestellt.

Im Zentrum des „Sees“ wurde als tiefstes ein olivgrauer, schluffiger Ton angefahren. Dieser weiche Ton, der feine Glimmerschüppchen führt, besitzt auch einen geringen Anteil an Pflanzenresten. Nur selten sind in cm-dicken Lagen Pflanzenreste

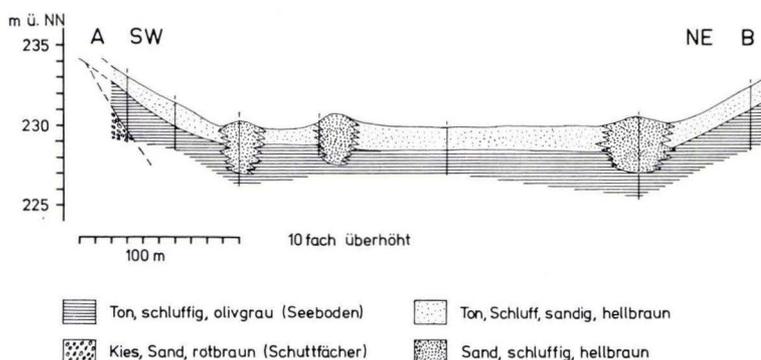


Abb. 3. Profil durch den „See“ (Lage auf Abb. 1). Die senkrechten Linien geben die Lage von Bohrprofilen an. Die Ergebnisse von zehn weiteren Sondierungen wurden auf die Profilebene projiziert.

angereichert. Eine Ausnahme bildet das SW-Ende des Profils, wo offenbar am Rand des Sedimentationsbeckens stärker torfige Tone abgesetzt wurden. Diese als Ablagerungen eines Sees zu deutenden Sedimente werden im Zentrum des „Sees“ über 12 m mächtig. Sie überlagern dort direkt den Buntsandstein (frdl. Mitt. v. Herrn H. J. SCHMIDT, Heringen).

Am Südwestrand des „Sees“ liegen sie jedoch über rotbraunen Sanden und Kiesen, die aus Buntsandsteinmaterial bestehen. Die grobklastischen Gesteine bilden die bereits im Luftbild erfaßten Schuttfächer am Rande des „Sees“. Durch ihre Lage unter den Seetonen belegen sie, daß sie älter sind als diese.

Über den Seesedimenten, z. T. schon in deren oberen Bereichen, folgen hellbraune Sande, die häufig schluffig-tonige Anteile führen, selten auch feinkiesige. Die teils lockeren, teils bindigen Sedimente, die bis 4 m mächtig werden, sind räumlich eng begrenzt und bilden die aus dem Luftbild erkannten Levéen.

Zwischen diesen Levéen erstrecken sich über den Seeablagerungen feinkörnigere Sedimente, die vor allem aus hellbraunem Ton und Schluff bestehen und oft einen Feinsandanteil besitzen. Die weich- bis steifplastischen Sedimente enthalten selten Pflanzenreste sowie Rostflecken. Ihre Mächtigkeit beträgt zwischen 0,8 und 3,0 m. Sie stellen die jüngsten Ablagerungen dar.

### 5. Zur spätquartären Entwicklung des „Sees“

Auf Grund der oben dargelegten Ergebnisse läßt sich folgende zeitliche Entwicklung im Bereich des „Sees“ skizzieren: Nach der Sedimentation des Lösses erfolgte die Bildung der Trockentäler und Schuttfächer. Sie wurde offenbar ausgelöst durch eine Absenkung im Bereich des „Sees“, die demnach ebenfalls nach der Lößsedimentation stattfand.

Nach der Bildung der Schuttfächer entstand ein See, der erst um 1930 trockengelegt wurde (frdl. Mitt. v. Herrn H. J. SCHMIDT, Heringen). Die Wasserläufe, die die Levéen im Bereich dieses Sees aufschütteten, waren bereits vor 1858 vorhanden.

Nach der Trockenlegung des „Sees“, die sich in einer Änderung der Sedimentation und einem Farbumschlag von olivgrau zu hellbraun ausdrückt (eH-Umschlag), setzten sich im Durchschnitt etwa 1,5 m Hochflutsedimente ab. Dies entspricht einer Sedimentationsrate in den letzten 45 Jahren von ca. 3,3 cm pro Jahr.

Die Levéen erfuhren seit der Trockenlegung kaum eine Änderung. Sie werden mit Ausnahme der südlichsten heute als Wege benutzt.

Im Gegensatz zu anderen Subrosionssenken der Umgebung wie z. B. Großensee, Obersuhl, Gerstungen oder Horschlitt (ELLENBERG 1972, HOPPE 1960, SCHNEIDER 1972), deren Einsenkung bereits im ausgehenden Tertiär begann, hat der „See“, vielleicht entsprechend seiner Lage nahe der Innengrenze des Salzhanges, ein sehr geringes Alter. Die Absenkung begann offenbar erst im Weichsel und dauert bis heute an.

### 6. Zur Genese der Subrosionssenke

Während HOPPE (1944) den „See“ als lokale Auslaugungssenke charakterisiert, deutet ihn WEBER (1952: 113) als Teil des Salzhanges, gibt aber später (1952: 130) an, der „Initiator der Auslaugung“ sei die Verlängerung der südwestlichen Randstörung des Richelsdorfer Gebirges.

Vor allem durch die Photointerpretation ist nachzuweisen, daß die Subrosionssenke sowohl an dieser Störung als auch an einer herzynisch streichenden Lineation gelegen ist.

Dies steht in Übereinstimmung mit den Beobachtungen von LANGE & KÄDING (1961), die eine Häufung von Subrosionssenken an herzynisch verlaufenden Linien beobachteten. Auch HOPPE (1960) erkannte die Abhängigkeit der Subrosionssenken von herzynischen Störungen und deren Kreuzung mit Strukturelementen anderer Richtungen. FINKENWIRTH & HOLTZ (1974) stellen fest, daß kleinere Einbruchformen häufig an den Salzhang und auch an tektonische Linien gebunden sind. Sie weisen darauf hin, daß eng begrenzte Einbrüche nicht ohne eine vorgegebene Klüftung möglich sind.

In diesem Zusammenhang scheint es interessant, die Bildung von Subrosionssenken mit der von „Trichtergräben“ (LINDSTRÖM 1967) zu vergleichen. In beiden Fällen ist ein tektonisch aufgelockertes oder lockeres Material in Hohlräume eingebrochen. Dabei entstehen auffallend ähnliche, konzentrische Klüfte bzw. Photolineationen.

Offenbar ist für die Bildung eines Einbruchstrichters eine gewisse vorgegebene Lockerung des Gefüges notwendig. Im Beispiel des „Sees“ geschah dies vor allem durch Störungen und Klüftungen in verschiedenen Richtungen sowie möglicherweise auch durch eine weitere Zerrüttung im Zuge der Salzhangbildung.

### 7. Schriftenverzeichnis

- ELLENBERG, J. (1972): Auslaugung und Sedimentation im Gebiet von Gerstungen.- Geologie, **21**: 296–304; Berlin.
- FINKENWIRTH, A. (1964): Die Versenkung der Kaliabwässer im hessischen Anteil des Werra-Kalireviers.—Z. dt. geol. Ges., **116**: 215–230; Hannover.
- FINKENWIRTH, A., & HOLTZ, S. (1974): Entstehung und Alter des Erdfalls „Seeloch“ bei Bad Hersfeld (Nordhessen). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **102**: 207–214; Wiesbaden.

- HOPPE, W. (1944): Die Auslaugungserscheinungen im Werra-Kaligebiet, ihre Bedeutung für die Lagerstätte und die Landschaftsformen. — Jb. R.-Amt Bodenforsch., **62**: 248—271; Berlin.
- HOPPE, W. (1960): Die Kali- und Steinsalzlagerstätten des Zechsteins in der Deutschen Demokratischen Republik. Tl. 1 Das Werra-Gebiet. — Freiburger Forsch.-H. **C 97**: 1—66; Berlin.
- LANGE, P. R., & KÄDING, K.-CH. (1961): Stratigraphie und Tektonik im Buntsandstein des hessischen Werra-Kaligebietes östlich Bad Hersfeld. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **89**: 242—265; Wiesbaden.
- LINDSTRÖM, M. (1967): "Funnel Grabens" and Early Paleozoic Tectonism in South Sweden. — Geol. Soc. Amer. Bull., **78**: 1137—1154; Boulder.
- MOESTA, F. (1876): Geologische Spezialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten, Blatt Hönebach. Berlin.
- SCHNEIDER, H.-E. (1972): Ausbildung des Mittleren Quartärs und Sedimentationsablauf in der Auslaugungssenke Horschlitt. — Geologie, **21**: 288—295; Berlin.
- WEBER, H. (1952): Pliozän und Auslaugung im Gebiet der oberen Werra. — Geologica, **8**: 1—136; Berlin.

Manuskript eingegangen am 15. 10. 1976

## Die geologischen, hydrogeologischen und hydrochemischen Verhältnisse des Vogelsberges (Hessen)

Von

KLAUS WIEGAND \*

**Kurzfassung:** Nach einem morphologischen Überblick werden die geologischen (tertiäre Basaltfolge mit Tuffzwischenlagen, Unterkante der Folge zum Zentrum des Vogelsberges hin eingesenkt), hydrogeologischen (basaltische Kluftgrundwasserleiter, Ausbildung von zusammenhängenden und schwebenden Grundwasserstockwerken, ergiebige Quellen in den peripheren Gebieten durch Verminderung der Durchflußquerschnitte, Brunnenenergiefähigkeiten, Grundwasserneubildung) und hydrochemischen (Alkali- und Erdalkalihydrogenkarbonatwässer) Verhältnisse des Vogelsberges beschrieben. Des weiteren werden die wichtigen vorhandenen und geplanten Wasserwerke genannt.

[The geological, hydrogeological, and hydrochemical conditions of the Vogelsberg (Hesse).]

**Abstract:** The Vogelsberg-mountain (Hesse) is described with respect to geologic (tertiary basalts with intercalated pyroclastics, the basis of the formation dipping towards the central part of the mountain), hydrogeologic (basaltic fractured aquifer, perched and principal aquifers, large springs in the peripheral areas due to reduction of cross sectional area, yields of wells, groundwater recharge) and hydrochemic (sodium- and calcium-magnesium-bicarbonate water) conditions. Production data of existing and estimated production data of planned waterworks are given.

### Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung . . . . .	178
2. Morphologie . . . . .	178
3. Geologischer Aufbau . . . . .	178
4. Grundwasserleiter und Wasserwegsamkeit . . . . .	178
5. Stockwerksbau und Grundwasserbewegung . . . . .	180
6. Brunnenleistungen . . . . .	181
7. Grundwasserneubildung. . . . .	181
8. Grundwasserbeschaffenheit . . . . .	182
9. Wasserwerke . . . . .	183
10. Schriftenverzeichnis . . . . .	184

---

\* Dr. K. WIEGAND, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden.

## 1. Einleitung

Das Ziel vorliegender Arbeit ist es, sowohl dem mit dem Vogelsberg wenig vertrauten Hydrogeologen als auch Wissenschaftlern benachbarter Disziplinen und interessierten Laien eine kurze und schnelle Einführung in die Hydrogeologie des Vogelsberges zu geben. Bei der derzeitigen Diskussion der Grundwassererschließung im Vogelsberg besteht immer wieder das Verlangen nach diesbezüglicher Information. Mit der Veröffentlichung dieser Arbeit will der Verfasser versuchen, diese Informationslücke zu schließen.

Für anregende Diskussionen über die Hydrogeologie des Vogelsberges dankt der Verfasser an dieser Stelle den Herren Dr. H. DENGLER †, zuletzt Oberhessische Versorgungsbetriebe AG, Friedberg, Dr. B. HÖLTING und Dr. K. REUL, beide Hess. Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden.

## 2. Morphologie

Der Vogelsberg bildet ein kuppenartiges Gebirgsmassiv, dessen höchste Erhebung der exzentrisch im Hohen Vogelsberg (Oberwald) gelegene Taufstein (774 m über NN) ist. Die Ränder des Gebirges liegen zwischen 200 m über NN im Westen und 400 m über NN im Osten. Das Massiv wird untergliedert durch zahlreiche stufenförmig angelegte Verebnungsflächen und ein radialstrahlig verlaufendes Talsystem, das zum Rhein und zur Weser hin entwässert (Abb. 1).

## 3. Geologischer Aufbau

Der Untergrund wird im Vogelsberg von einer Folge von vulkanischen Gesteinen tertiären Alters (Miozän) aufgebaut. Das zusammenhängende Vulkangebiet umfaßt eine Fläche von rd. 2100 km<sup>2</sup>. Die Gesteinsserie besteht im wesentlichen aus Basalten und Basaltvarietäten, die meist deckenartig übereinanderlagern. Sie werden örtlich von Förderkanälen, wie Basaltgängen und -stielen, durchschlagen. Der Basaltfolge schalten sich Tuffe und Verlehmungszonen ein; letztere sind sowohl durch oberflächliche Verwitterung (fossile Böden) als auch durch autohydrothermale Zersetzung von Basalt- und Tuffmaterial entstanden. Die Vulkanite werden besonders am West- bis Nordrand des Vogelsberges von pleistozänem Lößlehm überlagert. In den Tälern finden sich gewöhnlich kiesige und lehmige Ablagerungen pleistozänen-holozänen Alters, in den Hanglagen Basaltschutt und Verwitterungslehme als Deckschichten. Unter der Basaltserie können tertiäre Tone und Sande, mesozoische und paläozoische Gesteine anstehen.

Die Unterkante der Basaltfolge ist stufenförmig vom Rande zum Zentrum des Vogelsberges hin eingesenkt (Abb. 2). Dieser Abbruch erfolgt vermutlich hauptsächlich an tangential streichenden Störungen. Flexurartige Verbiegungen sind örtlich nicht ausgeschlossen. Eine gleichmäßige Ausbildung dieser Senkungsstruktur wird durch Hochschollen gestört.

## 4. Grundwasserleiter und Wasserwegsamkeit

In den Basalten fließt das Grundwasser nahezu ausschließlich auf Trennfugen, die beim Abkühlungsprozeß der Laven (Plattung, Säulung) und durch die nachfolgende

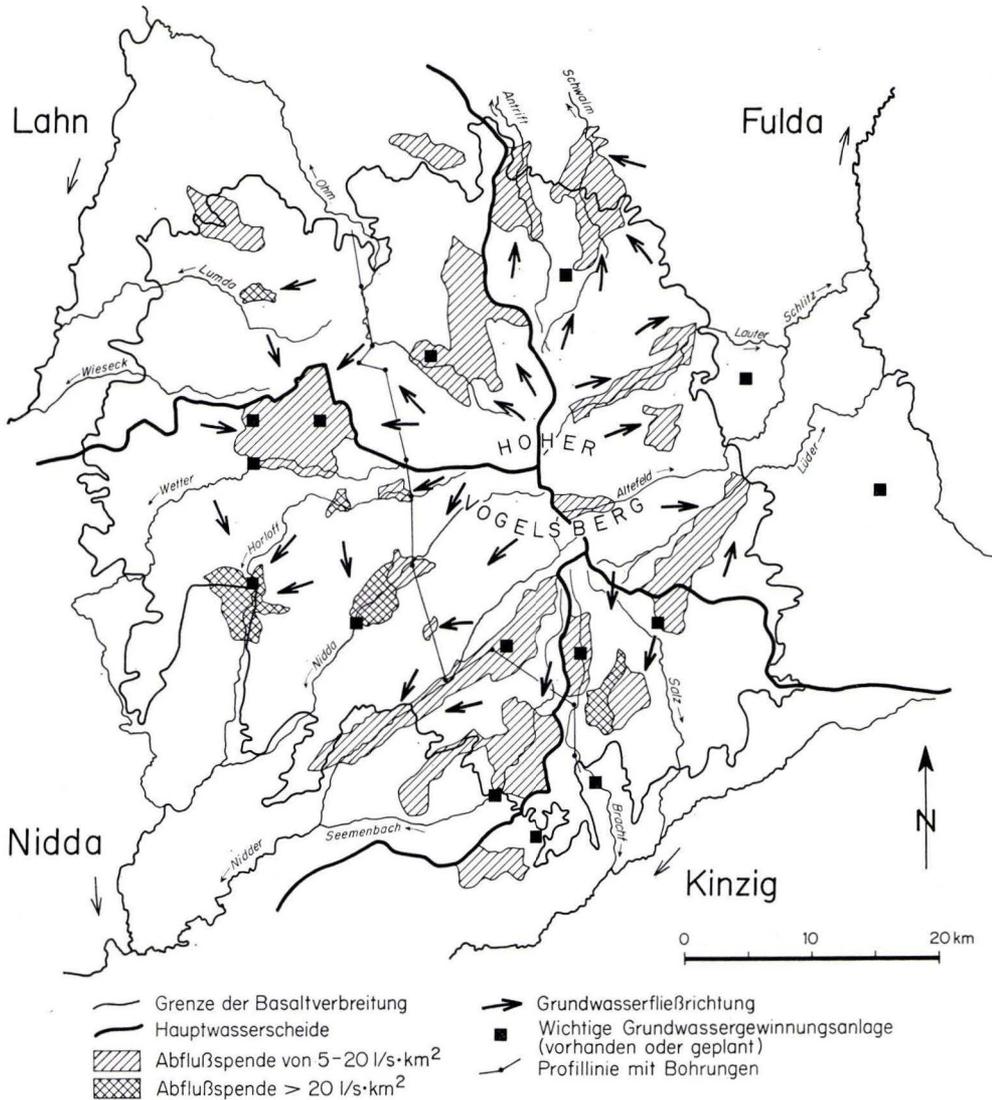


Abb.1. Abflußspenden und Grundwasserfließrichtungen im Vogelsberg (vereinfacht und ergänzt nach MATTHESS 1970).

tektonische Beanspruchung entstanden sind. Die Wasserwegsamkeit ist abhängig von Kluftdichte und Kluftweite. Es kommen im Vogelsberg sowohl kluftarme, meist mächtige und massige Basaltströme und -gänge als auch gut geklüftete, überwiegend geringermächtige Basaltlagen vor. In ausgeprägten tektonischen Störungszonen, wie z. B. in der nördlichen Verlängerung der östlichen Randstörung des Horloff-Grabens am Westrand des Vogelsberges, sind Klüfte mit einer Klaffweite von mehreren Dezi-

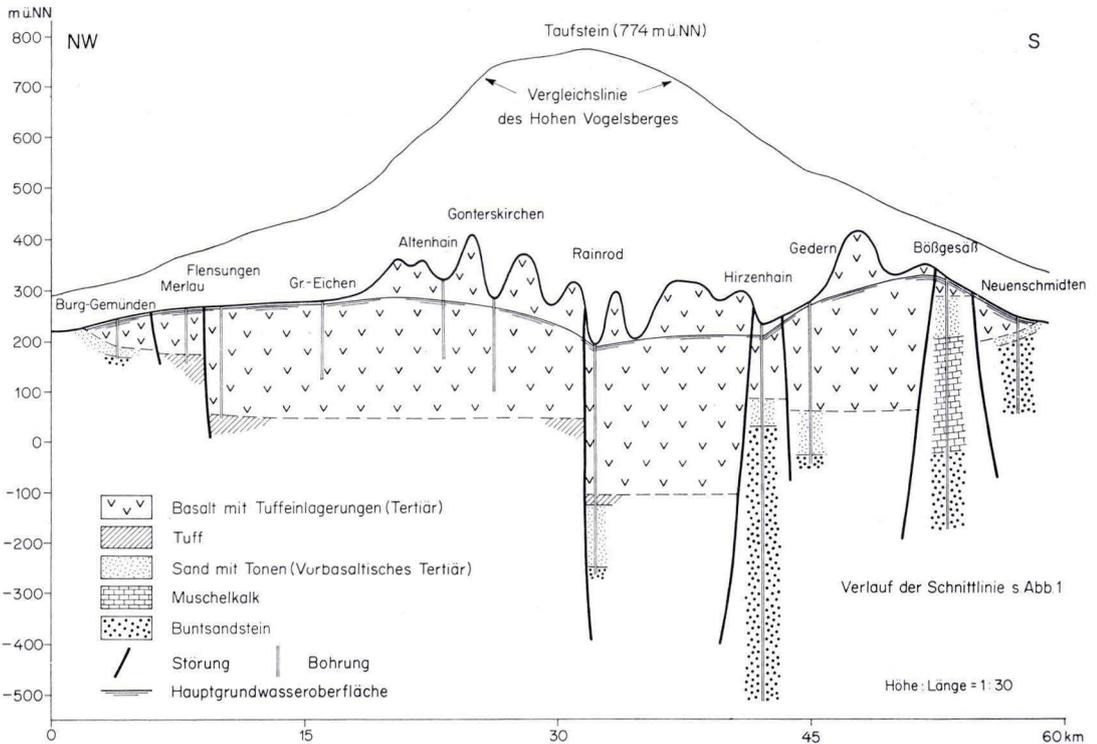


Abb.2. Schematischer Schnitt durch den westlichen Vogelsberg.

metern beobachtet worden. Im Mittel liegt der Hohlräumgehalt schätzungsweise bei 1%.

In den Tuffen und Verlehmungszonen sind die Klüfte infolge der Inkompentz des Materials im allgemeinen mehr oder weniger geschlossen, so daß diese Schichten nur schlecht wasserdurchlässig sind.

### 5. Stockwerksbau und Grundwasserbewegung

Durch die zwischengelagerten, schlecht wasserdurchlässigen Schichten wird die Basaltfolge in Grundwasserstockwerke mit verschiedenem hydrostatischem Druck untergliedert. Die einzelnen Stockwerke stehen über tiefgreifende Störungen und Basaltdurchbrüche mehr oder weniger in hydraulischer Verbindung miteinander. Über dem einheitlich grundwassererfüllten Gebirgskörper sind in den höheren Lagen gewöhnlich schwebende Grundwasserstockwerke entwickelt. Aus ihnen kann über Störungen und Basaltdurchbrüche Grundwasser in tiefere Stockwerke versickern.

Die unter der Vulkanitserie liegenden Schichten sind meistens schlecht wasserdurchlässig und bilden eine Trennschicht zwischen dem Grundwasser im Basalt und dem

Grundwasser mit einem höheren Lösungsgehalt in den Gesteinen des tieferen Untergrundes. Örtlich wird jedoch auch ein Aufstieg von Mineralwasser bis in den Basalt beobachtet (z. B. südwestlich von Nidda).

Die Hauptmenge des sich im Hohen Vogelsberg neubildenden Grundwassers versickert bis in die tiefer gelegenen, zusammenhängenden Grundwasserstockwerke. Infolge der tektonisch bedingten Verringerung der Basaltmächtigkeiten in den Randgebieten (Abb. 2) werden die Durchflußquerschnitte vermindert. Dadurch wird das Grundwasser in seinem unterirdischen Abfluß, der zu den Rändern hin erfolgt (Abb. 1), gehindert und tritt in den peripheren Gebieten in z. T. sehr ergiebigen Quellen aus (Schüttungen zwischen 50 und 300 l/s). Bei Abflußmessungen werden deshalb in den Randgebieten die höchsten Abflußzuwachsrate bzw. Abflußpenden gemessen (Abb. 1), während im Hohen Vogelsberg nur eine geringe Grundwassermenge aus den schwebenden Grundwasserstockwerken in die oberirdischen Gewässer übertritt.

### 6. Brunnenleistungen

In Abhängigkeit von der wechselnden Kluftdichte und Kluftweite sowie je nach Ansatz einer Bohrung in einem schwebenden oder tiefer gelegenen Grundwasserstockwerk bilden die Brunnenenergiebigkeiten im Vogelsberg ein breites Spektrum von trockenen Bohrungen bis zu sehr leistungsstarken Brunnen mit Förderleistungen von  $> 50$  l/s bei wirtschaftlich vertretbarer Absenkung (Abb. 3). Extreme Brunnenenergiebigkeiten bis zu 700 l/s treten örtlich beschränkt am Westrand des Vogelsberges auf.

### 7. Grundwasserneubildung

Nach im Jahre 1962 durchgeführten Trockenwetterabflußmessungen errechnet sich für das zusammenhängende Basaltgebiet eine Abflußpende von  $3,5$  l/s · km<sup>2</sup> (MATTHESS 1970). Dieser Trockenwetterabfluß stellt einen unteren Grenzwert für die

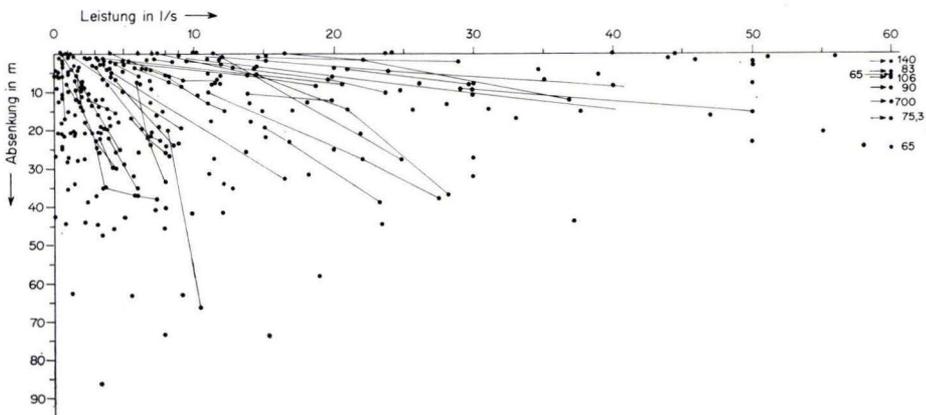


Abb.3. Leistungsdiagramme von Brunnen im Vogelsberg (nach MATTHESS 1970, ergänzt um jüngere Bohrungen).

Grundwasserneubildung im Vogelsberg dar. Nach Auswertung von Niedrigwasserabflüssen aus Jahresreihen nach der Methode MoMNQ von WUNDT (1958) wurde z. B. für das Nidda-Niederschlagsgebiet ein mittlerer jährlicher Grundwasserabfluß von  $5,5 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$  ermittelt (Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Nidda 1968). Für andere Niederschlagsgebiete ergaben sich ähnliche Werte (WALTER 1974, DIEDERICH 1975). Nach bisherigen Betriebserfahrungen der Wasserwerke entspricht dieser Wert eher der für den Vogelsberg zu veranschlagenden Grundwasserneubildung. Unter Berücksichtigung der Niederschlagsverteilung (1200 mm/a im Hohen Vogelsberg und 600 mm/a am Westrand) sowie der hydrogeologischen Verhältnisse ist jedoch anzunehmen, daß die Grundwasserneubildungsrate im Hohen Vogelsberg größer und am Rande des Vogelsberges kleiner als  $5,5 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$  ist.

Lysimetermessungen weisen im Vogelsberg große Schwankungen in der Sickerwassermenge zwischen  $< 10$  bis  $> 600 \text{ mm/a}$  auf (Ergänzungshefte zum Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch Land Hessen, WALTER 1974, DIEDERICH 1975), so daß aus ihnen kein repräsentativer Wert für die Grundwasserneubildung abgeleitet werden kann.

### 8. Grundwasserbeschaffenheit

Die Basaltwässer des Vogelsberges sind vom Typ eines sehr weichen bis weichen Alkalihydrogenkarbonatwassers nach der Härteskala von KLUT-OLSZEWski (1945) mit Gesamthärten zwischen 1 und  $8 \text{ }^\circ\text{d}$  (Abb. 4 u. 5). Die Alkalien stammen im wesentlichen aus den Vulkaniten. Weit verbreitet sind auch vorwiegend weiche bis mittelharte Erdalkalihydrogenkarbonatwässer mit Gesamthärten zwischen 4 und  $12 \text{ }^\circ\text{d}$  (MATTHES 1971, WALTER 1974, DIEDERICH 1975). Diese Wässer entstehen wahrscheinlich durch Ionenaustauschvorgänge aus Alkalihydrogenkarbonatwässern und durch Vermischung von Alkalihydrogenkarbonatwässern mit Erdalkalihydro-

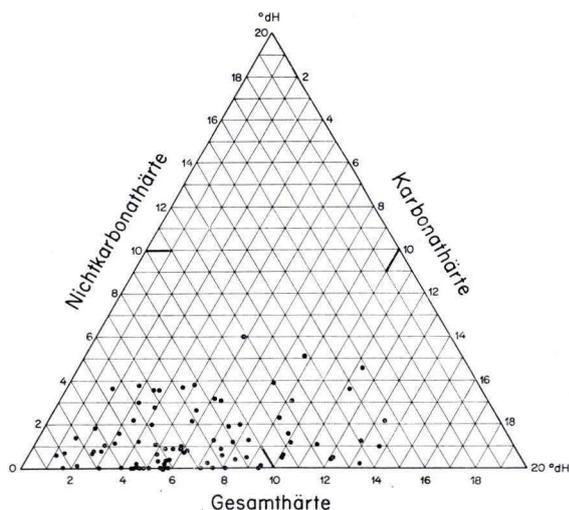


Abb.4. Härte in Grundwässern des Vogelsberges.

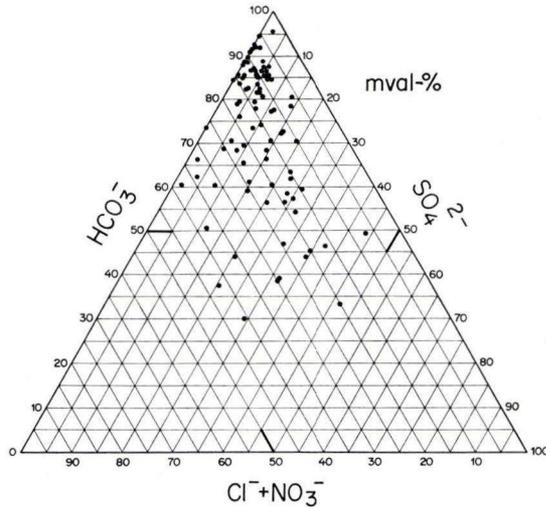


Abb.5. Anionenverteilung in Grundwässern des Vogelsberges.

genkarbonatwässern in Gebieten, in denen der Basalt von Löß bedeckt ist. Nicht hydrogenkarbonatische Anteile sind in der Regel anthropogen.

### 9. Wasserwerke

Aufgrund der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse liegen leistungsstarke Wasserwerke in den Randgebieten des Vogelsberges (Abb. 1). Hier fördern die Brunnen das Grundwasser direkt aus den tertiären Basalten. Einige Wasserwerke sind außerhalb des vulkanischen Vogelsberges gebaut worden. In diesen Werken wird das Grundwasser aus dem Buntsandstein entnommen, in den das vom Vogelsberg abfließende Grundwasser am Rande des Basaltverbreitungsgebietes übertritt. Folgende wichtige Wasserwerke sind vorhanden bzw. geplant:

Wasserwerk	Förderung hm <sup>3</sup> /a
1. Inheiden	rd. 22,0
2. Wettertal	rd. 7,5
3. Queckborn	rd. 4,5
4. Lauter	rd. 3,1
5. Ohmtal	rd. 22,5
6. Ober-Breidenbach—Storndorf—Wallenrod	rd. 9,4
7. Salzschlirf	rd. 1,2
8. Vogelsberg (Stadt Fulda)	rd. 3,1
9. Salz	rd. 11,0
10. Neuenschmidten	rd. 7,2
11. Kirchbracht	rd. 6,3
12. Breitenborn	rd. 3,8
13. Seemenbachtal	rd. 6,3
14. Gedern—Merkenfritz	rd. 6,3
15. Kohden—Orbes—Rainrod	rd. 16,0

## 10. Schriftenverzeichnis

- DIEDERICH, G. (1975): Hydrogeologie. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5319 Londerdorf: 126–147, Abb. 27–30, Taf. 20–24; Wiesbaden.
- KLUT-OLSZEWSKI (1945): Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle, seine Beurteilung und Aufbereitung. — 9. Aufl., 281 S., 10 Abb.; Berlin.
- MATTHESS, G. (1970): Beziehungen zwischen geologischem Bau und Grundwasserbewegung in Festgesteinen. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **58**, 105 S., 20 Abb., 18 Tab., 4 Taf.; Wiesbaden.
- (1971): Hydrogeologie. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 5623 Schlüchtern: 158–184, Abb. 36–37, Tab. 7–16; Wiesbaden.
- WALTER, H. (1974): Hydrogeologie und Wasserhaushalt im oberen Horlofftal (westlicher Vogelsberg). — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **69**, 104 S., 13 Abb., 17 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- Ergänzungshefte zum Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch Land Hessen. — Wiesbaden (Hess. Landesanstalt für Umwelt).
- Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Nidda. — 158 S., 51 Abb., 59 Kt., 72 Tab.; Wiesbaden (Hess. Min. Landwirtsch. u. Forsten) 1968.

Manuskript eingegangen am 7. 5. 1976

## Die Mineralwasservorkommen im Rheingau/Hessen

Von

JOE-DIETRICH THEWS \*

**Kurzfassung:** Es werden einige neuere Mineralwasservorkommen des Rheingaus beschrieben und mit den bisher dort bekannten Mineralwässern verglichen. Genetisch sind es meist Mischwässer, die sich auf 7 Mineralwassertypen (Salinarwasser, Alkali-Hydrogenkarbonat-Wasser, Regenerationswasser, Sulfatwasser, anthropogen mineralisiertes Wasser, Säuerlinge und Thermalwasser) zurückführen lassen. Es zeigte sich, daß im tieferen Untergrund des Taunusvorlandes an nahezu jeder Stelle Mineralwasser angetroffen wird, wobei es sich in der Regel um Salinarwasser, Alkali-Hydrogenkarbonat-Wasser oder Mischwässer aus beiden handelt. Die übrigen Mineralwassertypen treten nur lokal unter besonderen geologischen Bedingungen auf.

[The mineral waters in the Rheingau/Hesse]

**Abstract:** Some newly found mineral waters in the Rheingau (Hesse) are described and compared with others which are long known. Genetically seven types of mineral water may be distinguished (saline-water, alkaline-hydrogencarbonate-water, regenerated water, sulfate-water, water whose mineralisation is anthropogene, CO<sub>2</sub>-water and thermal-water).

At most places the encountered water is composed of two or more components of different origin. Obviously highly mineralized water of the saline-hydrogencarbonate-water type is common in the deeper underground of the taunus foothills. The other types are only to be found locally under specific geologic conditions.

### Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung . . . . .	186
2. Übersicht über Arten, Genese und Verbreitung der Mineralwässer im Rheingau . .	186
2.1. Salinarwässer . . . . .	186
2.2. Alkali-Hydrogenkarbonat-Wässer . . . . .	187
2.3. Regenerationswässer . . . . .	187
2.4. Sulfatwässer . . . . .	187
2.5. Wässer mit anthropogen erhöhter Mineralisation . . . . .	187
2.6. Säuerlinge . . . . .	188
2.7. Thermalwässer . . . . .	188
2.8. Mischwässer . . . . .	188

---

\* Dr. J.-D. THEWS, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden.

3. Vorkommen . . . . .	188
3.1. Aßmannshausen . . . . .	188
3.2. Rüdesheim . . . . .	189
3.3. Geisenheim . . . . .	196
3.4. Oestrich-Winkel . . . . .	198
3.5. Hattenheim . . . . .	200
3.6. Erbach . . . . .	201
3.7. Kiedrich . . . . .	203
3.8. Eltville . . . . .	203
3.9. Martinthal . . . . .	203
3.10. Niederwalluf . . . . .	204
3.11. Wiesbaden . . . . .	204
4. Schlußfolgerungen . . . . .	208
5. Schriftenverzeichnis . . . . .	209

## 1. Einleitung

Im Rheingau sind die Mineralquellen von Aßmannshausen, Geisenheim, Kiedrich und Eltville seit langem bekannt. Sie sind mehrfach in der Fachliteratur beschrieben worden, zuletzt von CARLÉ (1975) in seinem Standardwerk über die Mineralquellen Mitteleuropas. Wegen der engen räumlichen und genetischen Beziehung können auch die Wiesbadener Thermen zu den Rheingauer Mineralwässern im weiteren Sinne gerechnet werden.

Während der letzten Jahrzehnte wurde, vorwiegend bei Untersuchungsarbeiten zur Wassererschließung, eine Anzahl von Mineralwässern angetroffen, die das Bild über Verbreitung und Genese dieser Wässer vervollständigen. Sie werden zusammen mit einigen älteren, aber bisher noch wenig bekannten Mineralwasservorkommen im folgenden beschrieben. Diese Arbeit ergänzt die Veröffentlichung von THEWS 1972.

## 2. Übersicht über Arten, Genese und Verbreitung der Mineralwässer im Rheingau

Die Rheingauer Mineralwässer lassen sich auf 7, nach Zusammensetzung und Genese unterschiedliche Typen zurückführen.

### 2.1. Salinarwässer

Salinare Mineralwässer sind fast reine Natrium-Chlorid-Wässer mit sehr geringem Sulfat- und niedrigem Hydrogenkarbonatgehalt. Auf der Kationenseite ist der Erdalkalianteil ebenfalls sehr niedrig, bei diesem fällt jedoch die relativ hohe Calciumvormacht auf. Der Lösungsinhalt der Salinarwässer wird im wesentlichen von Salzlagerstätten hergeleitet, ob, wie lange Zeit angenommen, vom Zechsteinsalinar E des Vogelsberges oder eher aus den tertiären Salzlagerstätten des Oberrheingrabens, wurde von HÖLTING (1969, 1977) sowie HEYL & GEIB (1971) ausführlich diskutiert. Die Salinarwässer bilden das tiefste Mineralwasserstockwerk. Sie wandern im paläozoischen Grundgebirge und steigen an den Verwerfungen des Taunussüdabbruchs, aber auch an Störungszonen, die in den Taunus hineinstreichen, zur Erdoberfläche auf (STENGEL-

RUTKOWSKI 1967: 209, 210). Unter anderen sind der Kochbrunnen und die Adlerquelle in Wiesbaden, aber auch die Virchow-Quelle in Kiedrich und der Salzborn bei Eltville typische Vertreter salinärer Wässer.

### 2.2. Alkali-Hydrogenkarbonat-Wässer

Die Hydrogenkarbonat-Wässer sind ihrer Herkunft nach harte Grundwässer, die jedoch im Untergrund — meist in Schichten des Rotliegenden — durch Ionenaustauschvorgänge enthärtet werden und als Natrium-Hydrogenkarbonat-Wässer zutage treten (SCHWILLE 1953, 1955). Sie bilden gegenüber den Salinarwässern insgesamt ein höheres Mineralwasserstockwerk. Da Hydrogenkarbonat-Wässer und Salinarwässer meist auf den gleichen Verwerfungssystemen wandern und aufsteigen, sind Mischwässer mit wechselnden Anteilen beider Komponenten häufig. Typische Vertreter von Natrium-Hydrogenkarbonat-Wässern sind das Wasser der Kaiser-Friedrich-Quelle in Offenbach und der Versuchsbohrung Oestrich.

### 2.3. Regenerationswässer

Regenerationswässer (ØDUM & CHRISTENSEN 1936, LÖHNERT 1967, 1968) entstehen aus Salinarwässern durch ähnliche Ionenaustauschvorgänge wie die Hydrogenkarbonat-Wässer. Die chemischen Gleichgewichte verlaufen hier allerdings in umgekehrter Richtung: Es werden im Untergrund aus dem Wasser Alkali-(Natrium-) Ionen gegen Erdalkali-Ionen ausgetauscht. Regenerationswässer sind charakterisiert durch ein Molverhältnis  $Cl:Na > 1$ , d. h. in der Ionenbilanz tritt „ $CaCl_2$ “ auf. Vertreter von Regenerationswässern fanden sich an der Rheinbrücke Schierstein.

### 2.4. Sulfatwässer

Sulfatwässer sind gekennzeichnet durch relativ niedrige Gehalte an Alkali- und Chlorid-Ionen und hohen Erdalkali- und Sulfatgehalt. Sulfate im Wasser entstehen entweder durch Oxidation von Eisensulfiden im Untergrund — dann sind die Wässer meist extrem reduziert und haben hohe Eisengehalte — oder werden aus gipsreichen Schichten herausgelöst. Sulfatwässer treten in einzelnen Schichten des Tertiärs auf. Verglichen mit den Salinar- und Hydrogenkarbonat-Wässern bilden sie meist das oberste Mineralwasserstockwerk. Mischungen mit den beiden erstgenannten Mineralwassertypen sind häufig. Bekannte Vertreter sind z. B. die „Grind-Brunnen“ in Ffm.-Griesheim und -Höchst sowie -Sossenheim, im Rheingau das Wasser der Versuchsbohrung Mittelheim.

### 2.5. Wässer mit anthropogen erhöhter Mineralisation

In manchen Gebieten treten Wässer mit Gesamtlösungsinhalten von  $> 1000$  mg/l auf, die definitionsgemäß zu den Mineralwässern zu rechnen sind. Sie verdanken den erhöhten Lösungsinhalt aber anthropogenen Einflüssen (landwirtschaftliche Düngung, Deponie von Abfallstoffen, Uferfiltrat) und sind mit den geogenen Mineralwässern des tieferen Untergrundes genetisch in keiner Weise verwandt. Die Zusammensetzung variiert je nach Herkunft in weiten Grenzen. Charakteristisch sind meist relativ hohe

Erdalkali- und erhöhte Nitratgehalte. Fehlender Nitratgehalt beweist allerdings nicht die Abwesenheit anthropogenen Einflusses, da in diesen Wässern die Nitrate oft durch Reduktionsvorgänge sekundär entfernt sind. Wässer mit anthropogen erhöhter Mineralisation treten häufiger auf, z. B. in Rüdesheim, Geisenheim und Hattenheim. Weitere Hinweise finden sich bei THEWS 1969 (Tab. 15) und 1972 (Taf. 1 und 2).

## 2.6. Säuerlinge

Säuerlinge sind Wässer mit erhöhten Gehalten an Kohlendioxid, das meist vulkanischen Ursprungs ist. Typische Vertreter sind die Quellen von Bad Schwalbach sowie die Quellen im Wispental und in dessen Nebentälern.

## 2.7. Thermalwässer

Thermalwässer treten dort auf, wo Grundwasser in tiefere Gesteinsschichten gelangt, dort durch die natürliche Erdwärme aufgeheizt wird, und wieder zur Erdoberfläche aufsteigt. Die Thermen von Schlangenbad und Wiesbaden sind charakteristische Beispiele für diese Wässer.

## 2.8. Mischwässer

Infolge komplizierter Wechselwirkungen während der Genese, der Wanderung und dem Aufstieg der Wässer, auf die bei der Beschreibung der einzelnen Vorkommen genauer eingegangen wird, sind reine Vertreter der genannten Mineralwassertypen im Rheingau selten. Weit häufiger sind Mischwässer aus zwei oder mehreren Komponenten.

## 3. Vorkommen

Im folgenden werden die Mineralwässer des Rheingaus, in der Reihenfolge ihres Vorkommens von W nach E geordnet, beschrieben (Abb. 1).

### 3.1. Aßmannshausen

#### 3.1.1. Graf-Adolf-Quelle

Die Graf-Adolf-Quelle in Aßmannshausen, heute als „Ass-Brunnen“ bezeichnet, liegt auf Bl. 6013 Bingen am Nordrand des Ortes Aßmannshausen (R 34 18 64, H 55 40 39, ca. 79,2 m über NN). Sie ist seit dem Mittelalter bekannt. Über Fassungsarbeiten im 18. und 19. Jahrhundert und die Zusammensetzung des Wassers berichteten FRESSENIUS, R. (1876, 1876/77), FRESSENIUS, R. & WILL (1843), THILLENIUS (1882), WAGNER & MICHELS (1930: 109). CARLÉ (1975) veröffentlichte eine Analyse aus dem Jahre 1940. Eine neuere Analyse (1955) erbrachte keine abweichenden Ergebnisse und bestätigte die seit langem beobachtete Konstanz in der Zusammensetzung der Graf-Adolf-Quelle. 1957 erfolgte eine Neufassung durch einen 8,5 m tiefen Schachtbrunnen, dessen Ruhewasserspiegel bei mittlerem Rheinwasserstand 0,75 m, bei Rheinhochwasser 0,12 m über dem Wasserspiegel des Rheins liegt. Bei einer Entnahme von 1,15 l/s wird der Wasserspiegel nur wenige Dezimeter abgesenkt, die max. Brunnenleistung liegt bei 5 l/s.

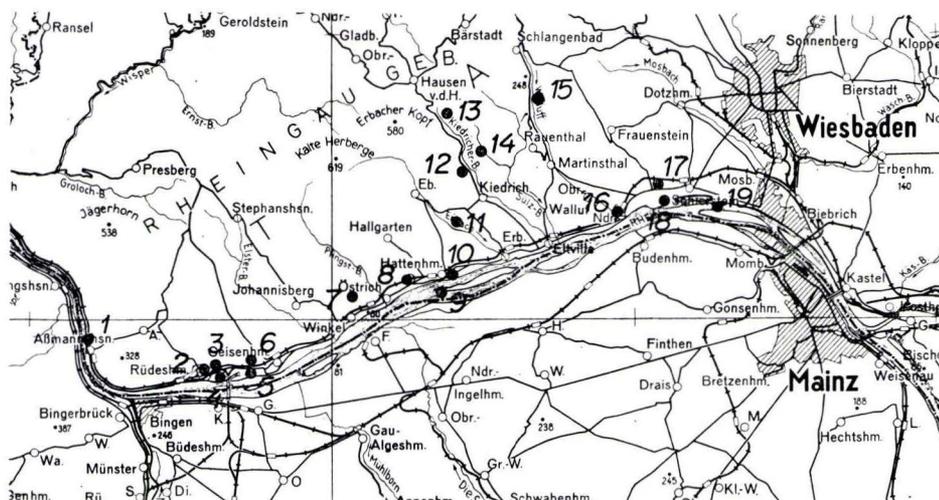


Abb. 1. Lage der beschriebenen Mineralwasservorkommen.

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| 1. Graf-Adolf-Quelle, Aßmannshausen | 11. Brunnen Wacholderhof, Erbach       |
| 2. Tiefbrunnen B, Rudesheim         | 12. Virchow-Quelle, Kiedrich           |
| 3. Brunnen Heberleitung, Rudesheim  | 13. Quelle im Sillgraben, Kiedrich     |
| 4. VB Lach, Rudesheim               | 14. Salzborn, Eltville                 |
| 5. Echterquelle, Geisenheim         | 15. Brunnen Rechtebach, Martinthal     |
| 6. Brunnen Kellersgrube, Geisenheim | 16. Waldaffaquelle, Niederwalluf       |
| 7. VB Mittelheim, Oestrich-Winkel   | 17. Bohrung Alms/Intra, Wiesbaden      |
| 8. VB Oestrich, Oestrich-Winkel     | 18. Wasserwerk Schierstein, Wiesbaden  |
| 9. VB Mariannenaue, Hattenheim      | 19. Rheinbrücke Schierstein, Wiesbaden |
| 10. Rheinbrunnen, Hattenheim        |  |

Die Neufassung erbrachte ein Wasser fast gleicher Zusammensetzung (Tab. 1 Nr. 1). Gegenüber dem Wasser der alten Fassung ist der Gehalt an festen gelösten Bestandteilen geringfügig von 1111 mg/l (1940) auf 1049 mg/l zurückgegangen. Der relative Anteil des Alkalichlorids ist leicht gestiegen, der Hydrogenkarbonatanteil dagegen etwas zurückgegangen. Beachtenswert ist der Rückgang des Ammoniumgehaltes von 3,91 auf 1,18 mg/l. Nach der Neufassung beträgt die durchschnittliche Entnahme 2,9 l/s. Es ist ein Natrium-Chlorid-Hydrogenkarbonat-Thermalwasser, das den Salinarwässern des Taunussüdrandes nahe verwandt ist, aber eine niedrigere Gesamtkonzentration und relativ höheren Hydrogenkarbonat-Anteil hat. Genetisch ist es ein Salinarwasser, das Anteile von Hydrogenkarbonat-Wasser enthält, und durch lösungsärmeres Grundwasser etwas verdünnt ist. Durch das Verweilen in tieferen, wärmeren Schichten der Erdkruste erhält es seine erhöhte Temperatur.

### 3.2. Rudesheim

In Rudesheim (Bl. 6013 Bingen) wurden bei Wassererschließungsarbeiten mehrfach Mineralwässer oder Wässer mit deutlichen Mineralwasserkomponenten ange-troffen.

Tabelle 1. Chemische Analysen

Nr.	Gemeinde	Bohrung/Quelle	Datum	T °C	pH	f.g.B. mg/l	GH °d	KH °d	NKH °d	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	Na <sup>+</sup>		K <sup>+</sup>		Mg <sup>2+</sup>	
											mg/l	mval/l mval-%	mg/l	mval/l mval-%	mg/l	mval/l mval-%
1	Abmannshausen	Graf-Adolf-Qu. Neufassung	10. 9.69	31,3	6,4	1049	—	—	—	1,18	258	11,21 75,03	18	0,46 3,08	10,24	0,84 5,64
2	Rüdesheim	Tiefbrunnen B	22. 8.69	11,0	7,2	1330	14,5	14,5	0	1,9	297 <sup>a</sup>	12,91 71,44	—	—	24	1,97 10,90
3	Rüdesheim	Br. Heberleitung (Mischwasser)	18. 2.70	10,5	7,0	1057	36,2	17,4	18,8	nn	35 <sup>a</sup>	1,52 10,56	—	—	36	2,96 20,54
4	Rüdesheim	VB Lach	1. 4.60	11,6	7,1	1436	27,2	15,7	11,5	nn	270 <sup>a</sup>	11,74 54,66	—	—	28	2,30 10,71
4	Rüdesheim	VB Lach	12.10.60	—	7,1	—	25,5	16,2	9,3	0,3	380 <sup>a</sup>	16,52 64,51	—	—	—	2,30 8,98
5	Geisenheim	Echterquelle	27. 2.73	11,2	7,3	2599	—	—	—	2,35	802	35,15 87,63	20	0,51 1,28	19,0	1,56 3,90
6	Geisenheim	Br. Kellersgrube	31. 3.65	11,6	6,9	1137	40,9	16,8	24,1	nn	26 <sup>a</sup>	1,13 7,18	—	—	55	4,52 28,73
7	Geisenheim	Br. Muttergarten	31.10.69	—	7,4	1748	56,6	21,0	35,6	nn	—	0,17 <sup>b</sup> 0,83	—	—	81,5	6,70 32,90
8	Geisenheim	Br. Bodenkunde	22. 2.70	—	7,18	1355	47,5	17,6	29,9	nn	—	—	—	—	—	—
9	Oestrich-Winkel	VB Mittelheim	2. 5.63	12,2	6,9	1226	44,0	14,3	29,7	0,23	24 <sup>a</sup>	1,04 6,21	—	—	42	3,45 20,52
10	Oestrich-Winkel	VB Oestrich	8. 5.68	—	8,1	1505 <sup>b</sup>	2,1	2,1	0	1,3	425	18,48 93,76	—	—	—	—
11	Hattenheim	Mariannenaue	26. 4.57	9,8	6,7	1518	46,6	24,6	22,0	0,8	—	132,2 <sup>b</sup> 7,27	—	—	49,5	4,07 22,42
12	Hattenheim	Rheinbrunnen	11. 5.48	10,5	7,2	1324	33,8	24,6	9,2	nn	—	3,76 <sup>b</sup> 23,86	—	—	34	2,79 17,70
13	Erbach	Br. Wacholderhof	16. 1.69	11,8	7,4	940	13,6	10,1	3,5	0,9	208 <sup>a</sup>	9,04 64,76	—	—	14	1,15 8,24
13	Erbach	Br. Wacholderhof	29. 7.75	13,0	7,1	—	9,4	7,6	1,8	0,3	—	—	—	—	—	—
14	Kiedrich	Virchow-Quelle	25. 2.65	34,3	6,3	8361	—	—	—	7,15	2512	109,3 79,57	199	5,10 3,71	24	1,94 1,41
15	Eltville	Salzborn	—	15,0	—	7931	—	—	—	—	2365	102,43 78,74	216	5,54 4,26	27	2,22 1,71
16	Martinsthal	Br. Rechtebach	2. 7.64	13,1	6,4	337	5,1	5,1	0	0,05	61 <sup>a</sup>	2,65 59,82	—	—	4	0,33 7,45
17	Niederwalluf	Waldaffaquelle	11. 1.63	14,6	7,6	3412	—	—	—	3,55	925	40,22 85,07	29	0,75 1,58	46	3,77 7,97
18	Wiesbaden	Bg. Alms/Intra	—	—	—	2549	—	—	—	—	—	28,20 83,00	—	—	—	2,60 8,00
19	Wiesbaden	Brücke Schierst. Bg. 1a, 5 m u. Fl.	12.11.58	—	6,60	—	127,2	13,4	103,8	nn	—	11,71 <sup>b</sup>	—	—	—	—
20	Wiesbaden	Brücke Schierst. Bg. 13, 13 m u. Fl.	10.12.58	—	6,80	—	19,0	16,2	2,8	—	—	7,50 <sup>b</sup>	—	—	—	—
21	Wiesbaden	Brücke Schierst. Bg. 16, 15 m u. Fl.	12.12.58	—	6,80	—	33,0	16,8	16,2	—	—	2,04 <sup>b</sup>	—	—	—	—

<sup>a</sup> Alkalien, berechnet als Na<sup>b</sup> berechneter Wert

f.g.B. = feste gelöste Bestandteile

Ca <sup>2+</sup>		Fe <sup>2+</sup>		Mn <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		KMnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	O <sub>2</sub>	fr. CO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	A
mg/l	mval/l mval-%	mg/l	mval/l mval-%	mg/l	mg/l	mval/l mval-%	mg/l	mval/l mval-%	mg/l	mval/l mval-%	mg/l	mval/l mval-%	Verbr. mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
46,5	2,32 15,53	0,75	0,03 0,18	0,42	318,1	8,97 60,02	27,9	0,58 3,89	326	5,35 35,79	3	0,04 0,30	4	—	188,5	30	1
64	3,19 17,65	0,03	—	0,4	186	5,24 29,11	291	6,06 33,66	409	6,70 37,22	Sp	—	1	10,4	33	8	1
199	9,93 68,91	0,10	0,03 0,02	nn	45	1,27 8,96	236	4,92 34,72	378	6,19 43,68	111	1,79 12,63	—	7,8	57	13	1
149	7,44 34,64	0,16	0,01 0,02	0,41	396	11,15 52,47	212	4,42 20,80	342	5,60 26,35	5,0	0,08 0,38	3	7,7	59	13	1
136	6,79 26,51	0,15	0,01 0,02	0,85	544	15,32 60,75	197	4,10 16,26	354	5,80 22,99	Sp	—	5	0,7	34	7	1
55	2,73 6,81	0,56	0,02 0,03	0,13	964	27,20 67,70	258	3,37 13,37	458	7,50 18,67	nn	—	2	3,1	39	8	1
202	10,08 64,08	nn	—	nn	72	2,03 12,92	283	5,86 37,30	366	6,00 38,19	113	1,82 11,58	3	6,7	62	14	1
270	13,47 66,16	0,64	0,02 0,11	nn	132	3,72 18,27	332	6,92 33,99	455	7,46 36,64	140	2,26 11,10	29	9,1	40,5	—	2
—	—	nn	—	0,32	104	—	358	—	383	—	—	—	—	—	64	—	2
244	12,18 72,46	3,8	0,14 0,81	0,58	38	1,07 6,38	483	10,06 60,02	311	5,10 30,43	33	0,53 3,16	5	2,8	66	15	1
—	Ca+Mg <sup>b</sup> 1,23 6,24	—	—	—	49	1,38 7,00	—	3,83 <sup>b</sup> 19,43	885	14,05 37,57	Sp	—	22	—	—	—	1
246	12,28 67,66	13,5	0,48 2,64	3,3	85	2,39 13,17	335	6,98 38,46	536	8,78 48,37	nn	—	9	1,0	275	—	2
184	9,18 58,25	0,8	0,03 0,18	—	56	1,58 10,02	230	4,79 30,39	536	8,78 55,71	38	0,61 3,87	43	—	84	—	3
75	3,74 26,79	0,9	0,03 0,23	0,3	319	8,99 64,91	56	1,17 8,45	220	3,61 26,06	5	0,08 0,58	3	7,7	59	13	1
—	—	0,7	—	0,04	141	—	—	—	—	—	3	—	7	—	34	—	1
419	20,89 15,21	3,52	0,13 0,09	1,79	4680	132,00 94,49	90	1,87 1,34	356	5,83 4,17	Sp	—	—	—	173	43	1
395	19,75 15,29	—	—	—	4142	116,68 89,75	81	1,68 1,29	705	11,55 8,96	—	—	—	—	—	—	4
29	1,45 32,37	0,02	—	nn	76	2,14 49,65	13	0,27 6,26	116	1,90 44,08	0,6	—	4	6,0	69	27	1
49	2,45 5,18	2,72	0,10 0,21	0,02	1210	34,08 71,81	103	2,14 4,51	686	11,24 23,68	—	—	—	—	21,1	15	1
—	3,20 9,00	—	—	—	—	22,90 67,00	—	1,40 4,00	—	9,80 29,00	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	170	4,79 8,38	2275	47,40 83,00	292	4,79 8,38	10	0,16 0,29	44,2	—	30	—	5
—	—	—	—	—	50	1,40 9,80	150	3,12 21,70	352	9,77 68,50	Sp	—	—	—	—	—	5
—	—	—	—	—	177	4,99 36,1	137	2,84 20,5	366	6,00 43,40	Sp	—	—	—	—	—	5

A: Analytiker

1 Laboratorium Fresenius

2 Staatliches Chemisches Untersuchungsamt Wiesbaden

3 Chemisches Laboratorium Dr. KLEEBERG, Geisenheim

4 Prof. Dr. MEINECKE, Wiesbaden

5 Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden

### 3.2.1. Tiefbrunnen B der Stadtwerke Rüdesheim

Der 1948 gebohrte Tiefbrunnen B der Stadtwerke Rüdesheim liegt bei R 34 24 43, H 55 38 97, ca. 85 m über NN. Beim Bau wurden folgende Schichten durchteuft (zusammengefaßt, nach Bohrmeisterangaben, ergänzt durch Schichtenverzeichnisse benachbarter Bohrungen):

- 8,4 m Sand und Kies
- 9,0 m Mergel, grünlich, feinsandig, mit vereinzelt Quarzgeröllen
- 10,8 m Quarz- und Quarzitzerölle, tonig verbacken
- 17,0 m Mergel und Mergelsandstein, gelblich, tonig und feinsandig, einzelne Sand- und Kieslagen, in den unteren 5 Metern Gerölle von 15–20 mm  $\varnothing$
- 32,5 m Ton, rötlich-bräunlich, feinsandig, mit Geröllen bis 8 mm  $\varnothing$
- 46,0 m Ton, feinsandig, und Tonsandstein, gelblich-grünlich und weißlich, mit Quarzgeröllen bis 8 mm  $\varnothing$
- 51,0 m Sandstein, rötlich-bräunlich und weißlich, feinkörnig, quarzitisches, fest, glimmerhaltig
- 56,0 m Sandstein, bräunlich und weißlich, unten rötlich-gelb, z.T. feinkiesig, z.T. konglomeratisch, mit Geröllen bis 6 mm  $\varnothing$
- 60,0 m Sandstein, weißlich, gelblich und rötlich, z.T. als lockerer Sand, konglomeratische Lagen mit Geröllen bis 30 mm  $\varnothing$
- 62,8 m Feinsand, rötlich, stark eisenschüssig
- 69,5 m Quarzit, bräunlich-gelblich, z.T. locker, z.T. fest
- 73,0 m Sandstein, bräunlich-gelb, quarzitisches, mürb
- 80,0 m Quarzit, rötlich, eisenschüssig, aufgelockert
- 89,1 m Schiefer, quarzitisches

Die Einstufung der Schichten ist auf Grund der vorliegenden Angaben nicht einfach. Beim Vergleich mit benachbarten Bohrungen ist folgende Deutung am wahrscheinlichsten: Die Sande und Kiese bis 8,40 m gehören zu pleistozänen Rheinablagerungen (Untere Mittelterrasse). Bis etwa 17 m wurden Tertiärschichten angetroffen, die wahrscheinlich fazielle Äquivalente von Rupelton und Meeressand (unteres Mitteloligozän) sind. Möglicherweise liegt die Tertiärbasis aber noch etwas tiefer. Besonders problematisch ist die Einstufung der Schichten von 17,0–62,8 m: vermutlich handelt es sich um zersetzte devonische Gesteine, d. h. um Reste der prä- oder alttertiären Verwitterungsoberfläche des Rheinischen Schiefergebirges. Die bräunlichen und rötlichen Farben sowie die Nennung „konglomeratischer Lagen“ lassen es aber auch als möglich erscheinen, daß hier eine kleine Scholle von Rotliegendestein angetroffen wurde, die am Taunussüdrand in tektonisch hoher Lage hängengeblieben war. Die Quarzite und Schiefer unterhalb 62,8 m gehören zweifelsfrei in das Unterdevon.

