

Geologisches Jahrbuch Hessen

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

Band 108

Mit 68 Abbildungen, 22 Tabellen und 10 Tafeln

Herausgabe und Vertrieb

Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden

Wiesbaden 1980

Geol. Jb. Hessen	108	277 S.	68 Abb.	22 Tab.	10 Taf.	Wiesbaden 1980
------------------	------------	--------	---------	---------	---------	----------------

ISSN 0341-4027

Geologisches Jahrbuch Hessen

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

Band 108

Mit 68 Abbildungen, 22 Tabellen und 10 Tafeln

Herausgabe und Vertrieb

Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden

Wiesbaden 1980

Geol. Jb. Hessen	108	277 S.	68 Abb.	22 Tab.	10 Taf.	Wiesbaden 1980
------------------	------------	--------	---------	---------	---------	----------------

ISSN 0341-4027

Schriftleitung

Dr. JOE-DIETRICH THEWS, ALBERT KARSCHNY

Hessisches Landesamt für Bodenforschung
Leberberg 9, 6200 Wiesbaden

Hinweis für Autoren

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

[Zu beziehen durch E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Johannesstraße 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 1980

Printed in Germany

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

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

Herstellung: Hans Meister KG, Kassel

Inhaltsverzeichnis

BACKHAUS, E.:	
Relikte des Zechstein-3-Karbonats (Ca ₃ , Plattendolomit) im Odenwald. Mit 4 Abbildungen und 1 Tabelle	95
BARGON, E.:	
Tätigkeitsbericht des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung für das Geschäftsjahr 1979 (1. 1. – 31. 12. 1979)	255
BAUMGARTE, D., BUSSE, E., & HORN, M.:	
Muschelkalk und Lias des Homberger Grabens (Nordhessen). Mit 4 Abbildungen	121
BROSCHKE, K.-U., & WALTHER, M.:	
Lößprofile von Vaake (Bl. 4523 Münden) und Albungen (Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf) in Nordhessen. Mit 2 Abbildungen	143
BUGGISCH, W., RABIEN, A., & HÜHNER, G.:	
Das Oberdevon im Rinkenbach-Tal S Oberscheld (Conodonten- und Ostracoden-Stratigraphie, Dillmulde, Rheinisches Schiefergebirge). Mit 5 Abbildungen und 12 Tabellen	43
BUSSE, E.:	
Ein Aufschluß im tiefsten Wellenkalk bei Reichenbach (Bl. 4824 Hessisch Lichtenau). Zur Grenzziehung Röt/Wellenkalk in Niederhessen. Mit 1 Abbildung und 2 Tabellen	111
DIEDERICH, G., & HÖLTING, B.:	
Grundwasserdargebot in Hessen. Mit 1 Abbildung und 1 Tabelle	197
FAHLBUSCH, K.:	
Die geologischen Grundlagen der alten Wasserversorgung Darmstadts. Mit 5 Abbildungen und 2 Tafeln	223
FLICK, H., & SCHWEIZER, V.:	
Tonsteineinschlüsse mit Strömungsmarken aus dem Buntsandstein des Neckartales. Mit 3 Abbildungen und 1 Tafel	103
HENTSCHEL, G.:	
Weitere Offretit-Vorkommen im Vogelsberg (Hessen). Mit 14 Abbildungen	171
HERZBERG, A.:	
Hessisches Geologisches Schrifttum 1978 mit Nachträgen aus den Jahren 1967 – 1977	241
HÖLDER, H.:	
Conellen als Relikte von Cephalopoden-Schalen – Objekte einer naheliegenden Verwechslung. Mit 2 Abbildungen	5
HÖLTING, B.:	
Einrichtung einer geohydrochemischen Datei	275
HOPPE, A.:	
Ein Lias-Vorkommen auf Blatt 4821 Fritzlar (Nordhessen). Mit 1 Abbildung und 1 Tafel.	139
v. KOENIGSWALD, W.:	
Fossilagerstätte Messel – Literaturübersicht der Forschungsergebnisse aus den Jahren 1969 – 1979. Mit 1 Abbildung	23
KUTSCHER, F.:	
Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers, 54: Spongien im Hunsrückschiefer	39
SCHAEFFER, R.:	
Vulkanogen-sedimentäre Manganerzlager im Unterkarbon bei Laisa (Dillmulde, Rheinisches Schiefergebirge). Mit 12 Abbildungen und 4 Tabellen	151

STENGEL-RUTKOWSKI, W.:	
Die hydrogeologischen Verhältnisse im basaltischen Tertiär des östlichen Westerwaldes. Mit 5 Abbildungen, 1 Tabelle und 1 Tafel	177
TOBIEN, H.:	
Ein anthracotherioider Paarhufer (<i>Artiodactyla</i> , <i>Mammalia</i>) aus dem Eozän von Messel bei Darmstadt (Hessen). Mit 1 Abbildung und 2 Tafeln	11
TOUSSAINT, B.:	
Die Auswirkungen der Starkregen im Mai 1978 auf die Grundwasserstände der hessischen Oberrheinebene. Mit 7 Abbildungen, 3 Tabellen und 3 Tafeln.	203
Bohrprobenlager Villmar-Aumenu	277

Conellen als Relikte von Cephalopoden-Schalen – Objekte einer naheliegenden Verwechslung

Von

HELMUT HÖLDER*

Kurzfassung: Der Aufsatz befaßt sich mit der Möglichkeit der Verwechslung sogenannter Conellen fossiler Cephalopoden-Skelette mit Napfschnecken (Gastropoda).

Abstract: This paper deals with the possible confusion arising between the so-called conellae of cephalopod skeletons on one side and the patellae (gastropods) on the other.

Bei dem von BUSSE in diesem Jahrbuch (104: 5–7, Taf. 1, 1976) beschriebenen und als Napfschnecke (Patellacea fam., gen. et sp. indet.) gedeuteten Fossil auf einem Ceratiten-Steinkern handelt es sich um eine Conelle, also ein Relikt der Ceratiten-Schale (Abb. 1).

Den Hinweis auf die genannte Veröffentlichung und die notwendige Umdeutung verdanke ich Herrn Prof. Dr. E. VOIGT (Hamburg). Herrn Dr. h. c. E. BUSSE (Kassel) bin ich dafür dankbar, daß er mir das Stück zur Überprüfung entliehen hat und ich seine Natur mit ihm diskutieren durfte.

Conellen sind äußerst merkwürdige fossile Gebilde. Die Verwechslung mit Napfschnecken lag von jeher nahe. Ihr Entdecker FRIEDRICH AUGUST QUENSTEDT hat sie in der 2. Auflage seines „Flözgebirges Württembergs“ (1851) als „patellenartige, mehrkantige, feingestreifte Kegel“ erwähnt und in seinen „Gastropoden“ (1881–84: 757, Taf. 215, Fig. 40) unter dem Namen *Conella* als Problematicum bei den Patellen abgebildet. Doch geht aus seinem Text hervor, daß er die Deutung als nagelkalkartige Gebilde damals für wahrscheinlicher hielt. In den „Ammoniten des Schwäbischen Jura“ (1885: 232) erinnert ihn das besonders häufige Auftreten auf *Ammonites striatus* (Gattung *Liparoceras*, *Mittellias*) an „kleine Schmarotzer“, die „massenhaft wie kleine *Balanus* zusammengedrängt“ auf den Steinkernen sitzen. Noch 1949 hielt MAUBEUGE solche Conellen für *Balanus*-ähnliche Organismen und nannte sie *Pyramidobalanites*. SCHMIDT (1933: 44) hielt dagegen die „unregelmäßig strahligen Kegel der zeitweise für organische Reste gehaltenen Konellen“ nur für „Wucherungen von dunklem Kalkspat . . . , die auf der wohl spätig umgewandelten Schale der Ammoniten . . . angeschossen sind“.

* Prof. Dr. H. HÖLDER, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Münster, Gievenbeker Weg 61, 4400 Münster.

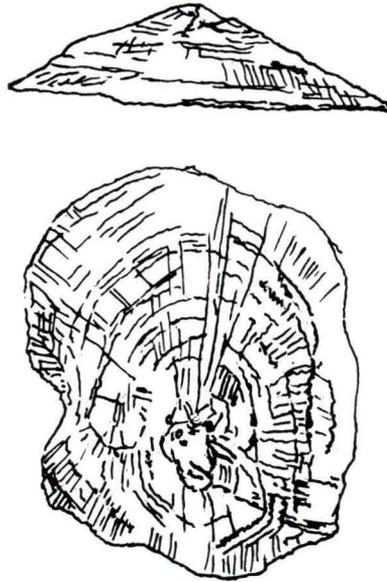


Abb. 1. Einzelconelle auf Ceratiten-Steinkern. Hauptmuschelkalk, mittlere Ceratiten-Schichten, Großer Berg bei Hessisch-Lichtenau. Sammlung BUSSE, Kassel. x 14.

Schon 1853 (S. 33) allerdings hatte OPPEL Conellen in einem abgeschlagenen Hohlstachel eines Ammonitengehäuses beobachtet und die Vermutung geäußert, daß „diese Kegel ein Produkt der Schale sind“. Diese Deutung hat sich bestätigt. Conellen sind keine dünnen Einzelschälchen, sondern massive Relikte bestimmter Partien von Cephalopoden-Skeletten. Als solche sitzen sie niemals auf unversehrten Schalen, wie das bei aufsitzenden oder aufgewachsenen Organismen der Fall sein müßte, sondern anstelle der im übrigen durch Lösung zerstörten Schalen auf Steinkernen oder aber in Schalenresten bzw. an deren abgelösten Rändern.

Seit 1950 ist eine Anzahl diesbezüglicher Arbeiten erschienen, die aber naturgemäß nur bei Cephalopoden-Spezialisten nähere Beachtung fanden. Aus ihnen geht hervor, daß diese Relikte mit Strukturen innerer Schalenablagerungen zu tun haben, speziell mit der heute „innere Prismenschicht“ genannten Substanz, der bestimmte Funktionen zukommen. Bei Ammoniten erfüllt oder unterfängt sie z. B. Ausbuchtungen wie Kiele, Stacheln oder auch Rippen mit Böden (Hohlkielboden!). Wie jüngste Aufnahmen mit dem Rasterelektronenmikroskop (ERBEN 1972) ergaben, neigen schon die ursprünglichen Aragonit-Kristallite dieser inneren Prismenschicht zu sphärolithischer Anordnung oder aber zu Anordnung in Sphärolith-Sektoren, die man als Meilerstellung bezeichnen kann. Aus solchen Meilern entstehen dann bei der diagenetischen An- bzw. Auflösung der Schale isolierte oder in Aggregaten auftretende (und dadurch oft besonders an gedrängte Balaniden-Kolonien erinnernde) Conellen. An Ammoniten mit Hohlkiel z. B.

wird nach Zerstörung des Kielfirsts der aus lauter kleinen Conellen bestehende Kielboden als „spätiges Band“ sichtbar (Abb. 2e), wie man das auch im Treatise on Invertebrate Paleontology L92 (nach HÖLDER 1952) abgebildet findet.

Die hier zur Debatte stehende Conelle auf einem Ceratiten-Steinkern zeigt den an vielen Conellen sichtbaren feinschichtigen Aufbau der ihrer Bildung zugrundeliegenden Schalenpartie, welcher eine konzentrische Skulptur vortäuscht. Die schwache Radialskulptur des ausgezeichneten Photos (BUSSE 1976: Taf. 1 Fig. 2) erweist sich in unserer unter etwas anderer Beleuchtung gezeichneten Skizze allerdings als differenzierter (Abb. 1): Die radialen Linien entsprechen größtenteils jenen meilerförmig gestellten, also gegen die Spitze konvergierenden Kristallen, zu einem kleineren Teil aber Grenzlinien von Spaltlamellen, die an vielen Conellen sehr auffällig in Erscheinung treten und etwas mit der Spaltbarkeit des Kalzits zu tun haben, der durch Umkristallisation aus dem ursprünglichen Aragonit hervorging. Kalzitische Conellen entsprechen also bei aller Variabilität ihrer Einzelformen einer besonderen, an Spaltflächen reichen Tracht des Kalzits. Noch aragonitische, also in ursprünglicher Modifikation erhaltene Conellen sind bisher nur mikroskopisch von Ammoniten und vom rezenten *Nautilus* bekannt geworden (ERBEN 1972 : 12).

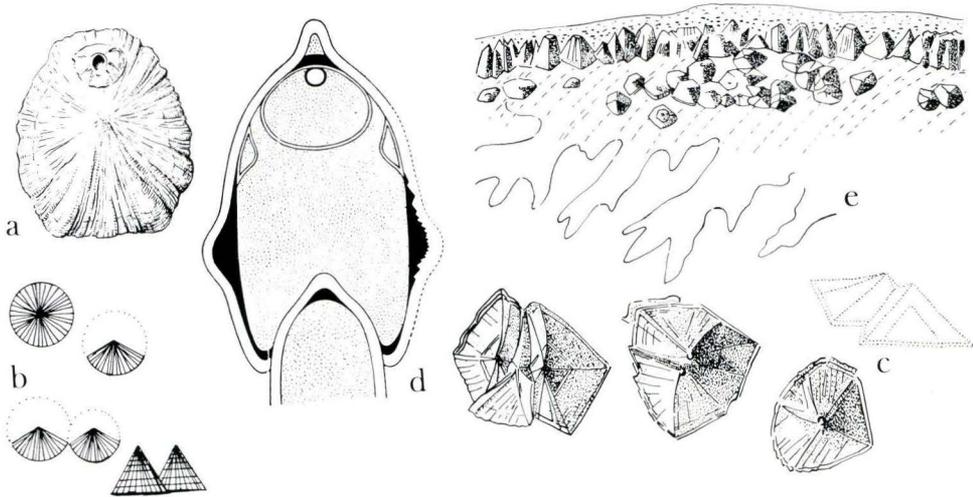


Abb. 2. a) Patellen-Schale, nicht näher bestimmt, mit aufsitzendem *Balanus*-Gehäuse (rezent). x 0,7.
 b) Sphaerolithe und Sektoren derselben in „Meiler“-Form als Strukturen der inneren Prismenschicht, schematisch, ohne Maßstab. Anordnung auf Schichtflächen bedingt horizontale Basis, wie stets bei größeren Conellen.
 c) Einzelne und verwachsene Conellen aus Kalzit, infolge von Spaltflächen kantig. Vergrößert.
 d) Innere Prismenschicht (schwarz) in Ammoniten-Querschnitt, Gehäusebuchten der Wohnkammer vor Einbau des Phragmokos ausfüllend oder, z. B. durch Hohlkiel, abschließend und bei Zerstörung der Schale zur Erhaltung von Relikten in Conellen-Form neigend. Schematisch.
 e) „Spätiger“ Kielboden des Hohlkiels eines Ammoniten (*Streblites*), unter der (punktierten) sedimentären Hohlkiel-Füllung in Conellen aufgelöst. x 5.
 a, d–e aus HÖLDER & MOSEBACH 1950, HÖLDER 1952a + b.

Außer bei Ammoniten und Nautilen, auch vereinzelt fossilen Nautiloidea, kommen Conellen nur noch in bestimmten Rostralpartien mancher Belemniten, nämlich der locker gebauten Umgebung der „Pseudalveole“ z. B. von *Actinocamax* und *Goniot euthis* vor. Außerhalb der Cephalopoden kennt man noch keine sicheren Conellen, was für die erwähnte spezifische Skelettstruktur als Voraussetzung ihrer Bildung spricht.

Innerhalb der Ammoniten lassen sich Conellen bei manchen Gattungen häufig, bei anderen nur ausnahmsweise einmal oder gar nicht beobachten. Wie die innere Prismenschicht im Ammonitengehäuse nicht geschlossen, sondern nur partienweise gebildet wird, so gelangt sie auch keineswegs zu allgemein-gleichmäßiger Ausbildung bei allen Ammoniten oder entbehrt doch in vielen Fällen der Tendenz zur Meilerstellung der Kristallite. So wird die bevorzugte Bindung der Conellen an bestimmte Gattungen verständlich. Wenn die Conellen bildende Substanz die Funktion der Ausglättung von Gehäusebuchten in der Wohnkammer vor Einbau des vorrückenden gekammerten Teils (Phragmokons) hatte, um diesen Einbauvorgang zu erleichtern, so war diese Fähigkeit hierzu im Gang der technischen Perfektion des Gehäusebaus offenbar erst in Jura und Kreide verbreitet erreicht.

An Ceratiten-Steinkernen habe ich eine – ebenso isolierte – Einzelconelle, abgesehen von dem BUSSE'schen Fund, bisher nur ein einziges Mal (meiner Erinnerung nach in der Sammlung von Dr. h. c. OTTO LINCK, Güglingen) gesehen. Bei Ceratiten – und ebenso bei anderen vorjurassischen Ammoniten – kam es also nur ausnahmsweise zu der erwähnten Meilerstellung in der inneren Prismenschicht oder überhaupt zu deren Bildung. (Bei Ceratiten läßt sich das sonst kaum untersuchen, weil ihre Schale in unserem Muschelkalk fast immer zerstört ist – ein ebenfalls merkwürdiges Phänomen, das mit den besonderen Lösungsverhältnissen in diesem feinkörnig-tonigen Kalk zu tun haben dürfte.) Da die innere Prismenschicht bei Jura-Ammoniten manchmal zur Ausheilung von Verletzungen gebildet wurde, so daß die Stelle der Narbe auf dem Steinkern dann durch Conellenbesatz gekennzeichnet sein kann, könnte der Anlaß zu einzelnen Conellen auf Ammoniten vielleicht in einer kleinen einstigen Gehäuseverletzung liegen. Vielleicht handelt es sich bei den Ceratiten aber einfach auch um die erst sich anbahnende und deshalb noch ganz vereinzelte Neigung zur Meilerstellung der Kristallite der inneren Prismenschicht. Da unsere vereinzelte Conelle noch mitten im gekammerten Bereich des Ceratiten-Steinkerns liegt, handelt es sich dagegen nicht um die bei jüngeren Ammoniten häufige Conellen-Bildung am Ende des gekammerten Teils, die dort offenbar mit Anheftungsfeldern der Muskulatur zu tun hat.

Conellen sind unscheinbare, kleine Schönheiten auf oft recht stark korrodierten und unansehnlichen Ammoniten-Steinkernen. Es lohnt sich, nach ihnen Ausschau zu halten, sie von echten Siedlern auf der (einstigen oder zerstörten) Schale zu unterscheiden und sich bei ihrer Betrachtung Gedanken über manche noch offene Frage zu machen.

Schriftenverzeichnis

- BUSSE, E. (1976): Eine Napfschnecke (Gastropoda, Cyclobranchia, Patellacea) im Oberen Muschelkalk (Mittlere Ceratitenschichten/Ladin) Niederhessens. – Geol. Jb. Hessen, **104**: 5–7, Taf. 1; Wiesbaden.

- ERBEN, H. K. (1972): Die Mikro- und Ultrastruktur abgedeckter Hohlelemente und die Conellen des Ammoniten-Gehäuses. – Paläont. Z., **46** (1/2): 6–19, 1 Abb., Taf. 1–4; Stuttgart.
- HÖLDER, H. (1952a): Der Hohlkiel der Ammoniten und seine Entdeckung durch F. A. QUENSTEDT. – Jh. Ver. vaterl. Naturkde. Württemb., **108**: 37–50, 13 Abb.; Stuttgart.
- (1952b): Über Gehäusebau, insbesondere Hohlkiel jurassischer Ammoniten. – Palaeontographica, A, **102**: 18–48, 28 Abb., 5 Taf.; Stuttgart.
- (1954): Konvergierendes Formenspiel um ein Ammoniten-Rätsel. – Natur u. Volk, **84** (1): 1–8, 9 Abb., Frankfurt a. M.
- (1973): Zur Conellen-Frage: In: Miscellanea cephalopodica. III. – Münster. Forsch. Geol. Paläont., **29**: 39–76, 10 Abb., 3 Taf.; Münster.
- & MOSEBACH, R. (1950): Die Conellen auf Ammonitensteinkernen als Schalenrelikte fossiler Cephalopoden. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **92** (2/3): 367–414, 25 Abb., Taf. IV – VI; Stuttgart.
- MAUBEUGE, P. L. (1949): Sur la nature des „Conelles“ (QUENSTEDT). – Bull. Soc. Sci. Nancy, **1**, Notes paléont. A: 1 – 3; Nancy.
- OPPEL, A. (1853): Der mittlere Lias Schwabens. – 92 S., 4 Taf. Auch in: Jh. Ver. vaterl. Naturkde. Württemb., **10**; Stuttgart 1854.
- SCHMIDT, M. (1933): Blatt Mössingen (Nr. 109). Erl. geol. Spezialkt. Württemb., **109**: 184 S., 115 Abb., 4 Taf.; Stuttgart.

Manuskript eingegangen am 25. 9. 1979

Geol. Jb. Hessen	108	S. 11–22	1 Abb.	2 Taf.	Wiesbaden 1980
------------------	-----	----------	--------	--------	----------------

Ein anthracotherioider Paarhufer (Artiodactyla, Mammalia) aus dem Eozän von Messel bei Darmstadt (Hessen)

Von

HEINZ TOBIEN*

Kurzfassung: Ein für die eozäne Fossilfundstätte Messel, NE Darmstadt, wie für die tertiäre Säugerfauna neuer Paarhufer, *Masillabune martini* n. g. n. sp., aus der Gruppe der Anthracotherienartigen wird bekanntgegeben.

[An anthracotherioid Artiodactyl (Mammalia) from the Eocene of Messel NE of Darmstadt]

Abstract: An artiodactyl, *Masillabune martini* n. g. n. sp., new for the Eocene fossil locality Messel NE of Darmstadt, and for the Tertiary mammalian fauna as well is announced.

[Un Paridigitidé anthracothéroïde (Artiodactyla, Mammalia) de l' Eocène de Messel près de Darmstadt]

Résumé: On annonce un artiodactyle, *Masillabune martini* n. g. n. sp. – appartenant à la groupe des anthracothériens – nouveau pour le gisement fossilifère éocène de Messel NE de Darmstadt, et pour la faune mammalogique du Tertiaire également.

Durch die vermehrte Sammlungs- und systematische Grabungstätigkeit während der vergangenen ca. 10 Jahre in den bituminösen Peliten („Ölschiefer“) des aufgelassenen Tagebaues „Grube Messel“ (Abb. 1) konnten nicht nur Bestand und Kenntnis der bisher bekannten Säugerarten vermehrt und verbessert werden, sondern es wurde auch eine Reihe für Messel, wie auch allgemein, neuer Taxa aufgefunden. Hier sind zu nennen: Ein Schuppentier (*Eomanis waldi* STORCH 1978), ein lemurenartiger Halbaffe (Adapidae gen. et. sp. indet. v. KOENIGSWALD 1979a), ein weiterer großer Insektenfresser (*Buxolestes* sp. v. KOENIGSWALD 1979b: 36, Abb. 36) sowie ein echter Carnivore (*Paroodectes feisti* SPRINGHORN 1980).

In die Reihe dieser Neuentdeckungen gehört auch das Skelett eines Paarhufers.¹ Paarhufer-Reste sind – trotz jahrzehntelanger Sammeltätigkeit in Messel – bisher

* Prof. Dr. H. TOBIEN, Johannes-Gutenberg-Universität, Institut für Geowissenschaften, Postfach 3980, 6500 Mainz 1.

¹ Ein weiteres Paarhufer-Skelett wurde 1978 anlässlich der Grabungen des Senckenberg-Museums von ihrem Leiter, Herrn Dr. FRANZEN geborgen (*Messelobunodon schaeferi* FRANZEN 1980: Senckenbergiana lethaea, 61). Es handelt sich dabei um einen Dichobuniden, der mit dem obigen Fund nicht näher verwandt ist.

nicht angetroffen worden. Das Skelett wurde am 1. 9. 1974 von Herrn THOMAS MARTIN (damals Oberschüler, heute stud.geol. an der Universität Mainz) bei eigenen Sammel- und Grabungstätigkeiten gefunden und mir von ihm bald danach zur wissenschaftlichen Bearbeitung überlassen.² Nach Mitteilung von Herrn MARTIN jun. wurde das Skelett an der W-Seite der Grube Messel – etwa in dem Areal, in dem während der letzten Jahre und derzeit die Grabungen der Geologisch-Paläontologischen und Mineralogischen Abteilung des Hessischen Landesmuseums Darmstadt, des Senckenberg-Museums, Frankfurt/M., des Institutes für Geowissenschaften der Univ. Mainz sowie anderer Institutionen stattfinden – geborgen. Nach den Untersuchungen von FRANZEN (1978: 40, Abb. 15, 24) ist die Fundhöflichkeit im W – infolge eines von NE über W nach SE laufenden schwachen Bodenwasserstromes³ – in diesem Gebiet relativ hoch.

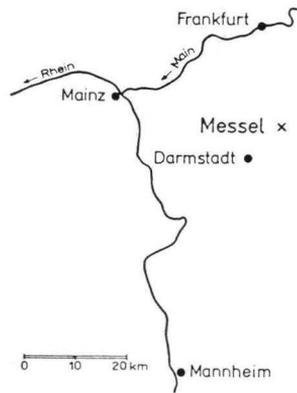


Abb. 1. Lageskizze von Messel.

Das Skelett war, nach weiteren Angaben des Finders, bei der Bergung im Gestein so orientiert, daß der Schädel ungefähr nach SE, das Rumpfende ungefähr nach NW, der Schwanz nach W und die Extremitäten ungefähr nach SW gerichtet waren. Bei dieser Lage gibt das Skelett einen Hinweis auf die von FRANZEN postulierte Strömung: Im Vorderteil des letzten Drittels der Schwanzwirbelsäule befindet sich eine Lücke (Taf. 1 Fig. 1a). Sie ist nicht durch Abdriften des Schwanzwirbelsäulen-Endes entstanden, denn der Wirbel hinter der Lücke ist deutlich kleiner als jener vor ihr, d. h. sie passen nicht aufeinander. In der Lücke müssen vorher ein oder zwei Wirbel gelegen haben. In der Tat finden sich hinter dem Tarsalgelenk-Komplex zwei nebeneinander liegende Wirbel. Sie sind offensichtlich aus der Schwanzwirbelsäule durch die erwähnte NE-W-SW-Strömung ausgedriftet, aber durch die beiden massigen Tarsalgelenke abgefangen worden.

² Ich möchte Herrn THOMAS MARTIN, ebenso wie seinen Eltern, Herrn und Frau Dr. GÜNTHER MARTIN, hierfür meinen besten Dank zum Ausdruck bringen.

³ Bereits WEITZEL (1932:96) nahm einen von N bzw. NE kommenden Zufluß in den Messeler See an. Neuerdings ermittelte FRANZEN (1979: 19) auch einen nordwestlichen, aber schwächeren Zufluß.

Der Transportweg beträgt 8 cm, die Transportrichtung geht bei der angegebenen Skelettlage von N nach S.

Die Längen der beiden ausgedrifteten Wirbel betragen 17 und 17,5 mm, zusammen 34,5 mm. Die Länge der Lücke beträgt nur 21 mm. Die beiden Wirbel würden also nicht in die Lücke passen. Der Widerspruch klärt sich insofern auf, als durch die diagenetische Kompression des Bodensedimentes auch die Schwanzwirbel – sowohl jene in der Wirbelsäule, wie die beiden ausgedrifteten – in ihren Längsachsen, z. T. durch Knochenbrüche, sekundär gedehnt wurden. Dabei ist die Summe der Dehnungskoeffizienten der Schwanzwirbel in situ beiderseits der Lücke größer als die Dehnungskoeffizienten der beiden Einzelwirbel hinter den Tarsalgelenken. Damit ist die Lücke in der Schwanzwirbelsäule sekundär verkürzt worden.

Das Taf. 1 Fig. 1a abgebildete Skelett kehrt dem Beschauer die linke Körperseite zu. Nach der in Messel vielfach angewandten Bergungstechnik von Wirbeltierfunden⁴ ist dies diejenige Seite, die sich ursprünglich im Liegenden befand, d. h. nach unten gewandt war. Über der Schwanzwirbelsäule, vor der Lücke, liegt ein 35x17 mm großer Koprolith, der wohl von einem Krokodil stammt. Demnach lag der Koprolith bereits auf dem Seeboden, als der Paarhufer-Kadaver dort landete und sich der Schwanz über den Koprolithen legte. Wieweit die dabei erfolgte Auslenkung der Schwanzwirbelsäule (Taf. 1 Fig. 1a) die Lösung der beiden Schwanzwirbel aus dem Verband beförderte und ihrer nachfolgenden Abdrift Vorschub leistete, sei dahingestellt.

Die Haltung des im übrigen im Verband erhaltenen Skelettes ist typisch für viele entsprechend überlieferte Messeler Säugerfunde (Propalaeotherien, Nager, Insektenfresser: WEITZEL 1949: Taf. 1, TOBIEN 1962: Taf. 1, HEIL & v. KOENIGSWALD 1979: Abb. 40, 41, FRANZEN 1976: Abb. 7): Beide Extremitätenpaare parallel bis dicht beisammenliegend, winklig an den Rumpf angezogen, die Rückenwirbelsäule leicht kyphotisch gebogen, die Halswirbelsäule dorsalwärts abgelenkt, und Schädel plus Unterkieferachse wiederum winklig gegen die Halswirbelsäule abgesetzt.

Nachstehend folgt eine kurze taxonomische Bekanntgabe des Fundes. Eine ausführliche Beschreibung und Diskussion soll zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.

Ordnung *Artiodactyla* OWEN 1849

Unterordnung *Ancodonta* MATTHEW 1929

Überfamilie *Anthracotherioidea* GILL 1872

Familie *Haplobunodontidae* PILGRIM 1941

⁴ Eingießen der aus dem Ölschiefer freigelegten Skelettseite mit Kunstharz, dann Freipräparieren der anderen Seite aus dem Gestein, die dann auch meist wohlerhalten ist (LITTMANN 1979: 24, Abb. 5): Das auch von Herrn THOMAS MARTIN angewendete Verfahren.

Masillabune n. g.

Typus-Art: *Masillabune martini* n. sp.

Derivatio nominis: Masilla: Alter Name für Messel im Lorscher Kodex, 800 nach Christus; βουνόν gr.: Hügel, in Anspielung auf den hügelartigen Habitus der Elemente der Molarkronen.

Diagnose: Ein Angehöriger der Haplobunodontidae mit folgenden Merkmalen:

Zahnformel: $\frac{?I \cdot C \cdot 4P \cdot 3M}{3I \cdot C \cdot 3P \cdot 3M}$ P¹ bis M³ geschlossen,

ohne Lücke. Diastem zwischen C sup. und P¹. Untere Zahnreihe von I₁ bis M₃ ohne Diastem.

P₄ sup. et inf. weitgehend molarisiert, P₄ langgestreckt und dreiteilig, P₃ mit mehrgipfliger Krone. Eckzähne spitz-kegelförmig. Molaren bunodont, im Hinterabschnitt mit leichtem Ansatz zur Bunosenodontie.

Masillabune martini n. sp.

Derivatio nominis: Nach Herrn stud. geol. THOMAS MARTIN, Darmstadt, der den Fund für eine nähere Untersuchung zur Verfügung stellte.

Holotypus: Das in Taf. 1 abgebildete Skelett und der zu ihm gehörende, Taf. 2 Fig. 1b, 1c abgebildete Schädel und sein M² sin., sowie der ebenfalls zum Skelett gehörende Ramus horizontalis mit C bis M₃ dext. (Taf. 2 Fig. 1d – f). Der Fund befindet sich im Besitz von Herrn THOMAS MARTIN, Grüner Weg 37, 6100 Darmstadt. Abgüsse der auf den Tafeln abgebildeten Objekte sowie die Negativformen dazu befinden sich im Institut f. Geowissenschaften, Abt. Paläontologie, der Joh.-Gutenberg-Universität, Mainz.

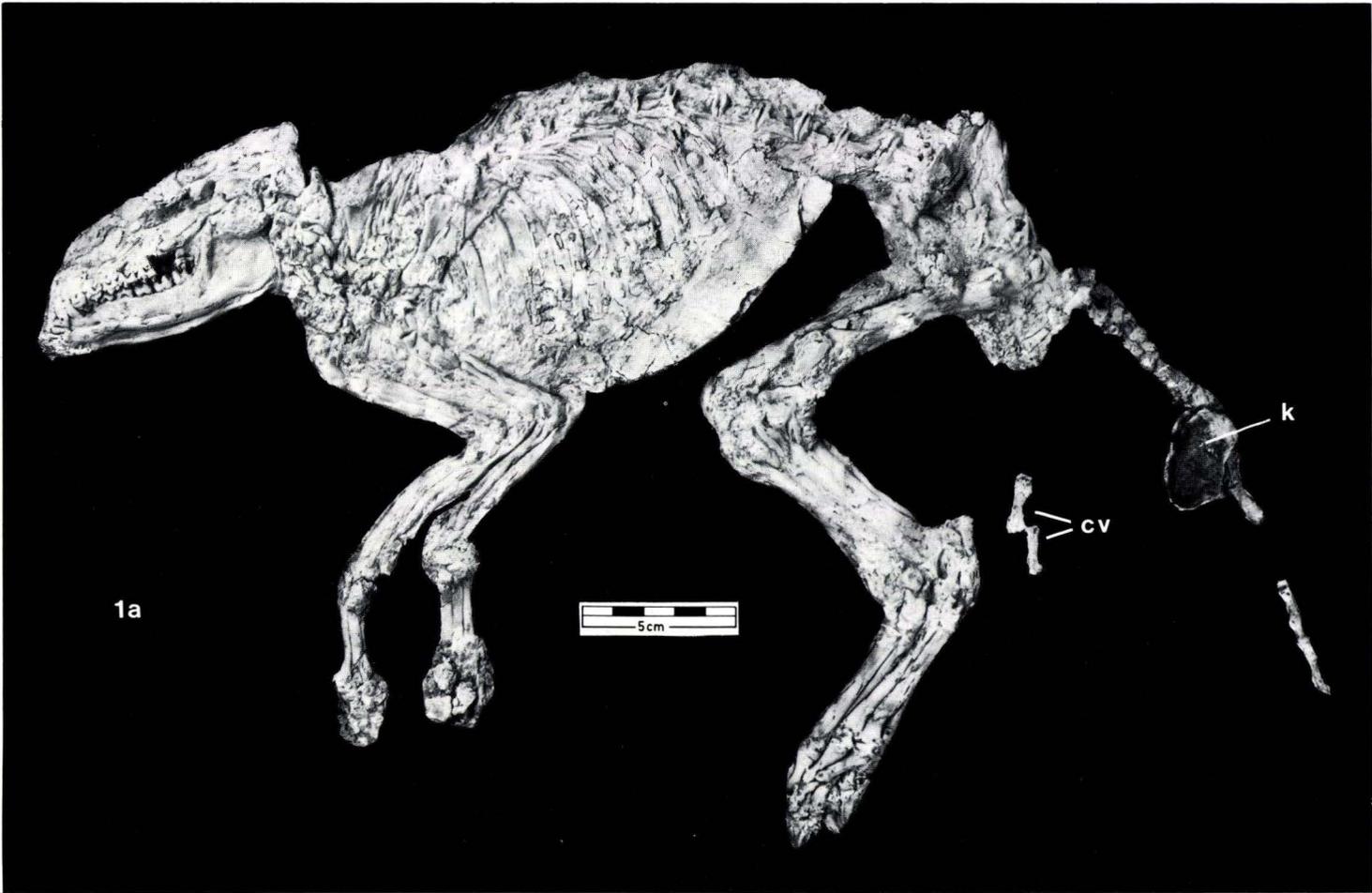
Paratypus: keiner.

Locus typicus: W-Seite des verlassenen Tagebaues „Grube Messel“, 6 km NE Darmstadt.

Stratum typicum: Messel-Schichten, Mittleres Lutetium (s. S. 22).

Diagnose: Siehe Gattungsdiagnose.

Differentialdiagnose: Die Gattung *Masillabune* mit der bisher einzigen Spezies *M. martini* gehört in die Familie der Haplobunodontidae. Dies gründet sich auf die Struktur der anthracotherioiden oberen Molaren (fünfhügelig mit Paracornulus), ihren überwiegend bunodonten Habitus und die weitgehende Molarisierung der P₄ sup. und inf. Aufgrund der Molarstruktur und weiterer Unterschiede im antemolaren Gebiß scheiden die sonstigen eozänen Paarhufer (Dichobuniden, Cebochoeriden, Choeropotamiden, Dacrytheriiden, Anoplotheriiden, Caenotheriiden, Xiphodontiden und Amphimeryciden) für einen weiteren Vergleich aus. Ebenso kommen die eigentlichen Anthracotheriidae für eine nähere Betrachtung nicht in Frage. Sie sind asiatischen Ursprungs (*Giraffokeryx*) und Einwanderer nach Europa an der Eozän/Oligozän-Grenze (zur Zeit der „Grande Coupure“ STEHLINS). Im Oligozän Europas sind sie – zusammen mit ihren selenodonteren



Tafel 1

Masillabune martini n. g. n. sp.; im Besitz von Herrn stud. geol. THOMAS MARTIN, Darmstadt; Grube Messel bei Darmstadt, Messel-Schichten, Mittelozän (Lutetium).

Fig. 1a. Skelett verdrückt, Ansicht der linken Seite, zugleich die Liegendseite bei der Einbettung: 0,44x; teilweise noch nicht völlig freipräpariert (distale Teile der Vorder- und Hinterextremitäten, Beckenregion). Gesteinspartie ventral der Rippen wegen Weichteilerhaltung nicht abgetragen. cv: 2 Kaudalwirbel, k: Kopolith, distal davon Lücke in der Schwanzwirbelsäule. Skelett geweißt.

Verwandten, den Bothriodontinen – weit verbreitet. Mit den Haplobunodontiden stehen sie in keinem direkten verwandtschaftlichen Zusammenhang (SUDRE 1977: 95).

SUDRE (1977: 95–96) rechnet zu den Haplobunodontiden die Genera: *Haplobunodon* DEPERET 1908; *Rhagatherium* PICTET 1855 – 57; *Amphirhagatherium* DEPERET 1908; *Lophiobunodon* DEPERET 1908; *Anthracobunodon* HELLER 1934. Bei einem Vergleich scheiden aus:

Haplobunodon: Einfache P⁴ mit nur einem Außen- und Innenhügel (DEPERET 1908: 161, z. B. STEHLIN 1908: Taf. 13, Fig. 5); untere P₄ einfach, nicht molarisiert (STEHLIN 1908: 752).

Lophiobunodon: Einfache P⁴, wie bei *Haplobunodon* (DEPERET 1908: 160, STEHLIN 1908: 788).

Rhagatherium: Obere und untere P₄ molarisiert, P₄ dreiteilig, aber: Molaren bunosenodont; P¹ durch Diastemata von C sup. und P² getrennt. Auch P₂ ist durch Diastemata von C inf. und P₃ getrennt (DEPERET 1908: 160, STEHLIN 1908: 777, 779–780, Abb. 113, Taf. 13 Fig. 24, 30).

Amphirhagatherium: Obere und untere P₄ molarisiert, P⁴ fünfhügelig, aber: Molaren bunosenodont, obere M, P⁴ und P³ ohne Parastyle (DEPERET 1908: 160, STEHLIN 1908: 791–95, Abb. 115).

Anthracobunodon: P³ und P⁴ schwächer, P₄ gar nicht molarisiert, keine Parastyle an oberen M, P³ und P⁴. Diastema vor und hinter P¹, sowie zwischen P₂ und P₃ (HELLER 1934: Abb. 1, Taf. 20, Fig. 3–7 und Autopsie des Typus-Exemplares im Geiseltalmuseum Halle, Dez. 1975).

Haplobunodontiden oder auf sie direkt beziehbare Verwandte sind aus dem Eozän Asiens und Nordamerikas bisher nicht bekannt (THENIUS 1969: 427, SUDRE 1977: 184).

Demnach gebührt dem Paarhuferskelett von Messel innerhalb der Familie Haplobunodontidae generische Selbständigkeit⁵. Weitere differentialdiagnostische Merkmale von *Masillabune* gegenüber den genannten Haplobunodontiden sollen in der ausführlicheren Beschreibung behandelt werden.

Maße :

Schädelspitze – Schwanzwirbelsäulen-Ende: 436 mm

Schädelspitze – Occipitalkamm: 101 mm

Länge C sup. – M³ sin.: 48 mm

Länge P¹ – M³ sin.: 42 mm

Länge P¹ – P⁴ sin.: 24 mm

Länge M¹ – M³ sin.: 18 mm

Länge M² sin.: 6,7 mm

Breite M² sin.: 8,8 mm

Länge Unterkiefer Symphyse – Proc. angularis sin.: ca. 80 mm

⁵ SUDRE (1977:97) gab bereits eine kurze Charakteristik des Messel-Fundes anhand eines ihm überlassenen Abgusses. U. a. hebt er dabei die Unterschiede gegenüber *Anthracobunodon weigelti* aus dem Geiseltal hervor. Ob die von SUDRE (1977: 101) aufgestellte Spezies *A. louisii* aus dem Obereozän (Marinésien) von Grisolles (Calcaire de St.Ouen) zu diesem Genus gehört, soll an anderer Stelle erörtert werden.

Höhe Ramus horizontalis labial unter M_2 sin.: 12 mm
 Länge $I_1 - I_3$ sin. (an den Kronenspitzen): 7 mm
 Länge C inf. – M_3 sin.: 44 mm
 Länge C inf. – M_3 dext.: 44,5 mm
 Länge $P_2 - M_3$ sin.: 38,5 mm
 Länge $P_2 - M_3$ dext.: 39,2 mm
 Länge $P_2 - P_4$ sin.: 18 mm
 Länge $P_2 - P_4$ dext.: 18 mm
 Länge $M_1 - M_3$ sin.: 21 mm
 Länge $M_1 - M_3$ dext.: 21,5 mm

Einzelmaße der I, C, P und M sollen – im Vergleich mit anderen Haplobunodontiden – in der erwähnten ausführlicheren Beschreibung gebracht werden.

Bemerkungen: Das Skelett ist in seiner linken Seite in allen Teilen mehr oder weniger stark verdrückt, wie dies bekanntermaßen auch für die sonstigen in Messel gefundenen Skelette gilt. Daher sind Schädel- und Knochenmaße – mit gewisser Ausnahme der Zahnreihenlängen – unter diesem Gesichtspunkt zu werten.

Vom Gebiß ist im Schädel (Taf. 1 Fig. 1a, Taf. 2 Fig. 1b) die linke Oberkiefer- und Unterkiefer-Zahnreihe erhalten. Dabei liegen im wesentlichen für die mandibulare, von $I_1 - M_3$ vollständige Reihe nur die labialen Ansichten vor. Die maxillare Zahnreihe, ohne Incisiven und ohne den mittels Präparation ausgehobenen M^2 (Taf. 2 Fig. 1c), zeigt außer den Labialansichten infolge der Verdrückung durch Kompaktion auch noch die Außenhügel von $P^3 - M^3$. Die rechtsseitige Maxillarzahnreihe ist bei der Bergung verlorengegangen, dagegen konnte der rechte Ramus horizontalis mit C bis M_3 (Taf. 2 Fig 1d – f) noch vor dem Eingießen in Kunstharz isoliert werden.

Der Schädel ist niedrig, aber in der Schnauzenpartie wohl nicht so schlank wie die Rekonstruktionsversuche der Schädel von *Rhagatherium valdense* aus dem Ludium von Mormont (STEHLIN 1908: Abb. 113) und *Anthracobunodon weigelti* aus dem Eozän des Geiseltales (HELLER 1934: Abb. 1) mit ihren weiten Prämolardistemen. Die linke Augenhöhle ist stark verdrückt und dorso-ventral zusammengeschoben. Nur Teile des Jochbogens sind sichtbar.

Der Ramus horizontalis des linken Unterkiefers ist schlank in seinem vorderen Abschnitt, aber höher – auch unter Berücksichtigung einer gewissen Verdrückung – als die entsprechende Partie an der rekonstruierten Mandibel von *Anthracobunodon weigelti* (HELLER 1934: Abb. 1). Ein For. mentale liegt unterhalb des P_2 (Taf. 2 Fig. 1b, Taf. 2 Fig. 1f).

Taf. 2 Fig. 1c zeigt den anthracotherioiden Bau der oberen Molaren, Taf. 2 Fig. 1b die weitgehend geschlossenen OK- und UK-Reihen sowie die Differenzierung von P^3 und P^4 (letzterer mit den beiden völlig getrennten, gleichstarken Außenhügeln sowie die kräftigen Parastyle). Taf. 2 Fig 1d – f zeigt den caniniformen Eckzahn, die geschlossene Zahnreihe C – M_3 , den komplizierten P_3 , den molarierten, dazu dreiteiligen P_4 und die überwiegend bunodonten Molaren.

Die Extremitäten sind lang und schlank, auch die Metapodien. Dabei sind die Hinterextremitäten deutlich länger als die vorderen, wie dies auch von anderen, archaischen Artiodactylen bekannt ist.

Der Erhaltungs- und gegenwärtige Präparationszustand der Vorderfüße gibt keine definitiven Hinweise auf Fehlen oder Vorhandensein eines rudimentären ersten Fingerstrahles, dessen Existenz von mehreren, allerdings oligozänen Artiodactylen bekannt ist (STEHLIN 1929, STEHLIN & HÜRZELER 1941). An dem in Betracht kommenden proximalen Metacarpalbereichen beider Füße ist in diesem Punkte derzeit nichts Verwertbares zu sehen.

Die Schwanzwirbelsäule ist lang (180 mm) und beträgt etwa 55% der Rumpflänge (330 mm, ohne Schädel, entlang der Wirbelsäule gemessen). Der Größe nach befindet sich der Artiodactyle von Messel zwischen einem heutigen Marder und Fuchs, bzw. entspricht er – um bei den gegenwärtigen Artiodactylen zu bleiben – etwa dem südostasiatischen Hirschferkel *Tragulus meminna* (Körpermaße s. GRZIMEK 1968: 164). Innerhalb der Huftiere von Messel ist *Masillabune* der bisher kleinste Vertreter. So ist er kleiner als die kleinere der beiden *Propalaeotherium*-Arten (*Pr. messelense*) [Länge P¹ – M³: *Prop. messelense*: 54 mm (HAUPT 1925: 111), *Masillabune martini*: 41,7 mm].

Innerhalb der Haplobunodontiden gehört der Messel-Fund zu den größeren Vertretern und entspricht damit etwa dem *Anthracobunodon weigelti* aus dem Geiseltal (HELLER 1934: 252). Demgegenüber sind *A. louisi* (SUDRE 1977:

Tafel 2

Masillabune martini n. g. n. sp.; Grube Messel bei Darmstadt; Messel-Schichten, Mittelozän (Lutetium).

Fig. 1b. Schädel und Unterkiefer stark verdrückt; Ansicht der linken Seite, nat. Gr.; Oberkiefer-Zahnreihe mit C sup. (in Lücke zwischen I₃ und C inf. eingreifend), P¹ (zweiwurzelig), P² (Außenwand leicht eingedrückt), P³ (mit 2 Außenhügeln und kräftigem Parastyl), P⁴ (mit 2 gleichstarken Außenhügeln und sehr kräftigem Parastyl), M¹ (mit schwächerem Parastyl), Lücke durch den ausgehobenen M² (s. Fig. 1c), M³ (durch Verdrückung schief gestellt).

Unterkiefer-Zahnreihe mit I₁ (pfriemenförmig), I₂ (Krone leicht spatuliert), I₃ (Krone stärker spatuliert), C inf. (in Diastem zwischen C sup. und P¹ eingreifend), P₂ (zweiwurzelig ohne Diastem auf C inf. folgend), P₃ – M₃. Unterrand des rechten Ramus horizontalis unter dem linken Unterkiefer sichtbar.

Fig. 1c. M² sin., von occlusal, 4 x; mit: Paraconulus, gegenüber P⁴ schwächerem Parastyl, Mesostyl und kräftigen Cingula (Länge des Maßstabes: 10 mm).

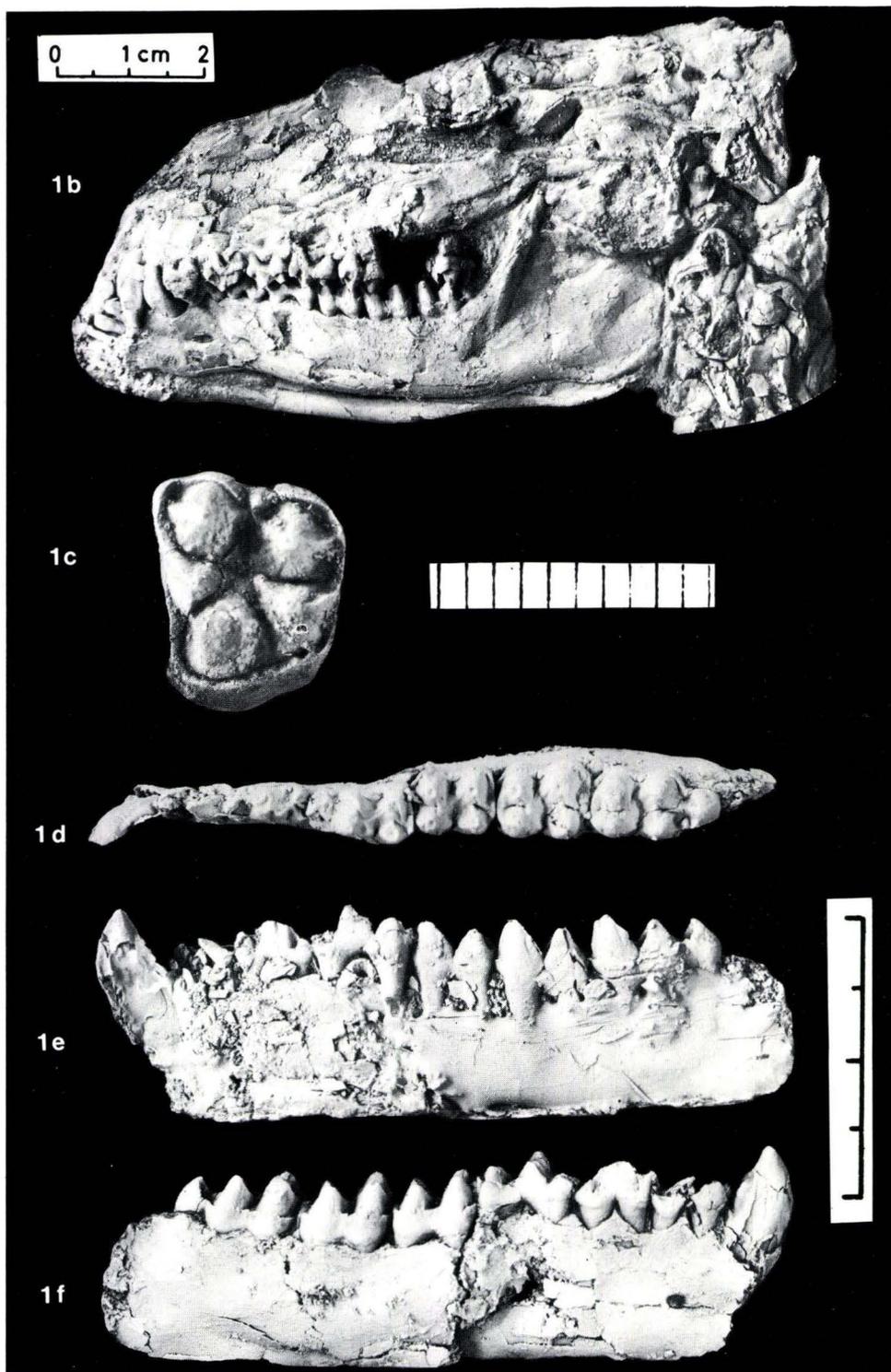
Fig. 1d. Unterkiefer-Zahnreihe mit C inf. bis M₃ dext.; von occlusal, 2 x; C inf. (durch Verdrückung leicht einwärts gebogen), P₂ (defekt), P₃ (mehrgipflig, mit angedeuteter Dreiteilung, Vorderknospe leicht defekt), P₄ (dreigeteilt, molarisiert, vorderes Zahndrittel defekt), M₁ – M₃ (Hinterinnenhügel mit Ansatz zu Selenodontie).

Fig. 1e. Unterkiefer-Zahnreihe mit C inf. bis M₃ dext., von lingual, 2 x; C inf. (caniniform, lingual an der Basis defekt), P₂ (ohne Diastem auf C inf. folgend, zweiwurzelig, Krone defekt), P₃, P₄ (wie unter 1d), M₁ – M₃.

Fig. 1f. Unterkiefer-Zahnreihe mit C inf. bis M₃ dext., von labial, 2 x; (für Einzelheiten s. Fig. 1d und 1e).

Länge des Maßstabes für die Fig. 1d–f: 2 cm.

Alle Objekte geweißt.



Tafel 2

Tab. 8) und *Haplobunodon lydekkeri* STEHLIN 1908, die Typusspezies der Gattung aus dem Untereozän von Hordwell, etwas größer (STEHLIN 1908: 752). Die übrigen *Haplobunodon*-Arten entsprechen eher dem Messel-Tier, wie auch *Rhagatherium valdense*. *Rh. kowalewskyi* ist dagegen deutlich kleiner, wie auch die Vertreter von *Lophiobunodon*. *Amphirhagatherium* dürfte dagegen etwas kräftiger als *Masillabune* gewesen sein (vgl. die Maßangaben bei STEHLIN 1908: 752 – 788).

Strukturell steht *Masillabune* durch die Komplikation des P3 und P4 sup. u. inf. dem *Rhagatherium*-Formenkreis (*Rhagatherium*, *Amphirhagatherium*) sowie *Anthracobunodon louisii* näher als *Haplobunodon*, *Lophiobunodon* und dem Geiseltal-*Anthracobunodon* mit ihren einfacheren Prämolaren.

Weichteilerhaltung ist seit langem (HAUPT 1925: Taf. 15 Fig. 1) von den Messeler Säugetieren und anderen Vertebraten bekannt. Da sich am Messeler Paarhufer-Skelett zwischen den Rippen und in der Lendenregion die dafür charakteristische schwärzliche Verfärbung vorfand, entnahm auf meine Bitte Herr Dr. F. SCHAARSCHMIDT, Senckenberg-Museum, Frankfurt/M., 4 kleinere Proben aus der genannten Region, die u. a. den ehemaligen Magen-Darm-Trakt umfaßt hat. Er teilte dazu Herrn Dr. G. MARTIN, Darmstadt, unter dem 6.9.76 folgendes mit:

„In zwei Proben fand ich bisher Epidermen von Lauraceen (Lorbeergewächsen), die ja in der Messeler Flora reich vertreten waren. Diese Epidermen sind jedoch – im Gegensatz zu einem anderen Mageninhalt von einem Uppferd – recht selten“. Dafür dominieren andere pflanzliche Gewebe, deren schwierige Aufbereitung und Untersuchung – da stark zersetzt – im Gange ist. Herr Dr. SCHAARSCHMIDT wird darüber zu gegebener Zeit näher berichten.

Danksagung: Herrn Prof. Dr. H. W. MATTHES (Geiseltalmuseum, Halle, DDR) danke ich für die freundliche Erlaubnis zum Studium des Typus-Exemplares von *Anthracobunodon weigelti*, Herrn Dr. J. SÜDRE, Montpellier, für die Überlassung eines Abgusses von *Anthrac. louisii*, ihm wie auch Herrn Dr. J. FRANZEN, Senckenberg-Museum, für Diskussionen. Herrn K. SCHUCHMANN und Herren M. SCHMIKING – beide Institut für Geowissenschaften, Universität Mainz – danke ich für Präparationsarbeiten bzw. für die Herstellung von Foto-Vorlagen zu den Tafelfiguren, Frau H. LANG, vom gleichen Institut, für die Anfertigung des Manuskripts.

Zusammenfassung

Ein erstes Paarhuferskelett aus den mitteleozänen bituminösen Süßwasserpeliten („Ölschiefer“) von Messel, NE Darmstadt, wird als *Masillabune martini* n. g. n. sp. kurz beschrieben. Das Skelett gehört in die Familie der Haplobunodontidae, Überfamilie Anthracotherioidea, und erweitert den Bestand dieser Familie auf 6 Genera.

Einige Bemerkungen zur Taphonomie und Weichteilerhaltung des Skelettes werden gegeben.

Summary

A first artiodactyl skeleton from the Middle Eocene bituminous freshwater pelites (“oilshales”) of Messel, NE of Darmstadt (Hessen), is briefly described as *Masillabune martini* n. g. n. sp. The skeleton belongs to the family Haplobunodon-

tidae, superfamily Anthracotherioidea, and enlarges the number of genera of this family to six.

Some remarks on the taphonomy and the preservation of soft parts of the specimen are given.

Résumé

On décrit brièvement la première trouvaille du squelette d'un artiodactyle, provenant des pelites bitumineux d'eau douce („schistes bitumineux“) de Messel NE de Darmstadt (Hessen). Le squelette est caractérisé comme *Masillabune martini* n. g. n. sp. et appartient à la famille des Haplobunodontidae, superfamille des Anthracotherioidea. Par cela la nombre des genres de cette famille s'élargit à six.

On fait quelques remarques concernant la taphonomie et la préservation de parties molles du squelette.

Schriftenverzeichnis

- CODE COMMITTEE der stratigraphischen Kommission der DUGW (1977): Stratigraphische Richtlinien. – Newsl. Stratigr. **6** (3): 131–151; Berlin–Stuttgart (deutsch, englisch, französisch).
- DEPERET, C. (1908): L'histoire géologique et la phylogénie des Anthracothéridés. – C. R. Acad. Sci. Paris, **146** : 158–162; Paris.
- FRANZEN, J. L. (1976): Die Fossilfundstelle Messel. Ihre Bedeutung für die paläontologische Wissenschaft. – Naturwissenschaften, **63**: 418–425, 7 Abb.
- (1978): Senckenberg-Grabungen in der Grube Messel bei Darmstadt. 1. Probleme, Methoden, Ergebnisse 1976–1977. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **27**: 1–135, 69 Abb.; Frankfurt a. M.
- (1979): Fossilfundstelle Messel Nr. 15: Senckenberg-Grabungen in der Grube Messel bei Darmstadt. 2. Ergebnisse 1978. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **36**: 1–144; Frankfurt a. M.
- GRZIMEK, B. (1968): Enzyklopädie des Tierreiches (Grzimeks Tierleben). Säugetiere 4 (Band 13). – 1–600, Taf.; Zürich.
- HAUPT, O. (1925): Die Paläohippiden der eocänen Süßwasserablagerungen von Messel bei Darmstadt. – Abh. hess. geol. L.-Anst., **4**: 1–159, Taf. 1–29; Darmstadt.
- HEIL, R., & KOENIGSWALD, W. v. (1979): Funde aus den Messeler Schichten: 41–88. – Aus: HEIL, R., KOENIGSWALD, W. v., & LIPPMANN, H. G.: Fossilien der Messeler Schichten: 1–88, 52 Abb.; Darmstadt.
- HELLER, F. (1934): *Anthracobunodon weigelti* n. gen. et n. sp., ein Artiodactyle aus dem Mitteleozän des Geiseltales bei Halle a. S. – Palaeont. Z., **16** 3/4: 247–263, 1 Abb., Taf. 20–21; Berlin.
- KOENIGSWALD, W. v. (1979a): Ein Lemurenrest aus dem eozänen Ölschiefer der Grube Messel bei Darmstadt. – Paläont. Z., **53**: 63–76, 5 Abb.; Stuttgart.
- (1979b): Die Erforschung der Fossilien der Messeler Schichten: 29–38. – Aus: HEIL, R., KOENIGSWALD, W. v., & LIPPMANN, H. G.: Fossilien der Messeler Schichten: 1–88, 52 Abb.; Darmstadt.
- LIPPMANN, H. G. (1979): Bergung und Präparation von Fossilien der Messeler Schichten: 21–26, Abb. 5. – Aus: HEIL, R., KOENIGSWALD, W. v., & LIPPMANN, H. G.: Fossilien der Messeler Schichten: 1–88, 52 Abb.; Darmstadt.
- SPRINGHORN, R. (1980): *Paroodectes feisti*, der erste Miacide (Carnivora, Mammalia) aus dem Mittel-Eozän von Messel. – Paläont. Z., **54**, 1/2, 10 Abb.; Stuttgart.
- STEHLIN, H. G. (1908): Die Säugetiere des schweizerischen Eocaens. 5. Teil. – Abh. schweiz. paläont. Ges., **35**: 691–837, 36 Abb., Taf. 13–14; Zürich.
- (1929): Artiodactylen mit fünffingriger Vorderextremität aus dem europäischen Oligocaen. – Verh. naturforsch. Ges. Basel, **40**: 599–625, 13 Abb.; Basel.
- & HÜRZELER, J. (1941): Ein weiterer Paarhufer mit fünffingriger Vorderextremität aus dem europäischen Oligocaen. – Eclogae geol. Helv., **34**, 2: 272–277, 5 Abb.; Basel.

- STORCH, G. (1978): *Eomanis waldi*, ein Schuppentier aus dem Mittel-Eozän der „Grube Messel“ bei Darmstadt (Mammalia: Pholidota). – *Senckenbergiana lethaea*, **59**, 4/6: 503–529, 5 Abb., 5 Taf.; Frankfurt a. M.
- SUDRE, J. (1977): Les Artiodactyles de l'Eocène moyen et supérieur d'Europe Occidentale – Systématique et Evolution. – Thèse Univ. Montpellier, I–III, 1–257, 23 Abb., 19 Tab., 22 Taf.; Montpellier.
- THENIUS, E. (1969): Stammesgeschichte der Säugetiere (einschließlich der Hominiden). – *Handb. Zool.*, **8**, 2. Tl: 1–722, 715 Abb.; Berlin.
- TOBIEN, H. (1962): Insectivoren (Mamm.) aus dem Mitteleozän (Lutetium) von Messel bei Darmstadt. – *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **90**: 7–47, 1 Abb., Taf. 1–3; Wiesbaden.
- WEITZEL, K. (1932): *Amphiperca multiformis* n. g. n. sp. und *Thaumatodus intermedius* n. sp., Knochenfische aus dem Mitteleozän von Messel. – *Notizbl. Ver. Erdkde. u. hess. geol.L.-Anst.*, (V) **14**: 89–97, Taf. 8; Darmstadt.
- (1949): Neue Wirbeltiere (Rodentia, Insectivora, Testudinata) aus dem Mitteleozän von Messel bei Darmstadt. – *Abh. senckenberg. naturforsch. Ges.*, **480**: 1–24, Taf. 1–5; Frankfurt a. M.

Manuskript eingegangen am 5. 2. 1980

Nachwort: Im Vorstehenden wurde die Schreibweise „Messel-Schichten“ (nicht wie bisher: „Messeler Schichten“ für diese lithostratigraphische Einheit) angewendet. Dies geschah im Anschluß an die „Stratigraphischen Richtlinien der DUGW“ (*Newsletter on Stratigraphy* **6** (3) : 134). Sie empfehlen bei lithostratigraphischen Einheiten unflektierte Ortsnamen, sowie die Verwendung eines Bindestriches.

Fossilagerstätte Messel – Literaturübersicht der Forschungsergebnisse aus den Jahren 1969–1979

Von

WIGHART VON KOENIGSWALD*

Kurzfassung: Seit der letzten Zusammenfassung der Literatur über die eozäne Fossilfundstelle Messel bei Darmstadt durch TOBIEN 1969 sind knapp 50 weitere Arbeiten erschienen. Durch sie wurde die Kenntnis der Messeler Schichten wesentlich erweitert und die Faunenliste konnte z. B. bei den Säugetieren um mehrere Ordnungen (Primates, Pholidota, Carnivora, Artiodactyla) bereichert werden. Dennoch steht die Lösung vieler grundlegender Probleme, die mit dieser Fundstelle zusammenhängen, noch aus. Deswegen kann die hier gegebene Faunen- und Florenliste nur den derzeitigen Kenntnisstand belegen.

Abstract: Since the last review of the literature concerning the eocene locality of Messel near Darmstadt (Western Germany) by TOBIEN in 1969 nearly 50 new papers have been published. These papers are an essential addition to the knowledge of the Messel Formation. Several orders of mammals (Primates, Pholidota, Carnivora, Arthiodactyla) could be added to the faunal list. Nevertheless many basic problems of this site are still unsolved. Therefore the faunal and floral list can document only the knowledge of the time being.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	24
2. Sedimente und Mineralbestand	25
3. Ablagerungsraum	26
4. Pflanzen	26
5. Schwämme	27
6. Insekten	27
7. Fische	27
8. Amphibien	28
9. Krokodile	28
10. Schildkröten	28
11. Vögel	28
12. Säugetiere	29
12.1. Insektenfresser	29
12.2. Fledermäuse	29
12.3. Halbaffen	29
12.4. Schuppentiere	30
12.5. Nagetiere	31
12.6. Raubtiere	31

* Dr. W. v. KOENIGSWALD, Hessisches Landesmuseum, Geologisch-Paläontologische und Mineralogische Abteilung, Friedensplatz 1, 6100 Darmstadt.