Nach der Analyse vom 22. 8. 1969 (Tab. 1 Nr. 2) liegt ein Natrium-Hydrogenkarbonat-Sulfat-Chlorid-Wasser vor. Mit einem Gesamtlösungsinhalt von 1330 mg/l ist es ein Mineralwasser, das jedoch stark durch lösungsärmeres Grundwasser verdünnt ist. Genetisch wäre besser von einem Süßwasser mit Mineralwasserbeimengung zu sprechen. Der absolut und relativ hohe Alkaligehalt (Abb. 3) zeigt an, daß dem Wasser „echtes“ Mineralwasser beigemischt ist, wobei das Verhältnis von Chlorid zu Hydrogenkarbonat (Abb. 6) anzeigt, daß es sich um ein Salinar-Hydrogenkarbonat-Wasser handelt. Der mit 291 mg/l (33,66 mval-%) recht hohe Sulfatanteil kann z. T.

aus den Tertiärschichten hergeleitet werden, dürfte aber mindestens teilweise auch durch anthropogene Beeinflussung verursacht sein.

### 3.2.2. Brunnen der Heberleitung der Stadtwerke Rüdesheim

Die 4 Schachtbrunnen von 8,70–18,0 m Tiefe liegen östlich der Stadt Rüdesheim (Bl. 6013 Bingen) bei R 34 24 48, H 55 38 97, R 34 24 50, H 55 38 97, R 34 24 61, H 55 38 93 und R 34 24 69, H 55 38 96, ca. 84–86 m über NN. Schichtenverzeichnisse sind nicht vorhanden, doch dürften die Brunnen das Wasser überwiegend aus der pleistozänen Rheinterrasse, z. T. auch aus darunter liegenden Tertiärschichten bringen. Der Gesamtlösungsinhalt liegt mit 1057 mg/l festen gelösten Bestandteilen gerade über der Mineralwassergrenze. Absolut und relativ niedriger Alkaligehalt sowie hohe Sulfat- und Nitratgehalte zeigen jedoch, daß die erhöhte Mineralisation überwiegend anthropogen ist (Tab. 1 Nr. 3).

### 3.2.3. Versuchsbohrung Lach

Die im Jahre 1960 auf dem Campingplatz an der Lach (Bl. 6013 Bingen, R 34 24 14, H 55 38 54) niedergebrachte Versuchsbohrung hat folgendes Profil durchteuft:

– 2,8 m Lehm mit Steinen (Kulturschutt)	Holozän
– 4,4 m Sand, lehmig, z. T. kiesig	„
– 9,3 m Sande und Kiese, z. T. mit Geröllen (Buntsandstein, Taunusmaterial, Tertiärkalkstein)	Pleistozän, Niederterrasse des Rheins
– 13,7 m Sand und Quarzkies, weiß, z. T. tonig, kalkhaltig	Tertiär, Unter- bis Mittelloligozän
– 14,3 m Ton, lauchgrün	„
– 18,4 m Sand, weiß, unten gelb, z. T. kiesig, überwiegend tonig, kalkhaltig	„

Beim Pumpversuch konnten 12,5 l/s bei Absenkung von 5,5 auf 6,8 m unter Flur entnommen werden. Da das Wasser einen erhöhten Lösungsinhalt hatte, wurde vom 31. 8.–12. 10. 1960 ein längerer Pumpversuch ausgeführt, bei dem im Mittel 5,8 l/s, insgesamt 21 600 m<sup>3</sup> gefördert wurden. Dabei stieg der Gehalt an festen gelösten Bestandteilen von 1 436 mg/l auf 1 693 mg/l. Der Anstieg wurde im wesentlichen durch Zunahme des Alkali- und Chloridgehaltes hervorgerufen, Calcium- und Sulfatgehalte gingen dagegen etwas zurück. Beim Pumpen strömte also in verstärktem Maße mineralisiertes Grundwasser aus dem tieferen Untergrund nach. Die absoluten und relativen Werte für Alkalichlorid und Hydrogenkarbonat (Tab. 1 Nr. 4; Abb. 3,6) zeigen, daß dem Wasser aus dem Brunnen Lach ein Natrium-Chlorid-Hydrogenkarbonat-Wasser beigemischt ist, das ähnliche Zusammensetzung wie das der Graf-Adolf-Quelle in Abmannshausen hat. Im Vergleich zum Tiefbrunnen B der Stadt Rüdesheim ist der relative Chloridgehalt noch höher. Die verhältnismäßig hohen Calcium- und Sulfatgehalte dürften anthropogen sein. Genetisch ist das Wasser aus der Versuchsbohrung Lach ein anthropogen aufgehärtetes süßes Grundwasser mit deutlicher Natrium-Chlorid-Hydrogenkarbonat-Mineralwasserbeimengung.

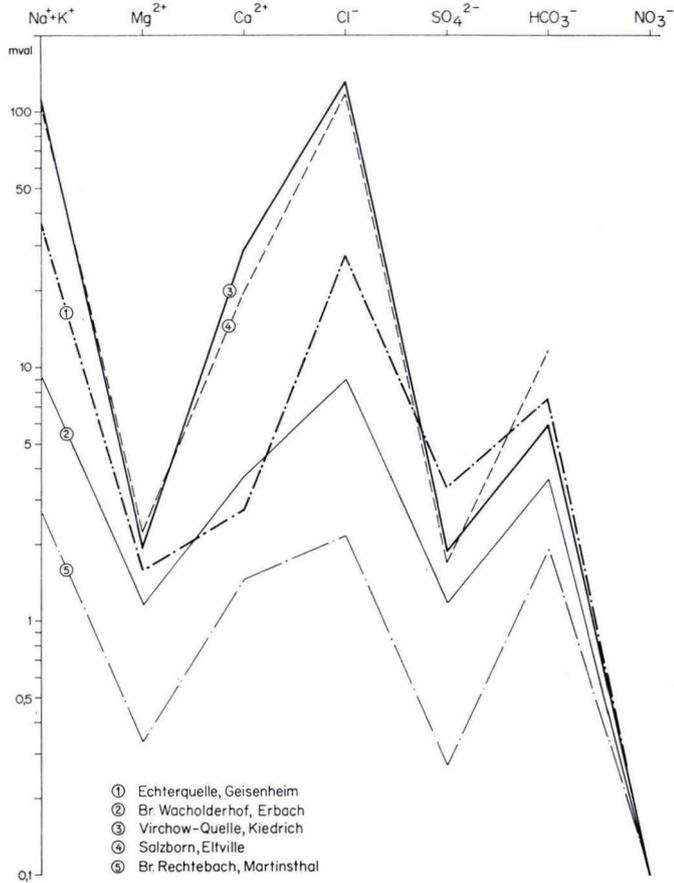


Abb. 2. Konzentrationsdiagramm der Salinarwässer.

Charakteristisch sind hohe und fast gleiche Alkali- und Chloridgehalte, niedrige Sulfat- und fehlende Nitratgehalte.

Kurve 5 zeigt trotz wesentlich geringerer Konzentration deutlich den Einfluß des Salinarwassers in diesem Brunnen. Die Kurven 1 und 2 zeigen bereits Anklänge an ein Salinar-Hydrogenkarbonat-Mischwasser.

Abb. 3. Konzentrationsdiagramm der Hydrogenkarbonat-Wässer, Salinar-Hydrogenkarbonat-Mischwässer und Sulfatwässer.

Kurve 6 zeigt ein reines Hydrogenkarbonat-Wasser, typisch sind sehr niedrige Erdalkali- und Chloridgehalte. Die Kurven 1—5 zeigen Chlorid-Hydrogenkarbonat-Mischwässer. Die Alkaliegehalte sind hier höher als die Chloridgehalte, das Ca/Mg-Verhältnis ist meist relativ niedrig. Kurve 7 repräsentiert ein Erdalkalisulfat-Wasser. Sehr niedriger Alkali- und Chloridgehalt, hoher Erdalkali- und Sulfatgehalt sind charakteristisch für dieses Wasser.

Abb. 4. Konzentrationsdiagramm anthropogener Mineralwässer.

Charakteristisch sind sehr niedrige Alkaliegehalte, die z.T. deutlich unter den Chloridgehalten liegen, relativ hohe Sulfat- und Hydrogenkarbonatgehalte sowie z.T. deutlich erhöhte Nitratgehalte.

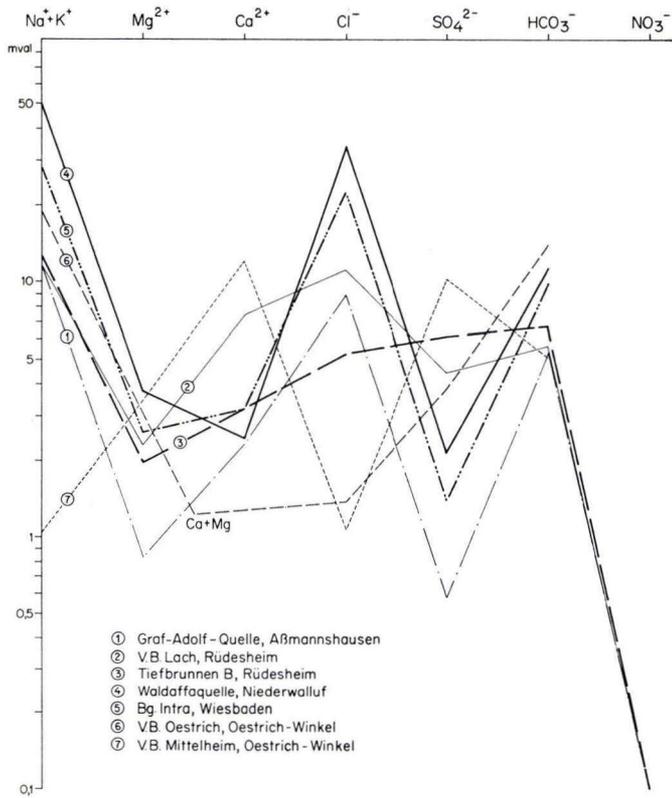


Abb. 3

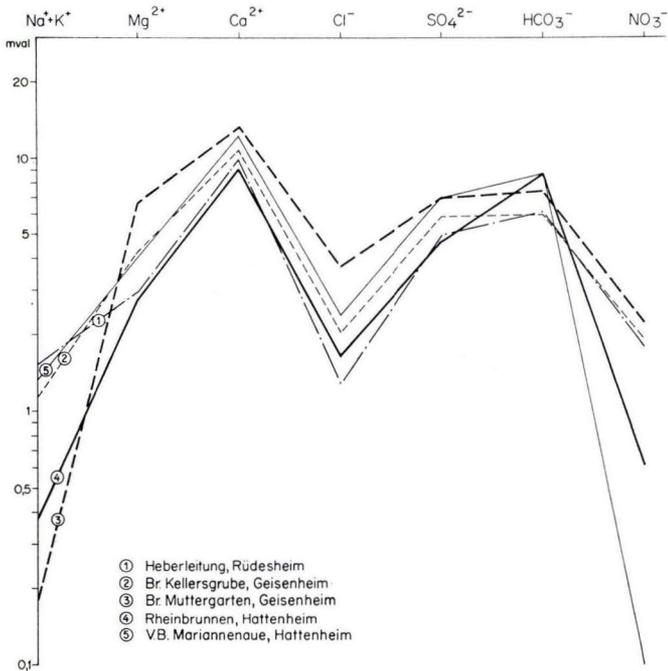


Abb. 4

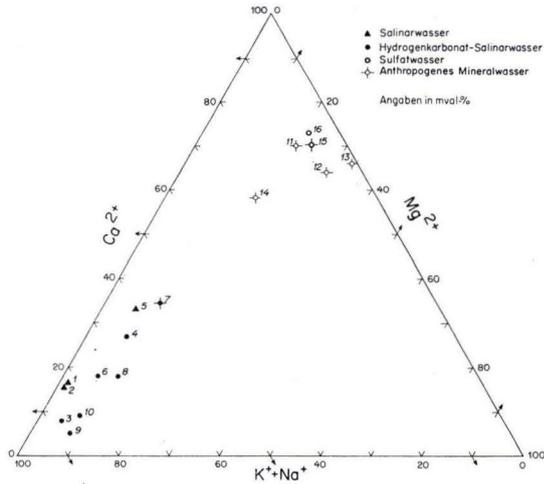


Abb. 5. Kationen-Verhältnisse.

- |                                     |                                      |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Salzborn, Eltville               | 9. Waldaffaquelle, Niederwalluf      |
| 2. Virchow-Quelle, Kiedrich         | 10. Brg. Alms/Intra, Wiesbaden       |
| 3. Echterquelle, Geisenheim         | 11. Brunnen Heberleitung, Rüdesheim  |
| 4. Brunnen Wacholderhof, Erbach     | 12. Brunnen Kellersgrube, Geisenheim |
| 5. Brunnen Rechtebach, Martinsthal  | 13. Brunnen Muttergarten, Geisenheim |
| 6. Graf-Adolf-Quelle, Aßmannshausen | 14. Rheinbrunnen, Hattenheim         |
| 7. VB Lach, Rüdesheim               | 15. VB Mariannaue, Hattenheim        |
| 8. Tiefbrunnen B, Rüdesheim         | 16. VB Mittelheim, Oestrich-Winkel   |

Salinar- und Hydrogenkarbonat-Wässer unterscheiden sich durch verhältnismäßig hohen Magnesiumgehalt der letztgenannten. Die hohen Erdalkalianteile bei Nr. 5 und Nr. 6 sind durch Verdünnung mit normalem Grundwasser bedingt. Anthropogene Mineralwässer haben deutlich höhere Erdalkalianteile als die natürlichen Mineralwässer. Nr. 7 ist schwach anthropogen beeinflusst.

### 3.3. Geisenheim

#### 3.3.1. Echterquelle

Die Echterquelle (Bl. 6013 Bingen, R 34 24 98, H 55 38 53, ca. 80,5 m über NN) wurde bei einer Untersuchungsbohrung während des Baus der Hindenburgbrücke im Jahre 1912 zufällig entdeckt. Sie wird zur Tafelwasserbereitung genutzt. Folgende Schichten wurden angetroffen (zusammengefaßt):

- |  |                  |
|--|------------------|
| — 7,4 m Sand und Kies  | Pleistozän,      |
|  | Niederterrasse   |
|  | des Rheins       |
| — 17,75 m Mergel und Ton, meist graugrün                       | Tertiär, Meeres- |
|  | sand u. Rupelton |
| — 19,00 m Quarzkies, weiß, Wasser steigt bis 1 m über Gelände- | „                |
| oberkante, Temperatur 12° C                                    | „                |
| — 20,50 m Ton, blaugrau, sandig                                | „                |
| — 24,50 m Quarzkies, weiß, hellgrau und grüngrau, z.T. tonig   | „                |

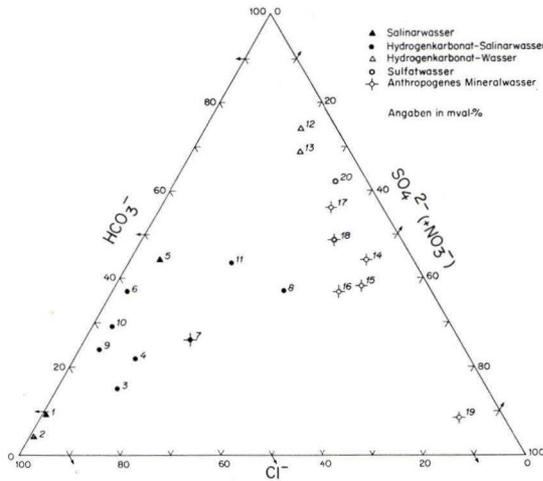


Abb. 6. Anionen-Verhältnisse.

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| 1. Salzborn, Eltville               | 11. Brg. 16, Rheinbrücke Schierstein, Wiesbaden  |
| 2. Virchow-Quelle, Kiedrich         | 12. VB Oestrich, Oestrich-Winkel                 |
| 3. Echterquelle, Geisenheim         | 13. Brg. 13, Rheinbrücke Schierstein, Wiesbaden  |
| 4. Brunnen Wacholderhof, Erbach     | 14. Brunnen Heberleitung, Rüdesheim              |
| 5. Brunnen Rechtebach, Martinsthal  | 15. Brunnen Kellersgrube, Geisenheim             |
| 6. Graf-Adolf-Quelle, Aßmannshausen | 16. Brunnen Muttergarten, Geisenheim             |
| 7. VB Lach, Rüdesheim               | 17. Rheinbrunnen, Hattenheim                     |
| 8. Tiefbrunnen B, Rüdesheim         | 18. VB Mariannenaue, Hattenheim                  |
| 9. Waldaffaquelle, Niederwalluf     | 19. Brg. 1 a, Rheinbrücke Schierstein, Wiesbaden |
| 10. Brg. Alms/Intra, Wiesbaden      | 20. VB Mittelheim, Oestrich-Winkel               |

Salinarwässer enthalten mehr als 90 mval-% Chlorid-Ionen und sind fast sulfatfrei. Verhältnismäßig breit streuende Anionen-Verhältnisse haben die Salinar-Hydrogenkarbonat-Mischwässer in Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis und der Verdünnung durch normales Grundwasser. Reine Hydrogenkarbonat-Wässer sind gekennzeichnet durch Chloridanteile von < 10 mval-%. Anthropogene Mineralwässer haben wechselnde Sulfatgehalte, meist > 50 mval-%.

Im Jahre 1936 lief die Quelle mit 900 l/h (0,25 l/s) artesisch über. WAGNER & MICHELS (1930: 111) veröffentlichten eine Analyse. Die Analyse, Tab. 1 Nr. 5, ist CARLÉ (1975) entnommen. Es handelt sich um ein Natrium-Chlorid-Mineralwasser. Der gegenüber den reinen Salinarwässern relativ höhere Hydrogenkarbonat- und der extrem hohe Alkalianteil zeigen jedoch, daß dem Wasser auch Natrium-Hydrogenkarbonat-Komponenten beigemischt sind. Der erhöhte Sulfatgehalt dürfte aus den Tertiärschichten herzuleiten sein, so daß hier genetisch eine Mischung aus Salinarwasser des Taunusrandes mit Natrium-Hydrogenkarbonat-Wasser des mittleren und Sulfatwasser des oberen Mineralwasserstockwerks sowie süßem Grundwasser vorliegt.

### 3.3.2. Bohrungen an der Kläranlage Unterer Rheingau

Bei Baugrunderkundungs- und Wasserhaltungsarbeiten während des Baus der Kläranlage Unterer Rheingau wurde in mehreren Bohrungen Mineralwasser angetroffen, das dem der Echterquelle ähnlich ist.

### 3.3.3. Brunnen Kellersgrube

Der Brunnen Kellersgrube der Stadt Geisenheim wurde im Jahre 1963 gebohrt. Er liegt zwischen Rüdesheim und Geisenheim (Bl. 6013 Bingen, R 34 24 98, H 55 39 09, ca. 94 m über NN).

Folgende Schichten wurden durchteuft:

— 7,60 m Lößlehm und Löß	Pleistozän
— 15,90 m Sand, bunt, geröllführend	Mittelterrasse des Rheins
— 30,00 m Schluff und Ton, grau und graugelblich, mit Quarzkieslage von 21,30—25,40 m	Tertiär, unteres Mitteloligozän

Beim Pumpversuch wurden bis zu 16,7 l/s bei Absenkung von 14,20 auf 23,50 m gefördert, die Dauerleistung des Brunnens liegt bei 5 l/s.

Das Wasser ist mit 1137 mg/l festen gelösten Bestandteilen zwar definitionsgemäß ein Mineralwasser, auf Grund der Anionenverhältnisse, speziell des hohen Nitratgehaltes, und des niedrigen Alkaligehaltes (Tab. 1 Nr. 6; Abb. 4) ist es jedoch als ein hartes Grundwasser mit anthropogen erhöhtem Lösungsinhalt anzusprechen, der durch intensive weinbauliche Nutzung im Einzugsgebiet verursacht ist.

Ähnliche hydrogeologische und hydrochemische Verhältnisse zeigen auch die in der Nähe liegenden Brunnen der Hessischen Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau: „Muttergarten“ (R 34 25 25, H 55 39 05, 93,84 m über NN; Tab. 1 Nr. 7) und „Bodenkunde“ (R 34 25 30, H 55 38 97, 92,11 m über NN; Tab. 1 Nr. 8).

### 3.4. Oestrich-Winkel

#### 3.4.1. Versuchsbohrung Mittelheim

In Oestrich-Winkel, Ortsteil Mittelheim, wurde 1962/63 eine Versuchsbohrung zur Wassererschließung niedergebracht (Bl. 5914 Eltville a. Rhein, R 34 29 34, H 55 41 78, ca. 112 m über NN), die folgende Schichten durchteuft:

— 3,50 m Lößlehm und Löß	Pleistozän
— 16,50 m Sand und Kies, z. T. mit Geröllen	Untere Mittel-terrasse des Rheins
— 37,00 m Ton und Schluff, schwarz, dunkel- und hellgrau, kalkfrei und kalkhaltig, mit einzelnen Sand- und Kieslagen	Tertiär, wahrsch. Rupelton
— 46,00 m Sand, weißgrau, und Kies, hellgrünlichgrau, kalkfrei und kalkhaltig, von 37, 50—43,80 m Schluff, weißgrau und bräunlich, z. T. sandig und geröllführend	Meeressand
— 46,50 m Tonstein, rötlich, stark sandig, verwittert, ganz schwach kalkhaltig	Rotliegendes
— 49,00 m Grobes Konglomerat aus weißem Quarzit, kalkfrei	„
— 59,00 m Sandstein, z. T. absandend, grünlich und gelblichgrau, grauviolett und rötlich, z. T. tonig und schluffig, Gerölle bis 20 cm $\varnothing$ , kalkhaltig	„

Die Schichten unterhalb 46 m werden auf Grund der petrographischen Ausbildung zum Rotliegenden gerechnet. Nicht ganz auszuschließen ist jedoch, daß es sich hier um prämitteloligozäne Verwitterungsschuttmassen im Sinne von SONNE (1963: 202) handelt.

Bis zu 36,20 m Teufe lag der Ruhewasserspiegel 3,50 m unter Flur, zwischen 37 und 44 m trat zunehmend artesischer Überlauf auf, der zunächst 0,5 l/s betrug und später auf 0,2 l/s zurückging. Beim Pumpversuch wurden 3,5 l/s bei konstanter Absenkung auf 39,40 m gefördert. Das Wasser hat 1226 mg/l feste gelöste Bestandteile (Tab. 1 Nr. 9) und ist ein Calcium-Magnesium-Sulfat-Hydrogenkarbonat-Wasser, das chemisch und genetisch mit den Schwefelwässern des Taunusrandes, der Rheinpfalz (MICHELS & ZÖLLER 1930; CARLÉ 1975: 402, 403) und des Oberrheingrabenwestrandes (SCHMITT & THEWS 1974: 60, Tab. 2) verwandt ist. Der Sulfatgehalt stammt wahrscheinlich aus oxidierten Schwefeleisenverbindungen der Tertiärschichten. Hierfür sprechen der niedrige Sauerstoffgehalt von 2,8 mg/l sowie der beachtliche Eisen- und Mangangehalt (3,8 bzw. 0,58 mg/l) des Wassers. Der niedrige Alkaligehalt läßt den Schluß zu, daß aus den Rotliegendeschichten kein hochmineralisiertes Grundwasser aufsteigt.

MICHELS (1972: 77) erwähnt zwei früher bekannte Schwefelquellen in der Nähe des Bahnhofes Mittelheim, die aber heute nicht mehr existieren.

### 3.4.2. Versuchsbohrung Oestrich

Die im Jahre 1968 niedergebrachte Versuchsbohrung 1/1968 der Gemeinde Oestrich (Bl. 5914 Eltville a. Rhein, R 34 31 56, H 55 42 14, ca. 87 m über NN) durchteufte folgende Schichten:

— 5,00 m	Lößlehm und Löß	Pleistozän
— 15,00 m	Kies und Sand, bunt	Untere Mittel- terrasse des Rheins
— 30,00 m	Schluff, tonig, hellgrau, mit dünnen Fein- und Mittel- sandlagen, kalkhaltig	Tertiär, ob. Mittelligozän, Schleichsand <sup>1</sup>
— 54,00 m	Ton, schluffig, grau, leicht grünlich, kalkhaltig	unt. Mittel- oligozän, ? Ob. Rupelton
— 84,00 m	Ton, schluffig, dunkelbräunlichgrau, festes Bohrgut, von 54,0—60,0 und 61,0—66,0 m kalkfrei, von 60,0 bis 63,0 m und 66,0—75,0 m schwach kalkhaltig, von 75,0 bis 84,0 m kalkhaltig	Mittlerer Rupelton
— 120,00 m	Schluff, tonig, mittel- bis dunkelgrünlichgrau, stark kalkhaltig, festes Bohrgut	? Unt. Rupelton
— 123,00 m	Schluff, tonig, kalkhaltig, mit Fein- bis Mittelkies aus Milchquarz und roten und grünen Schiefen (Bunte Schiefer)	Meeressand
— 129,00 m	Fein- bis Mittelkies (evtl. durch Zerkleinerung beim Bohrvorgang entstanden, da eckiges Bohrgut), stark durch grauen, kalkhaltigen, tonigen Schluff gebunden	Meeressand (Übergang zu den liegenden Schichten)
— 144,00 m	Fein- bis Mittelkies, soweit nicht durch den Bohr- vorgang zerbrochen kantengerundet, aus Quarz, grünen und roten quarzitischen Schiefen und Quarziten, mit rotbraunem tonigem Bindemittel	Rotliegendes oder prämittelligozäner Aufarbeitungs- horizont

<sup>1</sup> Stratigraphische Einstufung nach mikropaläontologischem Befund durch Dr. E. KÜM-  
MERLE.

	(Farbe des Bohrgutes: rotbraun, z.T. mit Graustich), kalkhaltig; aufgebohrtes Konglomerat	Rotliegendes oder prämitteloligozäner
– 160,00 m	Kies wie vor, weniger Ton, dieser z.T. hellbraun und gelblichbraun, Ton z.T. kalkhaltig, besonders die hellen Partien	Aufarbeitungs- horizont

Das Bohrloch lief mit 0,28 l/s artesisch über, der Druckspiegel erreichte mehr als 6 m über Flur.

Das Wasser ist als ein fast reines Alkali-Hydrogenkarbonat-Wasser zu klassifizieren, dem nur wenig salinares Wasser des tieferen Grundwasserstockwerkes beigemischt ist. Es ist dem Wasser der Kaiser-Friedrich-Quelle zu Offenbach nahe verwandt, bei dem der Salinaranteil allerdings deutlich höher ist. Das Wasser der Versuchsbohrung Oestrich ist der reinste, bisher bekannte Vertreter eines Alkali-Hydrogenkarbonat-Wassers (Tab. 1 Nr. 10). Während die bisher bekannten Wässer dieses Typs (SCHWILLE 1953: 321, 322) meist eine deutliche Beimengung von Salinarwasser oder noch einen merklichen Gehalt an Erdalkali-Ionen haben, fehlen diese im Wasser der Versuchsbohrung Oestrich fast völlig.

### 3.5. Hattenheim

#### 3.5.1. Bohrung Mariannenaue

Im Jahre 1957 wurden auf der Westspitze der Mariannenaue Versuchsbohrungen zur Trinkwassererschließung niedergebracht. Aus einer dieser Bohrungen (Bl. 5914 Eltville a. Rhein, R 34 32 50, H 55 41 78, 79,73 m über NN) wurde beim Pumpversuch Mineralwasser gefördert. Sie hatte folgende Schichten durchteuft:

– 1,50 m Schluff, braun, kalkhaltig (Hochflutlehm)	Holozän
– 3,20 m Fein- und Mittelsand, bräunlichgrau, meist schluffig- tonig, kalkhaltig	Pleistozän, Niederterrasse des Rheins
– 4,85 m Schluff, grau, kalkhaltig	„
– 8,20 m Gerölle von 1–4 cm $\varnothing$ und Sand	„
– 9,55 m Feinsand bis Schluff, grau, glimmerreich, kalkhaltig	Tertiär, ? Schleichsand

Bei einem 70stündigen Pumpversuch wurden 10 l/s entnommen. Das Wasser hatte einen Gesamtlösungsinhalt von 1518 mg/l (Tab. 1 Nr. 11) und den Charakter eines Calcium-Magnesium-Hydrogenkarbonat-Sulfat-Wassers. Der Mineralgehalt des Wassers könnte aus dem tieferen Untergrund, aus landwirtschaftlicher Düngung oder aus dem Rheinwasser stammen, das, besonders bei hohen Rheinwasserständen, als Uferfiltrat in die pleistozänen Sedimente der Insel eindringen kann. Für das Beiziehen von Uferfiltrat kam der Pumpversuch selbst nicht in Frage, da die hierbei geförderten Wassermengen zu gering waren, um Uferfiltrat vom Rhein bis zum Brunnen gelangen zu lassen. Für die Überlegungen zur Herkunft sind zwei Beobachtungen wichtig: Einmal stieg während des Pumpversuchs der Gehalt an festen gelösten Bestandteilen von 1080 auf 1250 mg/l, im wesentlichen verursacht durch den Anstieg des Sulfatgehaltes von 202 auf 335 mg/l sowie des Calcium- bzw. Magnesiumgehaltes von 218 auf 247 bzw. von 45 auf 49,5 mg/l. Der Chloridgehalt dagegen blieb während des Pumpversuchs konstant. Der Anstieg der Gesamtmineralisation während des Pump-

versuchs sowie die weit höheren Sulfat- und Erdalkaligehalte (ausgedrückt als Gesamthärte) als die im Rheinwasser lassen darauf schließen, daß der größte Teil des Erdalkalisulfates aus dem Untergrund stammt. Dieses Erdalkalisulfat entspräche genetisch dem im Wasser der Versuchsbohrung Mittelheim. Der Chloridgehalt ist etwas niedriger als der mittlere Chloridgehalt des Rheinwassers und könnte auch aus Uferfiltrat stammen. Das hohe Molverhältnis Cl:Na von 1,81 zeigt jedoch, daß im Wasser „Erdalkalichlorid“ auftritt. Dieses kann nicht aus Uferfiltrat hergeleitet werden, da das Molverhältnis im Rheinwasser um 1 liegt. Am wahrscheinlichsten ist die Herkunft des Erdalkalichlorids aus landwirtschaftlicher Düngung, obwohl der sichere Beweis hierfür, der durch erhöhten Nitratgehalt gegeben wäre, nicht zu erbringen ist. Das Wasser ist nitratfrei. Die Abwesenheit von Nitrat ist jedoch auf den ausgeprägten Reduktionszustand des Wassers zurückzuführen ( $\text{NH}_4$ : 0,8 mg/l,  $\text{O}_2$ : 1,0 mg/l, Fe: 13,5 mg/l, Mn: 3,3 mg/l, freie  $\text{CO}_2$ : 275 mg/l). Möglich wäre auch die Erklärung, daß es sich hier um den Regenerationstyp eines Natrium-Chlorid-Wassers handelt, jedoch ist der Beweis dafür oder dagegen auf Grund der vorliegenden Daten nicht anzutreten.

### 3.5.2. Rheinbrunnen

Die Gemeinde Hattenheim ließ in der Nähe des Rheinufer 1947 zwei Brunnen bohren (Bl. 5914 Eltville a. Rhein, R 34 32 87, H 55 42 31 und R 34 32 92, H 55 42 34), die beide etwa das gleiche Profil angetroffen haben. Bei Brunnen I wurden folgende Schichten durchbohrt:

– 1,75 m Auelehm	Holozän
– 6,00 m Kies und Sand, bläulich und braun	Pleistozän, Niederterrasse des Rheins
– 8,00 m Ton, blaugrau	Tertiär

Angaben über Pumpversuche liegen nicht vor.

Nach einer Analyse vom 11. 5. 1948 enthält das Wasser 1324 mg/l feste gelöste Bestandteile (Tab. 1 Nr. 12). Es ist ein Calcium-Natrium-Hydrogenkarbonat-Sulfat-Wasser, das den anthropogenen Wässern vom Typ Geisenheim ähnelt, sich aber durch einen deutlich höheren Alkali- und Hydrogenkarbonatanteil von ihnen unterscheidet. Vom Wasser der Mariannenaue unterscheidet es sich durch höheren Alkali- und relativ hohen Hydrogenkarbonatgehalt. Der leicht erhöhte Nitrat- und der Chloridgehalt zeigen bereits eine anthropogene Beeinflussung, die im Verlauf der folgenden Jahre zunahm. Es wurden später bis zu 164 mg/l Nitrat und 100 mg/l Chlorid festgestellt. Parallel dazu stieg auch die Gesamthärte von 33,8 auf bis zu 46,1 °d an. Genetisch ist es ein hartes Grundwasser, dessen Lösungsinhalt anthropogen über die Mineralwassergrenze erhöht wurde. Aus dem tieferen Untergrund sind möglicherweise geringe Mengen Natrium-Hydrogenkarbonat-Wassers beigemischt.

## 3.6. Erbach

### 3.6.1. Brunnen Wacholderhof

SE des Wacholderhofes (Bl. 5914 Eltville a. Rhein, R 34 33 10, H 55 44 58, ca. 165 m über NN) wurde zur Versorgung des Krankenhauses Eichberg im Jahre 1968 eine Bohrung mit folgendem Schichtenprofil niedergebracht (zusammengefaßt):

— 5,25 m	Lößlehm und Löß	Pleistozän
— 6,30 m	Schluff und schluffiger Ton, gelbgrau, weißgrau und grau, kalkhaltig, mit violetter kiesiger Mittel- bis Grobsandlage von 5,25—5,70 m	„
— 13,00 m	Fein- bis Grobsand und Kies aus eckigen Quarzen, braun, weißgrau und gelb, meist schluffig, kalkfrei	? präpleistozänes Verwitterungsmaterial
— 19,80 m	Ton, schluffig, an der Oberfläche gelb und kalkfrei, darunter grau und grün, kalkhaltig	Tertiär, — 31 m Cyrenenmergel oder Schleichsand ab 31 m Schleichsand <sup>2</sup>
— 52,00 m	Schluff, tonig, bei 26, 27 und 42 m feinsandig, hellgrau, z.T. mit leichtem Grün- oder Gelbstich, bei 21, 23 und 27 m rötlichgrau und etwas kiesig, mit wenig gerundeten Taunusquarzitkomponenten, von 33—35 m Schillagen mit <i>Jsognomon maxillata sandbergeri</i> (DESH.) und <i>Jsognomon heberti</i> (COSSM. & LAMB.); die rötlichgrauen Lagen sind schwach kalkhaltig, sonst kalkhaltig	„
— 64,50 m	Fein- bis Grobsand und Feinkies aus Quarz und Quarzit, meist dunkelgrau, und einzelne dunkel-, unten hell- und violettgraue Tonlagen, kalkhaltig	ab 61 m Schleichsand oder Meersand
— 68,00 m	Ton, sandig, grünlichgelb bis rötlich, kalkfrei	verwitterte Schiefergebirgsoberfläche, möglicherweise umgelagert
— 73,00 m	Schieferzersatz, violettrot und grün, stark vertont, Bohrgut gelblichbraun, sehr reichlich Gangquarz, kalkfrei	Bunte Schiefer, möglicherweise umgelagert
— 74,00 m	Ton, rot, gelb, grau, Schieferstrukturen noch erkennbar, kalkfrei	„

Im Pumpversuch wurden 3,5 l/s bei Absenkung von 20,25 auf 30,33 m u. Flur und 7,1 l/s bei Absenkung auf 51,71 m u. Flur gefördert.

Das Wasser ist mit 940 mg/l festen gelösten Bestandteilen zwar noch kein Mineralwasser, läßt aber auf Grund des erhöhten Lösungsinhaltes und des Chloridgehaltes deutliche Mineralwassereinflüsse erkennen. Dies wird besonders klar beim Vergleich mit der Beschaffenheit des Wassers aus der Versuchsbohrung, die 10 m NW der Brunnenbohrung ausgeführt wurde und die die gleichen Schichten durchteufte, allerdings nur 68,0 m tief wurde. Dieses Wasser (Probenentnahme: 22. 9. 1967) hatte folgende Beschaffenheit:

Gesamthärte	6,8 °d	Chlorid	23 mg/l
Karbonathärte	5,6 °d	Nitrat	11 mg/l
Nichtkarbonathärte	1,2 °d		

Es entspricht dem Typ eines in den Tertiärschichten leicht aufgehärteten Taunusquarzitwassers (THEWS 1972: 28). Die im Brunnenwasser enthaltene Mineralwasserkomponente scheint aus einer Kluftzone in den Bunten Schiefen zu stammen, die in der etwas tieferen Brunnenbohrung angetroffen wurden.

<sup>2</sup> Stratigraphische Einstufung auf Grund mikropaläontologischer Bearbeitung durch Dr. E. KÜMMERLE.

Nach den etwa gleich hohen Alkali- und Chloridanteilen besteht die Mineralwasserkomponente im westlichen aus Salinarwasser (Tab. 1 Nr. 13; Abb. 2).

Im Laufe des Betriebs trat eine leichte „Aussüßung“ des Brunnenwassers ein. Am 29. 7. 1975 wurden nur noch 141 mg/l Chlorid festgestellt.

### 3.7. Kiedrich

#### 3.7.1. Virchow-Quelle

Die Virchowquelle (Bl. 5914 Eltville a. Rhein, R 34 33 63, H 55 46 66) wurde in den Jahren 1886—1888 zufällig durch eine 183,8 m tiefe Bohrung erschlossen. Neuere Erkenntnisse, die über die bereits veröffentlichten (CARLÉ 1975, FRESENIUS, H. 1900, MICHELS 1972, REUSS 1889, TECKLENBURG 1889) hinausgehen, liegen nicht vor. Das Wasser ist vom gleichen Typ wie das des Kochbrunnens zu Wiesbaden (Tab. 1 Nr. 14; Abb. 2), d. h. ein reines Salinar-Thermalwasser.

#### 3.7.2. Quelle im Sillgraben

Im Jahre 1964 wurde von der Gemeinde Kiedrich im Taunusquarzit bei R 35 32 89, H 55 48 35, ca. 320 m über NN eine Quelle gefaßt, die nach einer Messung am 9. 4. 1968 9 l/s schüttete. Die Quelle liefert ein weiches Taunusquarzitwasser (THEWS 1972, Taf. I, Nr. 37), bei dem allerdings die relativ hohe Temperatur auffällt, die konstant um 11,8 °C liegt. Es ist möglich, daß dem Quellwasser Thermalwasser vom Typ der Schlangenbader Thermen beigemischt ist.

### 3.8. Eltville

#### 3.8.1. Salzborn im Eltviller Stadtwald

Der Salzborn, bei R 34 34 53, H 55 47 21, ca. 3 m tief gefaßt (MICHELS 1972), ist ebenfalls seit langem bekannt. Die Analyse (Tab. 1 Nr. 15; Abb. 2) entstammt CARLÉ (1975). Der chemische Charakter des Wassers vom Salzborn ist der gleiche wie der der Virchow-Quelle in Kiedrich.

### 3.9. Martinthal

#### 3.9.1. Brunnen Rechtebach

Die Gemeinde Martinthal nutzt zur Trinkwasserversorgung einen 1964 gebauten Brunnen (R 34 36 50, H 55 48 87, ca. 200 m über NN). Er ist 108,20 m tief. Unter geringmächtigen pleistozänen Deckschichten wurde bis 54 m u. Flur Phyllit, darunter Serizitgneis angetroffen. Während des Pumpversuchs wurden 2,25 l/s bei Absenkung auf 30,55 m, 5,0 l/s bei Absenkung auf 72,40 m u. Flur gefördert. Der Ruhewasserspiegel lag 0,90 m u. Flur. Mit 337 mg/l festen gelösten Bestandteilen und einer Gesamthärte von 5,1 °d rechnet das hier geförderte Wasser zwar nicht zu den Mineralwässern, ein Alkaligehalt (berechnet auf Natrium) von 61 mg/l (2,65 mval) und ein Chloridgehalt von 76 mg/l (2,14 mval) verbunden mit hohem SiO<sub>2</sub>-Gehalt (27 mg/l)

und leicht erhöhter Temperatur (13,1 °C) zeigen jedoch deutlich, daß dem Brunnen eine Mineralwasserkomponente vom Typ des Salinarwassers beigemischt ist (Tab. 1 Nr. 16). Die im Dreiecksdiagramm (Abb. 5 und 6) relativ hoch erscheinenden Calcium- und Magnesium- bzw. Hydrogenkarbonatgehalte rühren von der starken Verdünnung des Mineralwassers durch niedrig mineralisiertes Grundwasser her. Auch hier ist nach längerem Betrieb der Chloridgehalt leicht zurückgegangen.

### 3.10. Niederwalluf

#### 3.10.1. Waldaffaquelle

Im Jahre 1928 wurde in Niederwalluf (Bl. 5914 Eltville a. Rhein, R 34 39 33, H 55 44 69, ca. 86 m über NN) eine 115 m tiefe Bohrung niedergebracht, die unter 10 m Terrassenablagerungen bis 94,0 m u. Flur Tone und Mergel, z. T. sandig, antraf (vermutlich Schleichsand und Rupelton), darunter Sande und tonige Sande, die wahrscheinlich Äquivalente des mittelligozänen Meeressandes sind. Aus den letztgenannten Schichten trat artesischer Überlauf von 0,17 l/s auf. Am 11. 1. 1963 wurde noch ein Überlauf von 0,035 l/s gemessen. Beim Pumpen können dem Brunnen 0,28—0,42 l/s entnommen werden.

Bei dem Natrium-Chlorid-Hydrogenkarbonat-Wasser fällt das sehr niedrige Calcium-Magnesium-Verhältnis auf (Tab. 1 Nr. 17). Seiner Herkunft nach ist es ein Salinarwasser mit Hydrogenkarbonatwasser-Beimischung, das, abgesehen von den speziellen Kationenverhältnissen, dem Wasser vom Wacholderhof und von der Echterquelle ähnelt. Das niedrige Calcium-Magnesium-Verhältnis von 0,649 und die Tatsache, daß die Äquivalentsumme von Calcium- und Magnesium im Gegensatz zu den üblichen Alkali-Hydrogenkarbonat-Wässern mehr als die Hälfte der Hydrogenkarbonatäquivalente ausmacht, läßt vermuten, daß es sich z. T. um ein Regenerationswasser im Sinne von LÖHNERT (1967, 1968) handelt (s. auch HÖLTING 1969: 342).

### 3.11. Wiesbaden

#### 3.11.1. Bohrung Alms/Intra

SCHWILLE (1953: 323) erwähnt ohne nähere Ortsangabe eine Bohrung Alms in Wiesbaden-Schierstein. Im Archiv des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung liegt das Schichtenverzeichnis einer Bohrung aus dem Jahre 1933, die „im NW Quadranten des Straßenknies Schierstein-Niederwalluf nach Frauenstein“ lag. Sehr wahrscheinlich sind beide Bohrungen identisch. Es wurden folgende Schichten angetroffen:

— 8,50 m Terrassenkies	Pleistozän
— 23,30 m Schwimmsand mit verschiedenen kleinen Tonadern	Tertiär,
	? Schleichsand
— 73,00 m Ton, verschiedene geringmächtige Schwefelkiesadern	? Rupelton

Bei 33 m wurde eine geringmächtige, wasserführende Kalksteinschicht, bei 73,00 m Mineralwasser angetroffen.

Nach der von SCHWILLE (1953) wiedergegebenen Analyse hat das Wasser eine ähnliche Zusammensetzung wie das der Waldaffaquelle in Niederwalluf (Tab. 1 Nr. 18; Abb. 3).

### 3.11.2. Gelände des Wasserwerks Wiesbaden-Schierstein

In dem vom Wasserwerk Schierstein der Stadtwerke Wiesbaden AG geförderten Wasser aus pleistozänen Schichten lagen die Chloridgehalte im September 1928 (BÜCHER 1934) zwischen 15 und 40 mg/l. Heute liegen sie infolge der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung des Einzugsgebietes und in Abhängigkeit von den jeweiligen Anteilen des landseitigen Grundwassers und des Infiltrationswassers (FRESENIUS, W., & BIBO 1974; HABERER & NORMANN 1974) zwischen 50 und 100 mg/l, örtlich auch darüber. Einige Brunnenwässer fallen jedoch durch außergewöhnliche hohe Chloridgehalte bis  $> 500$  mg/l auf. Diese sind nicht durch anthropogene Beeinflussung oder Infiltration von Rheinwasser zu erklären, sondern nur dadurch, daß dem oberflächennahen Grundwasser in der pleistozänen Terrasse Mineralwasser beigemengt ist, das aus größerer Tiefe aufsteigt. Abb. 7 zeigt die Verteilung der Bohrungen, aus denen Einzelbestimmungen vorliegen. Die Daten für 1928 sind aus Originalzeichnungen der Stadtwerke Wiesbaden AG entnommen, da die Abbildung bei BÜCHER (1934) wegen des bei der Klischeeherstellung veränderten Maßstabes für eine Auswertung nicht brauchbar ist. Es ist zu erkennen, daß die erhöhten Chloridgehalte auf einer NNW-SSE gestreckten Zone vom Brunnen Intra bis zu den Brunnen 24–26 auftreten, die südlich der Brunnenreihe abbricht. Es liegt nahe, hier an eine NNW-SSE streichende Störungszone als Aufstiegsbahn für das Mineralwasser zu denken, die durch eine WSW-ENE streichende Verwerfung abgeschnitten ist. Durch diese könnten auch die ebenfalls, aber nicht so deutlich, erhöhten Chloridwerte vom Brunnen 32a bis in die Gegend südlich des alten Wasserwerkes erklärt werden.

Beachtenswert ist hier, daß das Mineralwasser durch die mächtigen tertiären Deckschichten (THEWS 1974: 56) aus dem tieferen Untergrund in die pleistozäne Terrasse aufsteigen kann. Eine weitere Charakterisierung der Mineralwasserkomponente im Schiersteiner Wasser ist schlecht möglich, da das zeitliche und räumliche Wechselspiel zwischen mehr oder weniger anthropogen beeinflusstem landseitigem Grundwasser, den Infiltraten aus Becken und Brunnen, u. U. auch dem Uferfiltrat, und dem Mineralwasser zu kompliziert ist.

### 3.11.3. Rheinbrücke Schierstein

In einigen Untersuchungsbohrungen zur Gründung der Rheinbrücke Schierstein (1958) wurde Mineralwasser angetroffen: am N-Ufer (Brg. 1–4) waren es Wässer mit außergewöhnlich hohem Sulfatgehalt (Tab. 1 Nr. 19–21; Tab. 2), der in den Brg. 1 und 1a als Alkalisulfat vorlag. Die Mineralisation ist anthropogen und stammt aus Material, das zur Auffüllung des Rheinufergeländes verwendet wurde. Typisch ist der mit steigender Bohrtiefe meist abnehmende Sulfatgehalt des Grundwassers, was anzeigt, daß es sich um eine oberflächennahe Verunreinigung handelt. Das Wasser aus

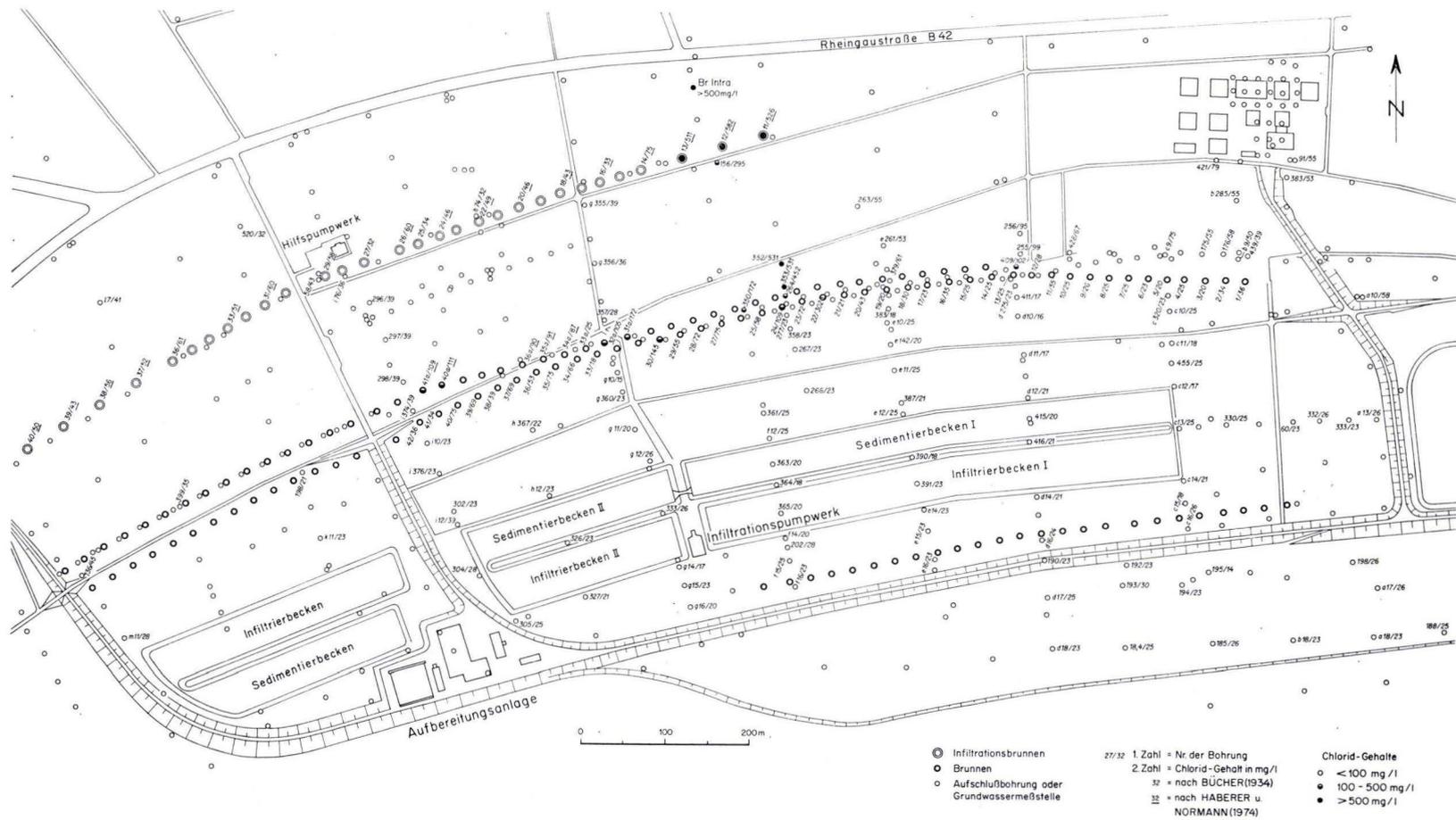


Abb. 7. Chloridgehalte von Wässern des Wasserwerks Schierstein.

Tab. 2. Wasseranalysen aus Aufschlußbohrungen für die Rheinbrücke Schierstein

Bg. Nr.	Lage R 34+ H 55+	Entn.-Tiefe m u. Flur	Datum	pH	Cl <sup>-</sup> mg/l mval/l	SO <sub>4</sub> mg/l mval/l	HCO <sub>3</sub> mg/l <sup>2</sup> mval/l	NO <sub>3</sub> mg/l <sup>3</sup> mval/l	GH <sub>d</sub> mval/l	KH <sub>d</sub>	NGH <sub>d</sub>	ΣAnionen mval/l	Alkali mval/l	
1	4368	4530	7,6	3.11.58	7,0	70,8 1,99	1485 30,93	473 7,75	10 0,16	68,4 24,43	20,7	47,7	40,83	16,40
1	4368	4530	17,8	3.11.58	7,0	70,8 1,99	1504 31,33	473 7,75	10 0,16	81,2 29,0	20,7	60,5	41,23	12,23
1a	4368	4530	5,0	12.11.58	6,6	170 4,79	2275 47,40	292 4,79	10 0,16	127,2 45,43	13,4	103,8	57,14	11,71
1a	4368	4530	18,0	12.11.58	6,6	77,9 2,19	303 6,31	354 5,80	7 0,11	33,9 12,11	16,2	17,7	14,41	2,30
2	4368	4525	5,6	5.11.58	7,0	237 6,68	520 10,85	958 15,70	Sp. -	53,0 18,93	44,0	9,0	33,21	14,28
2	4368	4525	15,0	11.11.58	6,8	81,4 2,29	259 5,40	549 9,0	Sp. -	32,0 11,43	25,2	6,8	16,69	5,26
3	4367	4519	5,6	13.11.58	6,8	134,5 3,79	295 6,15	962 15,77	n.n. -	44,4 15,86	44,2	0,2	25,71	9,85
3	4367	4519	6,26	13.11.58	6,8	163 4,59	171 3,56	1610 26,39	Sp. -	75,0 26,79	73,9	1,1	34,54	7,75
3	4367	4519	15,0	21.11.58	6,6	99 2,79	218 4,54	647 10,61	Sp. -	32,8 11,71	29,7	3,1	17,94	6,23
4	4367	4513	2,1	21.11.58	6,8	106,2 2,99	465 9,69	684 11,21	Sp. -	46,6 16,64	31,4	15,2	23,89	7,25
4	4367	4513	15,0	22.11.58	6,8	106,0 2,99	240 5,00	628 10,30	Sp. -	36,8 13,14	28,8	8,0	18,29	5,15
6	4366	4504	8,9	14.11.58	5,7	63,7 1,79	97 2,02	244 4,00	Sp. -	14,7 5,25	11,2	3,5	7,81	2,56
6	4366	4504	15,0	18.11.58	6,8	88,0 2,79	59,0 1,23	244 4,00	Sp. -	15,4 5,50	11,2	4,2	8,02	2,52
7	4364	4484	11,0	1.12.58	6,8	106 2,99	53 1,10	292 4,79	Sp. -	17,5 6,25	13,4	4,1	8,88	2,63
7	4364	4484	15,0	2.12.58	6,8	99,2 2,79	98,4 2,05	329 5,39	Sp. -	18,6 6,64	15,1	3,5	10,23	3,59
9a	4364	4477	22,1	-	7,0	42,5 1,20	235,5 4,90	450 7,38	Sp. -	26,2 9,36	20,7	5,5	13,48	4,12
13	4362	4448	7,0	8.12.58	n.b.	99,2 2,79	91,8 1,91	305 5,00	Sp. -	19,4 6,93	14,0	5,4	9,70	2,77
13	4362	4448	13,0	10.12.58	6,8	49,6 1,40	149,5 3,12	352 9,77	Sp. -	19,0 6,79	16,2	2,8	14,29	7,50
15	4360	4429	3,0	2.12.58	6,8	49,6 1,40	114,0 2,38	352 9,77	Sp. -	23,2 8,29	16,2	7,0	13,55	5,26
15	4360	4429	15,0	5.12.58	7,0	127,5 3,59	150,6 3,14	408 6,69	2 0,03	30,4 10,86	19,0	11,4	13,45	2,59
16	4361	4429	5,0	8.12.58	7,0	63,7 1,79	115,2 2,4	336 5,51	5 0,08	22,2 7,93	15,4	6,8	9,78	1,85
16	4361	4429	15,0	12.12.58	6,8	177,0 4,99	136,5 2,84	366 6,00	Sp. -	33,0 11,79	16,8	16,2	13,83	2,04

der Brg. 9a am N-Rand der Rettbergsau ist ebenfalls ein Mineralwasser mit sehr hohem Sulfatgehalt. Ob dieser geogen ist und aus den Tertiärschichten stammt oder anthropogen, kann nicht entschieden werden. Deutlichen Mineralwassereinfluß zeigen dagegen die Brg. 6 und 7 (im Hauptarm des Rheins, nahe dem nördlichen bzw. südlichen Ufer), 13 (am Südufer der Rettbergsau) sowie 15 und 16 (am südlichen Ufer des Mombacher-Arms), obwohl deren Gesamtlösungsinhalt nicht die für Mineralwasser definierte Grenze von 1000 mg/l erreicht. Besonders die beiden letztgenannten Bohrungen haben mit 127,5 und 177,0 mg/l einen nach der Tiefe deutlich zunehmenden Chloridgehalt, der deshalb kaum von chloridhaltigem Rheinwasser abgeleitet werden kann. In den Brg. 13 und 15 sind die Hydrogenkarbonatäquivalente höher als die

Erdalkaliäquivalente. Es handelt sich um Austauschwässer vom im Untergrund des Mainzer-Beckens verbreiteten Typ des Alkali-Hydrogenkarbonat-Wassers. In den Brg. 6, 7, 15 und 16 fand sich ein Wasser, dessen Chloridäquivalente höher als die Alkaliäquivalente waren. Diese erdalkalichloridhaltigen Wässer sind Regenerationswässer im Sinne von LÖHNERT (1967, 1968), die durch Kationenaustausch aus Salinar-(Natrium-Chlorid-)Wässern entstanden sind.

#### 4. Schlußfolgerungen

Bohrungen zeigen, daß im Taunusvorland des Rheingaus hochmineralisierte Wässer im tieferen Untergrund nahezu an jeder Stelle verbreitet sind. Zumeist treten Mischwässer aus Natrium-Chlorid- und Natrium-Hydrogenkarbonat-Wässern mit wechselnden Anteilen beider Komponenten auf. Daß Wässer mit relativ geringen Chlorid- und hohen Hydrogenkarbonatanteilen verbreitet sind, und daß diese oft durch Beimischung von süßem Grundwasser auf geringere Konzentration verdünnt sind, dürfte den Rheingau als Erschließungsgebiet für die Getränkeindustrie interessant machen, wenn es gelänge, Bohrungen ausreichender Leistungsfähigkeit niederzubringen.

Bemerkenswert ist, daß an einigen Stellen, z. B. in Geisenheim und Wiesbaden-Schierstein, hochmineralisierte Wässer durch z. T. mächtige tonig-schluffige Deckschichten des Tertiärs bis nahe an die Oberfläche gelangen. Die Beschränkung der Chloridgehalte auf eng begrenzte Flächen in den oberflächennahen Schichten, z. B. am Wasserwerk Schierstein, zeigt, daß das Mineralwasser nicht von den Taunusrandverwerfungen über die sandige Randfazies in die Tertiärschichten gelangt, sondern tatsächlich von unten her aufsteigt.

Im Gegensatz zu den Mischwässern des Taunusvorlandes treten im Taunus selbst meist reine Natrium-Chlorid-Wässer auf. Dies liegt daran, daß hier das Grundwasserstockwerk des Rotliegenden und Tertiärs, dessen harte Wässer am Kontakt mit den Natrium-Chlorid-Wässern durch Ionenaustausch enthärtet werden, fehlt. Eine Ausnahme bildet das Wasser der Graf-Adolf-Quelle in Aßmannshausen, das einen erheblichen Hydrogenkarbonatanteil enthält. Hierfür sind zwei Erklärungen möglich: Einmal könnte auf Grund besonderer tektonischer Verhältnisse Hydrogenkarbonatwasser aus dem Taunusvorland in den Taunus eindringen, was, wie oben dargelegt, sonst nicht der Fall ist. Wahrscheinlicher ist jedoch, daß die im Westtaunus nachgewiesene Fazies des karbonathaltigen Taunusquarzitwassers (THEWS 1972: 15) den Hydrogenkarbonatanteil liefert, so daß das Wasser der Graf-Adolf-Quelle genetisch nicht mit den Hydrogenkarbonat-Wässern des Mainzer Beckens verwandt ist, sondern eine Besonderheit innerhalb der Mineralwässer des Taunus darstellt.

Die auf den Taunusrandverwerfungen zirkulierenden Salinarwässer dringen auf einigen querschlägigen Verwerfungen in den Taunus ein (Wiesbaden, Kiedrich, Aßmannshausen). Nicht alle wasserführenden Kluftzonen des südlichen Taunusrandes sind jedoch mineralwasserführend, wie Bohrungen zur Trinkwassererschließung auf Bl. 5913 Presberg bei R 34 23 23, H 55 43 03, R 34 23 54, H 55 42 87, R 34 24 72, H 55 43 11 und R 34 24 49, H 55 42 44 zeigten. Diese Bohrungen erbrachten auf gut

wasserwegsamen Verwerfungszonen salinarfreies Grundwasser. Unterschiedlicher Tiefgang und verschiedene Reichweite der Verwerfungen können als Ursache hierfür angenommen werden.

### 5. Schriftenverzeichnis

- BÜCHER, CHR. (1934): Erfahrungen im Betrieb der Wiesbadener Anlagen zur Erzeugung künstlichen Grundwassers. — Z. dt. geol. Ges., **85**: 602—611, 6 Abb., 1 Taf.; Berlin.
- CARLÉ, W. (1975): Die Mineral- und Thermalwässer von Mitteleuropa. — 643 S., 14 Abb., 1402 Analysentabellen im Text, 15 Kt. in besonderer Mappe; Stuttgart.
- FRESENIUS, H. (1900): Chemische Untersuchung des Kiedricher Sprudels im Kiedrichthal bei Eltville am Rhein. — Jb. Nass. Ver. Naturkde., **53**: 1—21; Wiesbaden.
- FRESENIUS, R. (1876): Analyse der Warmen Quelle zu Bad Aßmannshausen am Rhein. — Wiesbaden (C. W. Kreidel).
- (1876/77): Analyse der warmen Quelle zu Assmannshausen. — Jb. Nass. Ver. Naturkde., **29/30**: 413—431; Wiesbaden.
- & WILL, H. (1843): Chemische Untersuchung der neu gefaßten warmen Quelle zu Aßmannshausen. — Ann. Chem. Pharm., **47**: 198—211; Heidelberg.
- FRESENIUS, W., & BIBO, F.-J. (1974): Laufende Kontrolle eines Oberflächenwasserwerkes im Hinblick auf die einwandfreie Trinkwasserbeschaffenheit. — Künstliche Grundwasseranreicherung am Rhein. Wiss. Ber. Unters. Planung. ESWE Stadtwerke Wiesbaden AG, **2**: 165—172, 5 Tab.; Wiesbaden.
- HABERER, K., & NORMANN, S. (1974): Qualitätsbetrachtungen zur künstlichen Grundwasseranreicherung in Wiesbaden-Schieferstein. — Künstliche Grundwasseranreicherung am Rhein. Wiss. Ber. Unters. Planung. ESWE Stadtwerke Wiesbaden AG, **2**: 131—163, 20 Abb., 16 Tab.; Wiesbaden.
- HEYL, K. E., & GEIB, K. W. (1971): Die Mineralwässer im linksrheinischen Teil des Mainzer Beckens. — N. Jb. Geol. Paläontol., Mh., **1971**, 1: 24—46, 2 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- HÖLTING, B. (1969): Die Ionenverhältnisse in den Mineralwässern Hessens. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **97**: 333—351, 12 Abb.; Wiesbaden.
- (1977): Bemerkungen zur Herkunft der Salinarwässer am Taunusrand. — Geol. Jb. Hessen, **105**: 211—221, 1 Abb.; Wiesbaden.
- LÖHNERT, E. (1967): Grundwasser-Typen tieferer Stockwerke in Hamburg. — N. Jb. Geol. Paläontol., Abh., **129**, 2: 113—136, 9 Abb., 2 Tab., 3 Taf.; Stuttgart.
- (1968): Hydrochemische Zusammenhänge am Kontakt zwischen versalztem Tiefenwasser und Süßwasser in Norddeutschland. — 23. Internat. Geol. Congr., **17**: 127 bis 135, 4 Abb.; Prag.
- MICHELS, F. (1972): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen, Bl. 5914 Eltville a. Rhein, 3 Aufl., 4\* + 79 S., 2 Abb.; Wiesbaden.
- & ZÖLLER, A. (1930): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Bl. Frankfurt/Main-West (Höchst). — Steinbach, Lfg. **300**, 96 S., 6 Abb.; Berlin.
- ØDUM, H., & CHRISTENSEN, W. (1936): Danske Grundvandstyper og deres geologiske Optraeden. — Danm. Geol. Unders., **3**, 26, 184 S., 20 Abb., 19 Taf.; Kopenhagen.
- REUSS, A. (1889): Die Bohrungen bei Kiedrich. — Jb. Nass. Ver. Naturkde., **42**: 123—140, 2 Abb.; Wiesbaden.
- SCHMITT, O., & THEWS, J.-D. (1974): Hydrogeologie. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 6016 Groß-Gerau: 53—65, 3 Abb., 2 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- SCHWILLE, F. (1953): Natriumhydrogenkarbonat- und Natriumchlorid-Wässer im tieferen Untergrund des Mainzer Beckens. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **81**: 314 bis 335; Wiesbaden.
- (1955): Ionenumtausch und der Chemismus von Grund- und Mineralwässern. — Z. dt. geol. Ges., **106**: 16—22, 1 Tab., 2 Abb.; Hannover.

- SONNE, V. (1963): Zur Verbreitung unteroligozäner Schichten (Sannois) im westlichen Mainzer Becken. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**: 197–205, 3 Abb.; Wiesbaden.
- STENGEL-RUTKOWSKI, W. (1967): Einige neue Vorkommen von Natrium-Chlorid-Wasser im östlichen Rheinischen Schiefergebirge. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **95**: 190–212, 6 Abb.; Wiesbaden.
- TECKLENBURG, TH. (1889): Handbuch der Tiefbohrkunde, **3**; Berlin.
- THEWS, J.-D. (1969): Hydrogeologie. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 5916 Hochheim a. Main, 3. Aufl.: 109–144, 4 Abb., 10 Tab.; Wiesbaden.
- (1972): Zur Typologie der Grundwasserbeschaffenheit im Taunus und Taunusvorland. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **63**, 42 S., 27 Abb., 7 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- (1974): Die hydrogeologischen Verhältnisse im Einzugsgebiet und Infiltrationsgelände des Wasserwerks Schierstein. — Künstliche Grundwasseranreicherung am Rhein. Wiss. Ber. Unters. Planung. ESWE Stadtwerke Wiesbaden AG, **2**: 55–63, 4 Abb.; Wiesbaden.
- THILLENUS, G. (1882): Dr. H. HELFT's Handbuch der Balneotherapie, 9. Aufl.; Berlin.
- WAGNER, W., & MICHELS, F. (1930): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Bl. Bingen — Rüdesheim, 167 S., 3 Taf.; Darmstadt.

Manuskript eingegangen am 14. 9. 1976

# Bemerkungen zur Herkunft der Salinarwässer am Taunusrand

Von

BERNWARD HÖLTING\*

**Kurzfassung:** Aus den Ergebnissen hydrochemischer und hydraulischer Untersuchungen wird geschlossen, daß die Salinarwässer des Taunus-Randes nicht — wie bisher angenommen — aus dem Zechstein-Gebiet bei NeuhoF/Fulda, sondern aus dem Oberrheingraben mit tertiären Schichten stammen.

[Notes to the origin of saliniferous ground waters of the Taunus border.]

**Abstract:** According to hydrochemical and hydraulic investigations it is deduced that the saliniferous ground water of the Taunus border may not be derived from the Zechstein area of NeuhoF/Fulda but from the Tertiary sediments of the Upper Rhine Graben.

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung . . . . .	211
2. Hydrochemische Verhältnisse . . . . .	212
2.1. Zur Auswertung der Mineralwasseranalysen . . . . .	212
2.2. Hydrogenkarbonat-Salinar-Verhältnisse . . . . .	212
2.3. Salinar-Verhältnisse . . . . .	214
2.4. Wanderwege aufgrund der Hydrogenkarbonat-Salinar- und Salinar-Verhältnisse . . . . .	214
2.5. Andere Ionen-Verhältnisse . . . . .	216
3. Hydraulische Verhältnisse . . . . .	217
4. Sporenfunde im Quellsinter von Bad Nauheim. . . . .	217
5. Schwefel-Isotopen-Untersuchungen . . . . .	218
6. Solewanderungswege im südwestlichen Hessen und in angrenzenden Gebieten . . . . .	219
7. Schriftenverzeichnis . . . . .	220

## 1. Einleitung

MICHELs (1926, 1961) vertrat wie vor ihm schon CHELIUS (1904) und STEUER (1912) die Auffassung, daß die Salinarwässer der Quellen am Taunusrand durch Solezuflüsse aus den Zechstein-Salzlagerstätten E und SE des Vogelsberges genährt werden, eine noch heute vorherrschende Lehrmeinung (CARLÉ 1975: 205). Bei subtiler regio-

\* Dr. B. HÖLTING, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden.

naler Auswertung von Mineralwasseranalysen durch Errechnung von Ionenverhältnissen (HÖLTING 1969a: 349) ließ sich diese vorwiegend aus hydraulischen Überlegungen abgeleitete These jedoch nicht bestätigen, vielmehr ergab sich ein Solezufluß aus dem Gebiet des Oberrheingrabens. So konstatierte schließlich NÖRING (1971: 60), daß die Lehrmeinung über die Herkunft der Mineralwässer am Taunusrand in Diskussion geraten sei. Deshalb sollen nachfolgend die vorliegenden Untersuchungsergebnisse im Hinblick auf eine Klärung der Frage nach der Herkunft der Mineralwässer am Taunusrand überprüft werden.

## 2. Hydrochemische Verhältnisse

### 2.1. Zur Auswertung der Mineralwasseranalysen

Zur regionalen Darstellung und Auswertung der Ergebnisse von chemischen Untersuchungen der Mineralwässer werden Ionenverhältnisse errechnet, weil die Ionen, auf deren Bewertung es bei der Untersuchung der Solewanderungen besonders ankommt, isoliert betrachtet werden können (HÖLTING 1974: 310). Dabei ist die Errechnung der Ionenverhältnisse ein gezielt angewandtes Mittel zur beschreibenden Darstellung des hydrochemischen Zustandes eines Mineralwasservorkommens. Deshalb ist das gelegentlich vorgebrachte Argument, daß aus Ionenverhältnissen die Herkunft von Salzlösungen nicht zu ermitteln sei, da die gelösten Inhaltsstoffe auf ihrer Wanderung verschiedenen chemischen, physikalisch-chemischen oder mikrobiellen Prozessen unterworfen sind, nicht stichhaltig. Denn das Ionenverhältnis des Mineralwassers einer bestimmten Quelle ist bereits das Ergebnis dieser Prozesse, die durch regionale hydrochemische Vergleiche der Mineralwasservorkommen eines Untersuchungsgebietes zu verfolgen sind.

Die Ergebnisse bestätigen dann auch, daß trotz der Vielfältigkeit solcher möglichen Prozesse, wenn auch in mehr oder weniger weiten Grenzen, hydrochemische Übereinstimmungen über größere Gebietseinheiten hinweg bestehen. Diese gehen soweit, daß die in einem Gebiet zu erwartende Zusammensetzung des Lösungsinhaltes eines durch Bohrung zu erschließenden Mineralwassers prognostizierbar ist. So haben die niedergebrachten Mineralwasserbohrungen in Hessen (HöLting 1972, 1976; PICKEL & WIEGAND 1976; ferner andere bisher nicht veröffentlichte Erschließungen) die hydrochemischen Ergebnisse erbracht, die nach den Übersichtskarten (HÖLTING 1969a: Abb. 9 u. 10) zu erwarten waren. Damit ist erwiesen, daß regionale hydrochemische Vergleiche nach den Ionenverhältnissen zulässig sind.

Im Hinblick auf die Untersuchung von Solewanderungen haben sich regionale Vergleiche der Anionenverhältnisse nach Äquivalentgewichten [Salinar- oder S-Verhältnis  $\text{Cl} : \text{SO}_4$ ], als geeignet erwiesen (HÖLTING 1970: 22). Den nachfolgenden Ausführungen über die hydrochemischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet liegen die bereits veröffentlichten Übersichtskarten der genannten Ionenverhältnisse zugrunde (HÖLTING 1969a: Abb. 9 u. 10).

### 2.2. Hydrogenkarbonat-Salinar-Verhältnisse

Die Hydrogenkarbonat-Salinar-Verhältnisse (Abb. 1) eignen sich besonders gut, Solewanderungen im tieferen Untergrund regional zu vergleichen, da Hydrogen-

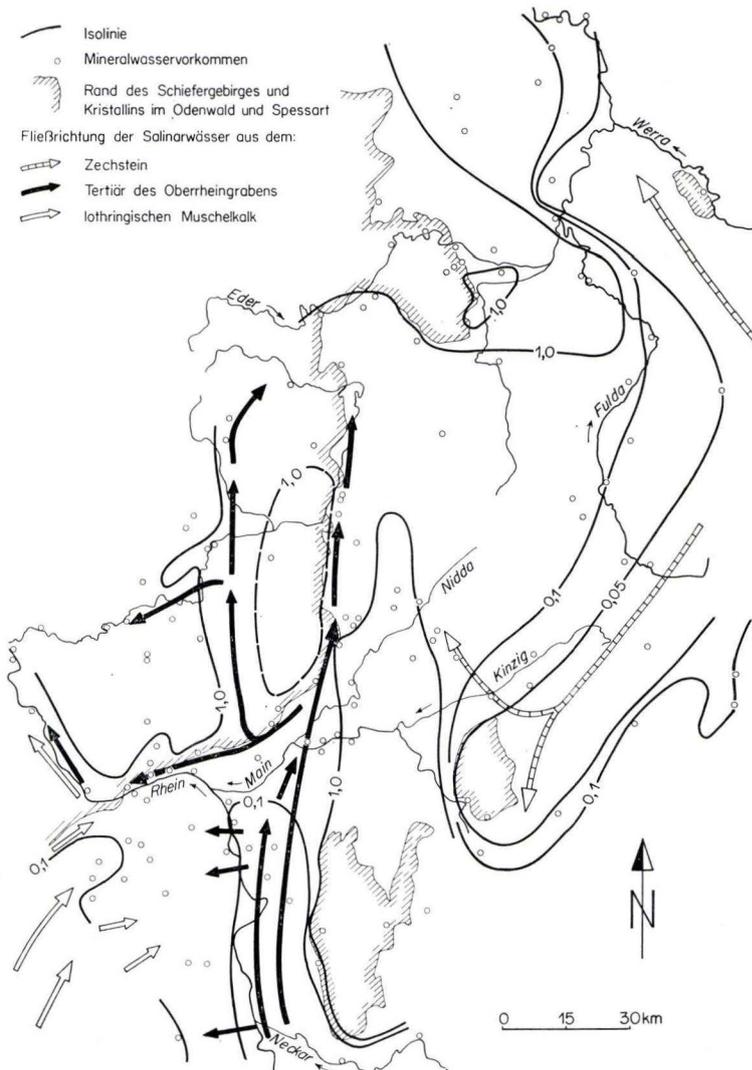


Abb. 1. Übersichtskarte der Hydrogenkarbonat-Salinar-Verhältnisse sowie der Herkunft und Wanderwege der Salinarwässer in Hessen.

karbonate überall örtliche Bildungen sein können oder wahrscheinlich es sogar in der Regel sind, höhere Sulfat- und Chlorid-Gehalte jedoch nur von Salzlagerstätten ausgehen.

Im südlichen Hessen werden zwei Gebiete mit Wässern hoher Salinität durch ein vom Odenwald nach N über die Altenstadt-Erbstädter Rotliegend-Scholle und die Wetterau bis nach Echzell sich erstreckendes, seiner Form nach spornartiges, nord-südgerichtetes Gebiet getrennt, in dem auch in tieferen Bohrungen Mineralwässer

angetroffen werden, deren Hydrogenkarbonat-Salinar-Verhältnis höher als 1 ist, in denen also die Gehalte an Hydrogenkarbonaten größer sind als die Summe der Chloride und Sulfate. Östlich dieses Sporns und damit südlich bis südöstlich des Vogelsberges (Neuhof/Fulda) sind entlang dem Kinzig-Tal salinarreiche Wässer verbreitet, deren Linien gleicher Salinität buchtartig nach SW vorstoßen. Westlich des Sporns werden im Oberrheingraben ebenfalls salinarreiche, z. T. sogar fast hydrogencarbonatfreie Salzwässer angetroffen. Die Linien gleicher Salinität verlaufen jedoch nicht wie entlang dem Kinzig-Tal in NE-SW-Richtung, sondern erstrecken sich ausgesprochen in der N-S-Richtung; dabei steigen die Hydrogenkarbonat-Gehalte (= zunehmende HS-Zahlenwerte) von S nach N generell etwas an. Salinarvormacht ( $HS-V < 1$ ) ergibt sich in Zonen, die tektonisch vorgezeichnet sind, nämlich vom Oberrheingraben nach N zum Taunus- und Schiefergebirgsrand nördlich Bad Homburg v. d. H. (über Bad Nauheim, Gießen bis nach Wetter/Hessen) sowie westlich und südwestlich von Bad Homburg v. d. H. bis nach Aßmannshausen hin. Das Schiefergebirge selbst ist bis auf eine ebenfalls tektonisch vorgezeichnete Zone salzreicher Wässer („Salzlinie“ nach STENGEL-RUTKOWSKI 1967) salinararm.

### 2.3. Salinar-Verhältnisse

Im Gebiet südlich und südöstlich des Vogelsberges zeigt sich zwar eine Chlorid-Vormacht, doch steigen die Verhältniszahlen nicht höher als 20 an, es liegen also noch deutliche Sulfat-Gehalte vor. Dagegen sind die Salzwässer des Oberrheingrabens ausgesprochen sulfatarms bis sogar sulfatfrei, die Verhältniszahlen sind häufig vierstellig (wobei es nur auf die Größenordnung der Verhältniszahl, nicht aber auf den genauen Zahlenwert ankommt). Die Erstreckung der Isolinien hoher Chlorid-Vormacht folgt den gleichen tektonisch vorgezeichneten Zonen wie die der HS-Verhältnisse. Jedoch nehmen die Zahlenwerte nach N und am Schiefergebirgsrand selbst, wieder von Bad Homburg v. d. H. ausgehend, weiter nach N und nach SW (HÖLTING 1969a: Abb. 11) ab, das heißt also, die Sulfat-Gehalte steigen in diesen Richtungen relativ zu den Chlorid-Gehalten infolge Beimischung sulfatreicherer Wässer aus oberflächennäheren Tertiär-Schichten an. Der Streifen höherer relativer Chlorid-Gehalte am Schiefergebirgsrand ist schmal. Schon in geringer Entfernung, z. B. in der Wetterau (SCHARPF 1974), oder im rechtsrheinischen Teil des Mainzer Beckens (bis im Rhein-Main-Dreieck nördlich Rüsselsheim) sind die Cl-SO<sub>4</sub>-Verhältnisse ziemlich ausgeglichen. Damit ist angezeigt, daß die Bewegungen der chloridreichen und sulfatarmen Wässer offensichtlich nur auf schmalen Wanderwegen erfolgen.

Im Schiefergebirge sowie im Mainzer Becken sind die Chlorid- und Sulfat-Gehalte mehr ausgeglichen, die Ionenverhältnisse bleiben unter 10.

### 2.4. Wanderwege aufgrund der Hydrogenkarbonat-Salinar- und Salinar-Verhältnisse

Nach den hydrochemischen Verhältnissen, wie sie sich durch die HS- und S-Verhältnisse darstellen, ergeben sich die folgenden Solewanderungswege. Die aus dem Gebiet Neuhof/Fulda, also aus dem Werra-Salinar des Zechsteins ausgehenden Salz-

lösungen wandern südlich des Vogelsberges nach SW bis an ein Gebiet heran, das durch den Sporn hydrogenkarbonatreicher Mineralwässer gekennzeichnet ist, geologisch gesehen bis zum Ostrand des Odenwaldes und weiter nördlich der Altenstadt-Erbstädter Rotliegend-Scholle und deren nördlicher Verlängerung.

Westlich dieses Sporns hydrogenkarbonatreicher Wässer herrschen andere hydrochemische Verhältnisse. Im nördlichen Oberrheingraben sind Na-Cl-Wässer verbreitet, die mit max. 168 g/l gelösten Salzes die fünffache Konzentration des Meerwassers erreichen (ANRICH 1963). Die Chlorid-Konzentrationen machen zwei Drittel bis die Hälfte der Gesamtkonzentration, nämlich 90–100 mval-% aus, während Hydrogenkarbonat-Ionen mit 0–10 mval-%, Sulfat-Ionen nur mit 0–1 mval-% beteiligt sind. Die Entstehung dieser Salzwässer ist noch nicht abschließend geklärt. Entweder handelt es sich um fossile Meerwässer oder um Lösungen, die von den bei Worms nachgewiesenen Salzlagern stammen (nach ANRICH deuten aufgrund des Br-Cl-Verhältnisses 31% der Werte auf eine Auflösung von Salzen). Die Sulfatarmut wird auf mikrobielle Reduktion in den an Bitumina reichen tertiären Schichten mit reduzierten (sauerstoffarmen) Wässern zurückgeführt. Allerdings sind auch schon die miozänen Steinsalzlager bei Worms relativ sulfatarm; nach WAGNER (1955) ergibt sich hier, umgerechnet auf 100%, folgende Verteilung: Na 51%; Ca 47,2%; Mg 1,8%; K Spuren; Cl 55,9%; CO<sub>3</sub> 39,5% und SO<sub>4</sub> nur 4,6%. Die im Oberrheingebiet verbreiteten Cl-reichen Solewässer bewegen sich nach N bis NNE auf tektonisch vorgezeichneten Wanderwegen, insbesondere in Verlängerung des Oberrheingrabens, aber auch in den südlichen Schiefergebirgsrandstörungen und in der etwa N–S gestreckten Schwächezone der Idsteiner Senke. Das Schiefergebirge selbst ist bis auf die Idsteiner Senke nahezu frei von Salinar-Wässern.

Hydrochemisch ergibt sich damit kein Zusammenhang zwischen den Mineralwässern östlich und westlich des Sporns hydrogenkarbonatreicher Wässer (Wetterau usw.), denn die Mineralwässer östlich davon sind relativ sulfatreich, die westlich davon, und damit die Mineralwasservorkommen am Taunusrand, sind ausgesprochen sulfatarm.

Nun wird der Einwand gemacht, daß die Sulfate beim Wandern durch das Gebiet des Sporns hydrogenkarbonatreicher Wässer mikrobiell reduziert worden sein könnten, weshalb trotz der hydrochemischen Unterschiede ein Zusammenhang bestehen könnte. Dieser Vorgang müßte sich in der Tiefe (d. h. in Rotliegend-Schichten oder tiefer) abspielen, wo das Milieu  $\pm$  anaerob sein müßte. Es steht jedoch fest, daß Sulfatreduktionen sonst aus dem Schiefergebirge oder dessen abgesunkenen Schichten in der Umrahmung nicht bekannt sind, im Gegenteil, hier nehmen in den Grundwässern sogar die Sulfat-Gehalte in der Regel relativ mit der Tiefe zu (Sulfatbildung durch Oxidation von Sulfiden). Ferner zeigt sich in den Mineralwässern der Vorkommen am Mittelrhein südlich und nördlich der tektonischen Schwächezone, die von der Wittlicher Senke über das Neuwieder Becken bis zum Westerwald (HÖLTING 1970: 28, Abb. 6) zu verfolgen ist, eine Zunahme des Sulfatgehaltes. Schließlich kann nördlich des Gebietes, wo die mikrobielle Sulfatreduktion vermutet wird, ein Vorkommen Na<sub>2</sub>–SO<sub>4</sub>-haltigen Mineralwassers bei Wetter (HÖLTING 1972) nur durch Neubildung von Sulfaten aus der Oxidation von Sulfiden in Schiefergebirgsschichten erklärt werden. Warum sollten dann allein entlang einem schmalen Streifen am

SE-Rand des Schiefergebirges Sulfate reduziert werden? Wahrscheinlicher ist es doch, daß bereits sulfatreduzierte Solewässer aus dem Oberrheingraben zuwandern, zumal tektonisch vorgezeichnete Schwächezonen in dieser Richtung vorhanden sind (s. Abschn. 3).

### 2.5. Andere Ionen-Verhältnisse

KÜHN (1965) ging von der Voraussetzung aus, daß die mineralischen Anteile in den Wiesbadener Mineralquellen Kochbrunnen, Schützenhof-Quelle und Faulbrunnen aus dem Zechstein-Salinar des Werra-Fulda-Gebietes stammen. Unter der Annahme von Dolomitierungsvorgängen (Zunahme von  $\text{CaCl}_2$  auf Kosten von  $\text{MgCl}_2$  sowie vollständiger Verlust von  $\text{MgSO}_4$ ) rechnete er die Mineralwasseranalysen-Ergebnisse auf die etwaige chemische Zusammensetzung der Ausgangslösung um und bezog in seine Betrachtung die Rubidium- und Brom-Gehalte ein. Aus den Br-Cl-Verhältnissen schloß er, daß die aus diesen Umrechnungen resultierende Zusammensetzung des Carnallits identisch sei mit der des Carnallits im Zechstein-Salinar des Werra-Fulda-Gebietes und damit die Wässer der am Schiefergebirgsrand gelegenen Wiesbadener Mineralquellen aus dem Zechsteingebiet stammen müßten.

Das Verhältnis Br/Cl errechnet sich in den Wässern folgender Mineralquellen zu (in  $10^{-4}$ ):

Karlshafen		1,73
Bad Wildungen	— Helenenquelle	1,77
Bad Nauheim	— Gr. Solsprudel Nr. VII	2,37
	— Solsprudel Nr. XIV	3,65
	— Ludwigsbrunnen	17,95
Bad Homburg v.d.H.	— Solsprudel	5,5
	— Stahlbrunnen	0,62
	— Ludwigsbrunnen	0,57
	— Landgrafenbrunnen	1,95
Bad Vilbel	— Viktoria-Melitta-Sprudel	5,5
Offenbach/M.	— Kaiser-Friedrich-Quelle	3,97
Bad Soden/Ts.	— Warmbrunnen	2,2
	— Major	1,26
Wiesbaden (nach KÜHN 1965)		
	— Kochbrunnen	2,85—3,48
	— Schützenhof-Quelle	2,56—3,46
	— Faulbrunnen	3,78—3,60
Bad Kreuznach	— Elisabethenquelle	21,7
	— Viktoriaquelle	25,6
Bad Dürkheim	— Maxquelle	6,6
	— Vigiliusquelle	11,1
	— Bleichbrunnen	10,8
Heidelberg	— Soltherme	0,254

Der von KÜHN angegebene untere Grenzwert von  $8,2 \cdot 10^{-4}$  für Metamorphoselösungen, die durch Auflösung carnallitischer Salze (Staßfurt-Carnallite) entstanden sind, wird von den oben angegebenen Mineralwässern Hessens nur im Ludwigsbrunnen (Bad Nauheim) erreicht; das Mineralwasser dieses Brunnens unterscheidet

sich aber infolge verstärkten Zulaufs sulfathaltiger Wässer aus tertiären Schichten auch in seiner übrigen chemischen Verteilung von den anderen Mineralwässern in Bad Nauheim. Dagegen wird der Grenzwert in den Quellen von Bad Dürkheim (außer Maxquelle) und Bad Kreuznach (deren Lösungsinhalte sicher nicht aus dem Zechstein stammen) deutlich überschritten, in Heidelberg (Soltherme) dagegen stark unterschritten. Nach diesen Vergleichen erscheint das Verhältnis Br/Cl als Unterscheidungskriterium für Zechsteinwässer in hessischen Mineralquellen nicht geeignet. Hinsichtlich des Verhältnisses Rb/K gibt es mangels Analysen nur wenig Vergleichsmöglichkeiten. In Bad Dürkheim (Maxquelle) ist dieses Verhältnis mit  $11,5 \cdot 10^{-4}$  ähnlich dem der älteren Analyse des Kochbrunnens in Wiesbaden ( $18,2 \cdot 10^{-4}$ ).

### 3. Hydraulische Verhältnisse

Das Gefälle aus dem Gebiet Neuhof/Fulda zu den Mineralquellen am Schiefergebirgsrand ist größer als das vom südlichen Oberrheingraben her. Das stimmt aber nur scheinbar. Es ist nämlich zu berücksichtigen, daß der Odenwald nachgewiesenermaßen (STEUER 1930) eine hydraulische Verbindung zum Oberrheingraben hat. Das zeigt sich z. B. an der Odenwaldquelle in Heppenheim/Bergstraße, wo der Mineralwasserspiegel in Bohrungen mehrere Meter über der Oberkante des Oberrheingrabens gebietes liegt, die trotzdem, wenn auch sulfatverdünntes Mineralwasser schüttet, das aus dem Oberrheingraben stammt. Weiter ist darauf hinzuweisen, daß bei Astheim—Trebur (NE Nierstein) Salzwasser bis 88 m über NN ohne Kohlensäurehebung aufsteigt; die Grenzfläche Salz-/Süßwasser fällt hier östlich gegen die Grabenachse ein (SCHMITT 1974b: 58). Hydraulisch besteht also tatsächlich ein Gefälle vom Odenwald über den Oberrheingraben und damit auch nach N gegen den Taunusrand hin. Am Taunusrand selbst kann dann das Mineralwasser zusätzlich durch Kohlensäure zu den Quellaustritten gehoben werden. Dieses Lufthebe-Prinzip ist zwar nicht unumstritten (NÖRING 1971: 60), da der Übergang der Kohlensäure in die gasförmige Phase erst erfolgt, wenn ein gewisser Druck unterschritten wird, in Bad Nauheim ist es jedoch nachgewiesen.

Schließlich ist zu bemerken, daß die tektonisch jungen und erwiesenermaßen gut durchlässigen Störungen die sind, die im Zusammenhang mit der Herausbildung des Oberrheingrabens und seiner nördlichen Fortsetzungen aufrissen. Diese sind alle NNE und NNW gerichtet. In W—E-Richtung dagegen fehlen solche weitreichenden Störungszonen. Dazu kommt, daß östlich des Schiefergebirges (z. B. an der Altstadt-Erbstädter Rotliegend-Scholle) die Schichtfolgen an den Randverwerfungszonen vertikal versetzt wurden, woraus zusätzliche Fließwiderstände bei ost-westlichen Solewanderungen resultieren. Die Effektivität des größeren hydraulischen Gefälles wird also verringert, weil das größere Gefälle durch die geringeren Durchlässigkeiten  $\pm$  wieder aufgehoben wird.

### 4. Sporenfunde im Quellsinter von Bad Nauheim

Im Quellsinter einiger Mineralwasserbrunnen in Bad Nauheim wurden Sporen gefunden (DOMBROWSKI 1960a u. b, 1962; OTT & DOMBROWSKI 1959), die LESCHIK

(1956) im Zechstein von Neuhof nachgewiesen hatte. Damit schien der Beweis erbracht, daß das Mineralwasser in Bad Nauheim seine mineralischen Anteile durch Zuläufe aus dem Zechstein-Salinar erhält.

Es handelt sich um die Gymnospermen-Sporen *Illinites spectabiles* und *Ill. purus* sowie *Lueckisporites virkkiae*. Nach Durchsicht der einschlägigen Literatur muß allerdings das stratigraphische Alter dieser Sporenvergesellschaftung nicht unbedingt Zechstein sein. So betonte schon LESCHIK (1956), daß die Gattung *Illinites* bereits im Oberkarbon vorkommt. KLAUS (1953a u. b) und POTONIE & KLAUS (1954) stellten im ostalpinen Bereich fest, daß *Lueckisporites virkkiae* ein Durchläufer ist, der (mindestens) vom Oberen Zechstein bis ins Karn zu verfolgen ist; ältere Schichten waren nicht untersucht worden. Schließlich zitiert DOMBROWSKI (1964) POTONIE & KREMP (1954), daß an der Grenze Karbon/Perm die meisten karbonischen Sporen wegfallen und dafür *Lueckisporites virkkiae* auftritt. Mit anderen Worten: der stratigraphische Leitwert der genannten Sporenvergesellschaftung ist begrenzt, er erlaubt lediglich die Feststellung, daß diese Sporen hauptsächlich in Schichten permischen Alters auftreten, also im Rotliegenden und Zechstein. Die im Bad Nauheimer Quellsinter gefundenen Sporen könnten damit auch aus Rotliegend-Schichten herausgelöst sein. Weiter ist darauf hinzuweisen, daß SCHAARSCHMIDT (1963) im Zechstein bei Büdingen die gleichen Sporen fand; ihr Vorkommen ist also nicht auf Salzlagerstätten beschränkt. *Lueckisporites virkkiae* ist bei Büdingen mit 75—90% im Unteren Zechstein vertreten; SCHAARSCHMIDT nimmt deshalb an, daß die Sporenart schon im Rotliegend existierte. Schließlich ist darauf zu verweisen, daß HOLTZ (1962) Zechstein-Sporen auf sekundärer Lagerstätte (z. B. bei Gießen) in tertiären Schichten (Oligozän) fand. Damit könnten die Sporen auch durch Zuflüsse aus Tertiär-Schichten herant transportiert worden sein, die ja, nach den Sulfat-Gehalten zu urteilen, an den Mineralwässern in Bad Nauheim beteiligt sein müssen.

Die Sporenfunde von Bad Nauheim sind damit offensichtlich überbewertet und können nach kritischer Betrachtung nicht als Beweismittel für die Herkunft der Mineralwässer am Taunusrand von den Zechstein-Salzlagerstätten Südost-Hessens gelten. Einmal, weil die Sporenvergesellschaftung das Zechsteinalter nicht eindeutig belegen kann (da auch im Rotliegenden vorkommend), zum anderen, weil die Sporen auch aus anderen Gebieten mit marinem, jedoch nicht salinarem Zechstein oder gar von sekundären Ablagerungsorten tertiären Alters stammen können. Schließlich ist es auch schwierig vorstellbar, daß Sporen über so große Entfernungen von Neuhof nach Bad Nauheim unterirdisch verfrachtet werden, da 1. die Fließgeschwindigkeiten im tieferen Untergrund sicherlich gering sind, 2. es zweifelhaft ist, ob die als Wanderwege angenommenen devonischen Kalke in der Tiefe auch wirklich so verkarstet sind und 3. die Kalklagen nicht durchgehen, sondern an Verwerfungen vertikal so versetzt sind, daß sie nicht mehr aneinanderstoßen.

### 5. Schwefel-Isotopen-Untersuchungen

In den Mineralwasservorkommen Hessens wurden S-Isotopen-Untersuchungen (NIELSEN & RAMBOW 1969) ausgeführt mit dem Ziel, das stratigraphische Alter der

Lösungsorte der in den Mineralwässern gelösten Inhaltsstoffe bestimmbar zu machen. Leider ergaben sich am Taunusrand und im Oberrheingraben so unterschiedliche Werte, daß die Verfasser (S. 364) zur Herkunft der Mineralwässer am Taunusrand nicht Stellung nehmen konnten.

## 6. Solewanderungswege im südwestlichen Hessen und in angrenzenden Gebieten

Aus den hydrochemischen und hydraulischen Verhältnissen resultiert das System der Solewanderungswege, wie es in Abb. 1 dargestellt ist. Aus östlichen Richtungen fließen südlich des Vogelsberges entlang dem Kinzig-Tal die Zechsteinsalzwässer in südwestliche Richtungen. Etwa am Ostrand von Odenwald und Altenstadt-Erbstädter Rotliegend-Scholle endet dieser Solewasserstrom, da die Durchlässigkeiten so ungünstig werden, daß nur noch geringe Mengen salzreichen Wassers weiterfließen können. Die Folge davon ist, daß in der spornartigen Zone Odenwald/Altenstadt-Erbstädter Scholle nur Mineralwässer mit Hydrogenkarbonat-Vormacht erschlossen werden. Der Odenwald selbst dürfte wegen der sehr geringen Durchlässigkeit des Kristallins in der Tiefe nahezu frei von Mineralwasser sein.

Weiter westlich schließt daran das Gebiet des Oberrheingrabens mit hochgradig versalzenerem Wasser an. Von hier aus wandern die Salzwässer vorwiegend in nördliche Richtungen. In Verlängerung der Graben-Weststrandstörung liegen am Schiefergebirgsrand die Mineralquellen von Bad Homburg v. d. H. Dort ist im Mineralwasser des 305 m tief gebohrten Solsprudels das höchste Salinar-Verhältnis (also der höchste relative Chlorid-Gehalt) aller Mineralwasservorkommen am Taunusrand ermittelt worden. Nach Norden (Bad Nauheim) und Westen (Wiesbaden-Aßmannshausen; THEWS 1977) nimmt dieses Verhältnis von Bad Homburg v. d. H. gleichmäßig ab (HÖLTING 1969a: Abb. 11), da die sich entlang den Störungszonen bewegenden sulfatarmen Salzwässer aus dem Oberrheingraben ständig durch Zuflüsse sulfathaltiger Wässer aus Tertiär-Schichten „verdünnt“ werden.

Das Mainzer Becken stellt hydrochemisch weitgehend eine isolierte Einheit dar, die durch Randstörungen mit entsprechenden Durchlässigkeitssprüngen begrenzt ist (SCHWILLE 1953; HÖLTING 1969b: 373). Nur auf einzelnen Querstörungen dringen geringe Mengen salinarreichen Wassers aus dem Oberrheingraben ein (nachgewiesen z. B. in der Bohrung Pfeddersheim, STEUER 1907), die jedoch von den autochthonen, sulfatreicheren Wässern des Beckens assimiliert werden. Westlich des Mainzer Beckens erfolgen die Zuflüsse aus westlichen Richtungen von den lothringischen Muschelkalk-Salinaren her (HÖLTING 1969b: 373). Vermutlich sickern wie am Ostrand des Mainzer Beckens auch an dessen Westrand geringfügig Salinarwässer mit großer Chlorid-Vormacht ein. Am Nordrand dringen sie wohl auf der Randstörung des Schiefergebirges bis nach Aßmannshausen vor. Es ist aber auch im Mainzer Becken an die Möglichkeit zu denken, daß es sich bei den Salzwässern in der Tiefe z. T. um fossile Porenwässer handelt. Bei der Genese könnten sich dann hydrochemische Prozesse infolge Seigerung (HÖLTING 1970: 31; dort noch als „Setzung“ bezeichnet) abgespielt haben, die zu Konzentrationsänderungen und Mineralwassermischtypen mit zunehmender Tiefe führten (HÖLTING 1969b: 369/370).

## 7. Schriftenverzeichnis

- ANRICH, H. (1963): Das tiefere Grundwasser in der nördlichen Oberrhein-Ebene. (Eine Auswertung von Wasseranalysen im Hinblick auf den Chemismus und den Bewegungszustand des tieferen Grundwassers) — Interner Bericht in der Bundesanstalt für Bodenforschung, 20 S., 10 Anl.; Hannover, 18. 10. 1963.
- CARLÉ, W. (1975): Die Mineral- und Thermalwässer von Mitteleuropa. — 643 S., 14 Abb., 15 Kt.; Stuttgart (Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH).
- CHELIUS, C. (1904): Der vulkanische Vogelsberg in seinen Beziehungen zu den Sol- und Heilquellen an seinem Rande. — *Balneol. Ztg., wiss.-techn. Tl.*, **15**: 9–10; Berlin.
- DOMBROWSKI, H. (1960a): Balneologische Untersuchungen der Nauheimer Quellen. — *Zbl. Bakteriol.*, **178**: 83–90; Stuttgart.
- (1960b): Probleme und Ergebnisse der Balneobiologie. — *Münchener med. Wschr.*, **102**: 526–529; München.
- (1962): Creno-Paläontologie, ein neuer Zweig der Quellenforschung. — *Heilbad u. Kurort*, **14** (3): 1–7; Gütersloh.
- (1964): Sporennntersuchungen in den Solen des Steinkohlenbezirkes an der Ruhr. — *Z. dt. geol. Ges.*, **116** (1): 96–101, 1 Abb., 2 Taf.; Hannover.
- HÖLTING, B. (1969a): Die Ionenverhältnisse in den Mineralwässern Hessens. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **97**: 333–351, 12 Abb.; Wiesbaden.
- (1969b): Zur Herkunft der Mineralwässer in Bad Kreuznach und Bad Münster a. St. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **97**: 367–378, 1 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- (1970): Beiträge zur Hydrochemie der Tiefenwässer. — *Z. dt. geol. Ges.*, **121**: 19–44, 6 Abb.; Hannover.
- (1972): Ein in Wetter/Kr. Marburg (Hessen) erschlossenes  $\text{Na}_2\text{—SO}_4$ -haltiges Mineralwasser und die Genese solcher Wässer. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **100**: 260–283, 1 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.
- (1974): Die Auswertung von Wasseranalysen in der Hydrogeologie. — *Zbl. Geol. Paläont. Tl. I*, **1973** (5/6): 305–316; Stuttgart.
- (1976): Hydrogeologie. — *Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000*, Bl. 4620 Arolsen: 156–174, 2 Abb., 6 Tab.; Wiesbaden.
- HOLTZ, S. (1962): Sporenstratigraphische Untersuchungen im Oligozän von Hessen. — *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **40**, 46 S., 1 Abb., 6 Taf.; Wiesbaden.
- KLAUS, W. (1953a): Mikrosporen — Stratigraphie der ostalpinen Salzberge. — *Verh. Geol. B.-Anst.*, **H. 3**: 161–175; Wien.
- (1953b): Alpine Salzsporenmikropaläontologie (Sporendiagnose). — *Paläont. Z.*, **27**: 52–56; Stuttgart.
- KÜHN, R. (1965): Beitrag zur geochemischen Beurteilung der Wiesbadener Thermen nach den Gehalten an Br, Rb und Cs. — *Kali u. Steinsalz*, **4** (6): 204–207, 4 Taf.; Essen (Glückauf).
- LESCHIK, G. (1956): Sporen aus dem Salzton des Zechsteins von NeuhoF b. Fulda. — *Palaeontographica*, Abt. B, **100**: 122–142, 3 Taf.; Stuttgart.
- MICHELS, F. (1926): Der Ursprung der Mineralquellen des Taunus. — *Natur u. Museum*, **56**. *Ber. senckenbg. naturf. Ges.*, **8**: 225–238; Frankfurt a.M.
- *Zur Geologie des Wiesbadener Raumes und seiner Mineralquellen.* — *Ärztl. Mitt.*, **46** (21): 1214–1250, 5 Abb.; Köln.
- NIELSEN, H., & RAMBOW, D. (1969): S-Isotopenuntersuchungen an Sulfaten hessischer Mineralwässer. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **97**: 352–366, 2 Abb., 2 Taf.; Wiesbaden.
- NÖRING, F. (1971): Heilquellen und Mineralwässer in Hessen. — *gwf (Wasser-Abwasser)*, **112** (2): 57–61, 1 Kt.; München (Oldenbourg).
- OTT, V., & DOMBROWSKI, H. (1959): Mikrofossilien in den Mineralquellen zu Bad Nauheim. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **87**: 415–416; Wiesbaden.
- PICKEL, H.-J., & WIEGAND, K. (1976): Ein neues Salzwasservorkommen im Stadtgebiet von Gießen (Mittelhessen). — *Geol. Jb. Hessen*, **104**: 245–251; Wiesbaden.

- POTONIE, R., & KLAUS, W. (1954): Einige Sporengattungen des ostalpinen Salzgebirges. — Geol. Jb., **68**: 517—546., 1 Abb., 1 Taf.; Hannover.
- & KREMP, G. (1954): Die Gattungen der paläozoischen Sporae dispersae und ihre Stratigraphie. — Geol. Jb., **69**: 111—194; Hannover.
- SCHAARSCHMIDT, F. (1963): Sporen und Hystrichosphaerideen aus dem Zechstein von Büdingen in der Wetterau. — Palaeontographica, Abt. B, **113**, Lfg. 1—4: 38—91, 29 Abb., 1 Tab., 10 Taf.; Stuttgart.
- SCHARPFF, H.-J. (1974): Verbreitung und Dynamik der mineralwasserbeeinflussten Grundwässer der Wetterau/Hessen. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **70**: 103—158, 14 Abb., 8 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- SCHMITT, O. (1974a): Zum Verlauf der westlichen Randverwerfung des zentralen Oberrheingrabens zwischen dem Rhein südlich Nackenheim und dem Main bei Rüsselsheim sowie über eine Grundwasserkaskade und Bauschäden im Bereich dieser Störungszone. — Approaches to Taphrogenesis (Inter-Union Commiss. Geodynamics sci. Rep. 8): 254—260, 2 Abb.; Stuttgart (Schweizerbart).
- (1974b): Hydrogeologie. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 6016 Groß-Gerau: 53—65, 3 Abb., 2 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- SCHWILLE, F. (1953): Natriumhydrogenkarbonat- und Natriumchlorid-Wässer im tieferen Untergrund des Mainzer Beckens. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **81**: 314—335; Wiesbaden.
- STENGEL-RUTKOWSKI, W. (1967): Einige neue Vorkommen von Natrium-Chlorid-Wasser im östlichen Rheinischen Schiefergebirge. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **95**: 190—212, 6 Abb.; Wiesbaden.
- STEUER, A. (1907): Bodenwasser und Diluvialablagerungen im hessischen Ried. — Notizbl. Ver. Erdkde. großherzogl. geol. L.-Anst., (IV) **28**: 49—94, 4 Taf.; Darmstadt.
- (1912): Über die Bildung von Mineral- und Grundwasser in der Wetterau. — J. Gasbeleuchtung u. verwandte Beleuchtungsarten sowie für Wasserversorgung, **43**: 1054—1057; München.
- (1930): Das Grundwasser im hessischen Ried. — Notizbl. Ver. Erdkde. hess. geol. L.-Anst., (V) **12**: 90—104; Darmstadt.
- THEWS, J.-D. (1977): Die Mineralwasservorkommen im Rheingau/Hessen. — Geol., Jb. Hessen, **105**: 185—210, 7 Abb., 2 Tab., Wiesbaden.
- WAGNER, W. (1955): Die tertiären Salzlagerstätten im Oberrheintal-Graben. — Z. dt. geol. Ges., **105**: 706—728, 8 Abb., 3 Taf.; Hannover.

Manuskript eingegangen am 20. 10. 1976

## Ermittlung der Grundwasserneubildung aus Januar-Niederschlag und Spiegelgang

Von

ECKHARD BÖKE \*

**Kurzfassung:** In bestimmten Teilgebieten der hessischen Oberrheingrabeniederung entspricht im langjährigen Mittel der unterirdische Abfluß im Januar einem zwölftel des Jahresabflusses. Läßt sich der Januar-Niederschlag mit dem Spiegelgang des Grundwassers korrelieren, ist auf Grund ziemlich genauer Schätzmöglichkeit des Quotienten Januar-Verdunstung/Jahresverdunstung näherungsweise sowohl die Grundwasserneubildung aus versickertem Niederschlag bestimmbar als auch das nutzbare Porenvolumen des sandig-kiesigen Aquifers.

[Calculation of recharge of ground water according to the January precipitation and to the variation of the ground-water level.]

**Abstract:** In certain areas of the Oberrheingraben the longterm mean subsurface runoff of January represents one twelfth of the mean annual subsurface runoff. As the ratio of mean January to mean annual evapotranspiration may be estimated with relatively high accuracy it is possible to determine the groundwater increment and the effective porosity of the sand-gravel-aquifer, if the precipitation of January can be correlated to the variations of the groundwaterlevel.

### Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	223
2. Methode	224
3. Beispiele	229
3.1. Hydrogeologie und Topographie	229
3.2. Grundwasserneubildung	230
3.3. Nutzbares Porenvolumen	232
4. Schriftenverzeichnis	232

### 1. Einführung

Wie die erst kürzlich erschienenen Arbeiten von EINSELE (1975) und UDLUFT & BLASY (1975) unterstreichen, läßt sich die Grundwasserneubildung aus den zeitlichen

---

\* Dr. E. BÖKE, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden.

Schwankungen des Grundwasserspiegels bei allen bisher beschriebenen Verfahren nur dann ermitteln, wenn entweder das nutzbare Porenvolumen des Aquifers bekannt ist oder Korrelationsmöglichkeiten zwischen dem Grundwasserstand einerseits und dem Abfluß im wirksamen Vorfluter andererseits bestehen.

Die im folgenden vorgeführte Methode erlaubt es, in bestimmten Teilgebieten der hessischen Oberrheingrabeniederung sowohl die Grundwasserneubildung als auch das nutzbare Porenvolumen näherungsweise durch Korrelation Winterniederschlag — Spiegelgang zu bestimmen. Voraussetzung ist, daß innerhalb der betrachteten hydrogeologischen Einheiten

- a) ein Abfluß von Oberflächenwasser in benachbarte Bilanzräume nicht stattfindet ( $A_o = 0$ ),
- b) keine ober- und unterirdischen Zuflüsse erfolgen ( $Z_o + Z_u = 0$ ),
- c) der Grundwasserabfluß anthropogen unbeeinflusst ist,
- d) der Spiegelgang des Grundwassers nicht durch Rückstau eines Vorfluters „gestört“ wird,
- e) Niederschlagsereignis und Spiegelreaktion kausal und zeitlich korrelierbar sind.

## 2. Methode

Im hessischen Oberrheingrabengebiet weisen die langjährigen Spiegelamplituden obigen Bedingungen unterliegender, allein von versickertem Niederschlag genährter Grundwasservorkommen aus klimatischen Gründen annähernd die Kurvengeometrie einer Sinusfunktion auf: Im langfristigen Mittel (abgek.: iLM) ist im April der höchste, im Oktober der niedrigste Wasserstand verwirklicht; die Januar- und Juli-Wasserstände entsprechen dem Jahresmittelwert. Aus dem Umstand  $MW_I = MW_{\text{Jahr}}$  resultiert die für den Rechnungsgang entscheidende Unterstellung, daß die Grundwasserabflüsse des Monats Januar den langfristig-mittleren Jahresabfluß repräsentieren, daß also gilt:  $Au_I = \frac{Au}{12}$ .

Die Indexzahlen kennzeichnen Zeitspannen, und zwar Einzelmonate (z.B.  $Au_I$  = unterirdischer Abfluß im Januar), aufeinanderfolgende Monate (z.B.  $N_{I/II}$  = Niederschlagssumme Januar/Februar) oder aufeinanderfolgende Monatsviertel (z.B.  $N_{I(4)/II(3)}$  = Niederschlagssumme 4. Januarviertel/3. Februarviertel). Fehlen Indexzahlen, sind Jahresbeträge gemeint.

Der aus dem Januar-Niederschlag  $N_I$  herrührende Sickerwasseranteil  $N_I \cdot q$  wirkt bei fehlendem Oberflächenwasserabfluß auf zweierlei Weise: einerseits regeneriert er mit seiner Komponente  $N_I' \cdot q$  den unterirdischen Abfluß  $Au_I$ , andererseits bewirkt er, da iLM überschüssiges Sickerwasser vorhanden ist, mit seiner Komponente  $N_I'' \cdot q$  die Vorratsbildung  $R_I$ . Daher gilt:

$$Au_I = N_I' \cdot q \quad \text{bzw.} \quad N_I \cdot q = N_I' \cdot q + N_I'' \cdot q = N_I - V_I$$

und da  $V_I$  iLM einen bestimmten Bruchteil  $x_I$  der Jahresverdunstung  $V$  darstellt,

$$V_I = x_I \cdot V \quad \text{bzw.} \quad q = \frac{N_I - x_I \cdot V}{N_I}.$$

Aus der dem Verfahrensgang zugrundeliegenden Forderung  $Au = N - V = 12 Au_I$  errechnet sich:

$$\begin{aligned} N - V &= 12 N_I' \cdot q \\ &= 12 N_I' \cdot \frac{N_I - x_I \cdot V}{N_I} \\ &= 12 N_I' - \frac{12 N_I' \cdot x_I \cdot V}{N_I} \\ V &= \frac{N_I(N - 12 N_I')}{N_I - 12 N_I' \cdot x_I} \\ Au &= N - N_I \cdot \frac{(N - 12 N_I')}{(N_I - 12 N_I' \cdot x_I)} \end{aligned}$$

$N_I'$  und  $x_I$  sind die zu findenden Größen.

$N_I'$ -Ermittlung: Die Bestimmung von  $N_I'$  — des Anteiles des Januar-Niederschlags, dessen Sickerrate  $N_I' \cdot q$  den Januar-Abfluß  $Au_I$  regeneriert — geht davon aus, daß in den Zeitabschnitten, in denen unterirdischer Abfluß und ihn kompensierender Sickerwasseranteil des Niederschlags identisch sind, gleichbleibender Grundwasserstand herrscht. Erst wenn, was in Wintermonaten iLM der Regelfall ist, mehr Sickerwasser anfällt, als unterirdisch abfließen kann, steigt — Rücklage verdeutlichend — der Grundwasserspiegel.

$N_I'$  läßt sich im ersten Schritt bereits grob überschläglich dadurch ermitteln, daß man in einem zachsigt-orthogonalen Koordinatensystem  $N_I$ -Werte mehrerer Abflußjahre den jeweiligen Spiegelstandsänderungen zwischen Anfang und Ende der Niederschlagsperiode zuordnet, also über den auf der Abszisse abgegriffenen jährlichen  $N_I$ -Werten die zugehörigen  $\Delta H$ -Werte der Zeitspanne 1.I.—31.I. aufträgt (Abb. 1 und 2, Diagramme links oben). Auf diese Weise ergibt sich bildlich eine Punktschar, der eine Schwerelinie zugeordnet werden kann. Der Schnittpunkt der Schwerelinie mit der Abszisse benennt den Niederschlagsbetrag  $N_I'$ , bei welchem iLM keine Änderung des Grundwasserstandes bzw. -vorrates erfolgt.  $N_I' \cdot q$ , die Sickerrate von  $N_I'$ , entspräche in diesem Falle  $Au_I$ .

Zur genaueren Einengung des  $N_I'$ -Wertes werden, wie für den Monat Januar, die  $N..$ -Beträge der in Abb. 3 angegebenen Korrelationsperioden bestimmt. Anschließend werden diese durch einfache Teilung auf einen vollen Monat, nämlich  $N_I'$ -Näherungswerte, umgerechnet. Ihr gewogenes Mittel ergibt den für oben hergeleitete Rechenbeziehung maßgeblichen  $N_I'$ -Betrag.

Die den verschiedenen  $N..$ -Werten zugrunde liegenden Korrelationsperioden schließen den Monat Januar schwerpunktmäßig [KP. I, XII(4)/II(1), XII(3)/II(2)] oder gleichmäßig-paarig [z. B. KP. I/II(1) — XII(4)/I, XII(4)/II(3) — XII(2)/II(1)] zum Dezember und Februar hin ein. Deshalb ist gewährleistet, daß sich Beeinflussungen der  $N..$ -Werte, die durch den iLM unterdurchschnittlichen Dezember-Abfluß bzw. überdurchschnittlichen Februar-Abfluß entstehen ( $MW_{XII} < MW_I < MW_{II}$ ), bei der Mittelwertbildung ausgleichen. Nicht zwangsläufig der Fall ist dieses bei möglichen Abweichungen infolge der unterschiedlichen Monatsverdunstungen ( $V_{II} > V_I \geq V_{XII}$ ). Berücksichtigt man jedoch, daß von den 10 in den Monat Februar reichenden Korrelationsperioden der Abb. 3 zeitlich nur 29% dieses Monats

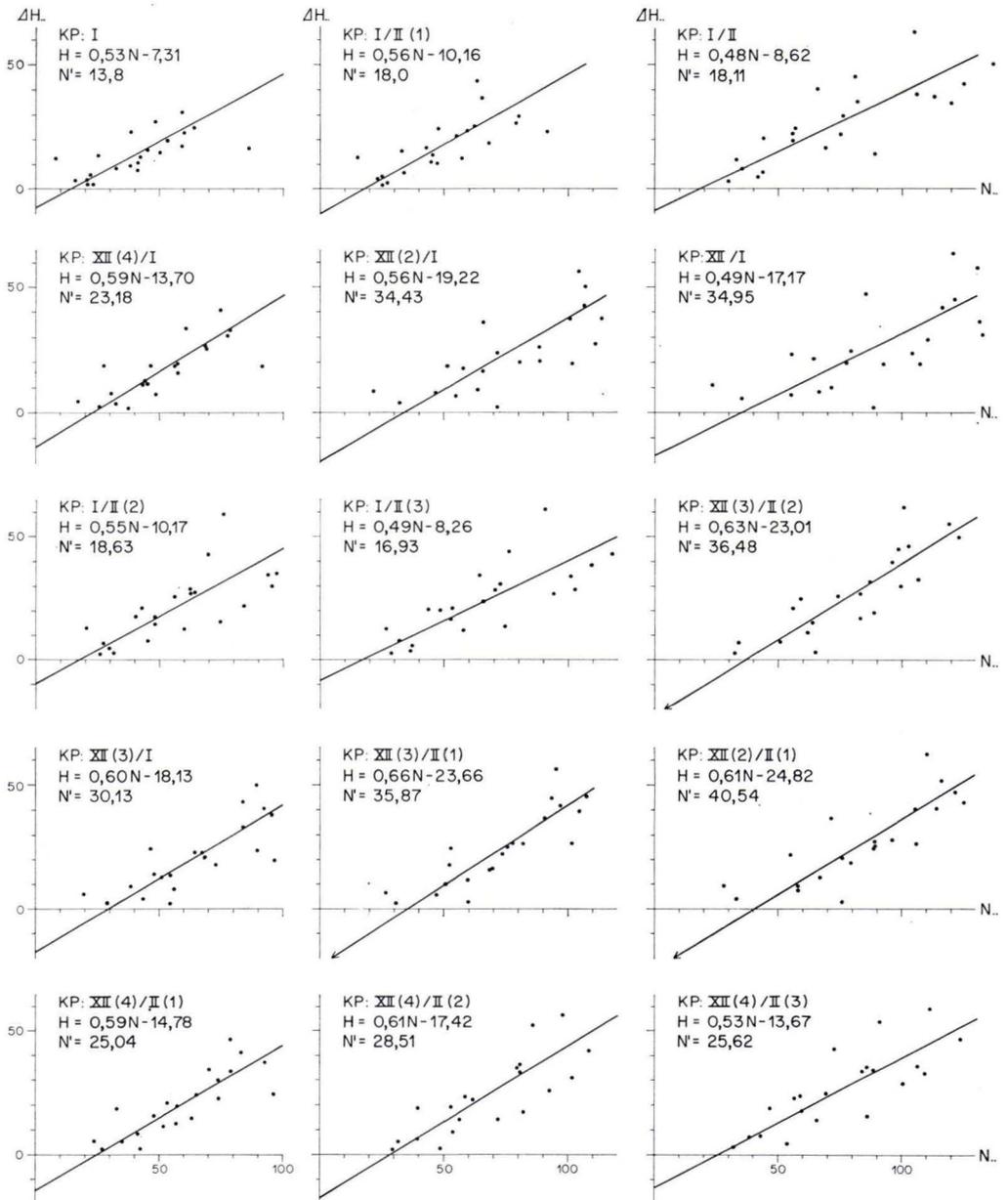


Abb. 1. Korrelationsdiagramme  $N..$  (mm) —  $\Delta H..$  (cm), Gebiet I.

erfaßt werden, ist wenig wahrscheinlich, daß die ilm gegenüber Dezember und Januar geringfügig höhere Februar-Verdunstung nennenswerte Erhöhungen der zehn  $N..$ -Werte bzw. des auf ihnen basierenden  $N'_I$ -Wertes bedingt.