12.7. Urhuftiere	31
12.8. Unpaarhufer	31
12.9. Paarhufer	31
13. Floren- und Faunenliste	32
13.1. Pflanzen	32
13.2. Tiere	33
14. Schriftenverzeichnis	35

1. Einleitung

Für die Kenntnis der Tier- und Pflanzenwelt des terrestrischen Alttertiärs haben die Messeler Schichten wesentliche Beiträge geliefert. Sie waren und sind z. T. auch noch östlich von Darmstadt in den ehemaligen Tagebauen „Grube Messel“ und „Grube Prinz von Hessen“ aufgeschlossen. Es handelt sich um die Ablagerungen ehemaliger Süßwasserseen aus dem mittleren Eozän, die besonders in der Grube Messel als Ölschiefer überliefert sind. Was dieser Fundstelle Weltruhm verleiht, ist die hervorragende Erhaltung zusammenhängender Wirbeltierskelette, bei denen auch nicht selten noch Weichteile überliefert sind. Obwohl die ersten Funde seit über 100 Jahren bekannt sind, wurde die wissenschaftliche Bedeutung nur zögernd erkannt. Ein wesentlicher Grund dafür waren sicher die Schwierigkeiten bei der Konservierung der Funde, denn der stark wasserhaltige Ölschiefer zerfällt beim Trocknen und mit ihm das bis dahin so gut erhaltene Fossil. (Über moderne Präparationsmöglichkeiten berichten BORNHARDT 1975 sowie LIPPMANN & WIEMER 1979.)

Die wissenschaftliche Bearbeitung der Funde, die während des industriellen Abbaus gemacht wurden, erfolgte in vielen Einzelarbeiten, aus denen sich langsam ein (allerdings noch unvollständiges) Gesamtbild ergab. TOBIEN (1955) gibt den ersten zusammenfassenden Überblick, in welchem neben dem bis dahin bekannten Artenbestand auch die palökologische Situation beschrieben wird. Im folgenden Jahrzehnt werden durch ihn selbst, oder durch ihn angeregt, zahlreiche weitere Tiergruppen neu untersucht oder revidiert, so daß TOBIEN (1969) ein wesentlich detaillierteres Gesamtbild der Fossilagerstätte geben kann. Dies ist die letzte Zusammenfassung gewesen. In den vergangenen 10 Jahren sind viele neue Ergebnisse erarbeitet worden, und noch nie haben so viele Wissenschaftler gleichzeitig über Funde aus den Messeler Schichten gearbeitet wie im vergangenen Jahr. Die Vielfalt der Bearbeiter bringt es mit sich, daß die Ergebnisse sehr verstreut publiziert werden. Diese Übersicht der Forschungsergebnisse der letzten 10 Jahre soll das Auffinden dieser Arbeiten für die weitere Forschung erleichtern.

Seit 1969 hat sich die Situation in der Grube Messel grundlegend geändert. Damals war die Grube Messel noch ein Tagebau, in dem Ölschiefer gefördert wurde. Beim Abbau wurden immer wieder Fossilfunde gemacht, die an das Hessische Landesmuseum in Darmstadt gelangten. Daneben erfolgten aber auch erste Fossilgrabungen (KUSTER-WENDENBURG 1969). Ende 1971 wurde der Abbau des Ölschiefers eingestellt. Die Funde zahlreicher Privatsammler, die sich in der Folgezeit einfanden, signalisierten die Möglichkeit von wesentlichen Neuentdeckungen trotz einer fast 100jährigen Sammeltätigkeit während des

Abbaus. Ende 1974 wurde die Grube aus Sicherheitsgründen für die Öffentlichkeit gesperrt und nur noch Grabungerlaubnisse an wissenschaftliche Institutionen erteilt. Die Grabungstätigkeit wurde von diesen intensiviert, da geplant ist, die Grube als Mülldeponie zu nutzen. Eine wichtige Quelle für die paläontologische Forschung würde damit wohl für immer versiegen. (Daten zur Industriegeschichte gibt BEEGER 1970, die durch HEIL 1979 ergänzt werden.)

Die Bedeutung der Fossilagerstätte Messel liegt auf zwei Bereichen. Zum einen ist es die Fossilhaltung und zum anderen die Altersstellung. Die anaeroben Bedingungen am Seeboden sowie die geringe Wasserbewegung haben die Überlieferung zusammenhängender Wirbeltierskelette ermöglicht. Unter diesen sind neben den im Wasser lebenden Tieren auch Landtiere, besonders Säugetiere, eingeschwemmt worden. Während aus den meisten anderen Fundstellen in der Regel nur Zähne, Zahnreihen oder Einzelknochen bekannt sind, ermöglichen die vollständigen Fossilien aus Messel neue Aussagemöglichkeiten, da hier die Skelettproportionen studiert werden können, die oft sehr viel mehr über die Lebensweise der Tiere aussagen, als sich allein aus dem Gebiß erschließen läßt. Für diese mehr paläobiologische Sicht ist die Überlieferung von Weichteilen besonders wichtig, da nicht selten auch Mageninhalte über die Freßgewohnheiten der Tiere Auskunft geben. Der Wert dieser Aussagen wird noch dadurch gesteigert, daß der Ölschiefer mit einer Einstufung in das untere Lutetium (TOBIEN 1968) einen Zeitraum belegt, der für die Entwicklung der modernen Säugetiergruppen von entscheidender Bedeutung ist. Einige Gruppen, wie etwa die Fledermäuse, Schuppentiere und Lemuren, haben bereits einen ganz modernen Habitus, andere, wie etwa die Nagetiere, Raubtiere und Unpaarhufer, stehen noch ganz am Anfang ihrer Entwicklung. Daneben stehen aber auch noch einige Formen, die als Veteranen der frühen Säugetierentwicklung angesehen werden können, wie z. B. *Kopidodon* und *Buxolestes*.

Wenn hier die Forschungsergebnisse der letzten 10 Jahre zusammengestellt werden, so darf dadurch keineswegs der Eindruck entstehen, als sei die Fauna und Flora der Messeler Schichten damit hinreichend bekannt. Die Ergebnisse bei den Grabungen der letzten Jahre haben gezeigt, daß mannigfaltige Überraschungen zu erwarten sind. Der wirkliche Kenntnisstand läßt sich am ehesten an der am besten untersuchten Gruppe, den Säugetieren, ablesen. Zu einer Säugetierfauna des Alttertiärs gehören mindestens 50 Arten. Aus den Messeler Schichten sind bisher 20 Arten dieser Gruppe beschrieben. Das ist noch nicht die Hälfte der zu erwartenden Zahl. Daher kann diese Zusammenstellung nur als Zwischenbericht verstanden werden, der der Forschung der kommenden Jahre dienen soll.

2. Sedimente und Mineralbestand

Die Geologie des Ölschiefervorkommens bei Messel hat MATTHESS (1966) eingehend bearbeitet. Die Ablagerungen des ehemaligen Sees klassifiziert KREJCI-GRAF (1978) als eine Dy-Gyttja. Der Ölschiefer zeichnet sich durch eine sehr feine Lamellierung aus, die IRION (1977) untersucht. In dem feinen Wechsel von Lagen mit vorwiegend organischer beziehungsweise anorganischer Substanz sieht

er einen jahreszeitlichen Wechsel. Er schließt daraus auf eine extrem niedrige Sedimentationsrate (10 cm/1000 Jahre) im ehemaligen See von Messel. Diese Feinschichtung wird in etwas größeren Intervallen durch die Einlagerung hellerer Schichten, die u. a. aus Siderit bestehen, unterbrochen. Es erhebt sich daher die Frage, wie weit diese Schichtung synsedimentären oder frühdiagenetischen Ursprungs ist.

Da der Ölschiefer von Messel auch in gewissem Maße ein Erdöl-Muttergestein ist, wird Messel unter diesem Gesichtspunkt in die Lagerstättengliederung mit einbezogen (CORNELIUS 1978). Die organischen Substanzen im Ölschiefer untersuchen ALBRECHT (1970), ARPINO (1973) sowie WOLF & REHNELT (1977).

Eine Besonderheit im Mineralbestand bieten die Messeler Schichten mit dem von MUTHMANN (1890) beschriebenen Messelit. Die Diskussion um dieses Mineral hat sich zu einem „Messelitproblem“ ausgeweitet, das aber durch TABORSKY (1977) und DIETRICH (1978) so weit gelöst wurde, daß die Selbstständigkeit dieses Minerals außer Frage steht. Seine chemische Formel wird mit $\text{Ca}_2(\text{Fe,Mg,Mn})(\text{PO}_4)_2 \cdot 2-3\text{H}_2\text{O}$ angegeben.

Dieses Mineral, dessen Typuslokalität die Grube Messel ist, wurde dort nur in früheren Jahren gefunden. Jüngere Funde sind allein aus der Grube Prinz von Hessen bekannt. Es ist daher möglich, daß das Vorkommen von Messelit eher in der Braunkohlen- als der Ölschieferfazies der Messeler Schichten zu erwarten ist. Im Ölschiefer wurde dagegen das verwandte Mineral Anapaït gefunden.

3. Ablagerungsraum

Bei den umfangreichen Grabungen des Senckenberg-Museums kann FRANZEN (1978, 1979) Fragen zur Biostratonomie angehen. Trotz der im allgemeinen geringen Wasserbewegung läßt die statistische Auswertung der in großer Zahl vorgenommenen Einregelungsmessungen an Fossilien eine Strömungsrichtung erkennen. Das Wasser dürfte demnach von N und W in den See eingeströmt sein. Das entwickelte Modell erklärt auch die unterschiedliche Verteilung der Fossilien im Bereich des ehemaligen Sees.

Die besonders guten Erhaltungsbedingungen, bei welchen auch Weichteile wie Federn und Hautschatten überliefert sind, erklärt FRANZEN (1977 a, b) mit einem vielgliedrigen Modell aufeinanderfolgender Faktoren bei anaeroben Bedingungen am Seeboden.

KRUMBIEGEL (in MATTHES & THALER 1977) zieht Messel zum Vergleich mit der Palökologie der Geiseltal-Fundstellen heran.

4. Pflanzen

Die Beschreibung der Blattflora durch ENGELHARDT (1922) entspricht nicht mehr den modernen Anforderungen. Eine Neubearbeitung aufgrund der Epidermisstrukturen ist erforderlich, wie sie bisher durch STURM (1971) für die Lauraceae erfolgt ist. Er hat für diese Gruppe 7 Gattungen mit 30 Arten erfassen können. Diese Bearbeitungsweise hat in Messel neben der Bedeutung für die

Paläobotanik auch übergreifende Aussagefähigkeit, da auf diese Weise auch Blattfetzen aus den Mageninhalten von Pflanzen- und Allesfressern näher bestimmt werden können (STURM 1978). Dadurch werden bisher einmalige Informationen über die Ökologie dieser Tiere beigetragen.

5. Schwämme

Die von HEIL (1964) beschriebenen Kieselnadeln von Süßwasserschwämmen zeichnen sich durch eigentümliche Querkanäle aus. Da sie ansonsten unbekannt waren, enthielt sich der Autor einer systematischen Zuordnung. Der Einsatz des Elektronen-Raster-Mikroskopes ermöglichte es MARTINI & RIETSCHEL (1978) zu zeigen, daß es sich bei diesen Querkanälen um postmortale Lösungserscheinungen handelt. Damit lassen sich auch die zunächst in drei Nadeltypen unterschiedenen Formen eventuell als unterschiedliche Korrosionsstadien interpretieren. Die von HEIL beobachtete lokale Verteilung der verschiedenen Formen kann damit palökologische Daten für die Sedimentdiagenese geben.

6. Insekten

Die Insektenreste, die MEUNIER (1921) beschrieben hat, bedürfen einer Revision, die bisher nur für die Wanzen durch KINZELBACH (1970 a) erfolgt ist. Er kann zwei neue Arten in der Gattung *Cydnopsis* und eine weitere von *Amphibolus* begründen. An Fraßspuren auf Blättern können KINZELBACH (1970b) und STRAUS (1976) weitere Insekten, wahrscheinlich Kleinschmetterlinge, nachweisen. Eine Ameise wird von GAHL & MASCHWITZ (1977) beschrieben.

Ansonsten wurden Schmetterlinge durch ihre Schuppen nachgewiesen (SMITH, RICHTER & STORCH 1979).

7. Fische

Die Fischfauna des limnischen Sees von Messel ist mit etwa 6 Arten arm gegenüber der Vielfalt etwa gleichaltriger mariner Fundstellen wie etwa dem Monte Bolca bei Verona, von wo 150 Arten bekannt sind. Während dort die Teleostei dominieren, überwiegen in Messel quantitativ die Holostei.

Einer der häufigsten Fische ist der Schlammfisch *Amia kehleri*. ESTES & BERBERIAN (1969) sowie BORESKE (1974) betonen die Ähnlichkeit von *Amia kehleri* zu der nordamerikanischen Form *A. fragosa*. Eine Synonymisierung unterbleibt aber, obwohl die Unterschiede nur als geographische Varianten gedeutet werden. JERZMANSKA (in MATTHES & THALER 1977) bestätigt bei der Bearbeitung der *Amia*-Funde aus dem Geiseltal die Selbständigkeit der Arten *Amia kehleri* und *fragosa*. Alle Autoren beziehen sich dabei auf Funde aus Messel, die im British Museum (N.H.) London hinterlegt sind. Neues Material aus Messel benutzt MÖNCH (1976) bei der ausführlichen Beschreibung des Schädels von *Amia kehleri*.

Die Knochenhechte (Lepisosteidae) revidiert WILEY (1976) und stellt die verwandtschaftlichen Beziehungen der fossilen und rezenten Formen dar. Die aus

Messel in allen Altersstadien belegte Art *strausi* wird der Gattung *Atractosteus* zugewiesen, womit die Emendierung des lange benutzten Gattungsnamen *Lepistosteus* in *Lepidosteus* für die Fauna von Messel gegenstandslos wird.

Bei den Barschen kann MICKLICH (1978) neben *Amphiperca multiformis* eine neue Art, *Palaeoperca proxima*, durch eine größere Anzahl von Exemplaren belegen. Bei der Beschreibung der Geiseltaler Barsche geht OBRHELOVA (in MATTHES & THALER 1977) auch auf die Funde von Messel kurz ein. Unter den bisher als *Amphiperca* bezeichneten Funden befinden sich nach freundl. mdl. Mitt. der Herren J. GAUDANT und N. MICKLICH wahrscheinlich noch weitere Formen. Darüber hinaus wird ein aalartiger Fisch von BETTAG (1977) erwähnt, bei dem es sich nach MICKLICH (mdl. Mitt.) um die Gattung *Anguilla* handelt.

8. Amphibien

Aus der Amphibienfauna ist bisher nur der Frosch *Propelodytes wagneri* beschrieben worden. WESTPHAL (im Druck) kann den ersten Urodelen-Rest beschreiben und weist ihn der Gattung *Chelotriton* zu.

9. Krokodile

Die Krokodile der Messeler Schichten wurden von BERG (1966) bearbeitet. Dabei beschrieb er den Rest eines Vertreters der *Sebecosuchia*, den er aber wegen der Unvollständigkeit des Fundes unbenannt ließ. KUHN (1968) belegt diesen Rest ohne weitere Bearbeitung mit dem (allerdings gültigen) Namen *Bergisuchus dietrichbergi*.

10. Schildkröten

Von den Schildkröten aus Messel hat die Trionychidae HUMMEL (1927), die Carettochelyidae HARRASSOWITZ (1922) und die Emyidae STAESCHE (1928) bearbeitet. Eine Überarbeitung der Funde von Messel unter Einbeziehung des Typusmaterials steht noch aus. Bei der Revision der Landschildkröten des französischen Tertiärs geht BROIN (1977) randlich auf die Carettochelyidae aus Messel ein. Die bisher als „*Anosteira*“ *crassesculptata* und *gracilis* geführten Arten werden dabei der Gattung *Allaeochelys* NOULET 1867 zugewiesen. Die Selbstständigkeit der beiden Arten bleibt weiterhin offen (WEITZEL 1949:21). Auf „*Ocadia*“ von Messel geht BROIN nicht ein, stellt aber andere Arten von „*Ocadia*“, z. B. die aus dem Geiseltal von Halle, zu *Palaeochelys* H. v. MEYER 1847. GROESSENS-VAN DYCK (1978) beschreibt einige Schildkrötenfunde aus Messel und führt aufgrund einer ‚communication personelle‘ mit BROIN auch „*Ocadia*“ *kehreri* und *messeliana* unter dem Gattungsnamen *Palaeochelys* auf.

11. Vögel

Die Vogelfauna von Messel, obwohl formenreich und mit Skeletten und Federn überliefert, blieb bisher weitgehend unbearbeitet. Beschreibungen liegen lediglich für den Riesenlaufvogel (*Diatryma*) und eine Goldschnepe (*Rhynchaetes messe-*

lensis) vor. Ein weiteres Vogelskelett beschreibt HOCH (1980) und weist es den Regenpfeifern (Charadrii) zu.

12. Säugetiere

12.1. Insektenfresser

Die Insectivora wurden von TOBIEN (1962) mit dem Schwergewicht auf der Gebißmorphologie und der systematischen Zuordnung bearbeitet. Neben *Leptictidium* führt er zwei kleinwüchsige Gattungen, *Messelina* und *Macrocranium* an. Die spezielle Stellung von *Messelina tenera* diskutiert SZALAY (1969) und betont die Ähnlichkeit zum rezenten Tupaiden *Ptilocercus*. RUSSEL, LOUIS & SAVAGE (1975) erkennen aber *Messelina* als syngenerisch mit *Macrocranium*, das inzwischen auch aus Nordamerika bekannt geworden ist (KRISHTALKA & SETOGUCHI 1977). Von *Macrocranium tupaiodon* kann MAIER (1977, 1979) mehrere Skelette beschreiben und aufgrund der Schädel- und Skelettmorphologie die Lebensweise rekonstruieren. Es handelt sich um einen dämmerungsaktiven Bodenbewohner, der nach seinem Gebiß eine omnivore Nahrung suchte. Die systematische Stellung zu anderen Insectivoren sowie frühen Primaten kann hier Dank der hervorragenden Erhaltung im Detail diskutiert werden.

Ein großwüchsiger Vertreter der Insectivora s. l. ist *Buxolestes*, der zu den Pantolestidae gehört. Ein fast vollständiges Skelett legt KOENIGSWALD (1979a, 1980) vor. Dieses Tier, in dessen Magäinhalt Fischreste überliefert sind, dürfte eine semiaquatische Lebensweise gehabt haben, wie etwa der Fischotter heute. Es ist der erste Fund eines so umfangreichen Skelettes dieser Gruppe in Europa.

12.2. Fledermäuse

Bei der Revision der Fledermausfauna von Messel bestätigen RUSSEL & SIGE (1970) den von REVILLIOD (1917) beschriebenen Artbestand und können eine weitere Art, *Archaeonycteris revilliodi* begründen. Aus keiner anderen Fundstelle von so hohem Alter ist eine derart vielfältige Fledermausfauna bekannt. Zumindest eine weitere Gattung liegt aus Messel vor, die z. Zt. bearbeitet wird. Aus Mageninhalten von *Palaeochiropteryx tupaiodon* können SMITH, RICHTER & STORCH (1979) Schmetterlingsschuppen und andere Chitinreste isolieren und damit diese Gattung als spezialisierten Schmetterlingsfresser mit akustischer Orientierung ausweisen.

12.3. Halbaffen

Einen ersten Primatenrest aus Messel kann KOENIGSWALD (1979b) beschreiben. Da es sich nur um ein Teilskelett der unteren Körperhälfte handelt (Abb. 1), ist kein direkter Vergleich mit eoänen Primaten anderer Fundstellen möglich, da von diesen in der Regel nur Gebißreste bekannt sind. Deswegen bleibt die

Bestimmung mit Adapidae gen. et sp. indet. recht ungenau. Das Skelett zeigt bereits viele Adaptationen der heutigen Lemuren, wie den Greiffuß und die Putzzehe. Auch dieser Skelettfund eines Adapiden ist für das europäische Tertiär bisher einmalig.

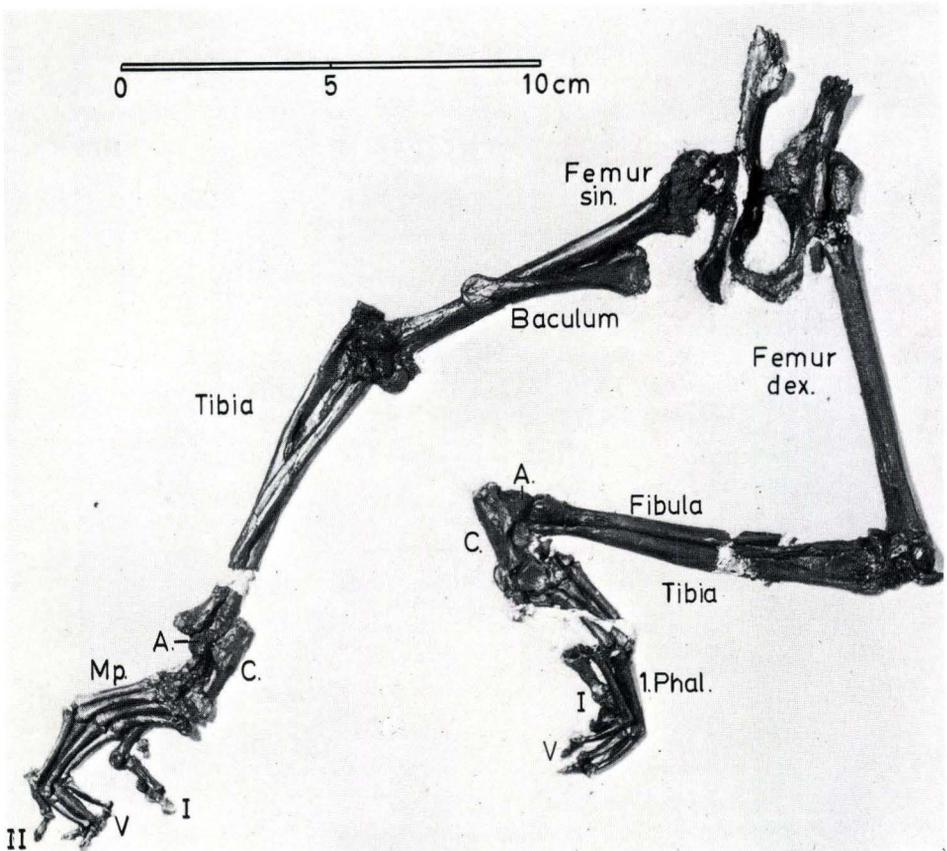


Abb. 1. Skelett der unteren Körperhälfte eines Halbaffen. Adapidae gen. et sp. indet., Lutetium, Grube Messel bei Darmstadt. Hess. Landesmus. Me 7430.

12.4. Schuppentiere

Der Fund mehrerer Skelette von Schuppentieren, die STORCH (1978 a, b) als *Eomanis waldi* beschreibt, führt zu einer völlig veränderten Sicht der Phylogenie und palaeogeographischen Ausbreitung der Maniden. Die Erhaltung des Materials erlaubt eine zuverlässige Rekonstruktion des Lebensbildes, nach dem die Maniden bereits im Alttertiär auf eine Ernährung durch Ameisen spezialisiert sind.

12.5. Nagetiere

Der Umfang der Nagetierfauna, die TOBIEN (1954) beschrieben hat, konnte zwar bisher nicht erweitert werden, aber die kleinste Art (*M. parvus*) wird durch HARTENBERGER (1968, 1971) der Gattung *Microparamys* zugewiesen. WOOD (1976) revidiert die Gattung *Ailuravus* unter Einschluß der Funde von Messel und bestätigt *A. macrurus* als selbständige Art.

12.6. Raubtiere

Als ersten Vertreter der Carnivora kann SPRINGHORN (1980) den Miaciden *Paroodectes feisti* beschreiben, von dem das Skelett eines Tieres im Zahnwechsel vorliegt. Es zeigt große Ähnlichkeit zu den nordamerikanischen Gattungen *Oodectes* und *Vulpavus*. Aufgrund der Skelettmorphologie wird eine arboricole Lebensweise für möglich gehalten.

12.7. Urhuftiere

Von *Kopidodon macragnathus*, der nach sehr unterschiedlichen Zuordnungen von TOBIEN (1969) als Arctocyonide erkannt wurde, liegen weitere Skelette vor, die diese Zuweisung bestätigen. Sie werden durch KOENIGSWALD z.Zt. bearbeitet.

12.8. Unpaarhufer

Die sehr detaillierte Skelettbeschreibung der beiden Urfeldchen-Arten verdanken wir HAUPT (1925). Die systematische Zuordnung wurde von SAVAGE, RUSSEL & LOUIS (1965) revidiert. Die Bearbeitung von Neufunden wurde inzwischen durch FRANZEN in Angriff genommen. Im Mageninhalt von *Propalaeotherium messelense* wurden Blattreste gefunden (FRANZEN 1976, 1977a, STURM 1978), die *Propalaeotherium* als Laubfresser ausweisen. Im Zusammenhang mit der Geiseltalfauna geht MATTHES (in MATTHES & THALER 1977) auch auf die Equiden von Messel ein.

12.9. Paarhufer

Zwei verschiedene Paarhufer sind seit kurzem aus Messel bekannt. Eine *Anthracobunodon* nahe stehende Form wird von TOBIEN (1980) bearbeitet, während FRANZEN (1980) eine neue Gattung, die zwischen *Diacodexis* und *Dichobune* morphologisch und zeitlich vermittelt, untersucht. Den Mageninhalt bestimmt RICHTER (1980).

Nebengelenktiere (Nachtrag während des Druckes)

Völlig unerwartet für die europäische Fauna ist der Nachweis eines Xenarthren im Alttertiär. STORCH (1980) legt das vollständige Skelett eines Myrmecophagiden vor.

13. Floren- und Faunenliste

Neben den bisher beschriebenen Tier- und Pflanzenformen sind zwar noch weitere aus verschiedenen Sammlungen bekannt, aber noch nicht wissenschaftlich bearbeitet. Darüber hinaus lassen die Grabungen in der Grube Messel weitere Neuentdeckungen erwarten. Daher kann die Liste der Tier- und Pflanzentaxa aus den Messeler Schichten, also der Grube Messel und der Grube Prinz von Hessen, nur den derzeitigen (Ende 1979) Bearbeitungsstand wiedergeben.

13.1. Pflanzen

Die Liste der nachgewiesenen Pflanzenarten und -gruppen muß z. Zt. unvollständig bleiben, da die Bestimmungen von ENGELHARDT (1922) nicht mehr dem heutigen Stand entsprechen. Nur die Lauraceen wurden neu bearbeitet. Von den übrigen Pflanzenfamilien werden hier nur die Namen genannt, die SCHWEITZER in der Zusammenfassung von MATTHESS (1966) anführt. Die nur durch Pollen nachgewiesenen Pflanzen sind hier nicht wiedergegeben.

Nachtsamer

Koniferenhölzer

Einkeimblättrige Pflanzen

Palmengewächse

Palmoxydon bacillare (BRONGN.) JURASKY 1939

Zweikeimblättrige Pflanzen

Lorbeerblattgewächse

Apollonais schottleri (ENGELH.) STURM 1971

Cryptocarya weylandii STURM 1971

Cryptocarya crispata STURM 1971

Cryptocarya complicata STURM 1971

Cryptocarya cryptostoma STURM 1971

Cryptocarya lanigeroides (ENGELH.) STURM 1971

Lindera leptohuepfe STURM 1971

Litsea engelhardtii STURM 1971

Litsea adenoides STURM 1971

Litsea eocaenica STURM 1971

Litsea lutetia STURM 1971

Litsea glaphyre STURM 1971

Litsea crebrigranosa STURM 1971

Litsea granata STURM 1971

Litsea tertiaria (ENGELH.) STURM 1971

Litsea puerilis STURM 1971

Litsea multipilosa STURM 1971

Litsea streble STURM 1971

Litsea pachygyroides STURM 1971

Ocotea natistoma STURM 1971

Ocotea ovosimilis STURM 1971

Ocotea multipora STURM 1971

Ocotea tertiaria (ENGELH.) STURM 1971

Ocotea peristomoides STURM 1971

Lauraceophylloderma ebenoides (ENGELH.) STURM 1971

Lauraceophylloderma acomparabilis STURM 1971

Lauraceophylloderma vestibulibrevis STURM 1971

Lauraceophylloderma alatum STURM 1971

Seerosengewächse

Nelumbium

Walnußgewächse

Engelhardtia

Maulbeergewächse

Ficus

Hülsenfrüchtler

nicht näher bestimmbare Frucht

Bittereschengewächse

Eugenia bzw. *Myrtophyllum*

Immergrügewächse

Apocynophyllum

13.2. Tiere

Wirbellose Tiere

Schwämme

Spongillidae

Insekten

Ameisen

Formicidae indet.

Käfer

Ancylochira eocaenica MEUNIER 1921

Ancylochira prompta MEUNIER 1921

Ancylochira agilis MEUNIER 1921

Ancylochira minuta MEUNIER 1921

Sphenoptera eocaenica MEUNIER 1921

Sphenoptera metallica MEUNIER 1921

Eurythyrea sp.

Perotis messelensis MEUNIER 1921

Lina titana MEUNIER 1921

Trogosita eocaenica MEUNIER 1921

Geotrupes messelensis MEUNIER 1921

Gymnopleurus eocaenicus MEUNIER 1921

Wanzen

Cydnopsis meunieri KINZELBACH 1970

Cydnopsis nana KINZELBACH 1970

Lygaeidae gen. et Sp. indet.

Amphibolus disponsi KINZELBACH 1970

Schaben

Periplaneta eocaenica MEUNIER 1921

Periplaneta relicta MEUNIER 1921

Schmetterlinge

Schuppen von Nachtfaltern

Wie weit die zahlreichen von MEUNIER aufgestellten Arten zu Recht bestehen, muß durch eine Revision nach modernen Gesichtspunkten geklärt werden.

Schnecken

Hydrobiidae

Wirbeltiere

Fische

Atractosteus strausi (KINKELIN 1884)

Amia kehleri ANDREAE 1893

Amphiperca multiformis WEITZEL 1933

Palaeoperca proxima MICKLICH 1978

- Thaumaturus intermedius* WEITZEL 1933
Anguilla sp.
 Froschlurche
Propelodytes wagneri WEITZEL 1938
 Schwanzlurche
Chelotriton robustus WESTPHAL 1980
 Schildkröten
Palaeochelys messeliana (STAESCHE 1928)
Palaeochelys kehleri (STAESCHE 1928)
Trionyx messelianus REINACH 1900
 mit zwei Unterarten:
lepsiusi HARRASSOWITZ 1922 und *kochi* HUMMEL 1927
Allaochelys crassesculptata (und *gracilis*) (HARRASSOWITZ 1922)
 Schlangen
 bekannt, aber noch nicht bearbeitet
 Eidechsen
 bekannt, aber noch nicht bearbeitet
 Krokodile
Allognathosuchus haupti (WEITZEL 1935)
Diplocynodon darwini (und *eberti*) (LUDWIG 1877)
Asiatosuchus germanicus BERG 1966
Bergisuchus dietrichbergi KUHN 1968
Pristichampsus rollinatti (GRAY 1831)
 Vögel
Rhynchaetes messelensis WITTICH 1898
Diatryma cf. *steini* MATTHEW & GRANGER 1917
 Als weitere Vögel nennt TOBIEN (1969): Rallen-, Regenpfeifer-, Blauranken- und Kranichartige. Eine Bearbeitung liegt noch nicht vor.
 Säugetiere
 Insektenfresser (im weiten Sinne)
Macrocranion tupaiodon WEITZEL 1949
Macrocranion tenerum (TOBIEN 1962)
Leptictidium auderiense TOBIEN 1962
Buxolestes piscator KOENIGSWALD 1980
 Fledermäuse
Palaeochiropteryx tupaiodon REVILLIOD 1917
Palaeochiropteryx spiegelii REVILLIOD 1917
Archaeonycteris trigonodon REVILLIOD 1917
Archaeonycteris revilliodi RUSSELL & SIGÉ 1970
 Halbaffen
 Adapidae gen. et sp. indet.
 Schuppentiere
Eomanis waldi STORCH 1978
 Nagetiere
Ailuravus macrurus WEITZEL 1949
Masillamys beegeri TOBIEN 1954
Masillamys krugi TOBIEN 1954
Microparamys parvus (TOBIEN 1954)
 Raubtiere
Paroodectes feisti SPRINGHORN 1980
 Urhuftiere
Kopidodon macrognathus (WITTICH 1902)
 Unpaarhufer
Propalaeotherium hassiacum HAUPT 1925
Propalaeotherium messelense (HAUPT 1925)

Paarhufer

Messelobunodon schaeferi FRANZEN 1980

Masillabune martini TOBIEN 1980

Nebengelenktiere

Eurotamandua joresi STORCH 1980

Danksagung

Es war nur dadurch möglich, diese Zusammenstellung auf den aktuellen Stand zu bringen, daß alle Kollegen, die z. Zt. über Messel arbeiten, mich großzügig über ihre Forschungen informiert haben. Dafür möchte ich ihnen meinen herzlichen Dank aussprechen. Unter ihnen gilt mein besonderer Dank Herrn Prof. Dr. H. TOBIEN, Mainz, für seine Anregungen und die freundliche Durchsicht des Manuskriptes.

14. Schriftenverzeichnis

- ALBRECHT, P. (1970): Étude de constituants organiques des séries sédimentaires de Logbaba et de Messel. Transformations diagénétiques. – Mém. Serv. Carte géol. Als. Lorr., **32**, 119 S.; Straßburg.
- ARPINO, P. (1973): Les Lipides de sédiments lacustres eocènes. – Mem. Sci. Géol., **39**, 107 S.; Straßburg.
- BEEGER, G. (1970): Chronik der Grube Messel. – 192 S.; München (Ytong).
- BERG, D. (1966): Die Krokodile, insbesondere *Asiatosuchus* und aff. *Sebecus*?, aus dem Eozän von Messel bei Darmstadt/Hessen. – Abh. hess. L.-Amt. Bodenforsch., **52**, 105 S.; Wiesbaden.
- BETTAG, E. (1977): Eine neue Fischart aus dem Eozän von Messel. – Pfälzer Heimat, **1977** (3): 112–113.
- BORESKE, J. R. (1974): A review of North American fossil Amiid fishes. – Bull. Mus. Comper. Zoology, **146**, **1**, 87 S.; Cambridge, Mass.
- BORNHARDT, F. (1975): Neue Fossilfunde aus der Grube Messel und ihre Präparation. – Aufschluß, **26**/**12**: 453–473; Heidelberg.
- BROIN, F. d. (1977): Contribution à l'étude des Chéloniens. Chéloniens continentaux du Crétacé supérieur et du Tertiaire de France. – Mém. Mus. Hist. Natur., NS, C **38**, 366 S.; Paris.
- CORNELIUS, C.-D. (1978): Muttergesteinfazies als Parameter der Erdölbildung. – Erdoel-Ergas-Z., **94**: 90–94; Hamburg/Wien.
- DIETRICH, R. (1978): Das Messelitproblem: Messelit und Anapait aus dem Ölschieferorkommen bei Messel. – Aufschluß, **29**: 229–233; Heidelberg.
- ENGELHARDT, H. (1922): Die alttertiäre Flora von Messel bei Darmstadt. – Abh. hess. geol. L.-Anst. **7**, **4**: 21–128; Darmstadt.
- ESTES, R. & BERBERIAN, P. (1969): *Amia* (= *Kindleia*) *fragosa* JORDAN, a cretaceous Amiid fish, with notes on related European forms. – Breviora, Mus. Comper. Zool., **329**, 14 S.; Cambridge, Mass.
- FRANZEN, J. L. (1975): Messel: Leben aus längst vergangenen Zeiten. – Natur u. Museum, **105**: 137–146; Frankfurt a. M.
- (1976): Senckenbergs Grabungskampagne 1975 in Messel: Erste Ergebnisse und Ausblick. – Natur u. Museum, **106**: 217–223; Frankfurt a. M.
- (1977a): Urpferdchen und Krokodile. Messel vor 50 Millionen Jahren. – Kl. Senckenberg-Reihe, **7**, 36 S.; Frankfurt a. M. (2. Auflage mit Ergänzungen 1979)
- (1977b): Die Entstehung der Fossilagerstätte Messel. – Ber. naturforsch. Ges. Freiburg i. B., **67**: 53–58; Freiburg i. B.
- (1978): Senckenberg-Grabungen in der Grube Messel bei Darmstadt, 1. Probleme, Methoden, Ergebnisse 1976–1977. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **27**, 135 S.; Frankfurt a. M.
- (1979): Senckenberg-Grabungen in der Grube Messel bei Darmstadt, 2. Ergebnisse 1978. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **36**, 144 S.; Frankfurt a. M.
- (1980): Das erste Skelett eines Dichobuniden (Mamm., Artiodactyla), geborgen aus mittelezänen Ölschiefern der Grube Messel bei Darmstadt (Deutschland, Südhessen). – Senckenbergiana lethaea, **61** (im Druck); Frankfurt a. M.

- GAHL, H., & MASCHWITZ, U. (1977): Eine Ameise aus dem Mitteleozän von Messel bei Darmstadt (Hessen). – Geol. Jb. Hessen, **105**: 69–73; Wiesbaden.
- GROESSENS-VAN DYCK, M. C. (1978): Etude des tortues et des alligatores de l'Eocène moyen de Messel conservés au musée de la ville de Dortmund. – Dortmunder Beitr. Landesk. Naturw. Mitt., **12**: 79–95; Dortmund.
- HARRASSOWITZ, H. L. F. (1922): Die Schildkrötengattung *Anosteira* von Messel bei Darmstadt und ihre stammesgeschichtliche Bedeutung. – Abh. hess. geol. L.-Anst., **6**, 3: 133–238; Darmstadt.
- HARTENBERGER, J.-L. (1968): Les Pseudosciuridae (Rodentia) de l'Eocène moyen et de genre *Masillamys* TOBIEN. – C. R. Acad. Sc. **267 D**: 1817–1820; Paris.
- (1971): Contribution à l'étude des genres *Gliravus* et *Microparamys* (Rodentia) de l'Eocène d'Europe. – Palaeovertebrata **4(4)**: 97–135; Montpellier.
- HAUPT, O. (1925): Die Palaeohippiden der eozänen Süßwasserablagerungen von Messel bei Darmstadt. – Abh. hess. geol. L.-Anst., **6**, 4: 159 S.; Darmstadt.
- HEIL, R. (1964): Kieselschwamm-Nadeln im Ölschiefer der Grube Messel bei Darmstadt. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**: 60–67; Wiesbaden.
- (1979): Die Messeler Schichten. – In: HEIL, R., KOENIGSWALD, W. v., & LIPPMANN, H.G. (1979): Fossilien der Messeler Schichten. – 88 S.; Darmstadt (Hessisches Landesmuseum).
- KOENIGSWALD, W. v., & LIPPMANN, H. G. (1979): Fossilien der Messeler Schichten. – 88 S., Darmstadt (Hessisches Landesmuseum).
- HOCH, E. (1980): A new middle Eocene shorebird (Aves: Charadriiformes, Charadrii) with columboid features. – Los Angeles Co. Mus. Contr. Sci., Los Angeles. [In press]
- HUMMEL, K. (1927): Die Schildkrötengattung *Trionyx* im Eozän von Messel bei Darmstadt und im aquitanischen Blättersandstein von Münzenberg in der Wetterau. – Abh. hess. geol. L.-Anst., **8**, 2, 96 S.; Darmstadt.
- IRION, G. (1977): Der eozäne See von Messel. – Natur u. Mus., **107**: 213–218; Frankfurt a. M.
- KINZELBACH, R. (1970): 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). – Paläont. Z., **44**: 93–96, Stuttgart.
- KOENIGSWALD, W. v. (1979a): Die Erforschung der Fossilien der Messeler Schichten. – In: HEIL, R., KOENIGSWALD, W. v. & LIPPMANN, H. G. (1979): Fossilien der Messeler Schichten. – 88 S.; Darmstadt (Hessisches Landesmuseum).
- (1979b): Ein Lemurenrest aus dem eozänen Ölschiefer der Grube Messel bei Darmstadt. – Paläont. Z. **53**: 63–76, Stuttgart.
- (1980): Das Skelett eines Pantolestiden (Proteutheria, Mamm.) aus dem mittleren Eozän von Messel bei Darmstadt. – Paläont. Z., **54**; Stuttgart. [Im Druck]
- KREJCI-GRAF, K. (1978): Organische Ablagerungen in Seen. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **26**, 56 S., Frankfurt a. M.
- KRISHTALKA, L., & SETOGUCHI, T. (1977): Paleontology and geology of the Badwater Creek Area, Central Wyoming. – Ann. Carnegie Mus., **46**: 71–99; Pittsburgh, Pa.
- KUHN, O. (1968): Die vorzeitlichen Krokodile. – 124 S.; München (Oeben).
- KUSTER-WENDENBURG, E. (1969): Fossil-Grabungen in den mitteleozänen Süßwasserpeliten der „Grube Messel“ bei Darmstadt (Hessen). – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **97**: 65–75; Wiesbaden.
- LIPPMANN, H. G., & WIEMER, G. (1979): Bergung und Präparation von Fossilien aus der Grube Messel unter Berücksichtigung eines Primatenfundes. – Präparator, **25**, 3–13; Bochum.
- MAIER, W. (1977): *Macrocranium tupaiodon* WEITZEL, 1949, – ein igelartiger Insektivor aus dem Eozän von Messel und seine Beziehungen zum Ursprung der Primaten. – Z. Systematik u. Evolforsch., **15**: 311–318; Hamburg.
- (1979): *Macrocranium tupaiodon*, an adapisoricid (?) insectivore from the Eocene of 'Grube Messel' (Western Germany). – Paläont. Z., **53**: 38–62; Stuttgart.
- MARTINI, E., & RIETSCHEL, S. (1978): Lösungserscheinungen an Schwammnadeln im Messeler Ölschiefer (Mittel-Eozän). – Erdoel, Erdgas Z., **94**, 94–97; Hamburg/Wien.
- MATTHES, G. (1966): Zur Geologie des Ölschiefervorkommens von Messel bei Darmstadt. – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **51**, 87 S.; Wiesbaden.

- MATTHES, H. W., & THALER, B. (Herausgeb.) (1977): Eozäne Wirbeltiere des Geiseltales. – Martin Luther Univ. Halle-Wittenberg, Wiss. Beitr., **1977, 2 (P5)**, 149 S.; Halle/S.
- MEUNIER, F. (1921): Die Insektenreste aus dem Lutetien von Messel bei Darmstadt. – Abh. hess. geol. L.-Anst., **7, 3**, 15 S.; Darmstadt.
- MICKLICH, N. (1978): *Palaeoperca proxima*, ein neuer Knochenfisch aus dem Mittel-Eozän von Messel bei Darmstadt. – Senckenbergiana lethaea, **59**: 483–501; Frankfurt a. M.
- MÖNCH, M. (1976): Das Kopfskelett von *Amiakehreri* ANDREAE 1892 aus dem Eozän (Lutetium) von Messel bei Darmstadt. – Unveröff. Dipl.-Arb., 131 S., Universität Mainz.
- MUTHMANN, W. (1890): Messelit, ein neues Mineral. – Z. Kristallogr., Mineral., Petrogr., Abt. A., **17**: 93–94; Frankfurt a. M.
- REVILLIOD, P. (1917): Fledermäuse aus der Braunkohle von Messel bei Darmstadt. – Abh. hess. geol. L.-Anst., **7**: 161–201; Darmstadt.
- RICHTER, G. (1980): Untersuchungen zur Ernährung von *Messelobunodon schaeferi* (Mammalia, Artiodactyla). – Senckenbergiana lethaea, **61**, Frankfurt a. M. [Im Druck]
- RUSSELL D. E., LOUIS, P., & SAVAGE, D. E. (1975) Les Adapisoricolidae de l'Eocène Inférieur de France. Réévaluation des formes considérées affines. – Bull. Mus. nat. d'Hist. natur., 3. S., **327**, Science de la Terre, **54**: 129–179; Paris.
- & SIGÉ, B. (1970): Révision des chiropères lutétiens de Messel (Hesse, Allemagne). – Palaeovertebrata, **3**: 83–182; Montpellier.
- SAVAGE, D. E., RUSSELL, D. E., & LOUIS, P. (1965): European eocene equidae (Perissodactyla). – Univ. Calif. Publ. geol. Sci., **56**, 94 S.; Berkeley, Los Angeles.
- SMITH, J. D., RICHTER, G., & STORCH, G. (1979): Wie Fledermäuse sich einmal ernährt haben. – Umschau **79**, 15: 282–284; Frankfurt a. M.
- SPRINGHORN R. (1980): *Paroodectes feisti*, der erste Miacide (Carnivora, Mammalia) aus dem Mittel-Eozän von Messel. – Paläont. Z., **54**, Stuttgart. [Im Druck]
- STAESCHE, K. (1928): Sumpfschildkröten aus hessischen Tertiärablagerungen. – Abh. hess. geol. L.-Anst. **8**, 72 S.; Darmstadt.
- STORCH, G. (1978a): *Eomanis waldi*, ein Schuppentier aus dem Mittel-Eozän der „Grube Messel“ bei Darmstadt (Mammalia: Pholidota). – Senckenbergiana lethaea, **59**, 4/6: 503–529; Frankfurt a. M.
- (1978b): Ein Schuppentier aus der Grube Messel – zur Paläobiologie eines mitteleozänen Maniden. – Natur u. Mus., **108, 10**: 301–307; Frankfurt a. M.
- (1980): *Eurotamandua joresi*, ein Myrmecophagide aus dem Eozän der „Grube Messel“ bei Darmstadt (Mammalia: Xenarthra). – Senckenbergiana lethaea, **61**; Frankfurt a. M. [Im Druck]
- STRAUS, A. (1976): Eine Gangmine aus dem Eozän von Messel. – Aufschluß, **27**: 445–446; Heidelberg.
- STURM, M. (1971): Die eozäne Flora von Messel bei Darmstadt I. Lauraceae. – Palaeontographica, B, **134**: 1–60.
- (1978): Maw contents of an Eocene horse (*Propalaeotherium*) out of the oil shale of Messel near Darmstadt. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **30**: 120–122; Frankfurt a. M.
- SZALAY, F. S. (1969): Mixodectidae, Microsyopidae and the insectivore-primate transition. – Bull. Amer. Mus. Natur. Hist., **140, 4**, 330 S.; New York.
- TABORSZKY, F. K. (1977): Der Messelit und das Messelitproblem. – Ber. naturf. Ges. Freiburg i. B., **67**: 335–345; Freiburg i. B.
- TOBIEN, H. (1954): Nagerreste aus dem Mitteleozän von Messel bei Darmstadt. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **82**: 13–29; Wiesbaden.
- (1955): Die mitteleozäne Fossilfundstätte Messel bei Darmstadt. – Aufschluß, **2**: 87–101, Roßdorf bei Darmstadt.
- (1962): Insectivoren (Mamm.) aus dem Mitteleozän (Lutetium) von Messel bei Darmstadt. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **90**: 7–41; Wiesbaden.
- (1968a): Das biostratigraphische Alter der mitteleozänen Fossilfundstätte Messel bei Darmstadt (Hessen). – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **96**: 111–119; Wiesbaden.
- (1968b): Mammifères Éocènes du Basin de Mayence et de la partie orientale du Fossé Rhénan. – Mém. Bur. Rech. géol. mineral., **58**, 297–307; Paris.
- (1969a): *Kopidodon* (Condylarthra, Mammalia) aus dem Mitteleozän (Lutetium) von Messel bei Darmstadt (Hessen). – Notizbl. hess. L.-Amt. Bodenforsch. **97**: 7–37; Wiesbaden.

- (1969b): Die altertäre (mitteleozäne) Fossilfundstätte Messel bei Darmstadt (Hessen). – Mainzer naturwiss. Arch., **8**: 149–180; Mainz.
- (1980): Ein antracotherioider Paarhufer (Artiodactyla, Mammalia) aus dem Eozän von Messel bei Darmstadt (Hessen). – Geol. Jb. Hessen, **108**: 11–22; Wiesbaden.
- WEITZEL, K. (1949): Neue Wirbeltiere (Rodentia, Insectivora, Testudinata) aus dem Mitteleozän von Messel bei Darmstadt. – Abh. senckenberg. naturforsch. Ges., **480**, 24 S.; Frankfurt a. M.
- WESTPHAL, F.: *Chelotriton robustus* n. sp., ein Salamdride aus dem Eozän der Grube Messel bei Darmstadt. – Senckenbergiana lethaea, **61**; Frankfurt a. M. [Im Druck]
- WILEY, E. O. (1976): The Phylogeny and Biogeography of Fossil and Recent Gars (Actinopterygii: Lepisosteidae). – Univ. of Kansas, Mus. natur. Hist., Misc. Publ., **64**, 111 S.; Lawrence (Kansas).
- WOLF, M., & REHNELT, K. (1977): Die Inhaltsstoffe einiger Proben des Ölschiefers aus der Irati-Formation (Perm) Brasiliens. – Geol. Jb., **23**: 39–58; Hannover.
- WOOD, A. E. (1976): The Paramyid rodent *Ailuravus* from the middle and late Eocene of Europe and its relationships. – Palaeovertebrata, **7**, **1–2**: 117–149; Montpellier.

Manuskript eingegangen am 24. 10. 1979

Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers, 54:**Spongien im Hunsrückschiefer**

Von

FRITZ KUTSCHER*

Kurzfassung: Im Verlauf der letzten 90 Jahre sind aus dem Hunsrückschiefer 3 Spongienarten bekanntgemacht worden: *Protospongia rhenana* SCHLÜTER 1892, *Asteriscosella nassovica* CHRIST 1925 und *Retifungus rudens* RIETSCHEL 1970. Sie sind selten.

Abstract: During the last ninety years 3 species of sponges have been made known from the Hunsrueck Slate: *Protospongia rhenana* SCHLÜTER 1892, *Asteriscosella nassovica* CHRIST 1925, and *Retifungus rudens* RIETSCHEL 1970. They occur few and far between.

Résumé: Pendant les derniers 90 ans trois espèces de Spongiaires ont été publiées des Schistes du Hunsruck: *Protospongia rhenana* SCHLÜTER 1892, *Asteriscosella nassovica* CHRIST 1925 et *Retifungus rudens* RIETSCHEL 1970. Elles sont rares.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	39
2. In der Hunsrückschiefer-Literatur angeführte Spongien	39
3. Die Spongien im Hunsrückschiefer	41
4. Schriftenverzeichnis	41

1. Einleitung

An vielen Stellen ist in der Hunsrückschiefer-Literatur auf das Vorkommen von Spongien hingewiesen worden. Zumeist sind sie nicht bestimmbar, häufig wird ihr Auftreten auch nur vermutet. Im Verlaufe von nahezu 90 Jahren sind nur 3 Arten aufgestellt worden.

2. In der Hunsrückschiefer-Literatur angeführte Spongien

1892 C. SCHLÜTER, *Protospongia rhenana*.

S. 615–618: Bei einer Wanderung durch den Hunsrück sammelte SCHLÜTER ein bemerkenswertes Fossil; es war ein großes Bruchstück einer Spongie, die er *Protospongia rhenana* nannte. Er sammelte dieses Stück in den Dachschiefern S Gemünden. Wahrscheinlich ist die Kaisergrube der Fundort.

* Prof. Dr. F. KUTSCHER, Dipl.-Geologe, Regerstraße 25, 6200 Wiesbaden.

- 1895 O. JAEKEL, Beiträge zur Kenntnis der paläozischen Crinoiden.
S. 4: Die Spongien sind durch eine seltene *Protospongia* repräsentiert.
- 1897–1902 F. FRECH, *Lethaea palaeozica*, 2.
S. 145: Zu den Seltenheiten der Hunsrückschieferfauna gehören Gastropoden, Korallen sowie Spongien (*Protospongia*).
- 1925 J. CHRIST, Eine neue fossile Spongiengattung.
S. 1–12: Fand im Sommer 1919 an der N-Seite des mittleren Wispertales das Bruchstück einer Spongie, bei deren Bestimmung der Sachkenner Prof. Dr. RAUFF die Bestimmung maßgeblich unterstützte. Sein Ergebnis: es handelt sich bei dem Gesteinseinschluß um das Stützskelett eines Seeschwammes, und zwar einer monaktinelliden Spongiae. Bei den von RAUFF vorgeschlagenen Namen entschied sein Verfasser für die Bezeichnung *Asteriscosella* als Gattungsnamen und nannte die Art *Asteriscosella nassovica*.
- 1930 KRÄUSEL & WEYLAND, Die Flora des deutschen Unterdevons.
S. 67: In der Sammlung des Geol. Landesmuseums befand sich ein als *Asterocalamites*, bezeichnetes Stück aus dem Devonschiefer von Bundenbach. Es fehlen diesem Stück Pflanzenmerkmale, es handelt sich wahrscheinlich um eine Spongie, (Taf. 14 Fig. 1).
- 1931 F. KUTSCHER, Zur Entstehung des Hunsrückschiefers.
S. 203: Eine dünnwandige Spongie von Trichter oder Zylindergestalt beschrieb SCHLÜTER (1892) von Gemünden und belegte sie mit dem Namen *Protospongia rhenana*. Als Spongie ist ein netzförmiges Gebilde gedeutet, welches aber sehr häufig in Verbindung mit Orthoceren aufzutreten scheint. Siehe dort.
Als *Asterocalamites* bezeichnete Pflanzen von Gemünden und Bundenbach sollen nach Angabe von KRÄUSEL & WEYLAND Abdrücke einer Spongie ein.
- 1931 R. RICHTER, Tierwelt und Umwelt im Hunsrückschiefer.
S. 318: Was sonst die Masse der Versteinerungen liefert, wird im Hunsrückschiefer zur Seltenheit (Brachiopoden) oder tritt doch im Verhältnis zurück (Muscheln); was aber sonst seltener ist, tritt in den Vordergrund: Echinodermen, Arthropoden, Wirbeltiere, Cephalopoden, ja in gewissem Sinne auch Conularien und Spongien
- 1932 R. OPITZ, Bilder aus der Erdgeschichte des Nahe-Hunsrück-Landes.
S. 110, Abb. 110: *Triacrinus elongatus* FOLLMANN, Bundenbach, um einen Fremdkörper (Pflanzenrest?) gewickelt. (Nach RIETSCHEL wahrscheinlich *Retifungus rudens*).
S. 134: Schwamm, Bundenbach. Mehr als 1/2 verkleinert, dargestellt in Abb. 130. Häufig.
- 1961 O. KUHN, Die Tierwelt der Bundenbacher Schiefer.
S. 7: Schwämme sind möglicherweise durch *Protospongia* SCHLÜTER vertreten.
- 1967 K. J. MÜLLER, Röntgenographische Untersuchungen an Fossilien.
S. 12, Abb. 7: „In einem den heutigen Glasschwämmen ähnlichen Exemplar von Dycyospongiidae gen. inc. *rhenana* SCHLÜTER haben sich vor der Einbettung Schlangensterne (*Furcaster palaeozoicus* STUERTZ) verfangen. Daneben liegen weitere Schlangensterne. Fundort: Unterdevon–Hunsrückschiefer, Gemünden. Privatsammlung.“
- 1970 S. RIETSCHEL, *Retifungus rudens* n. gen. n. sp.
S. 30–35: SCHLÜTER beschrieb aus dem Hunsrückschiefer wohl den ersten sicheren Kieselchwamm *Protospongia rhenana*. Reste dieser Art kommen von Bundenbach und Gemünden in die Sammlungen. Weniger sicher bestimmbar ist die bisher nur in einem Exemplar aus dem Wispertal bekannte *Asteriscosella nassovica* CHRIST 1925. Weiterhin werden mit Tabulaten bewachsene, langgestreckte Fossilien (meist Cephalopoden) als „Schwämme“ bestimmt. Sie sind örtlich, wie z. B. in den Gruben des Eschenbach-Tales bei Bundenbach, nicht selten. Mit Sicherheit haben diese Fossilien jedoch nichts mit Schwämmen zu tun. Gleiches gilt auch wohl für den als problematischen Schwamm von OPITZ (1932, Abb. 141) abgebildeten „*Asterocalamites*.“

Aus den Gruben Eschenbach I und Ober-Eschenbach bei Bundenbach wird aus dem Hunsrückschiefer ein neuer Kieselschwamm, *Retifungus rudens* RIETSCHEL beschrieben. Er ist der erste sichere Vertreter der Dictyospongiidae aus dem Unterdevon des Rheinischen Schiefergebirges. 2 Abb. und Taf. 4.

Es ist möglich, daß der „Pflanzenrest“, den OPITZ 1932, Abb. 110, mit *Triacrinus kutscheri* W. E. SCHMIDT 1934 abbildete, ebenfalls ein Stück von *Retifungus* ist.

3. Die Spongien im Hunsrückschiefer

Der Hunsrückschiefer hat seltene Tiergruppen fossil überliefert, die uns ein vollständigeres Bild der damaligen Tierwelt errahnen lassen. Es ist sicherlich eine Eigenart des Hunsrückschiefer-Sedimentes, daß in ihm Fossilien in so guter Erhaltung vorkommen. So ist auch festzuhalten, daß der Nachweis von Spongien eine weitere Bereicherung der Hunsrückschiefer-Fauna darstellt. Jedoch kommen nur spärliche Reste dieser Tierklasse darin vor. Es sind Kieselschwämme, die sicherlich in flachem Wasser lebten.

Bisher konnten folgende Arten bestimmt werden:

Protospongia rhenana SCHLÜTER 1892,
zuletzt als Dictyospongiidae gen. inc. *rhenana* SCHLÜTER abgebildet
Asteriscosella nassovica CHRIST 1925
Retifungus rudens RIETSCHEL 1970

Es kann wegen der Seltenheit ihres Vorkommens und der bisherigen, ganz seltenen fossilen Funde kaum ein Lebensbild entworfen werden.

Einige Vermutungen äußert RIETSCHEL (1970:35) bezüglich der Lebensweise von *Retifungus*. Er lebte sicherlich benthonisch und nicht pseudoplanktonisch. Aus dem Vorhandensein eines sehr langen Stieles könnte abgeleitet werden, daß *Retifungus* ein Biotop bewohnte, daß in unmittelbarer Bodennähe ungünstige Lebensmöglichkeit bot. Neben chemisch-physikalischen Gründen können auch biologische Gründe (z. B. Zusammenleben mit Crinoideen) hierfür verantwortlich gewesen sein. Wenn auch unmittelbare Schlüsse auf den Lebensraum von *Retifungus* nicht gezogen werden können, so kann die eigenartige Form dieser Schwämme gelegentlich einer biofaziellen Analyse der Hunsrückschiefer-Fauna von Bedeutung sein.

4. Schriftenverzeichnis

- CHRIST, J. (1925): Eine neue fossile Spongiengattung im Unterdevon des Nassauischen Hunsrückschiefers; *Asteriscosella nassovica* –Jb. nass. Ver. Naturkde., **77**: 1–12, 1 Abb., Taf. 1; München u. Wiesbaden.
- FRECH, F. (1897–1902): Lethaea geognostica. I. Theil. Lethaea palaeozoica, **2**: I–XXIV, 1–788; Stuttgart.
- JAEKEL, O. (1895): Beiträge zur Kenntnis der paläozoischen Crinoiden Deutschlands. – Paläont. Abh., N. F., **3** (der ganzen Reihe Bd. VII): 116 S., 29 Abb., 10 Taf.; Jena.
- KUHN, O. (1961): Die Tierwelt der Bundenbacher Schiefer. – Neue Brehm-Bücherei, **274**: 48 S., Abb.; Wittenberg Lutherstadt.

- KUTSCHER, F. (1931): Zur Entstehung des Hunsrückschiefers am Mittelrhein und auf dem Hunsrück. – Jb. nass. Ver. Naturkde., **81**: 177–232, 2 Abb., 2 Taf.; Wiesbaden.
- MÜLLER, K. J. (1967): Röntgenographische Untersuchungen an Fossilien. – Röntgen, 9/1967: 8–12, 7 Abb.; Antwerpen.
- OPITZ, R. (1932): Bilder aus der Erdgeschichte des Nahe-Hunsrück-Landes Birkenfeld. – 224 S., 170 Abb.; Birkenfeld.
- RICHTER, R. (1931): Tierwelt und Umwelt im Hunsrückschiefer; zur Entstehung eines schwarzen Schlammsteins. – Senckenbergiana, **13**: 299–342, 16 Abb.; Frankfurt a.M.
- RIETSCHEL, S. (1970): Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. **28**. *Retifungus rudens* n. gen., n. sp., ein dictyospongiider Kieselschwamm aus dem Hunsrückschiefer. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **98**: 30–35, 2 Abb., Taf. 4; Wiesbaden.
- SCHLÜTER, C. (1892): *Protospongia rhenana*. – Z. dt. geol. Ges., **44**: 615–618, 1 Abb.; Berlin.

Manuskript eingegangen am 3.3.1980

Das Oberdevon im Rinckenbach-Tal S Oberscheld (Conodonten- und Ostracoden-Stratigraphie, Dillmulde, Rheinisches Schiefergebirge)

Von

WERNER BUGGISCH, ARNOLD RABIEN und GERNOT HÜHNER*

Kurzfassung: Im Oberdevon-Zug des Rinckenbach-Tales werden 6 Profile beschrieben (Abb. 1). Aus 100 Fundschichten wurden Fossilien gewonnen, 22 Zonen der Conodonten- und Ostracoden-Chronologie ermittelt und mit ihrer Hilfe die Sedimente und Vulkanite biostratigraphisch eingestuft (Abb. 2–5, Tab. 1–12). Auf der NE-Talseite reicht die Schichtenfolge von der Unteren Adorf-Stufe bis zur Dasberg-Stufe (do I–V; Unterste *asymmetricus*-Zone bis Untere *costatus*-Zone). Auf der SW-Talseite konnten nur Schichtfolgen von der Mittleren Adorf-Stufe bis zum Grenzbereich Obere Nehden-/tiefste Hemberg-Stufe nachgewiesen werden (do I–III; Unt. *gigas*-Zone bis Obere *marginifera*-Zone bzw. *cicatricosa*-Zone bis Obere *serratostrata-nehdensis*-Zone oder *intercostata*-Zone). Das Fehlen der Devon/Karbon-Grenzsichten auf beiden Talseiten ist wahrscheinlich nicht durch primäre Schichtlücken, sondern tektonisch bedingt. Die intrusiven bis subeffusiven und die effusiven Mandel-Spiliten haben ein jungoberdevonisches Alter (magmatische Jungoberdevon-Phase, Obere Dasberg- bis Wocklum-Stufe); die Intrusionen und Subeffusionen erfolgten dicht unter dem Meeresboden unter wenigen Metern Sedimentbedeckung.

Das nordöstlichste Profil besteht aus einer geringmächtigen Wechsellagerung von pelagischen Kalksteinen und Tonschiefern der Cypridinschiefer-Fazies (Abb. 3); auf der SW-Talseite ist nur die Adorf-Stufe in ähnlicher Fazies ausgebildet; das jüngere Oberdevon liegt in sandsteinfreier, typischer Cypridinschiefer-Fazies vor und erreicht 3–4 mal größere Mächtigkeiten. Danach dürfte der Ablagerungsraum des Untersuchungsgebietes paläogeographisch am SW-Rand des Oberschelder Schwellenkomplexes, im Übergangsbereich von der Tiefschwelle zum Becken gelegen haben.

Mit Hilfe der biostratigraphischen Einstufungen ließ sich eine intensive Schuppentektonik in den Oberdevon-Profilen nachweisen; außerdem wurden zwei isoklinal gefaltete Sättel festgestellt, die in der Dillmulde sehr selten auftreten und deren NW–SE- und N–S-Streichen von der vorherrschenden SW–NE-Streichrichtung innerhalb des Oberdevon-Zuges stark abweicht.

[The Upper Devonian of the Rinckenbach Valley S Oberscheld (Conodont and Ostracod Biostratigraphy, Dill Syncline, Rheinisches Schiefergebirge)]

Abstract: 6 sections of Upper Devonian sequences of the Rinckenbach Valley are described (Fig. 1). Fossils from 100 sample horizons were collected. They permit the stratigraphic correlation of sediments and volcanic rocks with 22 zones of conodont and ostracod chronology (Fig. 2–5, Tab. 1–12). In the NE part of the valley the rock sequence extends from Lower Adorfian Stage up to Dasbergian Stage (do I–V; Lowermost *asymmetricus*-Zone up to Lower *costatus*-Zone). In the SW part the proved

* Dr. W. BUGGISCH, Geologisch-Paläontologisches Institut der TH Darmstadt, Schnittspahnstraße 9, 6100 Darmstadt.