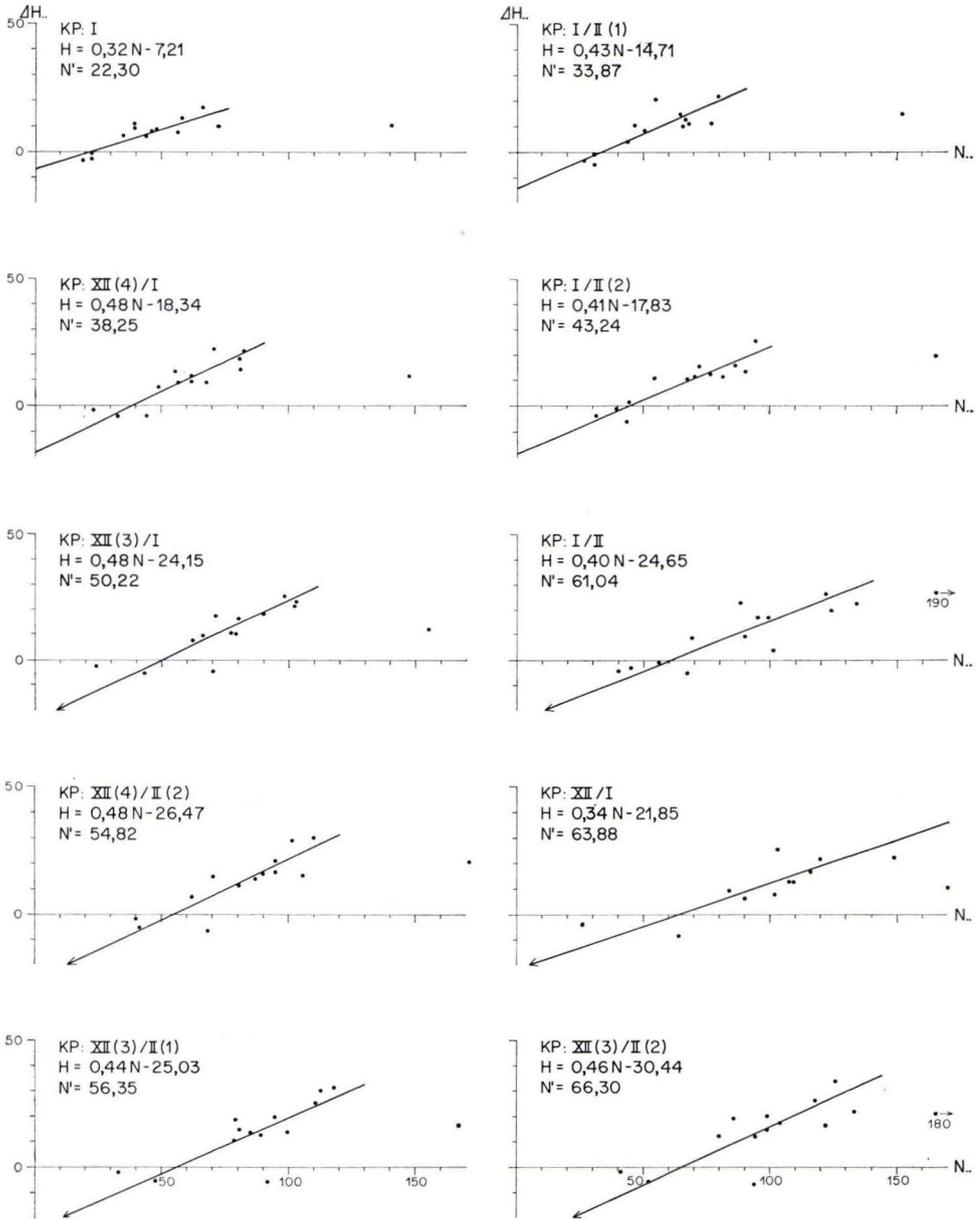


Abb. 2. Korrelationsdiagramme N..(mm) — ΔH..(cm), Gebiet II.

Eine gesetzmäßige Beziehung zwischen ΔH.. und dem primären Ausgangsniveau der Wasserspiegel, d. h. eine Abflußabhängigkeit von letzterem, wurde bei keinem der Korrelationsdiagramme festgestellt.

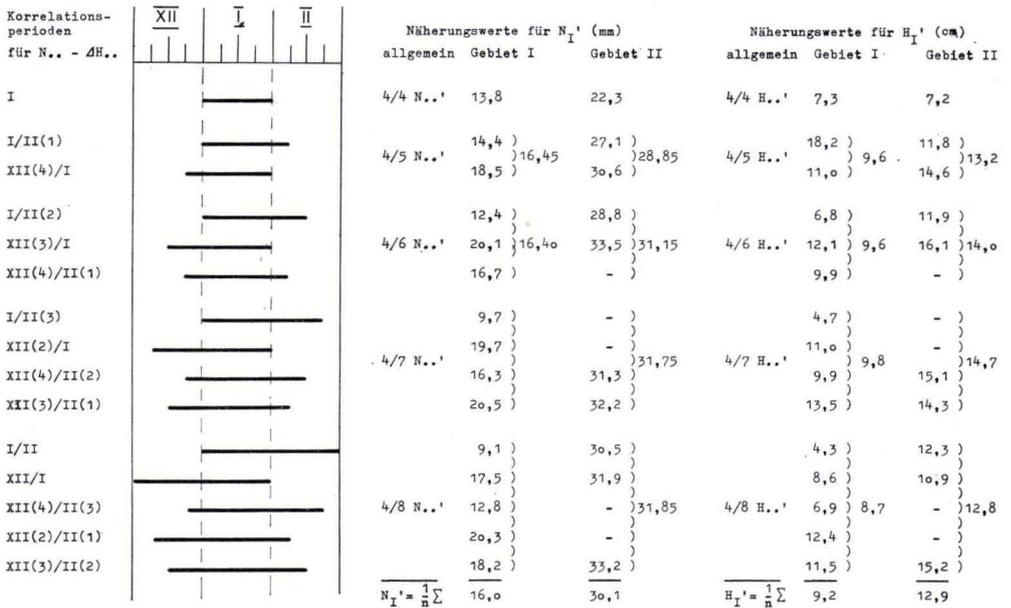


Abb. 3. Korrelationsperioden N.. - ΔH.., N<sub>I</sub>'- und H<sub>I</sub>'-Werte der Gebiete I und II.

Im hessischen Oberrheingraben ist erfahrungsgemäß bei flurnahem Grundwasser und einigermaßen durchlässigen sandig-kiesigen bis sandig-schluffigen Deckschichten in den winterlichen Niederschlagsperioden, wenn die Bodenwassergehalte im Bereich der Feldkapazität liegen, weder eine Berücksichtigung der zeitlichen Abweichungen zwischen Niederschlagsereignis und dadurch bedingter Spiegelreaktion erforderlich, noch eine besondere Beachtung von Niederschlagsfestlegungen durch Schnee oder Bodengefrorenis. Überdurchschnittlich anormale Verhältnisse einzelner Jahre finden in extremen Streuwerten der Korrelationsdiagramme ihren Ausdruck, ohne daß dadurch bei dem verfügbaren Zahlenmaterial und gewählter Variation der Korrelationsperioden in der Bestimmung des N<sub>I</sub>'-Wertes Fehler aufkommen.

x<sub>I</sub>-Ermittlung: Die Bestimmung von x<sub>I</sub>, der Verhältniszahl zwischen langfristigmittlerer Januar-Verdunstung und Jahres-Verdunstung ist auf direktem Wege nicht möglich. Daher muß x<sub>I</sub> im angewandten Verfahren als einzige Hilfsgröße geschätzt werden. Dieser Schritt ist hinsichtlich des zu erarbeitenden Endergebnisses jedoch insofern nicht schwerwiegend, als einerseits im deutschsprachigen Schrifttum weitgehende Einhelligkeit über die Größenordnung von x<sub>I</sub> herrscht, andererseits selbst Fehlansätze bis zu ± 100% gemäß Tab. 2 die Au-Bestimmung nicht wesentlich beeinträchtigen. Hierin bzw. in der Unabhängigkeit vom Absolutbetrag der Jahres-Verdunstung und des wirksamen Porenvolumens liegt der Vorteil dieses Berechnungsverfahrens.

Nach FRIEDRICH (1950) und REICHEL (1951) beträgt x<sub>I</sub> in weitgehend unbewaldeten Gebieten ca. 0,01. Da die Meßwerte verschiedener im hessischen Oberrheingrabengebiet installierter Lysimeter bei landwirtschaftlicher Bodennutzung x<sub>I</sub>-

Beträge von 0,005—0,020 belegen, wird in diesem Raum für Feldfluren ein  $x_I$ -Wert von 0,0125 angesetzt.

Welchen Betrag  $x_I$  in Waldgebieten erreicht, ist durch Lysimetermessungen nicht zu ermitteln. Nach BRECHTEL (1971, 1973) beläuft sich die unproduktive Verdunstung des Waldes im Rhein-Main-Gebiet (Stadtwald Frankfurt am Main) bei überwiegender Nadelholzbestockung während eines wasserwirtschaftlichen Winterhalbjahres auf ca. 40% des Niederschlages. Das sind, bezogen auf ein langjähriges Wintermittel von ca. 270 mm, etwa 108 mm Verdunstung im Winterhalbjahr bzw. etwa 18 mm Verdunstung pro Wintermonat. Da die Verdunstung des kältesten Monats Januar deutlich unter diesem Mittelwert, allenfalls bei 10 mm liegt, dürfte der  $x_I$ -Wert des Waldes, bezogen auf eine in der Rhein-Main-Niederung mit minimal 400 mm/a anzusetzende Jahres-Verdunstung, etwa 0,025, äußerstenfalls 0,030, betragen.

Nutzbares Porenvolumen: Bei der Ermittlung des nutzbaren Porenvolumens wird davon ausgegangen, daß die Schwerelinien der in Abb. 1 und 2 wiedergegebenen Korrelationsdiagramme für den Fall  $N.. = 0$  bestimmte Grundwassersenkungsbeiträge  $H..'$  (cm) angeben. Ihr Mittelwert repräsentiert, in mm/Monat umgerechnet, den Spiegelabfall  $H_I'$ , der eintritt, wenn im Laufe des Januars Niederschläge bzw. Sickerwasserzugänge ausbleiben. Da die „Trockenwettersenkung“ bei einem Abfluß  $Au_I = 1/12 Au$  (mm) stattfindet, errechnet sich der kurzfristig auffüll- und entleerbare Hohlraum des Aquifers näherungsweise zu

$$p_n = \frac{Au_I}{H_I'} \cdot 100 \text{ (Vol.-%)}.$$

### 3. Beispiele

#### 3.1. Hydrogeologie und Topographie

*In Gebiet I*, einer Oberrheingraben-Randscholle, treten tertiäre Tone in Flurnähe. Diese werden von einige Meter mächtigen Kiessanden und Sanden des altpleistozänen Mains bedeckt.

Das an der Basis der porenreichen Lockergesteinsschichten angereicherte Grundwasser wird allein von versickernden Niederschlägen ergänzt. Schildförmige Oberflächenwölbung aufweisend („Bauschheimer Wasserberg“), fließt es anthropogen ungestört allseitig-radial zum Rhein, Main oder zum östlich vorgelagerten Oberrheingraben.

Ca. 200 m NW der kuppelartigen Grundwasserscheitelung befindet sich in einem ca. 50 ha großen Waldkomplex die seit dem Jahre 1939 gewartete Grundwasserstandsmeßstelle 527/55 des hessischen Landesgrundwasserdienstes (Bl. 6016 Groß-Gerau, R 34 55 35, H 55 37 29). Zur Korrelation mit ihrem Spiegelgang wurden die Meßwerte der ca. 4 km NNW, ziemlich genau auf derselben Niederschlagsisohyete gelegenen Station Hochheim a. Main herangezogen.

*Gebiet II* befindet sich im Zentrum des mit über 100 m mächtigen quartären Lockersedimenten erfüllten Oberrheingrabens. Die dort im Jahre 1951 in kiesigem Sand angelegte Meßstelle 544/10 (Bl. 6317 Bensheim, R 34 66 92, H 55 01 94) re-

gistrierte bis Anfang 1969 den „ungestörten“ Gang durchschnittlich 1,6 m u. Fl. nach Westen, zum Rhein hin, abfließenden Porengrundwassers. Ca. 2 km östlich, also oberstrom der Meßstelle, lag seinerzeit — bedingt durch die örtliche Vorflutwirkung der Weschnitz — eine unterirdische Zuflüsse ausschließende Grundwasserscheitelung. Da Oberflächenwasser im Bereich des von der Meßstelle registrierten, mit Wald bestockten Teilstromes nicht vorkommt, wird auch in diesem Gebiet der Grundwasserabfluß allein durch versickernden Niederschlag ausgeglichen.

Bei den zur Korrelation mit dem Spiegelgang der Meßstelle 544/10 verwendeten Niederschlagsbeträgen handelt es sich um Mittelwerte der Stationen Neuschloß (ca. 6 km SSW der Mst.) und Bensheim-Auerbach (ca. 7,5 km NO der Mst.).

### 3.2. Grundwasserneubildung

Das in den Gebieten I und II maßgebliche Zahlenmaterial ist in Tab. 1 aufgelistet. Bei den Niederschlägen handelt es sich um Monatssummen, bei den Spiegelmeßwerten um monatliche MW-Werte aus Wochenmessungen.

Als repräsentativ für die Wasserstände in der Mitte eines Monats werden die MW-Werte angesehen. Die Spiegelhöhen zu Ende bzw. Anfang eines Monats wie auch zu Ende bzw. Anfang des 1./2. und 3./4. Monatsviertels sind durch Mittelung bzw. Viertelung der MW-Hauptzahlen errechnet. Ebenfalls durch Mittelung und Viertelung wurden die monatlichen Niederschlagssummen in die für die jeweiligen Korrelationsperioden benötigten Teilbeträge zerlegt.

Aus den für die Meßstellen 527/55 und 544/10 angefertigten 15 bzw. 10 Korrelationsdiagrammen bzw.  $N_I'$ -Werten ihrer Regressionsgeraden (Abb. 1 und 2) resultieren  $N_I'$ -Werte von 16 mm bzw. 30 mm (Abb. 3). Bei Einsetzen der für die ausgewerteten Abflußjahre maßgeblichen  $N$ - und  $N_I$ -Werte (Mst. 527/55: 580/40,5 mm, Mst. 544/10: 749/50,3 mm) in die oben hergeleitete Abflußgleichung ergeben sich für einen in beiden Waldgebieten mit 0,025 angesetzten  $x_I$ -Wert  $Au$ - bzw. Grundwasserneubildungsbeträge von 140 bzw. 278 mm/a, diese entsprechen 4,43 bzw. 8,72 l/s · km<sup>2</sup>.

Tab. 2 macht, worauf bereits verwiesen wurde, deutlich, daß gewisse Ungenauigkeiten in der  $x_I$ -Abschätzung und der  $N_I'$ -Bestimmung keine allzugroßen Abweichungen im  $Au$ -Wert zur Folge haben. So ergibt sich bei einer  $N_I'$ -Ungenauigkeit von  $\pm 1$  mm und einer  $x_I$ -Abweichung von  $\pm 0,005$  für Gebiet I ein zwischen 3,76 und 5,14 l/s · km<sup>2</sup>, für Gebiet II zwischen 7,70 und 9,72 l/s · km<sup>2</sup> streuender  $Au$ -Wert, wenn im ungünstigsten Falle beide Faktoren in eine Richtung tendieren.

Nach der Jahresreihe 1891/1955 (HAUSCHULZ 1959) liegen die langfristigen Jahres- und Januar-Niederschläge in den Gebieten I und II lediglich bei 541/39 mm bzw. 678/47,5 mm, also 39/1,5 mm bzw. 71/2,8 mm unter den der Abflußberechnung zugrundeliegenden Werten. Die errechneten, auf einer überdurchschnittlich niederschlagsreichen Jahresreihe fußenden  $Au$ -Werte sind demgemäß gegenüber dem langfristigen Mittel erhöht, möglicherweise — die im Rhein-Main-Gebiet in sandigen Böden installierten Lysimeter weisen weitgehend unabhängig von den örtlichen Niederschlagsbeträgen auf ziemlich einheitliche Verdunstungswerte hin — in der Größenordnung der Niederschlags-Differenzbeträge.

Tab.1. Monatlicher Niederschlag (mm)/Spiegelstand MW (cm u. Mp.)

	Gebiet I					Gebiet II				
	XI	XII	I	II	III	XI	XII	I	II	III
1951	235	61 208	59 170	22 146	142					
1952	207	14 189	41 182	16 168	154					
1953	187	77 141	8 117	25 116	118	138	102 85	18,5 87	49 92	90
1954	220	30 216	41 215	15 201	191	140	36,5 151	72 134	18 131	136
1955	221	84 206	48 214	57 151	143	-	65 136	66 119	55,5 102	100
1956	214	71 218	60 186	6 173	151	142	91,5 143	57,5 122	29,5 117	102
1957	188	26 171	38 164	75 152	108	85	36,5 85	47,5 83	76,5 68	60
1958	174	29 171	50 155	70 141	116	113	63 108	46 103	88 92	74
1959	178	62 167	42 157	2 141	142	114	72,5 113	43,5 92	1 101	110
1960	237	47 240	45 230	37 208	192	186	46,5 190	56 185	39 175	166
1961	202	63 184	53 158	23 144	139	182	64,5 166	39 150	31 147	152
1962	183	45 170	32 160	57 153	149	180	55,5 182	34,5 179	64 170	157
1963	247	67 247	21 246	21 244	239	214	42,5 221	22 225	17,5 227	226
1964	238	7 228	16 223	28 221	216	242	4,5 246	22 248	34 248	248
1965	254	21 254	86 248	20 221	205	269	29,5 272	140 269	48,5 251	236
1966	204	92 175	38 134	37 129	136	193	127 167	39 146	62 133	141
1967	195	85 183	25 164	31 156	146					
1968	203	57 194	64 163	61 144	128					
1969	160	33 164	22 157	47 153	135					
1970	223	? 223	59 223	78 188	158					
1971	210	45 201	21 200	14 194	191					
1972	251	12 245	23 243	7 242	240					

$$N (1953/66) = 749 \text{ mm/s}$$

$$N_I (1953/66) = 50,3 \text{ mm/s}$$

$$N (1951/72) = 580 \text{ mm/a}$$

$$N_I (1951/72) = 40,5 \text{ mm/a}$$

Tab. 2. Abhängigkeit des  $A_u$  ( $l/s \cdot km^2$ )  
von  $x_I$  und  $N_I'$  (mm)

Gebiet I ( $N = 580$  mm/a,  $N_I = 40,5$  mm/a)

$x_I \backslash N_I'$	14	15	16	17	18
0,015	4,46	4,80	5,14	5,48	5,84
0,020	4,14	4,47	4,80	5,14	5,47
0,025	3,81	4,12	4,43	4,76	5,07
0,030	3,47	3,76	4,05	4,34	4,65

Gebiet II ( $N = 749$  mm/a,  $N_I = 50,3$  mm/a)

$x_I \backslash N_I'$	28	29	30	31	32
0,015	9,19	9,57	9,92	10,30	10,68
0,020	8,62	8,99	9,35	9,72	10,08
0,025	8,02	8,37	8,72	9,08	9,45
0,030	7,35	7,70	8,05	8,38	8,67

### 3.3. Nutzbares Porenvolumen

Nach Abb. 3 lassen die für die Meßstellen 527/55 und 544/10 erstellten Korrelationsdiagramme auf mittlere  $H_I'$ -Werte von 92 mm bzw. 129 mm schließen. Da die Abflüsse  $A_{uI}$  11,67 mm bzw. 23,17 mm betragen, ist in den Gebieten I und II mit nutzbaren Porenvolumina von rd. 13% bzw. 18% zu rechnen.

### 4. Schriftenverzeichnis

- BRECHTEL, H. M. (1971): Die Bedeutung der forstlichen Bodennutzung bei der Erwirtschaftung eines optimalen Wasserertrages. — Z. dt. geol. Ges., **122**: 57–70, 6 Abb., 2 Tab.; Hannover.
- (1973): Ein methodischer Beitrag zur Quantifizierung des Einflusses von Waldbeständen verschiedener Baumarten und Altersklassen auf die Grundwasserneubildung in der Rhein-Main-Ebene. — Z. dt. geol. Ges., **124**(2): 593–605, 7 Abb., 2 Tab.; Hannover.
- EINSELE, G. (1975): Eichung von Grundwasser-Ganglinien zur Bestimmung der Grundwasserneubildung und des Grundwasserabflusses. — Z. dt. geol. Ges., **126**(2): 293–315, 7 Abb., 1 Tab.; Hannover.

- FRIEDRICH, W. (1950): Über die Verdunstung vom Erdboden. — Gas und Wasserfach, **91**: 289—296, 1 Abb., 10 Tab.; München.
- HAUSCHULZ, J. (1959): Gewässerkundliches Kartenwerk Hessen, Teil I. — Herausg. Hess. Minist. Landwirtsch. u. Forsten; Wiesbaden.
- REICHEL, E. (1951): Die klimatischen Verhältnisse des Mangfallgebietes und seiner Umgebung. — Masch. Vervielf.; München.
- UDLUFT, P., & BLASY, L. (1975): Ermittlung des unterirdischen Abflusses mit Hilfe der Trockenwetter-Auslaufkurve. — Z. dt. geol. Ges., **126**(2): 325—336, 9 Abb., 1 Tab.; Hannover.

Manuskript eingegangen am 1. 10. 1976

*Hinweis*

In Tab. 1, rechte Spalte unten, lies statt mm/s **mm/a**.

In Abb. 3 betragen die Mittelwerte für Gebiet I bei 4/7 N.. ' 16,55, bei 4/8 N.. ' 15,60.

## Einige Basalt-Vorkommen, baugeologisch betrachtet

Von

KLAUS FAHLBUSCH\*

**Kurzfassung:** Es wird über Basalte berichtet, die kurzfristig in mehreren Baustellen im Vogelsberggebiet (u. a. Hoherodskopf), bei Kassel (Habichtswald) und in Frankfurt a.M. (Baustelle Bundesbank) aufgeschlossen waren. Diese Basalte sind durch Warmzeitverwitterung (Frankfurt-Ginnheim), lokal größeren Anteil von unbeständigen Gesteinsgläsern (Habichtswald) und Eindringen einer Intrusion (Hoherodskopf) soweit zersetzt (Umwandlung von Festgestein zu Erdstoff), daß ihre schnell und regellos wechselnden bodenmechanischen Kennwerte bis in den Bereich aktiver Tone reichten. In unmittelbarer Nachbarschaft der Bauvorhaben Habichtswald und Hoherodskopf standen Basalte an, die beim Aushub den für sehr festen Fels üblichen Aufwand (Bohren, Sprengen) erforderten.

[Some occurrences of basaltic rocks with respect to engineering geology.]

**Abstract:** Basic rocks of different types of basalt (German term of several varieties of basic lavas and minor intrusions) were recognized in some construction sites in connection with engineering enterprises. The excavation areas were located in Hessen. Investigations were made in Hoherodskopf (highest region of Vogelsberg), Habichtswald (westward of the town of Kassel) and also in Frankfurt-Ginnheim (Deutsche Bundesbank).

The basic rocks were partially decomposed on fairly warm, humid conditions (Frankfurt). In Habichtswald area the lava was locally vitreous and hypogenic actions which results from eruption of hot gases and/or vapors may also have altered the basalt and formed a new mineralogical composition. Basic plateau lavas were vertically injected by a basaltic minor intrusion (no large dyke; Hoherodskopf). The plateau lava was decomposed through series of complex physical and chemical changes in primary composition which have led to a gradual decay of the igneous rock. Volatile substances (fugitive constituents) may have been trapped below the basaltic rock and have effected changes in primary mineral composition of elder basaltic rock. The alteration of elder basaltic rocks formed a soil-like bulk or an unconsolidated accumulation of skeletal debris or a soil consisting of alteration products as silt, very slightly plastic and also plastic residual clay and china clay. Some compounds were apparently little affected and there were no new rock-minerals formed in detectable quantities. No minerals of contact metamorphism were detected. The soil series lay in close connection to the basaltic rocks of the minor intrusion. In this region excavation require boring and hole blasting.

---

\* Prof. Dr. K. FAHLBUSCH, Geologisch-Paläontologisches Institut der TH Darmstadt, Schnittspahnstr. 9, 6100 Darmstadt.

### Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung . . . . .	236
2. Die Verwitterung von Basalt — Baustelle im Raum Frankfurt a.M. . . . .	236
3. Unterschiedliche Verwitterung von Basalt — Baustelle im Raum Kassel . . . . .	238
4. Beeinflussung eines Basaltes durch eine jüngere Intrusion — Baustelle im Bereich des Hoherodskopfes (Vogelsberg) . . . . .	240
5. Danksagung . . . . .	243
6. Schriftenverzeichnis . . . . .	243

### 1. Einleitung

1.1. Mehrfach konnten wir Basalte untersuchen, die entsprechend ihrer petrographischen Primärzusammensetzung auf den geologischen Karten als echte basische Vulkanite ausgewiesen waren und die in den Gründungsplanungen zunächst auch mit Kennwerten für Basalt berücksichtigt wurden. Die geologischen Untersuchungen von Bohrungen und Baugruben ergaben aber in einigen Fällen einen grundsätzlich anderen Gesteins- und Gefügebau, als er bei den weniger basischen Basalten zu erwarten ist.

1.2. Die geologische Kartierung für die Herstellung eines Blattes der GK 25 kann im Regelfall nur die natürlichen, zur Zeit der Bearbeitung vorhandenen Aufschlüsse auswerten. Künstliche und häufig schnell wieder beseitigte Anschnitte, Baugruben etc. werden nur erfaßt, wenn sie während der Kartierung zugänglich waren und im vorliegenden Maßstab darstellbar sind. Basalt wird kartiert, wenn größere und große Brocken bis Blöcke eines basaltischen Festgesteins wesentliche Teile einer aufzunehmenden Fläche bedecken, sofern nicht Hinweise auf Solifluktion etc. vorliegen.

Über die Tiefe einer Verwitterungsschwarte, mögliche Zersetzung der Basalte durch aufsteigende Wässer, Durchgasung — sie sind häufig arealmäßig engbegrenzt — kann nur in den Erläuterungen zur Karte generalisierend hingewiesen werden. Die baugeologische Erkundung sollte auch in Basaltgebieten vor Beginn der Endplanung erfolgen, weil dadurch die Gründung frühzeitig auf die bodenmechanischen und/oder felsmechanischen Gegebenheiten abgestellt werden kann.

### 2. Die Verwitterung von Basalt — Baustelle im Raum Frankfurt a. M.

2.1. BRETH & SOMMER (1966) haben von Erdstoffen berichtet, die im N Frankfurts (Baustelle Deutsche Bundesbank) anstehen und die nach bodenmechanischen Untersuchungen als „Schluff“ angesprochen wurden. Die hier durchgeführten stereomikroskopischen Untersuchungen ergaben (das Material war mit herkömmlichen Mitteln ohne Strukturzerstörung nicht für Dünnschliffe vorzubereiten), daß 25—40% des Probenmaterials im Feinsandbereich lagen (die Flächenanalysen wurden von den Ergebnissen der herkömmlichen Kornverteilungsuntersuchungen bestätigt). Diese „Feinsand“-Körner waren zum überwiegenden Teil Plagioklas-Aggregate, die von einem Feuchtigkeitsfilm umgeben waren. An anderen Stellen zerfielen diese Aggregate bei Benetzung. Es handelte sich hierbei weitgehend um tonig zersetzte Ein-

sprenglinge. Die Umbildung ist während der In-situ-Verwitterung des Basaltes entstanden, die Kristallform blieb dabei erhalten.

2.2. Das ehemalige porige Gefüge des Basaltes (einzelne Proben aus dem Bohrgut wurden als Erguoberflächen angesprochen) war teilweise erhalten und erklärt vielleicht das überaus große Porenvolumen, der aus dem Basalt entstandenen, aber nicht umgelagerten Erdstoffe. Bei der Entwässerung ergaben sich für einen Schluff ( $> 50\%$  des Erdstoffes im Schluffkornbereich und darunter) relativ günstige Werte für die Durchlässigkeit, (BRETH & SOMMER 1966: 13). Diese sind auf die noch vorhandene ehemalige, z. T. porige Basalt-Textur zurückzuführen.

2.3. Auch im Grobschluffkornbereich (Stereomikroskop und Ultropak) ergab die Analyse erkennbarer Körner ein Überwiegen von Feldspat-Aggregaten neben Ilmenit- und Magnetit-Resten. Die Feldspäte zersprangen bei Druck oder wurden zu schmierenden Filmen.

2.4. Aus der basaltischen Reststruktur und dem Zersetzungsgrad der Feldspäte ist das ungewöhnliche Setzungsverhalten der Erdstoffe zu erklären. Der relativ niedrige Reibungswinkel ( $22^\circ$  nach BRETH & SOMMER 1966) muß aus dem kontinuierlichen Abbauen der Texturfestigkeit und der hier beobachteten Zerstörung des „Feinsand“-Anteils während der bodenmechanischen Versuche erklärt werden. Hier durchgeführte Langzeitversuche erbrachten Hinweise, daß bei künstlicher Erhöhung der Durchströmungsgeschwindigkeit (Absaugen von Wässern an Versuchskörpern) der Anteil an Feldspat-Aggregaten im Sandkornbereich abnahm (die ehemals vorhandene Auflast wurde im Versuch nicht simuliert). Die basaltische Grundmasse und die Einsprenglinge waren von der natürlichen Verwitterung soweit zersetzt worden, daß durch die mit dem Absaugen verbundene stärkere Durchströmung das ehemals vorhandene Gleichgewicht zwischen fast stagnierendem Porenwasser und angewitterten Einzelmineralien gestört wurde. Der Chemismus der nun zirkulierenden Wässer stand bereits in der ersten Phase der Entwässerung mit dem Chemismus der überströmten Oberflächen nicht mehr im Gleichgewicht. Es kam u. a. zu einer Teilabfuhr von Tonsubstanz aus dem Bereich der Porenzüge und die In-situ-Zerstörung der Feldspäte wurde kurzfristig beschleunigt. Als dann das Wasser und teilweise auch die Tonsubstanz aus den Porenzügen durch die Drainierung entfernt war und ein neuer Wassernachschub durch die einsetzende Verdichtung (entfernter Auftrieb) stark behindert wurde, setzte eine Verfestigung des Erdstoffes ein, die z. T. chemisch bedingt zu sein scheint (Oxidation des Eisens durch Sauerstoff aus der angesaugten Bodenluft). Wahrscheinlich erklären diese Langzeitversuche teilweise das von BRETH & SOMMER (1966: 14) festgestellte Verfestigungsphänomen. Ergebnisse von Messungen zu diesem Problem können nicht vorgelegt werden. Beobachtungen an feldspatreichen Sedimenten (u. a. permische Arkosen, durch Verwitterung teilentfestigt) führen zu der Feststellung, daß bei natürlicher Trockenlegung der Gesteinskörper/Erdstoffe eine schwache Zusatzverfestigung der aus angewitterten Feldspatkörnern aufgebauten Erdstoffe auftritt, während beim schnellen Austausch des Porenwassers (starke Durchströmung beim Abpumpen an den Rändern eines Absenkungstrichters) die Entfestigung der angewitterten Körner und Kornaggregate beschleunigt wird.

2.5. Die Aufschlüsse, die im Bereich der Baugrube der Deutschen Bundesbank später entstanden, zeigten, daß Basaltergüsse vorlagen. Über den Basalten standen

Relikte einer Warmzeitverwitterung an. Der Grad der Basaltverwitterung war unterschiedlich. Es wurde auch hier die im Vogelsberg-Gebiet häufiger getroffene Feststellung bestätigt, daß blasenreiche Basalte intensiver verwittert sind als dichte, wenn sie von Warmzeitbodenbildungen bedeckt sind.

### 3. Unterschiedliche Verwitterung von Basalt — Baustelle im Raum Kassel

3.1. Wechselnde Verwitterungstiefen innerhalb eines Basaltergusses wurden in einer Baustelle W Kassel (Habichtswald/Essigberg — TK 25: 4622) beobachtet. Während in geringer Entfernung vom Baugelände im gleichen NN-Niveau kompakte Nephelin-Basanite (vgl. RÖSING 1958; zur Basaltnomenklatur vgl. u. a. KREUZER et al. 1974) anstanden, war in der 550 m<sup>2</sup> großen Baugrube bis in Aufschluß-tiefen von über 6 m neben einigen im verwitterten Basaltmaterial liegenden festen Basaltgroßblöcken nur in einem kleinen Bereich eine feste Basaltdecke aufgeschlossen, die in die verwitterten Erdstoffe mit fließenden Grenzen übergang (vgl. dazu Abschn. 1.2.).

3.2. Die unterschiedlich tiefgreifende Warmzeitverwitterung kann nicht ausschließlich als Grund für die völlige Verschiedenartigkeit der Zersetzung des Deckenbasaltes im Essigberg-Gebiet angesehen werden. Im Bereich des Baugrubenaufschlusses waren keine Hinweise für eine tektonische Zerrüttung — und ihr folgend eine Intensivverwitterung — des Basaltes auf einer 15–20 m breiten Zone zu erkennen; auch Luftbildanalysen ergaben keine Hinweise auf eine Lination. In Basaltgebieten treten häufig Kohlensäuerlinge auf (vgl. u. a. STETTNER 1971), die hier beobachtete Verwitterung — bei völliger Erhaltung des basaltischen Primär-Gefüges und fast vollständigem Verlust der inneren Festigkeit — ist nicht auf eine weitgehende Entfestigung durch Mineralwässer zurückzuführen. Die untersuchten Proben aus dem Gebiet zwischen den beiden festen Basalten erbrachten wechselnde Verwitterungsgrade, wobei die Entnahmetiefe eine untergeordnete Rolle spielte. Bodenmechanische Kennwerte wurden deshalb an den Gesteinen/Erdstoffen nicht ermittelt, weil orientierende Vorversuche ergaben, daß die Daten regellos von Ton/Schluff-Werten (vgl. Abschn. 2.1.) bis zu noch felsmechanischen Kenndaten wechselten. An den Klüften wurden z. T. quellende Tonbesteige festgestellt. Der Wechsel zwischen festem Basalt und tonig/schluffigen Erdstoffen innerhalb einer Decke in einem NN-Niveau, bedarf einer Erklärung.

3.3. Die Möglichkeit, daß hier zwei jüngere Basanite (Nephelin-Basalte) in einen älteren Basalt eindringen (vgl. Abschn. 4.2.2.) und diesen zersetzten, konnte durch die geologische Kartierung nicht belegt werden. Ein Gang mit einem anderen verwitterungsempfindlichen Material oder eine lakkolithartige Erweiterung eines Lagerganges lagen nicht vor. Eine Anhäufung von beim Aufstieg des Magmas mitgerissem Fremdmaterial wurde nicht festgestellt. Auch eine lokale gröberkörnige Mineralausbildung (Dolerit-Struktur), die entsprechend den Erfahrungen der Bodenkundler (z. B. LAATSCH 1957) zu einer tiefereifenden Verwitterung magmatischer Gesteine führen kann (mechanische Aufbereitung des Gesteins; „physikalische“ Verwitterung), wurde nicht beobachtet. Eine lokale Ausbildung von Säulen mit einer großen Zunahme möglicher Kontaktflächen für deszendente Lösungen und eine

hieraus abzuleitende intensive Zersetzung scheiden auch aus, der Grund für die lokale Umbildung des Basaltes muß bereits in seiner primären Zusammensetzung gesucht werden.

3.4. Die chemische Zusammensetzung und der petrologische Aufbau von Basalt-ergüssen, die aus großen Tiefen (vgl. u. a. dazu GREEN & RINGWOOD 1967), ohne Verweilen in oberflächennahen Magmenkammern, direkt ausfließen, schwankt nur in gewissen Grenzen, lediglich eine geringe Differentiation ist häufig innerhalb einer Ergußphase erkennbar. Es ist aber auch bekannt, daß Partien in rezenten basischen Laven (u. a. Literaturzusammenstellung MACDONALD & ABBOTT 1970) lokal durch hohe Anteile von Gesteinsglas gekennzeichnet sind. Bei Nephelin-Basaniten weisen die Gläser häufig eine weitgehende chemische Übereinstimmung mit Nephelin auf (occult nepheline des englischen Schrifttums), deren Verwitterungsbeständigkeit (Korrosionsversuche, noch nicht publiziert) nicht allzu hoch ist. Der Wechsel zwischen Basalten mit geringem und hohem Glasanteil kann sich engräumig vollziehen, kann bei mehreren Ergüssen übereinander ergußtypisch sein, aber auch innerhalb eines Ergusses von Probe zu Probe wechseln (Straßenaufschlüsse SW Schotten, Ober- und Unter-Schmitten). Eine Ergußfront und die Oberfläche eines Effusivgesteins wird neben einem höheren Porenanteil auch erhebliche Mengen von Gesteinsglas enthalten. Bei der Alterung der Gläser geht diese vitrophyrische Grundmasse in kryptokristalline Entglasungsprodukte über, die, durch die sehr vielen Kristallgrenzen bedingt, eine relativ große Oberfläche aufweisen. Hierdurch wird eine Vielzahl von Flächen für Hydratation und Hydrolyse geschaffen, das vitrophyrisch aufgebaute Gestein vertont schneller als chemisch gleichartig aufgebaute, aber durch eine Normaltextur gekennzeichnete Vulkanite. In der „tonigen“ Grundmasse fanden sich wieder schluffkorn- und feinsandkorngroße Kristallrelikte (ehemalige Einsprenglinge oder z. B. Nephelin-Umwandlungsprodukte), es lagen lokal ähnliche Verhältnisse vor, wie sie aus dem Frankfurter Raum (Abschn. 2.1.) beschrieben wurden.

3.5. Der hohe Pelit-Anteil in den oberen Bodenhorizonten des Essigberg-Baugebietes führte lokal zu Staunässe, die das Gebiet mit dem tiefgründig verwitterten Basalt nachzeichnete. Die Vermutung, daß hier im Laufe der Zeit an der Oberfläche in einer lokalen Senke vertonte Basaltabtragungsprodukte zusammengespült worden sind, konnte durch die später geschaffenen Aufschlüsse widerlegt werden. Für den relativ schnellen Wechsel in der primären Basaltausbildung und die darauf zurückzuführende unterschiedliche Verwitterungsbeständigkeit dürfte der unterschiedliche Glasanteil des erstarrten Magmas und primär (heute nicht mehr sicher feststellbar, da durch die Verwitterung verändert) der in geringen Grenzen schwankende Chemismus verantwortlich sein. Aus Untersuchungen von GUNN et al. (1971) ist bekannt, daß durch Migration innerhalb eines Ergusses während der Abkühlungsphase Verschiebungen in der Elementzusammensetzung des Magmatits auftreten. Auch dadurch dürfte sich lokal das Verwitterungsverhalten der Feldspäte und Feldspatvertreter ändern. Das Zusammentreffen mehrerer für die Verwitterungsbeständigkeit ungünstiger, intramagmatischer Vorgänge ist als Ursache für die unterschiedliche Ausbildung des Basaltes anzusehen, wobei eine unmittelbar nach der beginnenden Erkaltung einsetzende Durchströmung mit Gasen aus darunterliegenden, noch nicht vollständig verfestigten Vulkaniten eine Rolle gespielt haben dürfte.

3.6. Abschließend sei bemerkt, daß die aus der Verwitterung dieser Basalte hervorgegangenen Erdstoffe im hohen Maße frostempfindlich sind.

#### 4. Beeinflussung eines Basaltes durch eine jüngere Intrusion — Baustelle im Bereich des Hoherodskopfes (Vogelsberg)

4.1. Bohrkernuntersuchungen für ein Bauvorhaben S Bad Godesberg im Bereich der von Unterdevon aufgebauten Hochfläche (Raum Werthoven, TK 25: 5308), in der Nähe der basaltischen und trachytischen Schlote, erbrachten mit zunehmender Bohrtiefe in der gefalteten Wechselfolge unterdevonischer Tonschiefer und Grauwacken eine stärker werdende Zersetzung der Feldspäte und in erkennbaren Gesteinsfragmenten aus den Grauwacken eine Bleichung der Biotite. Der zunächst vermutete Einfluß einer Warmzeitverwitterung (in den obersten Bohrm Metern mit nach unten abnehmender Tendenz sicher nachgewiesen), mußte auf Grund der Bearbeitung einer 35 m tiefen Bohrung zugunsten der Annahme einer Beeinflussung der Grauwackenfolge durch aus der Tiefe aufsteigende vulkanische Gase aufgegeben werden. Diese stammen von einem vulkanischen Herd („Quellkuppe“). Auf Klüften, die sich über dem Herd bildeten, drangen Gase und Lösungen auf und haben die Devongesteine partiell verändert sowie ihre felsmechanischen Kenndaten verschlechtert. Die sonst übliche Kontakthofbildung mit einer zusätzlichen Verfestigung wurde bis in die erschlossene Bohrtiefe nicht nachgewiesen. Die Gründe für die partielle Veränderung dürften vor allem im relativ flachen Intrusionsniveau liegen. Der Auflastdruck über dem magmatischen Herd war gering und die bereits variscisch vorgeprägte tektonische Zerstückelung der devonischen Schollen über dem langsam aufsteigenden Magma wurde durch den Druck entweichender Gase reaktiviert. Diese aggressiven Exhalationen diffundierten nicht aus einem oder wenigen Förderkanälen an die Erdoberfläche, sondern durchzogen auf einem engständigen Kluft- und Rißsystem mit ausgedehnten Kontaktflächen das über dem Herd anstehende Gestein.

4.2.1. Ähnliche Verhältnisse konnten im Bereich des Hoherodskopfes (TK 25: 5421) in einem ca. 20 m tiefen Aufschluß genauer untersucht werden. Die Höhen von Taufstein und Hoherodskopf werden von Felsgruppen gebildet, die generalisierend als Nephelin-Basanit angesprochen werden können. Ähnliches Material, wie das aus den Felsgruppen, findet sich in den anthropogen wenig veränderten Waldgebieten in der Umgebung der beiden Gipfel des Vogelsberges. Erst die nähere geologische Untersuchung läßt erkennen, daß es sich um wenig gerundete, vielkantige Rollstücke handelt und nicht um Klippen, die einen Basalt-Verwitterungsmantel durchragen. Die Geologische Karte (SCHOTTLER 1929/1931) weist in diesem Gebiet zwei Basalttypen nach, den klippenbildenden Nephelin-Basanit und einen älteren Basalt mit Augiten und einem höheren Anteil an „Glasbasis“. Der Basanit hat den älteren Basalt intrusiv durchschlagen.

4.2.2. Die Grundstückssituation auf dem Hoherodskopf zwang dazu, in unmittelbarer Nähe des anstehenden Nephelin-Basanites und noch im Bereich der oben erwähnten Rollstücke einen Betonturm mit Kantenpressungswerten von ca. 5 kp/cm<sup>2</sup> zu errichten. Bei der Planung glaubte man davon ausgehen zu können, den bereits durch früher durchgeführte Gründungen erschlossenen Basanit auch auf der Ostseite

der Felsgruppe in vorgesehener Gründungssohle anzutreffen (Felsgründung). Die erst später durchgeführte geologische Erkundung ergab ein völlig anderes Bild. Die Ostgrenze der übertage erkennbaren Felsen (Lage des Betriebsgebäudes in Abb. 1) ist auch die Begrenzung des Förderschlotes der jüngeren Intrusion. Diese Ostbegrenzung des Nephelin-Basanits setzt sich mit Winkeln von  $45-65^\circ$  in die Tiefe fort. Am Kontakt zum älteren Basalt, der weite Flächen des Hoherodskopfes einnimmt, ist der Basanit durch die abrupte Abkühlung auf einer Mächtigkeit von  $50-120$  cm zu einem kleinstückigen „Schotter“ zerlegt. Nur einige dieser Bruchstücke weisen noch die Druckfestigkeit eines Basaltes auf. Die durch die Abkühlung erfolgte Strukturbeeinflussung reichte trotz zunehmender Verfestigung des Gesteins vom Kontakt über  $4$  m nach innen in den Schlot hinein. Auf den Abkühlungsfugen fanden sich z. T. weiße, schmierende Bestege, z. T. lagen die Brocken — nicht nur in der „Schotter-Zone“ — in braunem Mulm. Die Olivineinsprenglinge (z. T. über  $5$  cm  $\varnothing$ ) waren entweder völlig zersetzt oder weitgehend iddingsitisiert (gelartige Verwitterungsform des Olivins). Hohlräume (ehemalige Kristalle oder Blasen) waren vielfach mit Faserzeolithen oder Tonkomponenten gefüllt. Durch die engständigen, wirr angeordneten Abkühlungsklüfte war der E-Modul des Gebirges sehr stark herabgesetzt. Werte für eine mögliche Setzung wurden durch Kluftrichtungs- und Kluftweiten-Messungen abgeschätzt. Auch in größerer Entfernung vom Schlotrand nach innen wurden vertonte Partien festgestellt, Olivine zerfielen zu gelblichem Grus. Andere Einschlüsse (Augite?) waren im Bereich der Schlotbegrenzung nicht mehr sicher identifizierbar; auch schien es so, als wenn beim Aufstieg zwei Schlieren unterschiedlicher Basalte miteinander verknetet worden waren. Im Kontaktbereich wurde beim Aushub ein Schollenfragment aus vertontem rotbraunem Tuffmaterial entfernt. Der ältere, nach E anschließende Basalt war völlig zersetzt (ca.  $50\%$  der Baugrubenfläche im Bereich der zunächst vorgesehenen Gründungssohle) und in Tiefen von ca.  $20$  m von einzelnen fingerförmig ( $\varnothing$   $0,5-2,0$  m) nach oben reichenden Basaltapophysen (max.  $1$  m lang) der jungen Intrusion durchsetzt und zusätzlich durchgast. Die Durchgasung hatte den älteren Basalt im Bereich der Schlotgrenze zu einem Material umgewandelt, das von noch erkennbarem, jedoch verändertem, weitgehend zersetztem Basalt bis zu tonigen, schluffigen und feinsandigen (vgl. dazu Abschn. 2.1.) Erdstoffen alle Übergänge aufwies. Diese unterschiedliche Ausbildung war regellos verteilt, mit der Tiefe war keine Verbesserung bodenmechanischer Kenndaten feststellbar.

Relikte einer Warmzeitverwitterung liegen nicht vor. Diese Tertiär- oder Inter-glazial-Böden sind wegen der exponierten Lage des Hoherodskopfes der Abtragung zum Opfer gefallen. Die Zerstörung der Mineralien ist bei Erhaltung der Basalt-Textur durch die Durchgasung in Kontaktnähe erfolgt. Diese Textur brach erst bei Belastungen zusammen. Nach dem Trockenlegen der Baugrube (im jüngeren Basalt zirkulierte auf einigen Abkühlungsfugen Wasser, die basaltischen Erdstoffe wiesen primär wechselnde Wassergehalte auf) waren an den Böschungen sekundär Verfestigungen zu beobachten (vgl. Abschn. 2.4.).

4.2.3. Die Aufheizung und Durchgasung hat durch die Aufbereitung der basaltischen Grundmasse des älteren Basaltes und seiner Einsprenglinge (Olivin, Augit, Nephelin) Kationen und Anionen in pflanzenverfügbare Form freigelegt. Während frische Basaltflächen normalerweise mehrere Jahre lang von Algen- und Flechten-



bewuchs freibleiben, waren die Böschungsabschnitte, die nicht torkretiert werden mußten, nach kurzer Zeit von einem Algen-Flechten(?)-Anflug überzogen. Durch eine normale Verwitterung vertonte Basaltnuffe und Basalte zeigen dieses Verhalten nur sehr selten, weil die Alkali- und Erdalkaliverbindungen von den zirkulierenden Lösungen z. T. weggeführt werden.

4.2.4. Das gesamte Material des durchgasten Basaltes mußte zwischen dem jüngeren Basalt und der mit Vertikal-Trägern errichteten Stützwand entfernt werden. Die dabei für erforderlich gehaltene Teufe ist aus Abb. 1 zu entnehmen. Der eingebrachte Unterbeton machte sich bisher im Gesamtsetzungsbild nicht bemerkbar. Unter dem Betriebsgebäude (Abb. 1) mußte der zerklüftete jüngere Basalt durch ein umfangreiches Anker-Programm gesichert werden. Die Vertikal-Träger wurden in den jüngeren Basalt eingebunden und mit einer in 3 Ebenen angeordneten horizontalen Trägerkonstruktion abgestützt. Die oberste Horizontal-Stützenzone lag im Bereich der in der Vorplanung vorgesehenen Gründungssohle.

#### 5. Danksagung

Der Verfasser dankt Herrn Prof. Dr. G. SOLLE für vielfältige Diskussion im Gelände und bei den durchgeführten Laboruntersuchungen. Beim Bauvorhaben Hoherodskopf spreche ich außerdem den Mitarbeitern der Bauleitung und der beteiligten Firmen meinen aufrichtigen Dank für die gewährten Hilfen aus. Dank gebührt ebenfalls den Herren Prof. Dr. S. MEISL und Prof. Dr. H. PRINZ vom Hess. Landesamt für Bodenforschung für die kritische Durchsicht des Manuskriptes.

#### 6. Schriftenverzeichnis

- BRETH, H., & SOMMER, H. (1966): Die Tragfähigkeit und Entwässerung von Schluff. — Vorträge Baugrundtagung München 1966: 1–22, 13 Abb.; Essen.
- GREEN, D. H., & RINGWOOD, A. E. (1967): The genesis of basaltic magmas. — *Contr. Miner. Petrol.*, **15**: 103–190, 13 Abb., 20 Tab.; Heidelberg.
- GUNN, B. M., HART, S. R., & WATKIN, N. D. (1971): Intralava variation of alkali elements in icelandic basalt. — *Amer. J. Sci.*, **270** (4): 315–318, 2 Tab.; New Haven.
- KREUZER, H., et al. (1974): Petrologie und Kalium/Argon-Daten einiger Basalte aus der Bohrung 31 . . . . . — *Geol. Jb.*, **D 9**: 67–84, 6 Abb., 4 Tab.; Hannover.
- LAATSCH, W. (1957): Dynamik der mitteleuropäischen Mineralböden. — 280 S., 58 Abb., 6 Taf.; Leipzig.
- MACDONALD, G. A., & ABBOTT, A. T. (1970): *Volcanoes in the Sea*. — 441 S., 289 Abb.; Honolulu.
- RÖSING, F. (1958): Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 4622 Kassel-West. — 205 S., 9 Abb., 4 Tab.; Wiesbaden.
- SCHOTTLER, W. (1931): Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. Ulrichstein. — 107 S.; Darmstadt. [Karte: Darmstadt 1929].
- STETTNER, G. (1971): Die Beziehung der kohlenensäureführenden Mineralwässer Nordostbayerns . . . . — *Geologica Bavarica*, **64**: 385–394, 2 Abb.; München.

Manuskript eingegangen am 3. 6. 1976



*Erwin Schenk*

## ERWIN SCHENK †

Am 29. Oktober 1975 verstarb in Gießen der Freiwillige Mitarbeiter des Landesamtes für Bodenforschung ERWIN SCHENK. Ein Nachruf ist nie imstande, alle Merkmale einer Persönlichkeit darzustellen, umsoweniger bei einem aus eigenen Wesensquellen schöpfenden und nicht alltäglichen Charakter, der sich kaum einem Menschen voll öffnete. Wohl aber sollen der Nachwelt die für viele Zwecke gesuchten biographischen und bibliographischen Daten zur Verfügung gestellt werden.

ERWIN KARL SCHENK wurde am 25. April 1907 in Metz im damaligen Reichsland Elsaß-Lothringen als Sohn des Berufssoldaten und späteren Reichsbahn-Obersekretärs KARL SCHENK (verstorben 21. 1. 1949) und seiner Ehefrau KLARA SCHENK geb. DÖRRENBURG, die ihren Sohn überlebte, geboren. Er besuchte die Grundschule in Metz ab 1913 und nach Umzug der Eltern vor dem Kriegsausbruch 1914 die Grundschule in Derschlag und Nieder-Seßmar bei Gummersbach, ab 1918 die Oberrealschule in Gummersbach, ab 1920 die Realschule und das Realgymnasium in Köln-Mülheim, ab 1925 die Kunstgewerbeschule in Köln. Schließlich erlangte er 1928 das Reifezeugnis des Realgymnasiums in Bad Honnef. Im Wintersemester 1928/29 begann er seine Studien an der Universität Köln, setzte sie im folgenden Sommersemester an der Universität Wien fort, studierte erneut im Wintersemester 1929/30 und im Sommersemester 1930 an der Universität Köln und bezog im Wintersemester 1930/31 die Universität Bonn, wo er im Januar 1934 promovierte (Urkunde vom 10. 9. 1937). Sein Dissertationsthema behandelte „Die Tektonik der mitteldevonischen Kalkmuldenzone in der Eifel“ und wird als eine der wertvollsten Dissertationen, die sein Lehrer HANS CLOOS vergeben hatte, betrachtet.

Seine berufliche Tätigkeit begann er als Hilfsassistent am Geologisch-palaeontologischen Institut und Museum der Universität Bonn in der Zeit vom 1. 4. 1933 bis 30. 6. 1934. Anschließend folgten Tätigkeiten als wissenschaftlicher Assistent in der Zeit vom 1. 7. 1934 bis 15. 11. 1934 bei Dr. H. BREDDIN, a. o. Professor für Geologie an der Technischen Hochschule Aachen, um eine Bodenkarte des Regierungsbezirks Köln vorzubereiten, danach bis 30. 9. 1935 als wissenschaftliche Hilfskraft an der Anstalt für Angewandte Geologie der Universität Bonn (Prof. WANNER), schließlich vom 1. 10. 1935 bis 31. 3. 1937 als Assistent wiederum am Geologisch-palaeontologischen Institut und Museum der Universität Bonn (Prof. HANS CLOOS). Am 16. 5. 1934 bereits hatte SCHENK die Erste Staatsprüfung für Geologen an der Preußischen Geologischen Landesanstalt in Berlin bestanden, wofür ihm die Bezeichnung „Staatlich geprüfter Geologe“ und am 29. 1. 1942 durch den Vorsitz der Prüfungsamtes für Diplom-Geologen-Hauptprüfung in Berlin der akademische Grad „Diplom-

Geologe“ verliehen wurde. Für die Preußische Geologische Landesanstalt, unter Anleitung von Prof. Dr. ARTUR EBERT, hatte er 1935 und 1936 in der Eifel, im Weserbergland und in den schlesischen Gebirgen radioaktiv, geoelektrisch und magnetisch gearbeitet. So lagen schon vielerlei Verbindungen vor, als SCHENK am 1. 4. 1937 in die Preußische Geologische Landesanstalt (ab 1. 4. 1939 Reichsstelle für Bodenforschung, ab 12. 12. 1941 Reichsamtsamt für Bodenforschung) eintrat. Er arbeitete unter Direktor Prof. Dr. BARSCH geophysikalisch (radioaktiv, geoelektrisch, seismisch, magnetisch). Er leistete Wehrdienst von Juni bis Oktober 1940 und als Wehrgeologe vom Oktober 1943 bis Mai 1945.

Ende Mai 1945 konnte er nach Jossatal (Main-Kinzig-Kreis), damals Oberndorf (Kreis Gelnhausen), zu seiner Familie, die von Berlin im August 1943 dorthin als Wohnort des Bruders von Frau SCHENK, eines Arztes, ausgewichen war, zurückkehren. Am 24. 3. 1937 hatte er eine Stipendiatin der Studienstiftung des Deutschen Volkes, die am 9. 2. 1908 in Lollar (Landkreis Gießen) geborene Dr. phil. (CHARLOTTE KATHARINA) LOTTE HOOS, eine Fachkollegin von der Geomorphologie, geheiratet. Deren von FRANZ THORBECKE (Universität Köln) vergebene Doktor-Dissertation behandelte „Die Oberflächenformen zwischen Agger und Sieg. Ein Beitrag zur Morphologie des Oberbergischen Landes.“ Aus der harmonischen Wissenschaftler-Ehe entsprossen vier Kinder, MARGARETHE LINA KLARA (MARGRET) geb. 31. 3. 1939, MAGDALENE TONI (MAGDEL) geb. 9. 11. 1940, FRIEDRICH PAUL (FRIEDER) geb. 17. 2. 1942 und VOLKER HANS (VOLKER) geb. 25. 2. 1946. Frau SCHENK verstarb 2 Monate nach ihrem Mann, am 30. 12. 1975.

Nachdem SCHENK 1945 in das Gebiet des heutigen Landes Hessen gekommen war, nahm er bald Verbindung zu den Kollegen auf, die in den damaligen Teilgebieten Hessens staatliche geologische Dienste zu errichten begannen. Er verzog von Oberndorf nach Lollar, dem Geburtsort seiner Frau, und beabsichtigte, in der ehemaligen Provinz Oberhessen des Volksstaates Hessen(-Darmstadt) eine Dienststelle zu schaffen. Als Sitz wurde ein Anwesen des Fürsten YSENBURG in der Straße „Am Hain“ in Büdingen vorgesehen, in damaligen Verfügungen als Außenstelle des am 27. 7. 1945 geschaffenen Hessischen Geologischen Landesamtes in Darmstadt, zu dem SCHENK seit 8. 10. 1945 zählte, bezeichnet. Doch zerschlug sich der Plan und als Ersatz wurde im November/Dezember 1945 das Schloß Friedelhausen in Staufenberg, Landkreis Gießen, jetzt Lahn-Dill-Kreis, gewählt, wo SCHENK auch Wohnung nahm. Am 1. 10. 1946 zog die Arbeitsstelle des Großhessischen Landesamtes für Bodenforschung Wiesbaden nach Gießen, jetzt Lahn, Südanlage 4, um, später zum Landgraf-Philipp-Platz 1, wo sie bis zur Vereinigung aller Teile des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung in Wiesbaden am 1. 7. 1954 verblieb. SCHENK behielt die Wohnung in Gießen in seinem am 1. 12. 1952 bezogenen Haus am Professorenenweg 6 bei, benutzte jedoch in Wiesbaden bis zu seinem Ausscheiden aus dem Landesamt am 1. 8. 1960 zeitweise eine Zweitwohnung.

In den nahezu 15 Jahren seiner Tätigkeit in den staatlichen geologischen Diensten Hessens bearbeitete SCHENK überwiegend die aus den Kreisen Alsfeld, Büdingen, Friedberg, Gießen-Land, Gießen-Stadt und Lauterbach bestehende ehemalige Provinz Oberhessen, 3324 km<sup>2</sup> groß, also rund 16% der Fläche des Landes Hessen deckend. Im Vordergrund standen Fragen der Hydrogeologie. Seine ungewöhnlich große

Schaffenskraft erlaubte es ihm, im Sommersemester 1955 einen Lehrauftrag für „Hydrogeologie“ bzw. für „Angewandte Geologie“ an der Justus-Liebig-Universität in Gießen bis einschließlich Wintersemester 1959/60 wahrzunehmen. Er fand Zeit, bedeutsame Studienreisen nach Lappland, Island, Kanada, Alaska und Hawaii auszuführen. Seine Beliebtheit bei den Beschäftigten führte zu seiner Wahl in den Betriebsrat, später Personalrat, dessen Vorsitz er über 2 Jahre innehatte.

Am 1. 8. 1960 übernahm SCHENK (seit 14. 10. 1960 Freiwilliger Mitarbeiter des Landesamtes für Bodenforschung) die Leitung und den Aufbau der Geologischen Forschungsstelle des ZOV (Zweckverband Oberhessische Versorgungsbetriebe, Friedberg), ab 1. 7. 1972 der OVAG (Oberhessische Versorgungsbetriebe Aktiengesellschaft, Friedberg). Diese Forschungsstelle erhielt im April 1961 Räume in Hungen. SCHENK war in ihr bis Ende 1972 tätig. Ihm ist es zuzuschreiben, daß die Förderung im Wasserwerk Inheiden von 10,8 Millionen m<sup>3</sup> im Jahr 1954 vorübergehend auf 25,5 Millionen m<sup>3</sup> im Jahr 1970 gesteigert wurde und 5 neue Wassergewinnungsgebiete erschlossen wurden.

Während seiner Tätigkeit wurden nahezu 150 Bohrungen mit nahezu 15000 Bohrmeter niedergebracht.

Vor seinem Ausscheiden 1972 erwarb er ein kunstgeschichtlich bedeutsames Fachwerkhaus im Hungener Stadtteil Utphe, Brunnenplatz 2, und baute es zu einem Forschungsinstitut aus.

Betrachtet man den Teil der Aktivitäten von ERWIN SCHENK, die sich in über 100 Veröffentlichungen niederschlagen, so ist die breite Fächerung des Stoffgebietes überraschend.

5 große Schwerpunkte, nämlich Tektonik, Geophysik, Vulkanismus, Glazialgeomorphologie und Hydrogeologie, sind feststellbar, während die Gebiete regionale Geologie, Ingenieurgeologie und Lagerstättenkunde kleinere Schwerpunkte bilden. Wenn auch die ideenreichen Veröffentlichungen nicht immer allgemeine Anerkennung fanden, so boten sie doch unzählige Denkanstöße und Anregungen.

Die geomagnetischen Kartenaufnahmen im Vogelsberg werden Voraussichtlich noch veröffentlicht.

Bei der Überarbeitung des folgenden Schriftenverzeichnisses half Kollege CARL-PETER ZIEHLKE, wofür ihm Dank gebührt. Das Verzeichnis ist vielleicht nicht ganz vollständig. VOLKER SCHENK lieferte wesentliche Grundlagen.