Dr. A. RABIEN und Berg.-Ing. G. HÜHNER, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden.

age of the beds covers only the Middle Adorfian Stage up to Upper Nehdenian/Lower Hembergian boundary (do I–III; *cicatricosa*-Zone to Upper *serratostrata-nehdensis*-Zone or to *intercostata*-Zone resp. Lower *gigas*-Zone to Upper *marginifera*-Zone). The lack of sediments representing the Devonian/Carboniferous boundary beds in both areas probably is due to tectonic movements and not to omission. The intrusive to subeffusive and effusive amygdaloidal spilites are of uppermost Devonian age (magmatism of Dasbergian and Wocklumian Stage); the intrusions and subeffusions took place only a few meters below sea-floor.

The most northeastern section (Fig. 3) consists of thin beds of pelagic limestones with intercalations of ostracod shales („Cypridinen shale“ Facies); in the SW part of the valley only Adorfian beds are exposed in similar facies; the following Upper Devonian beds show typical Cypridinen Shale Facies without interbedding of sandstones. The ratio of thickness between these sequences is about 1:3 to 1:4. According to this the studied area of sedimentation was situated at the SW margin of the Oberscheld complex of rises, i.e. at the transition from a submarine rise to the basin.

Based on biostratigraphic dates intensive tectonic imbrication could be shown; also two isoclinally folded anticlines are found which are very uncommon in the Dill Synclinorium. These NW–SE and N–S striking elements diverge from the prevailing SW–NE striking of the Upper Devonian sediments in this area.

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort	45
2. Geographische und geologische Lage des Untersuchungsgebietes	45
3. Erforschungsgeschichte	46
4. Benutzte Abkürzungen, Symbole und Zeichen	49
5. Beschreibung der geologischen Profile	49
5.1. Profil am oberen Hangweg der NE-Seite (Nr. 10)	49
5.1.1. Unterkarbonischer Deckdiabas im Liegenden (NW)	52
5.1.2. Oberdevonisches NW-Profil	52
5.1.3. Jungoberdevonische Spilit-Folge	53
5.1.4. Oberdevonisches SE-Profil	56
5.1.5. Unterkarbonischer Deckdiabas im Hangenden (SE)	58
5.2. Profil am unteren Hangweg der NE-Seite (Nr. 11)	59
5.2.1. Unterkarbonischer Deckdiabas im Liegenden (NW)	59
5.2.2. Oberdevonisches NW-Profil	60
5.2.3. Oberdevonische Spilit-Rotschiefer-Folge	62
5.2.4. Oberdevonisches SE-Profil	64
5.2.5. Unterkarbonischer Deckdiabas im Hangenden (SE)	64
5.3. Profil am unteren Hangweg der SW-Seite (Nr. 12)	64
5.3.1. Profil im Aufschluß Nr. 12 E	65
5.3.2. Profil im Aufschluß Nr. 12 W	65
5.4. Profil im Aufschluß Nr. 13 a	70
5.5. Profil am mittleren Hangweg der SW-Seite (Nr. 15)	73
5.6. Profil am oberen Hangweg der SW-Seite (Nr. 14)	74
6. Zusammenfassung der Ergebnisse und Anmerkungen	80
6.1. Paläontologie	80
6.2. Stratigraphie, Fazies und Paläogeographie	81
6.3. Vulkanismus	83
6.4. Lagerungsverhältnisse	85
7. Systematische Zusammenstellung der Fossilbestimmungen	87
8. Schriftenverzeichnis	91
Nachtrag	93

1. Vorwort

Im Rahmen der Neukartierung des Bl. 5216 Oberscheld der GK 25 Hessen durch H.-J. LIPPERT sind im Rinckenbach-Tal S Oberscheld 6 Profile an Wegböschungen geologisch aufgenommen und biostratigraphisch eingestuft worden (Abb. 1, Nr. 10–15). Unmittelbaren Anlaß zu diesen Untersuchungen gaben Wegebaumaßnahmen, durch die die Wegböschungen besser aufgeschlossen wurden oder überhaupt erst entstanden. Hierdurch war es möglich, in diesem geologisch sehr schlecht aufgeschlossenen Gebiet die Schichtfolgen und Lagerungsverhältnisse besser erkennen zu können. Ziel der Arbeit war es, in dem schmalen Oberdevon-Zug, der rings vom unterkarbonischen Deckdiabas umgeben wird, das Alter der Sedimente und Vulkanite biostratigraphisch zu ermitteln, den stratigraphischen Umfang und die fazielle Ausbildung der Schichtfolgen festzustellen und die Lagerungsverhältnisse zu klären. Außerdem wird versucht, aufgrund der unterschiedlichen Fazies der Gesteinsfolgen am NE- und SW-Hang des Rinckenbach-Tales Aussagen darüber zu machen, welche paläogeographische Lage das Untersuchungsgebiet im Bereich des Oberschelder Schwellenkomplexes hatte.

Arbeitsteilung: Die geologische Aufnahme der 6 Wegprofile und die Aufsammlung der paläontologischen und petrographischen Proben erfolgten durch RABIEN und HÜHNER. HÜHNER übernahm im Rahmen dieser Arbeit außerdem den Entwurf der Lagepläne und des Profils sowie die Zusammenstellung von Bestimmungstabellen, der systematischen Fossiliste und des Schriftenverzeichnisses. BUGGICH führte die Bestimmung der Conodonten und die biostratigraphische Einstufung der Conodonten-Fundsichten durch. RABIEN bestimmte die Ostracoden und übrigen Fossilien und schrieb das Manuskript.

Danksagung: Die Autoren danken Herrn Prof. Dr. HANS HENTSCHEL (Wiesbaden) für Dünnschliffuntersuchungen von 25 Vulkanitproben, Herrn Prof. Dr. HANS JOACHIM LIPPERT (Wiesbaden) für Hinweise über seine Untersuchungs- und Kartiererergebnisse in der Grube Falkenstein und im Rinckenbach-Tal und Herrn Dr. HELMUT ALBERTI (Göttingen) für die Überprüfung von Trilobiten-Bestimmungen.

Belegmaterial: Das paläontologische und petrographische Belegmaterial und die Dünnschliffe werden in der paläontologisch-stratigraphischen Sammlung und in der mineralogisch-petrographischen Sammlung des HLFB in Wiesbaden hinterlegt.

2. Geographische und geologische Lage des Untersuchungsgebietes

Die in dieser Arbeit untersuchten Aufschlüsse liegen am NE- und SW-Hang des Rinckenbach-Tales rd. 1 km SE Oberscheld auf Bl. 5216 Oberscheld der TK 25. (Oberscheld ist heute ein Ortsteil der Stadt Dillenburg.) Auf der Abb. 1 sind die beschriebenen Wegprofile mit den Nr. 10–15 gekennzeichnet; sie gehören einem Oberdevon-Zug an, der auf allen Seiten vom unterkarbonischen Deckdiabas umgeben wird. Nach KEGEL (1934 b: 19, Taf. 3) gehört das Gebiet zur Schelder Schuppe der westlichen Dillmulde. Am NW-Rand zieht der Oberschelder Rot-eisenstein-Lagerzug entlang, dessen SW-Ende bei der Grube Rinckenbach liegt (FROHWEIN 1885: 41; LOTZ in KAYSER & LOTZ 1907: 87; Abb. 1). Der SE-Teil des in Abb. 1 dargestellten Bereiches mit den Gruben Falkenstein und Handstein gehört zum Lagerzug bzw. zur Schuppe der Eisernen Hand (FROHWEIN 1885: 41–43; LOTZ in KAYSER & LOTZ 1907: 96–97; DOUTCH 1977: 12–19). Paläogeographisch liegt das Untersuchungsgebiet am SW-Rand des Oberschelder Schwellen-

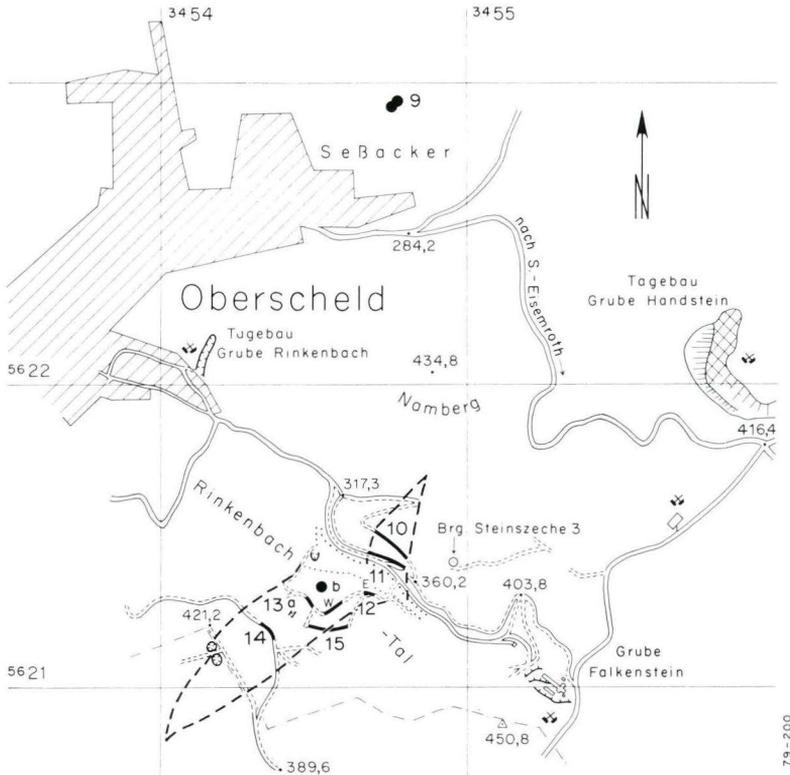


Abb. 1. Lage des Untersuchungsgebietes und der beschriebenen Profile Nr. 10 – 15 im Rinkenbach-Tal. Maßstab 1:25 000. Gestrichelte Linie = Grenze des Oberdevons gegen den unterkarbonischen Deckdiabas nach geol. Aufnahme von H.-J. LIPPERT mit Abänderung bei Wegprofil Nr. 15.

10. Profil am oberen Hangweg der NE-Seite, 11. Profil am unteren Hangweg der NE-Seite, 12. Profil am unteren Hangweg der SW-Seite, 13. Profil im Aufschluß 13 a, 14. Profil am oberen Hangweg der SW-Seite, 15. Profil am mittleren Hangweg der SW-Seite.

komplexes; nach der Fazies handelt es sich um einen Übergangsbereich zwischen der typischen karbonatischen Tiefschwellenfazies, wie sie auf dem Eibacher und Oberschedler Lagerzug und dem Lagerzug der Eisernen Hand ausgebildet ist, und der tonig-sandigen Beckenfazies, wie sie im größten Teil der Dillmulde im Oberdevon verbreitet ist.

3. Erforschungsgeschichte

Das Untersuchungsgebiet wurde erstmals von KAYSER (1907) auf einer geologischen Karte 1:25 000 dargestellt. KAYSER schied bereits in dem großen, vom unterkarbonischen Deckdiabas eingenommenen Gebiet zwischen der Grube Rinkenbach im NW und der Grube Falkenstein im SE einen Oberdevon-Zug aus, der innerhalb des auf Abb. 1 umgrenzten Oberdevons liegt. Die von ihm auskartierte Oberdevon-Fläche erreichte jedoch nach Ausstrichlänge und Ausstrichbreite nur etwa den halben Umfang. KAYSER unterschied im Oberdevon des Rinkenbach-Tales 2 Kartiereinheiten: „Cypridinen-Schiefer“, der die größte Fläche einnimmt, und „Plattige Kalke des untersten Oberdevon“, die in einem schmalen Streifen an der NW-Seite des gesamten Oberdevon-Gebietes entlangziehen und außerdem

auf der SE-Talseite einen kleinen, etwa 140 m langen Zug bilden, der teils innerhalb des Cypridinen-Schiefers, teils an der Grenze Deckdiabas/Cypridinen-Schiefer entlang läuft. Auf der NE-Seite des Tales wurde außerdem eine Einmuldung von Deckdiabas in der ganzen Länge des dortigen Oberdevons auskartiert.

Die Abgrenzung des Oberdevon-Zuges gegen den unterkarbonischen Deckdiabas ist auf der KAYSERSchen Karte als normale Schichtgrenze ohne tektonische Störung dargestellt. Nach der geologischen Karte handelt es sich also um eine oberdevonische Sattelstruktur, die vom Deckdiabas in unterschiedlichem stratigraphischem Niveau überlagert wird. KAYSER (in KAYSER & LOTZ 1907: 43–44) erkannte jedoch bereits die große Bedeutung der Schuppentektonik für derartige Devon-Vorkommen innerhalb des Deckdiabas-Gebietes: „So stellen die zahlreichen inmitten des großen Oberschelder Diabaszuges auftretenden schmalen, aber oft weit fortsetzenden Bänder von Oberdevon offenbar nur schuppenförmige Heraushebungen des Liegenden dar.“

KEGEL führte in den zwanziger und dreißiger Jahren eine Neukartierung von Bl. Oberscheld durch. (Berichte über seine Aufnahmen in den Jahren 1923, 1928, 1930 und 1931 sowie eine Manuskripterrläuterung von 1933 liegen im Archiv des HLFb vor.) Auf seiner Manuskriptkarte von 1931 ist die Oberdevon-Fläche im Rinkenbach-Tal gegenüber KAYSER etwas vergrößert und differenzierter dargestellt: die NW-Grenze gegen den Deckdiabas wird von einer Überschiebung gebildet, im NE endet der Oberdevon-Zug an einer Querstörung, im SW-Teil wird das Oberdevon von 3 Querstörungen durchsetzt und endet (ähnlich wie bei KAYSER) am Berghang unterhalb (E) vom Wegprofil Nr. 14 der Abb. 1. Die von KAYSER kartierte Deckdiabas-Einmuldung am NE-Hang des Rinkenbach-Tales wurde von KEGEL als unterkarbonischer Intrusivdiabas gedeutet (= Jungoberdevonische Split-Folge der Wegprofile Nr. 10 und 11, Abb. 1 u. 2); ebenfalls sollte nach seiner Manuskriptkarte dort das Oberdevon an seiner SE-Seite nicht an Deckdiabas, sondern an einen mächtigen, mehrere hundert Meter breit ausstreichenden Intrusivdiabas angrenzen.

Die Oberdevon-Flächen im Rinkenbach-Tal sind auf der Manuskriptkarte von KEGEL nicht angefärbt worden und daher stratigraphisch nicht deutbar. KEGEL (1924) erwähnt jedoch bereits den Nachweis der Nehden-Stufe in Schieferfazies: „Es handelt sich um Trilobiten und Ostracoden führende Schiefer von grauellerbe Farbe, die namentlich im Rinkenbach-Tal südlich Oberscheld anstehen.“ Weitere stratigraphische Angaben über das Oberdevon des Rinkenbach-Tales macht KEGEL (1934 a: 539–540): „Über den Kalken der Adorfer Stufe folgt hier die Nehdener Stufe in Gestalt kalkiger Plattenschiefer und kalkarmer Tonschiefer, die nach oben in z. T. kalkige schmutzige Rotschiefer übergehen. In den tiefsten Teilen der grauen Schiefer findet sich *Primitiella cicatricosa* MATERN und *Primitiella* n. sp. (cf. *cicatricosa*). Im übrigen ist der graue Schiefer durch folgende Arten gekennzeichnet:

- Phacops (Cryphops) cryptophthalmus* (EMMR.)
- Primitia* n. sp. (aff. *splendens* WALDSCHM.)
- Entomis (Richteria) serratostrata* (SDB.)
- Entomis (Richteria) cf. serratostrata* (SDB.)
- Entomis (Richteria) cf. taeniata* (RH. RICHT.)
- Entomis (Nehdentomis) elliptica* (PAECK.)
- Entomis (Nehdentomis) tenuistriata* MATERN.“

Aus den von KEGEL (leider ohne nähere Fundpunktangabe) genannten Fossilien geht hervor, daß die tiefsten, von ihm zur Nehden-Stufe gerechneten grauen Schiefer noch zur Mittl. Adorf-Stufe gehören, während die höheren grauen Schiefer mit der 2. genannten Fauna ein Nehden-Alter haben. Aus den sogenannten „schmutzigen Rotschiefern“ führt KEGEL (1934 a: 540) ebenfalls Ostracoden an, die eine Einstufung als Nehden-Stufe belegen:

- „Conodonten
- Entomis (Richteria) serratostrata* (SDB.)
- Entomis (Richteria) cf. taeniata* (RH. RICHT.)
- Entomis (Nehdentomis) nehdensis* MATERN
- Entomis (Nehdentomis) tenera* (GÜRICH)
- Entomis (Nehdentomis) elliptica* (PAECK.)
- Entomis (Nehdentomis) n. sp.*“

KEGEL nahm ferner an, daß im Rinkenbach-Tal der Übergang zur Hemberg-Stufe durch einen Farbwechsel und das Vorkommen von *Richterina costata* gekennzeichnet sei: „In einem Schiefer, der sich durch seine leuchtend rote Farbe gegenüber dem schmutzigen rot der Nehdener Rotschiefer abhob, fanden sich neben *Entomis* cf. *taeniata* und *E. cf. nehdensis* auch einzelne Stücke von *Richterina costata* (RH. RICHT.).“ (Wahrscheinlich nach heutiger Kenntnis Ob. Nehden-Stufe.) Obwohl KEGEL (1934 a: 340) der biostratigraphische Nachweis gelang, daß die Rotschiefer im Rinkenbach-Tal auch zur Nehden-Stufe gehören, beschränkt er (1934 b: 19, Schichttafel 8) in der stratigraphischen Tabelle für das Rinkenbach-Tal (ebenso wie für die übrigen Gebiete der Dillmulde) die Rotschiefer auf die Hemberg-Stufe und die grauen Schiefer auf die Nehden-Stufe. (Nähere Angaben dazu s. RABIEN 1970: 149–151.)

MATERN führte in Zusammenarbeit mit KEGEL in den 20er Jahren paläontologische und biostratigraphische Untersuchungen in der Dillmulde durch. Zum Oberdevon-Zug des Rinkenbach-Tales bemerkte er (1931: 22): „Durch verschiedene neu angelegte Wege sind die Schiefer gut aufgeschlossen und zeigen Lagerungsverhältnisse, die nicht ganz so einfach sind wie die auf der Karte von KAYSER dargestellten.“ Ein von ihm beschriebenes Wegprofil, aus dessen Adorf-Anteil er den Fund von 2 Trilobiten-Arten meldete, liegt sehr wahrscheinlich im NW-Abschnitt des Wegprofils Nr. 11 (Abb. 1 u. 2; näheres s. unten Kap. 5.2.2.). Außerdem fand MATERN (1927: 254–255) *Phacopidella ductifrons* RUD. & E. RICHTER im Rotschiefer des Rinkenbach-Tales. Das veranlaßte ihn, diese Rotschiefer in die Nehden-Stufe zu stellen, da seinerzeit *Ductina ductifrons* als Leitform des Oberdevons II angesehen wurde. (Erst durch RABIEN 1956: 16 erfolgte der biostratigraphische Nachweis, daß die Lebenszeit dieser Art bereits in der Adorf-Stufe einsetzt.)

In seiner Ostracoden-Monographie führte MATERN (1929: 91) 3 Fundschichten aus der Nehden-Stufe des Rinkenbach-Tales an: 1. „Graugrüne Schiefer und ausgelagte Kalke im Liegenden der roten Schiefer“, 2. „Rote Schiefer“ und 3. „Linke Talseite gegenüber Forstort 74; dunkle glimmerreiche Schiefer“. Danach dürfte MATERNs 3. Fundschicht offenbar in dem Bereich vom tiefen Teil des Wegprofils Nr. 12 (Abb. 1 u. 4) liegen; die Ostracoden-Proben der anderen beiden Fundschichten stammen wahrscheinlich vom NW-Hang des Rinkenbach-Tales, vielleicht vom NW-Teil des Wegprofils 11, das offenbar von MATERN näher untersucht wurde (s. Kap. 5.2.2.; auch die Etiketten des MATERNschen Belegmaterials im Senckenberg-Museum enthalten keine näheren Ortsangaben). Folgende Ostracoden-Arten wurden von MATERN (1929: 45, 53, 55, 56, 57, 58, 61, 91) aus diesen drei Fundschichten bestimmt:

- Entomis (Entomis) serratostrata* (G. SANDBERGER)
- Entomis (Entomis) globulus* (REINH. RICHTER)
- Entomis (Nehdentomis) elliptica* (PAECKELMANN)
- Entomis (Nehdentomis) nehdensis* MATERN
- Entomis (Nehdentomis) tenuistriata* MATERN
- Entomis (Nehdentomis) tenera* (GÜRICH)
- Entomidella angusta* MATERN.

Bei Begehungen, die RABIEN 1955 auf Bl. Oberscheld durchführte, wurden auch im Rinkenbach-Tal an den auf Abb. 1 als Nr. 10, 11, 12 E und 13 a und b bezeichneten Aufschlüssen paläontologische und petrographische Proben entnommen. Die Probeentnahme konnte jedoch nur sehr lückenhaft erfolgen, da die Aufschlußverhältnisse an den in den 20er Jahren entstandenen Wegböschungen sich inzwischen sehr verschlechtert hatten. Auf der NE-Talseite konnte an den Wegprofilen Nr. 10 u. 11 eine Alterseinstufung einzelner Horizonte von der Mittl. Adorf-Stufe bis Hemberg-Stufe erfolgen und dadurch eine Schuppentektonik am Wegprofil 10 nachgewiesen werden; außerdem stellte sich im Unterschied zu KEGEL heraus, daß innerhalb der oberdevonischen Schichtfolge zwischen einem typischen körnigen Intrusivdiabas und hochblasigen, effusiv verdächtigen Vulkaniten unterschieden werden müsse. Auf der SE-Talseite wurden an den stark überwachsenen Wegböschungen Schichten der Mittl. Adorf-Stufe und der mittl. bis höheren Nehden-Stufe biostratigraphisch eingestuft.

Nachdem die Veröffentlichung der KEGELschen Manuskriptkarte aufgegeben wurde, vor allem weil sie nach so langer Zeit naturgemäß nicht mehr den neuen stratigraphischen Erkenntnissen entsprach, wurde im Rahmen der Neukartierung des Bl. Oberscheld durch LIPPERT auch eine Neuuntersuchung der Wegaufschlüsse Nr. 10–15 (Abb. 1) durch RABIEN und HÜHNER vorgenommen. Unmittelbaren Anlaß dazu gab eine Verbesserung der Aufschlußverhältnisse durch Verbreiterung der Wege Nr. 10, 12

und 13 sowie die Neuschaffung von Aufschlüssen bei den Wegen Nr. 14 u. 15. Die geologischen Aufnahmen und Probeentnahmen erfolgten 1978 an den Wegprofilen Nr. 10, 11 u. 14 und 1979 an den Wegprofilen Nr. 12, 13 u. 15.

4. Benutzte Abkürzungen, Symbole und Zeichen

Brg.	Bohrung	Ra 2249	laufende Probe-Nr. von petrographischen Proben und von Kalksteinproben zur Aufbereitung (keine Slg.-Nr.)
Bl.	Blatt		
Fp.	Fundpunkt		
Fs.	Fundsicht		
GK 25	Geol. Kt. 1:25 000		
HLfB	Hessisches Landesamt für Bodenforschung	Rb 2350	laufende Probe-Nr. der Fossilproben (keine Slg.-Nr.)
OK	Oberkante	Schl.-Nr.	Schliffnummer
P.	Höhenpunkt der TK 25	Scht.	Schicht im Sinne von Schichtpacken oder Bank
Prof.	Profil	ss	Schichtungs-s, Schichtung
R H	Rechtswert Hochwert	Slg.	Sammlung
		Stbr.	Steinbruch
		TK 25	Topograph, Kt. 1: 25 000
		UK	Unterkante

Stratigraphische Symbole

cd2, D, d	Deckdiabas, effusiver Diabas des Unterkarbons II	dn	Nehden-Stufe
Dk	Diabas, körnig, intrusiv	dno	Obere Nehden-Stufe
Sp	Spilit	dnu	Untere Nehden-Stufe
dd	Dasberg-Stufe	da	Adorf-Stufe
dho – ddu	Ob. Hemberg- bis Unt. Dasberg-Stufe	dao	Obere Adorf-Stufe
dh	Hemberg-Stufe	damo	höhere Mittlere Adorf-Stufe
		dam	Mittlere Adorf-Stufe
		dau	Untere Adorf-Stufe

Zeichen für Fossilbestimmungen in Tab. 1–12

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

5. Beschreibung der geologischen Profile

5.1. Profil am oberen Hangweg der NE-Seite (Nr. 10)

Lage: Der als Nr. 10 auf der Abb. 1 bezeichnete Weg liegt am NE-Hang des Rinckenbach-Tales NNW P. 360,2 der TK 25. Die nachfolgend beschriebene Gesteinsfolge ist mehr oder weniger gut an der Böschung des oberen, bei P. 360,2 abzweigenden Forstweges aufgeschlossen. Die TK 25 gibt den Verlauf der Wege, an denen die Profile Nr. 10 und 11 aufgenommen wurden, stark verzerrt wieder

(Verdrängungskarte). Im Rahmen der geologischen Aufnahme (RABIEN und HÜHNER 1978) erfolgte daher durch HÜHNER eine Vermessung des Wegedreiecks zwischen den Punkten 343,7 – 360,2 – 364,2, um die Gesteinsfolgen an beiden Hangwegen besser miteinander vergleichen zu können (Abb. 2). Die Gesteinsfolge am oberen Hangweg läßt sich von NW nach SE in 5 Abschnitte untergliedern.

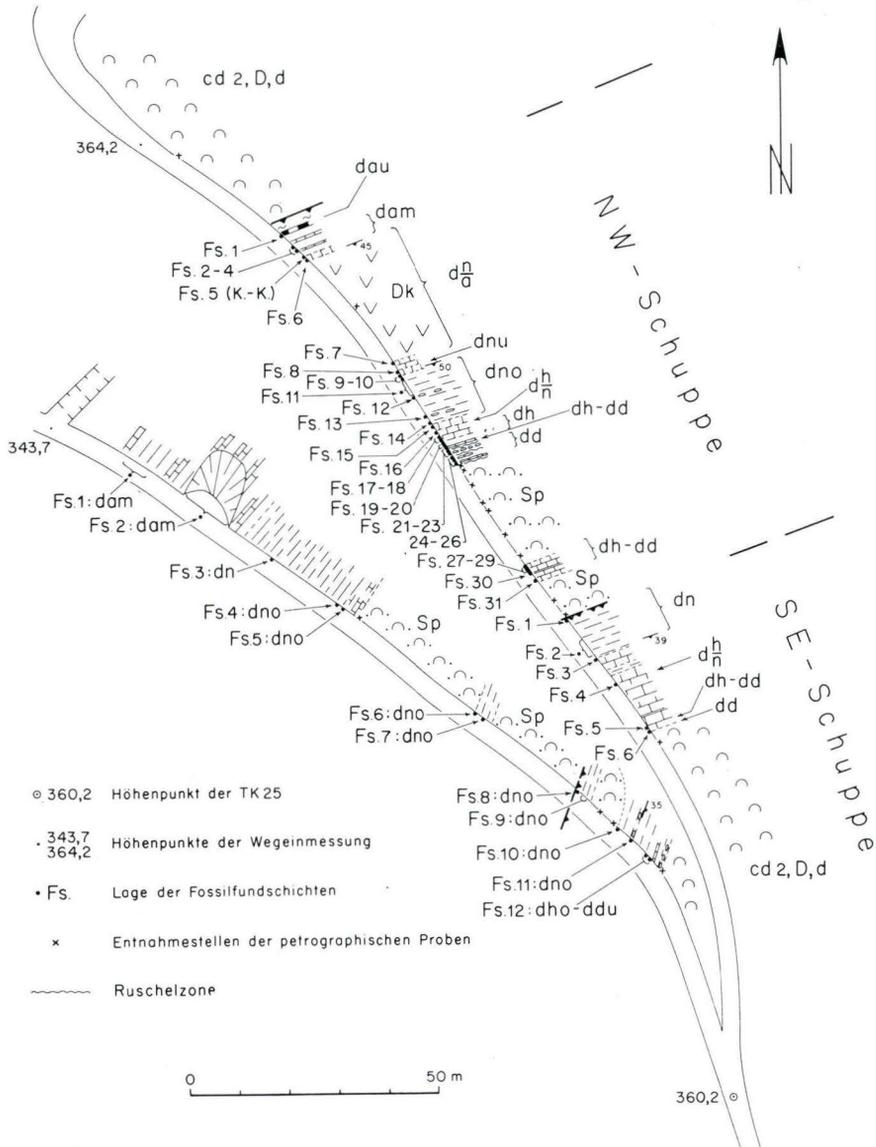


Abb. 2. Lageplan des Profils Nr. 10 am oberen Hangweg und des Profils Nr. 11 am unteren Hangweg der NE-Seite des Rinckenbach-Tales. Wegverlauf nach Vermessung durch HÜHNER. Symbole s. Kap. 4. Fossilbestimmungen und biostratigraphische Einstufungen s. Tab. 1–6.

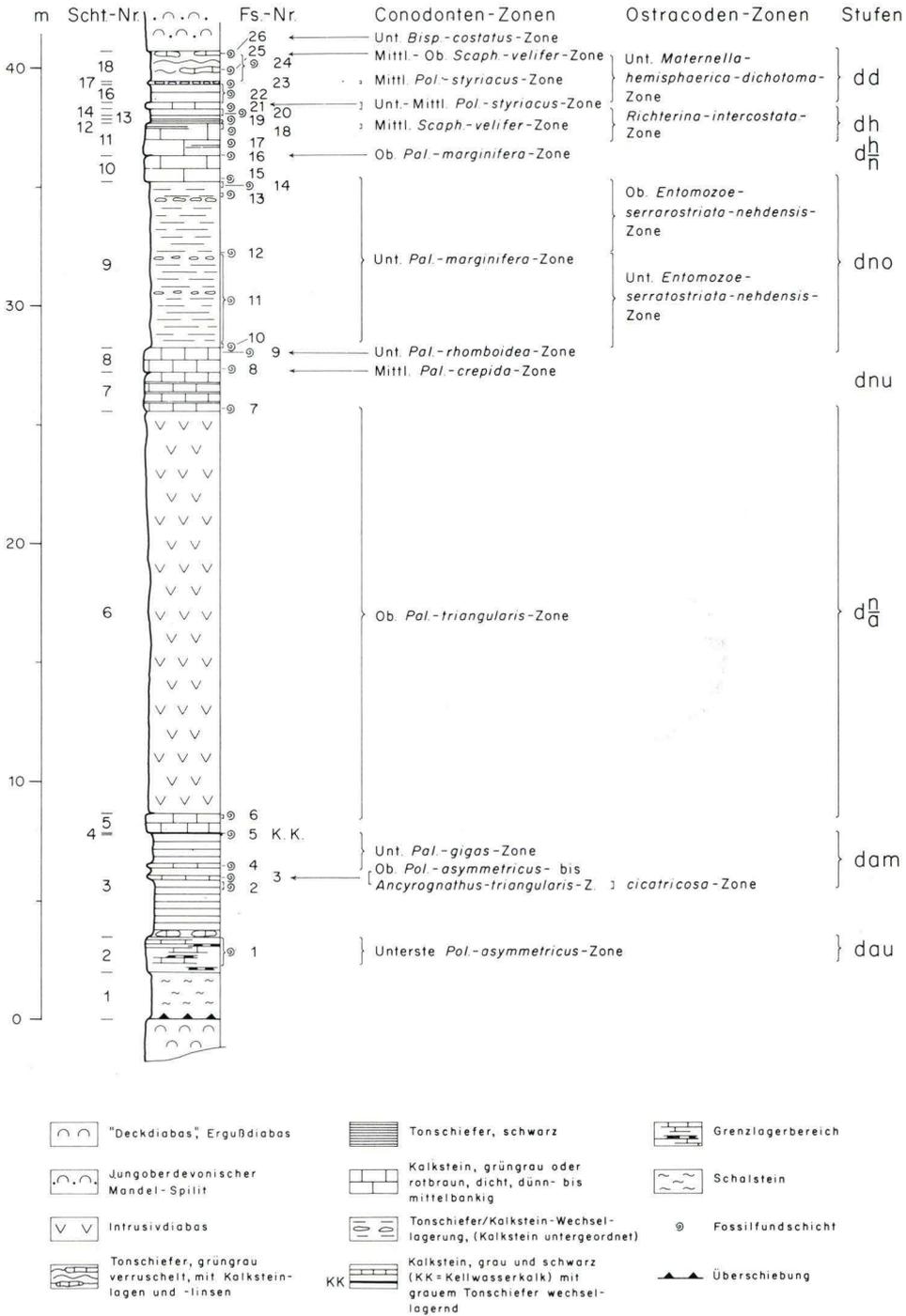


Abb. 3. Schichtenfolge und Biostratigraphie des oberdevonischen NW-Profiles am oberen Hangweg (Nr. 10) der NE-Seite des Rinckenbach-Tales. Lage s. Abb. 1 u. 2; Fossilbestimmungen s. Tab. 1 u. 2.

5.1.1. Unterkarbonischer Deckdiabas im Liegenden (NW)

An der Wegkurve beim Höhenpunkt 364,2 der Abb. 2 stehen feinkörnige, blasige Diabase an, die z. T. sehr gute Pillow-Ausbildung erkennen lassen. Es handelt sich um einen submarinen effusiven Diabas, der gemäß den geologischen Kartierungen von KAYSER, KEGEL und LIPPERT zum unterkarbonischen Deckdiabas gehört. H. HENTSCHEL bestätigte diese Auffassung aufgrund der petrographischen Untersuchung zweier Proben (Ra 2198, Schl.-Nr. 21.788 = 35 m N P. 364,2; Ra 2199, Schl.-Nr. 21.964 = 8 m ESE P. 364,2).

5.1.2. Oberdevonisches NW-Profil

Schichtenfolge: Etwa 30 m SE P. 364,2 grenzt der im oberen Teil stark vergrusste und in den letzten 10 m an der Wegböschung nur sehr schlecht aufgeschlossene Deckdiabas an den Schalstein (= Scht.-Nr. 1) des in Abb. 3 dargestellten Profils. Da die beiden tiefsten Schichten dieses Profils dem Grenzbe- reich Mittel-/Oberdevon angehören und die oberdevonische Gesteinsfolge mit 40–50° nach SE einfällt, ist mit einer Überschiebung des Oberdevons auf den unterkarbonischen Deckdiabas zu rechnen. Die Überschiebungsbahn konnte jedoch wegen der schlechten Aufschlußverhältnisse nicht beobachtet werden. Zwischen der Überschiebung bei 30 m SE P. 364,2 und dem Mandel-Spilit bei 90 m SE P. 364,2 ließ sich folgende Schichtenfolge aufnehmen (Abb. 3):

Hangendes:	Spilit, grüngrau, feinkörnig, stark mandelig.
1,30 m	Verruschelter Gesteinshorizont: überwiegend Tonschiefer, grüngrau und schwarz, untergeordnet Kalksteinblöcke und -Linsen, Schiefer und Kalkstein stark verwittert z. T. lehmig zersetzt. Stark verquetschte, gestörte Lagerung, entweder tektonisch oder durch subaquatische Rutschung oder durch submarinen Vulkanismus bedingt. Scht. 18; Fs. 26 = Kalkstein an OK, Fs. 25 = Kalkstein aus der Mitte, Fs. 24 = Schieferproben bis etwa 30 cm unter OK.
0,08 m	Kalkstein, grüngrau, gelblich verwittert, knollig ausgebildete, durchgehende Bank. Scht. 17; Fs. 23.
0,80 m	Tonschiefer, grüngrau, graugelb bis olivbraun verwittert. Scht. 16; Fs. 22.
0,25 m	Kalkstein, grau, oliv verwittert; kompakte, durchziehende Kalksteinbank. Scht. 15; Fs. 21.
0,30–0,35m	Tonschiefer, grüngrau, olivbraun bis braungrau verwittert. Scht. 14; Fs. 20 = 0–18 cm unter Schicht 15.
0,15 m	Tonschiefer, grüngrau, schwarze Feinschichten und eine 4 cm mächtige, linsig auskeilende Kalksteinlage. Scht. 13.
0,15 m	Tonschiefer, schwarz, feinschichtig, in der Mitte eine 7–8 cm mächtige grüngraue Tonschieferlage. Scht. 12; Fs. 19 = 0–10 cm über UK.
1,40 m	Kalkstein, grau, olivbraun verwittert, dünn- bis mittelbankig, dünne Tonschieferzwi- schenlagen, grüngrau, karbonatisch. Scht. 11; Fs. 18 = 0–20 cm unter OK, Fs. 17 = Tonschiefer im mittleren Teil der Bank, Fs. 16 = Basis der Bank.
1,10 m	Kalkstein, hellbraun, rotbraun verwittert, dünn- bis mittelbankig. Scht. 10; Fs. 15 an der Basis der Bank.
ca. 7,00 m	Tonschiefer, rotbraun, meist karbonatisch; Einlagerung von dünnen Kalksteinlagen, rotbraun, knollig und linsig. Scht. 9; Fs. 14 = 0–20 cm unter OK, Fs. 13 = 50 cm unter OK, Fs. 12 = 3 m unter OK, Fs. 11 = aus unterer Hälfte der Scht. 9 (alte Aufsammlung von 1955), Fs. 10 = 0–20 cm über UK.
1,00 m	Kalkstein, rotbraun, dünn- bis mittelbankig. Scht. 8; Fs. 9 an der OK, Fs. 8 an der Basis.

1,65 m	Kalkstein, grau bis olivbraun, dünn- bis mittelbankig, dünne Tonschieferbestege, grau bis grüngrau, 3 cm mächtige Lage von grüngrauem Kontaktschiefer an der Basis. Scht. 7; Fs. 7 an der Basis des Kalksteins.
ca. 17,00 m	Diabas, grüngrau, körnig, intrusiv, Lagergang. Scht. 6; bei ca. 9 m unter OK Probe Ra 2200, Schl.-Nr. 21.965.
0,80 m	Kalkstein, grau bis olivbraun, dünnplattig bis dünnbankig (Bankdicke max. 15 cm), grüngraue Tonschieferbestege; an der Obergrenze des Kalksteins eine dünne Lage von grüngrauem Kontaktschiefer. Scht. 5; Fs. 6 = 0–20 cm unter OK.
ca. 0,02 m	Kalkstein, schwarz, bituminös, Kellwasserkalk (wahrscheinlich nur dünne Lage im grauen Kalkstein). Scht. 4; Fs. 5.
ca. 4,30 m	Tonschiefer, grüngrau bis dunkelgrau, z. T. schwarz, feinschichtig; Einlagerungen von einigen dünnplattigen, grauen Kalksteinbänken. Scht. 3; Fs. 4 = ca. 3 m, Fs. 3 = ca. 2,5 m und Fs. 2 = 2 m über UK.
ca. 1,50 m	Roteisenstein-Grenzlagerzone: Dünne Bänke von Flußeisenstein (typisches karbonatisches Scheckenerz) und rot- bis graubraunem Kalkstein; stark verwitterte, zersetzte Tuffe. Scht. 2; Fs. 1 = rötlicher Kalkstein, Styliolinen und Conodonten.
ca. 2,00 m	Schalstein, graugrün, gelbbraune Verwitterungsfarben, stark verwittert und z. T. zu Lehm und Grus zersetzt. Scht. 1.
Liegendes:	Unterkarbonischer Deckdiabas infolge tektonischer Störung.

Fossilien und Biostratigraphie des NW-Profiles: Die Fossilbestimmungen, die ermittelten biostratigraphischen Zonen und die Einstufungen sind den Tab. 1 und 2 und den Abb. 2 und 3 zu entnehmen. Das höhere Alter der Fs. 25 gegenüber den unterlagernden Fs. 21–24 zeigt, daß die Kalksteinblöcke und -linsen des verruschelten Horizontes unter dem Spilit nicht im normalen Verband liegen (s. oben Scht. 18).

5.1.3. Jungoberdevonische Spilit-Folge

Im Hangenden des oberdevonischen NW-Profiles stehen an der Wegböschung auf ca. 37 m Länge Spilite an, die bei rd. 110 m NNW P. 360,2 einen ca. 2,5 m mächtigen Sedimentpacken enthalten (Abb. 2). Aufgrund des Einfallens der Sedimente im Liegenden und Hangenden des Spilits ergeben sich folgende Spilit-Mächtigkeiten: Unterer Abschnitt ca. 12–13 m, oberer Abschnitt ca. 5 m.

Der eingelagerte Sedimentpacken besteht überwiegend aus grüngrauen, gelblich verwitternden Kalksteinen, untergeordnet aus grüngrauen und schwarzen Tonschiefern. Fossilien (Conodonten, Ostracoden, Muscheln) konnten aus 5 Fundschichten gewonnen werden: Fs. 27 = schwarzer Tonschiefer 0–10 cm über UK, Fs. 28 = Kalkstein ca. 30 cm über UK, Fs. 29 = Kalkstein ca. 1 m über UK, Fs. 30 = Kalkstein ca. 1,5 m über UK, Fs. 31 = Kalkstein an der OK. Die Fossilbestimmungen und biostratigraphischen Einstufungen sind den Tab. 1 und 2 (Fs. 27–31) zu entnehmen. Daraus folgt, daß die Sedimente des vom Spilit unter- und überlagerten Gesteinspackens der obersten Hemberg- bis Dasberg-Stufe angehören und z. T. älter sind als die jüngste Fundschicht (Fs. 26) des NW-Profiles unter dem Spilit.

Die grüngrauen Spilite sind makroskopisch dadurch charakterisiert, daß sie stark blasig ausgebildet sind und partienweise sehr große Calcitmandeln enthalten. Darin ähneln sie den effusiven Pillow-Spiliten von der SW-Seite des Rinkenbach-Tales (Aufschluß Nr. 15) und von verschiedenen Vorkommen im Bereich des Bl. Dillenburg. An der flachen, schlecht aufgeschlossenen Wegböschung ließen sich

Tab. 1. Conodonten und nachgewiesene Conodonten-Zonen im Profil der NW-Schuppe des Wegprofils Nr. 10 am oberen Hangweg des Rinckenbach-Tales (Abb. 2-3); det. BUGGISCH. Untere Adorf- bis Dasberg-Stufe. Berichtigung: *Pol. linearis* muß *Pol. limitaris* heißen

Conodonten-Zonen	Unterste asymmetricus-Zone		Obere asymmetricus- bis A-triangularis-Zone		Untere gigas-Zone		Obere P-triangularis-Zone		Mittlere crepida-Zone		Untere rhomboidea-Zone		Untere marginifera-Zone		Mittlere vellifer-Zone		Unt-Mittl. styriacus-Zone		Mittlere styriacus-Zone		Mittlere-Obere vellifer-Zone		Untere costatus-Zone		Mittl.-Obere styriacus-Zone		Obere styriacus- bis Untere costatus-Zone		Wende Obere styriacus- / Untere costatus-Zone	
	1	3	4	5	6	7	8	9	11*	12*	13*	14	15	16	18	21	23	25	26	28	30	31								
<i>Schmidognathus pietzneri</i>	•																													
<i>Sch. peracutus</i>	•																													
<i>Sch. wittekindti</i>	•																													
<i>Klapperina disparilis</i>	•																													
<i>Polygnathus cristatus</i>	•																													
<i>Pal. asymmetricus ovalis</i>	•																													
<i>Pal. decorosus</i> s.l.	•			•																										
<i>Pal. linearis</i>	•																													
<i>Pal. ordinatus</i>	•																													
<i>Pal. ovalinodosus</i>	•																													
<i>Pal. pseudofoliatus</i>	•																													
<i>Ancyrodella gigas</i>		•																												
<i>Ancyrodella curvata</i>			•	•																										
<i>Ancyrodella nodosa</i>			•	•	•																									
<i>Ancyrognathus triangularis</i>			•	•	•	•																								
<i>Palmatolepis proversa</i>			•	•	•	•																								
<i>Pal. subrecta</i>		•	•	•	•	•																								
<i>Pal. gigas</i>			•	•	•	•																								
<i>Pal. unicornis</i>			•	•	•	•																								
<i>Pal. delicatula delicatula</i>					•	•	•																							
<i>Pal. delicatula clarki</i>					•	•	•																							
<i>Pal. minuta minuta</i>					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Pal. triangularis</i>					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Pal.t.-quadrantinodosalobata</i>					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Pal. quadrantinodosalobata</i>					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Pal. perlobata perlobata</i>					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Pal. subperlobata</i>					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Pal. tenuipunctata</i>					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Pal. cf. regularis</i>					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Icriodus cornutus</i>					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Ancyrognathus sinelamina</i>									•																					
<i>Polylophodonta linguiformis</i>									•																					

Fundschichten:	1	3	4	5	6	7	8	9	11*	12*	13*	14	15	16	18	21	23	25	26	28	30	31	
<i>Palmatolepis termini</i>							•																
<i>Pal. crepida crepida</i>							•																
<i>Pal. glabra prima</i>																							
<i>Pal. glabra leptota</i>								•						•					•				
<i>Pal. glabra pectinata</i>							•	•	•	•	•	•	•	•	•								
<i>Pal. glabra distorta</i>								•	•	•	•	•	•	•	•								
<i>Pal. gracilis gracilis</i>							•	•						•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Pal. perlobata schindewolfi</i>							•	•						•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Pal. rhomboidea</i>							•	•						•	•								
<i>Polygnathus glaber glaber</i>							•				?	•	•	•	•								
<i>Pal. glaber bilobatus</i>							•							•									
<i>Pal. nodocostatus nodocostatus</i>								•											•				
<i>Palmatolepis stoppeli</i>									•	•													
<i>Pal. marginifera marginifera</i>														•									
<i>Pal. marginifera duplicata</i>														•									
<i>Pal. marginifera tuber</i>														•									
<i>Pal. quadrantinodosa inflexa</i>									•														
<i>Pal. quadrantinodosa inflexoidea</i>																							
<i>Pal. minuta schleizia</i>														•					•				
<i>Pal. perlobata sigmaidea</i>														•									
<i>Pal. perlobata grossi</i>														•									
<i>Polygnathus nodoundatus</i>														•									
<i>Polylophodonta confluens</i>														•									
<i>Spathognathodus weneri</i>														•					•				
<i>Palmatolepis rugosa ampla</i>														•									
<i>Pal. rugosa trachytera</i>														•									
<i>Polygnathus granulatus</i>														•					•			•	
<i>Scaphignathus velifer</i>														•					•				
<i>Spathognathodus strigosus</i>														•						•		•	
<i>Spath. bohlenanus</i>																			•				
<i>Spath. inornatus</i>																			•				
<i>Bispathodus bispathodus</i>																			•				
<i>Bisp. stabilis</i>															•				•		•		•
<i>Polygnathus obliquicostatus</i>															•				•				
<i>Pal. perplexus</i>															•				•				
<i>Pal. styriacus</i>															•				•				
<i>Palmatolepis gracilis manca</i>															•				•				•
<i>Dasbergina ? n. sp.</i>																			•				
<i>Polygnathus communis</i>																			•				
<i>Bispathodus costatus</i>																			•			•	
<i>Bisp. spinulicostatus</i>																			•				
<i>Pseudopolygnathus brevipennatus</i>																			•				•
<i>Pseudopol. dentilineatus</i>																			•				•
<i>Polygnathus rhabdodus</i>																			•				
<i>Bisp. aculeatus aculeatus</i>																				•			•

jedoch nur kugelförmige Absonderungen und keine eindeutigen Pillows beobachten. An der Untergrenze des Spilit ist keine kontaktmetamorphe Einwirkung festzustellen; die ursprüngliche Vulkanit/Sedimentgrenze ist hier jedoch gestört (s. o. NW-Profil, Scht. 18). Die Untergrenze des eingelagerten Sedimentpackens wird von 10–15 cm mächtigen schwarzen Tonschiefern gebildet, die offenbar ungestört dem Spilit aufliegen und keinerlei kontaktmetamorphe Veränderungen zeigen. An der Oberseite (bei 100 m NNE P. 360,2) wird jedoch der Mandel-Split von einer dünnen Lage kontaktmetamorph gehärteter Sedimente überlagert.

Von KAYSER wurden diese Vulkanite als Deckdiabas, von KEGEL als unterkarbonischer Intrusivdiabas kartiert. Zur näheren petrographischen Untersuchung wurden 11 Proben entnommen (s. die durch Kreuze gekennzeichneten Entnahmestellen auf Abb. 2; Ra 51, 1973–1979, 1983, 2201, 2254, Schl.-Nr. 3.116, 21.049–21.056, 21.966, 22.190). Nach HENTSCHEL handelt es sich bei den Mandelsteinen um einen Spilit, der keine für die unterkarbonischen effusiven und intrusiven Diabase charakteristischen Merkmale zeigt. Die Erzmineralkomponente zeichnet sich durch auffällig grobes Korn aus; es handelt sich um einen Titanomagnetit, der gelegentlich skelettig leukoxenisch entmischt ist. Das spricht für eine Kristallisation des Gesteins ohne extreme Abkühlungsbedingungen. Danach handelt es sich nicht um einen effusiven, sondern intrusiven bis subeffusiven Spilit.

5.1.4. Oberdevonisches SE-Profil

Von der Obergrenze des Mandel-Spilit (bei 100 m NNE P. 360,2) folgen nach SE an der Wegböschung auf rd. 28 m Ausstrichbreite oberdevonische Schiefer und Kalksteine (Abb. 2). Die Mächtigkeit des Sedimentprofils kann auf rd. 17 m geschätzt werden; genaue Angaben sind jedoch bei den augenblicklich schlechten Aufschlußverhältnissen nicht möglich, zumal Spezialfaltung oder tektonische Störungen im mittleren und oberen Teil des Profils nicht auszuschließen sind.

Die Schichtfolge kann daher auch nicht in einem Säulenprofil dargestellt werden; von NW nach SE ließen sich folgende drei Gesteinsfolgen von unten nach oben beobachten:

- a) Tonschiefer, rotbraun, meist karbonatisch oder mit dünnen karbonatischen Lagen (ca. 6 m). Direkt über dem Mandel-Split lagern mehrere Zentimeter mächtige grünliche Kontaktschiefer (ehemals grüngraue Tonschiefer oder entfärbter Rotschiefer?); dieser Kontaktschiefer und die Rotschiefer im Hangenden einer Störungsfläche zeigen abweichend von der herrschenden Streichrichtung (50–70°) WNW-ESE-Streichen von 110–120°, was entweder auf eine diagonalverlaufende Störungsfläche oder die unregelmäßige Oberfläche des Spilit zurückzuführen ist; im höheren Teil der Schichtfolge liegt das Streichen wieder bei 70° (Abb. 2). Fs. 1 = Basis der Rotschiefer, Fs. 2 = 0–2 m unter OK (alte Aufsammlung von 1955).
- b) Kalkstein, rötlichgrau und grüngrau; geringmächtige rotbraune und grüngraue Tonschieferzwischenmittel. Sehr schlecht aufgeschlossen, Lagerungsverhältnisse an der Böschung z. T. unklar, Spezialfaltung? (ca. 4 m ?). Fs. 3 = Basis, Fs. 4 = an der OK.
- c) Kalkstein/Tonschiefer-Wechsellagerung: Kalkstein, grüngrau, braungrau und olivbraun; Tonschiefer, überwiegend grüngrau. Die Gesteinsfolge und Mächtigkeit (etwa 7 m ?) dieses Profilabschnittes konnte nur sehr ungenau ermittelt werden, da ab 19 m SE der Spilit/Rotschiefergrenze die Wegböschung bei der Aufnahme überwiegend aus Gesteinsschutt bestand, unter dem nur einige Bänke freigelegt werden konnten, so die Kalksteinbänke der Fs. 5 bei 1 m N und Fs. 6 direkt unter der Grenze zum Hangenden Diabas bei 28 m SE der Spilit/Rotschiefer-Grenze bzw. rd. 75 m NNE P. 360,2.

Tab. 2. Ostracoden, Trilobiten, Lamellibranchiaten und Tentaculiten im Profil der NW-Schuppe des Wegprofils Nr. 10 (Abb. 2–3); det. RABIEN. Mittl. Adorf- bis Dasberg-Stufe

Stufen: Fundsichten:	Adorf		N e h d e n				Hemberg			Dasberg		Hemberg bis Dasberg		
	2	5	10	11	12	13	14	17	19	20	22	24	27	29
<i>Maternella dichotoma</i> (PAECKELMANN)											•	•		•
<i>Maternella hemisphaerica</i> (REINH. RICHTER)												?		
<i>Maternella paeckelmanni</i> (KUMMEROW)										?				
<i>Richterina (Richterina) costata</i> (REINH. RICHTER)				?		•	•			•	•			
<i>Richterina (Richterina) striatula</i> (REINH. RICHTER)					•	•	•	•		•	•	•		•
<i>Richterina (Richterina) aff. striatula</i> (REINH. RICHTER)										•				
<i>Richterina (Richterina) cf. tenuistriata</i> KUMMEROW			•	•	•	•	•							
<i>Richterina (Richterina) sp.</i>						•					•	•		
<i>Richterina (Fossirichterina?) cf. intercostata</i> MATERN					•	•	•	•		•	•	•		•
<i>Richterina (Fossirichterina) moravica</i> (RŽEHAK)											?			
<i>Entomozoe (Richteria) serratostrata</i> (G. SANDBERGER)				•	•	•	?							
<i>Entomozoe (Richteria) sp.</i>	•													
<i>Entomozoe sp., serratostrata-nehdensis-Gruppe</i>			•	•	•	•								
<i>Entomozoe (Nehdentomis) tenera</i> (GÜRICH)			•											
<i>Entomozoe (Nehdentomis) tenera</i> (GÜRICH) vel <i>tenuistriata</i> (MATERN)				•										
<i>Entomozoe (Nehdentomis) nehdensis</i> (MATERN)						•								
<i>Entomozoe (Nehdentomis)? aff. pseudarichterina</i> (MATERN)					•	•								
<i>Entomozoe (Nehdentomis) pseudophthalma</i> (VOLK)		?												
<i>Entomoprimitia (Reptiprimitia) rabieni</i> (BLUMENSTENGEL)						•	•							
<i>Entomoprimitia (Entomoprimitia) kayseri</i> (WALDSCHMIDT)		?												
<i>Entomoprimitia sp.</i>		•												
<i>Bertilionella (Rabienella) cicatricosa</i> (MATERN)	•													
<i>B. (B.) erecta</i> (RABIEN) vel <i>subcircularis</i> STEWART & HENDRIX	•													
Entomozoidae indet.	•													
<i>Amphissites cf. parvulus</i> (PAECKELMANN)						•								
<i>Trimerocephalus caecus</i> (GÜRICH)						•								
<i>Trimerocephalus cf. mastophthalmus</i> (REINH. RICHTER)						•								
Phacopidae indet.						•								
<i>Buchiola angulifera</i> (F. A. ROEMER)		•												
<i>Buchiola sp.</i>		•												
<i>Posidonia (Guerichia) venusta</i> (MÜNSTER)									○	○			•	?
<i>Posidonia (Guerichia) sp.</i>			•	•	•	•		•			•	•	•	•
<i>Homoctenus tenuicinctus</i> (F. A. ROEMER)		•												
Styliolinidae, Striatostyliolinidae	•													

Fossilien und Biostratigraphie: Aus 5 Fundschichten wurden vom SE-Profil Fossilien gewonnen (Lage s. Abb. 2 und oben bei Schichtenfolge a–c). Die Bestimmungen und Einstufungen sind in den Tab. 3 und 4 zusammengestellt. Daraus folgt, daß das Profil eine oberdevonische Schichtenfolge von der höheren Nehden-Stufe bis zur Dasberg-Stufe umfaßt. Infolge der schlechten Aufschlußverhältnisse ist nicht klar, ob die Devon/Karbon-Grenzsichten primär nicht vorhanden waren oder aus tektonischen Gründen fehlen.

5.1.5. Unterkarbonischer Deckdiabas im Hangenden (SE)

An das oberdevonische SE-Profil schließt sich ein Mandel-Diabas an, dessen Vorkommen fast nur anhand von Böschungs- und Hanglesesteinen erkannt werden kann. Makroskopisch ähnelt er dem Deckdiabas; KAYSER rechnete ihn daher zum Deckdiabas, KEGEL kartierte ihn jedoch als körnigen Intrusivdiabas. Zur petrographischen Untersuchung wurde etwa 2 m SE der Grenze zu den oberdevonischen Sedimenten eine Probe entnommen (Ra 2203, Schl.-Nr. 21.967); eine weitere Probe vom gleichen Diabaszug entstammt der Böschung des tieferen Hangweges bei 47 m NNW P. 360,2 (Ra. 2204, Schl.-Nr. 21.785). Nach HENTSCHEL spricht das mikroskopische Gefüge beider Proben für eine Zuordnung zum effusiven unterkarbonischen Deckdiabas.

Tab. 3. Conodonten und nachgewiesene Conodonten-Zonen im Profil der SE-Schuppe des Wegprofils Nr. 10 (Abb. 2); det. BUGGISCH. Obere Nehden- bis Dasberg-Stufe

Conodonten - Zonen nach ZIEGLER 1971	Untere ?			
	<i>marginifera</i> -Zone	<i>marginifera</i> -Zone	Untere bis Mittlere <i>styracis</i> -Zone	Obere <i>styracis</i> -Zone
Fundschichten:	3	4	5	6
<i>Palmatolepis glabra lepta</i>	●	●		
<i>Pal. glabra pectinata</i>	●	●		
<i>Pal. marginifera marginifera</i>	●	●		
<i>Pal. quadrantinodosa</i>	?			
<i>Pal. gracilis gracilis</i>		●	●	●
<i>Pal. perlobata schindewolfi</i>		●	●	●
<i>Pal. helmsi</i>			○	
<i>Polygnathus glaber glaber</i>		●		
<i>Pol. granulatus</i>			●	
<i>Pol. nodosus</i>			○	
<i>Pol. obliquicostatus</i>			●	
<i>Pol. styriacus</i>			●	●
<i>Pol. perplexus</i>				●
<i>Bispathodus stabilis</i>			●	●
<i>Bisp. aculeatus</i>			○	
<i>Pseudopolygnathus brevipennatus</i>				●

Tab. 4. Trilobiten, Ostracoden und Lamellibranchiaten (det. RABIEN) und Conodonten (det. BUGGISCH) im Profil der SE-Schuppe des Wegprofils Nr. 10 (Abb. 2). Höhere Nehden-Stufe

Stufe: Fundschiehten:	Nehden	
	1	2
<i>Trimerocephalus</i> cf. <i>mastophthalmus</i> (REINH. RICHTER)		●
<i>Entomoprimitia</i> (<i>Reptiprimitia</i>) <i>rabieni</i> (BLUMENSTENGEL)	?	●
<i>Entomoprimitia</i> ? sp.		●
<i>Entomozoe</i> (<i>Richterina</i>) <i>serratostrata</i> (G. SANDBERGER)		●
<i>Entomozoe</i> sp., <i>serratostrata-nehdensis</i> -Gruppe	●	●
<i>Entomozoe</i> (<i>Nehdentomis</i>) <i>tenera</i> (GÜRICH)		?
<i>Entomozoe</i> (<i>Nehdentomis</i>) ? aff. <i>pseudorichterina</i> (MATERN)	●	●
<i>Richterina</i> (<i>Richterina</i>) <i>striatula</i> (REINH. RICHTER)	●	●
<i>Richterina</i> (<i>Richterina</i>) cf. <i>costata</i> (REINH. RICHTER)		●
<i>Richterina</i> (<i>Richterina</i>) cf. <i>tenuistriata</i> KUMMEROW	●	●
<i>Posidonia</i> (<i>Guerichia</i>) sp.	●	●
<i>Palmatolepis glabra distorta</i> BRANSON & MEHL		■
<i>Palmatolepis glabra lepta</i> ZIEGLER & HUDDLE		?
<i>Palmatolepis glabra pectinata</i> ZIEGLER		■
<i>Palmatolepis klapperi</i> SANDBERG & ZIEGLER		■

5.2. Profil am unteren Hangweg der NE-Seite (Nr. 11)

Lage: Das Profil Nr. 11 liegt an der Böschung des Hangweges, der an der N-Seite des Rinckenbach-Tales von der Weggabel bei P. 317,3 zur Weggabel bei P. 360,2 hinaufführt (Abb. 1 u. 2).

Die Gesteinsfolge kann, ebenso wie am oberen Hangweg (Nr. 10), von NW nach SE in 5 Abschnitte gegliedert werden:

5.2.1. Unterkarbonischer Deckdiabas im Liegenden (NW)

Im tieferen, nördlichen Teil des Hangweges zwischen dem P. 317,3 der TK 25 und dem P. 343,7 der neuen Wegaufnahme (Abb. 2) ist auf weite Strecken der unterkarbonische effusive Diabas mit gut ausgebildeter Pillow-Absonderung an der Wegböschung zu beobachten. Der Übergang vom Deckdiabas zu dem hangenden, offenbar überschobenen Oberdevon-Profil ist nicht aufgeschlossen. Eine vom P. 343,7 nach NE den Hang hochziehende Rinne dürfte den Verlauf der Grenzlagerzone anzeigen (Abb. 2); etwa 13 m NW der Mitte dieser Rinne wurde 1955 der südöstlichste anstehende Diabas angetroffen.

5.2.2. Oberdevonisches NW-Profil

Zwischen dem P. 343,7 und der NW-Grenze des Spilit bei etwa 120 m NW P. 360,2 konnte sowohl 1955 als auch 1978 die Schichtfolge fast nur nach Böschungsesteinen ermittelt werden. Nur an wenigen Stellen ließen sich die anstehenden Gesteine unter dem Hangschutt etwas freilegen. Wegen dieser schlechten Aufschlußverhältnisse ist es nicht möglich, die Schichtfolge (wie beim NW-Profil am oberen Hangweg) als Säulenprofil darzustellen oder genaue Angaben über die Mächtigkeit der einzelnen Horizonte zu machen.

Die Schichtenfolge des NW-Profiles wird daher von oben nach unten nur in folgende 3 Abschnitte zusammengefaßt:

Hangendes:	Spilit, grüngrau, mandelig.
ca. 2 m	Kalkstein, grau und rotbraun; 1955 und 1978 nicht anstehend, nur als lose Blöcke an der Böschung angetroffen. Fs. 5 = rötlichgrauer, großer Kalksteinblock etwa 3 m NW-Grenze zum Spilit, offenbar von der Basis des Kalksteinhorizontes stammend.
ca. 13 m	Tonschiefer, rotbraun, feinglimmerig; nach Böschungsesteinen etwa 25 m Ausstrichbreite. Fs. 4 = ca. 4–5 m NW Grenze zum Spilit an unterer Böschungskante in freigelegtem anstehendem Rotschiefer; Fs. 3 = Aushub von einem Fuchsbau aus der Böschung bei etwa 12 m S kleinem aufgelassenem Steinbruch.
ca. 16 m	Kalkstein, hell- bis schwarzgrau, und Tonschiefer, grün- bis dunkelgrau, z. T. karbonatisch, vom Typ der Adorf-Bänder-Schiefer; nur als Böschungsesteine in dem aufgelassenen kleinen Steinbruch und an der NW anschließenden Wegböschung von etwa 15–40 m SE P. 343,7. Fs. 2 = Lesesteine an der NE-Böschung des Stbr.; Fs. 1 = Böschungsesteine etwa 15–20 m SE P. 343,7.
Liegendes:	Nicht aufgeschlossen; wie oben bereits erörtert (s. Abs. 5.2.1.), dürften die Adorf-Bänder-Schiefer im NW von Gesteinen der Grenzlagerzone unterlagert werden.

Wegen der heutigen schlechten Aufschlußverhältnisse sei ergänzend aufgeführt, was MATERN (1931: 22–23) offenbar an der gleichen Stelle feststellen konnte: „Auf der Nordseite des Tales konnte auf dem zweiten Horizontal-Weg ein verhältnismäßig gut aufgeschlossenes Profil durch die Oberdevonreihe beobachtet werden.

Von NW nach SO folgen aufeinander: Diabas, 3 m dunkle Kalke; 9 m helle, plattige Kalke; 5 m helle Kalke, in die an einer Stelle ein Schieferpaket eingelagert ist. 27 m rote Schiefer; 3 m roter Kalk und als Hangendes Diabas. Die dunklen Kalke und auch die darauf folgenden hellen Kalke enthalten keine Fauna; dagegen konnte ich aus den mit Schiefen wechselagernden Kalken

Drevermannia (Palpebralia) brecciae (RUD. RICHTER) und
Harpes neogracilis RUD. & E. RICHTER

bestimmen, die es erlauben die liegenden Kalke bis zur Grenze gegen die roten Schiefer, in die Adorf-Stufe zu stellen. Mit Beginn der Roten Schiefer fängt dann die *Cheiloceras*-Stufe an, die wahrscheinlich auch noch die hangenden Kalkbänke, die aber noch keine Fauna geliefert haben, mit umfaßt.“

Die Aufnahme von MATERN belegt, daß die Kalksteinblöcke im Liegenden des Spilit zu einem Kalksteinhorizont gehören, der ein stratigraphisches Äquivalent der Schichten 10 und 11 vom oberdevonischen NW-Profil des oberen Hangweges darstellt (Abb. 3). Bei den Meterangaben, die MATERN von dem obersten Kalkstein und den darunter folgenden Rotschiefern macht, dürfte es sich um Ausstrichbreiten und nicht um Profilmeter handeln (vgl. Abb. 2 und die o. a. Mächtigkeiten). Wichtig ist ferner, daß MATERN seinerzeit an der gut aufgeschlossenen Böschung ebenfalls keinen Diabas im Adorf/Nehden-Grenzbereich feststellen konnte; danach muß angenommen werden, daß der ca. 17 m mächtige

Lagergang vom NW-Profil des oberen Hangweges (Abb. 3, Scht. 6) bereits vor Erreichen der unteren Wegböschung auf kurze Entfernung auskeilt oder an einer Störung abgeschnitten wird.

Fossilien und Biostratigraphie: Die bestimmten Fossilien und biostratigraphischen Einstufungen vom NW-Profil sind in den Tab. 5 und 6 (Fs. 1–5) aufgeführt. Die Lage der Fundschichten ist der Abb. 2 zu entnehmen; ihre nähere Lokalisierung ist oben bei der Beschreibung der Gesteinsfolge angegeben.

Tab. 5. Conodonten und nachgewiesene Conodonten-Zonen im Profil Nr. 11 des unteren Hangweges der NE-Schuppe (Abb. 1–2); det. BUGGISCH, Nehden-Stufe

Conodonten - Zonen nach ZIEGLER 1971 und SANDBERG & ZIEGLER 1973	Obere <i>crepida</i> -Zone bis Untere <i>marginifera</i> -Zone		
	Untere <i>marginifera</i> -Zone (höherer Teil)		
Fundschichten:	3	5	11
<i>Palmatolepis minuta minuta</i>	■	●	
<i>Pal. glabra pectinata</i>	■	●	●
<i>Pal. subperlobata</i>	?		
<i>Pal. glabra prima</i>		●	●
<i>Pal. glabra lepta</i>		●	●
<i>Pal. glabra distorta</i>			●
<i>Pal. gracilis gracilis</i>		●	●
<i>Pal. marginifera marginifera</i>		●	●
<i>Pal. marginifera tuber</i>		●	●
<i>Pal. perlobata schindewolfi</i>		●	●
<i>Pal. quadrantinodosa inflexa</i>		●	
<i>Pal. quadrantin. inflexoidea</i>		●	●
<i>Polygnathus glaber glaber</i>		●	●
<i>Pal. nodocostatus nodocostatus</i>		●	
<i>Icriodus cornutus</i>		●	

Die 5 Fundschichten belegen, daß das NW-Profil am unteren Hangweg eine Schichtfolge enthält, die mindestens von der Mittleren Adorf-Stufe (Untere *cicatricosa*-Zone) bis zur höheren Oberen Nehden-Stufe (höherer Teil der Unteren *marginifera*-Zone) reicht. Das Vorkommen der Unteren Adorf-Stufe im Liegenden der Adorf-Bänderschiefer von Fs. 1 ist wahrscheinlich (s. o. und Fs. 1 vom NW-Profil des oberen Hangweges). Die Fs. 5 entspricht biostratigraphisch und faziell der Basis des Kalksteinhorizontes im Hangenden der Rotschiefer beim NW-Profil des oberen Hangweges (Abb. 3, Scht. 10 mit der Fs. 15). Da der Kalksteinblock der Fs. 5 offenbar von der Basis des Kalksteinhorizontes stammt, ist damit zu rechnen, daß auch am unteren Hangweg im Liegenden des Spilits noch jüngere Gesteinshorizonte vorkommen.

5.2.3. Oberdevonische Spilit-Rotschiefer-Folge

Schichtenfolge: Von rd. 120 m bis 59 m NW P. 360,2 kommen an der Wegböschung überwiegend Spilite und untergeordnet Rotschiefer vor (Abb. 2). Die Spilite vom unteren Hangweg sind wesentlich schlechter aufgeschlossen als am oberen Hangweg; von wenigen Stellen abgesehen, muß ihr Vorkommen nach Böschungslieseesteinen, die makroskopisch den jungoberdevonischen Mandel-Spiliten vom oberen Hangweg ähneln, ermittelt werden. Die Abgrenzung zu den oberdevonischen Sedimenten im Liegenden und Hangenden und den eingelagerten beiden Rotschieferpacken ließ sich jedoch im Rahmen der geologischen Wegaufnahme relativ genau durchführen. Danach ergibt sich im Hangenden des oberdevonischen NW-Profiles von NW nach SE (von unten nach oben) folgende Gesteinsfolge:

- a) Mandel-Spilit, Ausstrichbreite rd. 30 m, Mächtigkeit ca. 16 m; von der Basis Probe Ra 2206, Schliff-Nr. 21.969.
- b) Tonschiefer, überwiegend rotbraun, z. T. grüngrau (entfärbt ?), feinglimmerig, z. T. karbonatisch; Ausstrichbreite rd. 4 m, Mächtigkeit ca. 2,5 m; Fs. 6 = dicht über UK anstehend; Fs. 7 = etwa Mitte des Rotschieferpackens.
- c) Mandel-Spilit, Ausstrichbreite rd. 20–22 m, Mächtigkeit ca. 11 m.
- d) Tonschiefer, rotbraun, feinglimmerig, schwach karbonatisch; Mächtigkeit ca. 2–3 m; Fs. 8 = nahe der Basis; Fs. 9 = etwa in der Mitte.
- e) Mandel-Spilit, Ausstrichbreite rd. 7 m, Mächtigkeit ca. 4 m; Probe Ra 2205, Schl.-Nr. 21.968 = etwa 3 m unter OK; Ra 55, Schl.-Nr. 13.897 = etwa 0,5 m unter OK.

Wegen der starken Bedeckung mit Gesteinsschutt ließ sich – bis auf eine Ausnahme – nicht feststellen, ob an den Spilit/Sediment-Grenzflächen Kontaktzonen oder tektonische Störungen auftreten. Nur die Obergrenze des südöstlichsten Spilits (c) bei 59 m NW P. 360,2 war bei der Aufnahme gut aufgeschlossen: Es handelt sich um einen grüngrauen, feinkörnigen, stark gemandelten Spilit, der offenbar einen etwa 4 m mächtigen Lagergang im Rotschiefer bildet. Nahe der Oberkante sind die Blasen parallel zur Oberfläche des Spilits zonar angeordnet. Der hangende Rotschiefer ist bis etwa 10 cm über dem Spilit kontaktmetamorph gefrittet und grünlich entfärbt. Zwei Spilit-Proben (Lage s. o. unter e) zeigen nach Dünnschliffuntersuchungen von HENTSCHEL die gleichen petrographischen Merkmale wie die jungoberdevonischen Spilite vom oberen Hangweg. Das gleiche gilt auch für eine Probe, die an der Basis des nordwestlichsten Spilit-Vorkommens (a) bei rd. 120 m NW P. 360,2 entnommen wurde.

Fossilien und Biostratigraphie: Die beiden Rotschieferpacken (b und d) enthalten lagenweise massenhaft Reste entomozoider Ostracoden. Infolge starker tektogenetischer Deformation und weil die Steinkerne und Abdrücke in dichter Packung übereinanderliegen, sind genaue Artbestimmungen meist schwierig. Sehr viel seltener finden sich auf den Schichtflächen Conodonten, Posidonien und unvollständige Trilobiten-Reste. Die Fossilbestimmungen und biostratigraphischen Einstufungen sind in der Tab. 6 Fs. 6–9 aufgeführt.

Nach den aufgefundenen Ostracoden und Conodonten gehören die Fs. 6–9 der Oberen Nehden-Stufe an; Fs. 7 = jünger als die Fs. 8–10 im Hangenden der Spilite c und e (Abb. 2, Tab. 6). Danach kann gefolgert werden, daß im Hangenden des mittleren Spilits (c) eine neue Schuppe einsetzt.

Tab. 6. Ostracoden, Trilobiten, Lamellibranchiaten und Tentaculiten (det. RABIEN) und Conodonten (det. BUGGISCH) im Profil Nr. 11 des unteren Hangweges der NE-Seite (Abb. 1–2). Mittlere Adorf-Stufe bis Grenzbereich Hemberg-/Dasberg-Stufe

Stufen: Ostracoden-Zonen: Fundsichten:	Adorf		Nehden								dhp- du	
	<i>cicatricosa</i>		<i>Entomozoe-serratostrata-nehdensis</i>									
	Unt.	Ob.	Untere		Ob.		Untere		Ob.			
	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	
<i>Maternella dichotoma</i> (PAECKELMANN)												•
<i>Maternella</i> sp., <i>M. dichotoma</i> (PAECKELMANN)?												•
<i>Richterina (Richterina) costata</i> (REINH. RICHTER)									○	○	○	•
<i>Richterina (Richterina) striatula</i> (REINH. RICHTER)					•	•			•	•	•	•
<i>Richterina (Richterina) cf. tenuistriata</i> KUMMEROW				•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Richterina</i> sp.												•
<i>Richterina (Fossirichterina) intercostata</i> MATERN											?	•
<i>Richterina (Fossirichterina?) cf. intercostata</i> MATERN											•	•
<i>Entomozoe (Richteria) serratostrata</i> (G. SANDBERGER)												
<i>Entomozoe</i> sp., <i>serratostrata-nehdensis</i> -Gruppe					•	•	•	•	•	•		
<i>Entomozoe (Richteria?)</i> sp.			•									•
<i>Entomozoe (Nehdentomis) nehdensis</i> (MATERN)											?	
<i>Entomozoe (Nehdentomis) tenera</i> (GÜRICH)	•							•				
<i>Entomozoe (Nehdentomis) tenuistriata</i> (MATERN)				?					•			
<i>Entomozoe (Nehdentomis) pseudorichterina</i> (MATERN)		?										
<i>Entomozoe (Nehdentomis) ? aff. pseudorichterina</i> (MATERN)				•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Entomoprimitia (Reptiprimitia) rabieni</i> (BLUMENSTENGEL)					?		•	•	•	•	•	
<i>Entomoprimitia</i> sp.							•					
<i>Bertillonella (Rabienella) cicatricosa</i> (MATERN)	•	•										
<i>Bertillonella (Rabienella) erecta</i> (RABIEN)	?											
<i>Trimercephalus cf. mastophthalmus</i> (REINH. RICHTER)											•	
<i>Phacopidae</i> indet.												
<i>Posidonia (Guerichia) sp.</i>			•		•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Homoctenus</i> sp., <i>tenuicinctus</i> -Gruppe	•	•										
<i>Styliolinidae, Striatostyliolinidae</i>	•											
<i>Palmatolepis glabra pectinata</i> ZIEGLER				■								
<i>Palmatolepis gracilis</i> BRANSON & MEHL												
<i>Palmatolepis klapperi</i> SANDBERG & ZIEGLER				■	?		■		■			
<i>Polylophodonta triphyllata</i> ZIEGLER					■	■						
<i>Palmatolepis perlobata schindewolfi</i> MÜLLER					■							

Das Oberdevon im Rinckenbach-Tal S Oberscheld

5.2.4. Oberdevonisches SE-Profil

An den südöstlichsten Spilit (e) schließt sich nach SE mit rd. 9 m Ausstrichbreite und etwa 5–6 m Mächtigkeit eine Rotschiefer-Folge an. Sie besteht überwiegend aus rotbraunen, feinglimmerigen, meist schwach karbonatischen Tonschiefern, die an der Basis bis etwa 20 cm über dem Spilit grünliche Farbtöne aufweisen und bis etwa 10 cm über dem Spilit kontaktmetamorph gefrittet sind. Den Rotschiefern sind einige dünnplattige, graue und rötliche Kalksteinbänke und Kalkknollenlagen eingeschaltet. Die Grenze zum SE anschließenden Deckdiabas war bei der Aufnahme nicht aufgeschlossen. Fs. 10 = Rotschiefer 20–50 cm über Spilit; Fs. 11 = Rotschiefer und Kalkstein etwa 2 m über Spilit; Fs. 12 = Rotschiefer bei rd. 8 m S Spilit-Grenze (etwa 4 m über UK) an Böschung unter Baumwurzeln wahrscheinlich anstehend.

Fossilien und Biostratigraphie: Die Fossilagen im Rotschiefer werden durch das massenhafte Auftreten von schlecht erhaltenen, tektogenetisch deformierten entomozoiden Ostracoden charakterisiert. Conodonten, Posidonien und Phacopiden-Reste sind dagegen sehr selten. Die Fossilbestimmungen und biostratigraphischen Einstufungen sind den Tab. 5 und 6 Fs. 10–12 zu entnehmen. Die Fs. 10 und 11 gehören nach Ostracoden und Conodonten der höheren Oberen Nehden-Stufe an. Die Fs. 12 wird durch Ostracoden der *intercostata*-Gruppe charakterisiert; da bereits einige Exemplare von *Maternella dichotoma* auftreten, läßt sich diese Fundschicht entweder als Untere Dasberg-Stufe oder als Hemberg/Dasberg-Grenzbereich einstufen.

5.2.5. Unterkarbonischer Deckdiabas im Hangenden (SE)

Von 39–49 m NNW P. 360,2 steht an der flachen Wegböschung Diabas an: Diabas, dicht bis feinkörnig, stark mandelig, grüngrau, z. T. rötlich geflammt. Eine Probe (Ra 2204, Schl.-Nr. 21.785) wurde vom tiefsten anstehend angetroffenen Teil an der NW-Grenze bei 47 m NNW P. 360,2 entnommen. Wie bereits bei der Beschreibung des oberen Wegprofils (Abschn. 5.1.5.) angeführt, wurde von HENTSCHEL durch mikroskopische Untersuchung die Zuweisung zum effusiven unterkarbonischen Deckdiabas bestätigt.

5.3. Profil am unteren Hangweg der SW-Seite (Nr. 12)

Lage: Der als Nr. 12 auf der Übersichtskarte (Abb. 1) bezeichnete Weg liegt am S-Hang des Rinckenbach-Tales oberhalb des völlig verwachsenen Talweges und dicht unterhalb der 360-m-Höhenlinie der TK 25. Den Ausgangspunkt der Wegaufnahme bildet die Weggabel, die sich 115 m SW P. 360,2 befindet (R 34 54 73, H 56 21 29); der Endpunkt liegt an der Weggabel rd. 235 m WSW vom Ausgangspunkt bzw. 340 m ENE P. 421,2 (s. Lageplan Abb. 4, Aufschluß Nr. 12 E und Aufschluß Nr. 12 W).

5.3.1. Profil im Aufschluß Nr. 12 E

Schichtenfolge (Abb. 4): Von E nach W konnte bei der 1979 erfolgten Wegaufnahme an der Wegböschung zwischen der Fs. 16 (bei rd. 16 Weg-m NW Ausgangspunkt) und der Fs. 1 (bei rd. 90 Weg-m NW Ausgangspunkt) folgende Gesteinsfolge von oben nach unten beobachtet werden.

Hangendes:	Rotschiefer mit Spilit- oder Diabas-Gängen (nach Lesesteinen, nicht aufgeschlossen).
ca. 15 m	Tonschiefer, rotbraun, feinglimmerig, z. T. karbonatisch; Einlagerung von 2 feinkörnigen, geringmächtigen Spilit-Lagergängen, die makroskopisch und nach petrographischer Untersuchung von HENTSCHEL den Spiliten von der NE-Talseite entsprechen. Bei 16 bis rd. 40 Weg-m an der Wegböschung anstehend, z. T. bei der Aufnahme nicht aufgeschlossen. Fs. 16 = an OK bei 16 Weg-m; petrographische Probe Ra 57 (Schl.-Nr. 3.118) bei 30 Weg-m.
ca. 15 m	Tonschiefer, rotbraun, feinglimmerig, z. T. stark karbonatisch; Einlagerung von einigen dünnplattigen, grauen und rötlichen Kalksteinbänken und Kalksteinlinsen. Von rd. 40–72 Weg-m an Böschung anstehend; Lage der Fundschichten s. Abb. 4; Fs. 7 = an der Basis der Rotschiefer bei 72 Weg-m; Fs. 8–15 zwischen 44 und 77 Weg-m (alte Aufsammlung von 1955).
ca. 7 m	Tonschiefer, grüngrau, gelblich-grüngraue Verwitterungsfarben, z. T. karbonatisch, im tiefen Teil auch dunkelgraue Tonschieferinlagerungen, nahe der OK eine 10 cm mächtige Schwarzschieferlage bei 76 Weg-m; eine 5 cm mächtige linsige Kalksteinlage bei 82–83 Weg-m. Fs. 1 und 2 = tiefster, auf Wegsohle aufgeschlossener Teil des Profils bei 88–90 Weg-m; Fs. 3 = Tonschiefer und Kalkstein ca. 3 m über Fs. 2; Fs. 4 = etwa 2 m über Fs. 3; Fs. 5 im Liegenden und Fs. 6 im Hangenden der Schwarzschieferlage bei 76 Weg-m, etwa 3 m über dem Kalkstein von Fs. 3.
Liegendes:	Tonschiefer, grüngrau, gelblich verwitternd, karbonatisch (unmittelbar im Liegenden der Fs. 1, nicht tiefer aufgeschlossen).

5.3.2. Profil im Aufschluß Nr. 12 W

Schichtenfolge: Vom tiefsten Teil des E-Profiles (Fs. 1 des Aufschlusses Nr. 12 E der Abb. 4 bei 88–90 Weg-m) führt der weitere Verlauf des Weges nach SW wieder in stratigraphisch jüngere Horizonte. Die Schichtenfolge ist jedoch an der Wegböschung zu schlecht aufgeschlossen, um Profilmächtigkeiten ermitteln oder tektonische Störungen ausschließen zu können. (Die Aufnahme wurde außerdem sehr erschwert, weil die frisch angeschnittene Wegböschung streckenweise mit großen Haufen abgeholzter Dornbüsche, die dort zur Absperrung deponiert bleiben sollten, bedeckt war.) So konnte im Abschnitt zwischen 100 und 135 Weg-m nur anhand von Böschunglesesteinen auf das Durchstreichen der grüngrauen Tonschieferfolge geschlossen werden, aus deren oberem Teil die fossilreichen Proben der Fs. 1 (= 146 Weg-m) entnommen wurden. Bei 150 Weg-m ließ sich unter den Dornbüschen eine Einlagerung von rotbraunem, karbonatischem Schiefer mit massenhaft entomozoiden Ostracoden feststellen. Der endgültige Übergang vom grüngrauen zum rotbraunen, Karbonatlagen enthaltenden Nehden-Schiefer erfolgt bei etwa 156 Weg-m.

Die Fs. 2 befindet sich bei 164 Weg-m etwa 1 m unter dem Spilit, die Fs. 3 bei 166 Weg-m direkt im Liegenden des Spilits, von dem an der gleichen Stelle die Probe Ra 2247 (Schl.-Nr. 22.179) entnommen wurde. Es handelt sich um einen grüngrauen, feinkörnigen, mandelreichen Spilit, der makroskopisch und nach den

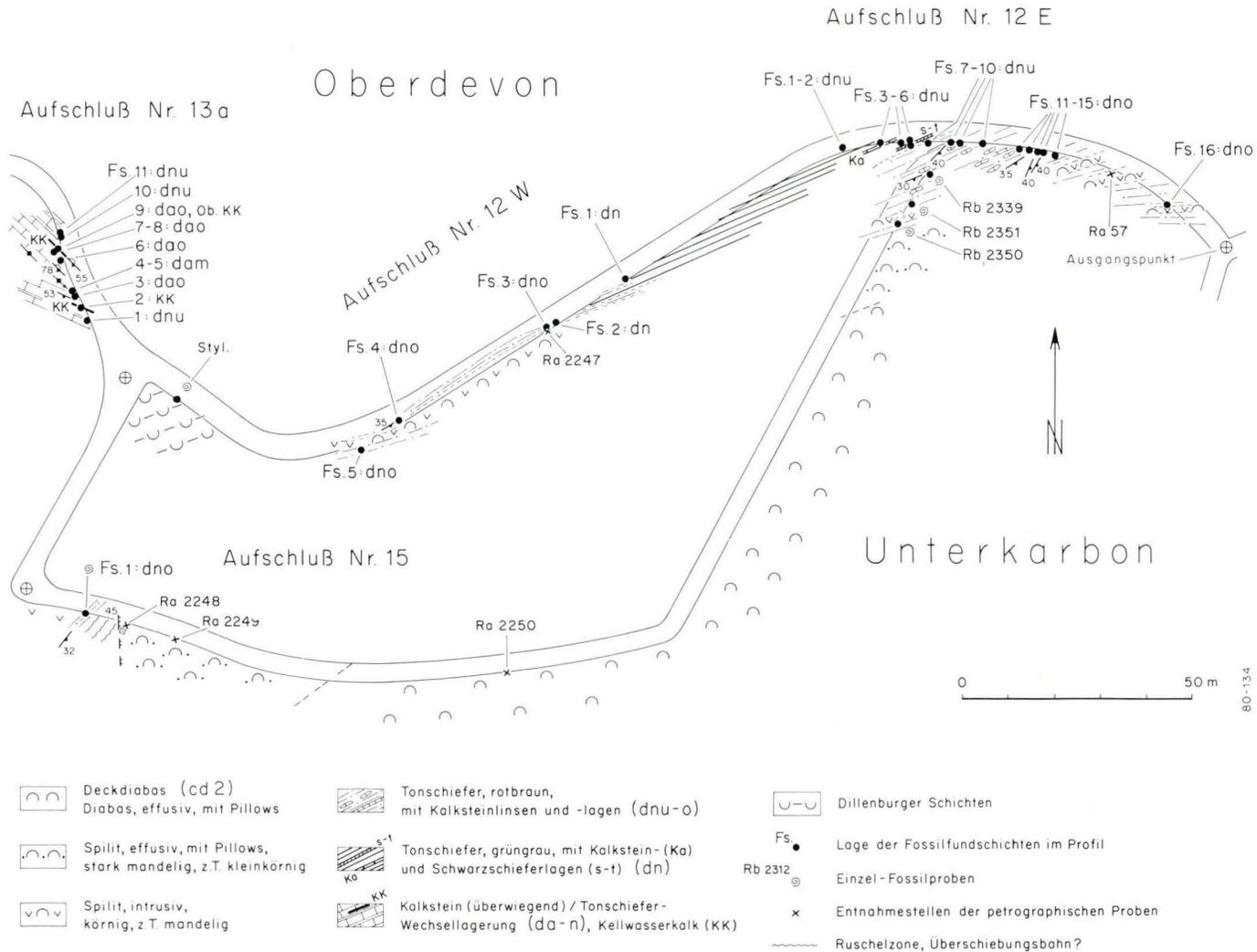


Abb. 4. Lageplan der Wegprofile an der SW-Seite des Rinkenbach-Tales. Nr. 12 E, 12 W und 13 a am unteren Hangweg, Nr. 15 am mittleren Hangweg (s. Abb. 1). Fossilbestimmungen s. Tab. 7-10.

petrographischen Untersuchungen von HENTSCHEL den Spiliten vom E-Teil des Wegprofils und von der NE-Seite des Rinckenbach-Tales ähnelt. Soweit die Aufschlußverhältnisse einen Schluß zuließen, bildet der Spilit einen geringmächtigen, in der Schichtfolge liegenden Lagergang. Bei 166 Weg-m war im Liegenden des Lagerganges keinerlei Kontaktwirkung am Rotschiefer feststellbar; bei 202 Weg-m sind die Rotschiefer im Liegenden des Spilits und bei 210 Weg-m grüngraue Tonschiefer (entfärbte Rotschiefer?) über dem Spilit nur ganz schwach gefrittet.

Die Fs. 4 liegt bei 203–204 Weg-m im Liegenden des nach SE einfallenden Langerganges, die Fs. 5 unmittelbar im Hangenden bei 213 Weg-m. In beiden Fällen handelt es sich um rotbraune, feinglimmerige, karbonatische Tonschiefer, die massenhaft entomozoide Ostracoden, seltener Conodonten und Posidonien enthalten.

Tab. 7. Conodonten und nachgewiesene Conodonten-Zonen im Profil des Aufschlusses Nr. 12 E an der SW-Seite des Rinckenbach-Tales (Abb. 1 u. 4); det. BUGGISCH. Nehden-Stufe

Conodonten - Zonen		Ob. Pal.-triangularis-Z.		Unt.-Mittl. Pal.-crepida-Z.		Ob. Pal.-crepida-Z.		Ob. Pal.-rhomboidea - bis Unt. Pal.-marginifera-Z.		Ob. Pal.-rhomboidea - bis Ob. Pal.-marginifera-Z.	
nach ZIEGLER 1971		3	7	8	9	10	12	13			
Fundschieften:											
<i>Ancyrognathus sinelamina</i>		●									
<i>Palmatolepis triangularis</i>		●	■	■							
<i>Pal. delicatula delicatula</i>		●									
<i>Pal. delicatula clarki</i>		●									
<i>Pal. triangularis</i> → <i>quadrantinodosalobata</i>		●									
<i>Pal. subperlobata</i>		●	■	■	■	■					
<i>Pal. minuta minuta</i>		●		■	■	■					
<i>Pal. crepida</i>			■	■		■					
<i>Pal. cf. regularis</i>				■							
<i>Pal. tenuipunctata</i>				■		■					
<i>Pal. minuta loba</i> ?					■						
<i>Pal. glabra pectinata</i>							■	■			
<i>Pal. glabra lepta</i>							?	■			
<i>Pal. quadrantinodosa inflexoidea</i> ?							■				
<i>Polygnathus</i> sp.				■							

Der weitere Verlauf der Nehden-Rotschiefer und des Spilit-Lagerganges konnte bei der Wegaufnahme infolge Hangschutt und Bedeckung mit Dorngebüsch nicht festgestellt werden. Mit tektonischen Störungen ist in der flachen Handelle an der Weginnenkurve zu rechnen, da ab 10 m vor dem neuen, von SSW herabkommen- den Weg Gesteine in der Fazies der Dillenburger Schichten anstehen. Es handelt sich um schwarze Tonschiefer mit schlecht erhaltenen Styliolinen und gelblich verwitterten Tuffitlagen. Das Vorkommen der Styliolinen belegt, daß diese Gesteinsfolge der tieferen Adorf-Stufe angehört (älter als höhere *cicatricosa*-Zone der Mittleren Adorf-Stufe). Für einen gestörten Schichtverband spricht außerdem das abweichende, NW-SE gerichtete Schichtstreichen der Gesteinsfolgen im weiteren Verlauf der Wegböschung bei Aufschluß Nr. 13 a.

Fossilien und Biostratigraphie der Aufschlüsse 12 E und W: Sowohl die grüngrauen als auch die rotbraunen Tonschiefer enthalten lagenweise massenhaft Steinkerne und Abdrücke entomozoider Ostracoden, seltener Conodonten; dazu fanden sich einige meist unvollständige und deformierte Reste von Makrofossilien: Posidonien, Phacopiden und Brachiopoden; so als paläontologische und biofazielle Besonderheit ein Exemplar eines Cyrtospiriferiden am neuen Weg rd. 10 m S vom Aufschluß Nr. 12 E (Abb. 4, Rb 2339).

Tab. 8. Ostracoden, Trilobiten und Lamellibranchiaten sowie die nachgewiesenen Ostracoden- und Conodonten-Zonen im Profil des Aufschlusses Nr. 12 E (Abb. 1 u. 4); det. RABIEN

Stufen:	Untere Obere Nehden-Stufe															
	Obere sigmoidale-Z.			Untere serratostrata-nehdensis-Zone										Obere		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Richterina (Richterina) costata</i> (REINH. RICHTER)													•			
<i>Richterina (Richterina) striatula</i> (REINH. RICHTER)												•	•	•	•	•
<i>Richterina (Richterina) cf. tenuistriata</i> KUMMEROW											•	•	•	•	•	•
<i>Richterina (Fossirichterina?) cf. intercostata</i> MATERN												•	•	•	•	•
<i>Entomoprimitia (Reptiprimitia) rabieni</i> (BLUMENSTENGEL)												•	•	•	•	•
<i>Entomoprimitia</i> sp., aff. <i>concentrica</i> (MATERN)												•	•	•	•	•
<i>Entomozoe (Nehdentomis) nehdensis</i> (MATERN)?						•						•	•	•	•	•
<i>Entomozoe (Nehdentomis)? aff. pseudorichterina</i> (MATERN)						•						•	•	•	•	•
<i>Entomozoe (Richterina) serratostrata</i> (G. SANDBERGER)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Entomozoe</i> sp., <i>serratostrata-nehdensis</i> -Gruppe		•			•			•					•			
<i>Ungerella sigmoidale</i> (MÜLLER-STEFFEN)	•	•														
<i>Ungerella fasciculata</i> (MÜLLER-STEFFEN)	•	•														
<i>Ungerella calcarata</i> (REINH. RICHTER)	•	•														
<i>Ungerella</i> sp.	•	•														
Phacopidae indet.		•				•			•	•						
<i>Posidonia (Guerichia)</i> sp.									•	•			•	•	•	•
Conodonten-Zonen:	(s. Tab. 7)															

Tab. 9. Ostracoden und einige Makrofossilreste (det. RABIEN) sowie Conodonten (det. BUGGISCH) im Profil des Aufschlusses Nr. 12 W und vom Aufschluß Nr. 15

Aufschlüsse: Fundsichten:	Nehden - Stufe					
	Untere					Obere
	12 W					15
	1	2	3	4	5	1
<i>Richterina (Richterina) striatula</i> (REINH. RICHTER)				•	•	•
<i>Richterina (Richterina) cf. tenuistriata</i> KUMMEROW			•	•		•
<i>Richterina (Richterina) sp.</i>	•					
<i>Richterina (Fossirichterina?) cf. intercostata</i> MATERN						•
<i>Entomoprimitia (Reptiprimitia) rabieni</i> (BLUMENSTENGEL)				•		
<i>Entomoprimitia sp., E. aff. concentrica</i> (MATERN)						•
<i>Entomozoe (Nehdentomis) nehdensis</i> (MATERN)?						•
<i>Entomozoe (Nehdentomis)? aff. pseudorichterina</i> (MATERN)	•	•	•	•	•	•
<i>Entomozoe (Nehdentomis) tenera</i> (GÜRICH)			•			
<i>Entomozoe (Nehdentomis) tenuistriata</i> (MATERN)?		•				
<i>Entomozoe (Nehdentomis) tenera vel tenuistriata</i>		•				
<i>Entomozoe (Richterina) serratostrata</i> (G. SANDBERGER)	•	•	•		•	•
<i>Entomozoe sp., serratostrata-nehdensis-Gruppe</i>		•	•	•		•
<i>Amphissites cf. parvulus</i> (PAECKELMANN)			•			
Phacopidae indet.	•	•				
<i>Posidonia (Guerichia) sp.</i>				•		•
<i>Lingula subparallela</i> G. & F. SANDBERGER ?				•		
<i>Palmatolepis glabra</i> ULRICH & BÄSSLER				■		
<i>Palmatolepis glabra cf. distorta</i> BRANSON & MEHL			■			
<i>Palmatolepis glabra leptota</i> ZIEGLER & HUDDLE				■		
<i>Palmatolepis glabra pectinata</i> ZIEGLER			■	■		
<i>Palmatolepis minuta minuta</i> BRANSON & MEHL				■		
<i>Palmatolepis perlolata schindewolfi</i> MÜLLER	■		■	■		
<i>Palmatolepis cf. glabra acuta</i> HELMS						■
<i>Polygnathus glaber glaber</i> ULRICH & BÄSSLER			■			

Die Fossilbestimmungen und biostratigraphischen Einstufungen vom östlichen Wegprofil (= Aufschluß Nr. 12 E) sind in den Tab. 7 und 8 zusammengestellt. Daraus folgt, daß die grüngrauen Tonschiefer mit den Fs. 1–6 und die tieferen Rotschiefer mit den Fs. 7–10 der Unteren Nehden-Stufe angehören, während der höhere Teil des Profils aufgrund der Ostracoden und Conodonten in die Obere Nehden-Stufe gestellt werden kann. Die grüngrauen Tonschiefer auf der Wegsohle von Fs. 1 und 2 dürften ganz dicht über der Adorf/Nehden-Grenze liegen, da sie Ostracoden der Oberen *sigmoidale*-Zone enthalten; dafür spricht auch, daß die Fs. 3 noch zur Oberen *Palmatolepis-triangularis*-Zone der Conodonten-Chronologie gehört. Die oberste Fundsicht (Fs. 16) dürfte bereits im Grenzbereich Nehden/Hemberg-Stufe liegen.

Die bestimmten Fossilien und biostratigraphischen Einstufungen vom westlichen Wegprofil (= Aufschluß Nr. 12 W) sind aus der Tab. 9 zu ersehen. Nach den gefundenen Ostracoden und Conodonten gehören die grüngrauen und rotbraunen Schiefer mit den Fs. 1–2 der Unteren und die übrigen Rotschiefer mit den Fs. 3–5 der Oberen Nehden-Stufe an.

5.4. Profil im Aufschluß Nr. 13 a

Lage : Der Aufschluß Nr. 13 a liegt auf der SW-Seite des Rinckenbach-Tales an der Böschung des mittleren Hangweges W vom Aufschluß Nr. 12 W (Abb. 1 u. 4): 330 m ENE P. 421,2; R 34 54 48, H 56 21 28.

Schichtenfolge : Als Ausgangspunkt für die geologische Aufnahme diente die 1979 neu angelegte Weggabel SE des Aufschlusses Nr. 13 a (Abb. 4). Von rd. 15–35 Weg-m stehen an der Wegböschung und z. T. auf der Wegsohle Kalksteine und Schiefer an, die keine durchgehende Schichtenfolge, sondern die beiden Flügel eines Sattels darstellen, dessen NW–SE streichende Faltenachse bei 22 Weg-m aufgeschlossen ist. Sowohl auf dem SW- als auch auf dem NE-Flügel bestanden bei der Aufnahme Aufschlußlücken; eine Freilegung des gesamten Profils war im Rahmen der geologischen Aufnahme der neuen Wegböschung nicht möglich. Folgende Schichtfolge konnte von S nach N beobachtet werden:

- Bei rd. 15 Weg-m Tonschiefer, dunkelgrau und grüngrau, gelblich verwitternd, karbonatisch; an flacher Böschung nur schlecht aufgeschlossen. Fs. 1: Unt. Nehden-Stufe.
- bei rd. 18 Weg-m Tonschiefer, dunkel-grüngrau; Kalkstein, schwarz, 1–2 cm mächtig, nach litho- und biofaziellen Merkmalen Kellwasserkalk. Lagerungsverhältnisse unklar, Ruschelzone? Fs. 2 = Fossilien des schwarzen Kalkes.
Fs. 3 = Böschungsesteine in diesem Bereich: Kalkstein, dicht, grüngraue und gelblichbraune Verwitterungsfarben; in der Verwitterungsrinde des Kalksteins massenhaft schlecht erhaltene entomozoide Ostracoden und Tentaculiten; Ob. Adorf-Stufe.
- bei 20,5 Weg-m Tonschiefer, schwarz, weißlichgraue Verwitterungsfarben, feinschichtig, feinglimmerig. Fs. 4 = 80–100 cm über der Fs. 5 auf der Sattelachse: lagenweise massenhaft die Leitform *B. (R.) cicatricosa* in dichtgedrängter Packung, seltener andere entomozoide Ostracoden und Tentaculiten. Mittl. Adorf-Stufe: *cicatricosa*-Zone bzw. Unt. *gigas*-Zone.
- bei 22 Weg-m Sattelkern im Adorf-Plattenskalk; Faltenachse 130–135° NW – SE streichend und mit 23° nach SE einfallend. Fs. 5: Mergelschiefer, dunkelgrau, grüngraue und gelblich-bräunliche Verwitterungsfarben; massenhaft *B. (R.) cicatricosa* und andere entomozoide Ostracoden enthaltend, direkt auf Sattelumbiegung aufgeschlossen. Mittl. Adorf-Stufe.
- bei 23,8 Weg-m ss 135/78 SW, inverse Lagerung.
- 24,5–28 Weg-m Aufschlußlücke
- bei 29 Weg-m Fs. 6 = 60–65 cm über Kellwasserkalk der Fs. 9: Kalkstein, grau bis grüngrau, gelbliche Verwitterungsfarben, dicht; massenhaft meist unvollständige Tentaculiten-Reste der *Homoctenus-tenuicinctus-ultimus*-Gruppe, Ostracoden-Reste sehr selten.
- bei 29,5 Weg-m ss 135/55 SW, inverse Lagerung.
- bei 30 Weg-m Fs. 7 = 20–30 cm über Kellwasserkalk der Fs. 9: Tonschiefer, grüngrau, gelblich und braunfleckig verwitternd, karbonatisch, viele feine Glimmerschüppchen auf Schichtflächen. Die Leitart *E. splendens* und *H. ultimus* kommen häufig, die übrigen in Tab. 10 Fs. 7 aufgeführten Fossilien nur selten vor. Ob. Adorf-Stufe.
Fs. 8 = 0–5 cm über Kellwasserkalk der Fs. 9: Tonschiefer, grüngrau, gelblich verwitternd, karbonatisch, feinglimmerig. Die Leitart *E. splendens* und *H. ultimus* sind sehr häufig, die übrigen in Tab. 10 Fs. 8 aufgeführten Fossilien sehr selten. Ob. Adorf-Stufe.
Fs. 9: Oberer Kellwasserkalk-Horizont, ca. 30 cm mächtiger Horizont schwarzer Tonschiefer und schwarzer Kalksteine, bei 28–31,5 Weg-m an der Wegböschung und der westlichen Wegsohle durchstreichend (etwa 4 m unter Fs. 5 vom

Fossilien und Biostratigraphie: Die Fossilbestimmungen und biostratigraphischen Einstufungen sind in der Tab. 10 zusammengestellt. Die Lage der Fundschichten ist auf der Abb. 4 eingezeichnet; nähere Angaben über die Ausbildung der Fundschichten, ihre Lage im Wegprofil und die Häufigkeit der in Tab. 10 aufgeführten Fossilien enthält oben der Abschnitt über die Schichtenfolge.

Fs. 1 wird durch das häufige Auftreten der *Ungerella*-Arten der *sigmoidale*-Zone charakterisiert; nach dem gleichzeitigen Vorkommen von *Entomozoe* (*Richteria*) *serratostrata* gehört die Fs. 1 bereits dem höheren, an der Basis der Nehden-Stufe liegenden Teil der *sigmoidale*-Zone an. Daraus folgt, daß die jüngsten Schichten vom SW-Flügel des Sattels mit den tiefsten Schichten des Wegprofils Nr. 12 E (Fs. 1 u. 2) stratigraphisch parallelisiert werden können. Die Schichtfolge des Aufschlusses Nr. 13 a setzt also das Nehden-Profil des Aufschlusses Nr. 12 E nach unten bis zur *cicatricosa*-Zone der Mittl. Adorf-Stufe fort.

Bei der Fs. 2 sind (wie oben angeführt) die Lagerungsverhältnisse an der flachen, schlecht aufgeschlossenen Wegböschung unklar. Die in den schwarzen Kalksteinproben und den begleitenden Tonschiefern aufgefundenen Fossilien sprechen aus folgenden Gründen für keine einheitliche Fundschicht und die Existenz einer Störungszone: In den wenigen Kalksteinproben, die aufgesammelt werden konnten, fanden sich nur die in Tab. 10 Fs. 2 aufgeführten beiden Ostracoden-Arten und einige nicht näher bestimmbar *Buchiola*-Reste. Die Kalksteinproben zeigen die litho- und biofaziellen Merkmale des Kellwasserkalkes; die aufgefundenen Ostracoden erlauben jedoch keine nähere Einstufung; außerdem fehlen die im oberen Kellwasserkalk des NE-Flügels (Fs. 9) massenhaft vorhandenen Tentaculiten. Einige der schwarzen Kalksteinproben, die allerdings keine Ostracoden- und Muschelreste enthielten, lieferten die in Tab. 10 Fs. 2 genannten Conodonten, die eine Einstufung der Proben in die Obere *crepida*-Zone der höheren Unteren Nehden-Stufe gestatten. Damit ist belegt, daß im Rinkenbach-Tal schwarze, dem Kellwasserkalk ähnliche Kalksteine in der höheren Unteren Nehden-Stufe vorkommen. Eine Störungszone im Bereich der Fs. 2 wird außerdem dadurch angezeigt, daß 4 Tonschieferproben, die unmittelbar neben den schwarzen Kalksteinproben an der Böschung entnommen wurden, ein unterschiedliches Alter aufweisen: 1 Probe enthielt Ostracoden der *cicatricosa*-Zone der Mittl. Adorf-Stufe, 3 Proben Ostracoden der *serratostrata-nehdensis*-Zone der Nehden-Stufe. In der Tab. 10 Fs. 2 sind nur die Bestimmungen aus den schwarzen Kalksteinproben aufgeführt.

Lagerungsverhältnisse: (Abb. 4): Die geologische Aufnahme des Aufschlusses 13 a ergab, daß es sich um eine Sattelstruktur handelt, deren Faltenachse mit 130–135° NW–SE streicht und mit 23° nach SE einfällt. Auf beiden Sattelflügeln fallen die Schichten nach SW ein und zwar gemäß den biostratigraphischen Einstufungen der Fs. 1–11 auf dem SW-Flügel in normaler, auf dem NE-Flügel in überkippter Lagerung. Die Gesteinsschichten sind also an dieser Stelle des Rinkenbach-Tales isoklinal gefaltet worden, was in der Dillmulde eine seltene Ausnahme darstellt.

Außerdem ist das NW–SE-Streichen der Faltenachse ungewöhnlich. Diese Streichrichtung steht fast genau senkrecht zu dem an diesem Berghang kartierten

SW–NE-Streichen der Sediment- und Vulkanit-Züge. So zieht sich vom Wegprofil Nr. 14 über 13 a und b (s. Abb. 1) in SW–NE-Richtung ein Bergrücken hinab, der im unteren Teil weitgehend vom Adorf-Plattenkalk aufgebaut wird. RABEN konnte 1955 bei Begehungen und Fossilauflösungen feststellen, daß in diesem Bergrücken zwischen dem heutigen Aufschluß Nr. 13 a und dem tieferen Hangweg bei 80 m NNE vom Aufschluß Nr. 13 a eine Kalkstein/Schiefer-Folge entlang zieht, die vorwiegend der Mittl. Adorf-Stufe (*cicatricosa*-Zone) angehört. Beim Aufschluß 13 b ließ sich bereits ein Einschwenken des Schichtstreichens in W–E-Richtung beobachten: ss 85–90/25 S. Das abweichende Streichen der Sattelstruktur im Aufschluß Nr. 13 a dürfte im Zusammenhang mit tektonischen Störungen stehen, die im nicht aufgeschlossenen Gebiet der Hangdelle zwischen den Aufschlüssen Nr. 12 und 13 vermutet werden können.

5.5. Profil am mittleren Hangweg der SW-Seite (Nr. 15)

Lage: Der als Nr. 15 auf der Übersichtskarte (Abb. 1) bezeichnete Weg liegt am SW-Hang des Rinkenbach-Tales oberhalb des Wegprofils Nr. 12. Es handelt sich um einen 1979 neu angelegten Weg, der nördlich der alten Waldgrenze unterhalb der 380-m-Höhenlinie der TK 25 entlang führt und dessen ungefähre Verlauf auf dem Lageplan (Abb. 4) dargestellt ist. Ausgangspunkt für die Wegaufnahmen und die Lokalisierung der Fundpunkte ist die Wegbiegung 50–55 m SSW der Weggabel SE Aufschluß 13 a der Abb. 4 bzw. rd. 310 m E P. 421,2; R 34 54 47, H 56 21 22 (Abb. 1 und 4).

Schichtenfolge: Von W nach E war folgende Gesteinsfolge an der Wegböschung zu beobachten:

- 14 Weg-m Hangschutt, überwiegend feinkörniger, mandeliger Spilit oder Diabas, einzelne Rotschiefer-Lesesteine.
- 17 Weg-m Tonschiefer, rotbraun, feinglimmerig, karbonatisch; ss 40/32 SE. Fs. 1.
- 22 Weg-m Ruschelzone: graugrüne Schiefer mit Spilit-Brocken (z. T. von Pillows?) in verquetschter, wirrer Lagerung. Schichtstörung durch submarinen Vulkanismus und/oder tektonisch bedingt, Überschiebungsbahn?: 0/45 E.
- 45 Weg-m Spilit, grüngrau, stark mandelig, z. T. mit guter Pillow-Absonderung, an Böschung anstehend, Petrographische Proben bei 24 Weg-m (Ra 2248, Schl.-Nr. 22.180) und bei 35 Weg-m (Ra 2249, Schl.-Nr. 22.181). Ein stark karbonatisierter effusiver Spilit, der makroskopisch den Mandel-Spiliten von der NE-Talseite ähnelt und dem nach Dünnschliffuntersuchungen von HENTSCHEL die petrographischen Merkmale des unterkarbonischen Deckdiabases fehlen, so daß er zu den Spiliten der Jungoberdevon-Phase gestellt werden kann.
- 85 Weg-m Ohne Aufschluß, nur Spilit- und Diabas-Lesesteine in einem flachen Quertälchen, in dem die Grenze zwischen dem oberdevonischen Spilit und dem unterkarbonischen Deckdiabas anzunehmen ist.
- 145 Weg-m Mandel-Diabas mit Pillow-Absonderung, z. T. rötlich geflammt, an der Wegböschung mehr oder weniger gut anstehend. Petrographische Probe bei 108 Weg-m (Ra 2250, Schl.-Nr. 22.182). HENTSCHEL bestätigte durch Dünnschliffuntersuchung die Geländediagnose, daß es sich um den effusiven, unterkarbonischen Deckdiabas handelt. Stratigraphische Einstufung s. Nachtrag S. 93.

An dem weiter in NE-Richtung zum Aufschluß Nr. 12 E herabführendem Wege (Abb. 4) wurden teils nach Lesesteinen, teils im Anstehenden der Deckdiabas und unmittelbar im Hangenden der Rotschiefer ein grüngrauer Mandelstein beobachtet, der nach seinem Aussehen offenbar wieder dem oberdevonischen Spilit zuzurechnen ist.

Fossilien, Biostratigraphie und Lagerungsverhältnisse: In dem Rot-schiefer bei 14–17 Weg-m (Fs. 1) kommen lagenweise massenhaft entomozoide Ostracoden vor; außerdem wurden einige Posidonien-Reste und ein Conodont gefunden. Die bestimmten Fossilien sind in der Tab. 9 Aufschluß 15 Fs. 1 zusammengestellt. Nach den Ostracoden handelt es sich biostratigraphisch um die Obere *serratostriata-nehdensis*-Zone im Grenzbereich Obere Nehden-/Untere Hemberg-Stufe.

In den grüngrauen Schiefen der Ruschelzone bei 14–17 Weg-m konnten keine Fossilien gefunden werden. Infolge der gestörten Lagerungsverhältnisse kann bei diesem Aufschluß nichts über das Alter der Sedimente im unmittelbar Liegenden des Spilites gesagt werden. Die Ruschelzone kann sowohl durch den jungoberdevonischen submarinen Vulkanismus als auch, oder zusätzlich, tektonisch verursacht worden sein.

Über die Obergrenze des Spilites lassen sich ebenfalls keine genauen Angaben machen, da zwischen dem anstehenden Spilit und dem anstehenden Deckdiabas eine Aufschlußlücke von rd. 40 m liegt. Nach den Hanglesesteinen sieht es so aus, als ob der unterkarbonische Deckdiabas unmittelbar dem jungoberdevonischen Spilit auflagert. Das Fehlen der Devon/Karbon-Grenzschichten ist entweder faziell-paläogeographisch oder tektonisch bedingt. Von KAYSER (1907) und KEGEL (1931) war der gesamte Abschnitt des Weg-Profiles Nr. 15 mangels Aufschlüssen als Deckdiabas kartiert worden.

5.6. Profil am oberen Hangweg der SW-Seite (Nr. 14)

Lage: Der auf Abb. 1 mit Nr. 14 bezeichnete Weg liegt an der Oberkante des SW-Talhanges etwas oberhalb (W) der 400-m-Höhenlinie der TK 25. Den Ausgangspunkt für die Aufnahme des Wegprofils (= „O m“ auf Abb. 5) bildet die Weggabel 230 m SE P. 421,2; R 34 54 37; H 56 21 12.

Erforschungsgeschichte: Nach den geologischen Kartierungen von KAYSER (1907) und KEGEL (1931) endete das Oberdevon bereits unterhalb (E) des Hangweges, der bereits ganz im Gebiet des unterkarbonischen Deckdiabases liegen sollte; LIPPERT konnte in diesem sehr schlecht aufgeschlossenen Gebiet aufgrund von Bohrungen und anhand von spärlichen Lesesteinen das Fortstreichen des Oberdevons bis etwa 500 m weiter nach SW verfolgen. Eine kleine Verbesserung der geologischen Aufschlußverhältnisse wurde in dem in Abb. 5 dargestellten Abschnitt durch Wegebaumaßnahmen erzielt, da von einer Planierraupe das Anstehende teilweise auf der Wegsohle oder an einer ganz flachen westlichen Böschung etwas aufgeschürft worden war. Hierdurch ließ sich 1978 an dieser Stelle feststellen, was für Sedimente und Vulkanite dort vorkommen und in welcher Richtung sie streichen.

Schichtenfolge (Abb. 5): Von S nach N konnte nach Böschunglesesteinen und den kleinen Aufschlüssen am W-Wegrand folgende Gesteinsfolge aufgenommen werden:

- 34-50 Weg-m Spilit, stark mandelig, grüngrau, nur Böschunglesesteine. Makroskopisch ähnlich dem jungoberdevonischen effusiven Spilit vom tiefergelegenen Hangweg Nr. 15. HENTSCHEL bestätigte durch Dünnschliffuntersuchung der Probe Ra 2213 (Schl.-Nr. 22.175) diese Geländediagnose.

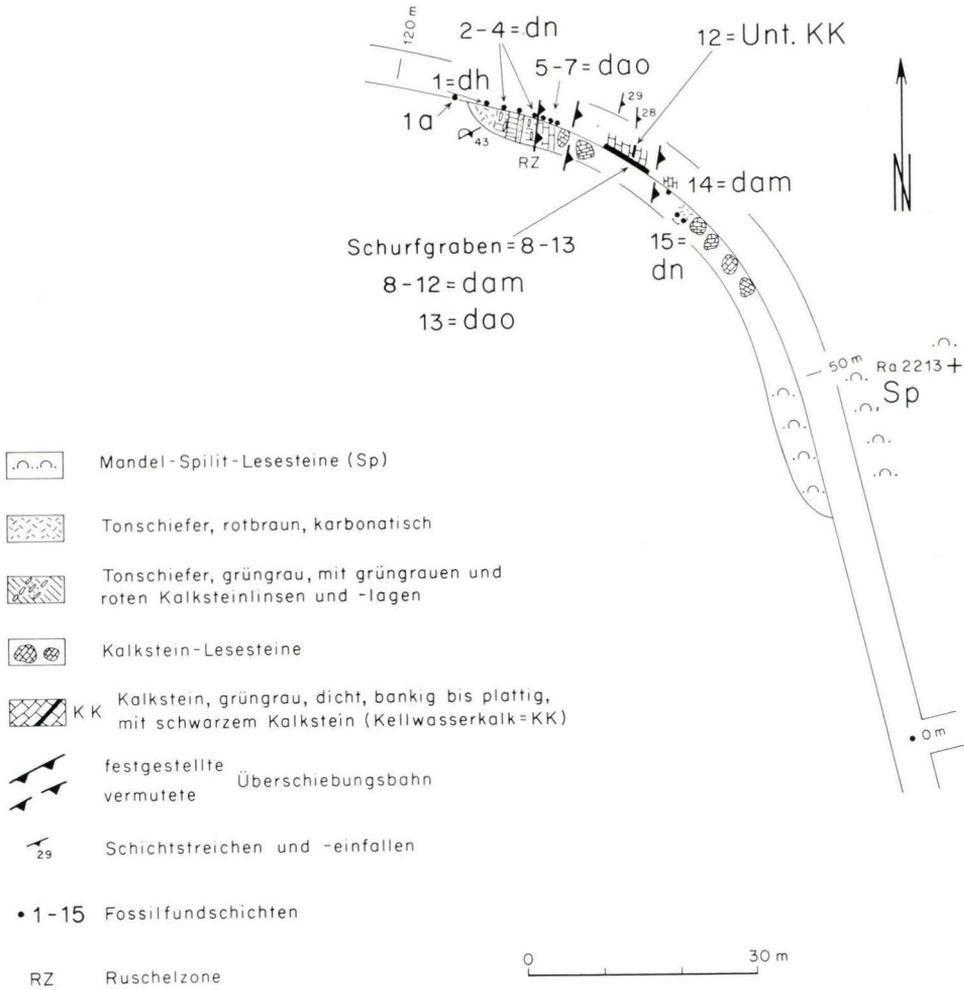


Abb. 5. Lageplan des Profils Nr. 14 am oberen Hangweg der SW-Seite des Rinkenbach-Tales (s. Abb. 1). Fossilbestimmungen der Fs. 1-15 s. Tab. 11 u. 12.

- 62-75 Weg-m Kalkstein, grau, Böschunglesesteine (ebenso bei 70-75 Weg-m an NE-Seite der Forststraße), wahrscheinlich in diesem Bereich der Forststraße von der Sohle durch Planieraupe abgeschoben.
- 75-77 Weg-m Tonschiefer, rotbraun, feinglimmerig; angeschobene Böschunglesesteine, wahrscheinlich dicht über Anstehendem lagernd. Fs. 15: massenhaft schlecht erhaltene entomozoide Ostracoden, seltener Conodonten und Makrofossilreste. Mittl. Nehden-Stufe.
- bei 80 Weg-m Kalkstein, dunkelgrau, grüngraue und gelbbraune Verwitterungsfarben, dicht; offenbar nur wenig vom Anstehenden verschobene Blöcke. Fs. 14: Ostracoden, Tentaculiten und Conodonten der Mittl. Adorf-Stufe.

- 85–90 Weg-m Kalkstein, grau, dicht, dünnplattig, mit dünnen karbonatischen Schiefereinlagerungen; im oberen Teil Kellwasserkalk-Horizont. Von SE nach NW konnte von oben nach unten folgendes Profil neben der Böschung im Anstehenden (ss 186–13/28–30 E) freigeschürft werden:
- 0,25 m Kalkstein, grau, grünlichgrau verwittert, dicht, plattig. Fs. 13: Conodonten, Ob. *gigas*-Zone.
- 0,20–0,25 m Tonschiefer, schwarz, bituminös, verruschelt; Einlagerung von ca. 3 cm mächtigem schwarzem, bituminösem Kalkstein = Fs. 12: Fossilreicher Unterer Kellwasserkalk-Horizont, obere Mittl. Adorf-Stufe.
- ca. 1,50 m Kalkstein, grau, weißliche und gelbbraunliche Verwitterungsfarben, dicht, dünnplattig, mit dünnen, karbonatischen, grüngrauen, gelblich verwitternden Schieferzwischenmitteln. Fs. 11 = im unmittelbar Liegenden des Kellwasserkalk-Horizontes; Fs. 10 = Mergelschiefer ca. 30 cm unter OK; Fs. 9 = 60–70 cm unter OK; Fs. 8 = 150 cm unter OK. Fs. 8–11 = Mittl. Adorf-Stufe.
- Liegendes: ca. 25 cm Kalkstein, weiter nicht anstehend aufgeschlossen, nur Kalksteinleesteine.
- 98–99 Weg-m Kalkstein, grau, dicht, dünnplattig, an Böschung anstehend, ca. 0,7 m Profilmächtigkeit; ss 5–10/35 SE. Fs. 7 ca. 0,2 m über Fs. 6; Fs. 6 bei 98,5 Weg-m direkt über schwarzen Kalksteinlinsen; Fs. 5 im Liegenden von Fs. 6 an der Basis des Kalksteinhorizontes (= OK der liegenden Ruschelzone): schwarze Kalksteinlinsen in der Fazies des Kellwasserkalkes (= Fs. 5 a) und grauer, dichter Kalkstein mit bituminösen Kluffbestegen und Linsen (= Fs. 5). Fs. 7–5: Ob. Adorf-Stufe; Fs. 5 a = Unt. Kellwasserkalk, höherer Teil?
- 99–99,5 Weg-m Ruschelzone: Tonschiefer, grüngrau, gelblich verwitternd, ca. 0,5 m mächtig.
- 100–105 Weg-m Tonschiefer, grüngrau, gelblich verwitternd, feinglimmerig, mit kleinen Kalksteinknollen (ca. 2 m mächtig) und einer 0,3–0,4 m mächtigen Einlagerung von rotbraunem Tonschiefer (bei 102 Weg-m) an flacher Wegböschung aufgeschlossen. Fs. 4 = Tonschiefer und Kalksteinknollen 0–0,6 m unter Ruschelzone; Unt. Nehden-Stufe, höherer Teil. Fs. 3 = grüngrauer Tonschiefer 0,2–0,4 m unter Rotschieferinlagerung bei 102,5 Weg-m; Nehden-Stufe. Fs. 2 = Kalksteinknollen im grüngrauen Tonschiefer bei 104,5 m Weg-m; Ob. Nehden-Stufe.
- 105–111 Weg-m Tonschiefer, rotbraun, feinglimmerig; an flacher Böschung in ca. 2,5 m Mächtigkeit schlecht aufgeschlossen; bei 108 Weg-m: ss ca. 65/40 SE. Fs. 1 bei 107 Weg-m und Fs. 1 a bei 111,5 Weg-m, etwa 1 m im Liegenden von Fs. 1; Grenzbereich Nehden-/Hemberg-Stufe, wahrscheinlich Unt. Hemberg-Stufe.

Fossilien und Biostratigraphie: Die bestimmten Fossilien und biostratigraphischen Einstufungen sind in den Tab. 11 und 12 zusammengestellt. Die Lage der Fundschichten ist der Abb. 5 zu entnehmen; nähere Angaben über die Lokalisierung und die Art der Fundschichten sind oben im Abschnitt über die Schichtenfolge angeführt.

Paläontologisch und biostratigraphisch bemerkenswert ist vor allem das Vorkommen des fossilreichen Unt. Kellwasserkalkes der Fs. 12 mit einer reichen Ostracoden-, Muschel- und Tentaculiten-Fauna. Die meisten Proben werden charakterisiert durch *Entomoprimitia nitida*, der Leitart des mittleren und tiefen Teils des Unt. Kellwasserkalk-Horizontes am locus typicus. Nur auf drei der 61 Probestücke kommt sehr häufig *Entomozoe (Nehdentomis) pseudophalma* vor; da auf diesen drei Proben keine *Entomoprimitia nitida* zu finden ist, liegt die Vermutung nahe, daß in diesem geringmächtigen Kellwasserkalk-Horizont bereits eine stratigraphische Sonderung beider Ostracoden-Arten auftritt, was jedoch in

Tab. 11. Conodonten und nachgewiesene Conodonten-Zonen im Profil Nr. 14 (Abb. 1 u. 5); det. BUGGISCH. Mittlere Adorf- bis Obere Nehden-Stufe. Einstufung von Fs. 2 + 4 s. Kap. 5.6

Conodonten-Zonen nach ZIEGLER 1971 und SANDBERG & ZIEGLER 1973	(2) Unt. marginifera-Zone (4) Ob. crepida-Zone		Obere crepida-Zone				Untere gigas-Zone				Obere gigas-Zone A-triangularis- bis Untere gigas-Zone			Untere rhomboidea-Zone
	2+4	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15		
<i>Palmatolepis crepida</i>	•	•												
<i>Pal. glabra lepta</i>	•											?		
<i>Pal. glabra prima</i>	•	•										•		
<i>Pal. glabra pectinata</i>	•	•										•		
<i>Pal. gracilis gracilis</i>	•											•		
<i>Pal. marginifera marginifera</i>	•											•		
<i>Pal. marginifera tuber</i>	•											•		
<i>Pal. minuta minuta</i>	•											?		
<i>Pal. minuta loba</i>												•		
<i>Pal. perlobata schindewolfi</i>	•													
<i>Pal. quadrantinodosa inflexa</i>	•													
<i>Pal. quadrantinodosa ssp.</i>												•		
<i>Pal. quadrantinodosalobata</i>	•											•		
<i>Pal. cf. regularis</i>		?												
<i>Pal. subperlobata</i>	•	•												
<i>Pal. tenuipunctata</i>	•	•												
<i>Polygnathus glaber glaber</i>	•													
<i>Pal. nodocostatus nodocostatus</i>	•													
<i>Ancyrodella curvata</i>			•	•	•	•				•				
<i>A. gigas</i>			•				•	•		•				
<i>A. ioides</i>			•					•						
<i>A. nodosa</i>			•					•	•	•	•			
<i>Ancyrognathus asymmetricus</i>			•	•	•					•	•			
<i>Ancyrognathus triangularis</i>						•	•		•	•	•			
<i>Polygnathus decorosus s.l.</i>			•	•	•	•	•			•	•			
<i>Palmatolepis gigas</i>			•	•	•	•	•	•	•	•	•			
<i>Pal. subrecta</i>			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
<i>Pal. unicornis</i>			•		?	•	•	•	•	•	•			

diesem Falle nicht profilmäßig belegt ist (s. dazu RABIEN 1970: 124–125 u. in BUGGISCH et al. 1978: 97–98).

Schwierigkeiten ergaben sich bei der biostratigraphischen Einstufung der Fs. 2, da bei der Aufbereitung die Proben von Fs. 2 und 4 vermischt worden waren. Diese künstliche Mischfauna ist in Tab. 11 Fs. 2 + 4 aufgeführt. Eine biostratigraphische Trennung und Einstufung beider Fundschichten wurde möglich, da die Aufbereitung von zusätzlichem Material der Fs. 4 die in Tab. 11 Fs. 4 aufgeführten Conodonten und eine Einstufung als Ob. *crepida*-Zone ergab. Werden aus der künstlichen Mischfauna (Fs. 2 + 4) alle Conodonten herausgenommen, die aus der

Tab. 12. Ostracoden, Lamellibranchiaten und Tentaculiten im Profil Nr. 14 (Abb. 1 u. 5); det. RABIEN. Mittlere Adorf-Stufe bis Grenzbereich Obere Nehden-/Untere Hemberg-Stufe

Stufen:	dh/ dno	dn	dnu	da	dao	dam	damo	dam	dn	
Fundschichten:	1	3	4	5a	5	6	10	12	14	15
<i>Richterina (Richterina) costata</i> (REINH. RICHTER)	•									
<i>Richterina (Richterina) striatula</i> (REINH. RICHTER)	•									
<i>Richterina (Richterina) cf. tenuistriata</i> KUMMEROW		•	•							•
<i>Richterina (Fossirichterina?) cf. intercostata</i> MATERN	•									
<i>Entomozoe (Richteria) serratostrata</i> (G. SANDBERGER)			•							•
<i>Entomozoe sp. serratostrata-nehdensis-Gruppe</i>		•	•							•
<i>Entomozoe (Nehdentomis) nehdensis</i> (MATERN)		?	•							
<i>Entomozoe (Nehdentomis) tenera</i> (GÜRICH)			?							
<i>Entomozoe (Nehdentomis) pseudorichterina</i> (MATERN)									?	
<i>Entomozoe (Nehdentomis) pseudophthalma</i> (VOLK)				•				•		
<i>Ungerella sp.</i>				•				•		
<i>Entomoprimitia (Entomoprimitia) nitida</i> (FA. ROEMER)				•				•		
<i>Entomoprimitia</i> * sp.				•				•		
<i>Richterina (Volkina) zimmermanni</i> (VOLK)				•				•		
<i>Bertillonella (B) subcircularis</i> STEWART & HENDRIX								?		
<i>Bertillonella (B) ? fabaeformis</i> (MÜLLER-STEFFEN)								•		
<i>Bertillonella (Rabienella) cicatricosa</i> (MATERN)							•		•	
Cephalopoda indet.				•				•		
<i>Buchiola angulifera</i> (FA. ROEMER)				•				•		
<i>Buchiola cf. retrostrata</i> (VON BUCH)				•				•		
<i>Buchiola sp.</i>				•				•		
<i>Posidonia (Guerichia) sp.</i>										•
<i>Homoctenus tenuicinctus</i> (FA. ROEMER)								•	•	
<i>Homoctenus ultimus</i> ZAGORA					•	•				
<i>Homoctenus sp., H.-tenuicinctus-Gruppe</i>				•		•	•			

Ob. *crepida*-Zone stammen können, so müssen die restlichen Conodonten der Fs. 2 angehören. Mit *Palmatolepis marginifera marginifera* und *Pal. quadrantinodosa inflexa* ergibt sich für die Fs. 2 somit eine eindeutige Altersdatierung als Unt. *marginifera*-Zone.