Das Bildnis des Verstorbenen stammt von seinem Freund KURT DERCKUM aus Frechen bei Köln und wurde 1936 hergestellt und zeigt ihn im Gelände vor einem Steinbruch.

Seinen letzten Ruheplatz fand SCHENK mit seiner Frau auf dem alten Friedhof am 560 m hohen Totenköppel bei Meiches (Lautertal), einem uralten Heiligtum in dem von ihm geliebten Vogelsberg.

FRIEDRICH NÖRING

Veröffentlichungen  
von ERWIN SCHENK

1934

Zusammenhang von Bruchbildung und Faltung im Rheinischen Schiefergebirge. — Glückauf, 70, (46): 1089–1093, 7 Abb.; Essen.

1936

Bericht über die Spitzbergen-Expedition Deutscher Studenten 1936. — Polarforschung, **6** (2): 1–4 [= Tl. 1]; Kiel.

Prinzipielle Bemerkungen zu statistischen Methoden in der Tektonik mit einigen Beispielen aus dem Rheinischen Schiefergebirge. — Zbl. Mineral., Geol., Paläont., (B) **1936** (4): 129–139, 9 Abb.; Stuttgart.

1937

Kristallin und Devon im nördlichen Spitzbergen. — Geol. Rdsch., **28** (1/2): 112–124, 8 Abb.; Stuttgart.

Insektenfraßgänge oder Bohrlöcher von Pholadiden in Ligniten aus dem Braunkohlenflöz bei Köln. — N. Jb. Mineral., Geol., Paläont., Beil., (B) **77**: 392–401, 6 Abb., Taf. 22; Stuttgart.

Die Spitzbergen-Expedition Deutscher Studenten 1936. — Petermanns geogr. Mitt., **83** (1): 15–17, 1 Abb., Taf. 5; Gotha.

Bericht über die Spitzbergen-Expedition Deutscher Studenten 1936. — Polarforschung, **7**: 5–8, [= Tl. 2]; Kiel.

1938

Die Tektonik der mitteldevonischen Kalkmuldenzone in der Eifel. — Jb. preuß. geol. L.-Anst., **58**: 1–36, 15 Abb., Taf. 1–4; Berlin.

1940

Tektonischer Beitrag zur Auswertung erdmagnetischer Messungen nach Untersuchungen im Rheinischen Schiefergebirge. — Beitr. angew. Geophys., **8** (2): 201–210, 3 Abb.; Leipzig.

1942

Über Lagebestimmungen steiler geologischer Grenzflächen im Untergrund durch Gleichstrommessungen. — Z. prakt. Geol., **50** (8): 93–106, 11 Abb.; Halle/Saale.

1943

Zur Bedeutung und Auswertung von Unstetigkeiten in Diagrammen geoelektrischer Vertikalsondierungen. — Beitr. angew. Geophys., **10** (3/4): 287–307, 10 Abb.; Leipzig.

Untersuchung geologischer Strukturelemente durch Kreissondierungen mit Gleichstrom (Vier-Pol-Methode). — Z. prakt. Geol., **51** (8): 95–96, 9 Abb.; Halle/Saale.

1944

Über den Einfluß von Schollengrenzen auf geoelektrische Vertikalsondierungen. — Beitr. angew. Geophys., **11** (1): 83–102, 12 Abb., 1 Tab.; Leipzig.

1950

Ein miozäner Vulkanbau bei Beuern nordöstlich von Gießen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI) **1**: 260–268, 7 Abb., Taf. 7; Wiesbaden.

Grundwasserbeobachtungen im Regierungsbezirk Darmstadt des Landes Hessen in den Abflußjahren 1938–1948. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI), **1**: 295–320, 5 Tab., Taf. 8–11; Wiesbaden. — [Zus. mit O. BURRE u. H. NEUMANN].

1. Geologie. — 2. Lagerstätten. — 3. Wasserhaushalt und Gewässer. — In: NORDMANN, G. [Hrsg.]: Der Landkreis Büdingen. Eine strukturelle Untersuchung: II, 13–15 [= Beitr. 1]; 15 [= Beitr. 2]; 18–19, Tab. 5–6 [= Beitr. 3]; Gießen.

1951

Ergebnisse geomagnetischer Untersuchungen im Braunkohlengebiet des Stellberges bei Kassel. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI) **2**: 184–191, 2 Abb., Taf. 10; Wiesbaden.

Erschließung und Fassung der Mineralquelle. — Naturbrunnen, Tl. 1, 1 (3): 3–4, 1 Abb.; Bad Godesberg.

## 1952

Erschließung und Fassung der Mineralquelle. — Naturbrunnen, Tl. 2, 2 (1): 3–4, 3 Abb.; Bad Godesberg.

Geoelektrische Untersuchungen an der Krombachsperre bei Mademühlen. — Z. dt. geol. Ges., 103: 147; Hannover. — [Vortrag].

Zur Kenntnis der Trias der Insel Seran (Indonesien). — Eclogae geol. helv., 45 (1): 53–84, 3 Abb., Taf. 3–4; Basel. — [von J. WANNER zus. mit H. C. G. KNIPSCHER u. E. SCHENK].

Zur Bedeutung des elektrischen spezifischen Widerstandes und der Anisotropie für die hydrologische Auswertung geoelektrischer Messungen. — In: DVGW [Hrsg.]: Neue Methoden der Grundwassererschließung (wasserfachl. Aussprache-Tag. Hohensyburg): 54–57, 4 Abb.; Hannover.

Der Landesgrundwasserdienst in Hessen in den Abflußjahren 1949–1951. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI) 3: 396–449, 1 Tab., Taf. 23–24, 1 Verz.; Wiesbaden. — [von O. BURRE unter Benutzung eines Beitr. von E. SCHENK].

1. Geologie. — 2. Nutzbare Lagerstätten. — 3. Hydrogeologie. — In: NORDMANN, G. [Hrsg.]: Der Landkreis Friedberg. Eine strukturelle Untersuchung: II, 2–3, Kt. 4 [= Beitr. 1]; 6–8, Tab. 3, Kt. 9–10 [= Beitr. 2]; 8 [= Beitr. 3]; Friedberg.

## 1953

Die Wetterauer Braunkohlen, ihre Stratigraphie und Tektonik und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für den Bergbau. — Z. dt. geol. Ges., 104: 191–193; Hannover. — [Vortrag].

Die hydrogeologischen Verhältnisse in Wetterau und Vogelsberg. — Z. dt. geol. Ges., 104: 194–195; Hannover. — [Vortrag].

Der Landesgrundwasserdienst in Hessen in den Abflußjahren 1951–1952. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 81: 412–445, 2 Tab., Taf. 18, 1 Verz.; Wiesbaden. — [von O. BURRE unter Benutzung eines Beitr. von E. SCHENK].

Geophysik und Mineralquellenforschung. — Naturbrunnen, Tl. 1, 3 (6): 1–4, Abb. 1–5; Tl. 2, 3 (7): 1–3, Abb. 6–9; Bad Godesberg.

100 Jahre Brunnenhygiene. — Naturbrunnen, 3 (9): 29–31; Bad Godesberg.

Die biologischen Grundlagen der Wasserhygiene. — Naturbrunnen, 3 (12): 11–12, 21; Bad Godesberg.

Die Bedeutung der Vergenz in der Mechanik der Gebirgsbildung. — In: 19. int. geol. Congr. rep., (sect. 3): 223, 3 Abb.; Alger.

## 1954

Die chemischen und physikalischen Faktoren in der Hygiene des Wassers. — Naturbrunnen, Tl. 1, 4 (2): 3–4; Tl. 2, 4 (3): 26–28, 1 Tab.; Tl. 3, 4 (4): 16; Bad Godesberg.

Die Vorgänge bei der Wasseraufnahme und Versickerung im Boden und ihre hygienische Bedeutung. — Naturbrunnen, Tl. 1, 4 (5): 1–2, 1 Abb., 2 Tab.; Tl. 2, 4 (6): 1–2, 1 Abb.; Bad Godesberg.

Geoelektrische Untersuchung eines Mineralquellengebietes an der Lahn im Rheinischen Schiefergebirge. — Eur. Assoc. Explor. Geophysicists, 6th meeting; Copenhagen. — [Vortrag].

Warum Millimol und Millival in der Mineralwasser-Analyse? — Naturbrunnen, 4 (8): 1–4, 1 Abb.; Bad Godesberg.

Zur Geologie der Mineralbrunnen des Rheinlandes. — Naturbrunnen, 4 (9): 56–60, 2 Abb.; Bad Godesberg.

Die Thermik der Mineralquellen. — Naturbrunnen, Tl. 1, 4 (11) 4–6, 1 Abb., 1 Tab.; Tl. 2, 4 (12): 10–12, 1 Abb.; Bad Godesberg.

- Geoelektrische Untersuchung des Mineralquellengebietes von Selters a. d. L. — Ber. oberhess. Ges. Natur- u. Heilkde., (N.F.) **26**: 51—69, 9 Abb., 3 Taf.; Gießen.  
 Solifluktion. — Z. dt. geol. Ges., **105**: 197—202; Hannover.  
 Der Hessische Landesgrundwasserdienst und Quellenmeßdienst in den Abflußjahren 1952 und 1953. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **82**: 371—400, 3 Abb., 2 Verz.; Wiesbaden. — [von O. BURRE unter Benutzung eines Beitr. von E. SCHENK].

## 1955

- Die Radioaktivität der Mineralquellen. — Naturbrunnen, Tl. 1, **5** (1): 1—2; Tl. 2, **5** (3): 50—51; Tl. 3, **5** (4): 61—62, 1 Tab.; Bad Godesberg.  
 Die Mineralquellen und Salzlagerstätten Nordwestdeutschlands. — Naturbrunnen, **5** (7): 102—104, 115—116, 2 Abb.; Bad Godesberg.  
 Grundstoff Wasser. — Naturbrunnen, **5** (9): 144—146, 166, 4 Abb.; Bad Godesberg.  
 Die Mechanik der periglazialen Strukturböden. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **13**: 92 S., 21 Abb., 13 Tab., 10 Taf.; Wiesbaden.  
 Ein neues Muschelkalkvorkommen bei Angersbach und die Quertektonik des Lauterbacher Grabens. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **83**: 205—219, 2 Abb.; Wiesbaden.  
 Isoohmen. — Gerlands Beitr. Geophys., **64** (3): 223—224; Leipzig.  
 Die periglazialen Strukturbodenbildungen als Folgen der Hydratationsvorgänge im Boden. — Eiszeitalter und Gegenwart, **6**: 170—184, 7 Abb.; Öhringen.  
 Postpliozäne Krustenbewegungen mit Faltenformen in der Wetterau. — Geol. Rdsch., **43** (1): 93—103, 6 Abb.; Stuttgart.

## 1956

- Zur Geologie der Mineralquellen im unteren Ahrtal und in der Niederrheinischen Bucht. — Naturbrunnen, **6** (1): 2—5, 1 Abb.; Bad Godesberg.  
 Das Neuwieder Becken und seine Mineralquellen. — Naturbrunnen, Tl. 1, **6** (5): 92—94, 3 Abb.; Tl. 2, **6** (8): 142; Bad Godesberg.  
 Der geologische Bau des Mineralquellengebietes von Bad Pyrmont. — Naturbrunnen, Tl. 1, **6** (9): 181—182, 185; Tl. 2, **6** (10): 209—210, 212, 2 Abb.; Bad Godesberg.  
 Windorientierte Seen und Windablagerungen in periglazialen Gebieten Nordamerikas. — Erdkunde, **10** (4): 302—306, 3 Abb.; Bonn.  
 Die Roisdorfer Mineralquellen. — Decheniana, **108** (2): 197—224, 8 Abb.; Bonn.  
 Gangspaltenbildung als Bebenursache? Ein Beitrag zur Tektonik der Ramsbecker Erzgänge. — Z. dt. geol. Ges., **106**: 361—377, 10 Abb., 2 Tab.; Hannover.  
 Erosion und Sedimentation im Hauptbraunkohlenlager der Wetterau. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**: 328—355, 7 Abb., Taf. 23; Wiesbaden.

## 1957

- Sonnenflecken-Wasserhaushalt. Periodische Schwankungen der Brunnen- und Quellenergiebigkeit. — Naturbrunnen, **7** (4): 72—75, 5 Abb.; Bad Godesberg.  
 Bauwerkschäden durch Dungstätten als Wärmeherde. — Geol. u. Bauw., **23** (3): 131—138, 2 Abb.; Wien.  
*Corbiculaschichten* und Cyrenenmergel im Horloffgraben (Wetterau). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **85**: 224—254, 3 Abb.; Wiesbaden.  
 1. Das Tertiär in der Niederhessischen Senke, im Vogelsberg und seinen Randgebieten sowie im Untermaingebiet. —  
 2. Die Wasserversorgung im Rhein-Main-Gebiet und im Maintal sowie die wichtigsten Gruppennetze außerhalb des Rhein-Main-Gebietes. —  
 In: UDLUFT, H. (1957): Erl. hydrogeol. Übersichts-Kt. 1:500000, Bl. Frankfurt a. Main: 123 S., 5 Abb., 24 Tab., 14 Taf., 1 Kt.; Remagen (Bundesanst. Landeskd.). — [Beitr. 1 zus. mit F. NÖRING u. H. UDLUFT, Beitr. 2 von F. NÖRING unter Mitw. von E. SCHENK].

1958

Die Bodenformen Alaskas im Vergleich zu morphologisch ähnlichen Formen Mitteleuropas, die als fossile Bildungen des Pleistozäns gelten. — Arch. Inst. Bodenkde. Univ. Bonn, Prot. bodenkdl. Kolloquium 1958; Bonn. — [Unveröff. Vortrag].

1959

Hydro-Geologie der Quellengebiete der Stadt Alsfeld. — In: Stadt Alsfeld [Hrsg.]: 10 Jahre Aufbauarbeit der Stadt Alsfeld, (Festschrift): 45—48, 2 Abb.; Alsfeld.  
The origin of aapa-moors. — In: 10th Alaskan Sci. conf. Proc.: 114—115; Juneau/Alaska.

1960

Böden und Klima im Kreis Lauterbach. — Lauterbacher Slg., **29**: 3—34, 4 Abb., 6 Tab.; Lauterbach. — [Zus. mit G. NORDMANN u. E. SCHÖNHALS].  
Der Aufbau des Vogelsbergs. Neue Erkenntnisse der Geologischen Forschungsstelle des ZOV. — In: Zweckverb. Oberhess. Versorgungsbetriebe [Hrsg.]: Unter uns im ZOV (Werk-Ztg.) **1960** (3): 15—16, 2 Abb.; Friedberg/Hessen.

1961

Tertiär, Vulkanismus und Tektonik im Mittleren Hessen. 1. Ergebnis einer Bohrung in das ältere Tertiär und den Muschelkalk bei Wahlen und die Tektonik am Nordrand des Vogelsberges. — 2. Das tertiäre Quarzitlager im Lumdatal nördlich von Gießen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., Tl. 1, **89**: 310—319, 2 Abb.; Tl. 2, **89**: 320—330, 4 Abb., Taf. 18; Wiesbaden.  
Formen und Strukturen des Basaltes. Beobachtungen gelegentlich des Ausbruches des Kilauea auf Hawaii im November 1959. — Geol. u. Bauw., **26** (4): 258—272, 13 Abb.; Wien.

1963

Regentropfen, die an mein Fenster klopfen. — In: Zweckverb. Oberhess. Versorgungsbetriebe [Hrsg.]: Unter uns im ZOV (Werks-Ztg.), **1963** (4): 14—15, 1 Abb.; Friedberg/Hessen.

1964

Entwicklung und Zusammenbruch der Strukturen des Dauerfrostbodens. — In: 6th int. Congr. Quarternary rep. Warsaw 1961, (Periglac. sect.) **4**: 155—163; Lódz.  
Magnetometrische Messungen zur Feststellung von braunkohlenhöffigen Mulden in der Oberhessischen Senke. — In: Dt. Braunk. Ind. Ver. e.V. [Hrsg.]: Niederschr. Aussch. Hydrol., Geophys., Bohr., **10**: 4—5.  
Lavafontänen und Lavaergüsse des Kilauea Iki auf Hawaii. Aufnahmen der Eruptionen im November 1959. — Inst. wiss. Film, Film-Nr. W 687; Göttingen.  
Die geologischen Erscheinungen der Subfusion des Basaltes. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **46**: 31 S., 6 Abb., 2 Tab., 16 Taf., Wiesbaden.  
Tertiär, Vulkanismus und Tektonik im mittleren Hessen. 3. Basalt-Vulkanismus und Aquitan bei Allertshausen im Lumdatal nordöstlich von Gießen. — 4. Das Quartärprofil in den Braunkohletagebauen bei Berstadt und Weckesheim (Wetterau). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., Tl. 3, **92**: 223—249, 4 Abb., Taf. 13; Tl. 4, **92**: 270—274; Wiesbaden.

1965

Eine vergleichende Untersuchung über Bohrfortschritte bei Freifall-Meißelbohrungen und bei Bohrungen nach dem Lufthebeverfahren mit Rollenmeißel im Basalt. — Bohrtechn., Brunnenbau, Rohrleitungsbau, **16** (1): 6—9, 2 Abb.; Köln.  
Pleistozäne Eiskeil-Polygonnetze im Vogelsberg im Vergleich mit heutigen Vorformen in Alaska. — Natur u. Mus., **95** (1): 8—16, 9 Abb.; Frankfurt a. Main.

- Das Alter der Lateritdecken und Eisenerzlagerstätten im Vogelsberg. — *Erzmetall*, **18** (7): 352—353, 3 Abb.; Stuttgart.
- Die Ermittlung eines objektiven Verkrautungs- und Entkrautungs-faktors für die Flußläufe. — *Dt. gewässerkd. Mitt.*, **9** (5): 101—110, 6 Abb., 5 Tab.; Koblenz.
- Zur Entstehung der Stricklava. — *Geol. Mitt.*, **5** (3): 211—226, 14 Abb.; Aachen.
- Über die Brunnenergiebigkeit insbesondere in klüftigen Gesteinen. — *Bohrtechn., Brunnenbau, Rohrleitungsbau*, **16** (12): 474—477, 2 Abb.; Köln.
- Tuffe, Basalt und Laterit am Oele-Berg bei Großen-Buseck, Krs. Gießen. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **93**: 292—302, 3 Abb., Taf. 21; Wiesbaden.
- Das Zechsteinkonglomerat bei Stockheim/Wetterau. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **93**: 303—310, 5 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden. — [Zus. mit W. LANGSDORF].
1. Die Vergenz im gefalteten Gebirge und ihre Bedeutung für die Bautechnik. — 2. Der Zusammenbruch von Baugruben und Böschungen infolge Frosteinwirkung. — *Felsmech. u. Ing.-Geol., Beitr.* **1**, **3** (3/4): 83—92, 7 Abb.; *Beitr.* **2**, **3** (3/4): 103—122, 7 Abb.; Wien, New York.

## 1966

1. Origin of Ice-Wedges. — 2. Origin of String Bogs. — *Nat. Acad. Sci. — Nat. Research Council [eds.]: Permafrost Int. Conf. Proc. (Lafayette/Indiana 1963), Publ.* **1287**: 82—87, 3 Abb. [= *Beitr.* **1**]; 155—159, 7 Abb. [= *Beitr.* **2**]; Washington, D.C.
- Zur Entstehung der Strangmoore und Aapamoore der Arktis und Subarktis. — *Z. Geomorphol., (N.F.)* **10** (4): 345—368, 20 Abb.; Berlin.

## 1967

- Die Bestimmung des Gesetzes über den Wasserdurchfluß in Sanden — nach dem Originaltext von DARCY. — *Bohrtechn., Brunnenbau, Rohrleitungsbau*, **18** (2): 43—49, 7 Abb., 4 Tab.; Köln.
- DARCY: Die artesischen Brunnen; übersetzt nach dem Originaltext in „*Les Fontaines Publiques de la Ville de Dijon*“, Paris 1856 mit 3 Abb. — *Bohrtechn., Brunnenbau, Rohrleitungsbau*, **18** (5): 186—195, 3 Abb.; Köln.
- Zur Bestimmung des Gesetzes über den Wasserdurchfluß in Sanden von DARCY — Berichtigung und Stellungnahme. — *Bohrtechn., Brunnenbau, Rohrleitungsbau*, **18** (10): 373—375, 4 Abb., 1 Anl.; Köln.
- Die Ergiebigkeit artesischer Brunnen. — *Dt. gewässerkd. Mitt.*, **11** (5): 120—127, 15 Abb.; Koblenz.
- Zur Durchführung und Auswertung von Pumpversuchen. — *Bohrtechn., Brunnenbau, Rohrleitungsbau*, **18** (12): 442—446, 3 Abb., 1 Tab.; Köln.
- Fundamental Processes of Freezing und Thawing in Relation to the Development of Permafrost. — In: WRIGHT, H. E., JR., & OSBURN, W. H. [eds.]: *Arctic and Alpine Environments: XIII*, 229—236, 2 Abb., 1 Taf.

## 1968

- Über den Wasserhaushalt des basaltischen Paläovulkans Vogelsberg in Hessen. — *Steir. Beitr. Hydrogeol.*, **1968**: 23—50, 11 Abb.; Graz.
- Über die Magnetisierung der Tuffe und Paläosole im Paläovulkan des Vogelsberges. — *Z. Geophys.*, **34** (6): 567—598, 10 Abb., 10 Tab.; Würzburg.

## 1969

- Die Magnetisierung von Tuffen und Paläosolen. Stellungnahme zu den Bemerkungen von W. A. GOSE. — *Z. Geophys.*, **35**: 553—555; Würzburg.

## 1970

- Über die Brunnenergiebigkeit im Fels- und Lockergestein. — *Z. dt. geol. Ges.*, **119**: 443—455, 12 Abb.; Hannover.

1. Permafrost and frost structures in the subarctic area. — 2. On the string formation in the aapa moors and raised bogs of Finland. — In: UNESCO [eds.]: Ecology of the subarctic regions, (Helsinki Proc. Symp.), 155–159, 2 Tab. [= Beitr. 1]; 335–342, 2 Abb. [= Beitr. 2]; Paris.
- Zur Problematik der Deutung paläomagnetischer Meßergebnisse auf Grund von Untersuchungen an den Basalten des Paläovulkans Vogelsberg in Hessen. — *Z. Geophys.*, **36** (3): 359–385; Würzburg.
- Wasser und das Gesicht der Erde. — In: SCHRÖDER, B. [Hrsg.]: Wasser, 1. Aufl.: 61–128, 16 Abb., 3 Tab.; Frankfurt a. Main (Suhrkamp).
- Unsere Wasserschatzkammer — der Vogelsberg. — In: Zweckverb. Oberhess. Versorgungsbetriebe [Hrsg.]: *Z. Unser Oberhessen*, **61**: 8–10, 1 Taf.; Friedberg/Hessen.

## 1971

- Lebensgrundstoff Nr. 1. Land- und Waldwirtschaft verändern die Grundwasserbeschaffenheit. — In: Zweckverb. Oberhess. Versorgungsbetriebe [Hrsg.]: Unter uns im ZOV, (Werks-Ztg.), **1971** (98): 13–14, 1 Abb.; Friedberg/Hessen.

## 1972

- Hydroseismische Beobachtungen an Grundwasserbeobachtungsbrunnen im Festgestein und ihre hydrogeologische Bedeutung. — *Z. dt. geol. Ges.*, **123**: 15–27, 6 Abb.; Hannover. — [Zus. mit I. KRAUSS].
- Hydroseismische Beobachtungen an Grundwasserbeobachtungsbrunnen im Felsgestein. — *Gwf-Wasser/Abwasser*, **113** (12): 553–555, 3 Abb.; München. — [Zus. mit I. KRAUSS].
- Nachweis einer Veränderung des Chemismus einer Mineralquelle infolge bautechnischer Eingriffe in das Grundwasser. — In: *Int. Symp. Protect. Mineral Waters, Karlovy Vary 1972*: 259–269; Praha.
- Die Wirkung des Luftdruckes auf das Grundwasser. — *Nachr. dt. geol. Ges.*, **6**: 96–97, 1 Abb.; Hannover. — [Vortrag].
- Erdbeben wirken bis zum Vogelsberg. Grundwasserbeobachtungsbrunnen zeigen Naturkatastrophen an. — In: Zweckverb. Oberhess. Versorgungsbetriebe [Hrsg.]: Unter uns im ZOV (Werk-Z.): **1972** (2): 8 [= Tl. 1]; OVAG — unter uns (Werk-Z.): **1972** (3): 10–11, 6 Abb. [= Tl. 2]; Friedberg/Hessen.

## 1973

- Die Bestimmung des Faktors zur Eliminierung barometrisch bedingter Fluktuationen des Grundwasserspiegels. — *Z. Geophys.*, **39** (3): 471–489, 11 Abb.; Würzburg.

## 1974

- Die Fortsetzung des Rheingrabens durch Hessen. Ein Beitrag zur tektonischen Analyse der Riftsysteme. — In: *Approaches to Taphrogenesis (Inter-Union Comiss. Geodynamics sci. rep. 8)*, 286–302, 7 Abb.; Stuttgart (Schweizerbart).
- Petrologie und Kalium/Argon-Daten einiger Basalte aus der Bohrung 31, Rainrod I (Vogelsberg). — *Geol. Jb.*, **D 9**: 67–84, 6 Abb., 4 Tab.; Hannover. — [Zus. mit H. KREUZER, K. KUNZ, P. MÜLLER, unter Mitarb. von W. HARRE u. H. RASCHKA].
- Evaluacion des hidrograma de aguas subterranas. — In UNESCO (eds.): *Simposio Internacional sobre Hidrologia de Terrenos Volcanicos*: 92; Lanzarote/Canary Islands. — [Vortrag].

## 1975

- Zur Auswirkung seismisch und barometrisch bedingter Fluktuationen der Grundwasserspiegel für die hydrologische Praxis. — *Z. dt. geol. Ges.*, **126**: 212; Stuttgart. — [Vortragstitel].



Max Felke

## MAX TEIKE †

Wenige Monate vor Vollendung seines 82. Lebensjahres starb in Wiesbaden am 25. Mai 1976 Oberregierungsgeologe a. D. Dr. phil. nat. MAX TEIKE, bis zuletzt freiwilliger wissenschaftlicher Mitarbeiter des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung. Er kam am 4. September 1894 in Weißenburg/Unterelsaß als Sohn des Studienrates Professor HUGO TEIKE und seiner Ehefrau SOPHIE, geb. BREMER, zur Welt.

Mit der Reifeprüfung im Juni 1913 endete seine Schulzeit in Diedenhofen und Straßburg. Entsprechend seiner ausgesprochenen Liebe zur Natur und seiner Neigung zur Naturbeobachtung begann er im Wintersemester 1913/14 an der Universität in Straßburg mit dem Studium der Naturwissenschaften und Mathematik mit besonderer Betonung der Geologie, das nach dem Sommersemester 1914 jäh durch den Kriegsbeginn unterbrochen wurde.

MAX TEIKE rückte am 2. August 1914 bei der Infanterie (I.R. 126) ein und wurde bereits am 2. November 1914 vor Ypern schwer verwundet. Die Folgen dieser Verwundung — Verlust des linken Armes, starke Verletzung der rechten Hand — hat er, ständig voller Energie ühend, bemerkenswert schnell mit außerordentlichem körperlichem Geschick überwunden. So kam er noch bis zum 15. Februar 1917 als Meteorologe bei der Luftschiffertruppe zum Einsatz.

Nach seiner Entlassung als Unteroffizier der Reserve konnte er sein Studium zum Wintersemester 1917/18 zunächst in Straßburg wieder aufnehmen und nach dem Winter 1919 dann an der Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg bis Wintersemester 1920/21 fortsetzen. Am 4. Dezember 1920 bestand er in Karlsruhe bei dem Kultusministerium für das Land Baden das Staatsexamen für das höhere Lehramt. Den eigentlichen Studienabschluß bildete am 14. März 1921 die Promotion zum Dr. phil. nat. mit einer Doktorarbeit bei Geheimrat Prof. Dr. WILHEIM DEECKE, dem Ordinarius des geologischen Institutes, über „Die Molasse im nördlichen Linzgau und ihre Tektonik“.

MAX TEIKE war durch die schwere Kriegsbeschädigung an der Erfüllung seines Berufszieles, als kartierender Geologe bei der geologischen Landesaufnahme mitzuwirken, gehindert und übernahm vorerst Aufgaben bei der Industrie. So war er u. a. bei der von der Firma Anton Racky mit Nachdruck und Erfolg betriebenen Erkundung der Eisenerze von Salzgitter, bei der Untersuchung von Erdölvorkommen im Oberrheintal bei Bruchsal, von ungarischen Braunkohlen- sowie süddeutschen Eisenerzlagerstätten tätig. In dieser wirtschaftlich und politisch krisenreichen Zeit

der Inflation nach dem Weltkrieg 1914—18 konnte es sich jeweils nur um zeitlich begrenzte Aufträge handeln, da auch die Bergbaufirmen ohne finanziellen Spielraum keine risikobehafteten Untersuchungsarbeiten wagen konnten. Erst nach einer bescheidenen Wirtschaftskonsolidierung ab Sommer 1923 fand MAX TEIKE in Wasseralfingen im Bergbau der Schwäbischen Hüttenwerke GmbH, einem gemeinschaftlichen Unternehmen des Württembergischen Staates und der Gutehoffnungshütte AG, Oberhausen, einen festen Wirkungskreis. Bald erhielt er die Führung der Abteilung Erzgruben mit der Betriebsleitung der Eisenerzgruben in Wasseralfingen und Geislingen sowie der Aufschluß- und Untersuchungsarbeiten in den süddeutschen Doggererzen. Diese Tätigkeit entsprach seiner Begabung für Fragen der angewandten Geologie und seiner besonders glücklichen Hand im Umgang mit Belegschaften, Vorgesetzten und Behörden. In diese Zeit fiel auch seine Eheschließung am 4. April 1925 mit Fräulein ELISABETH RÖHRIG aus Freiburg. Aus der Ehe gingen drei Kinder — HILDEGARD, HELMUT, GUDRUN — hervor. — Den wenigen Jahren einer wirtschaftlichen Scheinblüte mit industriellem Aufschwung nach der überwundenen Inflation folgten leider dann ab 1930 im Zuge der Weltwirtschaftskrise vor allem in Deutschland Zeiten mit einer sich zunehmend verschlechternden, schließlich katastrophalen Wirtschaftslage. Bei dieser Entwicklung waren auch die Schwäbischen Hüttenwerke gezwungen, im Sommer 1932 ihre Grubenbetriebe stillzulegen und die Belegschaften zu entlassen. Auch MAX TEIKE wurde davon betroffen; als stellungsloser Privatgeologe war er auf gelegentliche kurzfristige Aufträge, z. B. für den badischen Staat, angewiesen. Am 1. Juni 1933 trat er dann bei der Badischen Geologischen Landesanstalt in Freiburg als Hilfsgeologe auf Probe in den Staatsdienst ein. Von Freiburg aus wurde er — mittlerweile ab 1. Juni 1934 wissenschaftlicher Hilfsarbeiter — bei der geologischen Landesaufnahme in Nordbaden im Gebiet Buchen/Oberschefflenz eingesetzt. Daneben leitete er staatliche Schürfkolonnen zur Untersuchung von Erzvorkommen im Schwarzwald. In diesen Jahren der verstärkten „Erforschung des Deutschen Bodens“ bei der Durchführung des Vierjahresplanes wurden die geologischen Dienste der Länder und die Dienststelle des Vierjahresplanes unter gemeinsamer Leitung in der Reichsstelle für Bodenforschung (ab 1. 4. 1939, später ab 12. 12. 1941 Reichsamt) in Berlin zusammengefaßt, wobei die früheren Landesanstalten als Zweigstellen bestehen blieben. MAX TEIKE wurde damals ab 21. Juni 1939 von Freiburg nach Berlin versetzt — inzwischen ab 8. 10. 1938 zum außerplanmäßigen Landesgeologen ernannt —, um hier gerade wegen seiner langjährigen Erfahrung als Lagerstätten- und Betriebsgeologe im Bergbau bei der Untersuchung und Begutachtung von Erzvorkommen vor allem in Süd- und Westdeutschland mitzuwirken. Diese Aufgabe, verbunden mit anstrengendem Außendienst, bei der Betreuung von Aufschluß- und Untersuchungsvorhaben z. B. in den Blei-Zinkerzgängen im Hunsrück, hat er — seit 1. 3. 1940 Bezirksgeologe — von Berlin aus wahrgenommen. Die Arbeiten — im Kriegsverlauf mehr und mehr erschwert — kamen 1945 durch das Kriegsende zum Erliegen, eine weitere Betätigung in Berlin wurde unmöglich. MAX TEIKE, den auch persönlich die Kriegereignisse durch zweimaligen, totalen Fliegerschaden mit anschließender Evakuierung seiner Familie nach Gammesfeld bei Crailsheim in Württemberg hart getroffen hatten, war zu einem Neubeginn gezwungen. Nach einer Zwischenzeit als freiberuf-

licher Geologe ging er zum 26. 1. 1946 als Angestellter zu der damaligen Arbeitsstelle Marburg des Amtes für Bodenforschung in Oberscheld (Dillkreis), die am 26. 6. 1946 in dem neu entstandenen Hessischen Landesamt für Bodenforschung aufging. Am 1. 9. 1949 wurde er als Bezirksgeologe wieder in das Beamtenverhältnis übernommen und am 1. 9. 1954 zum Regierungsgeologen (dem späteren Oberregierungsgeologen entsprechend) ernannt. Bis zum Ende seiner Dienstzeit am 30. 9. 1959 hat er zunächst von Oberscheld, später dann von Wiesbaden aus lagerstättengeologische Begutachtungen durchgeführt und außerdem überwiegend im Bereich des Wasserwirtschaftsamtes Dillenburg hydrogeologische Fragen auf dem Gebiet der Wasserbeschaffung, des Wasserschutzes und der Talsperrengeologie bearbeitet.

Über 700 Gutachten, Stellungnahmen, Abschnitte zu wasserwirtschaftlichen Rahmenplänen, Kreisbeschreibungen u. dgl. im Archiv des Landesamtes stammen aus seiner Feder. Besonders ist hier seine Mitwirkung u. a. im Hessischen Versenklaugenausschuß und im Fachnormenausschuß Wasserwesen des Deutschen Normenausschusses (Unterausschuß 2 „Versenkung“ im Arbeitsausschuß „Kaliabwässer“ der Arbeitsgruppe V „Abwasser“) zu erwähnen. Die Tätigkeit im Hessischen Versenklaugenausschuß hat er als freiwilliger wissenschaftlicher Mitarbeiter des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung auch während seines Ruhestandes bis 1968, die im Unterausschuß „Versenkung“ noch bis kurz vor seinem Tode wahrgenommen.

Im Lagerstättenausschuß, zu dessen Gründungsmitgliedern im Jahr 1948 er zählte, war er auch nach seinem Ausscheiden aus dem Dienst vor allem noch an koordinierenden Arbeiten für die Pb-Zn-Monographie beteiligt. Außerdem hat er hier als Hauptautor die 1968 zu Ehren des ausscheidenden langjährigen Ausschußleiters, Professor Dr. WILHELM AHRENS, herausgegebene „Kleine Chronik des Lagerstättenausschusses der Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute“ bearbeitet. Daneben war er viele Jahre Mitglied verschiedener geologischer und naturwissenschaftlicher Vereinigungen.

MAX TEIKE war nicht für langen Aufenthalt am Schreibtisch geschaffen; außer den notwendigen Berichten, Gutachten u. a., die sich nun einmal aus der beruflichen Routinetätigkeit ergeben, ist die Reihe seiner Veröffentlichungen kurz. Er war ein Mann für den Außendienst. Dabei war es bewundernswert, wie er mit Geschick die körperliche Behinderung infolge seiner Kriegsbeschädigung überspielte und vollkommen gleichwertig im Gelände und bei zahlreichen Grubenfahrten mithalten konnte, um dann daneben für geologische Beobachtungen, Beurteilungen, Diskussionen oder Ratschläge bereit zu sein. Im Umgang mit Vertretern privatwirtschaftlicher, staatlicher oder kommunaler Belange, ob Firmen- und Behördenleiter oder Bürgermeister und Mitarbeiter, kam ihm neben dem umfangreichen Erfahrungsschatz seines beruflichen Wirkens seine unbedingt zuverlässige, aber verbindliche Wesensart gepaart mit Mutterwitz zu Gute. Damit gelang es ihm fast immer in geduldigen und geschickten Verhandlungen, widersprüchliche Ansichten der verschiedenen Gesprächspartner einander anzugleichen und ohne übertriebenes Theoretisieren eine für alle Beteiligten befriedigende Lösung zu finden. Nach solchen schwierigen Sitzungen oder aber bei anderen Gelegenheiten, etwa bei Tagungen, im Kollegen-

kreis kam sein breites Wissen auch außerhalb der Geologie im ernsten, nicht fachgebundenen Gespräch ebenso zur Geltung wie seine Frohnatur bei unbeschwerter Plauderei. Mit kurzweiligen, geistvollen Anekdoten, besonders aus dem alemannisch-schweizerischen Sprachraum, verstand er es, eine Gesellschaft zu fesseln.

Sein langjähriger Ruhestand war zunächst noch erfüllt von beruflicher Arbeit und leitete dann über in geruhsamere Tätigkeit für Freunde, Kollegen und Nachbarn. Erst seine letzten Jahre, vor allem die letzten Monate waren mehr und mehr überschattet von zunehmender Krankheit, gelindert in aufopfernder Fürsorge und Pflege durch seine Familie.

MAX TEIKE werden wir in Erinnerung behalten als liebenswerten Kollegen, der ohne Intrigen und Gegnerschaften seinen Weg ging, die ihm gestellte Aufgabe erfüllte und eine eigenständige Persönlichkeit voll warmherzigen Gefühls für Mitmenschen und Freunde blieb.

HANS-JOACHIM LIPPERT

### Veröffentlichungen

von MAX TEIKE

- TEIKE, M. (1921): Die Molasse im nördlichen Linzgau und ihre Tektonik. — Diss., 39 S., 2 Kt.; Freiburg i. Br.
- (1923): Die Molasse im badisch-württembergischen Grenzgebiet südlich von Sigmaringen. — Mitt. bad. geol.-L.-Anst., **9**: 407—426; Heidelberg.
- (1928): Was muß der Praktiker von einem Formsand verlangen? — Gießerei, **15**: 952—954; Düsseldorf.
- & GÜNZBURGER, O. (1933): Geologische Spezialkarte von Baden 1:25 000, Bl. 17 Buchen; Freiburg i. Br.
- & HASEMANN, W. (1937): Geologische Spezialkarte von Baden 1:25 000. Erläuterungen. Bl. 17/26 Buchen-Oberschefflenz, 50 S.; Freiburg i. Br.
- (1942): Die Eisenerze von Gutmadingen. — Z. prakt. Geol., **49** (1941): 63—68, 7 Abb.; Halle (Saale).
- (1944): Über durch Schubklüftung verursachte Stauchung und Aufblähung von Schiefen und eine daran geknüpfte Erzlagerstätte bei Altlay (Hunsrück). — Jb. R.-Amt Bodenforsch., **63**: 413—423, 6 Abb.; Berlin.
- (1951): Der Einfluß der Trockenjahre auf den Grundwasserhaushalt im Bergbau. — Z. dt. geol. Ges., **102** (1950): 164; Hannover.
- (1951): Geologische Verhältnisse im Niederschlagsgebiet der Lahn. — Generalplan des Lahnverbandes: 22—24; Wiesbaden, Dillenburg.
- (1952): Geologische Beobachtungen beim Bau und Betrieb der Krombachsperre bei Mademühlen (Dillkreis). — Z. dt. geol. Ges., **103** (1951): 146—147; Hannover.
- (1953): Das Eisenerzvorkommen der Grube Christiane bei Adorf im Vergleich zu den Eisenerzen im Lahn-Dill-Gebiet. — Z. dt. geol. Ges., **104** (1952): 287; Hannover.
- (1954): Die Bodenschätze des Lahn-Dill-Gebietes und ihre Bedeutung für die heimische Industrie. — Z. dt. geol. Ges., **105** (1953): 149—150; Hannover.
- (1954): Der Kreis Wetzlar (Geologie, Hydrologie und Bodenschätze). — Heimatkalender Kr. Wetzlar 1955: 18—25; Wetzlar.
- (1956): Schichtenverzeichnis der Bohrung Weyer 1 bei Weyer im Oberlahnkreis (Lahnmulde, Hessen). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**: 107—144; Wiesbaden.
- (1957): 10 Jahre Hessisches Landesamt für Bodenforschung. IVb. Erz- und Buntmetall-Lagerstätten. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **85**: 474—475; Wiesbaden.
- (1957): Die Sedimentschichtfolge. Devon, Oberdevon. — Hydrogeol. Übers.-Kt 1:500 000, Erl. Bl. Frankfurt: 18; Remagen.

- (1957): Die paläozoischen Gesteine des Rheinischen Schiefergebirges. Devon, Mitteldevon. — Hydrogeol. Übers.-Kt. 1:500000, Erl. Bl. Frankfurt: 34–36, 2 Tab.; Remagen.
- (1957): Die paläozoischen Gesteine des Rheinischen Schiefergebirges. Devon, Oberdevon. — Hydrogeol. Übers.-Kt. 1:500000, Erl. Bl. Frankfurt: 36–38, 2 Tab.; Remagen.
- (1957): Die paläozoischen Gesteine des Rheinischen Schiefergebirges. Karbon, Unterkarbon (Kulm). — Hydrogeol. Übers.-Kt. 1:500000, Erl. Bl. Frankfurt: 38–40, 1 Tab., Remagen.
- & TOBIEN, H. (1950): Über Säugerreste aus der Braunkohlengrube „Glückauf-Phönix“ bei Breitscheid/Westerwald. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI), 1: 112–119; Wiesbaden.
- in LIPPERT, H.-J., & TEIKE, M. (1952): Die Eisenerze Hessens in „Die Eisenerz-Lagerstätten Deutschlands“. XIX<sup>e</sup> Congrès Géologique International. Symposiun sur les Gisements de Fer in Monde. II: 13–15; Alger.
- & UDLUFT, H. (1957): Die Sedimentschichtfolge. Devon, Mitteldevon. — Hydrogeol. Übers.-Kt. 1:500000, Erl. Bl. Frankfurt: 17–18; Remagen.
- in LIPPERT, H.-J., HENTSCHEL, H., & TEIKE, M. (1959): Exkursionsbericht zur Tagung des Naturhistorischen Vereins Dillenburg 28.–31. 5. 1958 (Geologischer Bericht). — Decheniana, 111: 199–206; Bonn.



*Ralph Wendell*

## RALPH WENDLER †

Am 19. Juli 1976 verstarb Diplomingeologe RALPH WENDLER, Geologieoberrat im Hessischen Landesamt für Bodenforschung. RALPH WENDLER, geboren am 12. März 1933 in Leipzig, studierte von 1951–1955 Geologie und Geophysik in Jena, Halle und Leipzig. Er war von 1956–1958 beim VEB Geophysik in Leipzig, vom 1. August 1958–31. Dezember 1961 beim Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung und bei der damaligen Bundesanstalt für Bodenforschung als Geophysiker tätig. Seit dem 1. Januar 1962 gehörte er dem Hessischen Landesamt für Bodenforschung an.

Auf seinen ausdrücklichen Wunsch hin erscheint hier keine ausführliche Würdigung.

MANFRED HORN

### Veröffentlichungen von RALPH WENDLER

- LAUTERBACH, R., & MICHAEL, J., & WENDLER, R. (1956): Studien zur petromagnetischen Substanz- und Strukturanalyse. — *Wiss. Z. Karl-Marx-Univ., Leipzig, math.-nat. R.*, **5** (4): 415–420, 8 Abb.; Leipzig.
- WENDLER, R. (1956): Zur Frage der Quarzkornregelung von Psammiten. — *Wiss. Z. Karl-Marx-Univ., Leipzig, math.-nat. R.*, **5** (4): 421–426, 9 Abb.; Leipzig.
- (1956): Geologische und petrographische Deutung der Ergebnisse mikromagnetischer Messungen über Sedimentgesteinen. — *Wiss. Z. Karl-Marx-Univ., Leipzig, math.-nat. R.*, **5** (4): 523–530, 10 Abb.; Leipzig.
- (1961): Beziehungen zwischen Fluidaltexturen und der magnetischen Anisotropie der Gesteine. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **89**: 420–437, 14 Abb.; Wiesbaden.
- (1961): Petrophysikalische Untersuchungen mit Kernemulsionen. Die Methodik und ihre Anwendung. — *Geol. Jb.*, **79**: 61–92, 11 Abb., 7 Tab.; Hannover.
- KUTSCHER, F., & WENDLER, R. (1963): Geophysikalische Daten und Meßergebnisse auf Blatt Queck. — *Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 5223 Queck*: 301–309, 4 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- (1965): Geophysikalische Daten und Meßergebnisse auf Blatt Schlitz. — *Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 5323 Schlitz*: 230–237, 2 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- HORN, M., & WENDLER, R. (1965): Zur Anlage eines Fein-Nivellement-Netzes in Nordhessen im Raume westlich Kassel. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **93**: 322 bis 327, 3 Abb.; Wiesbaden.
- KUTSCHER, F., & WENDLER, R. (1966): Geophysikalische Daten und Meßergebnisse auf Blatt Wolfhagen. — *Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 4621 Wolfhagen*: 198–215, 10 Abb.; Wiesbaden.
- WENDLER, R. (1966): Geophysik als Hilfsmittel geologischer Kartierung. 1. Methodik. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **94**: 338–367, 15 Abb., 2 Taf.; Wiesbaden.
- (1967): Geophysikalische Daten und Meßergebnisse auf Blatt Bad Hersfeld. — *Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 5124 Bad Hersfeld*: 230–236, 2 Abb.; Wiesbaden.

- (1967): Geophysikalische Daten und Meßergebnisse auf Blatt Eiterfeld. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5224 Eiterfeld: 170—178, 4 Abb., 1 Taf.; Wiesbaden.
- (1968): Geophysikalische Daten und Meßergebnisse auf Blatt Presberg. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5913 Presberg: 142—149, 6 Abb.; Wiesbaden.
- (1968): Geophysikalische Daten und Meßergebnisse auf Blatt Grebenau. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5222 Grebenau: 178—181, 2 Abb.; Wiesbaden.
- (1968): Geophysikalische Daten und Meßergebnisse auf Blatt Hünfeld. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5324 Hünfeld: 103—110, 4 Abb.; Wiesbaden.
- (1968): Geophysikalische Daten und Meßergebnisse auf Blatt Korbach. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4719 Korbach: 154—157, 2 Abb.; Wiesbaden.
- (1968): Die magnetischen Strukturen im östlichen Hessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **96**: 290—299, 2 Abb., 2 Taf.; Wiesbaden.
- (1968): Geophysik als Hilfsmittel geologischer Kartierung. — 3. Geophysikalische Arbeiten bei der Kartierung größerer Basaltgebiete. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **96**: 324—340, 6 Abb., 2 Taf.; Wiesbaden.
- HORN, M., & WENDLER, R. (1968): Geophysik als Hilfsmittel geologischer Kartierung. 2. Geologisch-geophysikalische Untersuchungen im Naumburger Graben. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **96**: 300—323, 8 Abb., 1 Taf.; Wiesbaden.
- WENDLER, R. (1969): Geophysikalische Daten und Meßergebnisse auf Blatt Hochheim. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5916 Hochheim: 162—164, 1 Abb.; Wiesbaden.
- (1969): Geophysikalische Daten und Meßergebnisse auf Blatt Waldeck. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4720 Waldeck: 199—204, 2 Abb.; Wiesbaden.
- (1970): Geophysikalische Daten und Meßergebnisse auf Blatt Dillenburg. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5215 Dillenburg: 466—476, 5 Abb.; Wiesbaden.
- (1970): Geophysikalische Daten und Meßergebnisse auf Blatt Neuhof. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5523 Neuhof: 199—206, 3 Abb.; Wiesbaden.
- (1971): Geophysikalische Daten und Meßergebnisse auf Blatt Schlüchtern. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5623 Schlüchtern: 200—209, 5 Abb.; Wiesbaden.
- (1971): Geophysikalische Daten und Meßergebnisse auf Blatt Naumburg. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4721 Naumburg: 201—216, 8 Abb.; Wiesbaden.
- (1971): Die magnetischen Strukturen im südlichen Hessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **99**: 373—382, 2 Abb., 2 Taf.; Wiesbaden.
- (1971): Regionale geophysikalische Untersuchungen. — Erl. geol. Kt. Bayern 1:25 000, Bl. 6020 Aschaffenburg: 211—216, 3 Abb.; München.
- (1972): Geophysik.-Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 6217 Zwingenberg a.d. Bergstraße: 228—238, 5 Abb.; Wiesbaden.
- (1973): Geophysik.-Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4820 Bad Wildungen: 318—330, 7 Abb.; Wiesbaden.
- (1974): Geophysik.-Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5024 Rotenburg a.d. Fulda: 119—133, 9 Abb.; Wiesbaden.
- (1974): Geophysik.-Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 6016 Groß-Gerau: 79—86, 4 Abb.; Wiesbaden.
- (1975): Geophysik.-Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5225 Geisa: 163—170, 5 Abb.; Wiesbaden.
- (1975): Geophysik.-Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4823 Melsungen: 157—164, 5 Abb., 1 Taf.; Wiesbaden.
- (1975): Geophysik.-Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5319 Londorf: 94—103, 2 Abb.; Wiesbaden.
- (1976): Geophysik.-Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5417 Wetzlar: 62—65, 2 Abb.; Wiesbaden.
- (1976): Geophysik.-Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4620 Arolsen: 132—145, 9 Abb.; Wiesbaden.

## Hessisches Geologisches Schrifttum 1976

mit Nachträgen aus den Jahren 1969—1975

Bearbeitet von

ANNELIES HERZBERG\*

### Nachtrag aus dem Jahre 1969

EICHHORN, W. (1969): Die flußbaulichen Unterhaltungsarbeiten an Fulda und Werra im Bezirk des Wasser- und Schifffahrtsamtes Kassel. — *Weser*, **43** (7): 78—79; Bremen. Internationale Kommission zum Schutze des Rheins gegen Verunreinigungen. Zahlentafeln der physikalisch-chemischen Untersuchungen des Rheins sowie der Mosel 1968. Koblenz 1969.

### Nachtrag aus dem Jahre 1970

FRESENIUS, W., DICK, W., & MÜLLER, W. (1970): Bad Nauheim (Hessen). Auszüge aus den „Großen und kleinen Heilwasseranalysen“. — Heilbad u. Kurort, **22**, 7 S.; Gütersloh.

### Nachtrag aus dem Jahre 1971

ANT, H. (1971): Verschmutzung der Fließgewässer und ihre Folgen — am Beispiel der Lippe und des Rheins. — *Belastete Landschaft — Gefährdete Umwelt*: 35—50, 2 Abb.; München (Goldmann).

ECKOLDT, M. (1971): 200 Jahre Wasserstandsbeobachtung am Rhein. — *Beitr. Rheink.*, (2) **23**: 15—24, 3 Abb.; Koblenz.

EMTER, D. (1971): Ergebnisse seismischer Untersuchungen der Erdkruste und des obersten Erdmantels in Südwestdeutschland. — *Diss.*; Stuttgart.

JENS, G. (1971): Fische und Fischerei des Rheins. — *Beitr. Rheink.*, (2) **23**: 8—14, 3 Abb.; Koblenz.

KÖLLE, W., DORTH, K., SMIRICZ, G., & SONTHEIMER, H. (1971): Aspekte der Belastung des Rheins mit Schwermetallen. — *Vom Wasser*, **38**: 183—196, 10 Abb., 2 Tab.; Weinheim a.d.B.

Internationale Kommission zum Schutze des Rheins gegen Verunreinigungen. Zahlentafeln der physikalisch-chemischen Untersuchungen des Rheins sowie der Mosel. 29 S.; Koblenz 1971.

Wasserwerke fordern verstärkte Maßnahmen zur Reinhaltung des Rheins. — *Korrespondenz Abwasser*, **18** (5): 86—87; Bonn 1971.

---

\* Dr. A. HERZBERG, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden.

## Nachtrag aus dem Jahre 1972

- KRUEGER, H. (1972): Zur Geologie und Hydrogeologie des Lauterbacher Grabens bei Angersbach (zwischen Vogelsberg und Rhön). — Lauterbacher Sammlungen, **55**: 1—92, 24 Abb., 20 Tab., 2 Kt., 10 Beil.; Lauterbach.

## Nachtrag aus dem Jahre 1973

- BACKHAUS, E. (1973): Die vererzten Buntsandsteinproben aus dem Römerkastell Hesselbach am Odenwaldlimes. — Limesforschungen, **12**: 148—152; 5 Beil.
- BAHLO, E. (1973): Ein Schädelrest von *Equus mosbachensis* v. REICHENAU 1903 aus den Mosbacher Sanden (Mittelpleistozän) des Steinbruchs Dyckerhoff bei Wiesbaden. — Jber. wetterau. Ges. Naturk., **123—124**: 81—86, 2 Abb.; Hanau.
- BECKER, K.-W., & MEYER, B. (1973): Abbau, natürliche Boden-Inkorporation und Ertragswirkungen von Ernte-Rückstands-Decken (Stroh, Rübenblatt) auf Ackerparabraunerden aus Löß. — Göttinger bodenk. Ber., **26**: 1—38, 12 Tab.; Göttingen. [Versuchsanlage Grebenstein (Kreis Hofgeismar)]
- BLUME, H. P., et al. (1973): Litho- und Pedogenese bei Hanglagen des Sandstein-Odenwaldes. — Z. Pflanzenern. Bodenk., **136** (2): 129—140, 6 Abb., 2 Tab.; Weinheim a.d.B.
- BREHM, J. (1973): Hydrologische und chemische Übersichtsuntersuchungen an den Fließgewässern des Schlitzerlandes. I. Quellentemperaturen. — Beitr. Naturk. Osthessen, **5/6**: 121—139, 3 Abb., 6 Tab.; Fulda.
- DEISINGER, H. (1973): Einige Zeolithe aus dem Roßbergbasalt von Roßdorf bei Darmstadt. — Aufschluß, **24**: 443—446; Göttingen.
- DOEBL, F., & SONNE, V. (1973): Mikrofauna und -flora des Unteren Meeressandes (Rupel). 1. Sandgrube am Steigerberg bei Wendelsheim (Mainzer Becken), a. Aufschluß und Fossilinhalt. — Mainzer geowiss. Mitt., **2**: 27—33, 1 Abb.; Mainz.
- ERNST, E., & KLINGSPORN, H. (1973): Hessen in Karte und Luftbild, Tl. 2, Hrsg. Hess. L.-Verm.-Amt, 196 S.; Berlin (Velhagen & Klasing u. Herm. Schroedel GmbH & Co. KG).
- FETTEL, M. (1973): Mineralvorkommen bei Mackenheim im Odenwald. — Aufschluß, **24**: 474—480; Göttingen.
- (1973): Vorkommen von Scheelit und Molybdänglanz im Odenwald. — Aufschluß, **24**: 357—358; Göttingen.
- KEIWANLUNEJAD, E. (1973): Tektonischer Bau und Grundwasserführung im nördlichen Hochspessart. — Diss.; Frankfurt a.M.
- MATHEIS, G. (1973): Geochemische und petrographische Untersuchungen im Migmatitzug nordöstlich Gadernheim/Odenwald. — Diss.; München.
- MEHL, J. (1973): Der Zechstein im Kinzigtal und in der östlichen Wetterau — Erläuterungen und Ergänzungen zur Exkursion vom 3. 10. 1971. — Jber. wetterau. Ges. Naturk., **123—124**: 113—120; Hanau.
- SCHÄFER, F. (1973): Alrhein-Verbund am nördlichen Oberrhein. — Cour. Forschungsinst. Senckenberg, **7**, 63 S., 18 Abb.; Frankfurt a.M.
- SCHIEFFER, R. (1973): Die derzeitigen Fundmöglichkeiten von Mineralien in den wichtigsten Basaltbrüchen von Nordhessen und Südniedersachsen. — Aufschluß, **24**: 495—499; Göttingen.
- SONNE, V. (1973), mit Beitr. v. WEILER, H.: Ein Profil im Grenzbereich Schleichsand/Cyrenen-Mergel in Rheinhessen (Tertiär, Mainzer-Becken) — Vorläufige Mitteilung. — Mainzer geowiss. Mitt., **2**: 105—114, 12 Abb.; Mainz.
- TOBIEN, H. (1973): The Structure of the Mastodont Molar (Proboscidea, Mammalia), Part 1: The Bunodont Pattern. — Mainzer geowiss. Mitt., **2**: 115—147, 21 Abb.; Mainz. [Funde auch aus Hessen]
- WERNER, P. (1973): Der Taunus und seine Mineralien. — Aufschluß, **24**: 413—422; Göttingen.

## Nachtrag aus dem Jahre 1974

- ABRAHAM, K. H., BARTH, S., BRAEUTIGAM, F., HERETH, A., MUELLER-SALZBURG, L., & PAHL, A. (1974): Vergleich von Statik, Spannungsoptik und Messungen beim Bau der Kaverne Waldeck 2. — *Rock. Mech. Suppl.*, **3**: 143—166, 21 Abb.
- BRAUN, E. (1974): Die Goldlagerstätte des Eisenbergs bei Korbach. — *Glückauf*, **110** (8): 286—289, 2 Abb.; Essen.
- BREHM, J. (1974): Hydrologische und chemische Übersichtsuntersuchungen an den Fließgewässern des Schlitzerlandes. II. Elektrolyte in Quellwässern. — *Beitr. Naturk. Osthessen*, **7/8**: 78—93, 3 Abb., 3 Tab.; Fulda.
- BREYER, F. (1974): Die Entstehungsgeschichte des Südteils des Rheingrabens nach reflexionsseismischen Messungen, geologischen Kartierungen und Tiefbohrungen. — *Geol. Jb.*, **A 25**: 3—64, 8 Abb., 5 Tab.; Hannover. [Oberrheintal]
- EDEL, J. B. (1974): Dominating Trends of the Anomalies of the Gravity and Magnetic Fields in NE France and SW Germany. — *J. Geophys.*, **40**: 781—783, 1 Abb.; Berlin-Heidelberg-New York.
- GOTTHARDT, R. (1974): Massenkalkvorkommen des Rheinischen Schiefergebirges, ihr geologischer Bau, ihr Abbau und ihre Verwendung in der Steine- und Erden-Industrie. — *Schr. Ges. dt. Metallhütten- u. Bergleute*, **25**: 7—30, 7 Abb.
- GRUMBT, E. (1974): Sedimentgefüge im Buntsandstein Südwest- und Südthüringens (ein Beitrag zur Untersuchung von Rotsedimenten). — *Schr.-R. geol. Wiss.*, **1**: 1—205, 80 Abb., 18 Tab., 15 Taf.; Berlin.
- HAENEL, R. (1974): Heat Flow Measurements in Northern Italy and Heat Flow Maps of Europe. — *J. Geophys.*, **40**: 367—380, 5 Abb., 2 Tab.; Berlin-Heidelberg-New York.
- KREUZER, H., KUNZ, K., MÜLLER, P., & SCHENK, E., unter Mitarbeit von HARRE, W., & RASCHKA, H. (1974): Petrologie und Kalium/Argon-Daten einiger Basalte aus der Bohrung 31, Rainrod I (Vogelsberg). — *Geol. Jb.*, **D 9**: 67—84, 6 Abb., 4 Tab.; Hannover.
- LEHMANN, E. (1974): Keratophyres, so-called keratophyres and allied rocks, especially spillites. — *N. Jb. Mineral., Abh.*, **122** (3): 268—290, 9 Abb., 4 Tab.; Stuttgart. [Hinweise auf Hessen]
- NEMETH, K., & HARRACH, T. (1974): Interpretation der chemischen Bodenuntersuchung bei Lößböden verschiedenen Erosionsgrades. — *Landwirtsch. Forsch., Sonderh.*, **26** (30): 131—137, 8 Abb., 35 Analys.; Frankfurt a.M. [Hess. Senke, Oberrheintal]
- PUTHZ, V. (1974): Bibliographie der Arbeiten aus der Limnologischen Fluß-Station des Max-Planck-Instituts für Limnologie Schlitz, Hessen. — *Beitr. Naturk. Osthessen*, **7/8**: 121—144, Fulda.
- QUITZOW, W. (1974): Das Rheintal und seine Entstehung. Bestandsaufnahme und Versuch einer Synthese. — *Centenaire de la Société Géologique de Belgique l'évolution quaternaire des bassins fluviaux de la mer du nord méridionale*: 55—104, 4 Abb., 2 Tab.; Liège.
- SCHUBUTH, H. (1974): Beziehungen zwischen Grundwasserabfluß und tektonischem Bau im Buntsandstein des Mainvierecks zwischen Lohr und Aschaffenburg im Spessart. — *Diss.*; Frankfurt a.M.
- VOEMEL, A. (1974): Der Nährstoffumsatz in Boden und Pflanze aufgrund von Lysimeterversuchen. — *Fortschr. Acker- u. Pflanzenbau*, **3**: 1—94, 12 Abb., 57 Tab. [Hessen]
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch. Rheingebiet (einschließlich Anteile von Maas u. Vechte). Abflußjahr 1969. 263 S., 5 Kt., Mainz (L.-Amt Gewässerk. Rheinland-Pfalz) 1974.