Eine Probe (Rb 2311, Rotschiefer u. kleine Kalkknollen), die nachträglich bei 111,5 Weg-m aus dem tiefsten Teil der aufgeschlossenen Rotschiefer entnommen wurde, enthielt zusätzlich zu den in Tab. 11 aufgeführten Conodonten folgende Arten (Fs. 1 a = ca. 1 m unter Fs. 1):

- Palmatolepis glabra lepta*
- Palmatolepis glabra pectinata*
- Palmatolepis marginifera marginifera*
- Palmatolepis minuta minuta*
- Polygnathus glaber glaber*
- Polygnathus nodocostatus*

Daraus folgt eine Datierung der Fs. 1a als *marginifera*-Zone, wahrscheinlich gehört sie dem höchsten, bereits in der Unt. Hemberg-Stufe liegenden Teil dieser Zone an.

Lagerungsverhältnisse (Abb. 5): Im SE-Teil des Wegprofils kann auf die Gesteinsfolge nur nach Böschungsesteinen geschlossen werden (s. o. Abschn. Schichtenfolge). Da die Rotschiefer der Fs. 15 und die südlich anschließenden Kalksteine offenbar unweit vom Anstehenden entfernt liegen, kann von oben nach unten auf folgende Abfolge geschlossen werden:

Jungoberdevonischer Spilit
 Jungoberdevonischer Kalkstein
 Nehden-Rotschiefer

Sofern die Kalksteinblöcke der Fs. 14 die dort durchstreichende Gesteinsfolge repräsentieren, was sehr wahrscheinlich ist, setzt das SE-Profil mindestens bereits in der Mittl. Adorf-Stufe ein. Danach müßte zwischen den Kalksteinen der Fs. 14 und der Kalksteinfolge des Schurfgrabens (Fs. 8–13) eine Überschiebung hindurchlaufen, da die oberste, nach E einfallende Bank des Schurfgrabens (Fs. 13) ein jüngerer Alter hat als der Kalkstein von Fs. 14.

Im Schurfgraben wurde eine anstehende Gesteinsfolge angetroffen, die bei N–S gerichtetem Streichen und östlichem Einfallen ein normal lagerndes Profil von Schichten der Mittl. und Ob. Adorf-Stufe umfaßt (Tab. 11 Fs. 8–13; Tab. 12 Fs. 10 u. 12).

Das nächste, nach W folgende anstehende Schichtpaket mit den Fs. 5–7 hat wieder ein jüngerer Alter als die unteren Fundschichten (Fs. 8–12) des Schurfgrabens. Danach könnte es sich bei den Kalksteinbänken der Fs. 5–7, die wieder N–S streichen und mit 35° nach E einfallen, entweder um den inversen Flügel eines isoklinalen Speziatsattels oder um eine weitere Teilschuppe mit normaler Schichtlagerung handeln. Für eine normale Lagerung der Kalksteinbänke spricht das Auftreten von *Ancyrodella ioides* und *Ancyrodella nodosa* in der tiefsten Fs. 5 und das Fehlen dieser beiden Arten in den höheren Fs. 6 und 7. Gemäß der Conodonten-Chronologie endet die Lebenszeit von *Ancyrodella ioides* an der Obergrenze der Unt. *gigas*-Zone und die Lebenszeit von *Ancyrodella nodosa* im tiefsten Teil der Ob. *gigas*-Zone. Die Fs. 5 ist daher als tiefste Ob. *gigas*-Zone bzw. als Grenzbereich Unt./Ob. *gigas*-Zone zu datieren, während die Fs. 6 und 7 einem höheren Teil der Ob. *gigas*-Zone angehören können.

Sofern diese stratigraphische Deutung richtig ist, muß im Liegenden der Kalksteinfolge von Fs. 5–7 in der Ruschelzone eine weitere Überschiebungsbahn verlaufen, da die darunter folgenden grüngrauen und rotbraunen Tonschiefer eindeutig invers lagern: Gemäß den biostratigraphischen Datierungen für die Fs. 4 (oben) bis 1 und 1 a (unten) gehören die obersten Schichten unter der Ruschelzone der höheren Unt. Nehden-Stufe an, während die tiefsten Schichten in den Grenzbereich Nehden-/Hemberg-Stufe, sehr wahrscheinlich in die Unt. Hemberg-Stufe zu stellen sind.

Aus den biostratigraphischen Einstufungen der Fs. 1 a–15 und den Lagerungsverhältnissen in den aufgeschlossenen Gesteinsschichten folgt, daß es sich in dem Abschnitt zwischen den Fs. 1a und 15 um eine Sattelstruktur handelt. Die Kernschichten bestehen aus einer zerschuppten, der Mittleren und Oberen Adorf-Stufe angehörenden Gesteinsfolge, die abweichend von der in diesem Gebiet

angenommenen Richtung N-S erreicht. Auf beiden Seiten wird der Sattelkern von grüngrauen und rotbraunen Schiefen der Nehden-Stufe ummantelt. Die Schichten auf dem W-Flügel liegen flach invers; soweit die Einmessung der Rotschiefer bei 108 Weg-m an der schlecht aufgeschlossenen Böschung einen Schluß zuläßt, schwenken die Schiefer unterhalb der tiefsten, westlichsten Überschiebungsbahn (RZ auf Abb. 5) in die „normale“ SW-NE-Richtung ein.

6. Zusammenfassung der Ergebnisse und Anmerkungen

6.1. Paläontologie

Alle Fossilbestimmungen sind unten im Kap. 7 listenmäßig zusammengestellt; Tab. 1-12 zeigen, welche Fossilien in welchen Fundschichten, Zonen und Stufen der beschriebenen Profile vorkommen. Aus 100 Fundschichten wurde ein Fossilmaterial gewonnen, das an Menge, Artenzahl und stratigraphischer Reichweite die bisherigen Kenntnisse um ein vielfaches erweitert. Das gilt besonders für die Conodonten, deren Vorhandensein im Nehden-Rotschiefer des Rinckenbach-Tales bereits von KEGEL (1934 a: 540; s. Kap. 3) ohne nähere Bestimmungen gemeldet wurde. Die Kalksteinbänke und Kalknollen lieferten die meisten und besterhaltenen Conodonten; außerdem wurden Einzelexemplare auf den Schichtflächen der Tonschiefer bestimmt. Das Zusammenvorkommen von Conodonten und Ostracoden in 7 biostratigraphischen Zonen von der Mittl. Adorf-Stufe bis zu Unt. Dasberg-Stufe gestattete einen Vergleich von Conodonten- und Ostracoden-Chronologie.

In den rotbraunen und grüngrauen Ton- und Mergelschiefen kommen lagenweise entomozoide Ostracoden massenhaft, oft in dichter Packung vor. Infolge der allzu dichten Lagerung der Steinkerne und Abdrücke und besonders wegen der starken tektogenetischen Deformation ist ihre Erhaltung jedoch meist sehr mangelhaft und eine genaue Bestimmung schwierig. Die durch Schieferung der tonigen Gesteine verursachte Verzerrung der Fossilien wirkte sich besonders ungünstig auf die (gegenüber den Ostracoden) verhältnismäßig sehr seltenen Makrofossilien aus. So ließen sich die meisten deformierten Muschel- und Trilobiten-Reste nur als *Posidonia* (*Guerichia*) und Phacopidae bestimmen. Nur 8 Trilobiten-Köpfe (von den Profilen Nr. 10 und 11) ließen eine Bestimmung als *Trimerocephalus caecus* und *Trimerocephalus* cf. *mastophthalmus* zu (die Hälfte dieser 8 schlecht erhaltenen Trilobiten-Köpfe bestimmte freundlicherweise Dr. H. ALBERTI, der auch die übrigen Bestimmungen von RABIEN überprüfte und bestätigte).

MATERN und KEGEL hatten, wie im Kap. 3 aufgeführt wurde, 2 Trilobiten-Arten und 1 Ostracoden-Art aus der Adorf-Stufe und 2 Trilobiten- und 10 Ostracoden-Arten aus der Nehden-Stufe auffinden und bestimmen können. Bei den beiden aus der Nehden-Stufe aufgeführten Ostracoden-Arten, *Entomis* (*Entomis*) *globulus* und *Entomidella angusta*, handelt es sich jedoch um Pseudoarten, das heißt um deformierte Exemplare von *Entomozoe* (*Richteria*) *serratostrata* und anderen Ostracoden-Arten; bei *Entomis* (*Richteria*) cf. *taeniata* ist nicht klar, was unter diesem Artnamen zu verstehen ist (RABIEN 1954: 93-94, 105,

255–256). Bei einem Vergleich von MATERNschem Belegmaterial aus dem Rinkenbach-Tal, das im Senckenberg-Museum aufbewahrt wird, fanden sich die damaligen Feststellungen bestätigt.

Problematisch ist ferner, welche Formen von KEGEL und MATERN zu der Ostracoden-Art *Entomis* (*Nehdentomis*) *elliptica* gestellt wurden (RABIEN 1954: 104–105). Einige Abdrücke aus dem MATERNschen Material vom Rinkenbach-Tal, die MATERN als *E. (N.) elliptica* bestimmt hatte, lassen weder eine Grube noch eine Furche mit Sicherheit erkennen; lediglich ein Schließmuskelfleck ist zentral durch das Ausbiegen der Skulptur angedeutet. Sie zeigen einen Rippenverlauf, der nicht dem von *E. (N.) elliptica* gemäß MATERN (1929: Taf. 4 Fig. 43) sondern mehr dem von *E. (N.) pseudorichterina* gemäß MATERN (1929: Taf. 4 Fig. 46 a) entspricht. Derartige Abdrücke sind daher in der vorliegenden Arbeit als *Entomozoe* (*Nehdentomis*)? aff. *pseudorichterina* bestimmt worden, wobei sich 2 Varietäten (?) mit unterschiedlich weitem Rippenabstand unterscheiden ließen.

Diese von MATERN als *E. (N.) elliptica* und hier als *E. (N.) ? aff. pseudorichterina* bestimmten Ostracoden fanden sich häufig im Nehden-Tonschiefer der im Rinkenbach-Tal untersuchten Profile, besonders im höheren Teil der Nehden-Stufe, während sie in den Basisschichten offenbar fehlen. Wahrscheinlich sind die als *E. (N.) ? aff. pseudorichterina* bestimmten Exemplare nicht nur mit *E. (N.) elliptica* sensu MATERN sondern auch mit *Rabienites*-Arten identisch, die TSCHIGOVA (1977: 85–100, Taf. 2–9) aus zeitäquivalenten Schichten Rußlands beschreibt, was im Rahmen dieser Arbeit und an Hand des deformierten Materials nicht geklärt werden konnte. OLEMPKA (1979: 135, Taf. 30 Fig. 2–4) bestimmt als *Entomozoe* (*Nehdentomis*) aff. *pseudorichterina* (MATERN) ebenfalls ähnliche Formen aus dem Oberdevon II des Heiligkreuz-Gebirges in Polen.

Aus dem Rotschiefer der Oberen Nehden-Stufe wurde ein Exemplar eines Cyrtospiriferiden (Steinkern einer Ventralklappe) geborgen; da die Fundschicht der Cypridinen-Schiefer Fazies angehört, stellt dieser Fund eine paläontologische und biofazielle Besonderheit dar. Fundpunkt: Böschung des neuen Weges rd. 10 m S Aufschluß 12 E, Fs. Rb 2339 auf Abb. 4.

6.2. Stratigraphie, Fazies und Paläogeographie

Aufgrund der biostratigraphischen Untersuchungen ließen sich im Oberdevon des Rinkenbach-Tales 22 Conodonten- und Ostracoden-Zonen nachweisen und dadurch die Schichtfolgen von der Unt. Adorf-Stufe bis zur Dasberg-Stufe einstuft. Den Abb. 2–5 und Tab. 1–12 ist zu entnehmen, welche biostratigraphischen Einstufungen an den einzelnen Profilen vorgenommen werden konnten; die Gesteinsfolgen sind im Kap. 5 beschrieben.

Am oberdevonischen NW-Profil des Wegprofils Nr. 10, das von allen untersuchten Profilen am besten aufgeschlossen war, ließ sich der größte stratigraphische Umfang nachweisen: Unterste *Polygnathus-asymmetricus*-Zone der Unt. Adorf-Stufe im Bereich der Roteisenstein-Grenzlagerzone bis zur Unt. *Bispathodus-costatus*-Zone bzw. Unt. *hemisphaerica-dichotoma*-Zone der Dasberg-Stufe (Abb. 2 u. 3, Tab. 1 u. 2). Die jüngsten Kalkstein- und Schiefer-Fundsichten (Fs. 26 u.

25) dürften in diesem Profil nicht das Ende der marinen Sedimentation markieren, da die obersten Schichten im Liegenden des Mandel-Spilitis entweder tektonisch oder durch subaquatische Rutschung oder durch den submarinen, jungoberdevonischen Spilit-Vulkanismus in stark gestörter Lagerung vorliegen (s. Kap. 5.1.).

Von der Unt. Adorf-Stufe bis zur Dasberg-Stufe haben die oberdevonischen karbonatischen und tonigen Sedimente des NW-Profiles eine Mächtigkeit von rd. 22 m; im Vergleich zu den Schwellensedimenten des Oberschelder Schwellenkomplexes ist dieses Profil verhältnismäßig mächtig, im Vergleich zu den Beckensedimenten der Dillmulde jedoch stark reduziert (BUGGISCH & RABIEN & HÜHNER 1978: 102–108, Abb. 2–9; RABIEN 1979: 50–60, Abb. 18–21). Es handelt sich offenbar um eine Schwellen-Becken-Übergangsfazies, wie sie in den beiden genannten Arbeiten vom Profil des Gemeindesteinbruchs E Eibach am N-Rand des Oberschelder Schwellenkomplexes beschrieben wird. Bemerkenswert ist, daß in beiden verglichenen Profilen die Unt. *marginifera*-Zone der Oberen Nehden-Stufe besonders mächtig ausgebildet ist und durch rotbraune Tonschiefer der Cypridenschiefer-Fazies repräsentiert wird.

Außerdem gibt es in beiden Profilen in der Oberen Hemberg-Stufe zwei dünne, feinschichtige, Posidonien enthaltende Schwarzschieferlagen, die durch einen 8 cm mächtigen grüngrauen Tonschiefer getrennt werden (Schicht 12 im Rinkenbacher NW-Profil und Schicht 38–40 im Eibacher Profil). Es handelt sich hierbei um ein stratigraphisches Äquivalent der „*annulata*-Schwarzschiefer“, einem weitverbreiteten Leithorizont im Rheinischen und Thüringischen Schiefergebirge (BUGGISCH et al. 1978: 90, 105).

Weitere biostratigraphisch wichtige Leithorizonte, die auch große paläontologische, fazielle und paläogeographische Bedeutung haben, sind die Kellwasserkalke, die in den Profilen Nr. 10, 13 a und 14 aufgefunden werden konnten. Es kommt sowohl der Untere Kellwasserkalk-Horizont der höheren Mittl. Adorf-Stufe als auch der Obere Kellwasserkalk-Horizont der Oberen Adorf-Stufe vor. Außerdem gibt es beim Profil 13 a einen schwarzen Kalkstein, der faziell den Kellwasserkalken der Adorf-Stufe ähnelt, jedoch nach Conodonten der höheren Unteren Nehden-Stufe angehört. Bei letzterem Vorkommen konnte jedoch der stratigraphische Verband infolge schlechter Aufschlußverhältnisse noch nicht geklärt werden (s. Kap. 5.1.2., 5.4. und 5.6.).

Auf der SW-Talseite des Rinkenbach-Tales liegen nur die Gesteinsfolgen der Mittleren und Oberen Adorf-Stufe in vorwiegend karbonatischer Fazies vor (Profile Nr. 13 u. 14). Das jüngere Oberdevon wird von der Unteren Nehden-Stufe bis zur tiefen Hemberg-Stufe (Nehden/Hemberg-Grenzschiefer) durch grüngraue und überwiegend rotbraune Tonschiefer vertreten, denen nur einzelne dünne Kalksteinbänke und Kalkknollenlagen eingeschaltet sind. Nach den litho- und biofaziellen Merkmalen handelt es sich um typische Cypridinen-Schiefer, dem Normalsediment der Beckenfazies in der Dillmulde. Obwohl im NW-Profil des Hangweges Nr. 10 die Mächtigkeit der Nehden-Stufe durch das Übergreifen der Cypridenschiefer-Fazies im Niveau der Unteren *marginifera*-Zone verhältnismäßig mächtig ist, erfolgt bis zum rd. 200 m SW gelegenen Profil Nr. 12 E eine

Mächtigtkeitszunahme der Nehden-Sedimente auf das 3–4fache. Über die Ausbildung der Sedimente oberhalb der Nehden/Hemberg-Grenzschiefer ist auf der SW-Seite des Rinckenbach-Tales bisher nichts bekannt; vermutlich sind sie aus tektonischen Gründen nicht vorhanden.

Die faziellen Verhältnisse des Untersuchungsgebietes lassen folgende paläogeographische Deutung für den oberdevonischen Sedimentationsraum zu: Das am weitesten im NE gelegene Profil Nr. 10 zeigt eine Wechsellagerung von karbonatischen Schwellensedimenten und grüngrauen, roten und untergeordnet schwarzen Tonschiefern der Beckenfazies mit stark reduzierten Mächtigkeiten. Danach ist anzunehmen, daß der Sedimentationsraum im Grenzgebiet Schwellen-/Beckenfazies lag. Nach SW läßt sich in der Nehden- bis tiefen Hemberg-Stufe ein sehr rascher Übergang in die tonige, sandsteinfreie Beckenfazies beobachten; die z. T. noch reichlich vorhandenen geringmächtigen Kalksteinbänke oder Kalkkollenlagen sind ein Anzeichen für die Nähe der Schwellenfazies. Im NW, im Bereich der Grube Rinckenbach, ist nach den Angaben von MATERN (1931: 21–22) mit einem Schwellengebiet im Sinne der Tiefschwellenfazies zu rechnen; im SE, im Bereich der Grube Falkenstein, ergaben die Untersuchungen von LIPPERT ebenfalls ein oberdevonisches Schwellengebiet mit z. T. extrem reduzierten Mächtigkeiten (LIPPERT, mdl. Mitteilung, und DOUTCH 1977). Der Sedimentationsraum des Untersuchungsgebietes dürfte demnach dem SW-Rand des Oberschelder Schwellenkomplexes und dem unmittelbar angrenzenden Beckengebiet angehört haben; ferner kann vermutet werden, daß die Becken/Schwellen-Grenze nordöstlicher lag als im Bereich der Gruben Rinckenbach und Falkenstein.

6.3. Vulkanismus

Der Oberdevon-Zug des Rinckenbach-Tales ist an allen Seiten vom unterkarbonischen Deckdiabas umgeben, einem submarinen Ergußdiabas, der überwiegend als mandeliger Pillow-Diabas ausgebildet ist. Im Rahmen dieser Arbeit sind von HENTSCHEL Deckdiabas-Proben von der NW- und SE-Seite des Wegprofils 10 und von der SE-Seite der Wegprofile 11 und 15 untersucht und die Zuweisung der dortigen Mandel-Diabase zum Deckdiabas bestätigt worden (s. Kap. 5.1.1., 5.1.5., 5.2.1., 5.2.5. und 5.5.; Abb. 1, 2 und 4).

Innerhalb des Oberdevons wurden an den untersuchten Wegprofilen ein körniger Intrusiv-Diabas und mehrere Vorkommen von hochblasigen, intrusiven bis subeffusiven Mandel-Spiliten festgestellt.

Bei dem körnigen, reichlich Pyroxene enthaltenden Intrusiv-Diabas handelt es sich um einen Lagergang innerhalb der Adorf/Nehden-Grenzschiefer des oberdevonischen NW-Profiles am Hangweg Nr. 10 (Abb. 2 und 3; Kap. 5.1.2.). Seine Mächtigkeit beträgt ca. 17 m; im Liegenden und Hangenden sind nur dünne, wenige Zentimeter mächtige Lagen von Kontaktschiefer ausgebildet. An der Böschung des unteren, nur 40–50 m SW gelegenen Hangweges konnte dieser Diabas-Lagergang nicht mehr beobachtet werden. Wahrscheinlich handelt es sich um eine Intrusion der magmatischen Unterkarbon-Phase; nach der petrographischen Untersuchung von HENTSCHEL ist dieser Diabas zwar nicht ganz typisch für einen unterkarbonischen Intrusiv-Diabas, seine Zuordnung zu der unterkarboni-

schen „zweiten Hauptperiode magmatischer Aktivität“ (HENTSCHEL 1970: 320–322, 360–365) ist jedoch nicht auszuschließen.

Die mandelreichen Vulkanite der Wegprofile Nr. 10 u. 11 (Abb. 2) sind nach HENTSCHEL intrusive bis subeffusive Spilite, denen die petrographischen Merkmale der unterkarbonischen intrusiven und effusiven Diabase fehlen (Kap. 5.1.3. u. 5.2.3.). Kontakteinwirkungen aufs Nebengestein ließen sich nur im Hangenden der jeweils obersten, südöstlichsten Spilit-Vorkommen beider Hangwege feststellen; bei der Sedimenteintragerung im Spilit des Profils Nr. 10 zeigen die Tonschiefer an der Obergrenze des unterlagernden Spilits keinerlei Kontakteinwirkung; die übrigen Spilit/Sediment-Grenzen sind nicht aufgeschlossen oder verruschelt. Am unteren Hangweg gehören die Rotschiefer, die innerhalb der Spilit-Folge liegen, und die hangenden Rotschiefer, die vom Spilit geringfügig kontaktmetamorph verändert wurden, der Oberen Nehden-Stufe an; am oberen Hangweg liegt innerhalb des Spilits ein Sedimentpacken, dessen Schichtfolge in normaler Lagerung von der höheren Hemberg-Stufe bis zur mittleren Dasberg-Stufe reicht (Fs. 27–31). Daraus folgt, daß die Spilite am NE-Hang des Rinckenbach-Tales jünger als die Untere Dasberg-Stufe sind.

Auf der SW-Talseite sind den höheren Nehden-Rotschiefern der Profile Nr. 12 E u. 12 W Spilit-Lagergänge eingeschaltet, die petrographisch den Mandel-Spiliten vom NE-Hang entsprechen und die nur sehr geringe Kontakteinwirkungen an den unter- und überlagernden Rotschiefern verursachten (Abb. 4, Kap. 5.3.2.).

Am nächsthöheren Hangweg (Profil Nr. 15, Kap. 5.5., Abb. 4) stehen mandelreiche Spilite an, die z. T. gute Pillow-Absonderung erkennen lassen. Die Untergrenze dieser Spilite ist stark gestört, so daß nichts über das Alter der unmittelbar liegenden Sedimente gesagt werden kann. Die Obergrenze ist nicht aufgeschlossen; wahrscheinlich lagert der unterkarbonische Deckdiabas dem Spilit unmittelbar auf. Nach den petrographischen Untersuchungen von HENTSCHEL kann der stark karbonatisierte effusive Spilit des Profils 15 zu den Spiliten der Jungoberdevon-Phase gerechnet werden, dürfte also das gleiche Alter haben wie die übrigen intrusiven bis subeffusiven Spilite des Rinckenbach-Tales. Der Mandel-Spilit vom Profil Nr. 14 (Abb. 5; Kap. 5.6.) hat die gleiche petrographische Ausbildung wie der effusive Spilit vom Profil Nr. 15; mangels Aufschlüssen konnte jedoch nicht festgestellt werden, ob auch bei diesem Spilit-Vorkommen Pillow-Ausbildung vorhanden ist.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß es sich bei den Mandel-Spiliten des Rinckenbach-Tales teils um intrusive bis subeffusive Lagergänge, teils um submarine Ergüsse handelt. Da diese Spilite sich einerseits von den unterkarbonischen Diabasen petrographisch unterscheiden und andererseits die jüngsten vom Spilit intrudierten Schichten oder mitgenommenen Gesteinsschollen der Dasberg-Stufe angehören, muß der Spilit-Vulkanismus im Rinckenbach-Tal ein jungoberdevonisches Alter haben (Ob. Dasberg- bis Wocklum-Stufe). Sowohl aus petrographischen als auch aus zeitlichen Gründen können daher die Spilite der „Jungoberdevon-Phase“ sensu HENTSCHEL (1970: 319–320, 350–352) zugewiesen werden. Sie sind somit die jüngsten bisher nachgewiesenen oberdevonischen Gesteine innerhalb des Oberdevon-Zuges im Rinckenbach-Tal.

Aus der Altersstellung des Spilit-Vulkanismus und den stark reduzierten Schichtmächtigkeiten in der Schwellen-Becken-Übergangsfazies am NE-Hang des Rinckenbach-Tales folgt außerdem, daß die Laven der dortigen intrusiven bis subeffusiven Lagergänge nur unter ganz geringer Sedimentbedeckung dicht unter dem Meeresboden in die Sedimentfolgen eindrangen. So ist es verständlich, daß die hochblasigen Mandel-Spilite der effusiven Pillow-Laven vom SW-Hang und die Mandel-Spilite der Lagergänge vom NE-Hang sich makroskopisch sehr ähnlich sehen.

6.4. Lagerungsverhältnisse

Die Aufschlußverhältnisse im Untersuchungsgebiet sind sehr schlecht, da die Gesteinsfolgen vom Hangschutt oder einer dichten Vegetationsdecke verhüllt sind. Hierdurch wird eine Kartierung der stratigraphischen Einheiten und der Vulkanite sowie die Deutung der Tektonik sehr erschwert. Lediglich an den untersuchten Wegprofilen Nr. 10–15 konnten die Lagerungsverhältnisse genauer beobachtet werden.

Am NE-Hang des Rinckenbach-Tales führte die geologische Aufnahme und die biostratigraphische Einstufung der Gesteinsfolge an den Wegen Nr. 10 u. 11 (Abb. 1–3) zu folgendem Ergebnis: Der Oberdevon-Zug ist auf den unterkarbonischen Deckdiabas aufgeschoben (s. dazu auch Kap. 3.). Das Oberdevon bildet keine einheitliche stratigraphische Abfolge, sondern ist zerschuppt.

Im großen lassen sich 2 Schuppen unterscheiden: Die NW-Schuppe besteht am oberen Hangweg aus Sedimenten der Unteren Adorf- bis Dasberg-Stufe; die Spilite gehören in die Zeit der Oberen Dasberg- oder Unteren Wocklum-Stufe. Sofern es sich nicht beim Sedimentpacken zwischen den beiden Spiliten um eine von der Lava mitgenommene Gesteinscholle handelt, ist in der Ruschelzone im Liegenden des NW-Spilit mit einer weiteren Überschiebung innerhalb der NW-Schuppe zu rechnen, da die tiefsten Fundschichten des im Spilit eingelagerten Sedimentpackens älter sind als die jüngsten Fundschichten im Liegenden des Spilit.

Die SE-Schuppe enthält eine Schichtfolge von der Nehden- bis zur Dasberg-Stufe; die oberdevonischen Sedimente werden nicht vom jungoberdevonischen Spilit, sondern vom unterkarbonischen Deckdiabas überlagert. Infolge der schlechten Aufschlußverhältnisse ließ sich nicht ermitteln, ob die sedimentären Devon/Karbon-Grenzschiefer (Hangenberg-Schiefer) und die Liegenden Alaunschiefer primär hier nicht vorhanden waren oder aus tektonischen Gründen fehlen.

Am unteren Hangweg (Prof. 11), an dem die oberdevonische Gesteinsfolge bei der Aufnahme wesentlich schlechter aufgeschlossen war, sind ebenfalls mehrere Überschiebungen anzunehmen: Die Überschiebung des Oberdevon-Zuges auf den unterkarbonischen Deckdiabas muß in der aufschlußlosen Hangdelle NW P. 343,7 (Abb. 2) entlanglaufen.

Die nächste Überschiebung ist im Liegenden der Spilit-Folge zu vermuten. Begründung: Die Fs. 5 liegt sehr wahrscheinlich an der Basis des obersten Kalksteinhorizontes vom NW-Profil und entspricht der Fs. 15 vom oberen Hangweg; mit jüngeren Zonen, mindestens bis zur Hemberg-Stufe, ist in diesem

Kalksteinhorizont, der nach MATERN (1931: 23) 3 m mächtig ist oder 3 Weg-m weit anstand, zu rechnen (s. Kap. 5.2.2.). Daraus folgt, daß die Rotschiefereinlagerungen im Spilit älter sind als der Kalksteinhorizont im Liegenden des Spilits. Sofern man nicht annimmt, daß es sich bei diesen Rotschiefern um Gesteinsschollen handelt, die von den intrusiven bis subeffusiven Laven verfrachtet wurden, muß eine Überschiebung der Spilit-Rotschiefer-Folge über das oberdevonische NW-Profil erfolgt sein.

Eine weitere Überschiebung ist im Hangenden des mittleren Spilits anzunehmen, da die Rotschiefer der Fs. 7 im Liegenden dieses Spilits jünger sind als die Rotschiefer im Hangenden im Bereich der Fs. 8–10 (Kap. 5.2.3.). Die jüngsten eingestufteten Schichten in dieser oberdevonischen SE-Schuppe gehören dem Hemberg/Dasberg-Grenzbereich an (Fs. 12). Infolge der schlechten Aufschlußverhältnisse ließ sich nicht feststellen, ob hier zwischen dem höchsten Oberdevon und dem unterkarbonischen Deckdiabas eine primäre Sedimentationslücke besteht oder ob jungoberdevonische und tiefunterkarbonische Schichtfolgen aus tektonischen Gründen nicht vorhanden sind.

Aus Abb. 2 ist zu ersehen, daß die an beiden Hangwegen aufgenommenen Gesteinsprofile sowohl bei den Sedimenten als auch bei den Vulkaniten große Unterschiede aufweisen. Da die Wege nur 10–50 m auseinanderliegen, kann man sich nur schwer vorstellen, daß die feststellbaren Fazies- und Mächtigkeitsänderungen auf so kurze Entfernung erfolgten. Besonders im SE-Teil stößt eine Verbindung beider Wegprofile auf Schwierigkeiten. Diese Tatbestände lassen vermuten, daß am Berghang zwischen beiden Wegen eine NW–SE gerichtete Störung zum Tal hinabzieht, um dort spitzwinkelig (fiederförmig) auf die seit KAYSER (1907) bekannte, im Rinckenbach-Tal entlang ziehende Hauptstörung zu treffen.

Auf der SW-Seite des Rinckenbach-Tales ließen die Aufschlüsse Nr. 12 E und 12 W (Abb. 4) an der Böschung des unteren Hangweges keine größeren tektonischen Störungen erkennen (jedoch ca. 35 m lange Aufschlußlücke zwischen der Fs. 1 vom Profil Nr. 12 E und Fs. 1 vom Profil Nr. 12 W). Die Nehden-Tonschiefer der Beckenfazies ziehen offenbar in diesem Abschnitt mit WSW–ENE-Streichen gleichmäßig durch. Die verbesserte Wegböschung beim Aufschluß Nr. 12 W ließ jedoch erkennen, daß die Tonschiefer und der Spilit-Lagergang nicht (wie bisher angenommen) vom Berghang bei Fs. 1 des Aufschlusses Nr. 15 in SW–NE-Richtung den Weg kreuzend ins Tal hinabziehen, sondern spitzwinkelig die Wegböschung in WSW–ENE-Richtung anschneiden und in den Berghang in Richtung Aufschluß Nr. 12 E hineinziehen.

In der flachen, aufschlußlosen Hangdelle W Aufschluß Nr. 12 W müssen tektonische Störungen entlangziehen, an denen die Nehden-Schichtfolge versetzt wird. Dafür sprechen das Vorkommen der Dillenburger Schichten in der Weginnenkurve und der NW–SE-streichende Sattel von Adorf-Plattenkalk im Aufschluß Nr. 13a (Abb. 4; Kap. 5.4.). Diese mit 130–135° streichende und mit 23° nach SE einfallende Sattelstruktur ist in zweifacher Hinsicht bemerkenswert: 1. steht das Streichen der Faltenachse senkrecht auf der Streichrichtung der an diesem Bergrücken kartierten Gesteinszüge (Querfaltung?), und 2. handelt es sich um eine isoklinale Falte mit einem inversen NE-Flügel, was biostratigraphisch

nachgewiesen werden konnte. Isoklinale Falten sind jedoch in der Dillmulde eine seltene Ausnahme. Das abweichende Streichen im Aufschluß Nr. 13 a und das Abtauchen der Faltenachse nach SE dürfte mit den nicht aufgeschlossenen, in der Hangdelle vermuteten Störungen im Zusammenhang stehen. Vielleicht zieht die im Aufschluß Nr. 15 zwischen dem Nehden-Rotschiefer und dem jungoberdevonischen effusiven Mandel-Split beobachtete N-S-Störung weiter nach N an der E-Seite des Aufschlusses Nr. 13 a entlang.

Beim Wegprofil Nr. 15 (Abb. 4) konnte mangels Aufschluß nicht geklärt werden, ob der unterkarbonische Deckdiabas dem jungoberdevonischen Split normal auflagert oder die Devon/Karbon-Grenzsichten an einer tektonischen Störung ausfallen.

Am obersten Hangweg der SW-Talseite (Wegprofil Nr. 14; Abb. 5) konnte aufgrund der biostratigraphischen Einstufung der lückenhaft aufgeschlossenen Schichtfolgen eine stark zerschuppte Sattelstruktur nachgewiesen werden, die ähnlich wie beim Aufschluß Nr. 13 a mit ihrem N-S-gerichteten Streichen von dem bisher angenommenen Streichen stark abweicht und die einen invers lagernden W-Flügel aufweist (s. Kap. 5.6.).

7. Systematische Zusammenstellung der Fossilbestimmungen

Trilobita

Trimercephalus caecus (GÜRICH 1896)
T. cf. mastophthalmus (REINH. RICHTER 1856)
 Phacopidae indet.

Ostracoda

Amphissites cf. parvulus (PAECKELMANN 1913)
Ungerella calcarata (REINH. RICHTER 1856)
U. fasciculata (MÜLLER-STEFFEN 1964)
U. sigmoidale (MÜLLER-STEFFEN 1964)
Ungerella sp.
Entomoprimitia (Entomoprimitia) kayseri (WALDSCHMIDT 1885)
E. (E.) nitida (F. A. ROEMER 1850)
E. (E.) cf. rotundata (POLENOVA 1955)
E. (E.) sarailensis (POLENOVA 1955)
E. (E.) splendens (WALDSCHMIDT 1885)
E. (Reptiprimitia) rabieni (BLUMENSTENGEL 1959)
E. sp., aff. concentrica (MATERN 1929)
Entomoprimitia sp.

Entomozoe (Richteria) serratostrata (G. SANDBERGER 1845)
E. sp., serratostrata-nehdensis-Gruppe
E. (Nehdentomis) nehdensis (MATERN 1929)
E. (N.) pseudophthalma (VOLK 1939)
E. (N.) tenera (GÜRICH 1896)
E. (N.) tenuistriata (MATERN 1929)
E. (N.) tenera vel tenuistriata
E. (N.) pseudorichterina (MATERN 1929)
E. (N.) ? aff. pseudorichterina (MATERN 1929)
Entomozoe sp.

Richterina (Volkina) zimmermanni (VOLK 1939)
R. (Richterina) costata (REINH. RICHTER 1869)
R. (R.) cf. costata (REINH. RICHTER 1869)
R. (R.) striatula (REINH. RICHTER 1848)
R. (R.) aff. striatula (REINH. RICHTER 1848)
R. (R.) cf. tenuistriata (KUMMEROW 1939)
R. (R.) sp.

R. (Fossirichterina) intercostata (MATERN 1929)
R. (F.?) cf. intercostata (MATERN 1929)
R. (F.) moravica (RŽEHAK 1881)

Maternella dichotoma (PAECKELMANN 1913)
M. hemisphaerica (REINH. RICHTER 1848)
M. paeckelmanni (KUMMEROW 1939)?
M. sp.

Bertillonella (Bertillonella) erecta (RABIEN 1954)
B. (B.) subcircularis STEWART & HENDRIX 1945
B. (B.) erecta vel subcircularis
B. (B.)? fabaeformis (MÜLLER-STEFFEN 1964)
B. (B.)? cf. turbinea (RABIEN 1954)
B. (Rabienella) cicatricosa (MATERN 1929)

Lammellibranchia, Cephalopoda, Brachiopoda

Posidonia (Guerichia) venusta (MÜNSTER 1840)
P. (G.) sp.
Buchiola angulifera (F. A. ROEMER 1850)
B. cf. retrostriata (VON BUCH 1832)
Buchiola sp.
 Cephalopoda indet.
 Cyrtospiriferidae indet.
 Chonetidae indet.

Tentaculitoidea

Homoctenus tenuicinctus (F. A. ROEMER 1850)
H. ultimus ZAGORA 1964
H. sp., H.-tenuicinctus-Gruppe
 Styliolinidae
 Striatostyliolinidae

Conodonta

Ancyrodella buckeyensis STAUFFER 1938
A. curvata (BRANSON & MEHL 1934)
A. gigas YOUNGQUIST 1947
A. ioides ZIEGLER 1958
A. lobata BRANSON & MEHL 1934
A. nodosa ULRICH & BASSLER 1926
A. rotundiloba rotundiloba (BRYANT 1921)
A. rotundiloba alata GLENISTER & KLAPPER 1966

Ancyrognathus asymmetricus (ULRICH & BASSLER 1926)
An. cryptus ZIEGLER 1962

An. sinelamina (BRANSON & MEHL 1934)

An. triangularis YOUNGQUIST 1945

Bispathodus aculeatus (BRANSON & MEHL 1934)

Bisp. aculeatus aculeatus (BRANSON & MEHL 1934)

Bisp. bispathodus (ZIEGLER & SANDBERG & AUSTIN 1974)

Bisp. costatus (E. R. BRANSON 1934)

Bisp. spinulicostatus (E. R. BRANSON 1934)

Bisp. stabilis (BRANSON & MEHL 1934)

Dasbergina ? n. sp. SCHÄFER 1976

Icriodus cornutus SANNEMANN 1955

Icriodus sp.

Klapperina disparilis (ZIEGLER & KLAPPER & JOHNSON 1976)

Palmatolepis crepida SANNEMANN 1955

Pal. crepida crepida SANNEMANN 1955

Pal. delicatula delicatula BRANSON & MEHL 1934

Pal. delicatula clarki ZIEGLER 1962

Pal. gigas MILLER & YOUNGQUIST 1947

Pal. glabra ULRICH & BASSLER 1926

Pal. glabra glabra ULRICH & BASSLER 1926

Pal. cf. glabra acuta HELMS 1963

Pal. glabra distorta BRANSON & MEHL 1934

Pal. glabra lepta ZIEGLER & HUDDLE 1969

Pal. glabra pectinata ZIEGLER 1960

Pal. glabra prima ZIEGLER & HUDDLE 1969

Pal. gonioclymeniae MÜLLER 1956

Pal. gracilis BRANSON & MEHL 1934

Pal. gracilis gracilis BRANSON & MEHL 1934

Pal. gracilis manca HELMS 1959

Pal. gracilis sigmoidalis ZIEGLER 1962

Pal. hassi MÜLLER & MÜLLER 1957

Pal. helmsi ZIEGLER 1962

Pal. klapperi SANDBERG & ZIEGLER 1973

Pal. marginifera marginifera HELMS 1959

Pal. marginifera duplicata SANDBERG & ZIEGLER 1973

Pal. marginifera tuber BUGGISCH 1977

Pal. minuta minuta BRANSON & MEHL 1934

Pal. minuta loba HELMS 1963

Pal. minuta schleizia HELMS 1963

Pal. minuta n. ssp. ZIEGLER 1962

Pal. perlobata perlobata ULRICH & BASSLER 1926

Pal. perlobata grossi ZIEGLER 1960

Pal. perlobata sigmoidea ZIEGLER 1962

Pal. perlobata schindewolfi MÜLLER 1956

Pal. perlobata ssp.

Pal. proversa ZIEGLER 1958

Pal. punctata (HINDE 1879)

Pal. quadrantinodosa BRANSON & MEHL 1934

Pal. quadrantinodosa quadrantinodosa BRANSON & MEHL 1934

Pal. quadrantinodosa inflexa MÜLLER 1956

Pal. quadrantinodosa inflexoidea ZIEGLER 1962

Pal. quadrantinodosalobata SANNEMANN 1955
Pal. cf. regularis COOPER 1931
Pal. rhomboidea SANNEMANN 1955
Pal. rugosa ampla MÜLLER 1956
Pal. rugosa grossi ZIEGLER 1960
Pal. rugosa postera ZIEGLER 1960
Pal. rugosa trachytera ZIEGLER 1960
Pal. stoppeli SANDBERG & ZIEGLER 1973
Pal. stoppeli → *marginifera* (Übergangsform)
Pal. subperlobata BRANSON & MEHL 1934
Pal. subrecta MILLER & YOUNGQUIST 1947
Pal. tenuipunctata SANNEMANN 1955
Pal. termini SANNEMANN 1955
Pal. transitans MÜLLER 1956
Pal. triangularis SANNEMANN 1955
Pal. triangularis → *quadrantinodosalobata* (Übergangsform)
Pal. unicornis MILLER & YOUNGQUIST 1947

Polygnathus ancyrognathoides ZIEGLER 1958
Pol. asymmetricus ovalis ZIEGLER & KLAPPER 1964
Pol. brevis MILLER & YOUNGQUIST 1947
Pol. communis BRANSON & MEHL 1934
Pol. cristatus HINDE 1879
Pol. decorosus STAUFFER 1938
Pol. dengleri BISCHOFF & ZIEGLER 1957
Pol. diversus HELMS 1959
Pol. glaber glaber ULRICH & BASSLER 1926
Pol. glaber bilobatus ZIEGLER 1962
Pol. granulosis BRANSON & MEHL 1934
Pol. hassi HELMS 1961
Pol. inornatus E.R. BRANSON 1934
Pol. limitaris ZIEGLER & KLAPPER & JOHNSON 1976
Pol. nodocostatus nodocostatus BRANSON & MEHL 1934
Pol. nodocostatus ovatus HELMS 1960
Pol. nodoundatus HELMS 1960
Pol. obliquicostatus ZIEGLER 1962
Pol. ordinatus BRYANT 1921
Pol. ovinodosus ZIEGLER & KLAPPER 1976
Pol. pennatuloideus HOLMES 1928
Pol. perplexus THOMAS 1949
Pol. pseudofoliatus WITTEKINDT 1966
Pol. rhabdotus SCHÄFER 1976
Pol. rhomboideus ULRICH & BASSLER 1926
Pol. styriacus ZIEGLER 1957
Polygnathus sp.

Polylophodonta confluens ULRICH & BASSLER 1926
P. gyratilineata (HOLMES 1928)
P. linguiformis BRANSON & MEHL 1934
P. triphyllata ZIEGLER 1960
Pseudopolygnathus brevipennatus ZIEGLER 1962
Ps. dentilineatus E. R. BRANSON 1934

Scaphignathus velifer ZIEGLER 1959

Schmidognathus peracutus (BRYANT 1921)

Schm. pietzneri ZIEGLER 1966

Schm. wittekindti ZIEGLER 1966

Spathognathodus bohlenanus HELMS 1959

Spath. inornatus BRANSON & MEHL 1934

Spath. strigosus (BRANSON & MEHL 1934)

Spath. wernerii ZIEGLER 1962

8. Schriftenverzeichnis

- BECKER, G. (1971): Ostracoda aus dem Mittel-Frasium (Oberdevon) der Mulde von Dinant.-Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg., **47** (34): 1–82, 1 Abb., 1 Tab., 12 Taf.; Bruxelles.
- BUGGISCH, W. (1972): Zur Geologie und Geochemie der Kellwasserkalke und ihrer begleitenden Sedimente (Unteres Oberdevon). – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **62**: 19 Abb., 6 Tab., 13 Taf.; Wiesbaden.
- (1977): Conodonten aus dem Oberdevon der Dillmulde/Rheinisches Schiefergebirge (*Palmatolepis marginifera tuber* n. subsp. und aberrante Formen). – Geol. Jb. Hessen, **105**: 57–63, 2 Abb., 1 Taf.; Wiesbaden.
- BUGGISCH, W., & RABIEN, A., & HÜHNER, G. (1978): Biostratigraphische Parallelisierung und Faziesvergleich von oberdevonischen Becken und Schwellen-Profilen E Dillenburg (Conodonten- und Ostracoden-Chronologie, Oberdevon I–V, Dillmulde, Rheinisches Schiefergebirge). – Geol. Jb. Hessen, **106**: 53–115, 9 Abb., 12 Tab., Taf. 6; Wiesbaden.
- DOUTCH, S. (1977): Die Eisenerzlagerstätte Falkenstein, Lahn-Dill-Gebiet. – Diss. TH Aachen: 170 S., 65 Abb., 21 Tab.; Aachen. – [Fotodruck]
- FROHWEIN, E. (1885): Beschreibung des Bergreviers Dillenburg. – 144 S., 1 Kt., 4 Taf.; Bonn (Markus).
- GRÜNDEL, J. (1962): Zur Phylogenetik und Taxionomie der Entomozoidae (Ostracoda) unter Ausschluß der Bouciinae. – Geologie, **11** (10): 1184–1283, 11 Abb.; Berlin.
- HENTSCHEL, H. (1970): Vulkanische Gesteine. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5215 Dillenburg: 314–374, Tab. 27–36; Wiesbaden.
- KAYSER, E. (1907): Geologische Karte Blatt Oberscheld. – Geol. Kt. Preußen u. benachb. B.-St., Lfg. **101**; Berlin. – [Gognost. bearb. d. KAYSER 1890–1899 u. LOTZ 1903]
- KAYSER, E., & LOTZ, H. (1907): Erläuterungen zu Blatt Oberscheld. – Geol. Kt. Preußen u. benachb. B.-St., Lfg. **101**: 127 S., 7 Abb., 15 Tab.; Berlin.
- KEGEL, W. (1924): Bericht über die Revisionen auf Blatt Oberscheld i. Jahre 1923. – Manuskript (Archiv HlfB), 2 S.; Berlin 1924.
- (1931): Geologische Karte 1:25 000 Blatt Oberscheld. – Manuskript (Archiv HlfB); Berlin.
- (1934a): Über das Oberdevon auf dem Nordwestflügel der Dillmulde. – Jb. preuß. geol. L.-Anst. f. 1933, **54**: 531–545, 5 Abb., Taf. 32; Berlin.
- (1934b): Geologie der Dillmulde. – Abh. preuß. geol. L.-Anst., N. F. **160**, 48 S., 7 Abb., 3 Taf.; Berlin.
- KLAPPER, G., & ZIEGLER, W. (1979): Devonian Conodont Biostratigraphy. – Spec. Paper Palaeont., **23**: 199–244, 8 Abb.; London.
- KREBS, W. (1960): Stratigraphie, Vulkanismus und Fazies des Oberdevons zwischen Donsbach und Hirzenhain (Rheinisches Schiefergebirge, Dill-Mulde). – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **33**: 119 S., 21 Abb., 7 Tab., 11 Taf.; Wiesbaden.
- LIPPERT, H. J. (1951). Zur Gesteins- und Lagerstättenbildung in Roteisenstein-Gruben des östlichen Dill-Gebietes. – Abh. senckenb. naturforsch. Ges., **485**: 1–29, Taf. 26–35; Frankfurt a. M.
- (1970): Geologische Karte von Hessen 1:25 000, Bl. 5215 Dillenburg; Wiesbaden. – [2., neu bearbeitete Aufl.]

- & HENTSCHEL, H., & RABIEN, A. (1970), mit Beitr. von KUTSCHER, F., & STENGEL-RUTKOWSKI, W., & WENDLER, R., & ZAKOSEK, H.: Erläuterung zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000, Bl. 5215 Dillenburg: 550 S., 18 Abb., 56 Tab., 6 Taf., 3 Beibl.: Wiesbaden. – [2. neu bearbeitete Aufl.]
- MATERN, H. (1927): Mitteilungen über die Oberdevon-Fauna der Dill-Mulde. I. Die oberdevonischen Trilobiten des Scheldetals. – *Senckenbergiana*, **9**: 252–260, 2. Abb.; Frankfurt a.M.
- (1929): Die Ostracoden des Oberdevons. I. Teil: Aparchitidae, Primitiidae, Zygobolbidae, Beyrichiidae, Kloedenellidae, Entomidae. – *Abh. preuß. geol. L.-Anst., N. F.* **118**: 100 S., 3. Abb., 2 Tab., 5 Taf.; Berlin.
- (1931): Das Oberdevon der Dill-Mulde. – *Abh. preuß. geol. L.-Anst., N. F.* **134**: 139 S., 6 Abb., 4 Tab., 4 Taf.; Berlin.
- MÜLLER-STEFFEN, K. (1964): Neue oberdevonische Ostracoden (Familia Entomozoidae) aus dem Oberharz.-N. Jb. *Geol. Paläont., Abh.*, **119** (2): 157–171, Taf. 18–19; Stuttgart.
- OLEMSPSKA, E. (1979): Middle to Upper Devonian ostracoda from the Southern Holy Cross Mountains, Poland. – *Palaeontologia Polonica*, **40**: 57–162, 4 Abb., 5 Tab., Taf. 11–32; Warszawa, Kraków.
- POLENOVA, E. N. (1955): Ostracody devona volgo-ural'skoj oblasti. – In: *Foraminifery, Radioljarii i Ostracody devona volgo-ural'skoj oblasti.* – *Trudy VNIGRI, n.s.*, **87**, Microfauna SSSR, Sbornik VIII: 191–317, 3 Tab., 15 Taf.; Leningrad. – [russ.]
- 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.
- (1956): Zur Stratigraphie und Fazies des Ober-Devons in der Waldecker Hauptmulde. – *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **16**: 83 S., 2 Abb., 2 Tab., 3 Taf.; Wiesbaden.
- (1959): Stratigraphische und fazielle Probleme im Paläozoikum der nordwestlichen Dill-Mulde. – *Z. dt. geol. Ges.*, **110**: 629–633; Hannover.
- (1960): Zur Ostracoden-Stratigraphie an der Devon/Karbon-Grenze im Rheinischen Schiefergebirge. – *Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf.*, **3** (1): 61–105, 4 Abb., 7 Tab., 3 Taf.; Krefeld.
- (1970): Oberdevon. – *Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5215 Dillenburg*: 78–83, 103–235, Abb. 3–7, Tab. 5–18, Taf. 1 Fig. 2, Taf. 2–5; Wiesbaden.
- (1979): Südwestliche Dillmulde: – In: *Exkursion A 5 (16.–18. September 1979) in das Lahn-Dill-Gebiet (Rheinisches Schiefergebirge)*: 27–29, 33–60, Abb. 15–21, Tab. 3; Marburg (Inst. Geol. Paläont. Philipps-Univ.).
- RAITH, M. (1968): Vorläufige Mitteilung über *Ungerella*-Formen (Ostracoda) aus der Nehden-Stufe (Oberdevon) des Schaumbergprofils bei Östlich im Sauerland (Rheinisches Schiefergebirge). – *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **1968** (8): 481–495, 8 Abb.; Stuttgart.
- RICHTER, RUD., & RICHTER, E. (1926): Die Trilobiten des Oberdevons. – *Abh. preuß. geol. L.-Anst., N. F.* **99**: 314 S., 18 Abb., 12 Taf.; Berlin.
- SADYKOV, A. M. (1962): Srednipaleozoiskije dwustwortschatije molljuskij Atasu (Centralni Kasachstan). – *Akad. Nauk. Kazach. SSR*: 114 S., 12 Abb., 8 Taf.; Alma-Ata – [russ].
- SANDBERG, C. A., & ZIEGLER, W. (1973): Refinement of Standard Upper Devonian Conodont Zonation based on Sections in Nevada and West Germany. – *Geologica et Palaeontologica*, **7**: 97–122, 3 Abb., 2 Tab., 5 Taf.; Marburg.
- (1979): Taxonomy and biofacies of important conodonts of Late Devonian *styriacus*-Zone, United States and Germany. – *Geologica et Palaeontologica*, **13**: 173–212, 2 Abb., 7 Taf.; Marburg.
- SANDBERGER, G., & F. (1850–1856): Die Versteinerungen des Rheinischen-Schichtensystems in Nassau. – XIV + 564 S., zahlr. Abb. u. Tab., 1 Kt., 39 Taf. (Atlas); Wiesbaden.
- SCHÄFER, W. (1976): Einige Conodonten aus dem höheren Oberdevon des Sauerlandes (Rheinisches Schiefergebirge). – *Geologica et Palaeontologica*, **10**: 141–152, 3 Abb., 1 Taf.; Marburg.
- TSCHIGOVA, V. A. (1977): Stratigrafija i korreljacija neftegaeonosnych otloženij devona i karbona evropejskoj časti SSSR i zarubežnych stran. – „Nedra“, 263 S., 8 Tab., 46 Taf.; Moskwa. – [russ.]
- ZIEGLER, W. (1962): Taxionomie und Phylogenie Oberdevonischer Conodonten und ihre stratigraphische Bedeutung. – *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **38**: 166 S., 18 Abb., 11 Tab., 14 Taf.; Wiesbaden.
- (1971): Conodont Stratigraphy of the European Devonian. – *Geol. Soc. Amer. Mem.*, **127**: 227–284, 3 Abb., 6 Tab.; Boulder.

- [Hrsg.] (1973): Catalogue of Conodonts. – Bd I: 504 S., 23 Abb., 27 Taf.; Stuttgart (Schweizerbart).
- [Hrsg.] (1975): Catalogue of Conodonts. – Bd. II: 404 S., 26 Abb., 25 Taf.; Stuttgart (Schweizerbart).
- [Hrsg.] (1977): Catalogue of Conodonts. – Bd. III: 574 S., 17 Abb., 39 Taf.; Stuttgart (Schweizerbart).
- SANDBERG, C. A., & AUSTIN, R. L. (1974): Revision of *Bispathodus* group (Conodonta) in the Upper Devonian and Lower Carboniferous. – *Geologica et Palaeontologica*, **8**: 97–112, 1 Abb., 3 Taf.; Marburg.

Manuskript eingegangen am 21. 3. 1980

Nachtrag

Während der Drucklegung der Arbeit wurden im Mai 1980 anlässlich der geologischen Aufnahme von Neuaufschlüssen durch RABIEN und HÜHNER Conodonten führende Sedimente im Deckdiabas des Rinkenbach-Tales aufgefunden. Da diese Sedimenteintragerungen dicht im Hangenden des beschriebenen Oberdevon-Zuges auftreten und die paläontologisch-biostratigraphische Bearbeitung der Conodonten durch BUGGISCH neue Erkenntnisse über das Alter des tiefen Deckdiabases und die Stratigraphie der Devon/Karbon-Grenzsichten im Rinkenbach-Tal liefert, soll noch kurz auf dieses Vorkommen hingewiesen werden.

Lage: Flache Böschung am Ende eines neu angelegten Forstweges auf der SW-Seite des Rinkenbach-Tales oberhalb des mittleren Hangweges (= Nr. 15 auf Abb. 1 und 4, S. 73–74) S der Wegkurve, die sich ca. 35 m E der auf Abb. 4 eingezeichneten Entnahmestelle der Deckdiabas-Probe Ra 2250 befindet; rd. 300 m SW P. 360,2; R 34 54 57, H 56 21 18.

Bei den Sedimenteintragerungen im Deckdiabas handelt es sich 1. um einen geringmächtigen Horizont vorwiegend rotbrauner, untergeordnet grüngrauer Tonschiefer und 2. um eine Kalksteinlinse im Liegenden dieses Schieferhorizontes sowie um Kalksteinlesesteine. Die Conodonten, die aus dem Schiefer und aus den Kalksteinen gewonnen werden konnten, lassen keine Altersunterschiede erkennen. Die Conodonten-„Fauna“ besteht vorwiegend aus Elementen der Gattungen *Polygnathus* und *Pseudopolygnathus*; *Siphonodella* tritt nur im Schiefer vereinzelt auf. Folgende Taxa konnten vorläufig bestimmt werden:

Polygnathus communis BRANSON & MEHL

Polygnathus purus purus VOGES

Polygnathus purus subplanus VOGES

Pseudopolygnathus dentilineatus BRANSON

Danach müssen die Kalksteine und Schiefer gemäß der Conodonten-Chronologie (MEISCHNER 1970) in das Unterkarbon I (*Gattendorfia*-Stufe) gestellt werden. Daraus folgt ferner, daß im Rinkenbach-Tal offenbar der submarine effusive Deckdiabas-Vulkanismus wesentlich früher einsetzte, als bisher für die W-Dillmulde angenommen wurde (LIPPERT et al. 1970: 269–278 und die dort zitierte ältere Literatur).

In den untersuchten Profilen des Rinkebach-Tales konnten nirgends die Hangenberg-Schiefer und die Liegenden Alaunschiefer festgestellt werden. Infolge der schlechten Aufschlußverhältnisse mußte es offenbleiben, ob diese im höchsten Oberdevon und tiefen Unterkarbon auftretenden Leitschichten im Rinkebach-Tal aus paläogeographischen oder tektonischen Gründen fehlen (s. S. 58, 74, 85–87). Wenn jedoch im Gebiet des Rinkebach-Tales effusive Pillow-Laven vom Typ des Deckdiabases nicht erst zur Zeit der höheren Liegenden Alaunschiefer, sondern bereits zur Zeit der Hangenberg-Schiefer gefördert wurden, so ist es verständlich, daß beide Schichtglieder nicht aufgefunden werden konnten und der Deckdiabas unmittelbar tieferen oberdevonischen Sedimenten oder Vulkaniten auflagert.

MEISCHNER, D. (1970): Conodonten-Chronologie des deutschen Karbons. – 6. Congr. int. Stratigr. Geol. Carbonif., C. R. 3: 1169–1180, 3 Abb.; Maastricht (Ernest van Aelst).

Relikte des Zechstein-3-Karbonats (Ca₃, Plattendolomit) im Odenwald

Von EGON BACKHAUS*

Kurzfassung: In der Tongrube Vierstöck (Odenwald) werden zwischen roten permotriassischen Peliten und den vererzten Z1-Dolomiten liegende ooidische Gesteine geochemisch und röntgenographisch untersucht. Sie werden nach Vergleichen mit den entsprechenden Gesteinsserien im Odenwald und Spessart dem Z3-Karbonat zugerechnet.

Abstract: Oolitic rocks are studied in a clay pit (Vierstöck) of the Odenwald by geochemical (atomic absorption spectrophotometer), X-ray-diffractometry and thin sections. Their stratigraphical position between red permotriassic pelites above and mineralized Z 1-carbonats below makes in comparison with other Zechstein rocks of this region the association with Z3-carbonats very probably. The classification points out the transgression of Z3-sea beyond the Spessart southwestward to the Odenwald.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	95
2. Grenzschichten Perm/Trias im mittleren Odenwald	96
2.1. Gesteinsbeschreibung	97
2.2. Vergleichsuntersuchungen	99
3. Schlußfolgerungen	101
4. Schriftenverzeichnis	101

1. Einleitung

Der im Odenwald verbreitete Dolomit des Zechsteins gehört dem Z1 an (BACKHAUS 1961, 1965). Die Oberfläche dieses Schichtenabschnittes ist stark verkarstet und wird von roten Peliten überlagert, die von uns den „Zechsteinletten“ (Z3/4) zugerechnet wurden. Eine Unterscheidung dieser Pelite von den überlagernden Bröckelschiefern des Unteren Buntsandsteins ist schwierig, erscheint aber nunmehr sedimentpetrographisch möglich (BACKHAUS 1979:9). Diese Untergliederung sollte aber, soweit es bei einer nur lithostratigraphischen Gliederung überhaupt möglich ist, durch Einordnung in einen größeren Profilabschnitt gestützt werden. Im Odenwald kann dieses Profil im Hangenden an die Untergrenze des ECKSchen Geröllsandsteines angehängt, über den Heigenbrückener Sandstein (früher oberer Tigersandstein) in die durch mehrere Sandsteinzonen (untere Tigersandsteine) unterteilte Bröckelschiefer-Folge bis an das Liegende

* Prof. Dr. E. BACKHAUS, Geologisch-Paläontologisches Institut der TH Darmstadt, Schnittspahnstraße 9, 6100 Darmstadt.

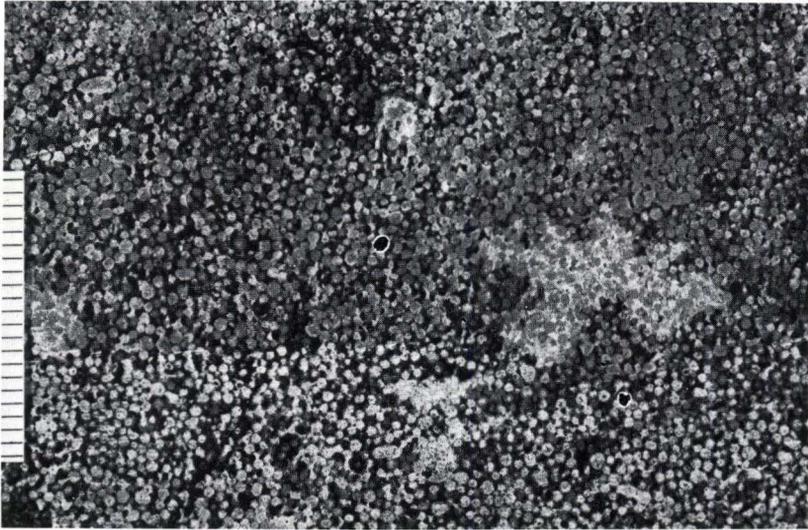


Abb. 1. Anschnitt eines aus Ooiden aufgebauten (Ca₃) Handstücks. Maßstab: mm-Abstände.

der Pelite fortgeführt werden. Diese Pelite liegen entweder dem Zechstein-1-Dolomit auf, füllen die Karsttaschen im Dolomit oder überdecken die durch intrapermische Verwitterung entstandenen Manganerze.

Der Zechstein-Dolomit wiederum, oder bei seiner vollständigen Verwitterung das Manganerz, ruht auf Rotliegend-Sedimenten oder direkt auf dem Kristallin des Böllsteiner Odenwaldes. Allerdings sind seit langem dem Zechsteinausbiß im Spessart und Odenwald entlang einige Kristallinrücken bekannt, an denen permische Sedimente fehlen und der Untere Buntsandstein (Bröckelschiefer) direkt dem Kristallin aufliegt.

2. Grenzsichten Perm/Trias im mittleren Odenwald

An der Ostabdachung des Böllsteiner Odenwaldes scheinen diese Kristallin-Inseln einem der Küste vorgelagerten Archipel von geringer Ausdehnung entsprochen zu haben. Geologisch bearbeitbare Aufschlüsse sind (z. B. Steinkopf, BACKHAUS 1975, 1979) in diesem Schichtenabschnitt selten.

Im S-Teil der GK 25, 6219 Brensbach-Böllstein liegt in den permisch/triassischen Grenzsichten die von der Firma Marquardt, Reichelsheim-Beerfurth, für keramische Zwecke ausgebeutete Tongrube Vierstöck (R 34 92 43, H 55 08 30). Im Herbst 1979 hatte Herr Marquardt auf unsere Bitte hin die Sohle der Grube bis auf die violett verfärbten, teilweise vererzten Schluffe oberhalb des Erzes freizulegen versucht. Dabei fielen zwei kopfgroße eingekieselte Gesteinstücke an, die weitgehend aus Ooiden aufgebaut sind (Abb. 1). Das eine Stück war 1–2 cm stark von gelblich-braunem Eisenocker ummantelt.

Tab. 1. Ergebnisse der geochemischen Untersuchungen mittels Atomabsorption; Ca und Mg wurden teilweise titriert. Die Angaben der Ca- und Mg-Gehalte in Vierstöck bis zur 2. Stelle nach dem Komma sollen lediglich die geringen Werte stärker betonen. Das Calcit/Dolomit-Verhältnis ist aus den Peakflächen der R ontgendiffraktometeraufnahmen abgemessen. Q und Fe in Spalte 8 weisen auf eine Dominanz von Quarz bzw. Eisen hin. Die Kurzbeschriftung des zo im H obbacher Bruch erfolgt nach WEIDMANN: 26

Proben-Nr.	Aufschluß, Einzelprobe	Ein-stufung	Ca %	Mg %	CaO/MgO-Verh.	Molar- verh. Ca/Mg	Calcit/ Dolomit- Verh.	Sr ppm	Fe %	Mn %	Rückstand %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Wetterau											
5	Büdingen, Tunnel-N. Bunte Dolomite	Ca 3	1,0	0,85	1,0	1:1,40	wenig Dol.	-	0,9	0,1	91,6
Spessart											
8	Dolomitbank in Letten, Trasse oberhalb "zo"	(?)su	22,65	11,07	1,7	1:0,81	0,09	65	0,9	0,2	5,8
3	Dolomit. Letten	Ca 3	22,04	10,21	1,79	1:0,76	0,15	59	0,3	0,2	8,3
7	Wechsellagerung	Ca 3	22,44	11,68	1,59	1:0,86	0,06	89	0,2	0,2	4,2
9	weißer Dolomit	Ca 3	22,45	11,91	1,56	1:0,87	0,11	71	0,2	0,3	3,2
2	Oolithdolomit	Ca 3	27,45	7,90	3,48	1:0,47	0,69	34	0,9	0,6	2,6
4	Hangenddolomit 2,5 m unter "zo"	Ca 1	22,24	12,40	1,49	1:0,93	0,01	47	0,7	0,4	0,6
Odenwald											
1 Ko	Körner, Oberfl.	(Ca 3)	0,10	0,02	6,19	1:0,26	1 Q	-	2,5	0,1	94,1
1 i	Mitte der Probe	(Ca 3)	0,17	0,05	2,67	1:0,53	Q	31	0,1	0,1	96,0
10 Fe	Eisenerkernde	(Ca 3)	0,03	0,04	0,52	1:2,53	Fe	-	27,4	1,5	43,6
10 Ko	Körner, Oberfl.	(Ca 3)	0,10	0,04	2,37	1:0,54	Q	19	0,6	0,8	95,2
10 i	Mitte der Probe	(Ca 3)	0,04	0,05	0,67	1:2,12	Q	18	29,5	4,5	33,4
6	Forstel, unterh. 2. Fossilh.	Ca 1	21,64	12,40	1,42	1:0,94	nur Dolom.	20	0,1	0,6	1,1

Im Liegenden dieser Restsedimente in der Tongrube sind die Manganerze des Zechsteins zu erwarten, die unmittelbar W der Tongrube im ursprünglichen Höhenniveau in einem Waldstück auf Halde liegen, die von einem um die Jahrhundertwende hier umgehenden Bergbau stammt.

2.1. Gesteinsbeschreibung

Die an der Sohle der Tongrube zwischen Z1-Dolomit und Manganerz im Liegenden (vgl. Abb. 4 nach FOLMER in BACKHAUS 1979) und den roten Peliten gefundenen Gesteinstst ucke wurden durch Atomabsorption (AAS), R ontgendiffraktometeraufnahmen und an Dünnschliffen untersucht. Darüber hinaus wurden einige andere Zechsteinproben aus dem Odenwald, dem Spessart und der Wetterau zum Vergleich überprüft (Tab. 1).

Die Proben lassen im Anschnitt (Abb. 1) Ooide von 0,6-1 mm \varnothing erkennen. Während die Körner auf der Oberfläche weitgehend isoliert nebeneinander liegen, sind sie im Inneren des einen Stückes stark durch Einkieselung miteinander verbunden; das Bindemittel des anderen Stückes ist vorwiegend tonig-ferritisch. (sensu HOPPE).

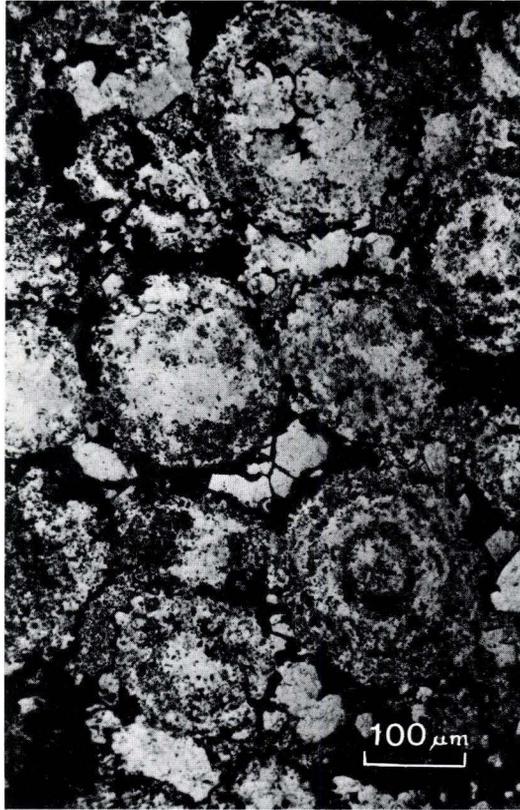


Abb. 2. Dünnschliff, Ausschnitt aus Abb. 1 mit noch erkennbarer Anlagerungsstruktur.

Im Dünnschliff (Abb. 2) ist die ooidische Anlagerungsstruktur noch deutlich erkennbar, geringe karbonatische Restbestände zeichnen die Kugelgestalt nach. In der Masse hat aber eine Metasomatose durch SiO_2 stattgefunden. Sowohl die Einzel- als auch die stellenweise vorhandenen hantelförmigen Doppeloide lassen in der Detailaufnahme (Abb. 3) unter gekreuzten Nicols eine Kernpartie gut auskristallisierter Quarzkörner erkennen, die von einer Korona kleinerer, meist unregelmäßiger, teilweise von Schmutzrändern umsäumter Quarze umgeben sind. In der tonig-ferritischen Stützfülle (HOPPE) schwimmen mehrere frei im Sediment gewachsene idiomorphe Quarzkristalle (Abb. 4).

In der Röntgendiffraktometeraufnahme (Philips Mikro 1011, Cu Ka, 40 kV, 20 mA, Zählrohr 1630, Basis 265, Fenster 260) der Probe 10 i (Innenteil der äußerlich vererzten Probe) läßt sich Goethit nachweisen. Ansonsten zeigen die fünf texturarmen Pulverpräparate aus beiden Handstücken sehr ausgeprägte Quarz-Peaks. Lediglich die Probe der isolierten Körner (1 Ko) von der Oberfläche weist einen geringen Calcit- und Dolomit-Gehalt (s. auch AAS-Werte in Tab. 1)

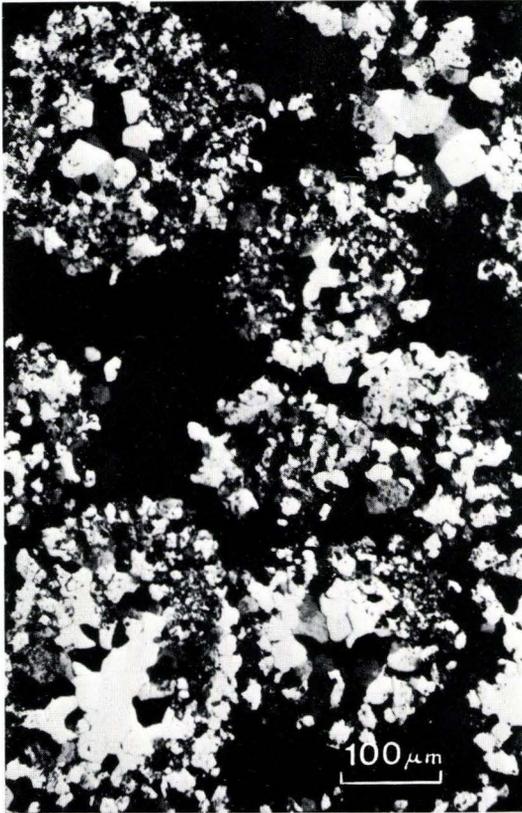


Abb. 3. Dünnschliff, Ausschnitt (+ Nicols). Primäre Substanz metasomatische durch SiO₂ ersetzt.

auf, der ein Calcit/Dolomit-Verhältnis von 1 ergibt; Feldspäte waren nicht nachweisbar. Die Aufnahmen waren durch die teilweise hohen Fe-Gehalte (Tab. 1) beeinträchtigt. Tonminerale waren in den angefertigten Texturpräparaten nicht auszumachen.

Wegen der starken Verkieselung ist der Anteil an Ca und Mg (Tab. 1) sehr gering, das daraus abzuleitende CaO/MgO-Verhältnis ist somit als nicht repräsentativ anzusehen. Auch die nach der HCl-Aufbereitung verbliebenen hohen Prozente an Rückstand spiegeln die metasomatischen Vorgänge wider.

2.2. Vergleichsuntersuchungen

Zum stofflichen Vergleich mit diesen ooidischen Stücken wurde eine Probe aus dem Ca1-Dolomit von Forstel (Pr. 6 in Tab. 1) noch einmal untersucht. Den AAS-Bestimmungen und den Röntgendiffraktometeraufnahmen nach handelt es sich dabei um einen reinen Dolomit. 1958 vom Chemischen Labor Backofen, Coburg,

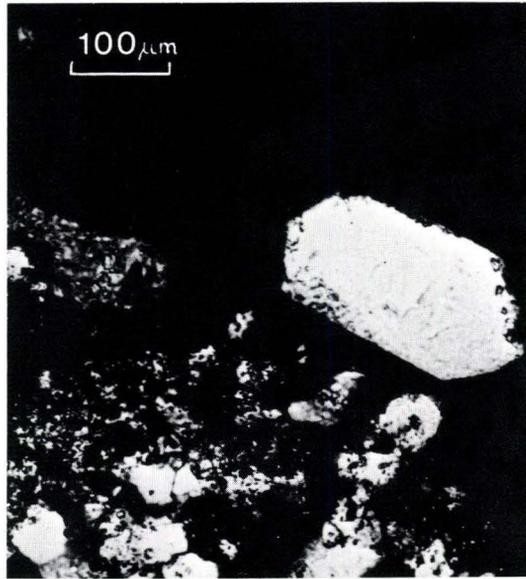


Abb. 4. Neubildung von Quarz in der Matrix. Dünnschliff, Ausschnitt.

für die damals in Forstel abbauende Firma ausgeführte Analysen wurden damit gleichfalls bestätigt, die CaO/MgO-Verhältnisse errechnen sich zu 1,38 und 1,40 bzw. 1,42.

Eine ooidische Ausbildung des Z1-Dolomits im Odenwald ist bisher nicht bekanntgeworden. Ooide wurden hingegen von WEIDMANN aus dem Bereich des in jüngerer Zeit (BACKHAUS 1961, PRÜFERT) als Z3-Karbonat eingestuften ehemaligen zo im Spessart (sog. Hösbacher Bruch, Pr. 2, 9, 7 und 3 der Tab. 1) erwähnt. PRÜFERT: 137 sieht in den Oolithen der Weidmannschen „steinmergelartigen Dolomite“ Nachzeichnungen von rundlich-ovalen Algenstrukturen. Eine Deutung, der gemäß den von PRÜFERT in Wetterau und Spessart erarbeiteten Faziesdifferenzierungen wohl zu folgen sein dürfte. Wie auch eine Beteiligung von Algen bei der primären Entstehung unserer metasomatisch veränderten Ooide denkbar ist.

Die geochemische Differenzierung zwischen dem den Z1-Karbonaten zuzurechnenden fast reinen Dolomiten (Pr. 4, Tab. 1) und den „dünnplattigen, kleinkavernösen Dolomitkalken“ des Z3-Karbonats im Hangenden (s. Pr. 2, 9, 7 und 3 in Tab. 1) ist im Spessart besonders am Molverhältnis (Tab. 1, Zeile 7) offensichtlich. Besonders macht die basale Probe (Pr. 2) des neuen Sedimentationszyklus eine Aufarbeitung durch eine erneute Transgression deutlich. In deren Verlauf konnten durchaus Algen und deren Aufarbeitungsprodukte zu ooidischen Strukturen aufbereitet werden.

Durch die Herausbildung verschiedener Faziesräume wird ein Vergleich der Sedimente durch Ca/Mg-Verhältnisse alleine schwer; Tonminerale und Feldspat/Quarz-Verhältnisse können dabei weiterhelfen.

Während die jüngeren Hösbacher Karbonate nur geringe Illit-Gehalte aufweisen, besitzt die Probe (Pr. 5) vom Nordausgang des Büdinger Tunnels, die den „Bunten Dolomiten“ entstammt und somit auch der „Oberen karbonatischen Folge“ (Ca3) in Spessart und Wetterau (PRÜFERT) zuzurechnen ist, einen relativ hohen Tonmineralegehalt (vgl. Rückstand Tab. 1), der zu 83% aus Mineralien der Montmorillonit-Gruppe und zu 10% aus Chlorit besteht. Bei einem Feldspat/Quarz-Verhältnis von 0,7 konnte darin ein Anteil von 0,52 an Plagioklasen nachgewiesen werden.

3. Schlußfolgerungen

Zwischen den als reine Dolomite ausgebildeten Z1-Karbonaten des Odenwalds (Pr. 6) und der Schwellenfazies des Spessarts (Pr. 4) besteht stoffliche und weitgehend strukturelle Übereinstimmung. Die gesicherten Z3-Karbonate des Spessarts weichen in ihrer chemischen Zusammensetzung davon deutlich ab. Der Gehalt an Algenrelikten ergibt eine oolithische oder zumindest pseudoolithische Struktur, die den Z1-Karbonaten der vergleichbaren Faziesräume fremd ist. Die hier aus dem Odenwald (Vierstöck) beschriebenen metasomatisch veränderten Ooide bieten von der stratigraphischen Situation und ihrer Struktur her keine Möglichkeit zur Einstufung als Z1-Sedimente, hingegen aber ihren geochemischen Werten und der ooidischen Struktur nach als Relikte eines Z3-Karbonates.

Die Zurechnung der Dolomitbänke von Aschaffenburg-Schweinheim durch PRÜFERT (1969) zu seiner „Oberen karbonatischen Folge“ (Ca3) folgt WEINELT ebenfalls; sie schlägt eine Brücke zwischen Spessart und Odenwald.

Die Ausbildung der Ooide an der Basis des erneut über die von Ende des Z1 bis an den Beginn des Z3 bestehende intrapermische Landoberfläche macht die hier vorgenommene Einstufung der Relikte paläogeographisch verständlich.

Danksagung: Herrn MARQUARDT, Reichelsheim-Beerfurth, sind wir für das sorgsam geborgene Untersuchungsmaterial sehr verbunden. Die Röntgenuntersuchungen und das Anfertigen einiger Dünnschliffe war freundlicherweise im Mineralogischen Institut der TH Darmstadt möglich; Herrn Prof. PAULITSCH danke ich für seinen fachlichen Rat. Ebenfalls danke ich den Herren Dipl. Geol. D. SCHWEISS und cand. geol. G. KAFFENBERGER für ihre Mitarbeit.

4. Schriftenverzeichnis

- BACKHAUS, E. (1961): Das fossilführende Zechsteinvorkommen von Forstel-Hummetroth (Nord-odenwald) und Bemerkungen zur südwestdeutschen Zechsteingliederung. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **89**: 187–202, 4 Abb.; Wiesbaden.
- (1965): Die randliche „Rotliegend“-Fazies und die Paläogeographie des Zechsteins im Bereich des nördlichen Odenwaldes. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **93**: 122–140, 7 Abb., Taf. 10; Wiesbaden.

- (1975): Der Buntsandstein im Odenwald. – Aufschluß, Sonderbd. **27** (Odenwald): 299–320, 5 Abb.; Heidelberg.
 - (1979): Zur Sedimentologie und Sedimentpetrographie des Buntsandsteins und Unteren Muschelkalks im Odenwald. – Fortschr. Mineral., **57**, Beih., 2: 3–22, 9 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- HOPPE, W. (1927): Beiträge zur Geologie und Petrographie des Buntsandsteins im Odenwald., II. Petrographie, 1. Die Struktur des Buntsandsteins und ihre Beziehungen zur Einkieselung und Bleichung. – Notizbl. Ver. Erdkde. u. hess. geol. L.-Anst. Darmstadt f. 1926, (V) **9**: 80–103, Taf. 6; Darmstadt.
- PRÜFERT, J. (1969): Der Zechstein im Gebiet des Vorspessart und der Wetterau. Seine Stratigraphie, Fazies und Paläogeographie. – Sonderveröff. geol. Inst. Univ. Köln, **16**: 176 S., 15 Abb., 4 Tab., 3 Taf.; Bonn (Stollfuss).
- WEIDMANN, C. (1929): Zur Geologie des Vorspessarts. Lithogenetische und tektonische Untersuchungen. – Rhein-Mainische Forsch., **3**: 72 S., 10 Fig., 12 Abb., 2 geol. Kt.; Frankfurt a. M.
- WEINELT, W. (1971): Zechstein. – In STREIT, R., & WEINELT, Wl.: Geol. Kt. Bayern 1:25 000, Erl. Bl. 6020 Aschaffenburg: 85–90; München.

Manuskript eingegangen am 28. 1. 1980

Tonsteineinschlüsse mit Strömungsmarken aus dem Buntsandstein des Neckartales

Von

HEINER FLICK und VOLKER SCHWEIZER*

Kurzfassung: Strömungsmarken, wie sie vielerorts an der Basis von Sandsteinbänken auftreten, finden sich im Buntsandstein des unteren Neckartales auch auf großen Tonsteineinschlüssen innerhalb einer Bank.

Da diese Marken an den Rändern teilweise abgeschnitten sind und außerdem ihre Orientierung eine beträchtliche Streuung zeigt, ist eine Position auf sekundärer Lage zu folgern. Sie sind auf einer geschlossenen Tonsteinlage ausgekolkt worden und bei deren Aufarbeitung und Umlagerung in ihre jetzige Position gelangt. Spätere diagenetische Vorgänge innerhalb der Einschlüsse setzten u.a. durch Illitbildung Kieselsäure frei, die rings um die Tonsteinbrocken zu Einkieselungssäumen führte.

Abstract: Flute casts as they occur frequently at the base of sandstone beds of the „Bunter“ (Lower Triassic) have been formed on large mudstone pebbles within the sandstone in the valley of the lower Neckar river (southern Odenwald). Their in situ-generation can be dismissed. Instead, they have been washed out earlier and are redeposited later. Clay minerals in the pebbles recrystallized to illite during later diagenesis. Silica released by these processes gave rise to crystallographic oriented overgrowth rims around the quartz grains of the sandstone surrounding the pebbles.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	103
2. Beschreibung des Aufschlusses	104
3. Diskussion und Deutung	105
4. Schriftenverzeichnis	109

1. Einleitung

Sohlmarken verschiedener Art sind in den Sandsteinfolgen des Buntsandsteins weit verbreitet, sobald mächtigere tonig-schluffige Lagen zwischengeschaltet sind. So werden sie beispielsweise aus Thüringen (GRUMBT 1974) oder dem Oberwesergebiet und Eichsfeld (SCHRÖDER 1965) beschrieben. Auch im Odenwald sind solche Marken bekannt, wobei sie dort im Unteren Buntsandstein vorherrschen (BACKHAUS 1975). In dieser Arbeit wird ihr Auftreten in Tonsteineinschlüssen innerhalb einer Sandsteinbank beschrieben.

* Dr. H. FLICK, Dr. V. SCHWEIZER, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 234, 6900 Heidelberg 1.

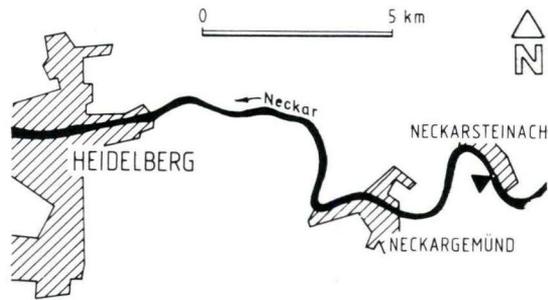


Abb. 1. Verlauf des unteren Neckars mit Lage des Aufschlusses am Stauwehr von Neckarsteinach.

Der hier vorgestellte Aufschluß liegt im Kleinen Odenwald am westlichen Neckarufer direkt neben dem Abgang vom Wehrsteg der Schleuse Neckarsteinach zum Leinpfad (TK 25 Bl. 6519 Eberbach, R 34 88 48, H 54 73 78; Abb. 1). Er gehört nach der badischen Gliederung in den Pseudomorphosensandstein (Mittlerer Buntsandstein, sm 1). Gemäß der Vereinbarung der geologischen Landesämter (RICHTER-BERNBURG 1974) entspricht dieser in der Neugliederung dem Dickbanksandstein der Gelnhausen-Folge (S 2) des Unteren Buntsandsteins. Diese ist der Miltenberg-Formation (su M) von BACKHAUS (1975) gleichzusetzen und besteht danach im südlichen Odenwald aus blaßroten Mittelsandsteinen mit wechselnden Feinsand- und Grobsandgehalten. Die Bänke erreichen Mächtigkeiten von >1 m und wechseln mit schluffigen Feinsandsteinen von braunroter Farbe.

2. Beschreibung des Aufschlusses

In dem Aufschluß (Taf. 1 Fig. 1) folgen einer schräggeschichteten Sandsteinbank mit einzelnen Tongallenlagen ca. 40 cm horizontalgeschichtete Siltsteine, die sich aus einer Basislage von mürbem Feinsandstein entwickeln und die das Relief der liegenden Sandsteinbank ausgleichen. Sie werden mit scharfer Grenze abgelöst von einem insgesamt ca. 90 cm mächtigen Sandstein, der seinerseits unter Einschaltung eines dünnen Siltsteinhorizontes von einer weiteren Sandsteinbank größerer Mächtigkeit überlagert wird.

Die mittlere Sandsteinbank zeigt Schrägschichtung, die an der Basis nach SE, im höheren Teil nach NNE gerichtet ist (Abb. 3 a). Zwischen diesen Bereichen unterschiedlicher Schüttungsrichtungen liegt, ca. 10–20 cm über der Basis, eine Anzahl größerer Tonsteineinschlüsse dachziegelartig eingeregelt (Abb. 2 und Taf. 1 Fig. 1). Diese erreichen Größen bis über 30 cm bei Dicken bis zu 10 cm. Sie sind unten wie auch seitlich von kleineren Tonscherben umgeben, deren Längserstreckung von 0,5 cm bis etwa 4 cm reicht.

Über den großen Tonsteineinschlüssen folgen 12 cm Sandstein mit schwach angedeuteter Schrägschichtung, der von einer Lage kleiner Tongallen abgeschlossen wird. Diese wird von weiteren 12 cm Sandstein überlagert. Er ist intensiv kreuzgeschichtet und zeigt nesterartige Anreicherungen von kleinen Tongallen. Auch dort bildet ein Band kleiner Tongallen die obere Begrenzung. Deren

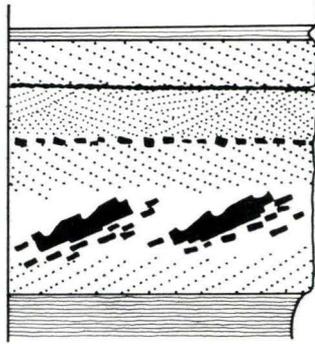


Abb. 2. Schematisierter Profilausschnitt mit Darstellung der Tonsteineinschlüsse und der Schüttungsrichtungen.

Packung ist so dicht, daß in den Zwischenräumen der Sand fehlt und eine Bankungsfuge vorgetäuscht wird. In den höher folgenden Abschnitten der Bank treten ebenfalls Schrägschichtung und Tongallen auf.

Während die kleinen Tongallen mäßig bis gut gerundet sind, besitzen die großen Tonsteineinschlüsse eckige Umrisse mit sehr scharfen Bruchkanten (Taf. 1 Fig. 1, 2, 3). Der Sandstein zeigt am Kontakt zu den Tonsteineinlagerungen einen scharf begrenzten gelblichen Saum, dessen Breite mit dem Volumen der Einschlüsse zunimmt und bis zu 2 cm erreichen kann. Im Gegensatz zu den normalen Bleichungszonen innerhalb der Sandsteinbänke steht die Bleichung hier in Zusammenhang mit Einkieselungsvorgängen.

Die großen Tonsteinbrocken zeigen an ihren Dachflächen Ausgüsse von Sohlmarken, die im hangenden Sandstein als Hyporelief erhalten sind (Taf. 1 Fig. 3). Ihre Eintiefung erreicht 2,5 cm, ihre Längserstreckung 4 cm. Die Längsachse ist entweder gerade oder zeigt eine leichte schraubenförmige Verdrehung. Entsprechend ihrer Form (Taf. 1 Fig. 4) sind sie als Strömungsmarken zu deuten (vgl. PETTIJOHN & POTTER 1964: Taf. 55 A; DZULYNSKI & WALTON 1965: 48; GRUMBT 1974: Taf. 8, Bild 4). Sie zeigen eine Strömung an, die dem Einfallen der Tonsteineinschlüsse (Abb. 3b) entgegen gerichtet ist und zwischen den beiden Schüttungsrichtungen der Sandsteine im Liegenden und Hangenden liegt.

3. Diskussion und Deutung

Strömungsmarken sind bisher lediglich von Bankunterseiten bekannt. In dem hier untersuchten Aufschluß finden sich derartige Marken an der Oberseite von Tonsteineinschlüssen innerhalb einer Bank (Taf. 1 Fig. 3). Für ihr Auftreten sind zwei Deutungen möglich. Einmal könnten diese Kolkmarken in situ noch vor Ablagerung der hangenden Sandschüttungen durch Erosion an der Oberfläche der Tonflatschen entstanden sein. Es ist jedoch fraglich, ob sich auf derart kleinflächigen Tonkörpern die gleichen Marken bilden können wie auf großflächig exponierten tonigen Sedimenten. Zum anderen könnte es sich um eine ehemals geschlossene Tonsteinlage mit Strömungsmarken handeln, die nach Aufarbeitung und

Tafel 1

Fig. 1. Gesamtansicht des Aufschlusses mit dachziegelartig eingelagerten Tonsteinbrocken in der mittleren Sandsteinbank (wenig oberhalb der Siltsteinlage). Länge des Maßstabes 30 cm.

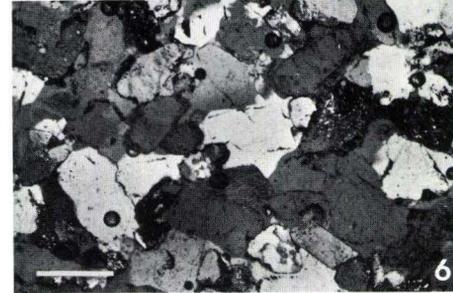
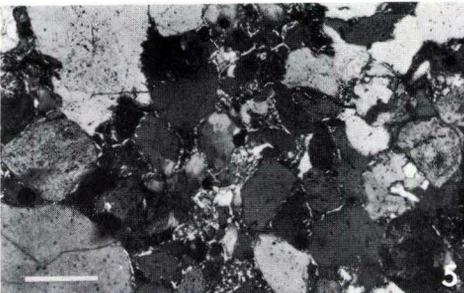
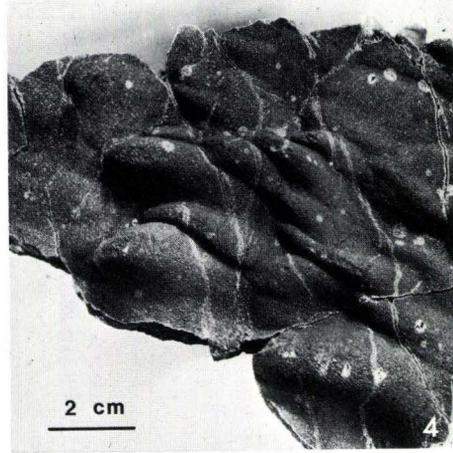
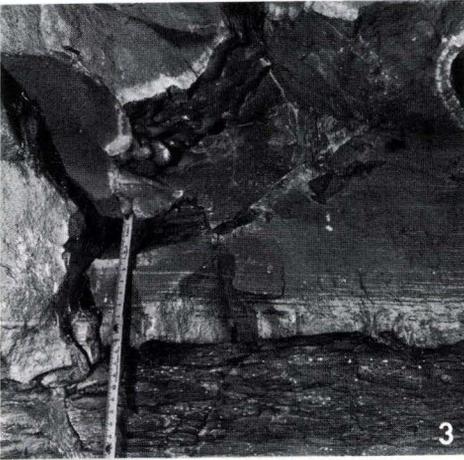
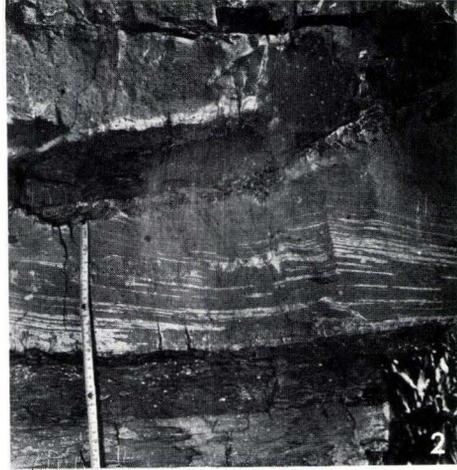
Fig. 2. Einzelne, teilweise herausgewitterte Tonsteineinschlüsse (linker noch mit Resten der Füllung) mit Anhäufung von kleinen Tonsteinscherben an den Unterseiten. Die hellen Einkieselungssäume sind deutlich sichtbar. Länge des Maßstabes 28 cm.

Fig. 3. Herausgewitterter Tonsteineinschluß (oberhalb des Maßstabes in Fig. 1) mit Ausgüssen von Strömungsmarken an der Oberseite, die an der rechten Querseite abgeschnitten sind. Heller Einkieselungssaum ist klar erkennbar. Länge des Maßstabes 26 cm.

Fig. 4. Ausfüllung von Strömungsmarken (Hyporelief) an der Oberseite eines Einschlusses.

Fig. 5. Dünnschliffbild aus einem unveränderten Sandstein der mittleren Bank: Rundung und Sortierung mäßig, die Quarzkörner von einer Fe-Oxid-Haut umgeben, in den Zwischenräumen teilweise feinkörnige Matrix. Maßstab 200 μ m.

Fig. 6. Dünnschliffbild aus dem gebleichten eingekieselten Saum um die Tonsteineinschlüsse: Quarzkörner in kristallographischer Orientierung weitergewachsen, Ausfüllung der Zwischenräume bei teilweiser Ausbildung von kristallographischen Umrissen. Reste der Fe-Oxid-Häutchen zeigen noch die Umrisse der ehemaligen Quarzkörner. Maßstab 200 μ m.



Tafel 1

Umlagerung erhalten geblieben sind. Da zur Bewegung solch großer Tonsteinbrocken jedoch eine beträchtliche Transportkraft notwendig ist, wäre zu erwarten, daß derartige Marken dabei zerstört wurden.

Vom Aufschlußbild her scheint die Strömung verhältnismäßig konstant gegen das nur geringen Schwankungen unterworfenen SW-Einfallen gerichtet gewesen zu sein, was für die erste Deutung spräche. Das Einmessen der Marken ergibt jedoch eine erhebliche Streuung von ca. 135° zwischen WNW und SSE (Abb. 3b). Sie ist damit insgesamt mindestens zwei bis dreimal so groß, wie die Variation der Richtung innerhalb des jeweiligen vermessenen Tonsteinbrockens.

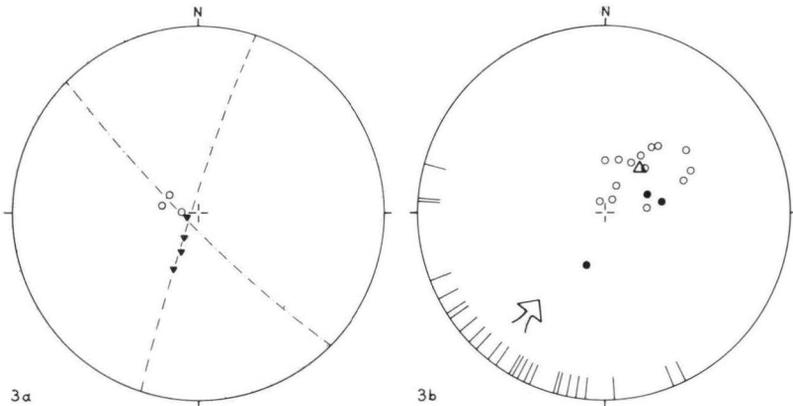


Abb. 3. Einregelungs- und Richtungsmessungen in der mittleren Sandsteinbank des Aufschlusses (vgl. Taf. 1 Fig. 1).

- a) Schrägschichtung unterhalb (Kreise) und oberhalb der Tonsteineinschlüsse (Dreiecke).
 b) Orientierung der Tonsteineinschlüsse (Kreise) sowie der Strömungsmarken (Striche) vom Rand nach innen. Die gefüllten Kreise zeigen die Verbiegung von einem Tonflatschen. Richtungsschwerpunkt der Strömungsmarken mit Pfeil, Lageschwerpunkt der Tonsteineinschlüsse mit Dreieck gekennzeichnet.

Hieraus ist eine Position der Marken auf sekundärer Lage zu folgern. Ein wichtiger Hinweis dazu ist die Beobachtung, daß die Marken an den Rändern der Tonbrocken teilweise abgeschnitten sind (Taf. 1 Fig. 3). Außerdem zeigt die Füllung der Marken im Gegensatz zu den Angaben von SCHRÖDER (1965) keine Schrägschichtung. Auch die von POTTER & PETTIJOHN (1977) beschriebene Ausfüllung der Kolke mit größerem Korn als dem des darüberliegenden Gesteins trifft trotz der mäßigen Sortierung dieses Sandsteins (Taf. 1 Fig. 5) nicht zu. Das Abweichen der Transportrichtung des die Marken ausfüllenden Sandsteins um etwa 20° vom Richtungsschwerpunkt der Wulst-Längsachsen sowie des Einfallens der Tonflatschen ist für diese Diskussion ohne wesentliche Bedeutung, da SCHRÖDER (1965) Abweichungen bis zu 70° messen konnte. Er deutet dies so, daß die Kolke in den Tonsedimenten nachträglich von anders gerichteten Strömungen

ausgefüllt und nicht gleichzeitig wie etwa in Grauwacken mit der Erosion gefüllt wurden.

Wahrscheinlich handelt es sich bei den Tonsteineinschlüssen um Reste eines ehemals zusammenhängenden Schichtpaketes, das erst beim Transport relativ spät zerbrochen ist. Dafür dürfte die Beobachtung sprechen, daß die Orientierung der Strömungsmarken nicht auch quer oder entgegengesetzt liegt, sondern gleichmäßig um den Richtungsschwerpunkt pendelt, der mit dem Lageschwerpunkt der Tonflatschen fast zusammenfällt (Abb. 3 b). Eine Verdrehung der Tonflatschen aus der ursprünglichen Richtung gegeneinander hat also nur in beschränktem Maße stattgefunden. Die unbeschädigte Überlieferung der Marken an der Schichtoberfläche sowie die Erosion an der Unterseite der Tonflatschen deuten auf einen schwebenden Transport im oberen Bereich einer Sand-Wasser-Suspension. Auf Erosion nur an der Unterseite deutet die Anreicherung kleiner Tonbruchstücke unterhalb der großen Tonsteinbrocken (Taf. 1 Fig. 2, 3). Die Erhaltung der eckigen Form läßt auf kurzen Transportweg schließen. Weiter muß der Tonstein bereits vor seiner Aufarbeitung weitgehend verfestigt gewesen sein, wobei die Verbiegung eines Tonflatschens (Abb. 3 b) auf eine noch vorhandene (geringe) Plastizität hinweist.

Diagenetische Vorgänge nach der Einbettung der Tonsteinbrocken führten zu den sie umgebenden eingekieselten Bleichungssäumen, wobei die detritischen Quarzkörper Facetten homoachsialer Anwachsäume aufweisen (Taf. 1 Fig. 6). In den Sandsteinen sind keine Hinweise auf eine Mobilisierung der Kieselsäure zu erkennen. Da die Tonsteineinschlüsse hier im wesentlichen aus Quarz und Illit bestehen, bei dessen Bildung Kieselsäure freigesetzt wird, ist eine Herkunft aus diesen abzuleiten, wie es bereits FÜCHTBAUER (1978) von tonlagigen Sandsteinen beschrieben hat. Dies erklärt auch die Abhängigkeit der Dicke der Kieselsäume vom Volumen der Tonsteineinschlüsse.

4. Schriftenverzeichnis

- BACKHAUS, E. (1975): Der Buntsandstein im Odenwald. – Aufschluß, Sonderband 27 (Odenwald): 299–320, 5 Abb.; Heidelberg.
- DZULINSKY, S., & WALTON, E. K. (1965): Sedimentary Features of Flysch and Greywackes. – Developments in Sedimentology, 7, V + 274 S., 167 Abb., 5 Tab.; Amsterdam, London, New York (Elsevier).
- FÜCHTBAUER, H. (1978): Zur Herkunft des Quarzzements, Abschätzung der Quarzauflösung in Silt- und Sandsteinen. – Geol. Rdsch., 67: 991–1008, 4 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.
- GRUMBT, E. (1974): Sedimentgefüge im Buntsandstein Südwest- und Südhütingens. – Schr.-R. Geol. Wiss., 1: 1–205, 80 Abb., 18 Tab., 15 Taf.; Berlin.
- PETTJOHN, F. J. & POTTER, P. E. (1964): Atlas und Glossary of Primary Sedimentary Structures. – 370 S., 117 Taf.; Berlin, Göttingen, Heidelberg, New York (Springer).
- POTTER, P. E. & PETTJOHN, F. J. (1977): Paleocurrents and Basin Analysis. – 2. Aufl., X + 425 S., 167 Abb., 30 Taf.; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).
- RICHTER-BERNBURG, G. (1974). Stratigraphische Synopsis des deutschen Buntsandsteins. – Geol. Jb., A 27: 127–132, 1 Abb., 1 Taf.; Hannover.
- SCHRÖDER, L. (1965): Zur Sedimentologie des Mittleren Buntsandsteins. – Geol. Jb., 82: 655–704, 13 Abb., Taf. 44–48; Hannover.

Geol. Jb. Hessen	108	S. 111–119	1 Abb.	2 Tab.	Wiesbaden 1980
------------------	-----	------------	--------	--------	----------------

Ein Aufschluß im tiefsten Wellenkalk bei Reichenbach (Bl. 4824 Hessisch Lichtenau)

Zur Grenzziehung Röt/Wellenkalk in Niederhessen

Von

ERWIN BUSSE*

Kurzfassung: Das Profil des untersten Wellenkalks und der Grenzschichten Buntsandstein/Muschelkalk von Reichenbach ist mit Profilen gleichaltriger Schichten im Gebiet von Kassel vergleichbar. Die lithostratigraphische Abfolge der Grenzschichten: Unterer Wellenkalk, Gelbe oolithische Grenzbank, Gelbe dolomitische Plattenkalke ist, mit geringen faziell bedingten Abweichungen, überall in Niederhessen nachweisbar. Der „*Lingula-Dolomit*“ im Liegenden der Gelben dolomitischen Plattenkalke ist jünger als die „*Myophoria*-Platten“ Thüringens und kann mit diesen nicht gleichgesetzt werden.

Eine biostratigraphisch begründete Grenzziehung zwischen Oberem Buntsandstein (Röt) und Unterem Muschelkalk ist in Niederhessen wegen der Seltenheit von Fossilien nicht möglich. Als brauchbare Untergrenze des Muschelkalks bietet sich in Niederhessen das annähernd zeitgleiche Einsetzen der Gelben oolithischen Grenzbank über den Gelben dolomitischen Plattenkalken an.

Abstract: A section near Reichenbach represents parts of the Lower Muschelkalk and the transition beds Lower Muschelkalk/Upper Buntsandstein (Lower Triassic). The typical sequence in the boundary deposits consists of

- „Wellenkalk“
- „Gelbe oolithische Grenzbank“
- „Gelbe dolomitische Plattenkalke“
- „*Lingula-Dolomit*“
- grayish marlstones
- red silt- and claystones.

This sequence is to be observed all over the western and eastern part of the Kassel area (Lower Hesse).

A biostratigraphical definition of the boundary Lower Muschelkalk/Upper Buntsandstein ist not practicable because there are only very few fossils in the boundary deposits. It seems useful to define the boundary at the well marked lithological change at the base of the „Gelbe oolithische Grenzbank“.

The „*Lingula-Dolomit*“ of the Kassel area is not a stratigraphic equivalent of the „*Myophoria*-Platten“ of Thuringia.

Bei einer Begehung des wenig bekannten Röt/Wellenkalkgebietes um Reichenbach (Bl. 4824 Hessisch Lichtenau) mit Dr. F. RÖSING, Wiesbaden, wurde zuerst der wenig östlich des Dorfes gelegene Kindelberg stratigraphisch untersucht. Ein von N diagonal zum Berg führender Fußpfad quert den Oberen Röt. Eigentliche Aufschlüsse fehlen; hier und da aber wird das Rötgestein auf dem Fußpfad selbst

* Dr. E. BUSSE, Mittelbinger 6, 3500 Kassel-Ki.

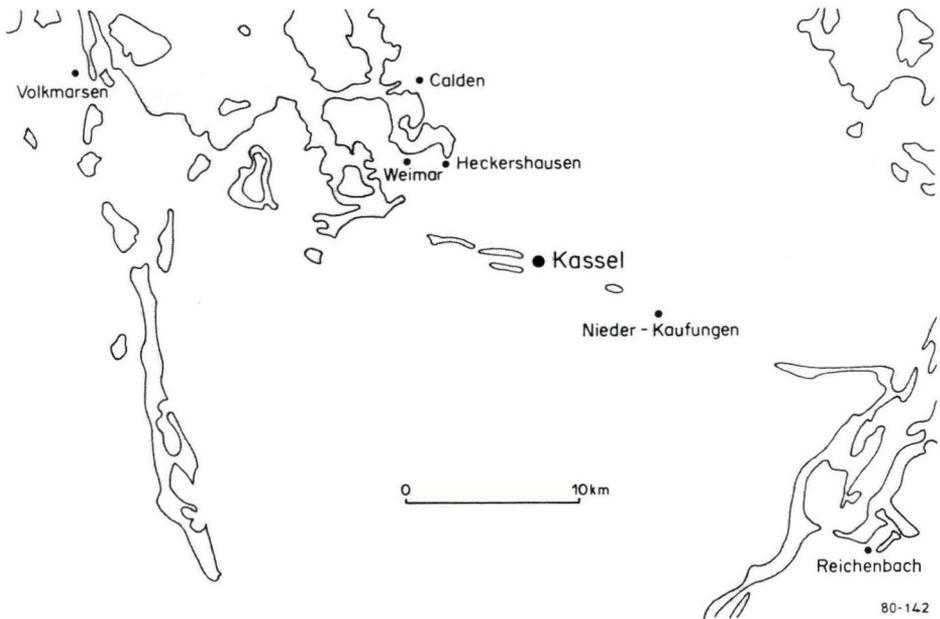


Abb. 1. Verbreitung des Muschelkalks in Niederhessen.

oder an dessen Rändern sichtbar. Der überlagernde Wellenkalk ist nur untergeordnet aufgeschlossen und reicht nach oben bis zur Oolithzone. Auf der Höhe des Kindelberges liegen klotzige Gesteinsbrocken aus der schon zerfallenen Oolithbank β als obere Begrenzung der stratigraphischen Folge. Eine detaillierte Profilaufnahme war hier nicht möglich. N Reichenbach, am S-Fuß des Großen Rohrberges (Rohrwig auf der GK 25) befindet sich ein kleiner Kalksteinbruch im tiefsten Teil des Unteren Muschelkalks unmittelbar auf den (ei- bzw. stroh-)gelben dolomitischen Plattenkalken der Grenzschichten Röt/Muschelkalk. Da gute Aufschlüsse in diesem Grenzbereich selten sind, wird das Profil im folgenden beschrieben. Anschließend daran wird die Frage der Grenzziehung Röt/Muschelkalk in Niederhessen diskutiert.

Kalksteinbruch N Reichenbach, am S-Fuß des Großen Rohrberges, Bl. 4824 Hessisch Lichtenau, R 35 53 94, H 56 70 35 [Die römischen Zahlen bezeichnen Leithorizonte des Unteren Muschelkalks (BUSSE 1956)].

Hangendes: Kalkstein, grau, bröckelig

- 19) ca. 1,00 m Kalkstein, grau – gelbgrau, plattig – bankig
- 18) ca. 4,00 m Kalkstein, \pm mergelig, grau, feinschichtig – dünnplattig, bröckelig
- 17) ca. 1,00 m Kalkstein, grau, ebenflächig, dünnplattig – bankig
- 16) ca. 3,00 m Bröckelkalkstein, grau, mergelig, dicht, oben (0,50 m) plattig, ebenflächig
- 15) 0,10–0,20 m Kalksteinbänkchen, grau, dicht, fest, Fossilreste
- 14) 0,50 m Kalkstein, grau, dicht, ebenflächig, mittel- bis dickplattig
- 13) 0,85–0,90 m Kalkstein, grau, dicht, ebenflächig, dünnplattig
- 12) 1,30 m Bröckelkalkstein, grau, mergelig, mürbe, zum Hangenden Grenze un-scharf

- 11) 0,05–0,07 m Kalksteinbänkchen, grau, dicht – feinkristallin, Fossilquerschnitte
- 10) 0,08–0,09 m Kalkmergelstein, grau
- 9) 0,05–0,07 m Kalksteinbänkchen, grau, dicht – feinkristallin, Fossilquerschnitte
- 8) 0,04–0,06 m Kalkmergelstein, grau
- 7) 0,06–0,09 m Fossilbänkchen, grau, dicht – kristallin, fest, rostbraune Fossilreste
- 6) 0,10–0,12 m Kalkmergelstein, grau, hellgrau anwitternd, schiefrig – bröcklig
- (VI) 5) 0,13–0,15 m Trochitenkalksteinbank: die unteren 0,05 m grau, dicht, mit Schneckenresten; die oberen 0,08–0,10 m grau – graublau, mit zerfressener Außenfläche, flachen Geröllern, zahlreichen Trochiten, Schneckenresten, hart, feinkristallin
- (V) 4) 1,80 m Kalkstein, grau – blaugrau, dünnschichtig – dünnplattig, ebenflächig, vereinzelt auskeilende Fossilbänkchen (*Omphaloptycha* sp., *Entalis* sp., *Hoernesia socialis*)
- (IV/III) 3) 0,15–0,25 m Konglomeratbank, grau, zahlreiche flache Kalksteineinschlüsse, Fossilquerschnitte (*Omphaloptycha* sp.), Trochiten (klein, fünfeckig)
- (II) 2) 2,00 m Kalkstein, grau, eben bis leicht gewellt, vereinzelt Fossilbänkchen (Schnecken), sonst dünnplattig; *Rhizocorallium* sp., *Hoernesia socialis*, *Lima lineata*, *Omphaloptycha* sp.
- (I) 0,035 m Kalksteinbänkchen, grau, dicht, fossilführend (Schneckenreste) = Äquivalent der Gelben oolithischen Grenzbank?

Liegendes: Gelbe dolomitische Plattenkalke

Ein Vergleich der tieferen Schichten dieses Profils (VI–I, vgl. BUSSE 1956, BUSSE & RÖSING 1958, 1966) mit anderen niederhessischen Profilen zeigt, daß zwar im einzelnen Mächtigkeitsunterschiede vorhanden sind (Tab. 1), diese sich aber insgesamt mehr oder weniger ausgleichen.

Tab. 1. Vergleiche der untersten Schichten VI – I in Niederhessen (Mächtigkeiten in m)

Leit- horiz.	Reichenbach Hessisch Lichtenau	Alpsliede (Meißner) BUSSE 1964	Fürstengarten Kassel West BUSSE 1956	Aschrothpark Kassel West	Calder Bg. Kassel West BUSSE & RÖSING 1958	Siebenborn Kassel West
VI	0,13–0,15	0,07	0,08–0,11	–	0,15	0,09–0,15
V	1,80	1,50	1,40–1,70	–	1,74	1,80–2,00
IV/III	0,15–0,25	0,50–0,60	0,30	0,20	0,29–0,31	0,24–0,28
II	2,00	1,95–2,00	2,20	2,20	–	–
I	0,035	–	0,00–0,11	0,35	–	Kammerberg: 0,50–0,60
	4,11–4,23		3,98–4,42			

Die Grenzschichten Röt/Wellenkalk waren 1945 auch in einem angefangenen Bunkerbau an der SW-Seite der Tannenkuppe (Aschrothpark) in Kassel (Bl. 4622 Kassel West) gut aufgeschlossen:

Wellenkalk:

- V. ca. 0,30 m Kalkstein, grau, mürbe, plattig
- IV/III. 0,20 m Kalksteinbank in 2 Lagen, grau, fest
- II. 0,50 m Kalkstein, grau, mürbe, plattig
- 0,05 m Kalksteinbänkchen mit Schneckenresten
- 1,65 m Kalkstein, grau, plattig, mürbe; häufig *Rhizocorallium* sp.

I. = Gelbe oolithische Grenzbank

- 0,10 m Kalksteinbank, dunkelblaugrau, rostfleckig, hart, Fossilreste
- 0,25 m Kalksteinbank, dunkelblaugrau, bräunlich-gelb und schaumig-oolithisch anwitternd, hart, zoogen

Fazieswechsel

- Ei-(stroh-)gelbe dolomitische Kalke
- 0,30 m dolomitischer Kalkstein, ei-(stroh-)gelb, mergelig
Lingula-Dolomit
- bis 1,20 m aufgeschlossen: Kalkmergelstein, fahlgrau – gelbgrau, mürbe, oben plattig, unten klotzig, zerklüftet

Eine gleichartige Ausbildung der Grenzschichten beschrieb FINDEISEN (1952: 22) „im Stadtgebiet von Kassel . . . in der Baugrube Möbelhaus Kramer, am Hohenzollernplatz“. Auf Blatt 4522 Hofgeismar stellen Dr. RÖSING und Verf. im August 1955 am Steinhügel NW Kalden, an der Straße nach Grebenstein, einen kleinen aber schönen, vorübergehenden Aufschluß in dem Grenzgebiet Röt/Muschelkalk fest, in dem die „Gelbe oolithische Grenzbank“ ebenfalls charakteristisch ausgebildet war.

Anmerkungen zu den Profilen:

VI: Erster Trochitenhorizont im westlichen Niederhessen. Mächtigkeit, Gesteinsausbildung und Fossilführung unterschiedlich, aber immer Trochiten enthaltend. Trochiten relativ groß, meist rund, teils fünfeckig.

IV/III: Erste durchgehende Konglomeratbank, oft zweigeteilt und deshalb IV/III. Während im westlichen Niederhessen in dieser Bank bisher keine Trochiten gefunden wurden, enthält sie hier bei Reichenbach (östliches Niederhessen) winzige, nur fünfeckige (pentagonale) Trochiten!

I: Die „Gelbe oolithische Grenzbank“ (Eingangsoolith bei REICHARDT 1932) als tiefster Teil der Muschelkalkfazies ist in Niederhessen nicht überall entwickelt. Bei typischer Ausbildung ist sie oolithisch bis feinschaumig, kristallin und \pm konglomeratisch. Ihr Äquivalent bei Reichenbach ist nur 3,5 cm mächtig und von dichter Beschaffenheit; das Bänkchen liegt unmittelbar den eigelben dolomitischen Plattenkalke auf.

Diese „Gelbe oolithische Grenzbank“ ist regional in Thüringen weit verbreitet. In Niederhessen ist die 0,3 bis max. 0,5 m mächtige Bank in Muschelkalkfazies stellenweise nicht ausgebildet. Manchmal tritt an ihre Stelle ein kristallines bis dichtes Fossilbänkchen (Fürstengarten, Reichenbach), manchmal lagern die Wellenkalke unmittelbar auf den liegenden Gelben dolomitischen Plattenkalke.

Zur Grenzziehung Röt/Wellenkalk in Niederhessen

Der Übergang Röt/Muschelkalk entspricht dem Wechsel von lagunärer bis hypersalinerer zu karbonatischer Sedimentation. Nachfolgend von oben nach unten eine kurze Darstellung der in diesem Grenzbereich wichtigen Sedimente:

1. Die Gelbe oolithische Grenzbank („Eingangsoolith“ bei REICHARDT 1932, MÄGDEFRAU 1957) ist nicht identisch mit den nach unten folgenden (ei-, stroh-) „Gelben dolomitischen Plattenkalke“. Letztere sind intensiv gelb gefärbt und von dichter Struktur. Die „Gelbe oolithische Grenzbank“ ist dagegen unverwittert dunkelblaugrau, \pm oolithisch, rostfleckig, oft konglomeratisch, mit Fossilresten. Erst bei Anwitterung wird sie schaumig-porös und bräunlich-gelb, eine Ausbildung, die wir öfter bei bankigen Folgen im Wellenkalk feststellen können.

Die Unterkante dieser „Gelben oolithischen Grenzbank“ (und damit die Oberkante der „Gelben dolomitischen Plattenkalke“) wurde bisher von den meisten Autoren der Erläuterungen geologischer Karten (vgl. HINZE 1967: 676) als deutliche Grenze Röt/Wellenkalk angesehen. Dieser Auffassung folgen auch BUSSE (1956), SCHULZ (1972) und HORN (1976). Andere Autoren

(LAEMMLEN 1967, STEIN 1968) legen die Grenze tiefer, an die Unterkante der „Gelben dolomitischen Plattenkalke“.

2. Die Gelben „dolomitischen“ Plattenkalke unterscheiden sich grundlegend von der überlagernden Gelben oolithischen Grenzbank. Sie sind dicht bis -selten- feinkristallin, homogen, mitunter zellig und bis auf ganz seltene Vertebra-tenreste fossilifer. Die Färbung ist intensiv gelb, die Mächtigkeit beträgt in der Umgebung von Kassel etwa 0,3 m. Für den kartierenden Geologen ist diese Bank ein wichtiger Anhaltspunkt für die stratigraphische Grenzmarkierung.

Für die Verlegung der Grenze Röt/Muschelkalk an die Unterkante der Gelben dolomitischen Plattenkalke und damit der Einbeziehung derselben in den Wellenkalk werden verschiedene Gründe angegeben. HINZE (1967: 677) bemerkt zu dieser Frage:

„Mit dem Grenzgelbkalk [= Gelbe dolomitische Plattenkalke, Anm. d. Verf.] hat sich die präzipitäre Karbonatsedimentation gegenüber den klastischen Schüttungen dann vollständig durchgesetzt. Es besteht kein Grund, diese Bank, die im Röt einmalig wäre, nicht zum Muschelkalk zu stellen, in dem gleichartige Gelbkalke viermal vorkommen in regelmäßiger und gesetzmäßiger Koppelung an besonders karbonatreiche feste Bänke (STEIN 1966)“.

Immerhin kommen auch schon im Röt Niederhessens gelegentlich, wenn auch untergeordnet, gelbe dolomitische Einlagerungen vor. KUPFAHL (1979: 142) berichtet vom westlichen Ausläufer des Hesslers bei Niederkaufungen (Bl. 4723 Oberkaufungen) aus dem Röt 4:

„Im N-Teil der Tongrube am Hessler rahmen rote Tonsteine eine 2 m mächtige Bank grauer geschichteter Ton- und Tonmergelsteine ein, die mehrere gelbbraun verwitterte, bis 15 cm starke Dolomitlagen enthält“.

HINZE (1967) erwähnt aus dem südniedersächsischen Bergland das viermalige Vorkommen von gleichartigen Gelbkalken im Wellenkalk dieses Gebietes. Nach STEIN (1968) sind das die Gelbkalke der Oolithbänke, die Gelbkalke an der Basis der Terebratelbänke, an der Basis und im höheren Teil der Schaumkalkbänke. Diese Horizonte sind auch in Niederhessen nachgewiesen. Im westlichen Niederhessen zeigen sich aber beachtliche Unterschiede gegenüber dem östlichen Landesteil, in dem die Gelbkalke reduziert sind oder fehlen (Tab. 2).

Tab. 2. Auftreten dolomitischer Gelbkalke im Unteren Muschelkalk Niederhessens (von W nach E)

Gelbkalk-Horizonte	Bl. Kassel-West Bl. Wolfhagen	Bl. Kassel-Ost Bl. Oberkaufungen	Bl. Großalmerode Bl. Hess.Lichtenau
Schaumkalkzone	2,5–3 m a. d. Basis auch im höheren Teil	ca. 2,1 m	fehlen
Terebratelzone	vorhanden	fehlen	fehlen
Oolithzone	ca. 3 m	reduziert ca. 1,2 m	reduziert, 1,3 m teils atypisch

Das allmähliche Zurücktreten der dolomitischen plattigen Gelbkalke im Wellenkalk von W nach E dürfte mit der „Meißnerrinne“ zusammenhängen, einem

Bereich größerer Wassertiefen, in dem vollmarine Bedingungen herrschten, während es im W, in der Nähe der Rheinischen Masse, eher zu lagunären Bildungen kam.

Unter den Gelben dolomitischen Plattenkalken liegt der *Lingula*-Dolomit.

3. Der *Lingula*-Dolomit (nach BLANCKENHORN 1898) wird in letzter Zeit den „Myophorienschichten“ („*Myophoria*-Platten“) Thüringens faziell und stratigraphisch gleichgestellt. Das ist nach Ansicht des Verf. nicht zulässig.

Die „*Myophoria*-Platten“ (Muschelkalkfazies) nehmen nur das untere Drittel der „Myophorienschichten“ Thüringens ein. Die oberen Zweidrittel der Myophorienschichten bestehen aus rötähnlichen Sedimenten (REICHARDT 1932: 782).

Der relativ mürbe verwitternde *Lingula*-Dolomit hat im Raum um Kassel eine Mächtigkeit von etwa 3 m, ist im obersten Teil überwiegend plattig, im tieferen Teil klotzig und zerklüftet. Er zerspringt beim Anschlagen richtungslos, scherbzig und hat fahlgraue bis – überwiegend – fahlgelbe Färbung und unterscheidet sich damit von den „Gelben dolomitischen Plattenkalken“ mit intensiv gelber Farbe sehr deutlich. Der *Lingula*-Dolomit enthält häufig *Lingula tenuissima* BRONN, selten dagegen verdrückte *Myophoria vulgaris* SCHLOTHEIM.

Er ist aus dem Gebiet um Kassel von folgenden Aufschlüssen bekannt:

- 1) Aufschluß am E-Fuß des Rammelsberges in Kassel-Wahlershausen (1945 durch Bunkerbau und spätere Zuschüttung zerstört).
- 2) Vorübergehender Aufschluß beim Bau des Friedrichs-Gymnasiums im Fürstengarten in Kassel (BUSSE 1956: 179, 182).
- 3) Bunkerbau an der S-Seite der Tannenkuppe (Aschrottpark), Kassel (zugebaut, Profil s. o.).
- 4) Reichsautobahnbau am Eichwald, Kassel Ost, 1936 (PENNDORF 1936: 168).

W Kassel ist *Lingula tenuissima* aus einem Horizont unter den plattigen Kalken von Bl. 4620 Arolsen (HORN 1976: 54) und von mehreren Fundpunkten auf Bl. 4520 Warburg bekannt (HORN, frendl. mündl. Mitt.). Von *Myophoria vulgaris* gibt es aus diesen Schichten bisher nur 2 Funde: vom Rammelsberg bei Kassel-Wahlershausen (BUSSE, im Naturkundemuseum Kassel) und vom Iberg N Volkmarsen auf Bl. 4520 Warburg (HORN, im Hess. L.-Amt Bodenforsch.).

PENNDORF (1926: 328) erwähnt vom Veckerberg nahe Kelze (Bl. 4522 Hofgeismar) aus dem *Lingula*-Dolomit *Lingula tenuissima* und *Myophoria orbicularis*, die bei einer Exkursion des Vereins für Naturkunde Kassel im Jahr 1922 gefunden wurden. Bei letzteren handelt es sich wahrscheinlich um sehr stark verdrückte *Myophoria vulgaris*, zumal *Myophoria orbicularis* – auch nach SCHMIDT (1938: 98) – im Röt noch nicht vorkommt!

Außer durch die Seltenheit von *Myophoria vulgaris* im *Lingula*-Dolomit gegenüber der Häufigkeit dieser Art in den (stratigraphisch tiefer liegenden) *Myophoria*-Platten Thüringens unterscheiden sich beide also auch in der Verschiedenheit ihrer Sedimente.

Verf. hatte Gelegenheit, im Sommer 1941 kurz die Myophorienschichten im Schmoner Holz bei Niederschmon Krs. Querfurt kennen zulernen. Der erste Eindruck: etwa im unteren Drittel Muschelkalkfazies. Ein Wechsel von ca. 5 cm

starken Kalksteinplatten, die Schichtflächen mit Fossilien bedeckt, darunter eine *Beneckeia* (? *wogauana* H. v. MEYER), und geringmächtigen Mergeln. Darüber folgten aber wieder Röt-sedimente bis zu den ei-(stroh-)gelben dolomitischen Kalksteinen und tiefstem Wellenkalk.

Ein weiterer Grund, *Lingula*-Dolomit und *Myophoria*-Schichten nicht gleichzusetzen, ist schließlich die stratigraphisch verschiedene Lage. BUSSE (1956: 182) hat bereits darauf hingewiesen, daß die marinen kalkigen *Myophoria*-Platten Thüringens den niederhessischen Raum nicht erreichen.

Die nachfolgende Gegenüberstellung zeigt ein Profil aus Thüringen und eines aus Niederhessen (BUSSE 1956: 182):

	<u>Stuednitz bei Jena</u>		<u>Fürstengarten/Kassel</u>
0,8 m	mürbe dolomitische strohgelbe Plattenkalke	0,3 m	mürbe dolomitische eigelbe Kalksteine
2,0 m	„Kugelmergel“, blaugraue dolomitische Steinmergel	3,0 m	„ <i>Lingula</i> -Dolomit“, fahlgelb
0,45 m	grüngraue dolomitische Zellenmergelbank	2,8 m	bräunlich-hellgraue Mergel
2,5 m	kleinscherbig zerfallende grüngraue Mergel		
4,3 m	geschlossener Packen grüngrauer Mergel	4,0 m	grau-grüngraue, seltener gelbliche Mergel
<u>10,5 m</u>		<u>10,10 m</u>	
Liegendes:			
5,95 m	„ <i>Myophoria</i> -Platten“	10–15 m	rotbraune Ton- und Schluffsteine mit einigen grün- bis blaugrauen Mergellagen

Unter dem *Lingula*-Dolomit des Fürstengartens liegen also noch fast 7 m dünn-schichtige, grau bis grüngraue, nach bisheriger Erfahrung fossilere Mergel, die auch keine *Myophoria vulgaris* enthalten. Erst unter diesen Mergeln müßten die *Myophoria*-Platten folgen (s. Stuednitz!). Aber an diesem faziellen Wendepunkt sehen wir am Fürstengarten eine mächtige Folge rotbrauner Röttonsteine! Die von E nach Thürigen vorstoßende Fazies der *Myophoria*-Platten hat den niederhessischen Raum demnach nicht mehr erreicht.

Im Profil von Reichenbach liegt der tiefste Wellenkalk unmittelbar auf den Gelben dolomitischen Plattenkalken. Die „Gelbe oolithische Grenzbank“ ist hier nicht in ihrer typischen Ausbildung vorhanden. Der lithofazielle Wechsel von den dolomitischen Plattenkalken zu den fossilführenden Kalksteinen des Unteren Wellenkalks ist jedoch für den kartierenden Geologen eine unübersehbare fazielle Grenze, die wahrscheinlich auch annähernd synchron ist.

Eine „biostratigraphische Abgrenzung“ von Röt und Wellenkalk, wie sie von KOZUR (1974) allgemein für die germanische Mitteltrias durchgeführt wurde, ist in Niederhessen wegen der Seltenheit von Fossilien nicht möglich. Soweit *Costatoria* (= *Myophoria*) *costata* ZENKER gefunden wird, werden die Sedimente nach KOZUR dem Röt zugerechnet. Mit dem Einsetzen von *Myophoria vulgaris* SCHLOTHEIM beginnt nach der biostratigraphischen Gliederung der Muschelkalk. Nur in einem geringmächtigen Bänkchen werden in Thüringen beide Arten

zusammen angetroffen, dann tritt *Myophoria vulgaris* nur noch allein auf. Dieses Bänkchen wurde in Niederhessen noch nicht festgestellt.

Die für den Röt bezeichnende *Costatoria costata* ist in Niederhessen selten und wird von FINDEISEN (1952) vom Eichwald (Bl. 4623 Kassel Ost) und von KUPFAHL (1979) vom Hessler bei Niederkaufungen (Bl. 4723 Oberkaufungen) aus dem Röt 2, von LINSTOW (1928) in einem Exemplar von Bl. 4522 Hofgeismar angegeben. *Myophoria vulgaris* wurde in Niederhessen erstmalig im *Lingula*-Dolomit Niederhessens als Seltenheit gefunden. Der weitaus größte Teil der Sedimente zwischen der Oberkante der Solling-Folge des Buntsandsteins und der Oberkante der Gelben dolomitischen Kalke ist in Niederhessen fossilfrei!