## Nachtrag aus dem Jahre 1975

- ABRAHAM, K., & SCHREYER, W. (1975): Minerals of the Viridine Hornfels from Darmstadt, Germany. — *Contrib. Mineral. Petrol.*, **49**: 1—20, 7 Abb., 8 Tab.; Berlin-Heidelberg-New York.

- AHORNER, L., & ROSENHAUER, W. (1975): Probability Distribution of Earthquake Accelerations with Applications to Sites in the Northern Rhine Area, Central Europe. — *J. Geophys.*, **41**: 581—594, 9 Abb.; Berlin-Heidelberg-New York.
- ALBERTI, H. (1975): Neue Trilobiten (*Waribole*) aus dem Ober-Devon IV—V (Nord-Afrika und Mittel-Europa) — Beitrag 4 — nebst Revision einiger Typus-Spezies der Proetidae SALTER, 1864, aus dem Ober-Devon II—V. — *N. Jb. Geol. Paläontol., Abh.*, **150** (2): 207—226, 2 Abb., 6 Tab.; Stuttgart.
- BANDEL, K., & MEYER, D. E. (1975): Algenriffkalke, allochthone Riffblöcke und autochthone Beckenkalke im Südtteil der Rheinischen Eugeosynklinale. — *Mainzer geowiss. Mitt.*, **4**: 5—65, 7 Abb., 10 Taf.; Mainz.
- BECKER, K.-W. (1975): Einfluß von N-Düngerform und -Menge sowie Rotation auf den Ca-Sättigungszustand von Lößparabraunerden in N-Düngungs-Langzeitversuchen. — *Mitt. dt. bodenk. Ges.*, **22**: 395—398, 1 Tab.; Göttingen. [Standort Dörnhausen b. Kassel]
- BEST, G. (1975): Feinstratigraphie der Hydrobien-Schichten (Untermiozän, Mainzer Becken). — *Mainzer geowiss. Mitt.*, **4**: 75—138, 18 Abb., 4 Tab., 5 Taf.; Mainz.
- BIBUS, E. (1975): Eigenschaften tertiärer Flächen in der Umrahmung der nördlichen Wetterau (Taunus- und Vogelsbergtrand). — *Z. Geomorph., NF Suppl.-Bd.* **23**: 49—61, 6 Abb.; Berlin-Stuttgart.
- BORNHARDT, J. F. (1975): Neue Fossilfunde aus der Grube Messel und ihre Präparation. — *Aufschluß*, **26** (12): 453—473, 19 Abb.; Heidelberg.
- BOY, J. A. (1975): Über fossile Mundwinkelzähne von Haifischen. — *N. Jb. Geol. Paläontol., Abh.*, **150** (3): 294—313, 7 Abb.; Stuttgart. [Mainzer Becken]
- BREHM, J. (1975): Hydrologische und chemische Übersichtsuntersuchungen an den Fließgewässern des Schlitzlerlandes. III. Die Fulda. — *Beitr. Naturk. Osthessen*, **9/10**: 37—80, 10 Abb., 13 Tab.; Fulda.
- BRUNNACKER, K. (1975): Der stratigraphische Hintergrund von Klimaentwicklung und Morphogenese ab dem höheren Pliozän im westlichen Mitteleuropa. — *Z. Geomorph., NF Suppl.-Bd.* **23**: 82—106, 5 Abb., 1 Tab.; Berlin-Stuttgart. [Wetterau]
- CARLÉ, W. (1975): Die Mineral- und Thermalwässer von Mitteleuropa. *Geologie, Chemismus, Genese*. — XXIV + 643 S., 14 Abb., 1402 Tab., 15 Kt.; Stuttgart (Wiss. Verlagsgesellschaft).
- DIES, K. (1975): Physikalische Betrachtungen an einem Pseudo-Geröllartefakt. — *Quartär*, **26**: 147—157, 2 Abb., 4 Tab., 2 Taf.; Bonn. [TK 25 Bl. 5518 Butzbach]
- DIVER, B. B. VAN (1975): Orbicular gabbro from Reichenbach in the Bergsträßer Odenwald, Germany. — *N. Jb. Mineral., Abh.*, **125** (1): 1—26, 19 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- DOEBL, F., & SONNE, V. (1975): Mikrofauna und -flora des Unteren Meeressandes (Rupel). 1. Sandgrube am Steigerberg bei Wendelsheim (Mainzer Becken), c. Ostracoden. — *Mainzer geowiss. Mitt.*, **4**: 139—157, 1 Tab., 3 Taf.; Mainz.
- ECKERT, H. U. (1975): Aufbau der integrierten Datei Baugrund bei der Hessischen Landesverwaltung. — *Nachr. dt. geol. Ges.*, **13**: 10—11; Hannover.
- EIGENFELD, R. (1975): Beziehungen des Granitgneis-Gerölls aus der Oberkreide von Soest/Westfalen zu Kulmkonglomeraten des Kellerwaldes und ihre Ableitung von der Mitteldeutschen Schwelle. — *Nachr. dt. geol. Ges.*, **13**: 11—14, 1 Abb.; Hannover.
- ELLENBERG, J. (1975): Schwermineralverteilung, Sedimentation und Stratigraphie im Quartär der mittleren Werra. — *Z. geol. Wiss.*, **3** (11): 1389—1404, 13 Abb., 1 Tab.; Berlin.
- FRANZEN, J. L. (1975): Die paläontologische Bedeutung der ehemaligen Ölschiefergrube Messel und Möglichkeiten zur Erhaltung eines Teiles des Fundgebietes. — *Chemie-Ing.-Techn.*, **47** (12): A 354—A 356; Weinheim.
- & STORCH, G. (1975): Die unterpliozäne (turolische) Wirbeltierfauna von Dorn-Dürkheim, Rheinhessen (SW-Deutschland). 1. Entdeckung, Geologie, Mammalia: Carnivora, Proboscidea, Rodentia. Grabungsergebnisse 1972—1973. — *Senckenbergiana lethaea*, **56** (4/5): 233—303, 5 Abb., 7 Tab., 8 Taf.; Frankfurt a.M.

- HABERER, K., & RASSBACH, K. (1975): Untersuchungen zur Verkeimungsneigung von Trinkwässern verschiedener Herkunft. — Gas- u. Wasserf., **116** (10): 451–453, 2 Tab.; München. [Wässer aus dem Versorgungsgebiet der Stadtwerke Wiesbaden]
- & STÜRZER, U. (1975): Schnellbestimmung von radioaktivem Kobalt in Wasserproben. — Gas- u. Wasserf., **116** (7): 299–301, 1 Tab.; München. [Rheinproben]
- HAHN, G., & BRAUCKMANN, C. (1975): Zur Evolution von *Carbonocoryphe* (Trilobita; Unter-Karbon). — Senckenbergiana lethaea, **56** (4/5): 305–333, 21 Abb., 2 Tab., 1 Taf.; Frankfurt a.M. [Vorkommen auch in Hessen]
- & HAHN, R. (1975): Forschungsbericht über Trilobitomorpha. — Paläontol. Z., **49** (4): 432–460, 1 Abb.; Stuttgart.
- HARRACH, T. (1975): Die Ertragsfähigkeit von Lößböden unterschiedlichen Erosionsgrades. — Landwirtsch. Forsch., **28** (3): 190–199, 2 Abb.; Frankfurt a.M. [Lößböden in Hessen]
- HAUBOLD, H., & KATZUNG, G. (1975): Die Position der Autun/Saxon-Grenze (Unteres Perm) in Europa und Nordamerika. — Schr.-R. geol. Wiss., **3**: 87–138, 4 Abb., 14 Tab.; Berlin. [Richelsdorfer Gebirge]
- HAUPENTHAL, C. (1975): Über „Steppenböden“ der Fritzlarer Börde. — Mitt. dt. bodenk. Ges., **22**: 591–594, 1 Tab.; Göttingen.
- HOFEDANK, R.-H. (1975): Untersuchungen zum Fließverhalten von Wasser in Lockergestein und klüftigem Basalt. — Gießener geol. Schr., **6**, 173 S., 19 Abb., 6 Tab., 47 Anl.; Gießen. [Vogelsberg]
- HOPPE, P. (1975): Beziehungen zwischen Lineamenttektonik und Erzführung im Variszikum des Rheinischen Schiefergebirges und Zentralmarokkos auf Grund von Satellitenbildauswertungen. — Nachr. dt. geol. Ges., **13**: 24; Hannover.
- HUCKRIEDE, R., & DÜRR, S. (1975): Geologisches und Kulturgeschichtliches zu einigen verschleppten Gesteinen in Hessens Boden (Devon-Kalke, Muschelkalk, Lakonischer Porfido verde antico). — Geologica et Palaeontologica, **9**: 125–139, 1 Taf.; Marburg.
- HUGHES, C. J. (1975): Keratophyre defined. — N. Jb. Mineral., Mh., **9**: 425–430; Stuttgart. [Hinweise auf Hessen]
- JOST, O. (1975): Das Naturschutzgebiet „Großes Moor“ bei Hünfeld. Ermittlungen und Beobachtungen über das größte Flachmoor im Landkreis Fulda. — Jb. Landkrs. Fulda 1976, **3**: 41–60, 5 Abb.; Fulda.
- KATZUNG, G. (1975): Tektonik, Klima und Sedimentation in der Mitteleuropäischen Saxon-Senke und in angrenzenden Gebieten. — Z. geol. Wiss., **3** (11): 1453–1472, 3 Abb.; Berlin.
- KLAUSEWITZ, W. (1975): Die Bioindikatorfunktion einer alten Fischsammlung aus dem Main. — Hess. Mus.-Verb., **1**: 55–58; Kassel.
- KOCH, V. (1975): Der Regionale Raumordnungsplan für Osthessen. — Jb. Landkrs. Fulda 1976, **3**: 115–122, 1 Abb.; Fulda.
- KRAUSE, W., & CARBIENER, R. (1975): Die Chloridkonzentration in den Gewässern der Oberrheinebene und ihrer Randgebirge. — Erdkunde, **29** (4): 267–277, 1 Abb., 1 Kt.; Bonn.
- LIST, K.-A. (1975): Über ein Flußspatvorkommen in den Dolomiten des Mittleren Zechsteins (Ca<sub>2</sub>) westlich von Eschwege. — Aufschluß, **26** (12): 487–491, 6 Abb.; Heidelberg.
- MALZ, H. (1975): Die Ostracoden-Sintflut — ein Forschungsbericht. — Paläontol. Z., **49** (4): 461–476; Stuttgart.
- MAURER, K. (1975): Übersicht über die naturwissenschaftliche Arbeit im Lauterbacher Gebiet. (Ein erster Versuch). — Beitr. Naturk. Osthessen, **9/10**: 207–210; Fulda.
- MEIER, R.: (1975): Zu einigen Sedimentgefügen der Werra-Sulfate (Zechstein 1) am Osthang der Eichsfeld-Schwelle. — Z. geol. Wiss., **3** (10): 1333–1347, 13 Abb.; Berlin.
- MENSCHEL, G., & USDOWSKI, E. (1975): Experimentelle Untersuchungen über die Stabilität von Cu-Karbonat zur Klärung der Genese von Azurit im Cornberger Sandstein. — Contrib. Mineral. Petrol., **49**: 114–147, 1 Abb., 3 Tab.; Berlin-Heidelberg-New York. [TK 4925 Sontra]

- MIHM, B. (1975): Hünfeld. Stadt, Mittelzentrum, Großgemeinde. — Jb. Landkrs. Fulda 1976, **3**: 130—135; Fulda.
- MÜLLER, K.-H. (1975): Tektogenetische und klimagenetische Einflüsse auf die Talentwicklung an der Unteren Lahn. — Z. Geomorph., NF Suppl.-Bd. **23**: 75—81, 3 Abb.; Berlin-Stuttgart.
- NEUMANN-REDLIN, CH., & LEPPER, J. (1975): Profile im Mittleren Buntsandstein am Ostrand des Bramwaldes (Südniedersachsen). — Geol. Jb., **A 29**: 57—64, 3 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- NOORBEHESHT, I., & PAULITSCH, P. (1975): Zur Dynamik des Frankenstein-Massivs. — Aufschluß, **27** (Odenwald): 59—66, 4 Abb.; Heidelberg.
- OLSAK, G. (1975): Zur Rolle horizontaler Kräfte im tektonischen Plan Mitteleuropas. — Z. geol. Wiss., **3** (4): 407—415, 7 Abb.; Berlin.
- PAULITSCH, P. (1975): Das Material einiger neolithischer Steingeräte aus Oberhessen. — Fundber. Hessen 1974, **14**: 251—253; Wiesbaden.
- PLASS, W., POETSCH, T. J., TRIBUTH, H., & ZAKOSEK, H. (1975): Über Smonica-Vorkommen in Rheinhessen. — Mitt. dt. bodenk. Ges., **22**: 595—596; Göttingen.
- POETSCH, T. (1975): Untersuchungen von bodenbildenden Deckschichten unter besonderer Berücksichtigung ihrer vulkanischen Komponente. — Gießener geol. Schr., **4**, 180 S., 29 Abb.; Gießen. [Untersuchungsprofile aus Hessen]
- (1975): Untersuchungen zur Entstehung und mineralogischen Zusammensetzung der pedogenetischen Verwitterungsprodukte von Diorit und seinen Deckschichten. — Mitt. dt. bodenk. Ges., **22**: 663—665, 1 Tab.; Göttingen. [Proben aus dem kristallinen Odenwald]
- REITMAYR, G. (1975): An Anomaly of the Upper Mantle below the Rhine Graben, Studied by the Inductive Response of Natural Electromagnetic Fields. — J. Geophys., **41**: 651—658, 6 Abb.; Berlin-Heidelberg-New York.
- REUL, K. (1975): Mit Weltraum-Augen. Der Landkreis Fulda aus der Sicht des Forschungssatelliten ERTS-1. — Beil. Jb. Landkrs. Fulda 1976, Tafel mit Karte des tektonischen Gefüges; Fulda.
- RÖLL, W. (1975): Die Siedlungsentwicklung im Naturpark Hessische Rhön. — Jb. Landkrs. Fulda 1976, **3**: 67—76; Fulda.
- SCHÄFER, W. (1975): Der Oberrhein als ökologisches Gefüge und seine ökotechnische Behandlung. — Jb. Naturschutz u. Landschaftspflege, **24**: 79—85.
- (1975): Keine Hoffnung für den Rhein. — Leseh. Geogr.: 17—20; Stuttgart (Klett).
- SCHAFFRATH, O. (1975): Brunnenlegenden. — Jb. Landkrs. Fulda 1976, **3**: 239; Fulda.
- (1975): Die Gemeinde Ehrenberg. — Jb. Landkrs. Fulda 1976, **3**: 123—129; Fulda.
- SCHMIDT, H. (1975): Septalariinae (Brachiopoda, Rhynchonellida) lebten im Devon westlich und östlich des Rheins. — Senckenbergiana lethaea, **56** (2/3): 85—121; Frankfurt a.M.
- SHARIFZADEH, J. (1975): Zur Hydrogeologie und Geohydrochemie des Stadtgebietes von Mainz und seiner näheren Umgebung. — Nachr. dt. geol. Ges., **13**: 38; Hannover.
- STEIN, C. (1975): Studien zur quartären Talbildung in Kalk- und Sandgesteinen des Leine-Weser-Berglandes. — Göttinger geogr. Abh., **64**, 131 S., 61 Abb., 3 Beil.; Göttingen.
- STIEFEL, R., & FÖRSTNER, U. (1975): Metallanreicherungen im Altrheinhafen von Mannheim — Auswirkungen der Neckarverschmutzung auf dem Rhein. — Jber. u. Mitt. oberrhein. geol. Ver., NF **57**: 77—85, 1 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.
- THIERBACH, H. (1975): Zur Entwicklung globaltektonischer Anschauungen und deren Einfluß auf die Interpretation tektonischer Hauptelemente Mitteleuropas. — Z. geol. Wiss., **3** (4): 417—429, 5 Abb.; Berlin.
- TOBIEN, H. (1975): The Structure of the Mastodont Molar (Proboscidea, Mammalia), Part 2: The Zygodont and Zygobunodont Patterns. — Mainzer geowiss. Mitt., **4**: 195—233, 32 Abb.; Mainz. [Funde auch aus Hessen]
- WERNER, R. (1975): Zur jungtertiären Reliefentwicklung und zur Frage tertiärer Talverschüttungen im Eppsteiner Horst (Vordertaunus). — Z. Geomorph., NF Suppl.-Bd. **23**: 62—74, 3 Abb.; Berlin-Stuttgart.

- ZIEGLER, W., & LINDSTRÖM, M. (1975): Fortschrittsbericht Conodonten. — *Paläontol. Z.*, **49** (4): 565—598, 2 Abb.; Stuttgart.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Sonderh. Land Baden-Württemberg, Hoch- und Oberrhein mit Neckar, Anteile des Maingebietes und Donau bis Ulm. Abflußjahr 1969. 201 S., 1 Kt., Karlsruhe (L.-Stelle Gewässererk. u. wasserwirtsch. Pl. Baden-Württemberg) 1975.
- Jahrbuch des Landkreises Fulda 1976. — **3**, 255 S., Abb., 1 Taf.; Fulda (Kreis Ausschuß des Kreises Fulda) 1975.

## 1976

- ANDERLE, H.-J. (1976): Der Südrand des Rhenoharzynikums im Taunus. Vorläufige Mitteilung der Ergebnisse tektonischer Untersuchungen. — *Geol. Jb. Hessen*, **104**: 279—284; Wiesbaden.
- BAHLO, E. (1976): Gebißreste von Cricetiden und Theridomyiden (Rodentia) aus dem Mittelloligozän von Gabsheim bei Alzey (Rhein Hessen). — *Mainzer geowiss. Mitt.*, **5**: 5—11, 5 Abb.; Mainz.
- BARANYI, I., & LIPPOLT, H. J. (1976): Der permische Natron-Keratophyr von Roßdorf im nördlichen Odenwald. — *Geol. Jb. Hessen*, **104**: 167—172; Wiesbaden.
- BECK, N. (1976): Untersuchungen zur Reliefentwicklung im nördlichen Rheinhessen. — *Erdkunde*, **30** (2): 73—83, 7 Abb., 2 Photos; Bonn.
- BLUMENSTENGEL, H., FREYER, G., & ZAGORA, K. (1976): Über Verbreitung und stratigraphische Bedeutung der Tentakuliten im Devon der DDR. I. Saxothuringikum. — *Z. geol. Wiss.*, **4** (7): 1069—1089, 1 Abb., 4 Tab.; Berlin. [Bezug auf hessische Vorkommen]
- BÖKE, E. (1976): Schichtenausbildung und Lagerungsverhältnisse am Ostrande des nördlichen Oberrheingrabens bei Neu-Isenburg (Hessen). — *Geol. Jb. Hessen*, **104**: 225—231, 2 Abb.; Wiesbaden.
- BREIN, R. (1976): Report on Some Investigations Concerning Gravimeter Recordings in Frankfurt am Main. — *Proceedings of the Seventh International Symposium on Earth Tides*: 661—666, 4 Abb., 1 Tab.; Stuttgart (Schweizerbart).
- BUSSCHE-HADDENHAUSEN, D. V. D. (1976): *Rheinchronik 1975*. — *Beitr. Rheink.*, **28**: 50—55, 1 Abb.; Koblenz.
- BUSSE, E. (1976): Eine Napfschnecke (Gastropoda, Cyclobranchia, Patellacea) im Oberen Muschelkalk (Mittlere Ceratitenschichten/Ladin) Niederhessens. — *Geol. Jb. Hessen*, **104**: 5—7, 1 Taf.; Wiesbaden.
- DIES, K. (1976): Eine altsteinzeitliche Geröllkultur bei Münzenberg (Wetterau). — *Natur u. Mus.*, **106** (4): 97—101, 7 Abb., 1 Tab.; Frankfurt a.M.
- EAQUB, M., & BLUME, H.-P. (1976): Soil Development on Sandstone Solifluction Deposits with varying Contents of Loess Materials. — *Catena*, **3** (1): 17—27, 3 Abb., 2 Tab.; Gießen. [Odenwald]
- FAUPEL, M. (1975): Die Ostrakoden des Kasseler Meeressandes (Oberoligozän) in Nordhessen. — *Göttinger Arb. Geol. Paläontol.*, **17**, 77 S., 3 Abb., 1 Tab., 13 Taf.; Göttingen.
- FRANZEN, J. L. (1976): Messel vor 100 Jahren. — *Natur u. Mus.*, **106** (1): 30—31; Frankfurt a.M.
- (1976): Senckenbergs Grabungskampagne 1975 in Messel: Erste Ergebnisse und Ausblick. — *Natur u. Mus.*, **106** (7): 217—223, 11 Abb.; Frankfurt a.M.
- GERSTENECKER, C., GROTEN, E., & RUMMEL, R. (1976): Report on Tidal Gravity and Tilt Measurements During 1969—1973. — *Proceedings of the Seventh International Symposium on Earth Tides*: 687—705, 9 Abb., 5 Tab.; Stuttgart (Schweizerbart). [Untersuchungen auch in Hessen]
- GOLWER, A., KNOLL, K.-H., MATTHESS, G., SCHNEIDER, W., & WALLHÄUSSER, K. H. (1976): Belastung und Verunreinigung des Grundwassers durch feste Abfallstoffe. — *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **73**, 131 S., 23 Abb., 34 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden. [Beispiele aus Hessen]

- GREINER, G. (1976): In situ Spannungsmessungen und tektonischer Beanspruchungsplan in Südwestdeutschland. — Geol. Rdsch., **65** (1): 55–65, 5 Abb.; Stuttgart.
- HAUBOLD, H., & PUFF, P. (1976): Zur Genese der Solling-Folge (Untere Trias, Buntsandstein) in Thüringen. — Schr.-R. geol. Wiss., **6**: 63–80, 6 Abb., 1 Tab.; Berlin.
- HAUPENTHAL, C. (1976), mit Beitr. v. ASTHALTER, K., & THIELICKE, G.: Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1:25000, Blatt Nr. 4821 Fritzlar, 90 S., 15 Tab., 15 Prof.; Wiesbaden.
- HENTSCHEL, G., & SCHRICKE, W. (1976): Offretit von Geilshausen (Vogelsberg, Hessen). — Geol. Jb. Hessen, **104**: 173–176, 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- HERZBERG, A. (1976): Hessisches Geologisches Schrifttum 1975 mit Nachträgen aus den Jahren 1967–1974. — Geol. Jb. Hessen, **104**: 287–302; Wiesbaden.
- HESS, K. (1976): Bedrohte oberhessische Salzflanzen. — Natur u. Mus., **106** (2): 33–44, 8 Abb., 1 Tab.; Frankfurt a.M.
- (1976): Wiederanpflanzung ausgestorbener Halophytenarten und Umpflanzung von Salzwiesenausstichen an Wetterauer Salzstellen. — Hess. florist. Briefe, **25** (1): 11–15; Darmstadt.
- HÖLTING, B., & THEWS, J.-D. (1976): Hydrogeologische Daten in der Geologischen Karte 1:25000 und anderen Kartenwerken von Hessen. — Gas- u. Wasserf., **117** (6): 245–251, 6 Tab., 1 Bild; München.
- HOMRIGHAUSEN, R. (1976): Über mögliche Zusammenhänge zwischen tuffitischen Lagen im SW-Teil der Wittgensteiner Mulde und dem Vulkanismus der Dillmulde (Dinantium II–III  $\alpha/\beta$ , Rheinisches Schiefergebirge). — Z. dt. geol. Ges., **127**: 291–296, 1 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- HOPPE, W. (1976): Die paläogeographisch-fazielle Entwicklung im Südteil des Germanischen Buntsandsteinbeckens. — Schr.-R. geol. Wiss., **6**: 5–62, 9 Abb., 8 Tab.; Berlin.
- HORN, H., & JANSEN, H. (1976): Haben sich die Abflußverhältnisse des Rheins in den letzten 150 Jahren verändert? — Beitr. Rheink., **28**: 11–25, 12 Abb.; Koblenz.
- HORN, M. (1976), mit Beitr. v. EHRENBERG, K. H., HÖLTING, B., REICHMANN, H., & WENDLER, R. †: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Blatt Nr. 4620 Arolsen, 225 S., 35 Abb., 9 Tab., 1 Taf., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- HOSSEINZADEH, A. M. (1976): Einfluß des Gefüges auf die bodenmechanischen Eigenschaften feinkörniger, insbesondere tuffhaltiger Lockergesteine. — Gießener geol. Schr., **7**, 145 S., 63 Abb., 15 Tab.; Gießen. [Untersuchungsmaterial aus Hessen]
- KEGEL, W. † (1976), mit Beitr. v. FRIEDRICH, K., PRINZ, H., REICHMANN, H., STENGEL-RUTKOWSKI, W., WENDLER, R., & WILMERS, W.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Blatt Nr. 5417 Wetzlar, 2. Aufl., 137 S., 18 Abb., 11 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- KUTSCHER, F. (1976): Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. 42. Die Crinoideen-Arten des Hunsrückschiefers. — Geol. Jb. Hessen, **104**: 9–24; Wiesbaden.
- (1976): Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. 43. Die Asterozoen des Hunsrückschiefers. — Geol. Jb. Hessen, **104**: 25–37; Wiesbaden.
- (1976): Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. 45. Seeigel im Hunsrückschiefer des Hunsrücks mit einem Überblick über die Echinodermen allgemein.-Jb. nass. Ver. Naturk., **103**: 13–17; Wiesbaden.
- (1976): Die Geologische Karte von Hessen 1:25000. — Jb. nass. Ver. Naturk., **103**: 10–12; Wiesbaden.
- KRAUSE, P., SCHULTHEIS, T., & WULFF, H. (1976): Episoden aus der medizinisch-literarischen Geschichte des Bades Wildungen. — Heilbad u. Kurort, **28** (6): 150–155, 8 Abb.; Gütersloh.
- KRAUSSE, H. F., & PILGER, A. (1976): Betrachtungen zur tektonischen Entwicklung von variszischen Saumsenken in Mittel- und Westeuropa (Subvariszische und Cantabro-Pyrenäische Saumsenke). — Z. dt. geol. Ges., **127**: 247–269, 11 Abb.; Hannover.
- KÜMMERLE, E. (1976): Zur Geologie und Geschichte der Bad Nauheimer Sprudel. — Geol. Jb. Hessen, **104**: 253–270, 1 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.

- (1976), mit Beitr. v. ANDERLE, H.-J., BIBUS, E., ECKERT, H.-U., FICKEL, W., HERRMANN, F.-R., SCHARPFF, H.-J., & SCHRICKE, W.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Blatt Nr. 5618 Friedberg, 247 S., 30 Abb., 13 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- LEYDECKER, G. (1976): Der Gebirgsschlag vom 23. 6. 1975 im Kalibergbaugebiet des Werratales.-Geol. Jb. Hessen, **104**: 271—277, 2 Abb.; Wiesbaden.
- LIPPERT, H. J., HORN, P., & TODT, W. (1976): Kalium-Argon-Altersbestimmungen an tertiären Vulkaniten des Oberrheingraben-Gebietes: IV. Kalium-Argon-Alter von Mineralien und Einschlüssen der Basalt-Vorkommen Katzenbuckel und Roßberg. — N. Jb. Mineral., Abh., **127** (3): 242—260, 3 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.
- MAGGETTI, M., & NICKEL, E. (1976): Konvergenzen zwischen Metamorphiten und Magmatiten (Beispiele aus dem Problemkreis basischer und intermediärer Gesteine). Gesichtspunkte zu Gefügestudien in Odenwaldgneisen VIII. — Geol. Jb. Hessen, **104**: 147—160, 2 Abb., 8 Taf.; Wiesbaden.
- MAIER, D., FUCHS, F., & SONTHEIMER, H. (1976): Bestimmung von organischen Säuren in Wässern und auf Aktivkohle. — Gas- u. Wasserf., **117** (2): 70—74, 2 Tab.; München. [Probenentnahme auch aus der Fulda]
- MALZ, H. (1976): *Heterocypris* vel *Cyprinotus*? Ist die Morphologie des Gehäuses entscheidend für die Bestimmung rezenter Ostracoden-Gattungen? — Senckenbergiana lethaea, **57** (2/3): 185—199, 1 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Frankfurt a.M. [Hinweis auf hessische Vorkommen]
- MATTHES, G. (1976): Wilhelm Wagner †. — Geol. Jb. Hessen, **104**: 285—286, 1 Bild; Wiesbaden.
- MEIBURG, P. (1976): Zur Tektogenese des Egge-Systems. — Nachr. dt. geol. Ges., **15**: 1—4, 1 Abb.; Hannover.
- NEUFFER, O. (1976): Eine neue Bohrmuschel (Pholadidae, Bivalvia) aus dem Schleichsand (Rupelium) des Mainzer Beckens. — Mainzer geowiss. Mitt., **5**: 135—142, 3 Abb.; Mainz.
- NÖRING, F. (1976): Tätigkeitsbericht des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung für das Geschäftsjahr 1975 (1. 1.—31. 12. 1975). — Geol. Jb. Hessen, **104**: 303—320; Wiesbaden.
- PAULY, E. (1976): Oberflächennahe Lagerstätten, ihre Bewertung und ihre Berücksichtigung im Rahmen der Landesplanung in Hessen. — Nachr. dt. geol. Ges., **15**: 16; Hannover.
- PFLUGRADT, H. J., & ZUBILLER, C. O. (1976): Neues Abfallrecht — Folgerungen aus der Novelle zum Abfallbeseitigungsgesetz am Fallbeispiel Herfa-Neurode. — Wasser u. Boden, **28** (8): 200—203, 1 Taf.; Hamburg-Berlin.
- PICKEL, H. J., & WIEGAND, K. (1976): Ein neues Salzwasservorkommen im Stadtgebiet von Gießen (Mittelhessen). — Geol. Jb. Hessen, **104**: 245—251; Wiesbaden.
- PUFF, P. (1976): Gliederung der Solling-Folge (Trias, Buntsandstein) im südlichen Thüringen mittels Violetter Horizonte. — Schr.-R. geol. Wiss., **6**: 81—96, 3 Abb., 1 Tab.; Berlin.
- QUITZOW, H. W. (1976): Die erdgeschichtliche Entwicklung des Rheintals. — Natur u. Mus., **106** (11): 339—342, 1 Abb.; Frankfurt a.M.
- RAMBOW, D. (1976): Der Altmorschen-Lichtenauer Graben im Gebiet Retterode (Nordhessen). — Geol. Jb. Hessen, **104**: 177—179, 1 Abb.; Wiesbaden.
- (1976): Die Westfortsetzung des Grabens von Wickenrode (Nordhessen). — Geol. Jb. Hessen, **104**: 181—182, 1 Abb.; Wiesbaden.
- (1976): Profile durch den Mittleren Buntsandstein an der Ostflanke des nordhessischen Teilbeckens (Gebiet östlich Kassel). — Geol. Jb. Hessen, **104**: 43—49, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- SCHÄFER, A., & RAST, U. (1976): Sedimentation im Rotliegenden des Saar-Nahe-Beckens. — Natur u. Mus., **106** (11): 330—338, 7 Abb.; Frankfurt a.M.
- SCHÄFER, F. (1976): Der Biedensand bei Lampertheim — landwirtschaftliche Nutzfläche außerhalb eines Winterdeichs am Oberrhein. — Cour. Forschungsinst. Senckenberg, **19**, 96 S., 29 Abb.; Frankfurt a.M.

- SCHÄFER, W. (1976): Fossilien, Objekte der Erkenntnis, der Praxis und der Bildung. — Natur u. Mus., **106** (3, 4, 5): 65–73, 118–126, 144–152, Abb.; Frankfurt a.M. [Beispiele aus Hessen]
- SCHAUMBERG, G. (1976): Über ein gut erhaltenes dermales Schädeldach von *Platysomus striatus* AGASSIZ (Palaeonisciformes, Actinopterygii, Osteichthyes) aus dem Kupferschiefer von Richelsdorf (Perm, Hessen). — Geol. Jb. Hessen, **104**: 39–42, 2 Abb., 1 Taf.; Wiesbaden.
- (1976): Zwei Reptilienfunde (*Weigeltisaurus* KUHN [?] Lepidosauria [?] Reptilia) aus dem Kupferschiefer von Richelsdorf (Perm, Hessen). — Philippia, **3** (1): 3–8, 4 Abb.; Kassel.
- SCHNEER, H.-D. (1976): Die pleistozänen Flußterrassen in der östlichen Mainebene. — Geol. Jb. Hessen, **104**: 61–86, 5 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- SCHRADER, L. (1976), mit Beitr. v. ASTHALTER, K., THIELICKE, G., & ZAKOSEK, H.: Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1:25000, Blatt Nr. 5619 Staden, 80 S., 7 Tab., 7 Prof.; Wiesbaden.
- SCHWILLE, F., & LINKE, R. (1976): Der Kohlenwasserstoffgehalt nicht kontaminierter Kluffgrundwässer in der Bundesrepublik Deutschland. — Gas- u. Wasserf., **117** (2): 75–80, 4 Abb.; München. [Untersuchungsgebiete auch in Hessen]
- SOLLE, G. (1976): Oberes Unter- und unteres Mitteldevon einer typischen Geosynklinal-Folge im südlichen Rheinischen Schiefergebirge. Die Olkenbacher Mulde. — Geol. Abh. Hessen, **74**, 264 S., 11 Abb., 2 Taf., 1 Kt.; Wiesbaden.
- SPIEGLER, D. (1976): *Voorthuyseniella* (Problematica) im Oligo-/Miozän NW-Deutschlands. (Das Nordwestdeutsche Tertiärbecken, Beitrag Nr. 14). — Geol. Jb., **A 30**: 3–20, 8 Abb., 2 Taf.; Hannover.
- STEININGER, F., RÖGL, F., & MARTINI, E. (1976): Current Oligocene/Miocene biostratigraphic concept of the Central Paratethys (Middle Europe). — Newsl. Stratigr., **4** (3): 174–202, 3 Abb., 1 Tab.; Berlin-Stuttgart.
- STENGEL-RUTKOWSKI, W. (1976): Ergebnisse von Abflußmessungen im Krofdorfer Forst (Rheinisches Schiefergebirge). — Geol. Jb. Hessen, **104**: 233–244, 5 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.
- (1976): Idsteiner Senke und Limburger Becken im Licht neuer Bohrergebnisse und Aufschlüsse (Rheinisches Schiefergebirge). — Geol. Jb. Hessen, **104**: 183–224, 9 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.
- STOLLE, E., & DÜHNER, C. (1976): Die Erforschung der Kalilagerstätten der DDR in den vergangenen 20 Jahren. — Z. geol. Wiss., **4** (4): 577–590; Berlin.
- STÜRMER, W., & BERGSTRÖM, J. (1976): The arthropods *Mimetaster* and *Vachonisia* from the Devonian Hunsrück Shale. — Paläontol. Z., **50** (1/2): 78–111, 11 Abb., 10 Taf.; Stuttgart.
- TABORSZKY, F. K. (1976): Gesichtspunkte zur Petrogenese des Odenwaldes. — Geol. Jb. Hessen, **104**: 161–165, 1 Abb.; Wiesbaden.
- THEWS, J.-D. (1976): Bohrprobenlager Villmar-Aumenau. — Geol. Jb. Hessen, **104**: 321–328; Wiesbaden.
- & ZAKOSEK, H. (1976): Ein Quartärprofil südwestlich vom Forsthaus Elz (Kreis Limburg-Weilburg). — Geol. Jb. Hessen, **104**: 57–59, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- TOBIAS, W. (1976): Kriterien für die ökologische Beurteilung des unteren Mains. II. Untersuchungen über den organischen Stoffhaushalt. — Cour. Forschungsinst. Senckenberg, **18**, 137 S., 79 Abb., 13 Tab.; Frankfurt a.M.
- TOBIEN, H. (1976): Zur paläontologischen Geschichte der Mastodonten (Proboscidea, Mammalia). — Mainzer geowiss. Mitt., **5**: 143–225, 52 Abb., 1 Tab.; Mainz.
- TOUSSAINT, B. (1976): Der Rhein — eine „Bäderstraße“. — Beitr. Rheink., **28**: 26–32; Koblenz.
- VOSSMERBÄUMER, H. (1976): Granulometrie quartärer äolischer Sande in Mitteleuropa — ein Überblick. — Z. Geomorph., NF **20** (1): 78–96, 10 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.

- WIEFEL, H. (1976): Die geologische Entwicklung der Lahn-Dill-Erzlagerstätte Görkwitz bei Schleiz (Oberdevon und tiefes Dinant, Thüringisches Schiefergebirge). — Jb. Geol., **5/6**: 451—588, 51 Abb., 4 Tab., 12 Taf.; Berlin.
- ZAKOSEK, H. (1976): Ein Quartärprofil aus der ehemaligen Ziegelei Camberg. — Geol. Jb. Hessen, **104**: 53—56, 1 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- (1976): Über das Alter des Rheintal-Tschernosems und der würmeiszeitlichen Humuszonen in der Ziegeleigrube Wallertheim (Rheinhessen). — Geol. Jb. Hessen, **104**: 51—52; Wiesbaden.
- ZURBRIGGEN, B. (1976): Synorogene Gesteinsbildung im Raume der Neunkircher Höhe (Bergsträßer Odenwald). Gesichtspunkte zu Gefügestudien in Odenwaldgneisen V. — Geol. Jb. Hessen, **104**: 87—146, 19 Abb., 8 Tab., 6 Taf.; Wiesbaden.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Sonderh. Land Baden-Württemberg, Hoch- und Oberrhein mit Neckar, Anteile des Maingebietes und Donau bis Ulm. Abflußjahr 1970. 199 S., 1 Kt., Karlsruhe (L.-Anst. Umweltschutz Baden-Württemberg, Inst. Wasser- u. Abfallwirtsch.) 1976.
- 1 Milliarde DM für Abwasserreinigung im Rhein-Main-Gebiet. — Wasser u. Boden, **28** (4): 89; Hamburg-Berlin 1976.
- Gewässergüte-Meßstation in Frankfurt-Nied in Betrieb.-Gas- u. Wasserf., **117** (6): 286; München 1976.
- Hessen. Jahresbericht der Wasserwirtschaft, Rechnungsjahr 1975. — Wasser u. Boden, **28** (6/7): 154—157, 4 Abb.; Hamburg — Berlin 1976.
- Hessische Landesregierung legt Abfallbeseitigungsplan für Sonderabfälle vor. — Wasser u. Boden, **28** (6/7): 183; Hamburg — Berlin 1976.
- Rhein wurde nicht sauberer. — Gas- u. Wasserf., **117** (3): 142; München 1976.
- Schlußbericht zum Schwerpunktprogramm „Unternehmen Erdmantel“. — Geowissenschaften, Mitt. V: 38—43; Bonn-Bad Godesberg (DFG) 1976. [Rheingraben]
- Talsperren in der Bundesrepublik Deutschland. — Gas- u. Wasserf., **117** (2): 94; München 1976.
- Vertikalbewegungen und ihre Ursachen am Beispiel des Rheinischen Schildes. — Geowissenschaften, Mitt. V: 54—55; Bonn-Bad Godesberg (DFG) 1976.

Manuskript eingegangen am 21. 2. 1977

## Tätigkeitsbericht

### des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung für das Geschäftsjahr 1976 (1. 1. — 31. 12. 1976)

Im Jahre 1976 wirkte sich auch auf die Arbeit des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung das Bemühen der Landesregierung aus, Kosten im öffentlichen Dienst zu senken. Das Haushaltsstrukturgesetz führte zu ersatzlosen Abgängen von Fachpersonal. Während bei den meisten, in den folgenden Abschnitten genannten Schwerpunkten die Arbeit intensiv weitergeführt werden konnte, ging die Zahl der erstatteten Gutachten leicht zurück.

In der Amtsleitung trat ein Wechsel ein. Der Direktor des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, Prof. Dr. F. NÖRING, trat am 30. 9. 1976 in den Ruhestand. Mit Wirkung vom 1. 10. 1976 wurde Geologiedirektor Dr. E. BARGON vom Herrn Hessischen Minister für Wirtschaft und Technik zum kommissarischen Leiter des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung bestellt.

Am 30. 11. 1976 schied Frau JOHANNA SCHADWINKEL, die mehr als 30 Jahre die wissenschaftliche Fachbibliothek des Landesamtes geleitet hat, nach Erreichen der Altersgrenze aus.

Im September 1976 begannen Gespräche zwischen den für die geologischen Dienste der Länder Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland zuständigen Ministern mit dem Ziel, die Arbeit der geologischen Dienste durch eine länderübergreifende Zusammenlegung zu intensivieren.

### 1. Geologische Landesaufnahme

Geologische Karte 1:25000

Blatt-Nr. und -Name	Ausgeführte Arbeit
4520 Warburg	Feldaufnahme
4521 Liebenau	Druckvorbereitung
4620 Arolsen	Herausgabe
4722 Kassel-Niederzwehren	Druckvorbereitung
4723 Oberkaufungen	Druckvorbereitung
4821 Fritzlar	Arbeiten unterbrochen
4822 Gudensberg	Arbeiten unterbrochen
4925 Sontra	Feldaufnahme
5018 Wetter (Hessen)	Feldaufnahme
5216 Oberscheld	Arbeiten unterbrochen
5320 Burg-Gemünden	Feldaufnahme
5325 Spahl	Abschluß der Feldaufnahme

Blatt-Nr. und -Name	Ausgeführte Arbeiten
5326 Tann	Abschluß der Feldaufnahme
5417 Wetzlar	Herausgabe
5514 Hadamar	Arbeiten unterbrochen
5518 Butzbach	Felddaufnahme
5617 Usingen	Druckvorbereitung
5618 Friedberg	Herausgabe
5620 Ortenberg	Druckvorbereitung
5622 Steinau	Felddaufnahme
5721 Gelnhausen	Druckvorbereitung
5917 Kelsterbach	Druckvorbereitung
6316 Worms	Druckvorbereitung

Herausgegeben wurden die Blätter der Geologischen Karte 1:25000 mit Erläuterungen:

- 4620 Arolsen
- 5417 Wetzlar (2., ergänzte Auflage)
- 5618 Friedberg.

Die Bearbeitung von Bl. 5115 Ewersbach wurde an das Geologische Landesamt Nordrhein-Westfalen abgegeben. Damit verbleiben nach der Herausgabe der oben genannten Blätter im Bearbeitungsgebiet des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung noch 19 unveröffentlichte Blätter.

Von der Geologischen Übersichtskarte von Hessen 1:300000 wurde 1976 die 3. Auflage gedruckt.

Die großmaßstäblichen geologischen Unter- und Übertage-Kartierungen zur Prospektion auf Gold- und Buntmetallerze am Eisenberg (Bl. 4718 Goddelsheim und 4719 Korbach) wurden fortgesetzt (vgl. auch Abschn. 3). Auf Bl. 4921 Borken (Hessen) wurden geologische Aufnahmen zur Vorbereitung einer Standortbeurteilung für ein geplantes Kernkraftwerk, auf Bl. 4923 Altmorschen eine Kartierung für den Ansatz einer Forschungsbohrung in den Zechstein, speziell zur Erkundung des Kupferschiefers ausgeführt. Weitere Objektkartierungen geringeren Umfangs wurden für Projekte ausgeführt, die unter den Abschnitten 3 und 6 genannt sind.

Wissenschaftler des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung wurden zur Mitarbeit in den Subkommissionen Altpaläozoikum, Devon-Stratigraphie, Karbon-Stratigraphie und Perm- und Trias-Stratigraphie der Stratigraphischen Kommission der Deutschen Union der Geologischen Wissenschaften eingeladen.

#### Biostratigraphie, Paläontologie

Bei der geologischen Landesaufnahme und der Untersuchung von wichtigen Neuaufschlüssen und Bohrprofilen wurden Makro- und Mikrofossilien aufgesammelt oder durch verschiedene Aufbereitungsmethoden gewonnen. Das im Berichtsjahr aufgesammelte oder bearbeitete Material stammt aus dem

Paläozoikum (Devon, Unterkarbon) der Blätter 4820 Bad Wildungen,  
4920 Armsfeld, 5216 Oberscheld, 5315 Herborn, 5618 Friedberg (Hessen);

Mesozoikum (Trias, Jura) der Blätter 4520 Warburg, 4620 Arolsen;  
 Känozoikum (Tertiär) der Blätter 4721 Naumburg, 4723 Oberkaufungen,  
 4921 Borken (Hessen), 5818 Frankfurt a.M. Ost, 5915 Wiesbaden, 6013 Bingen.

Neben der Bestimmung zahlreicher Einzelproben seien zwei größere geschlossene Arbeiten besonders genannt: Mikropaläontologische Untersuchungen in der Dillmulde ermöglichten eine genaue feinstratigraphische Parallelisierung von Becken- und Schwellen-Profilen östlich von Dillenburg (Bl. 5216 Oberscheld). In Frankfurt am Main wurden alle Aufschlußbohrungen des geplanten U-Bahnnetzes biostratigraphisch untersucht und dadurch die Schichtenfolge und die Lagerungsverhältnisse entlang der projektierten Trassen geklärt. Die Untersuchungsergebnisse wurden den Planungsbüros zur Verfügung gestellt. Außerdem ergibt die laufende Aufnahme aller Bohrungen eine abgedeckte geologische Karte des Frankfurter Stadtgebietes.

### Geophysik

Geophysikalische Spezialkartierungen zur Unterstützung der geologischen Landesaufnahme wurden fortgesetzt und ergänzt auf den Blättern 4520 Warburg und 4620 Arolsen.

Regionale magnetische Messungen wurden ausgeführt auf den Blättern 5017 Biedenkopf, 5019 Gemünden (Wohra), 5020 Gilserberg, 5117 Buchenau, 5118 Marburg, 5119 Kirchhain, 5120 Neustadt (Hessen), 5121 Schrecksbach, 5217 Gladenbach, 5218 Niederwalgern, 5219 Amöneburg.

Für Fragen der angewandten Geologie wurden Messungen ausgeführt auf den Blättern 4722 Kassel-Niederzwehren, 5223 Queck, 5324 Hünfeld, 5813 Nastätten.

Im Kuratorium und Arbeitsausschuß der Forschungsgemeinschaft Seismik e.V., jetzt Forschungsgemeinschaft Explorations-Geophysik e.V., wurde weiterhin mitgearbeitet.

### Geologischer Naturschutz

Für die Naturschutzbehörde des Landkreises Fulda erfolgte eine Auflistung aller geologischen Objekte, die im Kreisgebiet entweder als flächenhafte Naturdenkmale oder als Naturschutzgebiete unter Schutz gestellt werden sollten. Weitere Schwerpunkte der Naturschutzarbeit lagen im Dillkreis und im Kreis Waldeck-Frankenberg. Am Entwurf eines Hessischen Naturschutzgesetzes wurde mitgearbeitet.

## 2. Bodenkunde

### Bodenkarte 1:25000

Blatt-Nr. und -Name	Ausgeführte Arbeit
4523 Münden	Druckvorbereitung
4622 Kassel West	Feldaufnahme
4722 Kassel-Niederzwehren	Feldaufnahme
4821 Fritzlar	Herausgabe
5418 Gießen	Feldaufnahme

Blatt-Nr. und -Name	Ausgeführte Arbeit
5518 Butzbach	Feldaufnahme beendet
5619 Staden	Herausgabe
5716 Oberreifenberg	Druckvorbereitung
5717 Bad Homburg vor der Höhe	Feldaufnahme beendet
5814 Bad Schwalbach	Druckvorbereitung
5818 Frankfurt a.M. Ost	Feldaufnahme
6118 Darmstadt Ost	Feldaufnahme

Herausgegeben wurden die Blätter der Bodenkarte 1:25000 mit Erläuterungen:

4821 Fritzlar  
5619 Staden

Damit liegen 16 Blätter veröffentlicht vor.

Es wurden Gutachten bearbeitet über die Beurteilung von Straßennetzvarianten der BAB Bremen—Gießen, Kassel—Gießen, Köln—Hattenbach sowie über die Beeinträchtigung landwirtschaftlicher Nutzflächen durch Grundwasserentnahmen.

Bodenphysikalische Messungen, die z.T. der Planung von Dränmaßnahmen dienten, wurden ausgeführt auf den Blättern 4523 Münden, 5715 Idstein, 5914 Eltville am Rhein.

### 3. Lagerstätten

#### Eisen- und Manganerze

Dem Roteisenerz, seinem Nebengestein und möglichen Bildungsbeziehungen zwischen beiden gilt ein von anderer Seite betriebenes wissenschaftliches Forschungsvorhaben, das auf Grund der abgeschlossenen geologisch-lagerstättenkundlichen Aufnahmen im Zusammenhang mit der geologischen Bearbeitung des Bl. 5216 Oberschedl beraten wird. Außerdem wurden Vorarbeiten für eine übersichtsweise Zusammenstellung der noch greifbaren Vorräte von kieseligem Roteisenstein im Lahn- und Dillgebiet begonnen.

#### NE-Metallerze

Die hinlänglich bekannten Besorgnisse über ungestörte Belieferung unserer Industrie mit diesen Rohstoffen — entweder infolge Verknappung der Vorräte überhaupt oder bei allgemein steigender Nachfrage oder bei sonstigen Liefererschwernissen — haben über entsprechende Vorschläge durch die Industrie und die staatlichen geologischen Dienste zu einer vermehrten Lagerstätten erkundung auch im Inland über verschiedene Forschungsvorhaben geführt. Die im Zusammenhang damit in Hessen betriebene geochemische Übersichtsprospektion im Lahn-Dillgebiet im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Geochemie“ wurde auch im Berichtsjahr fortgesetzt. Die nach den Voruntersuchungen an einigen Schwerpunkten angesetzten Spezialarbeiten sind noch nicht beendet. Diese Arbeiten werden von Meßtrupps des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung, Hannover, vorgenommen, wobei das Hessische Landesamt für Bodenforschung ganz wesentlich zur Planung,

Beratung und Auswertung beiträgt. — Bei dem Forschungsvorhaben „Lagerstätten-erkundung im Rhenoharzynikum“ einer Arbeitsgruppe mehrerer Industriefirmen und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, an dem für den hessischen Bereich das Hessische Landesamt für Bodenforschung bei der Planung, Beratung und Auswertung mitwirkt, sind die Arbeiten im Gebiet von Hessen vorläufig abgeschlossen. Die Schwerpunkte der weiteren Untersuchungen haben sich in benachbarte Bundesländer verschoben.

Das Forschungsvorhaben „Mikrobielle Kupferschieferlaugung“, das unter Beratung durch das Hessische Landesamt für Bodenforschung von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, betrieben wurde, ist abgeschlossen. Nach dem vorliegenden Ergebnis der Laborversuche erscheint eine in-situ-Laugung des Kupferschiefers untertage ebenso wie eine Halden- oder Haufwerkslaugung zunächst mit dem „Perkolator-Verfahren“ nicht möglich. Laborversuche mit einem geänderten Verfahren („Submers-Verfahren“) erbrachten bessere Ergebnisse, so daß eine Fortsetzung der Arbeiten mit dieser Methode in einem weiteren Forschungsvorhaben anzustreben ist.

In Verbindung mit dem Programm „Forschung und Entwicklung zur Rohstoff-sicherung“, an dem die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, teil hat, wurden nach den Ergebnissen der Neukartierung hessischer Zechstein-Gebiete Projekte für Forschungsbohrungen im Rahmen der Gemeinschaftsaufgaben auch für Kupferschiefervorkommen in Hessen erarbeitet. Die begonnenen Bohr-arbeiten sind noch nicht beendet.

Am Eisenberg bei Goldhausen (Krs. Waldeck-Frankenberg) nahmen die Arbeiten im Rahmen des Forschungsvorhabens zur Untersuchung der dortigen Au-Cu-Se-Lagerstätte ihren Fortgang. Nach einem erweiterten Untersuchungsprogramm wurden zahlreiche neue Schürfe angelegt, zusätzlich alte Grubenstrecken aufge-wältigt, Bohrungen niedergebracht, alle Neuaufschlüsse geologisch aufgenommen sowie umfangreiches, z.T. ergänzendes Probenmaterial gesammelt für die bereits laufenden Analysen.

#### Uran

Die laufenden Untersuchungen im Odenwald im Rahmen des vom Bundesmini-sterium für Forschung und Technologie unterstützten Forschungsvorhabens „Uran-prospektion im hessischen Teil des Odenwaldes“, an dem eine Industriefirma und das Landesamt für Bodenforschung als gemeinsame Partner beteiligt sind, dauerten an. Neben einer car-borne-Prospektion vor allem im mittleren und nördlichen Teil des Odenwaldes mit nachfolgender Untersuchung mehrerer Anomaliebereiche durch Schlagbohrlöcher bzw. Schürfe wurden radiometrische Aufnahmen der zahlreichen Schürfe und Bohrungen bei Mackenheim (Bl. 6418 Weinheim) und im Tiefbau des Marmoritwerkes bei Hochstädten (Bl. 6217 Zwingenberg) sowie eine umfangreiche Probenahme durchgeführt.

#### Braunkohle, Ölschiefer

In Verbindung mit einem bei der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, laufenden Projekt „Ölschiefer-Prospektion in der Bundes-

republik“ konnten vom Hessischen Landesamt für Bodenforschung weitere Bohrpunkte in der Umgebung der Ölschiefer-Lagerstätte von Messel bei Darmstadt (Bl. 6018 Langen, 6118 Darmstadt Ost) festgelegt werden. Die inzwischen niedergebrachten Bohrungen ergänzen bzw. verbessern die älteren Angaben über Ölschiefer-Bohrungen in diesem Gebiet; die Laboruntersuchungen an dem dabei gewonnenen Probenmaterial sind noch im Gang.

Zum Problem der „Salzkohle“ in den Braunkohlenlagerstätten der BRD wurde in Zusammenarbeit mit den nordhessischen Bergbau-Firmen für das hessische Gebiet eine Stellungnahme an die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, abgegeben.

#### Kali und Erdöl

Im Bereich dieser Lagerstätten werden durch das Hessische Landesamt für Bodenforschung keine eigenen Untersuchungen betrieben. Ein enger Kontakt besteht allerdings mit der im hessischen Kali-Revier ansässigen Bergbau-Firma bezüglich hydrogeologischer Fragen (s. Abschn. 6).

#### Steine und Erden

In Fortsetzung der seit 1972 laufenden Arbeiten im „Programm zur Untersuchung der Lagerstätten der Steine und Erden in Hessen“ wurden im Auftrag des Landesamtes 55 Bohrungen mit 1100,35 Bohrmeter abgeteuft. Die Untersuchung der entnommenen Bohrproben wurde begonnen, allerdings muß hier aus Personalmangel mit langsamem Fortschritt bei der großen Probenmenge gerechnet werden. Im Rahmen anderer Untersuchungsvorhaben im Gebiet von Messel (Bl. 6018 Langen, 6118 Darmstadt Ost), von Reichenborn (Bl. 5415 Merenberg) und von Hessenaue (Bl. 6116 Oppenheim) wurden weitere 18 Zusatzbohrungen mit 402,10 m Gesamtteufe niedergebracht. Die Auswertung wurde mit der Aufnahme der Schichtenverzeichnisse und entsprechender Probenahme vorläufig abgeschlossen. Die Materialuntersuchung steht noch aus. Wie bisher konnten zahlreiche Schichtenverzeichnisse und weitere Lagerstättenangaben infolge der engen Verbindung zu Behörden, Fachverbänden und Industriefirmen von dort übernommen werden. Diese Unterlagen, die noch ergänzt wurden durch Lagerstätten- und Aufschlußaufnahmen, waren nötig, um noch bestehende Kenntnislücken im Hinblick auf Steine-und-Erden-Vorkommen in bestimmten Gebieten weiter zu verringern. So war es mit Hilfe dieser teils neuen, teils ergänzten Unterlagen möglich, für die Pläne der 6 hessischen Planungsgemeinschaften wertvolle Hinweise zu geben. Im einzelnen wurden Stellungnahmen zu 28 Raumordnungsverfahren, 142 Flächennutzungsplänen, 5 Flurbereinigungs- und 1 Planfeststellungsverfahren, zu 20 Naturschutz- und Landschaftsschutzgebieten und 1 agrarstrukturellen Vorplanung abgegeben. Neben dem umfangreichen Gutachten Hessenaue über Deponieraum für die Altrheinentschlammung zwischen Ludwigsau und Großem Goldgrund (Bl. 6116 Oppenheim) wurden 5 Gutachten über Lagerstätten von Ziegeleirohstoff, von Ton und von Basalt sowie über das Material einer Entnahmestelle für Dammschüttstoff erstattet.

Neben kleineren Beratungen galten weitere Stellungnahmen einem Tonvorkommen im Westerwald und Kupferschiefervorkommen im Raum von Hönebach.

Anläßlich eines Wirtschaftsgespräches, das der Hessische Minister für Wirtschaft und Technik mit Vertretern der Industrie, der Fachverbände, der Planungsgremien und anderer Behörden durchführte, war Gelegenheit, über die Arbeiten im Rahmen des „Programms zur Untersuchung der Lagerstätten der Steine und Erden in Hessen“ vor allem im Hinblick auf Fragen der Landes- und Raumplanung in Bezug auf Lagerstättenenerfassung, -abbau und -schutz ausführlich einzugehen.

#### 4. Petrologie/Geochemie

Von den Blättern 4723 Oberkaufungen, 5216 Oberscheld, 5325 Spahl, 5326 Tann, 5618 Friedberg (Hessen), 5620 Ortenberg und 5622 Steinau wurden für die Beiträge zu den Erläuterungen Proben von Sedimentgesteinen und Magmatiten teils noch im Gelände gesammelt, teils petrographisch untersucht; teilweise wurden bereits die Untersuchungsberichte zur Petrologie auf diesen Blättern fertiggestellt. Weiterhin wurden zahlreiche Gesteinsproben von Wasser- und Baustellenbohrungen bzw. von sonstigen Aufschlüssen auf den Blättern 5216 Oberscheld, 5319 Londorf, 5415 Merenberg, 5422 Herbstein, 5520 Nidda und 5619 Staden sowie von den Vogelsberg-Forschungsbohrungen (Bl. 5421 Ulrichstein) der petrographischen Bearbeitung zugeführt. Neben der erzmikroskopischen Untersuchung von Uran- und sonstigen Erzen aus den Forschungsvorhaben im Odenwald und am Eisenberg liefen auch die Arbeiten über die hydrothermale Hohlraum-Mineralisation der beiden Vogelsberg-Forschungsbohrungen (Bl. 5421 Ulrichstein) weiter. Mineralogische Untersuchungen wurden an zahlreichen Gesteinsproben von den Blättern 4721 Naumburg, 4822 Gudensberg, 4921 Borken (Hessen), 5021 Ziegenhain, 5219 Amöneburg, 5514 Hadamar, 5619 Staden, 5623 Schlüchtern, 5816 Königstein im Taunus, 5919 Seligenstadt und 6216 Gernsheim vorgenommen, röntgenographische Untersuchungen an Gesteinsproben der Blätter 4523 Münden, 5021 Ziegenhain, 5219 Amöneburg, 5618 Friedberg (Hessen), 5623 Schlüchtern und 5919 Seligenstadt. Schließlich wurden noch sekundäre Uranminerale aus dem Odenwald und im Vergleich dazu von außerhessischen Gebieten mit röntgenographischen Methoden bestimmt.

Mit den neu aufgestellten Geräten (Sequenz-Röntgenspektrometer, Gamma-Spektrometer) konnten nach einem umfangreichen Testprogramm fortlaufende Messungen auf Haupt- und Spurenelemente durchgeführt werden.