Theoretisch könnte man im Profil Fürstengarten die biostratigraphische Grenze etwa an die Unterkante der grüngrauen Mergel legen. Da aber im Raum Niederhessen die in Frage kommenden Sedimente zwischen rotbraunen Mergeln und den Gelben dolomitischen Kalksteinen in Fazies und Mächtigkeit offenbar stärkeren Schwankungen unterworfen sind, bleibt diese biostratigraphische Grenzziehung unsicher.

Als sicherer Anhalt bei der Kartierung bleibt die zeitlich annähernd gleiche Grenze zwischen der „Gelben oolithischen Grenzbank“ und ihren Äquivalenten (Wellenkalk) und den „Gelben dolomitischen Plattenkalke“. Mit der nomenklatorisch richtigen Anwendung dieser stratigraphisch unterschiedenen Komplexe könnten Verwechslungen in der Literatur vermieden werden.

Schriftenverzeichnis

- BLANCKENHORN, M. (1898): Der Muschelkalk auf Blatt Wilhelmshöhe bei Cassel und seine Lagerungsverhältnisse. – Jb. kgl. preuß. geol. L.-Anst., **18**; 102–129; 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.
- & HORN, M. (1978): Neue Fossilfunde im Mittleren Buntsandstein NW-Hessens und ihre Bedeutung für die Paläogeographie. – Geol. Jb. Hessen, **106**; 131–142, 2 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Wiesbaden.
- RÖSING, F., & VAUPEL, O. (1977): Der Wellenkalk am Kalkberg bei Niederkaufungen östlich von Kassel. – Geol. Jb. Hessen, **105**: 121–130; Wiesbaden.
- FINDEISEN, H. K. (1952): Geologische Beschreibung des Stadtgebietes von Kassel und seiner näheren Umgebung. – Dipl.-Arb. (unveröff.), 134 S.; Heidelberg.
- HINZE, C. (1967): Der Obere Buntsandstein (Röt) im südniedersächsischen Bergland. – Geol. Jb., **84**: 637–716; Hannover.
- HORN, M. (1976): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1: 25000, Bl. 4620 Arolsen, 225 S., 35 Abb., 9 Tab., 1 Taf., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- KOZUR, H. (1974): Biostratigraphie der germanischen Mitteltrias. – Freiburger Forsch.-H., **C 280**, I: 1–56, II: 1–71, III: 12 Tab.; Leipzig.
- KUPFAHL, H.-G. (1975): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1: 25000, Bl. 4823, Melsungen, 2. Aufl., 195 S., 27 Abb., 22 Tab., 1 Taf., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- (1979): Der Obere Buntsandstein bei Kaufungen östlich Kassel. – Geol. Jb. Hessen, **107**; 139–143; Wiesbaden.
- LINSTOW, O. v., & BREDDIN, H. (1928): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Lfg. **278**, Bl. 2590 Hofgeismar, 38 S.; Berlin.

- MÄGDEFRAU, K. (1957): Geologischer Führer durch die Trias um Jena. – 70 S.; Jena (VEB. Gust. Fischer).
- MEIBURG, P. (1969): Die Warburger Störungszone – Ein Beitrag zur Geologie des Warne-Diemel-Gebietes (Nordhessen/Ostwestfalen). – Inaug.-Diss. (unveröff.); Münster i. W.
- PAUL, J., & FRANKE, W. (1977): Sedimentologie einer Transgression: Die Röt/Muschelkalk-Grenze bei Göttingen. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1977**, 3; 148–177; Stuttgart.
- PENNDORF, H. (1926): Geologische Wanderungen im Niederhessischen Bergland. – 345 S.; Melungen.
- (1936): Beitrag zur Stratigraphie und Tektonik des Kasseler Beckens auf Grund neuer Aufschlüsse. – Festschr. Ver. Naturkde. Kassel, Abh. u. Ber., **58**; 165–176; Kassel.
- REICHARDT, W. (1932): Ein zusammenhängendes Röt-Muschelkalk-Profil nördlich Jena. – Z. dt. geol. Ges., **84**: 779–785; Berlin.
- RÖSING, F. (1958): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Bl. 4622 Kassel-West, 2. Aufl., 205 S., 9 Abb., 4 Tab.; Wiesbaden.
- (1966): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Bl. 4621 Wolfhagen, 246 S., 13 Abb., 8 Tab., 2 Diagr.; Wiesbaden.
- SCHMIDT, M. (1928): Die Lebewelt unserer Trias. – 461 S., 1220 Abb.; Öhringen (Hohenlohe'sche Buchhandlung).
- (1938): Die Lebewelt unserer Trias. Nachtrag. – 143 S., Abb.; Öhringen (Hohenlohe'sche Buchhandlung).
- SCHULZ, M.-G. (1972): Feinstratigraphie und Zyklengliederung des Unteren Muschelkalks in N-Hessen. – Mitt. Geol.-paläont. Inst. Univ. Hamburg, **41**: 133–170, 2 Abb., 6 Tab., 4 Taf.; Hamburg.
- STEIN, V. (1968): Stratigraphische Untersuchungen im Unteren Muschelkalk Südniedersachsens. – Z. dt. geol. Ges., **117**: 819–828, 1 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- WAGNER, R. (1897): Beitrag zur genaueren Kenntnis des Muschelkalks bei Jena. – Abh. kgl. preuß. geol. L.-Anst., N. F., **27**, 105 S.; Berlin.

Manuskript eingegangen am 10. 12. 1979

Muschelkalk und Lias des Homberger Grabens (Nordhessen)

Von

DIETHELM BAUMGARTE, ERWIN BUSSE und MANFRED HORN*

Kurzfassung: Aus dem Homberger Graben werden erstmals zusammenhängende Profile des Unteren und Oberen Muschelkalks beschrieben. Ausbildung und Mächtigkeit des Unteren Muschelkalks entsprechen denen des niederhessischen Normalprofils. Im Oberen Muschelkalk ist der Trochitenkalk hier mit 8,5 m Mächtigkeit gegenüber dem Meißner- und Diemelgebiet stark reduziert. Die Ceratitenschichten sind nur bis zum Ende der *spinosus*-Zone in Tonplattenfazies ausgebildet. Darüber setzen Tonsteine in Keuperfazies ein. Ein neues Vorkommen von Unterem Lias (Hettangium) mit reicher Mikrofauna wird beschrieben.

Abstract: The Muschelkalk and Keuper beds (Triassic) of the Homberg Graben are in an isolated position in the Hessian Depression and were partly unknown. A road cut near Homberg exposes a nearly complete section of Lower and Upper Muschelkalk deposits. The thickness (about 106 m) and lithology of the Lower Muschelkalk is in accordance with the normal sequence of Lower Hesse.

The Upper Muschelkalk is divided in two parts as usual: Trochitenkalk (limestone with *Encrinurus liliiformis*) and Ceratitenschichten (*Ceratites* beds). The Trochitenkalk is extremely reduced in comparison with western (Diemel area) and eastern (Meißner area) Lower Hesse.

In the Ceratitenschichten the normal limestone/marlstone facies (Tonplattenfazies) changes during the upper *Ceratites spinosus*-zone to a partly calcareous siltstone/claystone sequence (facies of Lower Keuper) showing the incoming continental influence of the Rhenish Massif.

A small graben between the Lower and Upper Muschelkalk beds is filled with Lower Liassic (Hettangium) sediments which have yielded a rich microfauna.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	122
2. Beschreibung der Aufschlüsse	123
3. Stratigraphie	124
3.1. Muschelkalk	124
3.1.1. Unterer Muschelkalk	124
3.1.2. Mittlerer Muschelkalk	126
3.1.3. Oberer Muschelkalk	126
3.1.3.1. Trochitenkalk	128
3.1.3.2. Ceratitenschichten	129
3.2. Keuper	132
3.3. Lias	133
4. Paläogeographische Beziehungen	135
5. Lagerungsverhältnisse	136
6. Schriftenverzeichnis	137

* D. BAUMGARTE, Dr. E. BUSSE, Mittelbinge 6, 3500 Kassel-Ki., Dr. M. HORN, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden.

1. Einleitung

Beim Neubau der Bundesstraße 254 (Umgehung Homberg) wurde im Einschnitt am Wiggenberg NW Homberg [Bl. 4922 Homberg (Efze)] ein Profil freigelegt, in dem Unterer und Oberer Muschelkalk nahezu vollständig aufgeschlossen waren. Der Einschnitt verläuft etwa quer zum Streichen des Homberger Grabens (Homberg-Lendorfer Graben bei MIXIUS 1940: 86), fast genau entlang der von BLANCKENHORN (1920: Taf. 1) dargestellten Profillinie 2. Anfangs- (im N) und Endpunkt (im S) haben folgende Koordinaten: R 35 27 07, H 56 57 11 und R 35 26 87, H 56 56 62. Die erschlossenen Schichten (von N nach S Unterer Keuper, Oberer Muschelkalk, Lias unter mächtiger Quartärüberdeckung, Unterer Muschelkalk, z. T. von Tertiär überlagert) gehören zur Grabenscholle des Homberger Grabens.

Im N des Einschnitts wurde in Bohrungen unter den Kiesen des Efze-Tales ebenfalls Unterer Lias nachgewiesen, der zu der seit langem bekannten Lias-Scholle von Berge (GLÄSSNER 1913) gehört.

Muschelkalk, Keuper und Jura dieses Gebietes sind zuletzt zusammenfassend von BLANCKENHORN (1920) beschrieben worden. Eine ausführliche Darstellung der Jura-Vorkommen von Bl. Homberg (Efze) gab GLÄSSNER (1913). MIXIUS (1940) bearbeitete den tektonischen Bau des Homberg-Lendorfer Grabens.

Teilprofile des Oberen Muschelkalks aus dem Steinbruch NE Mühlhausen, am NW-Hang des Wiggenberges, wurden von HIEKE (1967) und BUSSE (1974) veröffentlicht, Muschelkalk und Keuper des Gebietes SW Homberg wurden außerdem von HIEKE (1966) bearbeitet. Mächtigkeiten und Lithologie des Unteren und Oberen Muschelkalks waren in dem überwiegend von tertiären und quartären Gesteinen bedeckten Gebiet der südlichen Niederhessischen Senke jedoch immer nur von kurzen Profilabschnitten bekannt. Aus den Straßenbauaufschlüssen ergeben sich erstmals genauere Daten für große Teile des Unteren und für den Oberen Muschelkalk.

Die Verfasser danken Herrn Dr. H.-G. KUPFAHL, Wiesbaden, für kritische Durchsicht des Manuskriptes. Die Belegstücke zu den Fossilisten werden in der Sammlung des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung (Nr. 4922/1–30) und in den Sammlungen Dr. E. BUSSE und D. BAUMGARTE, Kassel, aufbewahrt.

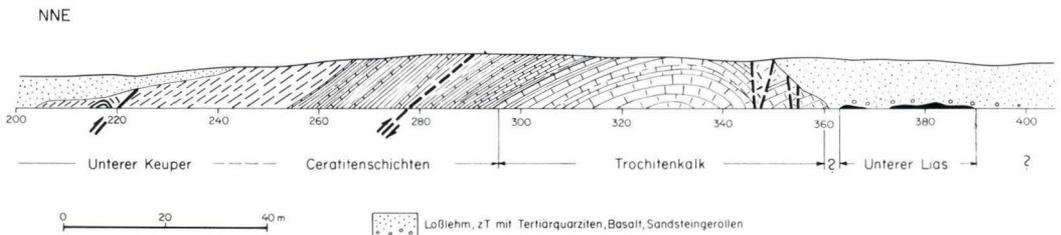


Abb. 1. Straßeneinschnitt am NW-Hang des Wiggenberges (B 254), E-Wand.

2. Beschreibung der Aufschlüsse

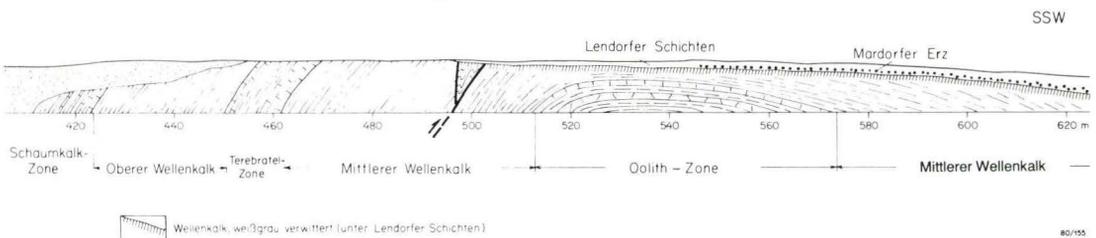
Der Einschnitt verläuft nahezu geradlinig in NNE–SSW-Richtung. Abb. 1 zeigt in schematischer Darstellung die E-Wand. Der NE-Hang des Wiggenberges ist von mächtigem Lößlehm bedeckt, der SW-Hang von grauen, z. T. weißen und rotbraunen Tonen der Lendorfer Schichten (Eozän), an deren Basis ein Anreicherungshorizont von Eisenerz ausgebildet ist, das Mardorfer Erz.

Die Gesteine des Unteren Muschelkalks unter den Lendorfer Schichten sind 0,5–1 m tief weißgrau verwittert.

Der Untere Muschelkalk bildet einen breiten Sattel mit einer flachen Süd- und einer sich in N-Richtung zunehmend versteilenden Nordflanke. Die Schichtfolge ist von der Oolith-Zone im Sattelnern bis in die Schaumkalk-Zone aufgeschlossen. Diese ist nicht mehr vollständig vorhanden. Auch die *orbicularis*-Schichten fehlen. Das Profil wird hier durch einen breiten, löblehmgefüllten Ausräumungsbereich (Rinne ?) abgeschnitten, der an der Geländeoberfläche > 100 m, an der Aufschlußsohle (ca. 10 m unter Gelände) 50 m breit ist (Abb. 1). Die Unterlage des Lößlehms wird von schwarzen und dunkelgrauen Lias-Tonsteinen gebildet, die im Sohlenniveau noch angeschnitten waren. Im Lößlehm unmittelbar über den Tonsteinen sind Gerölle und gerundete Stücke von Basalt und Tertiärquarziten und Buntsandsteingerölle sehr häufig. Verwitterungsbildungen in den Kalksteinen des Muschelkalks beiderseits des Ausräumungsbereiches wurden nicht beobachtet.

Im N des Ausräumungsbereiches stehen Gesteine des Oberen Muschelkalks an. Sie bilden einen Sattel mit steiler, gestörter Südflanke und flacherer, fast ungestörter Nordflanke. Die Aufschlußverhältnisse während des Straßenbaus waren sehr ungünstig, so daß nur wenige Messungen im Bereich der Sattelumbiegung gemacht werden konnten. Aus diesen geht jedoch hervor, daß die Aufsattelung eine schwache Südvergenz hat.

Der Kern des Sattels wird von Trochitenkalk gebildet, der vollständig aufgeschlossen war, wie sich aus dem Vergleich mit dem Steinbruchsprofil am NW-Hang des Wiggenbergs ergibt. Die Ceratitenschichten sind bis zur oberen *spinus*-Zone in Tonplattenfazies vorhanden (Abb. 2). Darüber folgen olivgraue Tonsteine in Keuperfazies, die in einer Mächtigkeit von ca. 20 m aufgeschlossen waren. Sie werden im N durch eine steil nach N fallende Verwerfung begrenzt (Abb. 1), an die graue, grüngraue, rote und violette Tonsteine mit cm-dicken Lagen von gelbgrauen Dolomitsteinen in Sattelstellung anschließen.



3. Stratigraphie

3.1. Muschelkalk

3.1.1. Unterer Muschelkalk

Das Profil setzt im S-Teil des Einschnittes mit der Oolith-Zone ein und umfaßt bis zur Schaumkalk-Zone alle Einheiten des Unteren Muschelkalks.

Profil 1, Straßeneinschnitt Wiggerberg, E-Wand

Schaumkalk-Zone:

12,20 m	4,00 m	Kalkstein, grau, dünnbankig – plattig, mergelig
	2,20 m	Kalkstein, gelbgrau, dünnbankig, mergelig
	1,40 m	Kalk- und Mergelstein, grau, dünnplattig
	1,10 m	Kalkstein, gelb, mergelig, dolomitisch
	1,80 m	Kalkstein, grau, dünnplattig-wellig
	1,70 m	Kalkstein, grau, gelb, dünnplattig

Oberer Wellenkalk:

ca. 18 m	ca. 18,00 m	Wellenkalk, grau
----------	-------------	------------------

Terebratel-Zone:

10,00 m	1,70 m	(Obere Terebratelbank), Kalkstein, blaugrau, braun verwitternd, löcherig; fossilreich
	4,80 m	(Zwischenmittel) Wellenkalk, grau
	3,50 m	Untere Terebratelbank:
	0,50 m	Kalkstein, hellgrau, braunfleckig
	0,55 m	Kalkstein, hellgrau, mit Hartgrund 10 cm über Basis
	0,60 m	Kalkstein, hellgrau, braunfleckig; fossilführend
	1,85 m	Kalkstein, hellgrau, dicht, dickbankig

Mittlerer Wellenkalk:

aufgeschlossen 32,50 m

	ca. 17,00 m	Kalkstein, grau, wellig – plattig, mit Mergellagen; bis ca. 9,00–9,50 m über Basis dünnbankig; im oberen Teil zunehmend dickplattig
	1,15 m	Kalkstein, grau, plattig, z. T. dünnbankig
	0,75 m	Kalkstein, hellgrau, wellig – plattig

Störungszone mit Spezialfaltung

	ca. 5,50 m	Wellenkalk, grau, mergelig
	0,60 m	Kalkstein, grau, plattig – dünnbankig
	ca. 7,50 m	Wellenkalk, grau, mergelig

Oolith-Zone:

> 5,10 m	0,80 m	(Obere Oolithbank) Kalkstein, grau, gelbbraun verwittert; fossilführend
	1,60 m	(Oberes graues Zwischenmittel) Kalkstein, graugelb, flaserig-feingeschichtet
	2,20 m	(Gelbes Zwischenmittel) Kalkstein, gelb, z. T. feingeschichtet
	0,50 m	(Unteres graues Zwischenmittel) Wellenkalk, grau, mergelig

Liegendes: nicht aufgeschlossen

Anmerkungen zum Profil des Unteren Muschelkalks:

Die Grenze Unterer/Mittlerer Muschelkalk liegt bereits innerhalb des mit quartären Sedimenten gefüllten Ausräumungsbereiches (Abb. 1). Wahrscheinlich gehören die jüngsten noch aufgeschlossenen Schichten in den Übergangsbereich

Schaumkalk-Zone / *orbicularis*-Schichten. Die kennzeichnenden Platten mit *Myophoria orbicularis* wurden aber nicht gefunden.

Teilprofile der Schaumkalk-Zone und der *orbicularis*-Schichten wurden von BLANCKENHORN (1920: 21) aus einem heute zugefüllten Steinbruch am NW-Hang des Wiggenbergs („Steinbruch KÖHLER“ bei MIXIUS 1940: 88) und aus dem Gebiet von Remsfeld angegeben.

In dem Straßenprofil des Wiggenbergs waren die Schaumkalkbänke nicht eindeutig erkennbar.

Die Mächtigkeit des Oberen Wellenkalks ist mit ca. 18 m höher als auf dem nordöstlich benachbarten Bl. 4823 Melsungen (BUSSE & KUPFAHL 1975: 49: 15,50 m) und im Meißner-Gebiet (BUSSE 1964: 26: 15,78 m). Ein Teil der Differenz ist auf Meßfehler in dem teilweise schlecht aufgeschlossenen Straßeneinschnitt des Wiggenbergs zurückzuführen, so daß für den Oberen Wellenkalk mit einer Mächtigkeit von max. 16–16,50 m zu rechnen ist.

Das *hirsutina*-Bänkchen über der Terebratel-Zone wurde nicht gefunden. Wahrscheinlich umfaßt die Obere Terebratelbank noch diese Leitbank, ähnlich wie im Meißnergebiet (BUSSE 1964: 27).

Auffällig ist die geringe Mächtigkeit der Oberen Terebratelbank, die am Meißner (BUSSE 1964: 27) 1,5–2 m beträgt, auf Bl. 4823 Melsungen (BUSSE & KUPFAHL 1975: 50) aber 2,40 m.

Im tieferen Teil des Mittleren Wellenkalks, ca. 8–10 m über der Oolith-Zone, liegt eine Störungszone mit engräumig gefaltetem Wellenkalk, die sich im Anschnitt nach unten keilförmig verengt. Das Einfallen der Schichten verstärkt sich außerdem in diesem Bereich. Diese Störungszone versetzt, soweit das in dem Straßeneinschnitt ersichtlich war, nur einen kleinen Teil des mergelreichen Wellenkalkpakets. Von BUSSE (1964: 28) werden für das westliche Meißnervorland mit Vorbehalt 27–28 m für den Mittleren Wellenkalk angegeben, für Bl. 4823 Melsungen (BUSSE & KUPFAHL 1975: 47) ca. 30 m. Mit 30 m ist ebenfalls für das Gebiet Homberg zu rechnen.

Die Untergrenze der Oolith-Zone war in dem Straßeneinschnitt nicht mehr aufgeschlossen, auch Teile der Unteren Oolithbank fehlten. Die Mächtigkeit des Unteren Wellenkalks ist nicht bekannt. Für Bl. 4823 Melsungen werden von BUSSE & KUPFAHL (1975: 47) 30–35 m angegeben. Für das Gebiet von Homberg können ähnliche Werte (30 m) angenommen werden. Mit den vom Straßeneinschnitt am Wiggenberg jetzt bekannten Mächtigkeiten ergeben sich damit für den Unteren Muschelkalk > 106 m. Auch hieraus geht hervor, daß die Gesamtmächtigkeit des Unteren Muschelkalks in Niederhessen (100–110 m) relativ konstant ist und nur um wenige Meter differiert. Darauf hat bereits BUSSE (1964: 30) hingewiesen. Für das Gebiet von Homberg sind danach die bei BLANCKENHORN (1920), MIXIUS (1940) und HIEKE (1966) genannten Mächtigkeiten für den Unteren Muschelkalk, die auf Schätzungen nach kurzen Teilprofilen beruhten, entsprechend zu korrigieren.

3.1.2. Mittlerer Muschelkalk

Der Mittlere Muschelkalk fehlt im Profil des Straßeneinschnitts. Bei Station 400 (Abb. 1) wurden in der Sohle durch den Straßenbau versetzte graugelbe, dolomitische Mergel angetroffen, die möglicherweise nicht mehr zum Unteren Muschelkalk gehörten (*orbicularis*-Schichten ?).

Die obersten Schichten des Mittleren und der Übergang zum Oberen Muschelkalk sind in einem ehemaligen Steinbruch ca. 100 m W des Straßeneinschnitts (NE Mühlhausen, R 35 26 88, H 56 56 94) aufgeschlossen (Abb. 2). Unter dem Trochitenkalk wurde hier das folgende Profil aufgenommen.

Profil im ehemaligen Steinbruch ca. 400 m NE Mühlhausen, Mitte E-Wand

Hangendes: Siehe Profil in Abschn. 3.1.3.1

0,56 m Kalkstein, grau, dicht, knollig, mit mm-dicken Mergellagen; einzelne Schalenquerschnitte

Gelbe Basis-Schichten

0,10 m Mergel, gelb, gelbgrau

0,52 m Dolomitstein, gelb, gelbgrau, in 2 Bänken

0,18–0,20 m Kalkstein, grau, gelbgrau, partienweise dolomitisch; an der Basis Gerölllagen mit Dolomitstein-Geröllchen und -Stücken bis 5 mm Ø in bis cm-dicken Lagen; am Top örtlich Hornstein in Lagen und Linsen bis 5 cm; im Kalkstein vertikale Lösungssuturen

Mittlerer Muschelkalk

0,83 m Dolomitstein, grau, gelbgrau, dickbankig, zäh

1,00 m Mergelstein, olivgrau, grau, plattig bis dünnbankig, lagenweise stärker dolomitisch

Liegendes nicht aufgeschlossen

In diesem Profil gehören die untersten 1,83 m noch zum Mittleren Muschelkalk, die darüberliegende Schichtfolge mit Hornsteinen entspricht den Gelben Basis-Schichten (BUSSE 1952).

Die Mächtigkeitsangaben für den gesamten Mittleren Muschelkalk im Gebiet S Kassel schwanken zwischen 20 m (HIEKE 1966: 213) und 35 m (BUSSE & KUPFAHL 1975: 51) bis 40 m (MIXIUS 1940: 68). Sichere Angaben können für dieses Gebiet nicht gemacht werden, da zusammenhängende Aufschlüsse nicht bekannt sind. Entsprechend den Verhältnissen im Diemelgebiet (HORN, in Druckvorbereitung) muß mit einem ursprünglich wahrscheinlich hohen Anteil an Evaporiten gerechnet werden, deren regional unterschiedliche Subrosion die stark differierenden Mächtigkeitsangaben verständlich machen könnte. Im Diemelgebiet sind 70–80 m Mittlerer Muschelkalk mit Evaporiten und hohem Anteil an Residualgesteinen nachgewiesen. Hornsteine treten im Gegensatz zur Annahme HIEKES (1967: 81) auch NW des von ihm angegebenen Verbreitungsgebietes SE der osthessischen Grabenzonen auf.

3.1.3. Oberer Muschelkalk

Die Schichten des Oberen Muschelkalks sind im Straßeneinschnitt nahezu vollständig aufgeschlossen. Zusammen mit dem Trochitenkalkprofil des erwähnten Steinbruchs ca. 100 m W der Trasse (R 35 26 88, H 56 56 94) liegt hier ein vollständiges Profil des Oberen Muschelkalks vor. HIEKE (1967) und BUSSE (1974: 103) haben die im Steinbruch aufgeschlossene Schichtenfolge beschrieben.

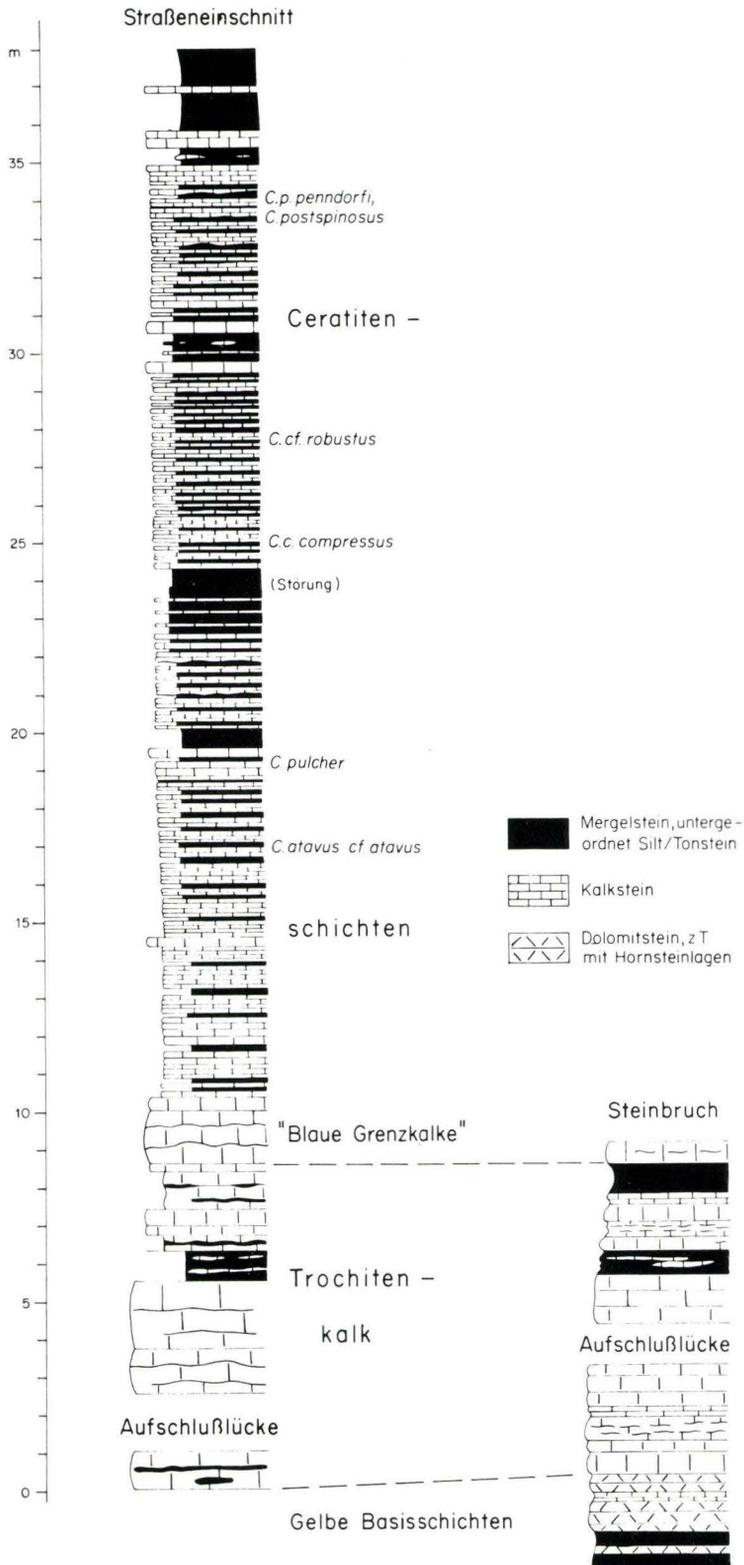


Abb. 2. Profil des Oberen Muschelkalks am Wiggenberg NW Homberg.

3.1.3.1. Trochitenkalk

Der Trochitenkalk war im Straßeneinschnitt in ca. 10 m Mächtigkeit aufgeschlossen. Leider war es während der Bauarbeiten nicht möglich, im Einschnitt auch das Liegende zu erschürfen, so daß auf das erwähnte Steinbruchprofil zurückgegriffen werden muß. Die Korrelierung beider Profile ergibt jedoch, daß die unterste Bank des Trochitenkalks i. e. S. noch vorhanden war (Abb. 2).

Profil Straßeneinschnitt Wiggenberg, E-Wand, N-Teil

1. 0,40 m Kalkstein, grau, graubraun, löcherig; aus feinem Fossilschill aufgebaut
2. ca. 1,40 m Kalkstein, graublau, dicht und glatt, knollig-wellige Bankung; zahlreiche Lebensspuren, oberste Bank (0,10 m) sehr fossilreich, zahlreiche kleine Trochiten, *Hoernesia socialis*, *Myophoria vulgaris*; (Äquivalent der „Blauen Grenzkalke“, BUSSE 1952)

 Ceratitenschichten

Trochitenkalk

3. 0,18 m Kalkstein, grau, hart und splittrig; fossilführend, einzelne Trochiten
4. ca. 1,00 m Kalkstein, dunkelgrau, dicht und glatt, knollige Bankung, ganz untergeordnet dünne Mergellagen
5. 0,40 m Kalkstein, grau; mit Fossilschill, Trochiten
6. 0,23 m Kalkstein wie vor
7. 0,40 m Kalkstein, grau, dicht und glatt, in linsigen Lagen, mit dünnen Lagen von Mergelstein, olivgrau
8. 0,80 m Mergelstein, olivgrau; im höheren Teil einzelne linsige Kalksteinlagen
9. 1,80 m Kalkstein, grau, braungrau, gut gebankt; zahlreiche Trochiten und Zweischalerreste
10. 1,20 m Kalkstein, grau, dickbankig; viele Trochiten
11. ca. 1,50 m (schlecht aufgeschlossen)
Kalkstein, grau, dickbankig, und Mergelstein, olivgrau
12. ca. 1,00 m Kalkstein, grau, dickbankig, splittrig, mit wolkigen Mergelinschlaltungen; keine Trochiten (tiefste aufgeschlossene Schicht im Straßeneinschnitt)

Das Profil des Steinbruchs ist zuletzt von BUSSE (1974: 104) beschrieben worden, mußte aber wegen der damaligen Aufschlußverhältnisse vor allem im tieferen Teil z. T. stark generalisiert werden. Dieser Teil war 1978 gut aufgeschlossen und konnte detailliert aufgenommen werden.

Profil im ehemaligen Steinbruch ca. 400 m NE Mühlhausen, Mitte E-Wand

1. 0,60 m Kalkstein, dunkelgrau, knollig-wellige Schichtung
2. 0,80 m Mergelstein, gelbgrau, gelb, mit dünnen Kalksteinbänken, grau, plattig
3. 0,10–0,15 m Kalkstein, braungrau; aus feinem Fossilschill
4. 0,05–0,10 m Mergelstein, gelbgrau
5. 0,05–0,10 m Kalkstein, braungrau; zahlreiche Zweischalerreste, Trochiten
6. 0,05–0,10 m Mergelstein und Kalkstein, gelbgrau, wie vor
7. 0,40 m Kalkstein, grau, braungrau; viel Fossilschill, Trochiten
8. 0,45 m Kalkstein, grau, gelbgrau, in 1–2 cm dicken Lagen, mit Mergelstein, gelbgrau; fossilreich (*Lima striata*), Trochiten
9. 0,38 m Kalkstein, grau, graubraun; fossilreich, Trochiten
10. 0,63 m Kalkstein, grau, gelbgrau, und Mergelstein wie oben; fossilreich, Trochiten
11. 1,28 m Kalkstein, grau, graubraun, bankig mit cm-dicken Mergellagen vor allem im tieferen Teil; fossilreich, zahlreiche Trochiten, vor allem im oberen Teil
12. ca. 1,10 m Aufschlußblöcke: Kalkstein, gelbgrau, Mergelstein, graugelb

13.	0,34 m	Kalkstein, grau, hellgrau; fossilreich
14.	0,85 m	Kalkstein wie vor, im tieferen Teil gelbgraue Mergellagen
15.	0,18 m	Kalkstein, hellgrau und Mergelstein, gelbgrau, in Knollen und Flasern
16.	0,12 m	Kalkstein, grau, hellgrau; Ober- und Unterbank stark mergelig
17.	0,60 m	Kalkstein, grau, in knolligen Lagen bis 3 cm dick, und Mergelstein, grau, gelbgrau
18.	0,26 m	Kalkstein, grau, dicht, knollig, mit mm-dicken Mergellagen; einzelne Schalenquerschnitte
19.	0,06 m	Mergelstein, gelbgrau
20.	0,56 m	Kalkstein wie vor

Trochitenkalk

Gelbe Basis-Schichten

21.	0,10 m	Mergel, gelb, gelbgrau
-----	--------	------------------------

Beide Profile ergänzen einander insofern, als die jeweils schlecht aufgeschlossenen Teile des einen in dem anderen vorhanden sind. Die Mächtigkeit des Trochitenkalks beträgt hier ca. 8,50 m. Seine Obergrenze wird übereinstimmend mit BUSSE (1952, 1974) an die Basis der „Blauen Grenzkalke“ gelegt. Auf die Problematik der Grenzziehung Trochitenkalk/Mittlerer Muschelkalk hat HIEKE (1967: 80) hingewiesen.

Die Trochitenkalk-Fazies setzte im niederhessischen Raum nicht überall gleichzeitig ein, Trochitenkalk und Gelbe Basis-Schichten können sich teilweise vertreten (HIEKE 1967: 81).

Im Profil von Homberg entspricht die 0,80 m mächtige Folge von dolomitischen Mergeln und Dolomiten mit Hornsteinen (s. 3.1.2.) den Gelben Basis-Schichten, die als der untere Teil des Trochitenkalks angesehen werden (KLEINSORGE 1935, BUSSE 1952, GROETZNER 1962, BUSSE & KUPFAHL 1975). Trochitenkalk und Gelbe Basis-Schichten sind hier geringmächtiger als im Meißnergebiet. Eine Unterteilung der Gelben Basis-Schichten in Undularien- und Myophorienschichten ist im Gebiet von Homberg nicht möglich.

3. 1. 3. 2. Ceratiten-Schichten

Die Schichtfolge im Hangenden des Trochitenkalks umfaßt ca. 29 m „Tonplatten“, die den Unteren und Mittleren Ceratitenschichten angehören (s. u.). In die im tiefsten Teil überwiegend aus Kalksteinen bestehende Gesteinsserie schalten sich zum Hangenden zunehmend mächtigere Mergelpartien ein. Der Übergang in die Lithofazies des Unteren Keupers erfolgt ziemlich abrupt, nur eine dickere Kalkbank tritt ca. 1 m über den obersten zusammenhängenden „Tonplatten“ auf, die nach Ceratitenfunden noch zur oberen *spinusus*-Zone gehören.

Im unteren Teil der Ceratitenschichten bilden die „Blauen Grenzkalke“ ein Übergangsglied zwischen der Fazies des Trochitenkalks und der der „Tonplatten“. Über ihnen setzen mit einer 0,40 m dicken Fossilbank und den ca. 1,90 m mächtigen bankigen Kalksteinen die „Tonplatten“ ein. Etwa in der Mitte des Profils liegt in einem Mergelsteinpaket eine Störungszone von wahrscheinlich geringer Bedeutung. Das nachfolgende Profil wurde wegen der teilweise ungünstigen Aufschlußverhältnisse z. T. auf der E-Seite, z. T. auf der W-Seite des Einschnittes aufgenommen.

Straßeneinschnitt Wiggenberg, E-Seite

Hangendes:

- 2 m Ton- und Schluffstein, grüngrau, rot, violettrot, z. T. dunkelgelb, dickplattig, mit dünnen Dolomitmänteln; bildet kleinen Sattel

Störung

- ca. 12 m Ton- und Schluffstein, olivgrau, grau, grüngrau, grobstückig brechend, z. T. plattig; im höheren Teil feinsandig – feinglimmerig, dort vereinzelt zweiklappige *Anoplophora* sp.; auf Schichtflächen Lebensspuren; Kluffflächen schwarz
- 0,10–0,20 m Kalkstein, grau, z. T. knollig verdickt, dicht, hart
- 0,70 m Ton- und Mergelstein, olivgrau, schwarze Kluffflächen
- 0,10–0,20 m Kalkstein, grau, z. T. knollig verdickt, dicht
- 0,25 m Kalkstein, dunkelgrau, braunfleckig, löcherig; Fossildetritus
- 0,40 m Mergelstein, olivgrau, dickstückig, mit linsenförmigen Kalklagen
- 0,18 m Kalkstein, dunkelgrau, braunfleckig; Fossildetritus
- 4,00 m Wechsellagerung von Kalkstein, grau, in Bänken von 5–10 cm, z. T. flach linsig, und Mergelstein, olivgrau, stückig zerfallend, in Lagen von 1–2cm; 1 m unter Top *C. penndorfi*
- 0,30 m Kalkstein, dunkelgrau, braunfleckig, schaumig; viel Fossildetritus
- 0,80 m Mergelstein, olivgrau, mit linsig-fladigen Lagen von Kalkstein, bis 0,08 m dick
- 0,27 m Kalkstein, grau, plattig, z. T. löcherig; mit Fossildetritus und intraformationalen Kalksteingeröllern
- 5,25 m Wechsellagerung von Kalkstein, grau, hart, in knollig-linsigen Bänken von 3 bis (max.) 10 cm Mächtigkeit und Mergelstein, in cm- bis (max.) dm-dicken Lagen; 2,00 m über Basis 0,15 m Kalksteinbank, grau, dicht, zäh
- 0,40–0,50 m Mergelstein, olivgrau, plattig und stückig

Störungszone

- 1,20 m Mergelstein, olivgrau, plattig und stückig, mit einzelnen Kalksteinbänken, bis 10 cm dick
- 2,50 m Kalkstein, grau, in linsigen Bänken und Platten von 1–10 cm, und Mergelstein, olivgrau, z. T. gelbgrau verwittert; ca. 1,60 m über Basis *C. cf. raricosatus*

Fortsetzung des Profils auf der W-Seite des Einschnitts

- ca. 0,50 m Mergelstein, olivgrau, gelbgrau, plattig
- ca. 5,50 m Kalkstein, grau, dunkelgrau, in knolligen Lagen und Bänken bis 0,20 m; dicht, z. T. löcherig; Fossildetritus; untergeordnet Mergelstein, grau, olivgrau; ca. 0,30 m unter Top *C. compressus compressus*, *Loxonema* sp. ca. 1 m unter Top
- 0,20 m Kalkstein, grau, schaumig; Fossildetritus
- 2,60 m Kalkstein, grau, hart, dicht, in Bänken von 10–20 cm; untergeordnet Mergelstein, grau, olivgrau; *C. pulcher* 2,4 m über Basis; *C. atavus* 1,1 m über Basis
- 1,90 m Kalkstein wie vor, Mergelstein noch stärker zurücktretend
- 0,40 m Kalkstein, grau, braunfleckig, löcherig, zäh; Fossildetritus
- 1,30 m Kalkstein, blaugrau, dicht und glatt, knollig-wellige Bankung; zahlreiche Lebensspuren, viele kleine Trochiten, oberste 0,10 m sehr fossilreich („Blaue Grenzkalke“)

Ceratitenschichten

Liegendes: Trochitenkalk

Bei den schnell vorangetriebenen Baggararbeiten waren in dem frischen bzw. verschmutzten Gestein des Oberen Muschelkalks Ceratiten selten im Anstehenden und selbst im Abraum schwer zu finden. Trotzdem wurden genügend Exemplare zum Nachweis der stratigraphischen Abfolge geborgen. Dabei hat sich erwiesen,

daß nur die Unteren und Mittleren Ceratitenschichten vorhanden sind, während die Oberen – der Horizont der Discoceratiten, die *nodosus*-Zone und die *enodis-laevigatus*-Zone – nicht mehr zur Ablagerung gelangten.

In diesem Zeitraum wurden hier wie im nordwestlichen Niederhessen (BUSSE 1974) bereits Sedimente in Keuperfazies abgelagert. Die Annahme von GLAESSNER (1913: 112), daß die „auf der Höhe darüber“ – d. h. im Bereich des jetzigen Straßeneinschnittes – damals gefundenen „zahlreichen großen und breitrückigen Formen von *Ceratites nodosus*“ die „*nodosus*-Zone“ nachweisen, muß bei der 1913 noch in den Anfängen steckenden Ceratitenstratigraphie und -kenntnis als Fehldeutung angesehen werden.

Das gilt auch für die von BLANCKENHORN (1920: 25) erwähnten Vorkommen von *C. nodosus*. Auch die von BUSSE (1974: 105) aus GLAESSNER's Arbeit gezogenen Rückschlüsse sind nach den jetzt vorliegenden Ergebnissen zu korrigieren. Die von GLAESSNER und BLANCKENHORN erwähnten Exemplare von *C. nodosus* dürften stark abgewitterte, korrodierte, große, breitrückige Ceratiten aus der oberen *spinusosus*-Zone gewesen sein. Als stratigraphisch jüngster Ceratit konnte jetzt *C.(A.) penndorfi penndorfi* ROTHE nachgewiesen werden, der in die obere Subzone der *spinusosus*-Zone gehört (BUSSE 1970: 134).

Nur ein kleiner Teil der Ceratiten konnte aus dem Anstehenden geborgen werden (Abb. 2). Die überwiegende Anzahl der in der nachfolgenden Übersicht aufgeführten Ceratiten sind Lesestücke.

Mittlere Ceratitenschichten:

- Ceratites (Acanthoceratites) penndorfi penndorfi* ROTHE
- Ceratites (Acanthoceratites) penndorfi solidus* ROTHE
- Ceratites (Acanthoceratites) postspinusosus* RIEDEL
- Ceratites (Acanthoceratites) spinusosus spinusosus* PHILIPPI
- Ceratites (Acanthoceratites) cf. spinusosus*
- Ceratites (Acanthoceratites) praespinusosus* RIEDEL
- Ceratites (Acanthoceratites) evolutus parabolicus* WENGER
- Ceratites (Acanthoceratites) compressus compressus* PHILIPPI
- Ceratites (Acanthoceratites) cf. compressus*
- Ceratites (Acanthoceratites) cf. raricostatus* RIEDEL

Untere Ceratitenschichten:

- Ceratites (Progonoceratites) robustus terminus* WENGER
- Ceratites (Progonoceratites) robustus robustus* RIEDEL
- Ceratites (Progonoceratites) pulcher* RIEDEL (nach *C. robustus*)
- Ceratites (Progonoceratites) cf. pulcher*
- Ceratites (Progonoceratites) neolaevis* PENNDORF
- Ceratites (Progonoceratites) atavus cf. atavus* PHILIPPI

Damit sind alle Ceratitenzonen der Unteren und Mittleren Ceratitenschichten, teilweise vielleicht etwas reduziert, am Wiggenberg nachgewiesen. Die taxonomischen Gattungs- und Untergattungsbenennungen in dieser Arbeit wurden nach WENGER (1957) vorgenommen. Dieser beschränkte „*Ceratites*“ auf die Ammonoidea des germanischen Oberen Muschelkalks und stellte entsprechende alpine binodose „Ceratiten“ zur Gattung *Paraceratites*, zu der auch die binodosen „Ceratiten“ des germanischen Unteren Muschelkalks (Wellenkalk) gerechnet werden. Nach KOZUR (1974) gehören auch die im Oberen Muschelkalk aus der Tethys in das germanische Muschelkalkbecken eingewanderten noch binodosen

Ceratiten (*atavus* usw.) zu *Paraceratites*. Er stellt erst die nodos werdenden Arten (ab *Ceratites compressus*) zum Genus *Ceratites*.

Die übrige Fauna der Ceratitenschichten und des Trochitenkalks ist in der folgenden Übersicht zusammengestellt. Sie stammt aus dem Straßeneinschnitt und aus älteren Aufsammlungen von BUSSE aus dem Steinbruch ca. 100 m W des Einschnitts.

Encrinus liliiformis LAMARCK (Stielglieder und Kronenteile)

Rhizocorallium cf. *commune* SCHMID

Coenothyris vulgaris SCHLOTHEIM

Gervilleia costata SCHLOTHEIM

Hoernesia socialis SCHLOTHEIM

Lima striata SCHLOTHEIM

Pecten (Entolium) discites SCHLOTHEIM

Pecten (Pleuronectites) laevigatus SCHLOTHEIM

Pecten (Velopecten) albertii GOLDFUSS

Philippiella noetlingi FRECH

Enantiostreon difforme SCHLOTHEIM

Myalina blezingeri PHILIPPI

Mytilus eduliformis praecursor FRECH

Myophoria vulgaris SCHLOTHEIM

Myophoria transversa BORNEMANN

Myophoria germanica HOHENSTEIN

Myophoriopsis gregaria MÜNSTER

Pleuromya musculooides SCHLOTHEIM

Loxonema sp.

Nautilus bidorsatus SCHLOTHEIM

Fischzähnen, -schuppen

Saurierrippe

(Fossilnamen nach SCHMIDT 1928, 1938)

3. 2. Keuper

Die im Straßeneinschnitt über den Tonplatten des Oberen Muschelkalks liegende eintönige Folge von Ton- und Schluffsteinen und Mergelsteinen (s. Profil in 3. 1. 3. 2.) gehört stratigraphisch nur zum Teil in den Unteren Keuper. Ihr tieferer Teil stellt die randliche Vertretung der z. B. im Meißnergebiet und teilweise noch auf Bl. 4823 Melsungen (BUSSE & KUPFAHL 1975) vorhandenen voll marinen Fazies der Oberen Ceratitenschichten dar. Die Grenze Keuper/Muschelkalk ist also in dieser Serie zu suchen, deren oberer Teil mit *Anoplophora* sp. führenden Feinsandsteinen bereits zum Unteren Keuper gehört (s. Profil in Abschn. 3. 1. 3. 2.).

Die aufgeschlossenen Schichten entsprechen den „Grauen Tonsteinen und Unteren Bunten Mergeln“ KUPFAHLS (1975: 60), der ältesten Einheit des Unteren Keupers auf Bl. 4823 Melsungen. Die bunten Ton- und Schluffsteine und Mergel im obersten Teil des Profils am Wiggenberg enthalten vereinzelt gelbgraue Dolomitbänken. Der stratigraphische Verband zu den darunterliegenden olivgrauen Ton- und Schluffsteinen ist durch eine Verwerfung gestört. In diesen treten ca. 10 m über den obersten Kalksteinbänken der Ceratitenschichten stark feinsandige Tonsteine auf, in denen zweiklappige Exemplare von *Anoplophora* sp.

gefunden wurden. Die von Bl. 4823 Melsungen beschriebenen, „mit zunehmendem Abstand von den Ceratitenschichten zahlenmäßig abnehmenden“ Kalksteinlagen und -linsen sind am Wiggenberg nicht nachweisbar.

Jüngere Gesteine des Keupers waren nicht angeschnitten. Das in der geologischen Karte dargestellte kleine Vorkommen von Oberem Keuper gehört zum Unteren Keuper. Darauf hat bereits MIXIUS (1940: 89) hingewiesen.

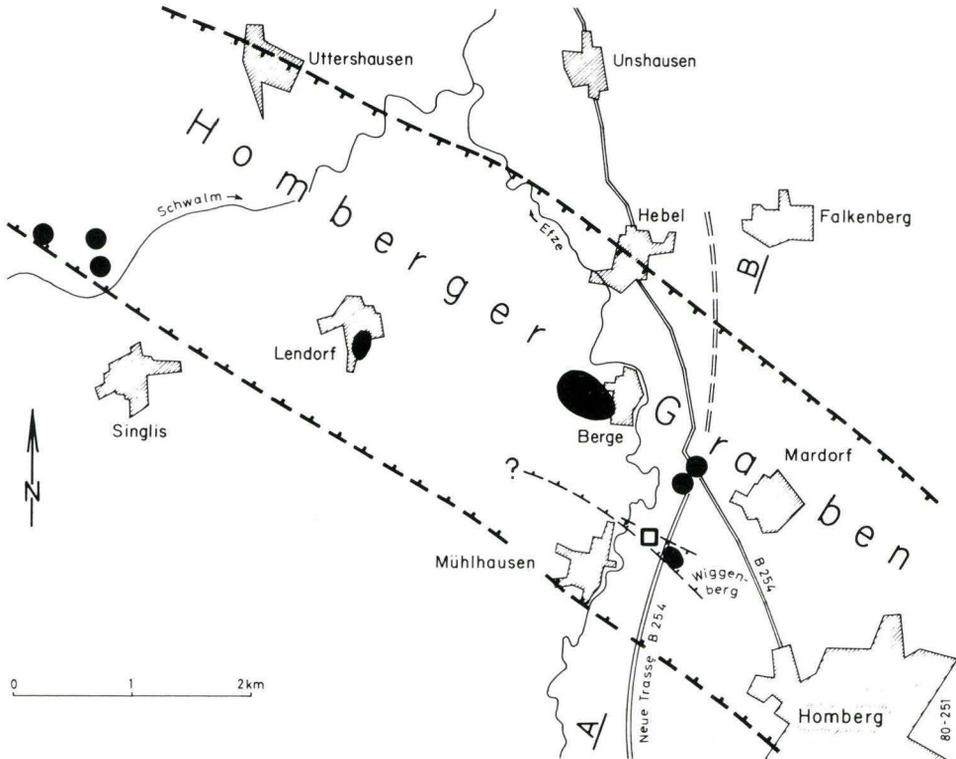


Abb. 3. Verbreitung von Lias (schwarze Flächen; Kreise: Bohrungen) im Homberger Graben (schematisierte Darstellung nach GLÄSSNER 1913, BLANCKENHORN 1920, RITZKOWSKI 1977). □ Steinbruch NE Mühlhausen (MIXIUS 1940, HIEKE 1967, BUSSE 1974), A–B Profilinie (Abb. 4).

3. 3. Lias

Die Liasvorkommen des Homberger Grabens sind zuletzt ausführlich von GLÄSSNER (1913) beschrieben worden. Er konnte Schichten des Hettangiums und des Unteren und Oberen Sinemuriums nachweisen (HOFFMANN 1964: 148).

Beim Bau der Trasse für die B 254 wurden Liasgesteine an zwei Stellen angetroffen (Abb. 3): Im Kreuzungsbereich der neuen Trasse mit der alten B 254, ca. 700 m NW Mardorf, wurden in 6 dicht beieinanderliegenden Bohrungen dunkelgraue und schwarze, kalkige Tonsteine des Unteren Lias angetroffen. Sie

gehören wahrscheinlich zur gleichen Scholle wie die seit langem bekannten Vorkommen von Berge (GLÄSSNER 1913, BLANCKENHORN 1920). Das zweite neue Liasvorkommen liegt im SW-Teil des Grabens, durch Keuper und Oberen Muschelkalk von dem ersten getrennt. Im tiefsten Teil des Straßeneinschnitts liegen in der lößlehmgefüllten Ausräumungszone zwischen Oberem und Unterem Muschelkalk dunkelgraue und schwarze, kalkige Tonsteine mit Toneisensteingeoden und einzelnen Bruchstücken von grauem Kalkstein. Eine der Geoden enthielt einen schlecht erhaltenen Abdruck von *Schlotheimia* sp., daneben ein weiteres, nicht bestimmtes Ammonitenbruchstück sowie eine schlecht erhaltene *Serpula* sp. In den Tonsteinen und im Kalkstein treten Schwefelkieskonkretionen auf.

Aus mehreren Proben der schwarzen und dunkelgrauen Ton- und Schluffsteine des Straßeneinschnitts konnte eine reiche Mikrofauna gewonnen werden. Alle Proben entstammen den beim Straßenbau teilweise aufgeschütteten Gesteinen in der Sohle des Einschnitts. Sie konnten deshalb nicht zu einem Profil geordnet werden.

Die Mikrofaunen wurden von E. KÜMMERLE bearbeitet.

Probe H 1338/1

- Foraminiferen: *Involutina liasina* JONES
Lenticulina (Astacolus) sp., glattschalig
Lingulina tenera BORNEMANN
Lingulina pupa (TERQUEM)
Marginulina prima D'ORBIGNY
Nodosaria regularis TERQUEM
Dentalina matutina D'ORBIGNY
Dentalina tenuistriata TERQUEM
Dentalina häusleri SCHICK
- Ostrakoden: *Ogmoconcha hagenowi* DREXLER
Bairdia? sp.

Probe H 1346

„Echinodermenreste“

Seeigelstacheln

1 Gastropoden-Steinkern

- Foraminiferen: *Ammodiscus* sp.
Lenticulina varians (BORNEMANN)
Glomospira gordialis (JONES & PARKER)

Probe H 1347

Crinoiden-Stielglieder

- Foraminiferen: *Ammodiscus incertus* (D'ORBIGNY)
Vaginulina listi (BORNEMANN)
Lenticulina (Astacolus) sp.? *vestustus* (D'ORBIGNY)
Nodosaria columnaris FRANKE
Nodosaria sp.

Probe H 1348

- Foraminiferen: *Ammodiscus incertus* (D'ORBIGNY)
Vaginulina listi (BORNEMANN)
Nodosaria columnaris FRANKE
Nodosaria sp.
Marginulina prima D'ORBIGNY
Dentalina primaeva D'ORBIGNY

Dentalina matutina D'ORBIGNY
Dentalina häusleri SCHICK?
Dentalina ventricosa FRANKE?
Lingulina tenera BORNEMANN
Frondicularia bicostata dubia BORNEMANN
Frondicularia sulcata BORNEMANN (zerbrochen)
Lenticulina varians (BORNEMANN)
Lenticulina sp. sp.
Glandulina tenuis BORNEMANN
Pseudoglandulina multicostata (BORNEMANN)

„Ein Großteil der genannten Mikrofauna wird in neueren Arbeiten aus dem Lias α beschrieben, so z. B. von Siebeldingen/Pfalz, aber auch aus Westfalen.

Die ‚Echinodermenreste‘, teilweise auch als ‚*Tubinella inornata*‘ beschrieben, tatsächlich aber wahrscheinlich Einzelkammern großer Dentalinen, werden vom Lias α von Balingen erwähnt.

Andere Vertreter der genannten Mikrofauna, z. B. *Vaginulina listi*, sind vom Lias α bis γ bekannt, ähnlich *Lingulina tenera*. Andere scheinen vor allem im Lias γ , z. B. von Göttingen, vorzukommen.

Die schmalen, berippten Frondicularien gelten als kennzeichnend für unteren bis mittleren Lias“ (KÜMMERLE 1979).

GLÄSSNER (1913: 117) erwähnt aus dem Gebiet SW und NW Berge „graue, stark tonige Mergel und festere graue Mergel“ mit sehr harten Kalkkonkretionen, in denen u. a. *Schlotheimia angulata* vorkommt. Auf diese Beschreibung stützt sich auch BLANCKENHORN (1920: 28) in den Erläuterungen zu Bl. Homberg. Die dunkelgrauen bzw. schwarzen, kalkigen Tonsteine mit Toneisensteingeoden und Kalksteinstücken sowie Schwefelkieskonkretionen des Straßeneinschnitts sind mit den von GLÄSSNER beschriebenen Gesteinen vergleichbar. Nach dem Fund von *Schlotheimia* sp. und dem Befund der Mikrofauna können sie mit Vorbehalt in das Obere Hettangium, die Zone der *Schlotheimia angulata*, eingestuft werden.

Eine genauere stratigraphische Zuordnung als „sehr wahrscheinlich Unterer Lias“ ist für die in den Bohrungen NW Mardorf angetroffenen kalkigen Tonsteine ebenfalls nicht möglich. W Berge, wahrscheinlich in der streichenden Fortsetzung dieser Schichten, sind Hettangium, Unteres und Oberes Sinemurium nachgewiesen (GLÄSSNER 1913, BLANCKENHORN 1920).

4. Paläogeographische Beziehungen

Muschelkalk, Keuper und Jura des Homberger Grabens sind wegen ihrer isolierten Lage in der mit jüngeren Sedimenten und Basalten bedeckten nördlichen Hessischen Senke, weit entfernt von den geschlossenen Verbreitungsgebieten dieser Gesteine im NW bzw. NE und S, von großer Bedeutung für die Paläogeographie.

Die neuen Aufschlüsse haben gezeigt, daß für den Unteren Muschelkalk annähernd ähnliche Verhältnisse für den gesamten Bereich zwischen Diemelgebiet im NW, Homberg, und Meißnergebiet im NE angenommen werden können.

Im Oberen Muschelkalk treten Differenzierungen auf. Der Trochitenkalk, darauf hat bereits BUSSE (1974: 129) hingewiesen, ist im Gebiet von Homberg gegenüber dem Meißnergebiet stark reduziert. Ein „Oberer Trochitenkalk“, wie er im Diemelgebiet und in Ostwestfalen innerhalb der Ceratitenschichten auftritt (vgl. BUSSE 1974), fehlt bei Homberg.

Untere und Mittlere Ceratitenschichten sind wie im Meißnergebiet in Tonplattenfazies ausgebildet; über der *spinosus*-Zone liegen aber Sedimente in der Fazies des Unteren Keupers, während im Meißnergebiet auch noch die Oberen Ceratitenschichten in ihrer gesamten Mächtigkeit abgelagert worden sind. Hier zeigen sich damit engere Beziehungen zwischen Homberg und dem Diemelgebiet, wo die Tonplattenfazies ebenfalls bereits mit dem Ablauf der *spinosus*-Zone endet.

Das Gebiet von Homberg gehörte danach zumindest in der Zeit der Oberen Ceratitenschichten nicht zur „Meißner-Rinne“ (BUSSE 1974), sondern zu dem Bereich am E-Rand der Rheinischen Masse, in dem Sedimente in Keuperfazies abgelagert wurden. HIEKE (1967: 80) konnte bereits im Trochitenkalk allothigene Quarze nachweisen, die von der Rheinischen Masse stammen könnten.

Im Unteren Lias wurden im Gebiet der „Hessischen Straße“, der Meeresverbindung zwischen N- und S-Deutschland, dunkle und teilweise bituminöse Gesteine abgelagert. Das Homberger Juraprofil zeigt hier eine ähnliche Entwicklung wie die Profile in N und NW (Göttingen, Volkmarsen) und im S (Lauterbacher Graben, JÜNGST 1927).

5. Lagerungsverhältnisse

Große Teile des Homberger Grabens werden von tertiären und quartären Sedimenten bedeckt. Sein tektonischer Bau ist daher nur von begrenzten Teilgebieten bekannt.

Der Straßeneinschnitt am NW-Hang des Wiggenberges durchschneidet die Grabenscholle in einem geologisch relativ gut bekannten Gebiet, unmittelbar E einer Stelle, von der (wegen mehrerer Aufschlüsse am Eftetal-Rand) BLANCKENHORN (1920: Taf. 1) und MIXIUS (1940: 88, Abb. 15) Profilschnitte abgebildet haben. Die neuen Aufschlüsse ergeben eine genauere Vorstellung vom tektonischen Bau dieser Scholle.

Die breite, flache Aufsattelung von Unterem Muschelkalk in Abb. 15 bei MIXIUS setzt sich im S-Teil des Wiggenberges mit flach ansteigender Achse nach E fort. Die Versteilung ihres N-Flügels deutet eine in E-Richtung zunehmende NE-Vergenz dieser Struktur an.

MIXIUS hat am Eftetal-Rand an der Grenzfläche zwischen der südvergente Falte des Trochitenkalks und dem Mittleren Muschelkalk „bunte Letten und steinmergelähnliche Gesteine“ nachgewiesen, die er nach ihrer Beschaffenheit in den Grenzbereich Unterer/Mittlerer Keuper stellt. Er deutet ihr Auftreten an dieser Stelle durch die Annahme, „daß an dieser Grenze zur Zeit ihrer Bildung durch starkes Klaffen Raum zur Aufnahme einer Einsturzbrekzie vorhanden gewesen sein muß“.

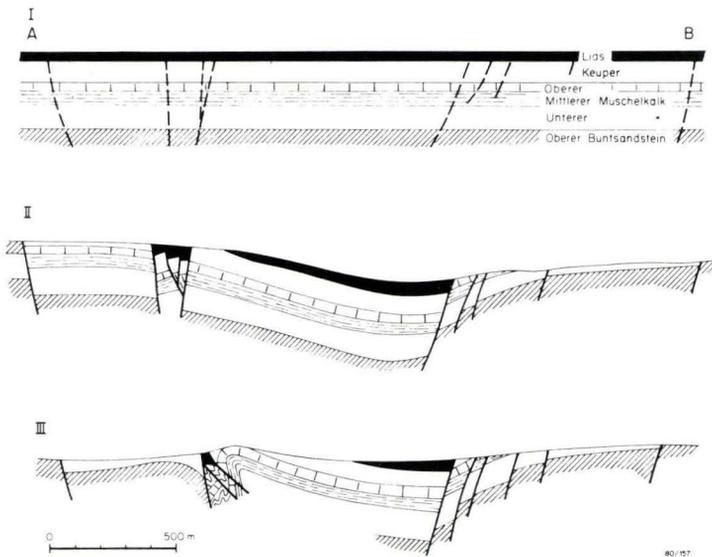


Abb. 4. Tektonische Entwicklung des Homberger Grabens im Gebiet des Wiggerberges, Profil A–B (Abb. 3).

Der jetzt erfolgte Nachweis einer ca. 40 m breiten Scholle von Liasgesteinen macht es wahrscheinlicher, daß hier ein schmaler, südlicher Teilgraben vorliegt, der nach seiner ersten Anlage durch spätere Einengungsvorgänge überprägt worden ist (Abb. 4). Auf intensive Einengungstektonik im S-Teil der Grabenscholle weist auch die enge Spezialfaltung im Mittleren Wellenkalk hin.

Eine Deutung als Einsturzbrecie in einer Subrosionssenke über ausgelaugten Evaporiten des Mittleren Muschelkalks oder des Röts erscheint unwahrscheinlich. Dagegen spricht auch der tektonische Bau der Randschollen des Liasvorkommens.

Im Tertiär oder Pleistozän wurden die durch die intensive tektonische Beanspruchung zerrütteten Gesteine im Bereich des südlichen Teilgrabens ausgeräumt. Es konnte nicht geklärt werden, ob diese Erosion entlang einer etwa dem Streichen des Grabens entsprechenden rinnenartigen Senke erfolgte.

Eine Verwitterungsrinde, wie sie im Muschelkalk unter dem Mardorfer Erz auftritt (Abb. 1), ist in der Ausräumungszone nicht oder nicht mehr vorhanden. In dem entkalkten Lößlehm treten nur an der Basis die beschriebenen Gerölle, Tertiärquarzite und Basalte auf. Im oberen Teil der Lößlehmfüllung des Ausräumungsbereichs ist eine Parabraunerde unter 1–2 m mächtigem Kolluvium ausgebildet, deren B₁-Horizont seitlich ohne Verbiegung an die begrenzenden Muschelkalkschichten stößt (freundl. Mitt. Dr. L. SCHRADER, Wiesbaden).