Die Rechenprogramme der mit diesen Geräten gekoppelten Rechenanlagen, die in Verbindung mit der HZD aufgestellt wurden, sind noch ergänzt bzw. erweitert worden. Außerdem wurde ein Rechenprogramm für das chemische Laboratorium erarbeitet.

#### 5. Chemisches Laboratorium

Für die bodenkundliche Landesaufnahme wurden 234 Böden auf Kornverteilung untersucht; ferner wurden in 146 Bodenproben chemisch je 16–20 Bestandteile analysiert und 255 Ergänzungsbestimmungen vorgenommen.

Von 29 Gesteinsproben wurden 2, von 58 Gesteinsproben 3 Komponenten nach den dazu erforderlichen Aufschlüssen bestimmt. Für die Forschungsvorhaben im

Odenwald und am Eisenberg wurden 3518 Bestimmungen der Uran-, Kupfer-, Nickel-, Kobalt-, Blei-, Zink- und Arsengehalte mit den dazu notwendigen Aufschlüssen durchgeführt. Ferner wurden 73 Dichtebestimmungen an pulverisiertem Gesteinsmaterial vorgenommen sowie 8 Uranstandards und weitere 2 Standards mit der Dichte 3,17 und Urangelalten von 0,1% sowie 1,0% hergestellt. An 150 Probenaufschlüssen wurden nach Abtrennung von Störbestandteilen die Goldgehalte untersucht, 10 Versuche galten dem Nachweis von Thorium. Yttrium, Thorium, Cer und 9 weitere Komponenten wurden in einem Yttrotitanitmineral bestimmt.

130 Wasservollanalysen mit 15–19 Bestandteilen, 54 Wasservollanalysen mit 8–11 Bestandteilen, 13 Wasserteilanalysen mit 5–6 Bestandteilen, 3 Wasserteilanalysen mit 8 Bestandteilen, 56 Wasserteilanalysen mit 1–3 Bestandteilen und 9 Wasserteilanalysen mit 7–10 Spurenbestandteilen wurden erledigt. Ferner wurden 42 bauchemische Wasseranalysen mit 7–12 Komponenten durchgeführt.

## 6. Hydrogeologie

Im Geschäftsjahr 1976 entsprach die Beratungstätigkeit der des Vorjahres, doch konnte zahlenmäßig durch den ganzjährigen Ausfall eines wissenschaftlichen Mitarbeiters das Vorjahresergebnis nicht erreicht werden. 1976 wurden 241 Gutachten und 131 Schreiben mit gutachtlichem Aussagewert, Gesamtzahl 372, (Vorjahr 257 bzw. 153, Gesamtzahl 410) erstattet. Die Gebühreneinnahmen betragen 304.149,59 DM gegenüber 340.230,50 DM im Geschäftsjahr 1975.

### Wissenschaftliche Tätigkeit

Die hydrogeologische Landeserkundung wurde mit Feldkartierungen i. M. 1:25000 und Trockenwetterabflußmessungen auf den Blättern 5320 Burg-Gemünden, 5518 Butzbach und 5617 Usingen fortgesetzt. Der Abschnitt „Hydrogeologie“ der Erläuterungen zur GK 25 Hessen, Bl. 5617 Usingen und Bl. 6316 Worms, wurde fertiggestellt.

Wasserproben wurden aus Grundwasseraustritten auf Bl. 5326 Tann, aus dem Brunnen A des Wasserwerkes Hof Schönau in verschiedenen Tiefen und aus zahlreichen Beregnungsbrunnen im südlichen Hessischen Ried entnommen.

Auf den Blättern 5024 Rotenburg (Fulda), 5025 Hönebach, 5026 Berka an der Werra, 5124 Bad Hersfeld, 5125 Friedewald und 5126 Vacha wurden die Chloridgehalte von Grundwasseraustritten mit einer ionenspezifischen Sonde zur Erkundung von Salzwasseraufstiegen überprüft.

Die wissenschaftliche Auswertung von Druckmessungen im Versenkgestein, dem Plattendolomit, im Werra-Kalirevier wurde begonnen. Ebenso wurde für eine Auswertung des am 23. 6. 1975 bei Sünna in der DDR erfolgten Gebirgsschlages umfangreiches Material für eine tektonische und seismologische Analyse und Ausdeutung zusammengetragen.

Die Veränderung von Qualmwasserblänken im Zusammenhang mit dem Rheinwasserstand wurde im Gebiet der Altrheinarme an Schusterwörth und Peterswert verfolgt und ein Gutachten über die hydrogeologischen Verhältnisse dieses Gebietes gefertigt.

Bei der Untersuchung der örtlich starken Grundwasserabsenkungen im Hessischen Ried wurde in der Arbeitsgruppe Ried beim Regierungspräsidenten in Darmstadt mitgearbeitet. Im Rahmen eines Sofortprogramms und einer Gesamtkonzeption für das Hessische Ried wurden mehrere Gutachten gefertigt. Für den Vorentwurf eines mathematischen Grundwassermodells für das Hessische Ried wurden in mehreren Besprechungen die geologischen und hydrogeologischen Grundlagen ausführlich erörtert und Verbesserungen bei den hydrogeologischen Modell-Parametern erreicht.

Die 1. Stufe des Untersuchungsprogramms „Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung im Rhein-Neckar-Raum“ wurde mit der Erstellung eines umfangreichen Abschlußberichtes mit 24 Kartenanlagen für den hessischen Gebietsanteil abgeschlossen.

Für das Forschungsprogramm „Untersuchungen über die Belastung des unterirdischen Wassers mit anorganischen toxischen Spurenstoffen im Gebiet von Straßen“ wurden Wasser- und Bodenproben entnommen. Das vorgesehene Meßprogramm wurde durchgeführt. Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse hat begonnen.

Luftbildauswertungen mit unterschiedlichen hydrogeologischen Fragestellungen wurden für eine Reihe kleinerer Gebiete bei Beratungsaufgaben und im etwas größeren Rahmen in der Umgebung von Nidda-Bad Salzhausen, Niedernhausen-Niederseelbach, Hohenstein-Breithardt, Großenlüder und im Werra-Kalirevier durchgeführt.

Der Abschnitt V „Unterirdisches Wasser und Quellen“ der Hydrologischen Bibliographie für das Jahr 1972 wurde fertiggestellt.

## Gutachtliche Tätigkeit

### Sachliche Verteilung

	Gutachten
1. Wassererschließungen	
a) Zentrale Wasserversorgung	37
b) Aus- und Neusiedler	4
c) Dienstgehöfte und Gewerbe	3
d) Notversorgung, Luftschutz-, Militäranlagen, Bahn, Post	1
e) Sonstiges	2
2. Uferfiltratgewinnung, künstliche Grundwasseranreicherung	3
3. Beurteilung vorhandener Wassergewinnungsanlagen	5
4. Wasserschutzgebiete	47
5. Beurteilung grundwassergefährdender Einrichtungen und Maßnahmen in qualitativer Hinsicht	
a) Lagerflüssigkeiten	9
b) Müllablagerungen	21
c) Baumaßnahmen	27
d) anderer Art	14
6. Abwasserversenkung, Gasspeicher	—
7. Erlaubnisse, Bewilligungen und Genehmigungen zum Bau oder Betrieb von Wassergewinnungsanlagen	5
8. Beurteilung grundwassergefährdender Einrichtungen und Maßnahmen in quantitativer Hinsicht	9
9. Beurteilung von Grundwasserständen und Grundwasserstandsänderungen	3
10. Heil- und Mineralquellen	
a) Erschließungen	1
b) Schutzgebiete	5

## Gutachten

11. Ausnahmegenehmigungen in Schutzgebieten	
a) Heilquellen	10
b) Trinkwasser	1
12. Talsperren, Rückhaltebecken und Staustufen	1
13. Untersuchung größerer Gebiete, Rahmen-, Sonder-, Generalpläne	2
14. Landwirtschaftlicher Wasserbau, Dränung, Bewässerung	2
15. Neuanlage und Erweiterung von Friedhöfen	29
	<hr/>
	241

## Gebietliche Verteilung

## Regierungsbezirk Darmstadt

## Überregionale Gebiete (2)

Bergstraße (17): Birkenau, Bürstadt, Einhausen, Grasellenbach, Groß-Rohrheim, Heppenheim(2), Lautertal(2), Mörlenbach, Rimbach(2), Viernheim(2), Wald-Michelbach, Kreisgebiet(2)

## Darmstadt-Stadt (1)

Darmstadt-Land(6): Brandau, Eschollbrücken, Hähnlein, Nieder-Ramstadt, Pfungstadt, Weiterstadt

Dieburg(3): Reinheim, Kreisgebiet(2)

Dill(2): Mittenaar, Rittershausen

Frankfurt am Main(7)

Gießen-Stadt(2)

Gießen-Land(12): Beuern, Fernwald, Großen-Buseck(2), Grünberg(4), Laubach, Rabenau, Reiskirchen(2)

Groß-Gerau(11): Biebesheim(2), Gernsheim, Groß-Gerau, Nauheim, Rüsselsheim(2), Ginsheim-Gustavsburg, Kreisgebiet(3)

Hochtaunus(4): Bad Homburg v.d.H., Kronberg, Oberursel, Schmitten

Limburg-Weilburg(6): Camberg(2), Dornburg, Elz, Villmar, Weilburg

Main-Kinzig(8): Bad Orb, Bad Soden-Salmünster, Erlensee, Gelnhausen, Hanau, Langenselbold, Schlüchtern, Kreisgebiet

Main-Taunus(7): Bremthal, Flörsheim(5), Hattersheim

Odenwald(6): Bad König, Brensbach(2), Breuberg, Michelstadt, Reichelsheim

Offenbach-Stadt(1)

Offenbach-Land(7): Dietzenbach(2), Dudenhofen(2), Hausen, Heusenstamm, Jügesheim Rheingau(3): Aßmannshausen, Espenschied, Oestrich-Winkel

Untertaunus(6): Aarbergen(2), Heidenrod, Taunusstein(3)

Vogelsberg(19): Alsfeld, Antrifttal, Freiensteinau, Grebenhain(2), Herbstein(3), Homberg, Kirtorf, Mücke(2), Schlitz, Schotten(2), Ulrichstein(2), Kreisgebiet(2)

Wetterau(31): Altenstadt, Bad Nauheim, Bad Vilbel(7), Büdingen(3), Eczell, Gedern, Glauberg, Karben(5), Münzenberg(3), Nidda(5), Ober-Mörlen, Reichelsheim, Kreisgebiet

Wetzlar(12): Biebental, Bischoffen, Braunfels, Dornholzhausen, Gemünden(3), Hohenahr, Hüttenberg, Leun, Nauborn, Wetzlar

Wiesbaden(4)

## Regierungsbezirk Kassel

Fulda(6): Fulda, Großenlüder, Hilders(2), Hofbieber, Tann

Hersfeld-Rotenburg(9): Alheim(3), Bebra, Haunetal, Ludwigsau(2), Nentershausen, Kreisgebiet

Kassel-Stadt(1)

Kassel-Land(4): Kaufungen(2), Oberweser, Trendelburg

Marburg-Biedenkopf(15): Allendorf(2), Amöneburg, Biedenkopf, Breidenbach(4), Ebsdorfergrund, Kirchhain(2), Lahntal, Neustadt, Steffenberg(2)  
 Schwalm-Eder(7): Fritzlar-Homberg, Neukirchen, Schwalmstadt, Schwarzenborn, Spangenberg, Zwesten, Kreisgebiet  
 Waldeck-Frankenberg(15): Allendorf, Arolsen, Bad Wildungen(3), Battenberg, Diemelsee, Edertal, Korbach(2), Waldeck(4), Kreisgebiet  
 Werra-Meißner(7): Großalmerode, Ringgau, Sontra(2), Waldkappel, Wehretal(2)

Die sachliche Verteilung der Gutachten zeigt gegenüber den Vorjahren keine wesentlichen Veränderungen. Bei den Gutachten zur Festsetzung von Wasserschutzgebieten wurde mit 52 (davon 5 für Heilquellenschutzgebiete) genau das Vorjahresergebnis erreicht, während die Gutachten zur Neuanlage oder Erweiterung von Friedhöfen sich um 1 auf 29 und die zur Grundwassergewinnung um 7 auf 51 erhöht haben. Erwähnenswert ist bei dem Sachgebiet Wassererschließung—Wassergewinnung die ansteigende Tendenz der Beratungstätigkeit über Möglichkeiten der Uferfiltratgewinnung und der künstlichen Grundwasseranreicherung. Auch die in mehreren Brunnen eines Wasserwerkes und weiteren 31 gutachtlich vorgeschlagenen und überwachten Haupt- und Versuchsbohrungen nachgewiesene gewinnbare Grundwassermenge von 862 l/s liegt deutlich über dem Durchschnitt der letzten Jahre, wenn sie auch das außergewöhnliche Vorjahresergebnis von rd. 1 100 l/s nicht erreichte.

Etwas zurückgegangen sind dagegen vor allem Gutachten zur Erlaubnis, Bewilligung oder Genehmigung zum Bau oder Betrieb von Wassergewinnungsanlagen (— 5) und zur Erteilung von Ausnahmegenehmigungen in Schutzgebieten (— 11) (Punkte 7 und 11 der Sachlichen Verteilung).

Auf anderen Sachgebieten wurden z. T. arbeitsaufwendige und umfangreiche Gutachten bearbeitet. Erwähnt seien die Gutachten über die Hydrogeologischen Verhältnisse im Gebiet der Schusterwörth, der Peterswert und des Staatsforstes Dornberg, Krs. Groß-Gerau, 6 Gutachten im Rahmen der Arbeitsgruppe Ried beim Regierungspräsidenten in Darmstadt zum Sofortprogramm und zur wasserwirtschaftlichen Gesamtkonzeption für das Hessische Ried und der Abschlußbericht zur Stufe 1 des Untersuchungsprogramms „Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung im Rhein-Neckar-Raum“.

Die Bearbeitung des Gutachtens über die Möglichkeiten zur Anlage von Hochdruck-Gaskavernenspeichern im Werra-Salinar Osthessens wurde fortgesetzt.

Die Kaliabwasserversenkung im Fulda- und Werra-Kalirevier wurde laufend überwacht.

### Verfolg von Bohrungen

Im Berichtsjahr wurden rd. 400 Bohrungen und Aufschlüsse im Gebiet des Landes Hessen verfolgt. Die Bohrungen dienten vor allem der Grundwassererschließung, der Einrichtung von Grundwasserstandsmeßstellen und der Baugrunderkundung.

## 7. Ingenieurgeologie

Im Berichtszeitraum sind (in Klammern Vergleichszahlen der Jahre 1973/1974/1975)

229 Gutachten (307/275/305)

45 Berichte und Stellungnahmen mit gutachtlichem Aussagewert (94/65/75)

800 Stellungnahmen zu Bauleit- und Flächennutzungsplänen (460/490/620)

erstattet bzw. abgegeben worden.

Die Zahl der Gutachten verteilt sich wie folgt:

17 Behördenbauten (45/25/22)

9 Universitäts- und Hochschulbauten (12/9/17)

15 Bauvorhaben für Bundeswehr (18/16/15)

29 Bauvorhaben der Landkreise und Kommunen einschl. Industriegelände (32/34/33)

6 Bauvorhaben nach dem RSG, FBG u. der WWO (7, 11, 10)

55 Allgemeine Straßenbauvorhaben (39/32/42)

8 Gutachten für BAB-Teilstrecken (10/17/15)

61 Gutachten für BAB-Ingenieurbauwerke (112/102/114)

3 Gutachten für DB-Neubaustrecken (-/-/2)

21 Gutachten für Talsperren u. HRB (20/19/23)

1 Gutachten für Felsbauvorhaben (1/0/1)

1 Gutachten über Rutschungen und Rutschgebiete (1/1/1)

4 Gutachten über Erdfall- und Senkungsgebiete.

Für Maßnahmen der Straßenbauverwaltung sind 124 Gutachten erstattet worden, d. s. 54 % (53 % / 55 % / 56 %). Hinzu kommt die ständige ingenieurgeologische Beratung folgender Neubaustrecken, die 1976 teilweise einen erheblichen höheren Aufwand als bisher erfordert hat:

A 7 Kassel—Hattenbach, Verbreiterung  
 A 45 Gießen—Stuttgart, Abschnitt Gambach—Kinzigtal  
 A 48 Koblenz—Reiskirchen, Abschnitt Krebsbachtal  
 A 49 Kassel—Marburg, Abschnitt Fritzlar—Borken  
 B 277 a, Umgehung Herborn  
 sowie der Beratung zahlreicher Großbrücken  
 Krebsbachtalbrücke (A 49)  
 Mainbrücke Mainflingen (A 45)  
 Mainbrücke Groß- und Klein-Auheim (K 859)  
 Mainbrücke Griesheim (A 5)  
 Neckarbrücken Hirschhorn (B 37).

Die angewandte Forschung über bei der Gutachtertätigkeit anfallende Probleme wurde weitergeführt und z.T. intensiviert. Folgende Forschungsvorhaben sind besonders zu nennen:

Bei den Untersuchungen über Folgeerscheinungen des tiefen Salinarkarstes an der Erdoberfläche konnten durch den Verfolg der Bohrungen für die DB-Neubaustrecken im Gebiet NeuhoF—Fulda wertvolle Einzelergebnisse gewonnen werden. Die Arbeiten zur Ortung solcher Erscheinungen mittels Geophysik haben durch den Tod des Geophysikers des Amtes und die Einstellungssperre allerdings einen schweren Rückschlag erlitten.

Die grundsätzlichen Untersuchungen über Geländesenkungen und Gebäudeschäden durch Grundwasserentzug haben im Berichtsjahr durch die Erscheinungen im Ried besondere Aktualität erhalten.

Die Erdruckmessungen an Brückenwiderlagern verschiedener Bauwerkstypen wurden weitergeführt.

An der Krebsbachtalbrücke (A 49), mit besonders schwierigen Untergrundverhältnissen, wurden Probelastungen an Großbohrpfählen durchgeführt.

In Einschnittsböschungen mit Basalten und Basalttuffen über sedimentären Tonen wurden mittels Extensometer Entlastungshebungen gemessen. Extensometermessungen zur Beobachtung der Bewegungen der Böschungen wurden auch an 2:1 steilen Felsböschungen an der B 277 a bei Herborn durchgeführt.

Regelmäßige Kontrollmessungen des Kohlensäuregehaltes im Grundwasser in Pegelbohrungen an geplanten Talsperrenstandorten mit dem Ziel, jahreszeitliche oder geologische Abhängigkeiten zu erkennen und bei Baumaßnahmen Zufallsergebnisse ausschalten zu können.

### 8. Bibliothek

Der Zuwachs im Jahre 1976 betrug 3093 Einheiten. Davon entfallen 2694 auf Bände und 399 auf Karten. Die Anzahl der Tauschpartner hat sich von 532 auf 388 verringert. Ausgeliehen wurden im Berichtsjahr 4960 Bände und 560 Karten.

### 9. Vertriebsstelle

In der Vertriebsstelle wurden verkauft:

1109 Geologische Karten 1:25 000  
252 Bodenkarten 1:25 000

852 Übersichtskarten  
984 sonstige Veröffentlichungen

### 10. Archive, Datendokumentation

Der Zuwachs betrug im Jahre 1976 insgesamt 4230 Stück, davon 642 Gutachten und Schreiben mit gutachtlichem Aussagewert sowie 2877 Schichtenverzeichnisse von Bohrungen und Sondierungen. Ausgeliehen und wieder vereinnahmt wurden 1503 Stück.

In Zusammenarbeit mit der HZD, Wiesbaden, und mit verschiedenen Arbeitsgemeinschaften und Arbeitsgruppen wurde die Datenerfassung und Dokumentation von Archivmaterial weiter vorangetrieben. Vor allem wurde der Einsatz des vom Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung, Hannover, entwickelten DASCH-Systems (Dokumentations- und Abfrageprogramm für Schichtenverzeichnisse) in einer geänderten Version (DASCH-T) für das Hessische Landesamt für Bodenforschung getestet und für den Aufbau eines Bohrkatasters an Beispielen praktisch erprobt. In diesem Zusammenhang wurden auch die Zeichenprogrammssysteme STAMPEDE und PUNKT der HZD erfolgreich eingesetzt.

Für die Erfassung und weitere Verarbeitung von Analysendaten wurde im Bereich Hydrogeologie der Abschlußbericht der Aufgabenuntersuchung „Grundwasserchemismus“ fertiggestellt.

Außerdem kamen verschiedene Programme und Programmsysteme sowohl bei der HZD als auch an eigenen Anlagen der mittleren Datentechnik zum Einsatz, besonders für gefügekundliche/tektonische Untersuchungen (Programmsystem GELI) sowie für geochemische, bodenkundliche und ingenieurgeologische Berechnungen und Auswertverfahren.

## 11. Schriftleitung und Kartendruck

Im Jahre 1976 sind folgende Schriften und Karten veröffentlicht worden:

- Geologisches Jahrbuch Hessen (bis 1975 Notizblatt des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden):  
 Band 104, 328 S., 53 Abb., 18 Tab., 19 Taf., 1 Bild.
- Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, ab Band 74: Geologische Abhandlungen Hessen:  
 Band 73: GOLWER, A., et al.: Belastung und Verunreinigung des Grundwassers durch feste Abfallstoffe. 131 S., 23 Abb., 34 Tab., 2 Taf.  
 Band 74: SOLLE, G.: Oberes Unter- und unteres Mitteldevon einer typischen Geosynklinal-Folge im südlichen Rheinischen Schiefergebirge. 264 S., 11 Abb., 2 Taf., 1 Kt.
- Geologische Karte von Hessen 1:25000:  
 Blatt 4620 Arolsen und Erläuterungen, 225 S., 35 Abb., 9 Tab., 1 Taf., 1 Beibl.  
 Blatt 5417 Wetzlar und Erläuterungen, 2., ergänzte Aufl., 137 S., 18 Abb., 11 Tab., 1 Taf.  
 Blatt 5618 Friedberg und Erläuterungen, 247 S., 30 Abb., 13 Tab., 2 Taf.
- Bodenkarte von Hessen 1:25000:  
 Blatt 4821 Fritzlar und Erläuterungen, 90 S., 15 Tab., 15 Prof.  
 Blatt 5619 Staden und Erläuterungen, 80 S., 7 Tab., 7 Prof.
- Geologische Übersichtskarte von Hessen 1:300000, 3. Aufl.

## Hochschultätigkeit

- Geologiedirektor Dr. BARGON  
 als Lehrbeauftragter an der Technischen Hochschule Darmstadt  
 (Bodenkunde)
- Geologieoberrat Dr. BERNHARD  
 als Lehrbeauftragter an der Gesamthochschule Kassel  
 (Geologie für Bauingenieure)
- Geologiedirektor Prof. Dr. LIPPERT  
 als Honorarprofessor an der Justus-Liebig-Universität Gießen  
 (Allgemeine und angewandte Geologie)
- Geologiedirektor Prof. Dr. MEISL  
 als Honorarprofessor an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt a.M.  
 (Petrologie, Geochemie)
- Geologieoberrat Dipl.-Ing. MÜLLER  
 als Lehrbeauftragter an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt a.M.  
 (Baugrundgeologie)
- Direktor des Landesamtes für Bodenforschung Prof. Dr. NÖRING  
 als Honorarprofessor an der Technischen Hochschule Darmstadt  
 (Hydrogeologie)
- Geologiedirektor Dr. E. PAULY  
 als Lehrbeauftragter an der University of Maryland,  
 European Division, Heidelberg—Wiesbaden  
 (Allgemeine und historische Geologie)
- Geologiedirektor Prof. Dr. PRINZ  
 als Honorarprofessor an der Philipps-Universität Marburg/Lahn  
 (Ingenieurgeologie)
- Geologiedirektor Dr. RÖSING  
 als Lehrbeauftragter an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt a.M.  
 (Germanische Trias, ihre Stratigraphie und morphologische Interpretation)

- Geologierat z. A. Dr. SCHRADER  
als Lehrbeauftragter an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt a.M.  
(Angewandte Bodenphysik)
- Geologiedirektor Dr. THEWS  
als Lehrbeauftragter an der University of Maryland,  
European Division, Heidelberg—Wiesbaden  
(Physical Geology, Earth History)

### Veröffentlichungen von Angehörigen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

- ANDERLE, H.-J. (1976): Der Südrand des Rhenoharzynikums im Taunus. Vorläufige Mitteilung der Ergebnisse tektonischer Untersuchungen. — Geol. Jb. Hessen, **104**: 279—284; Wiesbaden.
- & ECKERT, H.-U. (1976): Tektonik des Taunus. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5618 Friedberg: 88—96, 3 Abb., 1 Taf.; Wiesbaden.
- BARGON, E. (1976): Erkennung und Darstellung der Bodenerosion. — Wege der Forschung, **430**: Bodenerosion in Mitteleuropa: 148—159; Darmstadt (Wiss. Buchgesellschaft).
- BÖKE, E. (1976): Schichtenausbildung und Lagerungsverhältnisse am Ostrand des nördlichen Oberrheingrabens bei Neu-Isenburg (Hessen). — Geol. Jb. Hessen, **104**: 225—231, 2 Abb.; Wiesbaden.
- EHRENBERG, K.-H. (1976): Petrographie der basaltischen Gesteine. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4620 Arolsen: 88—92; Wiesbaden.
- FAZAKAS, H.-J. (1976): Geochemisch-lagerstättenkundliche Untersuchungen an Schwermetallvorkommen des südwestdeutschen Grund- und Deckgebirges. — Diss. Univ. München.
- FICKEL, W. (1976): Böden. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5618 Friedberg: 151—159; Wiesbaden.
- FINKENWIRTH, A., in: BRÜNING, K., FINKENWIRTH, A., GÄRTNER, R., HARK, H. W., ROTTGARDT, D., WEBER, R., & WIONTZEK, H. (1976): Versenkung industrieller Abfallflüssigkeiten in den Untergrund über Bohrungen. — Forschungsbericht 45125 (DGMM), 57 S.; Hamburg.
- GOLWER, A., KNOLL, K.-H., MATTHES, G., SCHNEIDER, W., & WALLHÄUSER, K. M. (1976): Belastung und Verunreinigung des Grundwassers durch feste Abfallstoffe. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **73**, 131 S., 23 Abb., 24 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- HAUPENTHAL, C. (1976): Bodenkarte von Hessen 1:25 000, Blatt 4821 Fritzlar; Wiesbaden.
- mit Beiträgen von ASTHALTER, K., & THIELICKE, G. (1976): Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1:25 000, Blatt 4821 Fritzlar, 90 S., 15 Tab., 15 Prof.; Wiesbaden.
- HENTSCHEL, G. (1976): Topas und Fluorit vom Bellerberg bei Mayen/Eifel. — Aufschluß, **27**: 81—82; Heidelberg.
- (1976): Die Zeolithe im Limburgit von Sasbach/Kaiserstuhl. — Aufschluß, **27**: 285 bis 288; Heidelberg.
- & SCHRICKE, W. (1976): Offretit von Geilshausen (Vogelsberg, Hessen). — Geol. Jb. Hessen, **104**: 173—176, 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- & KUZEL, H. J. (1976): Stätlingit,  $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , ein neues Mineral. — N. Jb. Mineral., Mh., **1976**: 326—330; Stuttgart.
- HERZBERG, A. (1976): Hessisches Geologisches Schrifttum 1975 mit Nachträgen aus den Jahren 1967 bis 1974. — Geol. Jb. Hessen, **104**: 287—302; Wiesbaden.
- HÖLTING, B. (1976): Hydrogeologie. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4620 Arolsen: 156—174, 2 Abb., 4 Tab.; Wiesbaden.

- & THEWS, J. D. (1976): Hydrogeologische Daten in der Geologischen Karte 1:25000 und anderen Kartenwerken von Hessen. — *gwfWasser/Abwasser*, **117** (6): 245–251, 1 Abb., 6 Tab.; München (Oldenbourg).
- HORN, M. (1976): Geologische Karte von Hessen 1:25000, Blatt 4620 Arolsen; Wiesbaden.
- mit Beiträgen von EHRENBERG, K.-H., HÖLTING, B., REICHMANN, H., & WENDLER, R. (1976): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Blatt 4620 Arolsen, 225 S., 35 Abb., 9 Tab., 1 Taf., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- KÜMMERLE, E. (1976): Zur Geologie und Geschichte der Bad Nauheimer Sprudel. — *Geol. Jb. Hessen*, **104**: 253–270, 1 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- Geologische Karte von Hessen 1:25000, Blatt 5618 Friedberg, Wiesbaden.
- mit Beiträgen von ANDERLE, H.-J., BIBUS, E., ECKERT, H.-U., FICKEL, W., HERRMANN, F.-R., SCHARPF H.-J., & SCHRICKE, W. (1976): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Blatt 5618 Friedberg, 247 S., 30 Abb., 13 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- LIPPERT, H.-J. (1976): Dr. FRIEDRICH HEINECK zum 95. Geburtstag. — *Jb. nass. Ver. Naturk.*, **103**: 5–6; Wiesbaden.
- (1976): Der Nassauische Verein für Naturkunde im Jahre 1973. — *Jb. nass. Ver. Naturk.*, **103**: 186–193; Wiesbaden.
- (1976): Der Nassauische Verein für Naturkunde im Jahre 1974. — *Jb. nass. Ver. Naturk.*, **103**: 194–200; Wiesbaden.
- (1976): Der Nassauische Verein für Naturkunde im Jahre 1975. — *Jb. nass. Ver. Naturk.*, **103**: 201–208; Wiesbaden.
- NÖRING, F. (1976): Die Festsetzung von Trinkwasserschutzgebieten und ihre Einteilung in Zonen—die neuen DVGW/LAWA-Richtlinien. — *Wasserfachliche Aussprachetagung Duisburg 1974*, DVGW-Schriftenreihe Wasser, **7**: 12–15, Aussprache S. 24; Eschborn (Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern e.V.).
- (1976): (Referat) 1167. CARLÉ, WALTER: Die Mineral- und Thermalwässer von Mitteleuropa. *Geologie, Chemismus, Genese*. — *Zbl. Geol. Paläontol.*, Tl. I, Jg. **1975**, (Heft 7/8): 568–570; Stuttgart-W.
- (1976): Tätigkeitsbericht des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung für das Geschäftsjahr 1975 (1. 1.–31. 12. 1975). — *Geol. Jb. Hessen*, **104**: 303–320; Wiesbaden.
- PAULY, E. (1976): Oberflächennahe Lagerstätten, ihre Bewertung und ihre Berücksichtigung im Rahmen der Landesplanung in Hessen. — *Nachr. dt. geol. Ges.*, **15**: 16; Hannover.
- RABIEN, A., in: LANG, H. D., & RABIEN, A., & STRUVE, W., & WIEGEL, E. (1976): Richtlinien für die Verfasser geowissenschaftlicher Veröffentlichungen. — 36 S.; Hannover.
- RAMBOW, D. (1976): Profile durch den Mittleren Buntsandstein an der Ostflanke des nordhessischen Teilbeckens (Gebiet östlich Kassel). — *Geol. Jb. Hessen*, **104**: 43–49, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- (1976): Der Altmorschen-Lichtenauer Graben im Gebiet Retterode (Nordhessen). — *Geol. Jb. Hessen*, **104**: 177–179, 1 Abb.; Wiesbaden.
- (1976): Die Westfortsetzung des Grabens von Wickenrode (Nordhessen). — *Geol. Jb. Hessen*, **104**: 181–182, 1 Abb.; Wiesbaden.
- REICHMANN, H. (1976): Böden. — *Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000*, Bl. 4620 Arolsen: 146–155; Wiesbaden.
- (1976): Böden. — *Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000*, Bl. 5417 Wetzlar, 2. Aufl.: 66–78; Wiesbaden.
- REUL, K. (1976): Der Landkreis Fulda aus der Sicht des Forschungssatelliten ERTS-1. — *Beil. Jb. Landkr. Fulda 1976* (1 Karte); Fulda (Kreisausschuß).
- & RÉE, C.: Tektonische Gefügeanalyse aus Fernerkundung und vor Ort am Beispiel der Uranlagerstätte Ellweiler. — *Jber. u. Mitt. oberrhein. geol. Ver.*, N.F., **58**: 183–201; Stuttgart.

- RÖSING, F. (1976): Geologische Übersichtskarte von Hessen 1:300000, 3. Aufl.; Wiesbaden.
- SCHARPFF, H.-J. (1976): Hydrogeologie. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 5618 Friedberg: 115–150, 7 Abb., 7 Tab.; Wiesbaden.
- SCHRADER, L. (1976): Bodenkarte von Hessen 1:25000, Blatt 5619 Staden; Wiesbaden. — mit Beiträgen von ASTHALTER, K., THIELICKE, G., & ZAKOSEK, H. (1976): Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1:25000, Blatt 5619 Staden, 80 S., 7 Tab., 7 Prof.; Wiesbaden.
- SCHRICKE, W. (1976): Vulkanische Gesteine. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 5618 Friedberg: 40–52, 2 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.  
— (1976): s. HENTSCHEL, G., & SCHRICKE, W.
- STENGEL-RUTKOWSKI, W. (1976): Idsteiner Senke und Limburger Becken im Licht neuer Bohrergebnisse und Aufschlüsse (Rheinisches Schiefergebirge). — Geol. Jb. Hessen, **104**: 183–224, 9 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.  
— (1976): Ergebnisse von Abflußmessungen im Krofdorfer Forst (Rheinisches Schiefergebirge). — Geol. Jb. Hessen, **104**: 233–244, 5 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.
- THEWS, J. D., & ZAKOSEK, H. (1976): Ein Quartärprofil südwestlich vom Forsthaus Elz (Kreis Limburg-Weilburg). — Geol. Jb. Hessen, **104**: 57–59, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.  
— (1976): s. HÖLTING, B., & THEWS, J. D.
- WENDLER, R. (1976): Geophysik. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 5417 Wetzlar: 62–65, 2 Abb.; Wiesbaden.  
— (1976): Geophysik. — Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 4620 Arolsen: 132–145, 9 Abb.; Wiesbaden.
- WIEGAND, K., in PICKEL, H.-J., & WIEGAND, K. (1976): Ein neues Salzwasservorkommen im Stadtgebiet von Gießen (Mittelhessen). — Geol. Jb. Hessen, **104**: 245–251; Wiesbaden.

### Wissenschaftliche Vorträge von Angehörigen des Landesamtes

- FRIEDRICH, K.: Geologische Verhältnisse im Bereich der Baumaßnahme B 277, Orts- umgehung Herborn und Baumaßnahmen. — VSTI-Veranstaltung in Herborn, 29. 6. 1976.
- HOLTZ, S.: Ingenieurgeologische Probleme beim Bau von Stauanlagen im Odenwald. — TH Darmstadt, Fachbereich 11, 3. 11. 1976.
- LAEMMLEN, M.: Die geologischen Verhältnisse im Bereich der nördlichen Kuppenrhön. — Veranstaltung der Volkshochschule Landkreis Fulda, Zweigstelle Rasdorf, 25. 3. 1976.
- LIPPERT, H.-J.: Landschaften und Gesteine in Südwestdeutschland. — Nass. Ver. Naturk., Wiesbaden, 5. 2. 1976.
- MÜLLER, K.-H.: Setzungsberechnungen bei flach gegründeten Brückenbauwerken. — VSVI-Seminar „Gründungen für Brücken- und Ingenieurbauwerke“ in Rotenburg/F., 4. 2. 1976 u. 18. 2. 1976.
- PAULY, E.: Die Geologie im modernen Wirtschaftsablauf, dargestellt an Beispielen aus der Lagerstätten- und Ingenieurgeologie. — SOLLE-Kolloquium der TH Darmstadt, 29. 4. 1976.  
— Erfassung und Bewertung von Lagerstätten. — Wirtschaftsgespräch des Hessischen Ministers für Wirtschaft und Technik, Kloster Eberbach, 9. 9. 1976.  
— Oberflächennahe Lagerstätten, ihre Bewertung und ihre Berücksichtigung im Rahmen der Landesplanung in Hessen. — DGG Münster, 6. 10. 1976.
- PRINZ, H.: Ingenieurgeologie und Bodenerkundung. — VSVI-Seminar „Gründungen für Brücken- und Ingenieurbauwerke“ in Rotenburg/F., 4. 2. 1976 u. 18. 2. 1976.
- REUL, K.: Tektonische Gefügeanalyse in der Fernerkundung. — Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie, Frankfurt/M., 5. 3. 1976.  
— Die tektonische Gefügeanalyse am Beispiel der Uranlagerstätte Ellweiler. — Jahrestagung oberrhein. Geol. Ver. in Saarlouis, 21. 4. 1976.

RÖSING, F.: Vergleiche zwischen Vulkanformen auf den Canaren und in Nordhessen. — Naturkundemuseum in Kassel, 12. 5. 1976.

THEWS, J. D.: Geologic mapping and geologic maps in Hesse. — Natural and Behavioral Sciences Symposium, University of Maryland, Heidelberg, 18. 12. 1976.

### Personalbestand 31. Dezember 1976

Leiter (kommissarisch): Geologiedirektor Dr. agr. ERNST BARGON

#### Geologiedirektoren:

Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. ALFRED FINKENWIRTH	Dipl.-Geol. Dr. phil. nat. ERNST PAULY
Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. JENS KULICK	Dipl.-Geol. Prof. Dr. rer. nat. HELMUT PRINZ
Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. HANS-GÜNTHER KUPFAHL	Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. ARNOLD RABEN
Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. MANFRED LAEMMLER	Dr. rer. nat. FRANZ RÖSING
Dipl.-Geol. Prof. Dr. phil. nat. HANS-JOACHIM LIPPERT	Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. OTTO SCHMITT
Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. STEFAN MEISL	Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. DIETRICH THEWS

#### Geologieoberräte:

Dr. rer. nat. HORST BERNHARD	Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. MANFRED HORN
Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. MARTIN BEURER	Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. EBERHARD KÜMMERLE
Dr. rer. nat. ECKHARD BÖKE	Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. RENATE MOTZKA
Dipl.-Geol. Dr. phil. nat. GISBERT DIEDERICH	Dipl.-Ing. KARL-HANS MÜLLER
Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. KARL-HEINZ EHRENBERG	Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. DIETRICH RAMBOW
Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. WALTER FICKEL	Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. HELMUT REICHMANN
Dr. rer. nat. KUNIBERT FRIEDRICH	Dipl.-Geol. Dr. phil. nat. KONRAD REUL
Dipl. Geol. Dr. rer. nat. ARTHUR GOLWER	Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. HANS-JÜRGEN SCHARPFF
Dipl.-Geogr. Dr. phil. nat. ANNELIES HERZBERG	Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. WILLI SCHRICKE
Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. HELMUT HICKETHIER	Dipl.-Geol. Dr. phil. nat. WITIGO STENGEL-RUTKOWSKI
Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. BERNWARD HÖLTING	Dipl.-Chem. GÜNTER THELICHE
Dipl.-Geol. Dr. phil. nat. SIEGFRIED HOLTZ	Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. KLAUS WIEGAND

#### Geologieräte:

Dipl.-Geol. HANS-JÜRGEN ANDERLE	* Dipl.-Min. GERHARD STRECKER
Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. WALTER BARTH	* Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. HANS TANGERMANN
Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. PETER HELBIG	Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. JENS WESTRUP
Dr. rer. nat. GERHARD HENTSCHEL	Dipl.-Geol. CARL-PETER ZIEHLKE
* Dipl.-Landw. Dr. agr. LUDOLF SCHRADER	

\* Geologierat z. A.

#### Wissenschaftliche Angestellte:

Dipl.-Geol. JÜRGEN FAZAKAS	Dipl.-Ing. agr. CHRISTOF HAUPENTHAL
Mag. d. Hydrogeol. u. Ingenieurgeol. JOACHIM GRABOWSKI	Dipl.-Geol. EBERHARD KAUFMANN
	Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. ALBERT-KARL THEUERJAHR

#### Bibliothek und Vertriebsstelle:

ILSE FRÖLICH	RUTH HEISER-SALZBURG	IRMGARD KÖNIG
GERTRUD GROSSMANN	CHRISTINE KINDSVOGEL	

#### Technische Bedienstete:

PAUL ANDOR	Ing. (grad.) GERNOT HÜHNER	Ing. (grad.) HANS-HEINRICH SCHMIDT
LIENHARD BARNETT	HANS KLING	Ing. (grad.) RUDI SCHNEIDER
OTTO BEINSTEIN	GERHARD KNAB	Ing. (grad.) NORBERT SCHOLZ
Ing. (grad.) NORBERT BLECK	FRITZ KRÜGER	MONIKA SCHRECKENBACH
EDMUND BREMSER	HEINZ LEICK	ECKHARD SCHULZ
Ing. (grad.) EWALD CLOEREN	Ing. (grad.) PETER MOHR	Ing. (grad.) ALOIS SEDLATSCHEK
PETER DIEZ	HELMA MÜNCH	OTTO SOHN
GEORG DOMES	Ing. (grad.) ULRICH PFEFFER	Ing. (grad.) OTTO STIEGLER
ROLF ETZ	ILSE POSER	ERICH STRAUCH
KARL FINK	NORBERT PREISNER	WILHELM TERME
PETER FUHRMANN	WILHELM RICHTER	Ing. (grad.) ERWIN THIEL
ANTON GLÄSER	Ing. (grad.) ALBERT ROMSCHINSKI	Ing. (grad.) ROLAND WIEDERER
Ing. (grad.) LUDWIG GRÜBER	Ing. (grad.) WINFRIED ROSENBERGER	GERHARD WOELKE
SIEGFRIED HENNING	SUSANNE SALCHER	URSULA ZÖLLER
Ing. (grad.) WERNFRIED HÜBLER		

#### Landkartentechnisches Büro:

Leitung: PAUL UHL		
JÜRGEN BARTHOLOMAY	MONIKA ECKL	ANTONIE HOCH
HERBERT BAUER	ANNE ROSE FUCHS	ERIKA LIESKE
HERMANN BRENNER	ADELHEID FUSS	ECKHARD STEINBRECHER
JENS DENGLER	RUDOLF HEUSER	KARIN STOLL
JUTTA VON DZIEGIELEWSKI	KARL HIELSCHER	MICHAEL STRYJ

## Verwaltung:

Leitung: Oberamtsrat HUBERTUS CHRISTIAN		
HUBERT GROSSMANN	CHRISTA MÜLLER	GILDE RÖSSLER
IRENE HEUSER	ROSEMARIE REUBOLD	URSULA ROTH
URSULA MICHNA		

## Schreibbüro:

ANGELA BÜSSER-WESTERHOFF	URSULA KOPP	INGEBORG STRANGFELD
KÄTE FLOR	ILSE SCHMITZ	HEIDEMARIE THIEL
HEIDRUN GEBAUER	URSULA STOBER	EDELTRAUD ZIERZ

## Archiv, Schriftleitung, Pförtner und Telefon:

ROSEL FISCHER	ALBERT KARSCHNY	Ing. (grad.) WILHELM STICH
HARALD GEIST	GISELA KRAHNKE	

## Lohnempfänger:

Fahrer FERDINAND FLIESS	Fahrer SIEGFRIED WENZKE	Bohrgehilfe KLAUS-DIETER GEIS
Fahrer NORBERT HÖPFNER	Hausmeister HORST HÖHLER	Bohrgehilfe KONRAD KOZOK
Fahrer FRIEDRICH LUDWIG	Bohrgehilfe SIEGFRIED BIERBRAUER	Bohrkernlagerverwalter
Fahrer FRITZ MEILINGER	Bohrgehilfe GÜNTER DZUBA	WILLI EBEL

## Freiwillige Mitarbeiter:

Dr. h. c. ERWIN BUSSE, Kassel-Ki., Mittelbinger 6  
 Prof. Dr. phil. habil. HANS HENTSCHEL, Regierungsdirektor a. D., Wiesbaden, Fontanestraße 2  
 Prof. Dr. ARNO SEMMEL, Geographisches Institut der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Frankfurt a. M.,  
 Senckenberg-Anlage 36  
 Prof. Dr. HEINZ TOBIEN, Paläontologisches Institut der Johannes-Gutenberg-Universität, Mainz, Saarstraße 21  
 Dr. MAX TEIKE, Wiesbaden, † 25. 5. 1976

## Ausgeschieden bis 31. 12. 1976:

INGEBORG BRANDT	RENATE KRICK	JOHANNA SCHADWINKEL
RICHARD BUSCHNER	Prof. Dr. FRIEDRICH NÖRING	LIESELOTTE SCHULTE
MARLIES FEIX	HANS NUGLISCH †	Dipl.-Geol. RALPH WENDLER †
KLAUS GRONEMEIER		

ERNST BARGON

## Bohrprobenlager Villmar-Aumenau

Die nachfolgende Aufstellung ergänzt die im Geologischen Jahrbuch Hessen, 104: 321–328 veröffentlichte Zusammenstellung von eingelagerten Proben geologisch wichtiger Bohrungen und weitere Hinweise siehe dort (S. 322).

Blatt-Nr. und -Name	Bezeichnung	Lage R	Lage H	Teufe m	Stratigraphische Bezeichnung, z. T. Gesteinsart	A.E.
4721 Naumburg	Emstal 1 (1976)	351766	567911	795,50	Buntsandstein: sm, su; Perm: z, z. T. gekernt	st.
4723 Oberkaufungen	Gm. Helsa III (1974/75)	354631	567777	150,00	Buntsandstein: smH, smV	1986
4726 Grebendorf	C/76—B 3 (1976)	357187	567478	20,40	Quartär, KB	1981
4821 Fritzlar	B/76—B 1 (1976)	351728	566348	27,30	Quartär, Trias: m. KB	1981
4821 Fritzlar	B/76—B 2 (1976)	351752	566276	35,50	Quartär, Trias: m. KB	1981
4821 Fritzlar	B/76—B 4 (1976)	351522	567126	51,80	Quartär, Trias: k, m. KB	1986
4822 Gudensberg	B/76—B 6 (1976)	352434	566746	20,85	Quartär, Tertiär. KB	1981
4822 Gudensberg	B/76—B 8 (1976)	353228	567284	28,90	Quartär, Buntsandstein. KB	1981
4822 Gudensberg	B/76—B 11 (1976)	352445	567046	25,10	Quartär, Tertiär. KB	1981
4822 Gudensberg	B/76—B 12 (1976)	352755	566740	20,80	Quartär, Tertiär. KB	1981
4822 Gudensberg	B/76—B 14 (1976)	353144	567313	23,40	Quartär, Trias. KB	1981
4826 Eschwege	C/76—B 4 (1976)	357756	567366	12,30	Quartär, Buntsandstein. KB	1981
4826 Eschwege	C/76—B 6 (1976)	357766	567323	13,70	Quartär, KB	1981
4826 Eschwege	C/76—B 11 (1976)	357717	567212	6,00	Quartär, Buntsandstein. KB	1981
4826 Eschwege	C/76—B 13 (1976)	357812	567263	6,50	Quartär, Buntsandstein. KB	1981
4921 Borken	B/76—B 9 (1976)	352053	566082	33,40	Quartär, Tertiär. KB	1981
4921 Borken	B/76—B 10 (1976)	351764	566084	20,40	Quartär, Buntsandstein. KB	1981
4924 Seifertshausen	Braach 1 (1976)	354900	565215	37,10	Perm: z. KB, A	1981
4924 Seifertshausen	Braach 2 (1976)	354905	565205	32,50	Perm: z. KB, A	1981
4924 Seifertshausen	Braach 3 (1976)	354910	565210	24,80	Perm: z. KB, A	1981
4925 Sontra	C/76—B 15 (1976)	357083	566305	55,15	Quartär, Buntsandstein. KB	st.
5117 Buchenau	D/76—B 6 (1976)	347032	563622	9,00	Quartär, höheres Oberdevon. KB	1981
5117 Buchenau	D/76—B 8 (1976)	347285	563652	12,00	Quartär, Unterkarbon. KB	1981
5216 Oberscheld	Handstein 1 (1955)	345552	562095	709,35	Unterkarbon: Deckdiabas, Lapilli-u. Bomben-Tuff; Devon: da, dn, dn-h in mehreren Schuppen, $d_{\frac{a}{v}}^{\frac{a}{v}}$ , Fe; dv, Dvt. KB, A	1986
5216 Oberscheld	Ida II/10 (1955)	345541	562116	506,65	Unterkarbon: Deckdiabas; Devon: $d_{\frac{a}{v}}^{\frac{a}{v}}$ , Fe; dv, Dvt. KB, A	1986
5415 Merenberg	Strütchen 1 (1954)	344923	559659	140,36	Devon: do, t + k; da DI m. Fe-Lagen; $d_{\frac{a}{v}}^{\frac{a}{v}}$ SpD. KB	1986
5519 Hungen	Bad Salzhausen (1975/76)	349898	558635	1000,00	Quartär, Tertiär, Rotliegendes	1986
5523 Neuhof	DB-NBS 32a (1976)	354646	559135	20,00	Versturzmassen i. Schlot b. Rhön-W. KB	1978
5523 Neuhof	DB-NBS 40a (1976)	354666	558816	20,00	Tertiär u. Versturzmassen in Schlot. KB	1978
6018 Langen	A/76—B 1 (1976)	348645	553489	37,80	? Alttertiär. KB	1981
6018 Langen	A/76—B 4 (1976)	348707	553187	38,00	Quartär, Tertiär. KB	1981
6018 Langen	A/76—B 6 (1976)	348662	552947	33,20	Quartär, ? Tertiär. KB	1981
6018 Langen	A/76—B 16 (1976)	348714	553482	16,20	Quartär, Perm: r. KB	1981
6018 Langen	A/76—B 18 (1976)	348758	553408	21,00	Quartär, Perm: r. KB	1981
6019 Babenhausen	A/76—B 11 (1976)	349143	553168	51,90	Quartär, ? Tertiär. KB	1981
6019 Babenhausen	A/76—B 12 (1976)	349059	553441	33,00	Quartär: Sande, Schluffe, Tone, KB	1981

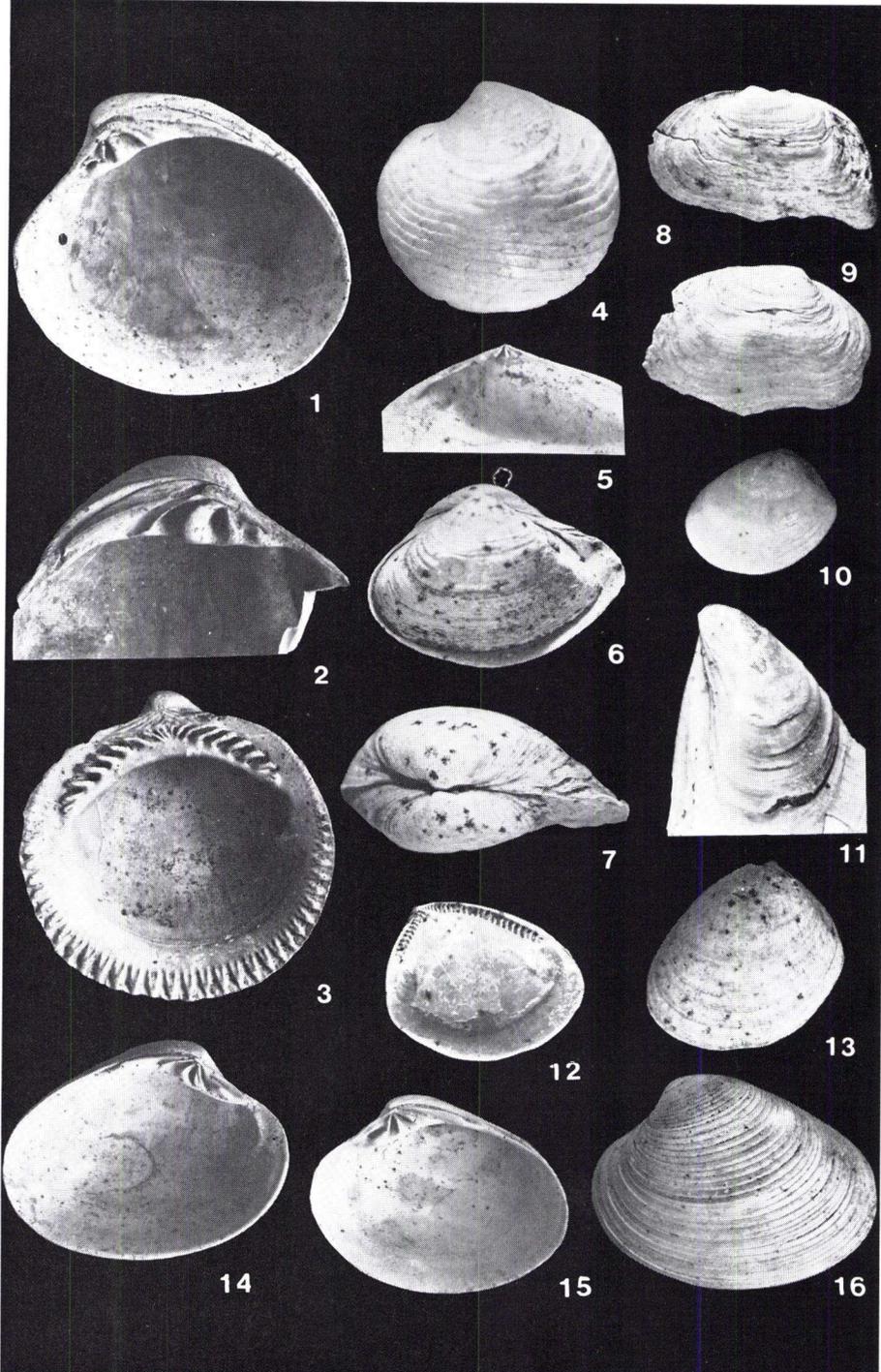
Stand 31. 12. 1976

GERNOT HÜHNER

**Tafeln 1-16**

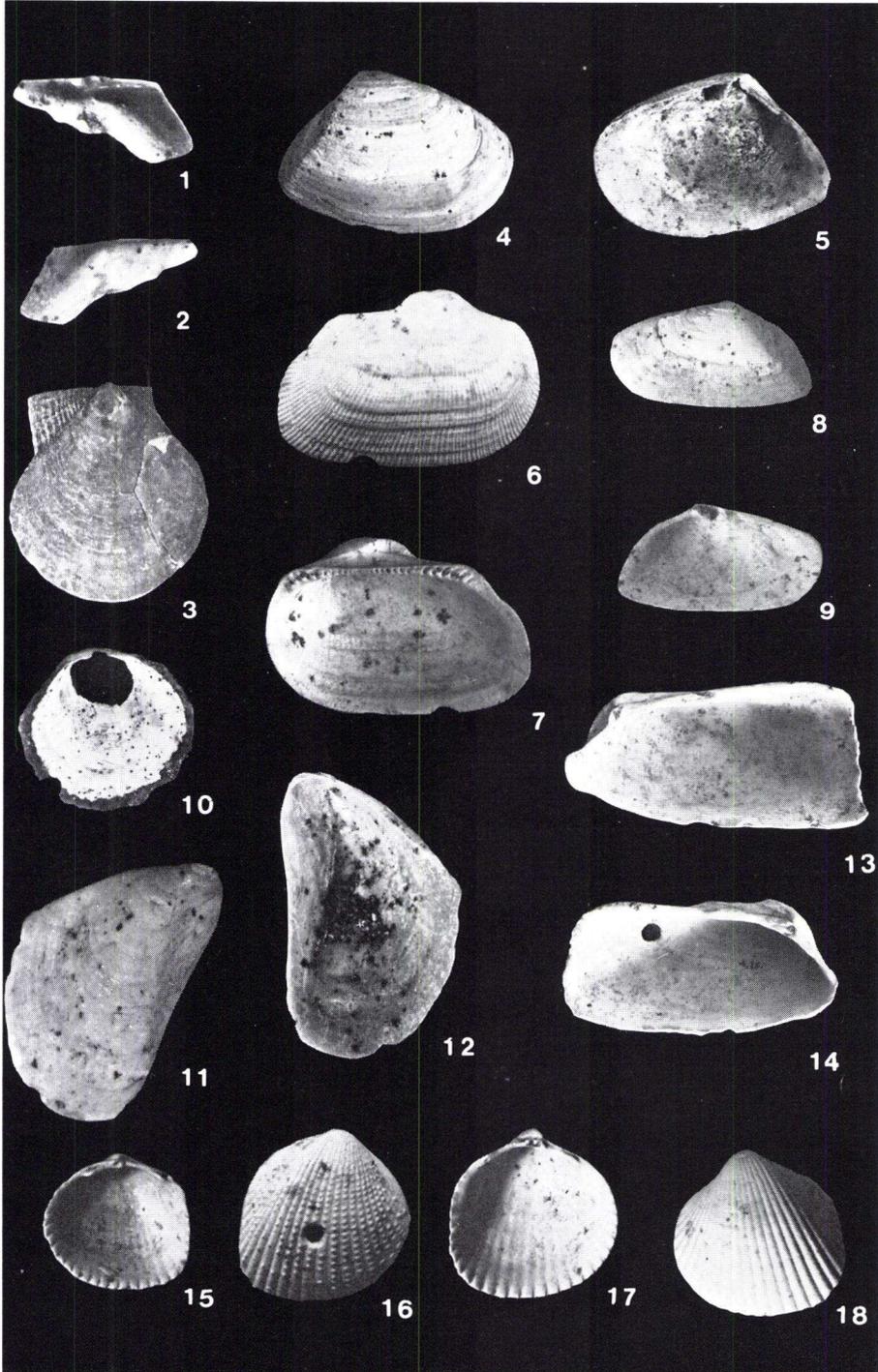
## Tafel I

- Fig. 1, 2. *Pelecypora (Cordiopsis) polytropa* (ANDERSON)  
1: rechte Klappe ( $\times 1,3$ ), PIM Nr. F 4361, 2: Schloß linke Klappe, PIM  
Nr. F 4362; S. 20.
- Fig. 3. *Glycymeris (Glycymeris) obovata* (LAMARCK)  
rechte Klappe ( $\times 1,3$ ), PIM Nr. F 4365; S. 11.
- Fig. 4. *Paralucinella undulata* (LAMARCK)  
linke Klappe ( $\times 10$ ), PIM Nr. F 4373; S. 16.
- Fig. 5. *Tellina (Peronaea) nysti* (DESHAYES)  
rechte Klappe, Schloß ( $\times 4$ ), PIM Nr. F 4380; S. 17.
- Fig. 6, 7. *Caestocorbula (C.) henckeliusiana* (NYST)  
Doppelklappe 6: ( $\times 4$ ); 7: ( $\times 5,3$ ). PIM Nr. F 4381; S. 23.
- Fig. 8, 9. *Sphenia cf. neaera* BOETTGER  
8: linke Klappe ( $\times 5$ , PIM Nr. F 4400, 9: rechte Klappe ( $\times 5$ ), PIM Nr.  
F 4401; S. 22.
- Fig. 10. *Nucula (N.) cf. greppini* DESHAYES  
linke Klappe ( $\times 1,3$ ), PIM Nr. F 4402; S. 10.
- Fig. 11. *Mytilus? acutirostris* SANDBERGER  
linke Klappe, Bruchstück, ( $\times 4$ ) PIM Nr. F 4403; S. 12.
- Fig. 12, 13. *Nucula (N.) piligera* SANDBERGER  
linke Klappe ( $\times 1,3$ ), PIM Nr. F 4406; S. 9.
- Fig. 14—16. *Callocardia (Nitidavenus) subarata* (SANDBERGER)  
14, 16: linke Klappe ( $\times 1,3$ ), PIM Nr. F 4408, 15: rechte Klappe ( $\times 1,3$ ),  
PIM Nr. F 4409; S. 21.



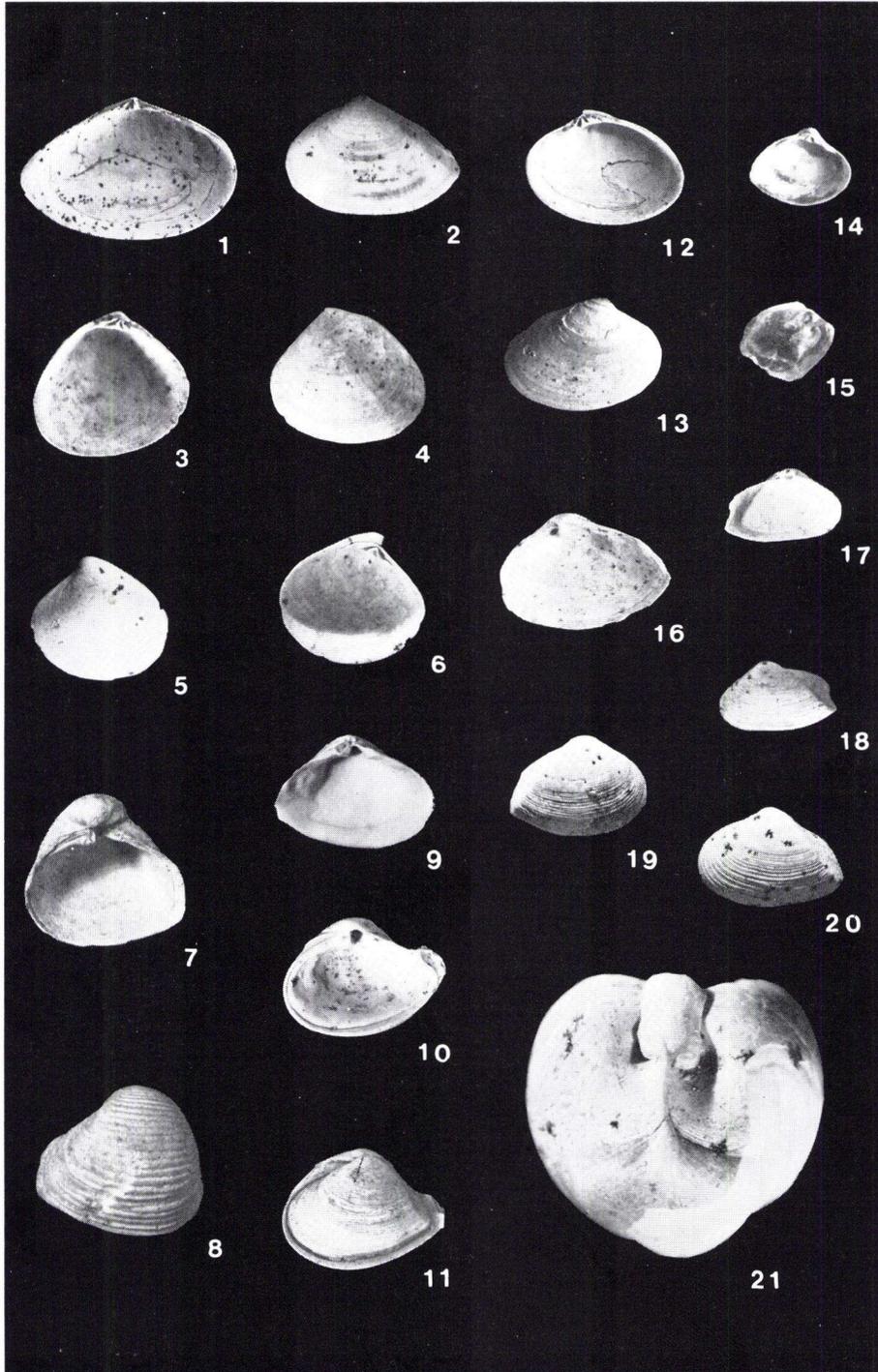
## Tafel 2

- Fig. 1, 2. *Pteria stampinensis* (DESHAYES)  
rechte Klappe, Bruchstück, ( $\times 3,2$ ) PIM Nr. F 4410; S. 13.
- Fig. 3. *Pallium* cf. *incomparabilis* (RISSO)  
linke Klappe ( $\times 3,2$ ), PIM Nr. F 4411; S. 14.
- Fig. 4, 5. *Lentidium* (*L.*) *crassum* (SANDBERGER)  
rechte Klappe ( $\times 1,6$ ), PIM Nr. F 4412; S. 24.
- Fig. 6, 7. *Striarca* (*Striarca*) *pretiosa* (DESHAYES)  
rechte Klappe ( $\times 3,2$ ), PIM Nr. F 4414; S. 10.
- Fig. 8, 9. *Lentidium* (*L.*) *donaciforme* (NYST)  
linke Klappe ( $\times 1,6$ ), PIM Nr. F 4423; S. 24.
- Fig. 10. *Anomia* cf. *costulata* STEUER  
rechte Klappe ( $\times 1,6$ ), PIM Nr. F 4424; S. 15.
- Fig. 11, 12. *Modiolus* sp.  
rechte Klappe, juveniles Exemplar ( $\times 3,2$ ), PIM Nr. F 4425; S. 8.
- Fig. 13, 14. *Hiatella* (*H.*) *arctica bicristata* (SANDBERGER)  
13: rechte Klappe ( $\times 3,2$ ), PIM Nr. F 4426, 14: linke Klappe ( $\times 3,2$ ), PIM Nr. F 4427; S. 25.
- Fig. 15–18. *Plagiocardium* (*Papillicardium*) *scobinula* (DESHAYES)  
15, 16: rechte Klappen ( $\times 3,2$ ), PIM Nr. F 4428 u. 4429, 17, 18: linke Klappen ( $\times 3,2$ ), PIM Nr. F 4430 u. 4431; S. 17.



### Tafel 3

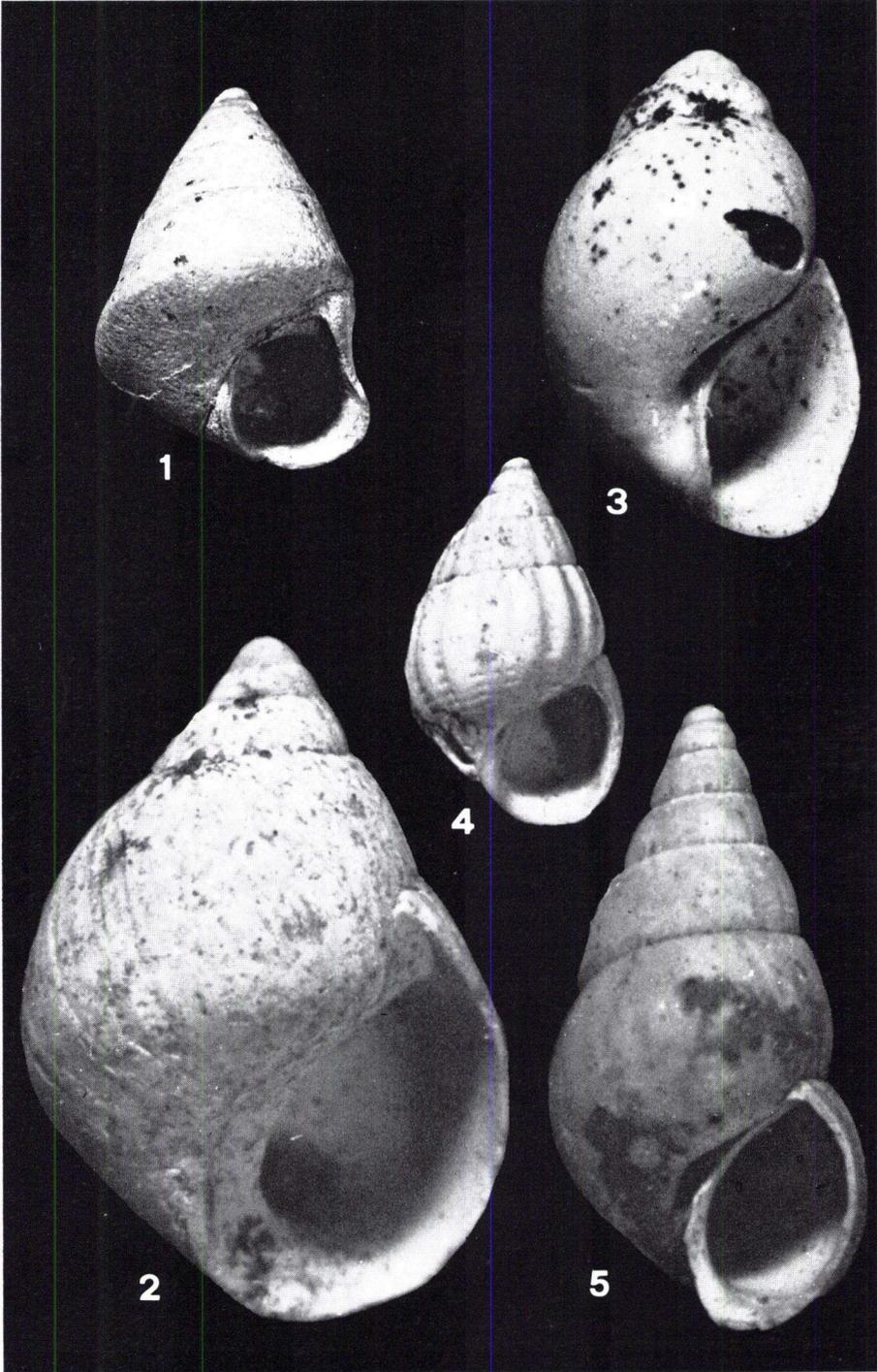
- Fig. 1, 2. *Tellina (Peronaea) nysti* (DESHAYES)  
linke Klappen ( $\times 1,6$ ), PIM Nr. F 4378 u. 4379; S. 17.
- Fig. 3, 4. *Tivolina depressa* (DESHAYES)  
linke Klappe ( $\times 3,2$ ), PIM Nr. F 4432; S. 19.
- Fig. 5, 6. *Pelecypora (Cordiopsis) polytropa* (ANDERSON)  
linke Klappe, juveniles Exemplar ( $\times 3,2$ ), PIM Nr. F 4433; S. 20.
- Fig. 7, 8. *Corbula (Varicorbula) gibba* (OLIVI)  
rechte Klappe ( $\times 3,2$ ), PIM Nr. F 4445; S. 22.
- Fig. 9—11. *Caestocorbula (C.) henckeliusiana* (NYST)  
9: linke Klappe, 10: rechte Klappe, 11: Doppelklappe ( $\times 1,6$ ), PIM Nr. F 4382—4384; S. 23.
- Fig. 12, 13. *Callista (Macrocallista) splendida* (DESHAYES)  
rechte Klappe ( $\times 1,6$ ), PIM Nr. F 4446; S. 19.
- Fig. 14. *Polymesoda (Pseudocyrena) convexa* (BRONGNIART)  
linke Klappe ( $\times 1,6$ ), PIM Nr. F 4448; S. 18.
- Fig. 15. *Anomia* sp. aff. *A. ephippium* LINNE  
linke Klappe ( $\times 3,2$ ), PIM Nr. F 4450; S. 8.
- Fig. 16—20. *Corbula (Caryocorbula) subarata* (SANDBERGER)  
16, 20 rechte Klappen, 17—19 linke Klappen: (alle  $\times 1,6$ ), PIM Nr. F 4451 bis F 4454; S. 23.
- Fig. 21. *Teredina* sp. ( $\times 11$ ), PIM Nr. F 4460; S. 26.



#### Tafel 4

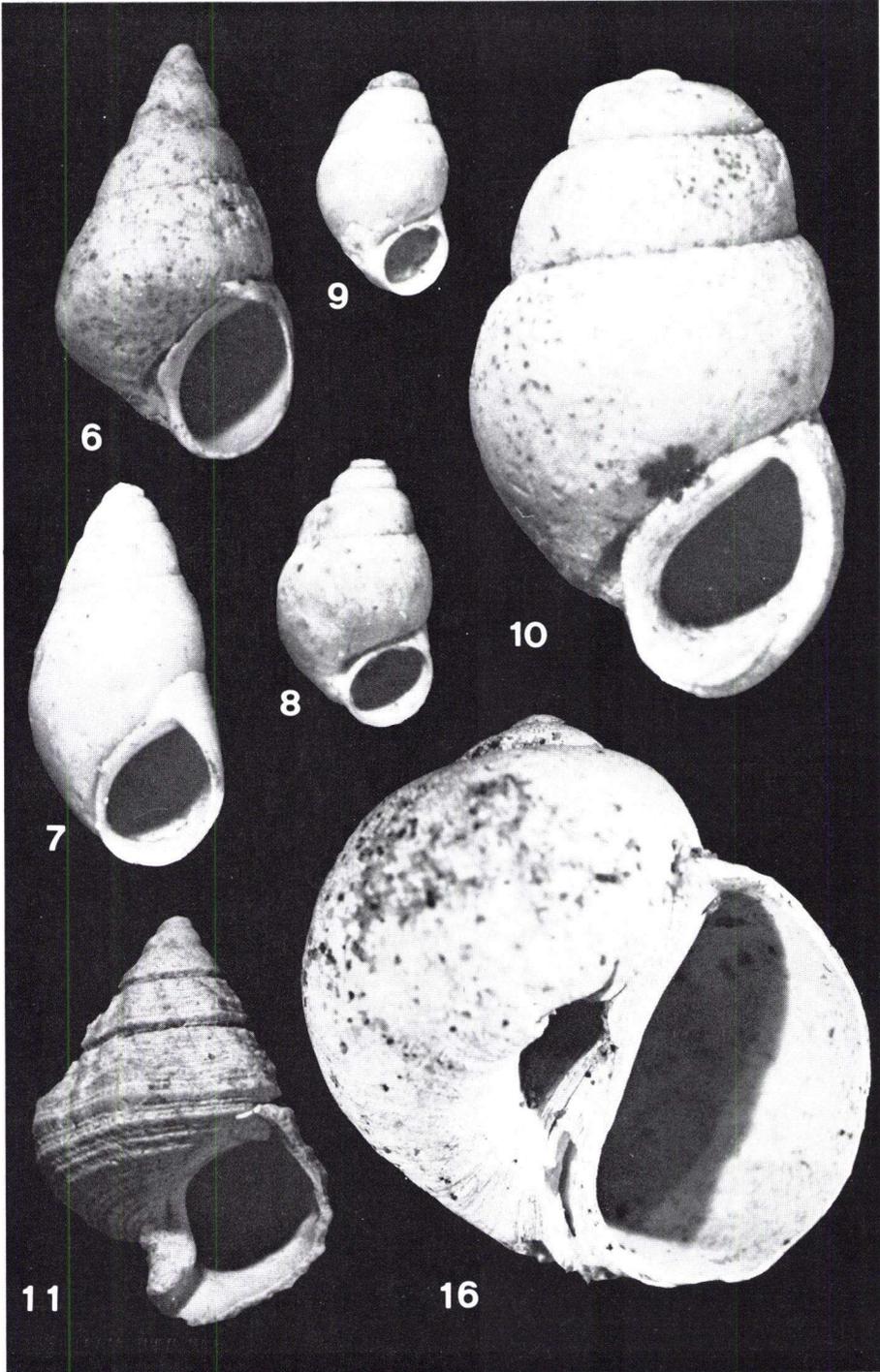
- Fig. 1. *Jujubinus (Scrobiculinus) rhenanus* (SANDBERGER)  
( $\times 4,9$ ), PIM Nr. F 4477; S. 26.
- Fig. 2. *Littorina (Melarhaphe) obtusangula* SANDBERGER  
( $\times 22,5$ ), PIM Nr. F 4478; S. 27.
- Fig. 3. *Cirsope (Pseudocirsope) obtusa* n. ssp. ? (BOETTGER)  
( $\times 22,5$ ), PIM Nr. F 4479; S. 27.
- Fig. 4. *Rissoa (Rissoa) turbinata* (LAMARCK)  
( $\times 16,6$ ), PIM Nr. F 4480; S. 28.
- Fig. 5. *Hydrobia (Tournoueria) dubuissoni* (BOUILLET)  
( $\times 22,5$ ), PIM Nr. F 4481; S. 28.

Die Gastropoden der Tafeln 4 bis 7 wurden freundlicherweise von Herrn Dr. W. HOFMANN, Kassel, fotografiert, wofür ihm herzlichst gedankt sei.



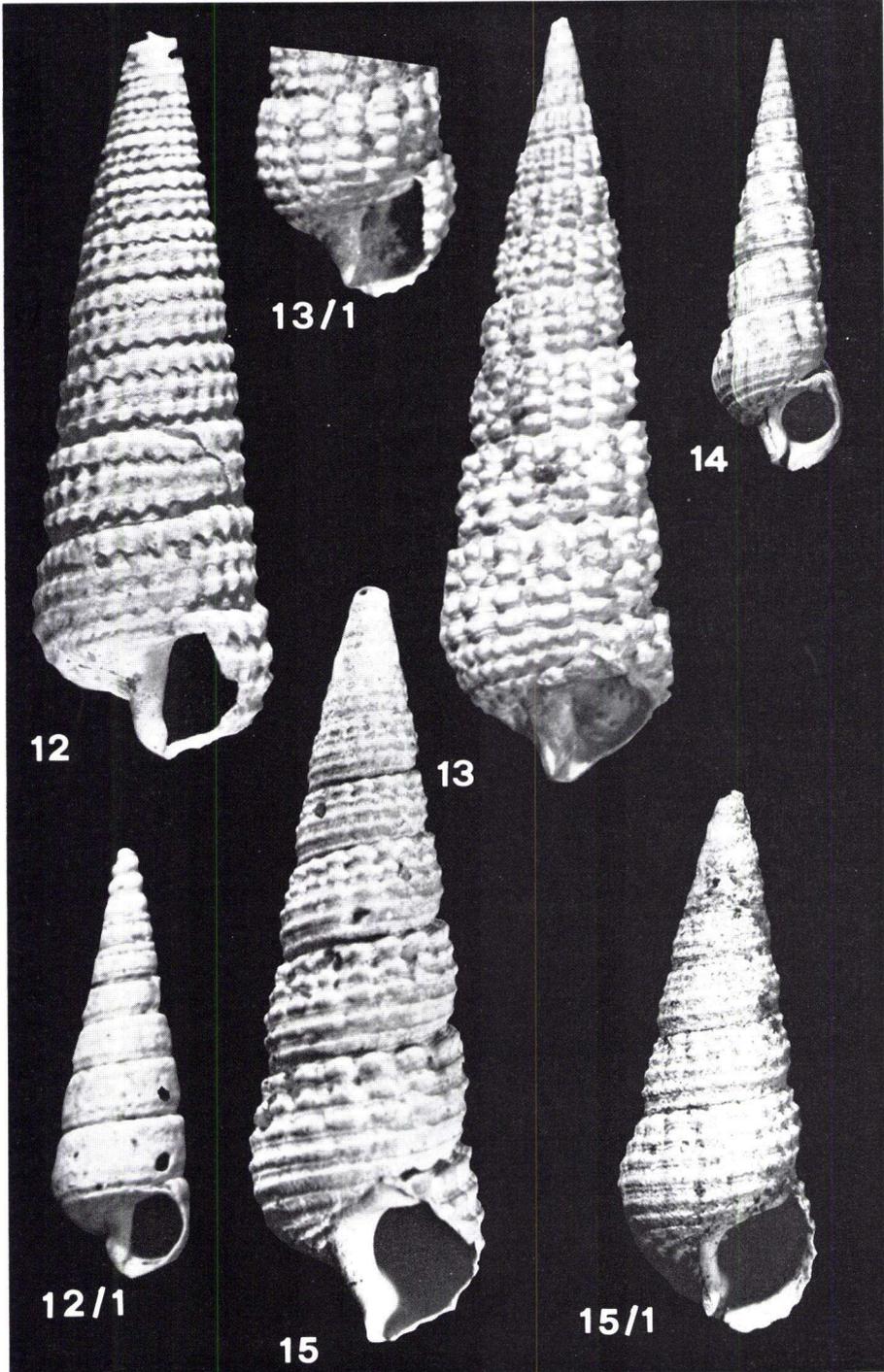
Tafel 5

- Fig. 6. *Hydrobia? albigenensis* n. sp.  
( $\times 22,5$ ), PIM Nr. F 4482; S. 29.
- Fig. 7. *Stenothyrella lubricella* (SANDBERGER)  
( $\times 22,5$ ), PIM Nr. F 4483; S. 29.
- Fig. 8. *Stenothyrella granulum* (BRAUN)  
( $\times 22,5$ ), PIM Nr. F 4484; S. 30.
- Fig. 9. *Stenothyrella minuta* (WENZ)  
( $\times 22,5$ ), PIM Nr. F 4485; S. 30.
- Fig. 10. *Glibertiella planapicalis* (SANDBERGER)  
( $\times 22,5$ ), PIM Nr. F 4486; S. 31.
- Fig. 11. *Benoistia (Benoistia) abbreviata* (SANDBERGER)  
( $\times 9,3$ ), PIM Nr. F 4487; S. 31.
- Fig. 16. *Polinices (Lunatia) catena achatensis* (KONINCK)  
( $\times 4,8$ ), PIM Nr. F 4488; S. 34.



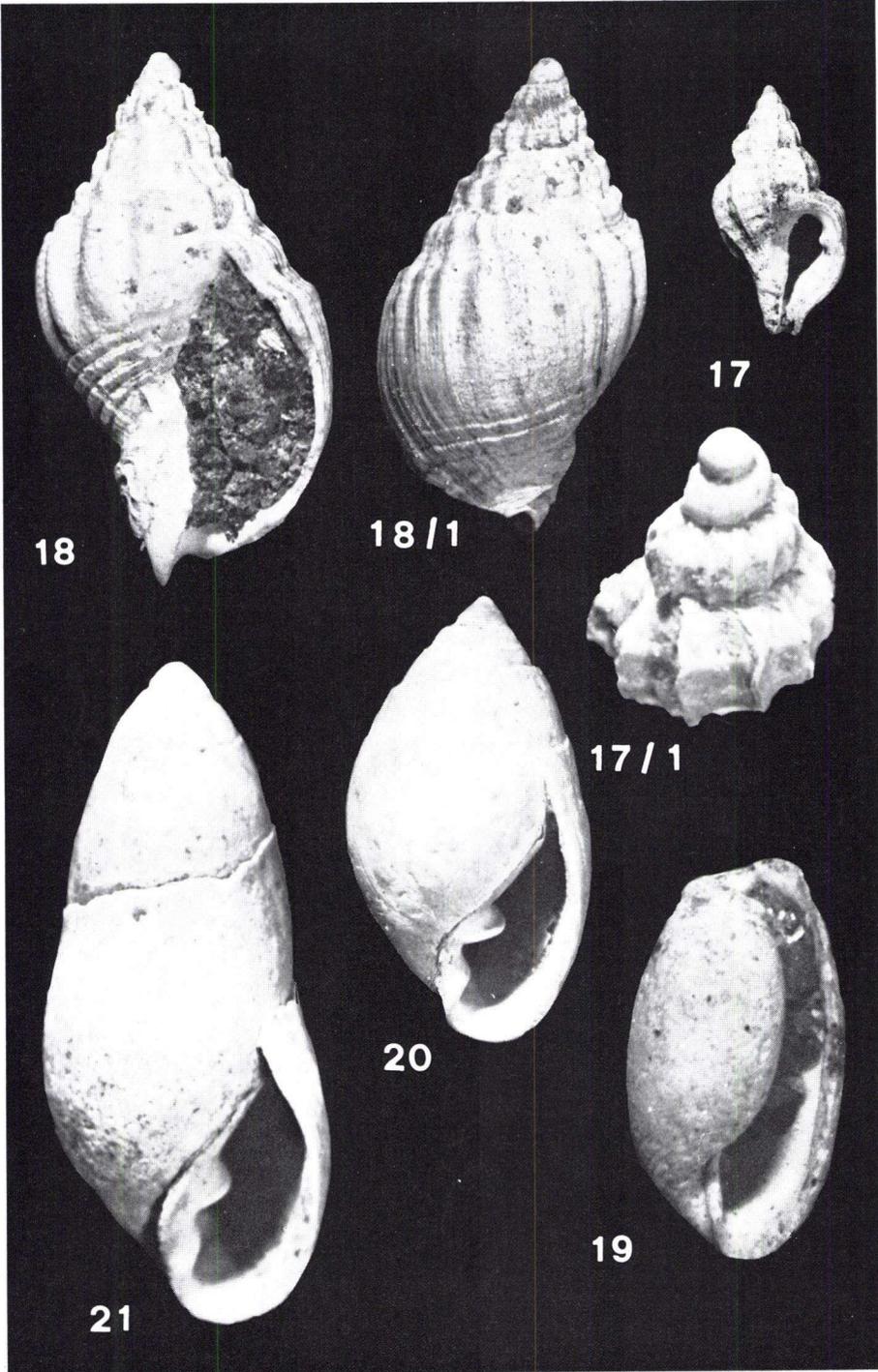
Tafel 6

- Fig. 12, 12/1. *Potamides (Potamides) lamarcki* BRONGNIART  
( $\times 5$ ), PIM Nr. F 4489, 4490; S. 32.
- Fig. 13, 13/1. *Pirenella plicata papillata* (SANDBERGER)  
( $\times 5$ ), PIM Nr. F 4491, 4492; S. 32.
- Fig. 14. *Pirenella plicata intermedia* (SANDBERGER)  
( $\times 2,5$ ), PIM Nr. F 4493; S. 33.
- Fig. 15. *Pirenella plicata multinodosa* (SANDBERGER)  
( $\times 5, 4,5$ ), PIM Nr. F 4494, 4495; S. 34.



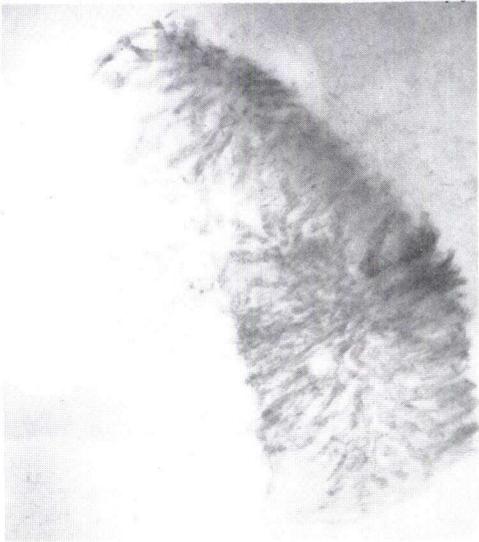
Tafel 7

- Fig. 17, 17/1. *Muricopsis pereger* (BEYRICH)  
( $\times 7$ , 22,5), PIM Nr. F 4496, 4497; S. 35.
- Fig. 18, 18/1. *Cominella (Cominella) cassidaria* (VOLTZ)  
( $\times 6$ ), PIM Nr. F 4498; S. 36.
- Fig. 19. *Cylichna (Mnestia) turgidula* (SANDBERGER)  
( $\times 22,5$ ), PIM Nr. F 4499; S. 36.
- Fig. 20. *Stoliodoma (Stoliodomopsis) glandina* (BOETTGER)  
( $\times 11,2$ ), PIM Nr. F 4500; S. 37.
- Fig. 21. *Tralia boettgeri* (MEYER)  
( $\times 11,2$ ), PIM Nr. F 4501; S. 37.

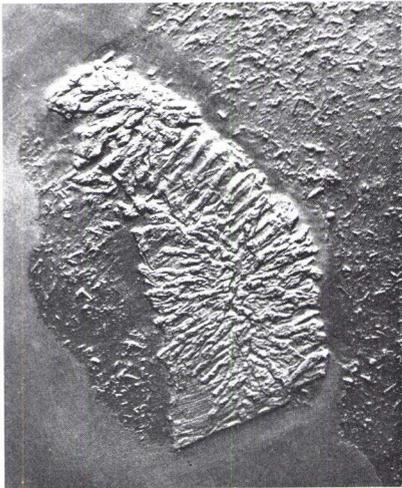


## Tafel 8

- Fig. 1. Aufsitzende Kolonien von *Hederella* n.sp. aus dem Hunsrückschiefer auf dem Rest der Wohnkammer von wahrscheinlich *Anetoceras* sp. — Röntgenaufnahme nat. Größe.
- Fig. 2. Gesamtaufnahme der Platte. Die beiden auf der Cephalopodenschale aufsitzenden Zoarien sind klar voneinander abgegrenzt. Das Fossil ist von Tentaculiten umgeben. —  $\frac{2}{3}$  nat. Größe.
- Fig. 3. Gesamtaufnahme der beiden Zoarien. —  $2,5 \times$  nat. Größe.

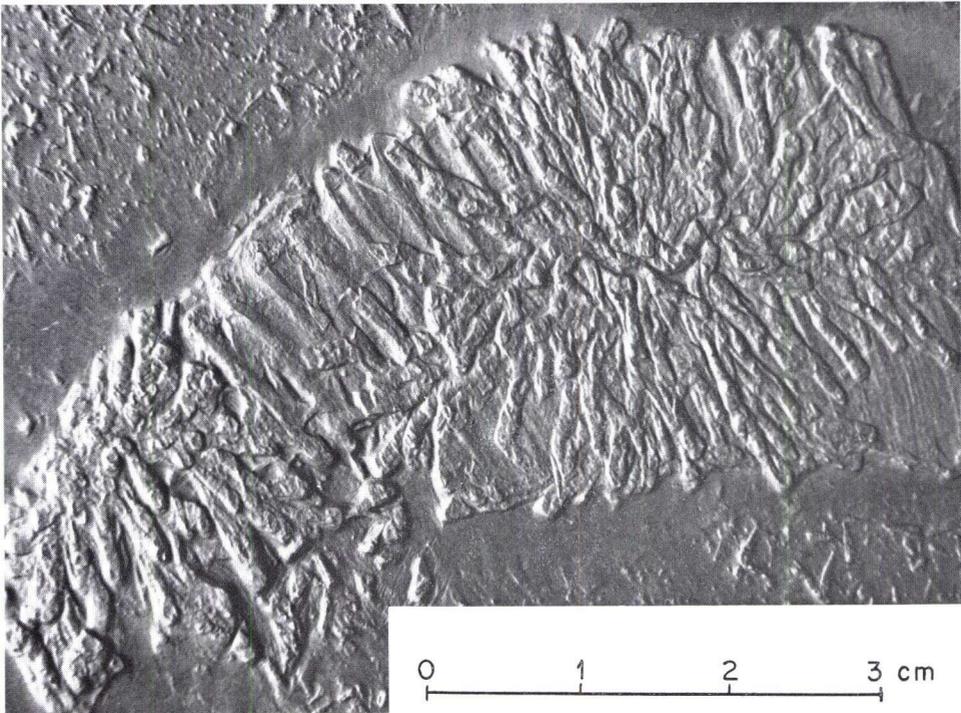


1



2

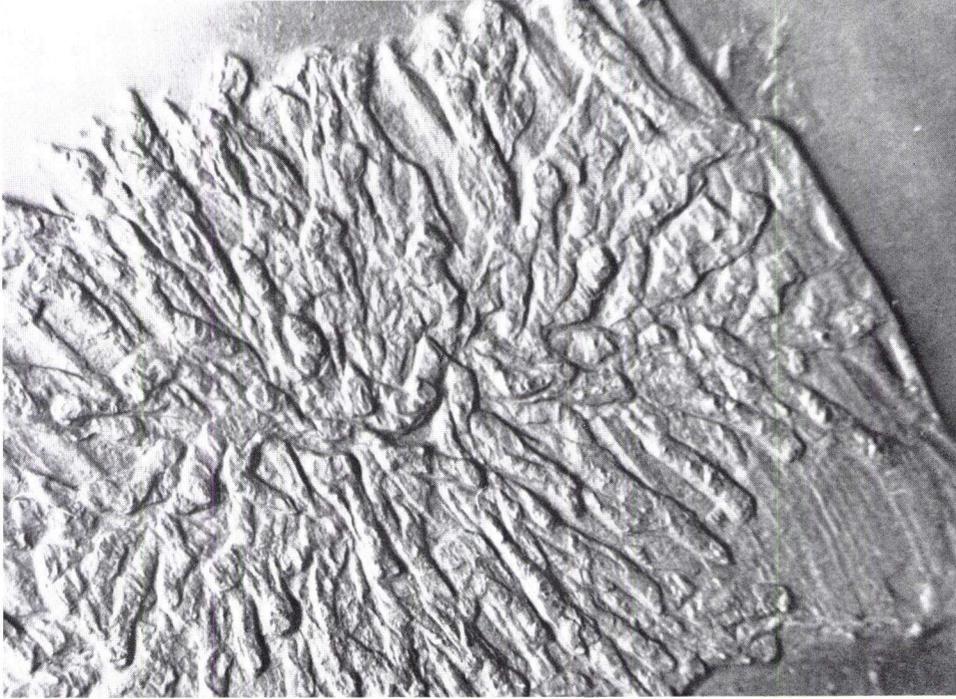
3



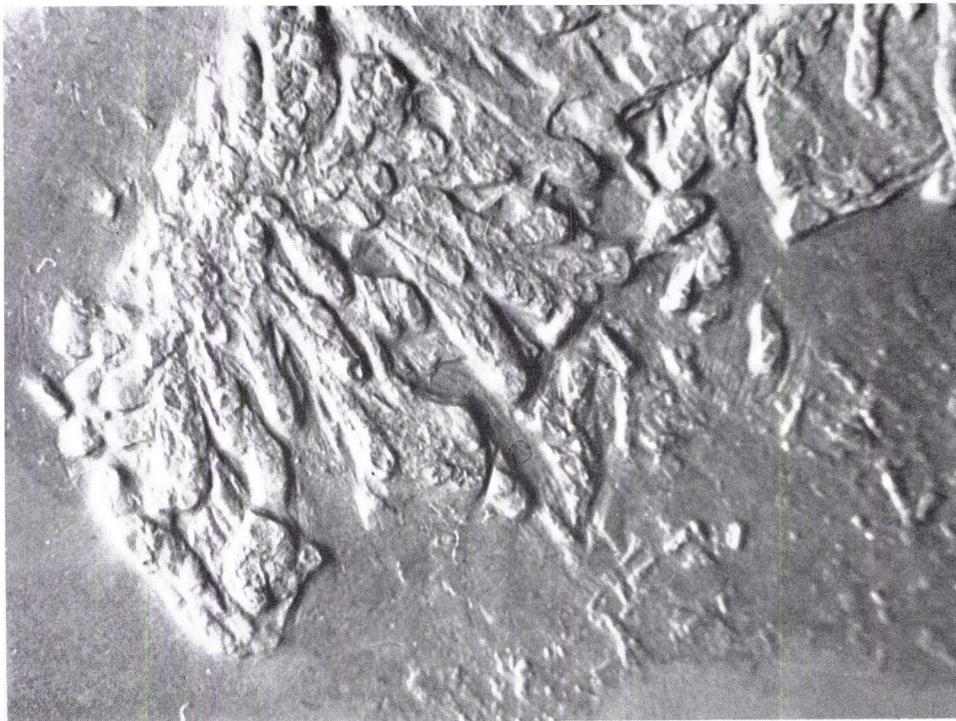
Tafel 9

Fig. 4. Die rechte, größere Kolonie von *Hederella* n.sp. aus dem Hunsrückschiefer. —  
5 × nat. Größe.

Fig. 5. Die linke, bedeutend kleinere Kolonie. — 5 × nat. Größe.



4



5

Tafel 10

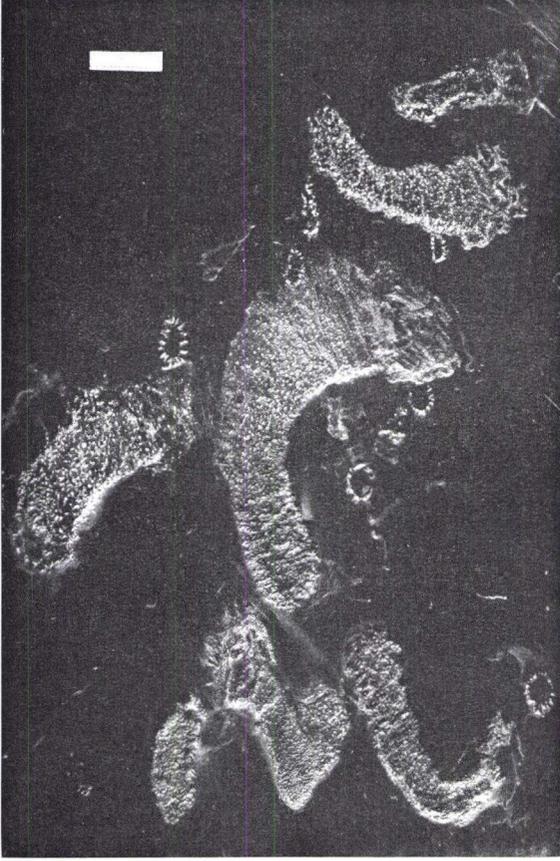
*Palaeocucumaria hunsrueckiana* LEHMANN

Fig. 1. Ausschnitt aus der Hauptplatte mit 7 vollständigen Holothurienkörpern und 8 isolierten Schlundringen. Maßstab = 1 cm.  
(SEILACHER 1961, Taf. 10 Fig. 1)

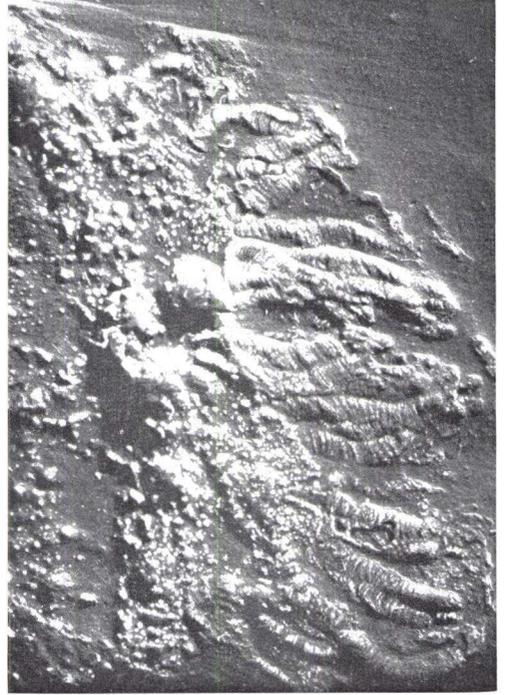
Fig. 2. Erst das Röntgenbild enthüllt den pentameren Bau der Schlundringe, indem die 5 Radialia kräftiger erscheinen als die zahlreicheren Interradialia (Ausschnitte aus der Hauptplatte;  $\frac{3}{1}$ ).  
(SEILACHER 1961, Taf. 11 Fig. 2)

Fig. 3. Die Fühler werden durch eine größere Zahl von dünnen Kalkspangen gestützt. Etwas kräftigere Elemente an der Basis der Fühler;  $\frac{5}{1}$ .  
(SEILACHER 1961, Taf. 11 Fig. 5)

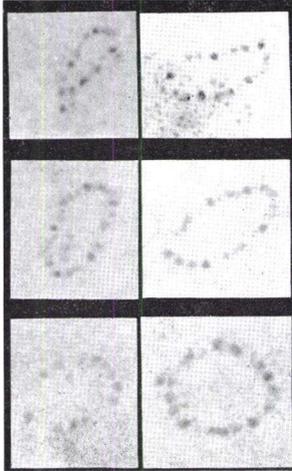
Fig. 4. Die Schlundringe sind in sich geschlossen, aber getrennt von den Holothurienkörpern eingebettet und tektonisch zu Ellipsen deformiert worden. (Teil der Hauptplatte;  $\frac{4}{1}$ ).  
(SEILACHER 1961, Taf. 11 Fig. 1)



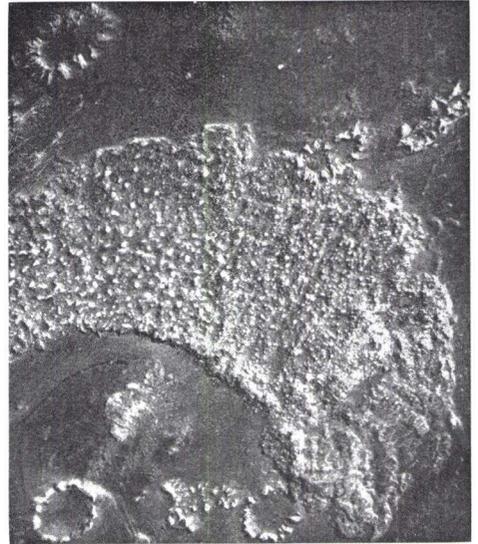
1



3



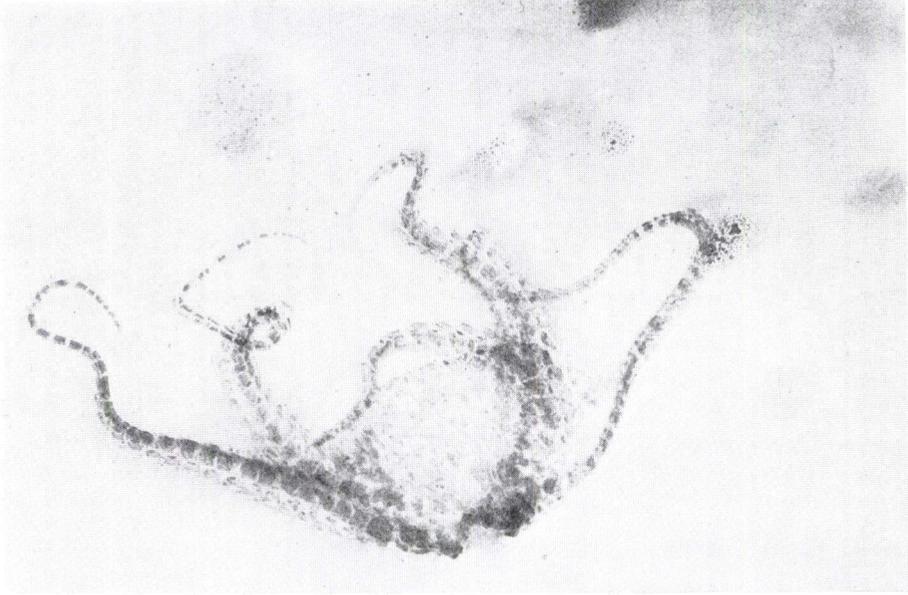
2



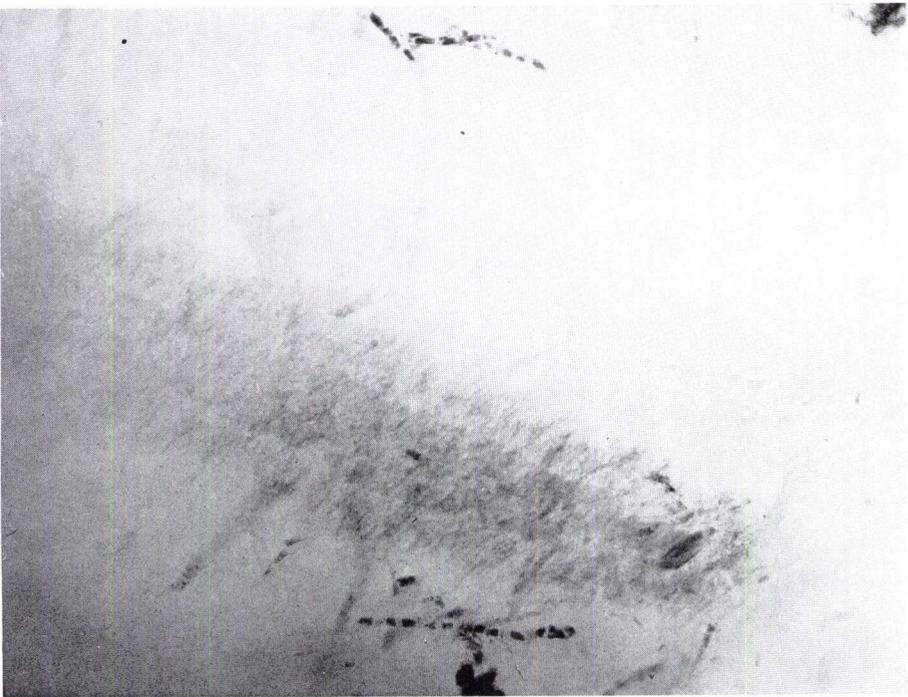
4

Tafel 11

- Fig. 1. Plättchen-Anhäufungen, auf Holothurien hinweisend, am Arm und in der Nähe einer Ophiure (*Bundenbachia beneckeii* STUERTZ) eingebettet. Hunsrückschiefer. Röntgenaufnahme der unpräparierten Platte 475, Slg. STÜRMER, Erlangen.  $\sim \times 2$ .
- Fig. 2. Vermeintliche Holothurie aus dem Hunsrückschiefer. Röntgenbild (Ausschnitt) aus der Platte 146, Slg. STÜRMER, Erlangen.  $\sim \times 3,5$ .



1



2

Tafel 12

(Alle Vergrößerungen ca. 40fach)

Fig. 1—3. *Palmatolepis marginifera marginifera* HELMS 1959.

Fig. 1. Typische Form, Untere *marginifera*-Zone (Ra 1678, Fundpunkt 1).

Fig. 2. Typische Form, Obere *marginifera*-Zone (Ra 1619, Fundpunkt 1).

Fig. 3. Wie Fig. 1, jedoch mit Knoten auf dem Innenlappen, Hinterende abgebrochen.

Fig. 4. *Palmatolepis quadrantinodosa* n. subsp. A.

Beknotete Form aus der Gruppe um *P. quadrantinodosa inflexa* → *inflexoidea* (Ra 864, Fundpunkt 1).

Fig. 5—10. *Palmatolepis marginifera tuber* n. subsp.

Fig. 8. Holotypus (Ra 1678, Fundpunkt 1).

Fig. 5, 9, 10. Typische Formen mit deutlichen Knoten auf der Innenplattform (Fig. 5 = Ra 1785, Fundpunkt 2; Fig. 9, 10 = Ra 1678, Fundpunkt 1).

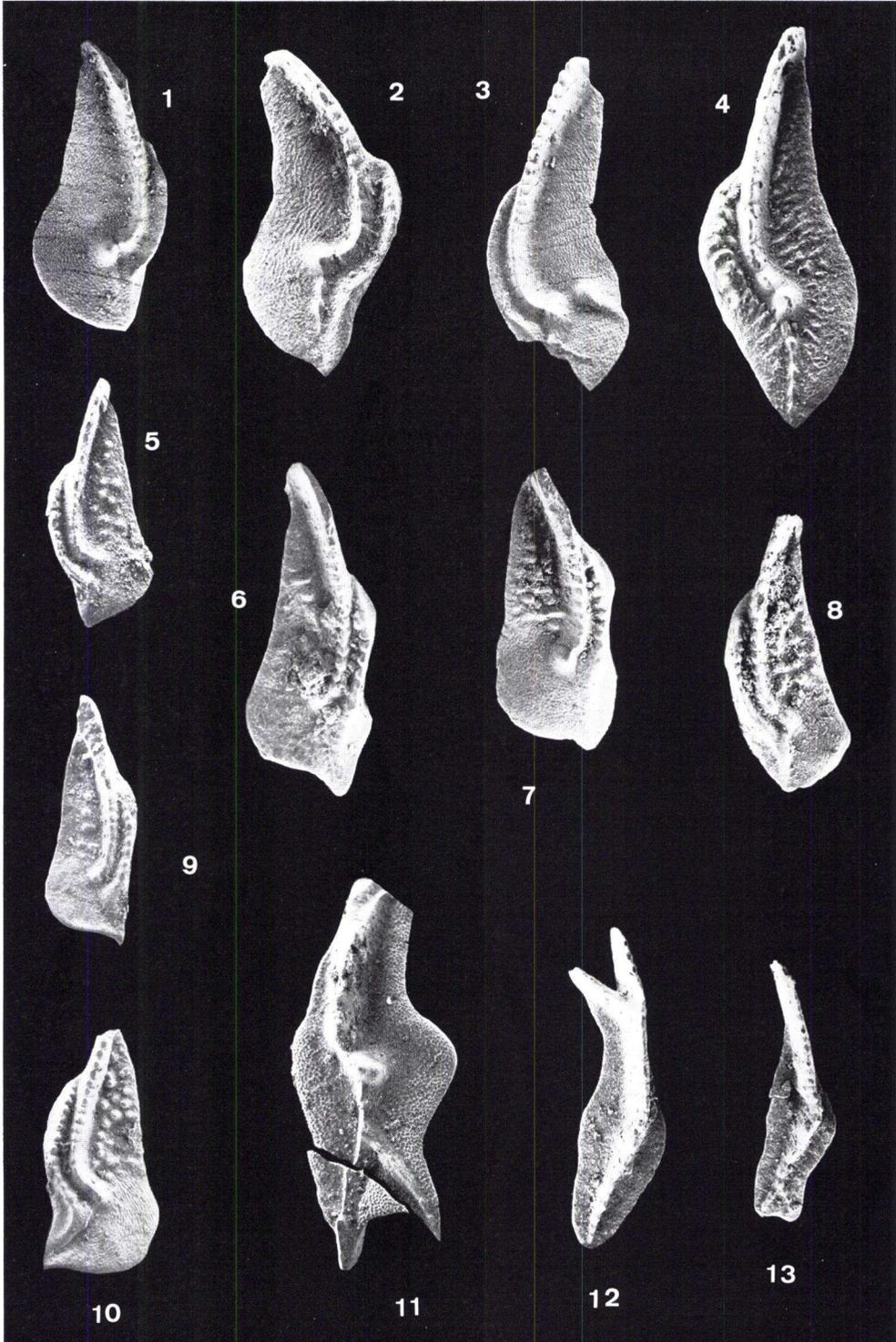
Fig. 6, 7. Zeigen Erweiterungen des Außenrandes (Ra 1678, Fundpunkt 1).

Fig. 11—13. Aberrante Formen von *Palmatolepis*.

Fig. 11. *P. minuta* subsp. mit Gabelung am Hinterende (Ra 1916, Fundpunkt 1).

Fig. 12. *P. minuta* → *gracilis* mit gegabeltem Blatt (Ra 1678, Fundpunkt 1).

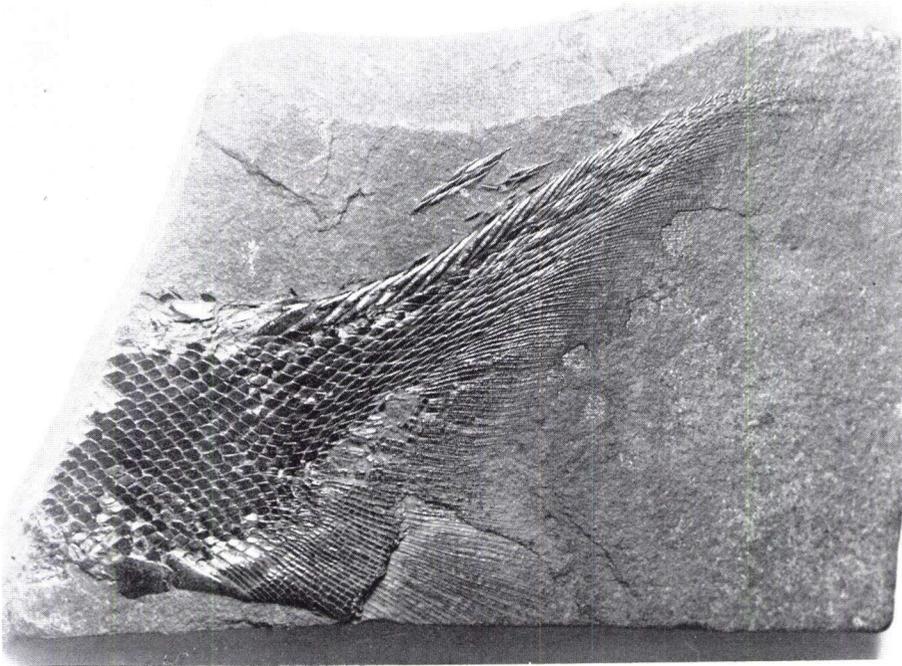
Fig. 13. *P. minuta* → *gracilis* mit Gabelung am Hinterende (Ra 1678, Fundpunkt 1).



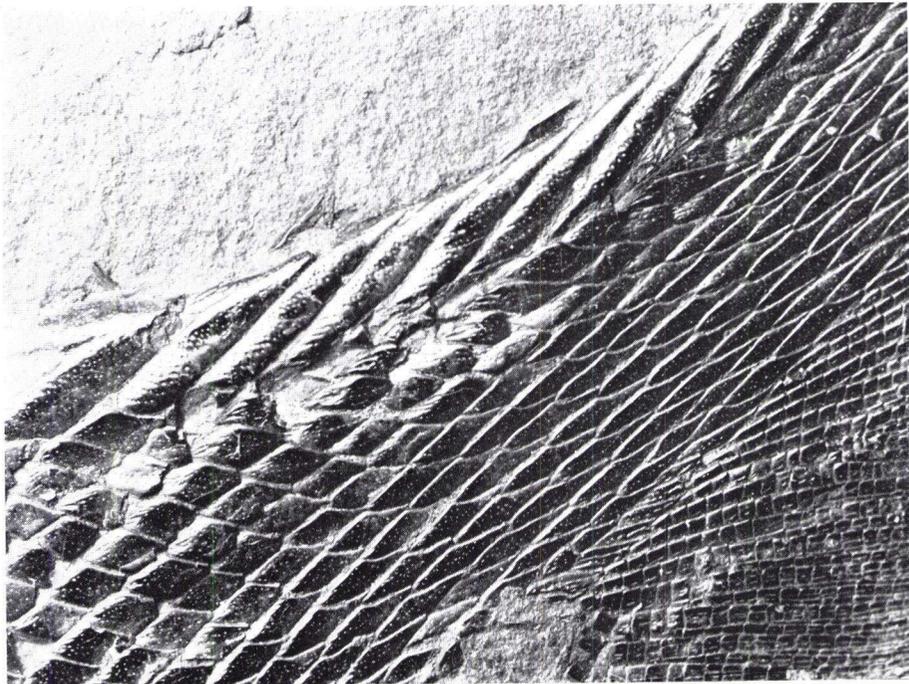
Tafel 13

Fig.1. Caudalabschnitt von *Elonichthys punctatus* ALDINGER aus dem Kupferschiefer von Richelsdorf (Perm). Maßstab 1,1:1. Sammlung GÜNTHER SCHAUMBERG, Eschwege.

Fig.2. Ausschnittvergrößerung aus Fig. 1: Dorsaler Caudallobus mit Fuleren. Maßstab 4:1



1

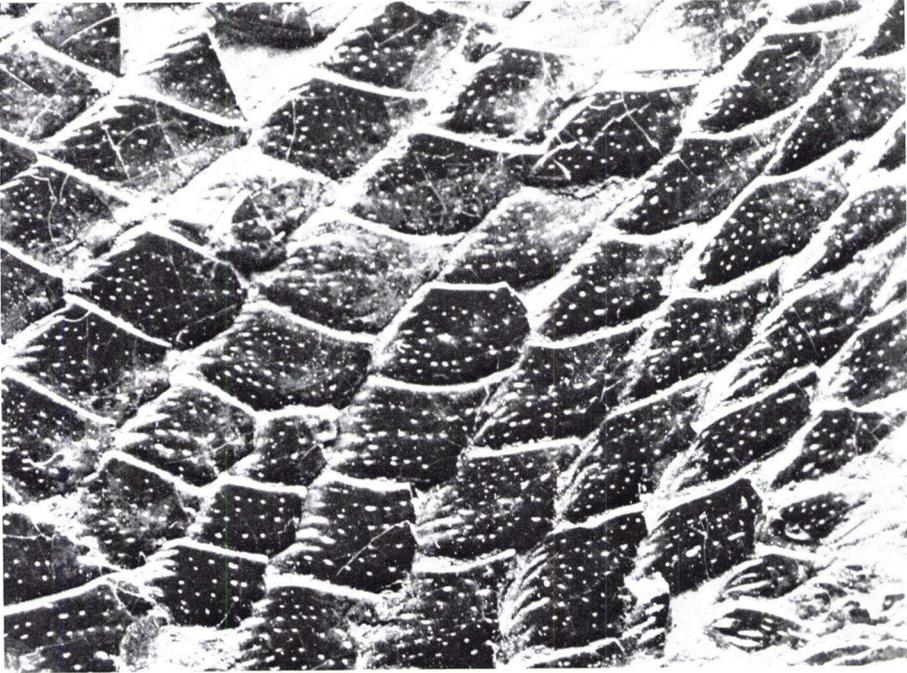


2

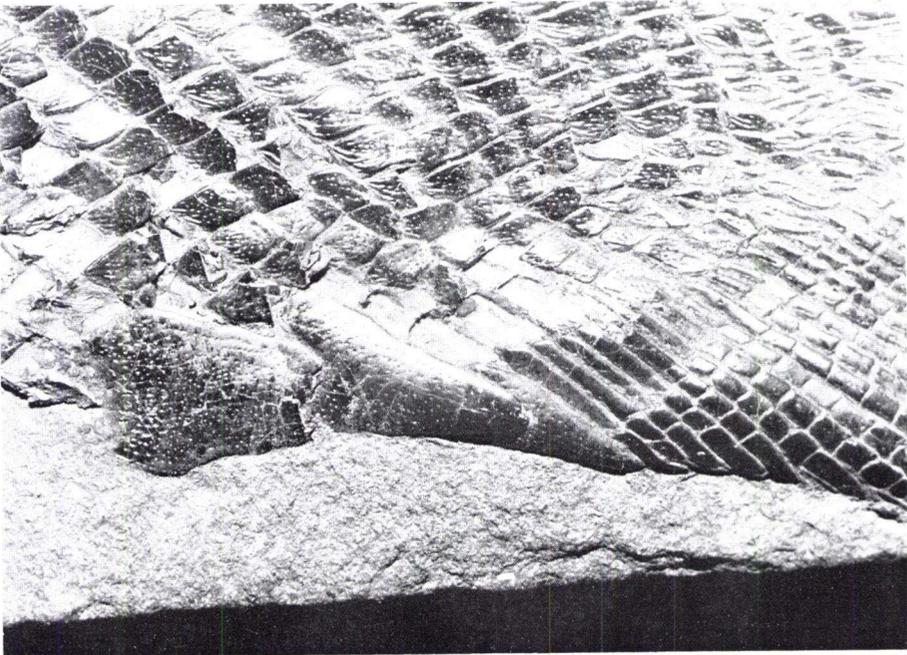
Tafel 14

Fig.3. Ausschnittvergrößerung aus Taf. 13 Fig.1: Schuppen vom proximalen Teil des dorsalen Caudallobus. Maßstab 9,7:1.

Fig.4. Ausschnittvergrößerung aus Taf. 13 Fig.1: Ansatz des ventralen Caudallobus mit Firstschuppen. Maßstab 4:1.



3



4

Tafel 15

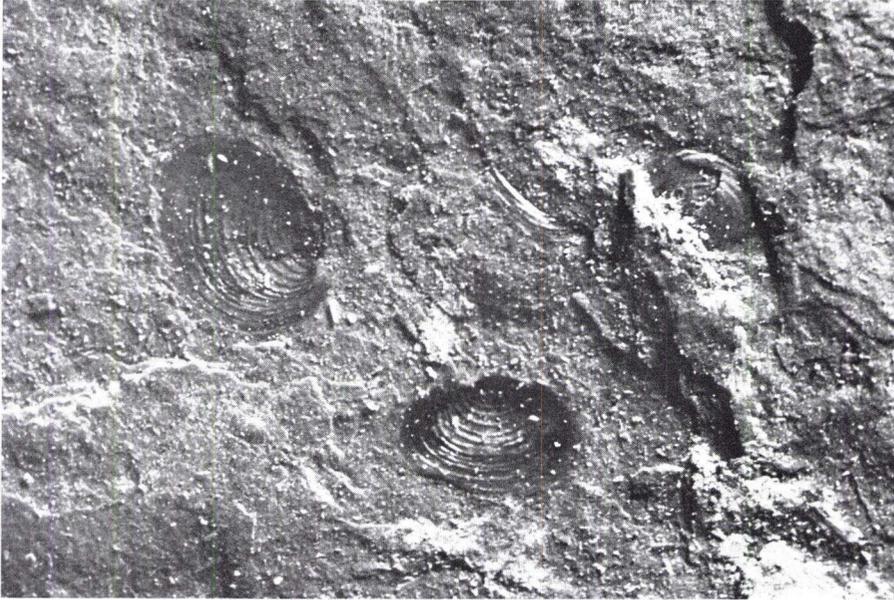
Formicidae incertae sedis, wahrscheinlich Formicinae oder Dolichoderinae. Ölschiefer von Messel, Mittel-Eozän. Vergrößerung 8,84 ×.



Tafel 16

Fig. 1. *Isaura* [syn. *Estheria*] *minuta*. Oberer Muschelkalk, Ceratitenschichten, Salz-Tal, KB 10. Vergrößert ca.  $\times 11$ .

Fig. 2. *Isaura* [syn. *Estheria*] *minuta* und Ostracodengesellschaft aus *Leticocythere* sp. und *Laevicythere?* sp. Oberer Muschelkalk, Ceratitenschichten, Salz-Tal, KB 10. Vergrößert ca.  $\times 10$ .



1



2

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
---	---------