6. Schriftenverzeichnis

- BLANCKENHORN, M. (1920): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Lfg. **198**, Bl. Homberg a. d. Efze: 128 S., 2 Abb., 3 Taf.; Berlin.
- & LANG, O. (1918): Geologische Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Lfg. **198**, Bl. Homberg a. d. Efze; Berlin.

- BUSSE, E. (1952): Feinstratigraphie und Fossilführung des Trochitenkalks im Meißnergebiet, Nordhessen. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI) **3**: 118–137; Wiesbaden.
- (1964): Stratigraphie des Unteren Muschelkalks (Wellenkalk) im westlichen Meißnervorland. – Abh. Ver. Naturkde. Kassel, **62**: 1–35, 1 Tab.; Kassel.
- (1974): Der Obere Muschelkalk im nordwestlichen Niederhessen (Blätter Liebenau, Hofgeismar, Warburg, Arolsen). – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **102**: 91–135, 9 Abb.; Wiesbaden.
- & KUPFAHL, H.-G. (1975): Muschelkalk. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4823 Melsungen, 2. Aufl.: 46–59; Wiesbaden.
- GLÄSSNER, R. (1913): Beiträge zur Kenntnis der Hessischen Jura-Relikte. – Abh. u. Ber. Ver. Naturkde. Cassel, **53**: 51–146, 2 Taf.; 2 Kt.; Kassel.
- GROETZNER, J.-P. (1962): Stratigraphisch-fazielle Untersuchungen des Oberen Muschelkalks im südöstlichen Niedersachsen zwischen Weser und Oker. – Mitt. Inst. Geol. Paläontol. TH Braunschweig: 1–124; Braunschweig.
- HIEKE, W. (1966): Stratigraphie (Trias, Tertiär) und Tektonik am Remsfelder Grabenknoten (nördliches Hessen). – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **94**: 201–234, 7 Abb.; Wiesbaden.
- (1967): Feinstratigraphie und Paläogeographie des Trochitenkalks zwischen Leinetal-Graben und Rhön. – *Geologica et Palaeontologica*, **1**: 57–86, 35 Abb., 4 Tab.; Marburg.
- HOFFMANN, K. (1964): Die Stufe des Lotharingien (Lotharingium) im Unterlias Deutschlands und allgemeine Betrachtungen über das „Lotharingien“. – Coll. Jurassique Luxembourg 1962: 135–160, 1 Abb.; Luxemburg.
- JÜNGST, T. H. (1927): Die Meeres-Verbindung Nord-Süd-Deutschland in der Pylonoten-Zeit. – N. Jb. Mineral. Geol. Paläont., Beil.-Bd. **58**: 171–214, 5 Abb., 2 Taf.; Stuttgart.
- KLEINSORGE, H. (1935): Paläogeographische Untersuchungen über den Oberen Muschelkalk in Nord- und Mitteldeutschland. – Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg, **15**: 57–106, 12 Abb., 1 Taf.; Hamburg.
- KOZUR, H. (1974): Biostratigraphie der germanischen Mitteltrias. – Freiburger Forsch.-H., **C 280**, I: 1–56, II: 1–71, III: 12 Tab.; Leipzig.
- KÜMMERLE, E. (1978): Mikropaläontologische Untersuchung von Gesteinsproben (Lias). – Unveröff. Ber. im Archiv des HLFB.
- (1979): Mikropaläontologische Untersuchung von 3 Tonsteinproben (Lias). – Unveröff. Ber. im Archiv des HLFB.
- KUPFAHL, H.-G. (1975): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000, Bl. 4823 Melsungen, 2. Aufl.: 195 S., 27 Abb., 22 Tab., 1 Taf., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- MIXIUS, F. K. (1940): Das hessische Grabengebiet im Süden der Solling-Scholle. – Geotekt. Forsch., **5**: 60–123, 39 Abb., 4 Taf.; Berlin.
- RITZKOWSKI, S. (1977): Tertiär Nordhessens. – Exkursionsführer Geotagung '77, II, Exk. K: 63–111, 16 Abb., 1 Tab.; Göttingen.
- SCHMIDT, M. (1928): Die Lebewelt unserer Trias. – 461 S., 1220 Abb.; Öhringen.
- (1938): Die Lebewelt unserer Trias. Nachtrag. – 143 S., div. Abb.; Öhringen (Hohenlohe'sche Buchhandl.)
- WENGER, R. (1957): Die germanischen Ceratiten. – *Paläontographica*, **108**, Abt. A: 57–129, 23 Taf.; Stuttgart.

Manuskript eingegangen am 14. 2. 1980

Geol. Jb. Hessen	108	S. 139–142	1 Abb.	1 Taf.	Wiesbaden 1980
------------------	-----	------------	--------	--------	----------------

Ein Lias-Vorkommen auf Blatt 4821 Fritzlar (Nordhessen)

Von

ANDREAS HOPPE*

Kurzfassung: Ein kleines Lias-Vorkommen aus der südlichen Fritzlar–Naumburger Grabenzone wird beschrieben. Die Fauna weist auf Unteren Lias (Oberes Hettangium – Unteres Sinemurium) hin.

Abstract: A small deposit of Lias is described from the southern part of the Fritzlar–Naumburg Graben Zone. The fauna indicates a lower liassic age (Upper Hettangian – Lower Sinemurian).

Einleitung

Die „Hessische Straße“ verband während des Juras – mit Unterbrechungen – das nordwestdeutsche Jura-Becken mit dem süddeutschen Sedimentationsraum. Zeugen dieser Meeresstraße sind, meist relativ kleine, Jura-Vorkommen in den hessischen Gräben (Abb. 1; GLÄSSNER 1913, MARTINI 1937, BUSSE & RÖSING 1955, RÖSING 1966, HORN 1976 u. a.). Erhalten geblieben sind nur Gesteine des Lias. Bei Volkmarsen ist Unteres Pliensbachium (Lias γ) nachgewiesen (GLÄSSNER 1913, HOFFMANN 1949), S Göttingen auch Oberes Pliensbachium (Lias δ ; GLÄSSNER 1913). Jüngere Jura-Sedimente sind nicht bekannt. Die übrigen hessischen Vorkommen belegen Hettangium (Lias α 1 + 2) und Unteres Sinemurium (Lias β). Einen zeitweiligen Fortbestand der Hessischen Straße auch noch im höheren Dogger nimmt HOFFMANN (1949) aus faunistischen Gründen an. GLASHOFF (1964) vermutet aus denselben Gründen auch für das Oxford eine Verbindung vom nordwestdeutschen Becken über die Hessische Straße in das östliche Pariser Becken.

Die Hessische Senke und das Niedersächsische Becken durchliefen vom Oberperm bis in das Sinemurium eine ähnliche paläogeographische Entwicklung. Ab dem Pliensbachium kam es dann in den beiden Räumen zu unterschiedlichen Entwicklungen, die zunächst langsam, dann schneller abliefen. Höheren Sedimentationsraten im Niedersächsischen Becken standen geringere Raten bzw. Regression und Omission am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges gegenüber (MEIBURG 1978).

* Dr. A. HOPPE, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität, Albertstr. 23 B, 7800 Freiburg i. Br.



Abb. 1. Lage des beschriebenen Lias-Vorkommens (x) und Lias-Vorkommen östlich des Rheinischen Schiefergebirges (schwarz). Nach geol. Übers.-Kt. Hessen 1:300 000, Wiesbaden 1973.

Beschreibung

Jura war bisher auf Bl. Fritzlar nicht bekannt. Ein kleines Jura-Vorkommen wurde ca. 3 km NW Fritzlar, 400 m östlich des Sauerbrunnens am Südhang des Hohen Berges, gefunden (Abb. 1). Es liegt am Südennde des Züscher Grabens (HOPPE 1975), einem eggisch streichenden Grabenabschnitt mit Zerrungscharakter, im Südteil der Fritzlar–Naumburger Grabenzone.

Östlich des Sauerbrunnens ist ein ungestörtes Profil entwickelt, das den gesamten Muschelkalk enthält und bis in den Unteren Keuper reicht. Muschelkalk und Keuper grenzen im E an die Randverwerfung des Züscher Grabens bzw. an die flach lagernde Solling-Folge des Mittleren Buntsandsteins. Sie fallen hier steil (ca. 55°) gegen die westlichen Randstaffeln der Solling-Scholle ein und sind an einer antithetischen Verwerfung um etwa 550 m abgeschoben.

Tafel 1

Fig. 1. *Schlotheimia angulata* SCHLOTH.

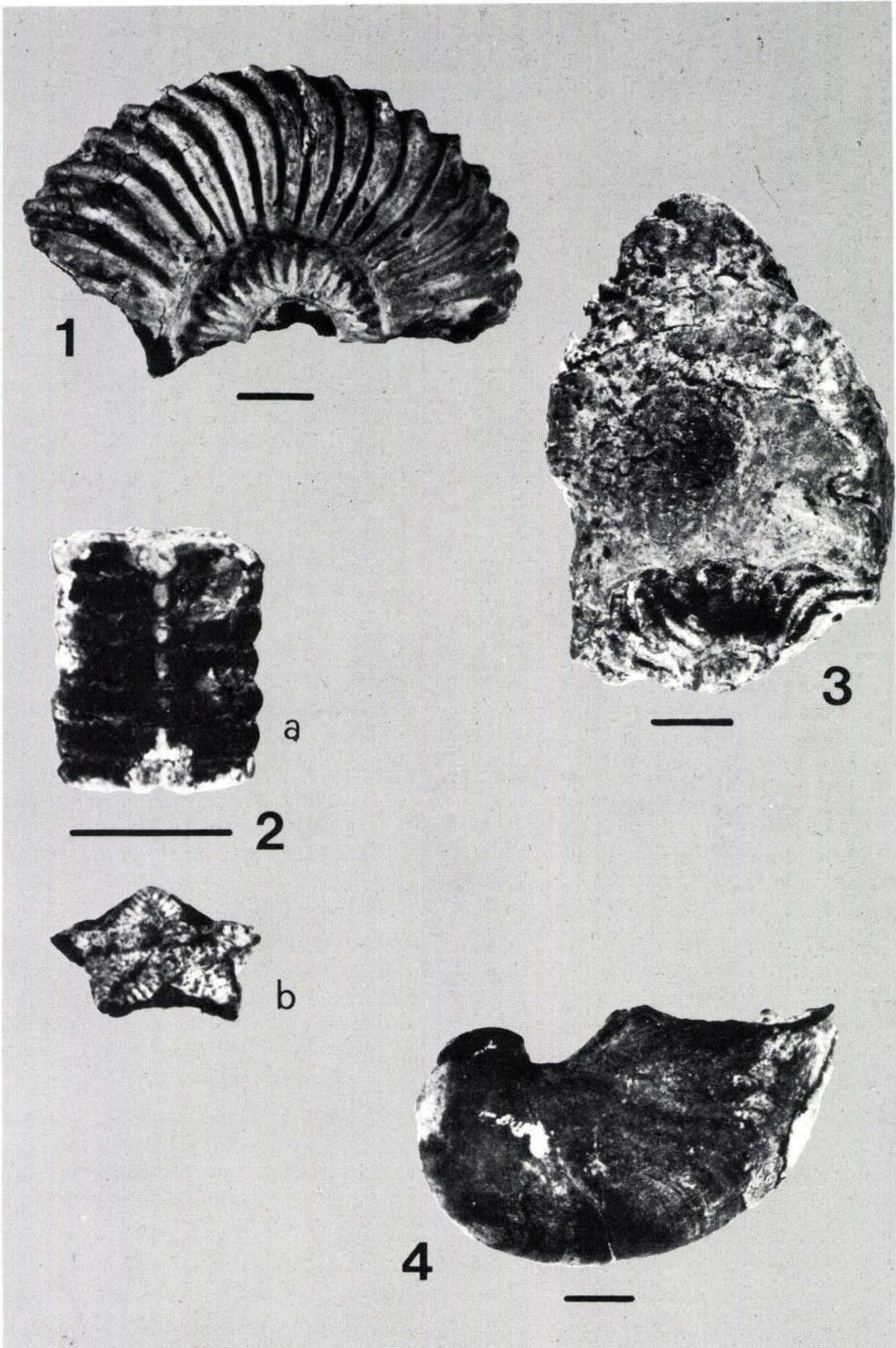
Fig. 2. a, b. *Pentacrinus* sp.

Fig. 3. Goethit-Bröckchen mit Fragment von *Schlotheimia* sp.

Fig. 4. *Gryphaea arcuata* LAM.

Die Länge des Striches entspricht jeweils 0,5 cm.

Fotos: P. RÖSCH



Tafel 1

Das Lias-Vorkommen selbst liegt NE des Keupers auf einem Acker, direkt unterhalb der Haupttrandverwerfung. Es hat eine Ausdehnung von nur wenigen 10er Metern NW–SE-Erstreckung. Eine Überdeckung mit Solifluktionsschutt, bestehend aus Lößlehm und Basaltschutt (Basalt des Hohen Berges), macht eine räumliche Abgrenzung unmöglich.

Nur vereinzelt finden sich Lesesteinbröckchen; ihr Durchmesser übersteigt selten 5 cm. Bei den Lesesteinen handelt es sich nahezu ausschließlich um nierenförmige, braune bis braungelbe Bohnerze mit runzeliger Oberfläche. Diese Bohnerze bestehen vollständig aus Goethit (röntgenographisch nachgewiesen). Teilweise hat der Goethit Ammonitenschalen ausgefüllt. Daneben finden sich vereinzelt eckige Bruchstücke von hellgrauen Mergeln und Kalken, von denen allerdings nicht sicher angenommen werden kann, daß sie dem Jura entstammen.

An Fauna (Taf. 1) wurde gefunden:

- Schlotheimia* sp.
Schlotheimia angulata SCHLOTH.
Gryphaea arcuata LAM.
Pentacrinus sp.

Diese Fauna weist auf Lias (Oberes Hettangium – Unteres Sinemurium) hin. Die Verwitterung der Lias-Relikte zu Bohnerzen und die Lage des Vorkommens unmittelbar neben der Haupttrandverwerfung läßt vermuten, daß es sich um eine Spaltenfüllung handelt.

Schriftenverzeichnis

- BUSSE, E., & RÖSING, F. (1955): Über Muschelkalk-, Keuper- und Liasschollen im Stadtgebiet von Kassel. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **83**: 198–204, 1 Abb.; Wiesbaden.
- GLÄSSNER, R. (1913): Beitrag zur Kenntnis der hessischen Jura-Relikte. – Abh. u. Ber. Ver. Naturkde. Kassel, **53**: 51–146, 2 Taf., 2 Kt.; Kassel.
- GLASHOFF, H. (1964): Ostrakoden-Faunen und Paläogeographie im Oxford NW-Europas. – Paläont. Z., **38** (1/2): 28–65, 3 Abb., 4 Tab., 2 Taf.; Stuttgart.
- HOFFMANN, K. (1949): Zur Paläogeographie des nordwestdeutschen Lias und Doggers. – In: BENTZ, A. (Hsg.): Erdöl und Tektonik in Nordwestdeutschland: 113–129, 3 Abb., 1 Tab.; Celle.
- HOPPE, A. (1975): Zur Geologie der südlichen Fritzlar-Naumburger-Grabenzone. Blatt 4821 Fritzlar NW (Nordhessen). – Unveröff. Dipl.-Arb., 142 S., 23 Abb., 2 Tab., 8 Taf., 3 Anl.; Heidelberg.
- HORN, M. (1976): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000, Blatt 4620 Arolsen. – 225 S., 35 Abb., 9 Tab., 1 Taf., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- MARTINI, H. J. (1937): Großschollen und Gräben zwischen Habichtswald und Rheinischem Schiefergebirge. – Geotekt. Forsch., **1**: 70–123, 36 Abb., 3 Taf.; Berlin.
- MEIBURG, P. (1978): Dimension und Ursachen des Massentransportes in der Tektogenese der Hessischen Senke. – 68. Jahrestagung Geol. Ver., Kurzfass. Vortr., II 35; Münster/Westf.
- RÖSING, F. (1966): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000, Blatt 4621 Wolfhagen. – 246 S., 13 Abb., 8 Tab., 2 Diagr.; Wiesbaden.

Manuskript eingegangen am 14. 1. 1980

Lößprofile von Vaake (Bl. 4523 Münden) und Albungen (Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf) in Nordhessen

Von

KARL-ULRICH BROSCHÉ und MICHAEL WALTHER*

Kurzfassung: Es werden drei Lößprofile bei Vaake (Oberweser) und bei Albungen (unteres Werratal bei Eschwege) abgebildet, beschrieben und gedeutet. In den zwei Profilen bei Vaake ist jeweils eine komplette Würmlößfolge entwickelt, die an der Basis mit dem Eemboden abgeschlossen wird. Das Profil Vaake I enthält einen in sechs Komplexe gliederbaren Mittelwürmlöß und ist damit zur Zeit das in diesem Profilteil am besten entwickelte Profil in Südniedersachsen und Nordhessen. Das Lößprofil in der Ziegeleigrube von Albungen ist das einzige Profil im nördlichsten Hessen, das sowohl eine Würmlöß- als auch eine Rißlößfolge aufweist. Es wird in erster Linie geomorphologisch interpretiert.

Abstract: Two loess profiles near Vaake (upper Weser) and one profile from the clay pit near Albungen (lower Werra valley, north of Eschwege) are described and interpreted. The two Vaake loess profiles both contain complete Wurm loess sequences, ending at the base with the Eemian soil. The Vaake I profile is particularly remarkable because the Middle Wurm section can be sub-divided into six layers and is thus the most complete section of the Middle Wurm period in northern Hesse and southern Lower Saxony. The loess profile at Albungen, in an asymmetrical valley, presents a complete Wurm loess and a poorly distinguishable Riss loess, which is terminated at the base by a fossil „Parabraunerde“. This is the most complex loess profile in northernmost Hesse and southern Lower Saxony.

Inhaltsverzeichnis

1. Profil Vaake I	143
2. Profil Vaake II	146
3. Profil Albungen	147
4. Schriftenverzeichnis	150

1. Profil Vaake I

Das Prof. Vaake I¹ liegt am westlichen flachen Talhang der Weser in einer Höhe von ca. 160 m über NN (Bl. 4523 Hann. Münden, R 35 42 94, H 57 07 36). Die Talaue besitzt hier eine Höhe von ca. 120 über NN, so daß sich das Profil etwa in der Höhe des unteren Hauptschotterzuges i. S. AMTHAUERS (1972: 43 f. und Beil.

* Priv.-Doz. Dr. K.-U. BROSCHÉ, Cand. rer. nat. M. WALTHER, Institut für Physische Geographie der Freien Universität Berlin, Grunewaldstr. 35, 1000 Berlin 41.

¹ Herrn Prof. Dr. H. ROHDENBURG, Braunschweig, danken wir sehr herzlich für mehrere wichtige Hinweise, die der Deutung der Profile förderlich waren.

3) befindet. Das W der alten Ziegeleigrube in einer ehemals genutzten Lehmgrube der Fa. Fehr und Riedel (Hann. Münden) gelegene Profil ist auf der S-Schulter eines sehr flachen Muldentales, das in den westlichen flachen Abfall zur Weser einige Meter in Lösssedimente eingetieft ist, aufgeschlossen.

Im Prof. Vaake I (Abb. 1) ist unter dem rezenten Boden (Horizonte 1, 2 und 3), etwas verlehmtem Löß (4) und einem mächtigen Naßbodenkomplex (5 und 6) zunächst der Lohner Boden (7) entwickelt. Er ist stark lehmig und gelbbraun (10 YR 5/6–8) gefärbt. In seinem oberen Teil ist er deutlich plattig ausgebildet und enthält besonders hier Rostflecken und Konkretionsknötchen. Der Lohner Boden läßt sich in einen oberen, kräftig gelbbraunen und in einen unteren Teil untergliedern, wobei sich beide Teile durch die größere Plattigkeit des oberen Komplexes unterscheiden. Abgeschlossen wird der Lohner Boden an der Basis von einem 3 cm mächtigen Rostband, wie es häufig an der Grenze zwischen sehr bindigem und weniger bindigem Material auftritt. – Unter dem Lohner Boden folgt als Horizont 8 ein gelbbrauner, fast immer kalkloser lockerer Mittelwürmlöß. Er weist eine sehr feine Frostplattigkeit auf und ist durch gelbbraune, schmale Bänder und kurze, helle Feinsand- bzw. Schluffbänder gekennzeichnet. Es handelt sich bei diesem Mittelwürmlöß um einen öfter in anderen Profilen in gleicher stratigraphischer Position wiederkehrenden Löß.

Als Horizont 9 wird ein gelbbrauner, überwiegend kalkloser, schwach verbraunter Mittelwürmlöß ausgegliedert, der die gleiche Farbe wie der obere Teil des Lohner Bodens (10 YR 5/6–8) aufweist. Einige gelbe bis gelbbraune Tonbänder sind eingeschaltet. Die von ROHDENBURG & MEYER (1966: 32) für den Kirchberger Boden angeführten Merkmale treffen für diese gelbbraune, schwach entwickelte Verlehmungszone weitgehend zu. – Darunter folgt als Horizont 10 ein aus drei grauen Lehmstäben und mehreren Roststäben aufgebauter Mittelwürm-Naßboden. Er ist sehr auffällig und ca. 25 cm mächtig. – Als Horizont 11 wurde ein in dieser Form im nördlichen Hessen und südlichen Niedersachsen noch kaum beschriebenes blaßbraunes, schwach lehmiges Paket ausgegliedert. Dieses Lößmaterial ist gegliedert in einen oberen kaum plattigen und in einen unteren ausgesprochen stark plattigen Teil. Harnische befinden sich auf den Platten und weisen auf Horizontalbewegungen hin (vgl. ROHDENBURG 1968: 57–59 zum entsprechenden Profilabschnitt im Mittelwürmlöß von Niedervellmar bei Kassel).

Abb. 1 Links: Profil Vaake I in der Sand- und Kiesgrube der Fa. Fehr und Riedel. Erklärung im Text.
Mitte: Profil Vaake II (S-Rand der alten Ziegeleigrube).

1. grauer Lehm mit kantengerundeten Sandsteinbrocken und Eisen/Manganschwärze; 2. grauer fetter Lehm; 3. gekappter, braun-rötlich gefärbter Rest des Eem-Bodens; 4. grauer und gelbbrauner Lehm mit kleinen Konkretionen (letzte, laminar verfllossene Reste des Lohner Bodens); 5. Jungwürm-Naßboden mit Schnecken sowie dünnen und dicken Roststäben (j1-Löß?); 6. von dünnen Sandstäben durchsetzter Rohlöß (mit dem Eltviller Tuffband ? im oberen Teil); 7–9. rostfleckiger, schwach verlehmt Naßboden mit Schnecken im unteren Teil (mittlerer Teil kaum verlehmt); 10. Lamellenfleckenzone.

Rechts: Zeichenerklärung (auch für Abb 2).

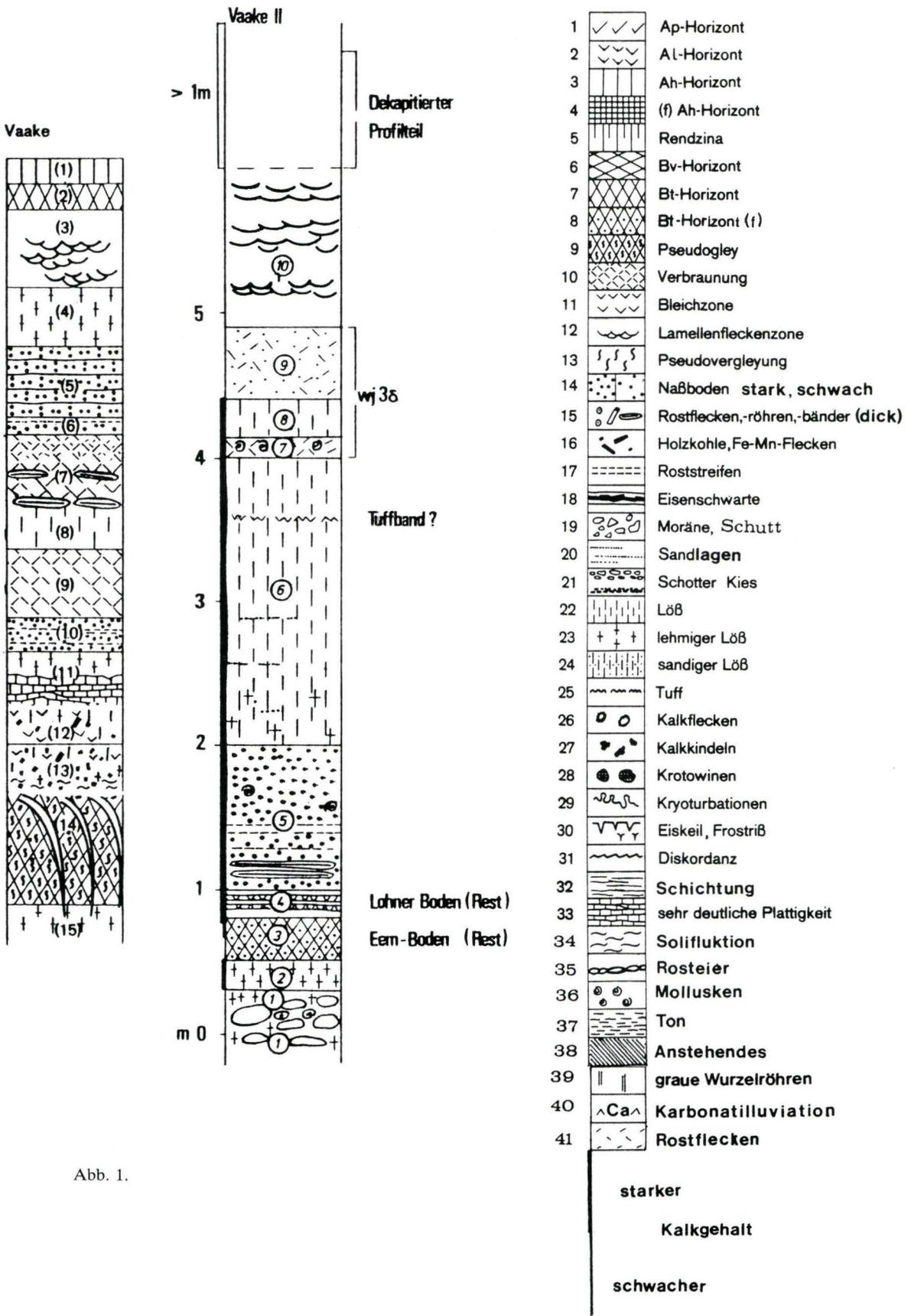


Abb. 1.

Dieses blaßbraune Lößpaket entspricht stratigraphisch dem braunen Löß des Niedervellmarer Bodenkomplexes i. S. von ROHDENBURG & MEYER (1966: 119) und ROHDENBURG (1966: 145).

Es folgt unterhalb hiervon eine nach unten zu graurosa werdende, graue altwürmzeitliche Bleichzone (12 und 13), die stark pseudovergleyt ist. Typisch für sie sind nämlich viele Eisenmangan Konkretionen mit Durchmessern bis zu 1 cm. Der Eemboden (14) ist in diesem Profil als Pseudogley entwickelt, in den von der Bleichzone (13) aus mit grauem Altwürmmaterial gefüllte Wurzelbahnen ziehen. Diese am Rand z. T. mit rostroten Säumen versehenen ehemaligen Wurzelbahnen sind durch laminare Solifluktion in ihrem oberen Teil nach E (hangabwärts) verschleppt worden – eine Erscheinung, die auch in anderen Profilen (Treue bei Helmstedt oder Bilshausen im Eichsfeld) beobachtet wurde (ROHDENBURG 1968: 56).

Zusammenfassend läßt sich festhalten, daß nach der Zuschüttung der Mittelwürm-Profilteile in den Profilen von Kirchberg und Großenritte das Profil von Vaake I neben dem Profil an der Mordsmühle bei Lindau (Eichsfeld) den z. Zt. am reichhaltigsten und am besten zu gliedernden Mittelwürmlöß aufweist. Der völlig entkalkte Jungwürmabschnitt ist in dem Prof. Vaake I deshalb so geringmächtig, weil es im Einzugsbereich eines in den Löß eingetieften flachen Muldentales liegt. Es ist aus dem Profil und seiner Lage zu dem Muldental zu erschließen, daß an der Stelle des Lößprofils im Alt- und Mittelwürm keine kräftigen Abtragungsvorgänge herrschten und daß erst im Jungwürm dieser Teil des flach zur Weser abfallenden Hanges – vermutlich durch Anlage des benachbarten Muldentales – in eine Erosionslage kam.

2. Profil Vaake II

Das Prof. Vaake II² (Abb. 1) liegt am S-Rand der ehemaligen Ziegeleigrube von Vaake in einer Rückenlage zwischen zwei flachen, nach E zur Weser ziehenden Muldentälchen in einer Höhe von ca. 150–155 m über NN (Bl. 4523 Hann. Münden, R 35 42 95, H 57 07 49). Im Gegensatz zum Prof. Vaake I handelt es sich hierbei um ein überwiegend kalkhaltiges (vgl. die dicke Kalkleiste am linken Rand des Profils!) Jungwürmprofil (Horizonte 5–10) mit letzten Resten des Mittelwürmlößes (4) und des Eembodens (3). Das Profil ist im oberen Teil (wahrscheinlich aufgrund der Rückenlage und der anthropogenen Aktivität am Rande der ehemaligen Ziegeleigrube) dekapitiert. Sollte sich das von ROHDENBURG entdeckte dünne dunkle Band als das Eltviller Tuffband entpuppen – mineralogische Untersuchungen zur Beantwortung dieser Frage stehen noch aus – so dürfte die stratigraphische Einstufung des darüber gelegenen Jungwürm-Naßbodens als wj3δ-Naßboden richtig sein. Der untere Jungwürmlöß, der möglicherweise dem jw1- und jw2-Löß zuzuordnen ist, läßt sich in diesem Profil nicht genauer gliedern; die kräftigen, 2 cm dicken Rostbänder im unteren Abschnitt des kräftigen Naßbodens (5) lassen sich allerdings ziemlich eindeutig mit dem jw1β-Löß parallelisieren.

² Dieses Profil wurde unter Mitarbeit von C. C. LIEBMANN, Berlin, im Frühjahr 1978 aufgenommen.

Vom Lohner Boden, der im hangauf gelegenen Prof. Vaake I noch eine Mächtigkeit von 0,6–0,8 m aufwies, sind in diesem Profil nur noch einige solifluidal-laminar bewegte dünne Straten nachweisbar; die gelbbraunen Lehmlagen weisen Knötchenkonkretionen auf. Während der gesamte Jungwürmlöß, von dem oberen Teil abgesehen, noch weitgehend seinen primären Kalkgehalt aufweist, dürfte der Kalkgehalt im Abschnitt des nur sehr dünnen Mittelwürmlösses auf sekundäre Aufkalkung von oben zurückzuführen sein (ROHDENBURG & MEYER 1966: 32). Der deutliche, nach unten zu abnehmende und schließlich aussetzende Kalkgehalt läßt sich bis in den obersten Teil des Eembodenrestes (3) nachweisen. Die Eembodenreste weisen eine extreme Plattigkeit auf, wobei auf den Scherfugen deutliche Harnische zu erkennen sind. Diese Eigenschaften weisen ihn als ebenfalls solifluidal verlagert aus.

Zusammenfassend läßt sich festhalten, daß aus dem Ziegeleigrubenprofil von Vaake II eine starke morphodynamische Aktivität im Mittel- und Altwurm abzuleiten ist. Dieses Profil muß also – im Gegensatz zum Prof. Vaake I – im Mittel- und Altwurmabschnitt in einer Abtragungsposition gelegen haben. Im Jungwurm kehrten sich die Verhältnisse um: es kam an dieser heute in Rückenlage befindlichen Position zu einer kräftigen Akkumulation von gelbem, kalkhaltigem Jungwürmlöß, was auf eine Position an einer weitgehend von der Abtragung ausgesparten Lokalität hinweist.

3. Profil Albungen

An der W-Wand der alten Ziegeleigrube Albungen (NW Eschwege) ist seit dem Herbst 1976 ein mächtiges Lößprofil in einer zur Werra ziehenden Delle ca. 35–40 m über der Werra aufgeschlossen (Bl. 4725 Bad Sooden-Allendorf, R 35 69 01, H 56 77 86). Es enthält eine reichhaltigere und kompliziertere Lößserie als die vor dem Jahre 1968 gut aufgeschlossene N-Wand der Grube, von der bereits SEMMEL (1968: 53f.) ein Wurm-Eemprofil und ROHDENBURG (1968: 56f.) eine staffelförmige Zerschering einer Eiskeilfüllung im Eem-Boden beschrieben haben.

Auf der etwas groben Aufnahme des Lößaufschlusses (Abb. 2) ist nur der N-Teil einer etwa im rechten Winkel angeschnittenen Delle abgebildet, die an der Basis ihrer Lößfüllung eine deutliche Primärasymmetrie sowohl in einem mittelpleistozänen als auch in einem jungpleistozänen Reliefzustand aufwies. Heute ist die Delle nahezu symmetrisch.

Aus dem Aufschlußbild lassen sich folgende morphologische Prozesse und Bodenbildungsphasen ableiten, wobei nur die wichtigsten genannt seien:

1. Nach der Eintiefung der Werra auf ein Niveau, das deutlich unter dem Aufschluß lag, bildete sich eine primärasymmetrische Delle, die nicht nur fluvial, sondern auch solifluidal geformt wurde; hiervon zeugt die Fließerdedecke am Top des Albunger Paläozoikums (Phyllit- bzw. Tonschiefer des Unterkarbons) ebenso wie das fossile rötlich-violette Bodenmaterial, in das Phyllitschuttstücke und mittelpleistozäne Schotter (Horizont 2 – Basalte, Granite, Grauwacken, Quarze, Kieselschiefer u. a.) eingearbeitet sind.

Querprofil der alten Zgl.Albungen

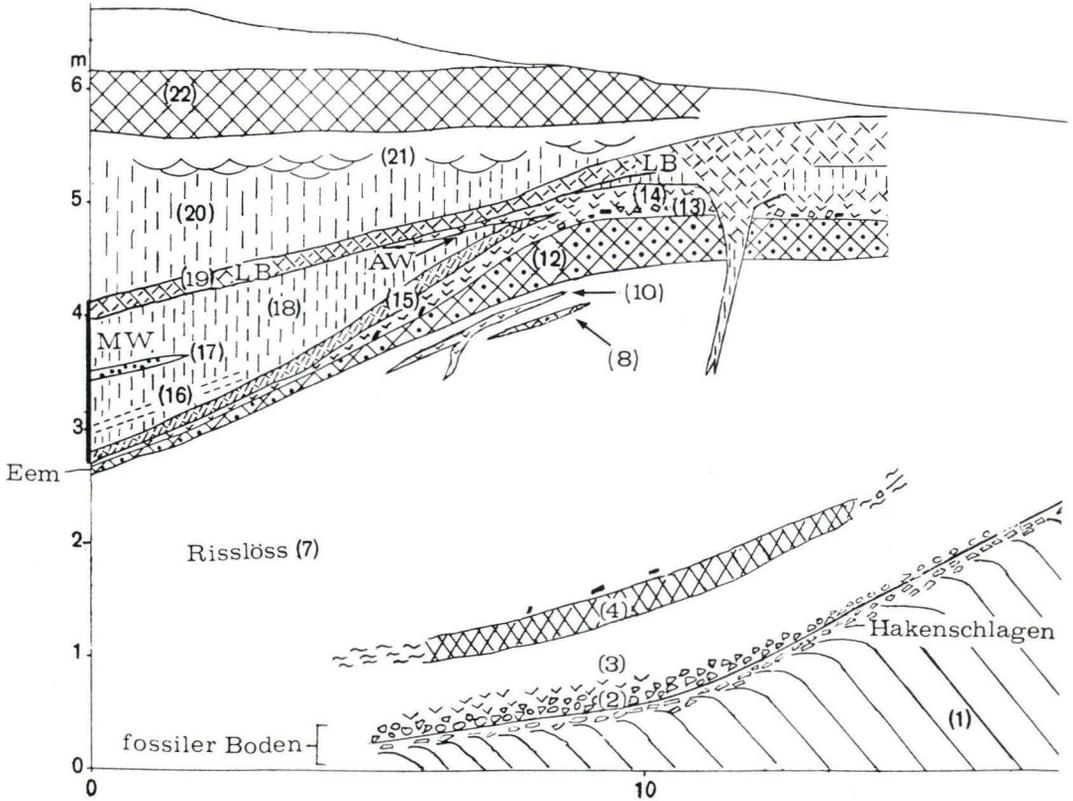


Abb. 2. Profil der alten Ziegeleigrube Albungen (W-Seite, oberer Teil).

1. Phyllit des Albunger Paläozoikums, im oberen Teil solifluidal verlagert und z. T. in Form des Hakenschlagens umgebogen;
2. Flußschotterreste und Phyllitbrocken, in eine rote bis violette Grundmasse eingearbeitet und mit dieser solifluidal verlagert;
3. schluffiger Sand, im unteren Teil stellenweise zum A_1 -Horizont eines fossilen Bodens umgeformt;
4. fossiler B_1 -Horizont des vorletzten ? Interglazials, im oberen Teil gekappt und von einigen Holzkohlestückchen überlagert (aus ehemals entwickelter Bleichzone herleitbar);
7. streifiger, meist verlehmteter und verlagerter Rißlöß;
8. rotbrauner Rest des Eembodens (Teil von Eiskeilfüllmaterial, schräg angeschnitten)
10. Bleichzonenmaterial (Teil von Eiskeilfüllmaterial, schräg angeschnitten);
12. Eem-Boden;
13. altwürmzeitlicher Bleichhorizont, mit Holzkohlestückchen, Steinchen und Konkretionen durchsetzt;
14. altwürmzeitliches Bleichzonenmaterial;
15. braunes verlehmtetes Bodenmaterial;
16. kalkhaltiger, gelber Mittelwürmlöß mit Rostbändern;
17. lehmige naßbodenartige Überprägung;
18. kalkhaltiger Mittelwürmlöß;
19. Lohner Boden;
20. gelber, entkalkter Jungwürmlöß;
21. Lamellenfleckenzone;
22. B_1 -Horizont der holozänen Parabraunerde.

Zeichenerklärung s. Abb. 1.

2. Nach Ausbildung der Delle und einer ersten Phase der Sandanlieferung muß eine Phase der Bodenbildung gefolgt sein, von der ein fossiler A_1 – Horizont in den untersten Sandpartien zeugt (Horizont 3, unterer Teil).

3. Nach einer weiteren Phase der Sand- und Lößanlieferung wurde der erste kräftige Boden im schluffig-sandigen Dellenfüllmaterial entwickelt, von dem ein stellenweise sehr gut entwickelter B_1 -Horizont (4) zeugt. Einige Holzkohlenstücke über dem fossilen B_1 -Horizont lassen vermuten, daß hier – wie meistens über dem Eemboden – ehemals eine holzkohlehaltige Bleichzone entwickelt war.

4. Es folgt die Ablagerung von schluffig-sandigen, überwiegend braunen Feinsedimenten (7), die mehr oder weniger verlehmt sind und bisher keine befriedigende Gliederung zuließen. Dieser Profilabschnitt wird in Abb. 2 nicht detailliert dargestellt. Nach der Akkumulation dieser mächtigen Riß-Sedimente war die zur Werra ziehende Delle zu einem erheblichen Teil aufgefüllt.

5. Es folgte, nach einer zweiten Phase der Delleneintiefung an gleicher Stelle, in einem warmen Klimaabschnitt die Bildung des rötlich-braunen Eembodens (12).

6. Von der Eem-Oberfläche aus entwickelten sich wahrscheinlich im ältesten Altwurm Eiskeile, in die nach ihrem Austauen Eem-Material (8), in einer etwas jüngeren Phase dagegen Altwurm-Humuszonematerial und Altwurm-Bleichzonenmaterial hineinfließen (10). Dies läßt sich aus dem laminar ausgezogenen Eiskeilfüllmaterial und aus z. T. noch erhaltenen Eiskeilresten ableiten.

7. Zu dem laminaren Verfließen des Eiskeilfüllmaterials muß es in einer Solifluktionsphase im Altwurm gekommen sein, in der nicht nur der Eem-Boden, sondern auch noch die darunter liegenden Straten bewegt wurden, in die die Eiskeilspitzen hineinstießen. Der Maßstab ist im Bereich der Horizonte 8, 10 und 12 nicht ganz korrekt. So wurden von dem laminaren Verfließen nur maximal 30–50 cm dicke Straten und damit nur die oberen und mittleren Teile der Eiskeile erfaßt.

8. Nach der Ausbildung zumindest eines Altwürmpseudogleys (13, 14), von der die Altwürmbleichzone mit Holzkohle und Eisenmangankonkretionen zeugt, wurde kalkhaltiger Löß (15) abgelagert, der verbraunte und (ebenso wie die älteren und jüngeren Löß- und Bodenstraten) in Richtung auf die Dellentieflinie ausdünn, d. h. etwa in diese Richtung solifluidal verlagert wurde. Ob es sich bei diesem ältesten würmzeitlichen braunen Bodenmaterial um Bodensedimente handelt, die dem Niedervellmarer Bodenkomplex entsprechen, bleibt offen, ist aber gut möglich.

9. Nach der Phase 8 kam es zur Ablagerung eines gelben bis gelbbraunen, kalkhaltigen Lösses, der als Mittelwürmlöß zu deuten ist (16–18). Eine schwache, naßbodenartige Überprägung, die nur stellenweise entwickelt ist, weist auch für diesen Abschnitt auf morphodynamische Prozesse hin (17).

10. Nach weiterer Lößablagerung bildete sich der Lohner Boden (19). Er weist im Bereich der Dellenschulter eine Mächtigkeit von über 0,5–0,6 m auf.

11. Der Lohner Boden unterlag ebenso wie die übrigen Lößglieder einer solifluidalen Verlagerung, wobei die Solifluktion nicht nur den Lohner Boden laminar ausdünn, sondern auch noch im Liegenden des Lohner Bodens befindliches Altwurm-Bleichzonenmaterial miterfaßte und auf den kalkhaltigen

Mittelwürmlöß hinaufschob. Dieses Phänomen scheint bisher äußerst selten – wenn überhaupt einmal – beobachtet worden zu sein.

12. Wahrscheinlich von der Oberfläche des Lohner Bodens aus bildete sich ein überwiegend mit Lohner Bodenmaterial gefüllter Eiskeil.

13. Es folgte nach der Solifluktuationsphase (Phase 11), die mit der bekannten Abtragungsphase im ältesten Jungwürm zu parallelisieren ist, die Ablagerung von – heute bereits wieder entkalktem – gelbem Jungwürmlöß, der nicht gliederbar ist. Auf diesem Jungwürmlöß bildete sich die holozäne Parabraunerde aus, von der noch der B_t-Horizont erhalten ist.

4. Schriftenverzeichnis

- AMTHAUER, H. (1972): Untersuchungen zur Talgeschichte der Oberweser. – Göttinger geogr. Abh., **59**; Göttingen.
- RODENBURG, H. (1966): Eiskeilhorizonte in südniedersächsischen und nordhessischen Lößprofilen. – Mitt. dt. bodenkdl. Ges., **5**: 137–170; Göttingen.
- (1968): Jungpleistozäne Hangformung in Mitteleuropa – Beiträge zur Kenntnis, Deutung und Bedeutung ihrer räumlichen und zeitlichen Differenzierung. – Göttinger bodenkdl. Ber., **6**: 3–107; Göttingen.
- & MEYER, B. (1966): Zur Feinstratigraphie und Paläopedologie des Jungpleistozäns nach Untersuchungen an südniedersächsischen und nordhessischen Lößprofilen. – Mitt. dt. bodenkdl. Ges., **5**: 1–137; Göttingen.
- SEMMELE, A. (1968): Studien über den Verlauf jungpleistozäner Formung in Hessen. – Frankfurter geogr. H., **45**; Frankfurt a. M.

Manuskript eingegangen am 14. 1. 1980

Vulkanogen-sedimentäre Manganerzlager im Unterkarbon bei Laisa (Dillmulde, Rheinisches Schiefergebirge)

Von
REINHARD SCHAEFFER

Kurzfassung: Die Manganerzlager bei Laisa, Kreis Waldeck-Frankenberg (Bl. 5017 Biedenkopf) und ihre sedimentären Nebengesteine des Unterkarbons II gehören der eugeosynklinalen Fazies der variscischen Dillmulde an. In Zusammenhang mit der gleichzeitig abgelaufenen submarinen Förderung von basaltischem Magma („Deckdiabas“) drangen dort am Meeresboden Hydrothermen auf, die zu zonar angeordneten Mineralisationen führten:

Dem Förderbereich zunächst liegen stark kieselige Hämatiterze, in weiterer Umgebung wurden Manganerzlager mit einer untergeordnet auftretenden barytisch-sulfidischen Vorphase gebildet. Innerhalb eines ausgeprägten Leithorizontes sind dabei eine Vielzahl von kleinen, linsenartigen Lagermitteln bunten Lyditen mit tuffitischen Beimengungen konkordant eingelagert.

Die Primärerze mit kennzeichnenden Gelstrukturen bestehen aus Rhodochrosit, Braunit und Opal (bzw. daraus hervorgegangenem Chalzedon und Quarz) in stark wechselnden Mengenverhältnissen. Durch deszendente Verwitterung in verschiedenen erdgeschichtlichen Perioden wurden die Primärerze (ca. 20% Mn) in reichere Oxiderze (ca. 35% Mn) umgewandelt. Die Sekundärerze bestehen aus Psilomelan, Pyrolusit und Manganit und ermöglichten im 19. Jahrhundert einen umfangreicheren Bergbaubetrieb.

[Bedded volcanogenic-sedimentary manganese deposits in the Lower Carboniferous at Laisa, Dill Syncline, Rheinisches Schiefergebirge]

Abstract: The manganese deposits at Laisa, Kreis Waldeck-Frankenberg in North Hesse and its sedimentary host rocks occur in the eugeosynclinal facies of the variscan Dill Syncline. Hydrothermal solutions there derived from submarine basaltic magmatism („Deckdiabas“) and caused zoned mineralization:

Near the eruptive centres, highly-silicious hematite ores were deposited, further away manganese ores with an early stage of barite and pyrite-marcasite. In a distinct horizon („Lageräquivalent“), many small ore layers are intercalated with the host rock.

The primary ores consist of rhodochrosite, braunite and opal (now altered into chalcedony and quartz) and show gel-structures. Because of deep weathering in several periods, these primary ores (≈20% Mn) were altered into richer, oxidated ores (≈35% Mn), consisting of „psilomelane“, pyrolusite and manganite. In the 19th century, these secondary ores were mined.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung		153
2. Nebengesteine der Manganerzlager		153
2. 1. Bunte Lydite		154
2. 2. „Lageräquivalent-Lydite“		154
2. 3. Tuffite		155

* Dipl.-Min. R. SCHAEFFER, Institut für Geologie und Paläontologie der TU Braunschweig, Pockelstr. 4 (Hochhaus), 3300 Braunschweig.

3. Vulkanogen-sedimentäre Mineralisation innerhalb der bunten Lydite	155
3. 1. Sulfatisch-sulfidische und oxidische „Vorphasen“	155
3. 1. 1. Baryt-Pyrit-Geoden	155
3. 1. 2. „Eisenkiesel“	156
3. 2. Manganerzlager	156
3. 2. 1. Form und Ausbildung der einzelnen Lagermittel	156
3. 2. 2. Der Mineralbestand der Primärerze	157
3. 2. 3. Primärerzstrukturen	158
3. 2. 4. Manganoxide und -hydroxide der Oxidationszone	162
3. 2. 5. Die Mineralkomponenten der Mangan-Sekundärerze	164
3. 2. 6. „Manganerzgänge“ als sekundäre Spaltenfüllungen	164
3. 2. 7. Alter Bergbaubetrieb	165
4. Zur regionalen Verbreitung unterkarbonischer vulkanogen-sedimentärer Manganerzlager	165
5. Genetische Schlußfolgerungen	166
6. Schriftenverzeichnis	169

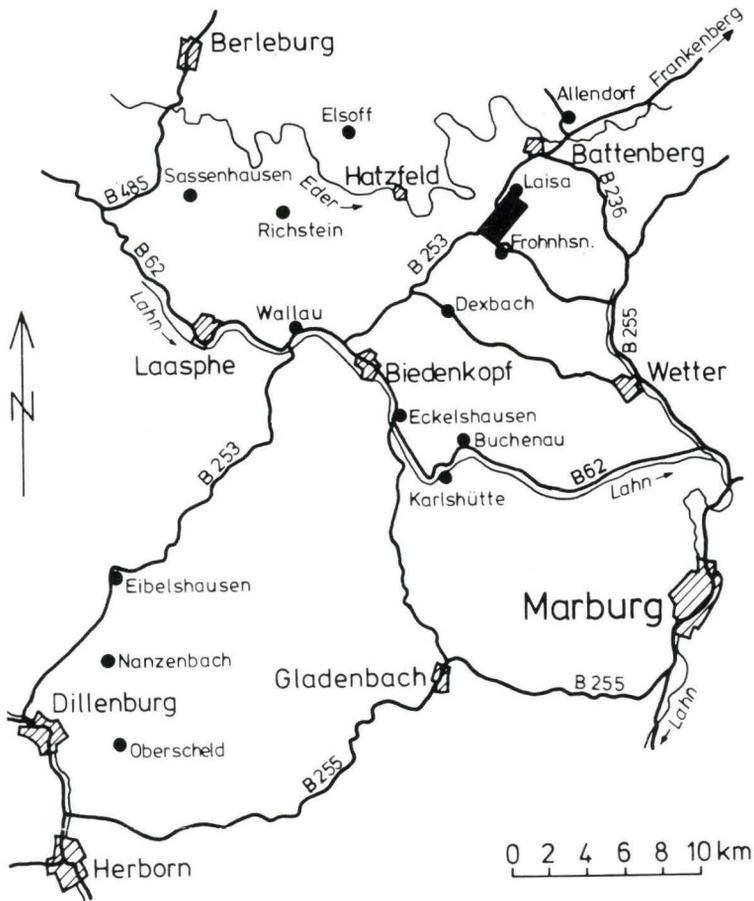


Abb. 1. Lage des Laisaer Manganerzreviers zwischen oberer Lahn und oberer Eder.

1. Einleitung

Das im 19. Jahrhundert wirtschaftlich bedeutende Manganerzrevier bei Laisa liegt im Unterkarbon am E-Rand des Rheinischen Schiefergebirges im Bereich des Bl. 5017 Biedenkopf der TK 25 (Abb. 1).

Die hier auftretenden Sedimente liegen noch innerhalb der Großstruktur Dillmulde, kurz vor deren Abtauchen unter den von NE transgredierenden Zechstein und gehören dem Unterkarbon II–III der Dillmulden-Normalfazies an. Die Schichtenfolge besteht aus Liegenden Alaunschiefern, bunten Lyditen, Kulmkieselkalken und Posidonienschiefern; darauf folgen Kulmtonschiefer und -grauwacken. Direkt S des Manganerzreviers gewinnt der unterkarbonische Deckdiabasvulkanismus innerhalb der Lydite des Unterkarbon II α – γ zunehmend an Bedeutung und ist deshalb mit in die Betrachtungen einbezogen worden.

Die Schichtenfolge zeigt den auch aus den übrigen Bereichen der Dillmulde bekannten Faltenbau; so sind mehrere SW–NE-streichende Spezialmulden und -sättel entwickelt. Durch streichende Aufschiebungen erfolgen Schichtenwiederholungen („hangender und liegender Lagerzug“). Innerhalb der Liegenden Alaunschiefer, weniger in den Lyditen, ist außerdem eine stark vergente Kleinfaltung vorhanden. Querstörungen sind nicht von Bedeutung.

Über den früheren Manganerzbergbau bei Laisa haben ZERRENNER (1862), RIEMANN (1878, 1894), sowie HÜSER (1898) berichtet, als die meisten Gruben noch in Betrieb standen. SCHÖNENBERG (1954, 1956) untersuchte das Auftreten und die Erscheinungsformen des ausgedehnten Deckdiabasvulkanismus im Biedenkopf – Buchenauer Raum. Eine Neukartierung der Unterkarbonschichten zwischen Laisa und Biedenkopf erfolgte durch SCHADE (1970), petrographische Untersuchungen an Lyditen und Tuffiten führte Hoss (1957, 1959) durch.

Zur Klärung der Verbandsverhältnisse zwischen Manganerzen und Nebengesteinen erfolgten 1977/78 Spezialkartierungen im ehemaligen Hauptabbaugebiet zwischen Laisa und Frohnhausen. Manganerz- und Nebengesteinsproben wurden mikroskopisch, röntgenographisch und chemisch untersucht.

2. Nebengesteine der Manganerzlager

Innerhalb der Lyditfolge des Unterkarbons II β – γ können im Raum Laisa folgende Sedimente unterschieden werden: Bunte Lydite, „Lageräquivalent-Lydite“, tuffitisch-tonige Schieferlagen, Lagen mit Kristalltuffitanteilen sowie Kieselkalke. Darin auftretende syngenetische Erzbildungen wie Eisenkieselagen, Baryt-Pyrit-Geoden und Manganerzlager sind für die vulkanogene Beeinflussung der Lyditfolge in diesem Gebiet kennzeichnend (Tab. 1).

Eine deutliche Zweigliederung der Lydite in dunkle bis schwarze Lydite an der Basis und helle bis bunte Lydite im Hangenden ist im Raum Laisa nicht vorhanden, obwohl frühere Bearbeiter wie SCHMIERER (1934) und SCHADE (1970) diese Einteilung analog der Lyditausbildung im nordöstlichen Sauerland versucht haben. Schwarze Lydite treten nicht auf, Schichtlücken sind nicht nachweisbar. Die Lydite zeigen dagegen durchgehend, auch schon an der Basis, „bunte“ Farben. In den liegenden Partien sind sie zwar etwas dunkler, mit Vorherrschen von rötlichen bis

Tab. 1. Die Schichtenfolge des Unterkarbons I–III α im Gebiet SW Laisa, umgezeichnet und erweitert nach SCHADE (1970)

Goniatitenzonen	Faziesausbildung
Cu III α	Posidonienschiefer
(δ)	einzelne Kieselkalkbänke + Tuffite
γ	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Manganzlager Eisenkiesel </div> "Lageräquivalent-Lydite"
Cu II β	
α	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Baryt-Pyrit-Geoden </div> Phosphoritknollen
	Liegende Alaunschiefer
Cu I	graugrüne bis graue Tonschiefer (? Hangenberg-Schiefer)

grauvioletten Farbtönen, in den Hangendpartien wird die Färbung lebhafter und abwechslungsreicher. Gelblich-rötliche, hellgrau-bräunliche, tiefrote, rotbraune sowie hell- bis giftgrüne Farbtöne treten auf.

Die infolge ihrer relativ großen Mächtigkeit und Einheitlichkeit auffälligsten Bildungen sind dabei die „Lageräquivalent-Lydite“. Innerhalb der gesamten Lyditfolge sind Fe(II) und Fe(III) angereichert. Tuffite treten im Bereich dieser vulkanogen beeinflussten Fazies gehäuft in einzelnen Lagen sowie auch als Einsprenglingsmaterial in makroskopisch nicht tuffitisch erscheinenden Gesteinen auf.

2. 1. Bunte Lydite

Die bunten Lydite nehmen im Arbeitsgebiet den weitaus größten Anteil der 40–80 m mächtigen Lyditfolge ein. Sie sind außerordentlich feinkörnig mit grünlichen, grauen, rötlichen und gelblichen Farben. Bankmächtigkeiten von einigen Zentimetern bis zu 15 cm herrschen vor. Die mikroskopische Untersuchung der grünlichen, grauen und gelblich-rötlichen Lydite zeigt als Grundmasse ein feinkörniges, feinverwachsenes Gemenge von Quarz – Chalcedon, Albit, Chlorit, sowie von Hämatit – Limonit in diluter Verteilung. An größeren Einsprenglingen treten Albit, Muskovit, Biotit und Chloritaggregate auf, die lagenweise stärker angereichert sein können.

2. 2. „Lageräquivalent-Lydite“

Als „Lageräquivalent“ wird hier eine bräunlichrote, feingeschichtete Gesteinsfolge innerhalb der Hangendpartien der bunten Lydite bezeichnet, in die wiederum die überwiegende Mehrzahl der Manganzlagermittel konkordant eingelagert ist.

Diese Folge ist als ausgeprägter Leithorizont in einer Gesamtmächtigkeit von 9–10 m durch alle Aufschlüsse im Arbeitsgebiet zu verfolgen.

Die einzelnen Bänke der „Lageräquivalent-Lydite“ erreichen Mächtigkeiten von 5–20 cm; sie sind durch Tuffite und vereinzelt durch Lyditbänke voneinander getrennt.

Durch einzelne, engbegrenzte Bleichungshöfe erscheint dieses Gestein porösfleckig. Weiterhin ist eine stark ausgeprägte Feinschichtung im Millimeterbereich typisch, hervorgerufen durch unterschiedliche Fe(III)-Gehalte der einzelnen Lagen. Durchweg sind Lydite des Lageräquivalentes grobkörniger ausgebildet als die bunten Lydite; ihre Grundmasse besteht überwiegend aus Quarz mit feinverteiltem Hämalit, an größeren Einsprenglingen treten reichlich Plagioklase, Muskovit und Chlorit auf.

2.3. Tuffite

Außerordentlich häufig sind tonig zersetzte, bis zu einigen Zentimetern dicke Lagen, die als umgewandelte Tuffe bzw. Tuffite anzusprechen sind. Sehr ähnliche Lagen beschreiben HOSS (1957) und HOMRIGHAUSEN (1976, 1978). Nach HOSS bedingen diese Lagen die plattige Bankung der Lydite. Sie hält diese Lagen aufgrund der hohen SiO_2 -Anteile für „saure Tuffe“ und befürwortet ihre genetische Bindung an den – allerdings völlig unbedeutenden – Quarzporphyrydurchbruch von Eckelshausen an der Lahn. Weit eher ist dagegen, auch nach SCHADE (1970), eine Bindung an den Deckdiabasvulkanismus des Unterkarbons anzunehmen. Die Frage, inwieweit sich in diesen tuffitisch-tonigen Lagen Tuffsubstanz mit „normal“ sedimentierter Kieselsäuresubstanz vermengt hat, ist vorerst nicht zu entscheiden.

Seltener als tuffitisch-tonige Lagen sind innerhalb des Lagerhorizontes Kristalltuffitlagen mit Mächtigkeiten von 1–4 cm vorhanden. Eine Probe aus dem Lagerhorizont zeigte gradierte Schichtung. Die bis 0,5 mm großen Einsprenglinge nehmen zum Hangenden nach Anzahl und Größe ab, dadurch erfolgt der Übergang in einen Lydit.

Unter ihnen sind Plagioklase mit An 26,0 häufig; ferner sind Biotit, selten Apatit und Zirkon vorhanden. Die Grundmasse dieser Kristalltuffitlagen besteht aus feinkörnigem Quarz neben Chlorit-Albitgemengen und albitisierten Radiolarien. Sie entspricht weitgehend dem Mineralbestand der bunten Lydite.

Im Hangenden der bunten Lydite, oberhalb des Lageräquivalentes, treten einige Bänke von Kieselkalk mit tuffitischen Beimengungen auf.

3. Vulkanogen-sedimentäre Mineralisation innerhalb der bunten Lydite

3.1. Sulfatisch-sulfidische und oxidische „Vorphasen“

3.1.1. Baryt-Pyrit-Geoden

Im Grenzbereich Liegende Alaunschiefer – bunte Lydite und innerhalb der bunten Lydite selbst treten häufig Baryt-Pyrit-Geoden auf, die aus vulkanogenen Lösungen einer „Vorphase“ entstanden angesehen werden können. Die Geoden

sind ellipsoidal-plattig ausgebildet und erreichen Durchmesser bis zu 12 cm. Am verbreitetsten sind reine Barytgeoden und überwiegend barytführende Geoden, die einen Kern aus grobkristallin-spätigem Baryt zeigen. Darum herum besteht ein angedeuteter schalig-konzentrischer Aufbau durch den Wechsel von sulfat- und sulfidreicheren Partien mit radialstrahligen Strukturen.

3.1.2. „Eisenkiesel“

Die Eisenkiesel sind fast ausschließlich aus Quarz – Chalzedon und aus Hämatit aufgebaute, außerordentlich harte und zähe Gesteine. Sie befinden sich einige Meter im Liegenden der Manganerzlager innerhalb der bunten Lydite. Die einzelnen konkordant eingelagerten Eisenkieselagen erreichen Mächtigkeiten zwischen einigen und max. 60 Zentimetern. S des Arbeitsgebietes bei Dexbach und Biedenkopf bilden sie ausgedehnte Lagerhorizonte von einigen Metern Mächtigkeit auf Stromoberflächen und in streichender Fortsetzung des stratigraphischen Niveaus von Effusivdiabasen.

Der Name „Eisenkiesel“ wird von allen Bearbeitern nicht nur auf die eisenreicheren, rotgefärbten Varietäten bezogen, sondern kennzeichnet eine besondere Ausbildungsform: Den Eisenkieseln fehlt grundsätzlich die für die Lydite typische sedimentäre Feinschichtung und Bankung aufgrund von tuffogenen Anreicherungen von Tonmineralen auf den Schichtflächen. Nach SCHADE (1970) sind trotzdem wegen der Ähnlichkeit im Chemismus Eisenkieselbildung und Lyditsedimentation genetisch ähnliche Vorgänge. Übergänge zu den Lyditen sind insbesondere durch „blutrote Hornsteine“ gegeben.

Die Eisenkieselagen zeichnen sich im mikroskopischen Bereich durch feinkörnige, kleinpflastrige Gefüge aus. Gelstrukturen mit Hämatit als „Keim“ sind manchmal schon makroskopisch erkennbar. Der die Quarz – Chalzedon-Grundmasse ursprünglich regellos fein durchstäubende Hämatitanteil ist durch spätere Sammelkristallisation in größeren Schüppchen angereichert. Die Eisengehalte betragen nach KOCKEL (1958) gewöhnlich nur 4–8%. Bei Eisengehalten dieser Höhe tritt schon eine auffällige Rotfärbung der Quarzgrundmasse auf, die an kieselige Hämatiterze des vulkanogen-sedimentären Lahn-Dill-Typs an der Grenze Mittel/Oberdevon erinnert. Oft sind die Eisengehalte aber noch geringer, gelbliche bis graue Farben treten dann auf. Gelegentlich sind allerdings auch Lagen oder Nester von nicht aushaltendem kieseligem Hämatiterz mit höherem Eisengehalt vorhanden, sie gaben im 19. Jahrhundert Anlaß zu bergmännischen Untersuchungen.

3.2. Manganerzlager

3.2.1. Form und Ausbildung der einzelnen Lagermittel

Die einzelnen Manganerzlager bzw. „Lagermittel“ sind linsenartig den bunten Lyditen des Unterkarbons II β / γ konkordant eingelagert, wobei fast immer eine Bindung an das etwa 10 m mächtige „Lageräquivalent“ als stratigraphischer Leithorizont besteht. Innerhalb des über weitere Entfernung horizontbeständigen

„Lageräquivalentes“ sind eine Vielzahl von linsenartigen ausgebildeten Lagermitteln vorhanden, die selbst nicht über größere streichende Entfernungen aushalten. Aus den alten Grubenrissen können streichende Erstreckungen der ehemals bauwürdigen Lagermittel von 50 m („Hinter-Horst“) bis 200 m („Karlstollen“) rekonstruiert werden. Das im „Heinrichstollen“ gebaute Mittel hielt über 80 m im Streichen aus, ein im „Riemannstollen“ ausgerichtetes, aber nicht gebautes Lagermittel erreichte eine streichende Länge von 300 m. Das nicht gebaute Lager im Aufschlußbereich „Horst“ ist auf eine Länge von 30 m zu verfolgen.

Nach den alten Beschreibungen sollen im Laisaer Revier Manganerze früher ab 30 cm Mächtigkeit bauwürdig gewesen sein. In der Regel treten Mächtigkeiten von 20 cm bis max. 1,5 m auf. Ein Anschwellen der primären Lagermächtigkeiten ist, wie am Kohlenberg beobachtet werden konnte, stets mit bankartigen Einlagerungen von Lyditen und Tuffiten im Dezimeter- bis Zentimeterbereich verbunden. Im Bereich des „Karlstollens“ sollen nach HÜSER (1898) neben einem früher gebauten „Hauptflöz“ von nahezu 1 m Mächtigkeit zwei geringmächtige und nicht bauwürdige „Begleitflöze“ im Hangenden und Liegenden vorhanden sein.

3.2.2. Der Mineralbestand der Primärerze

Die primären Lagererze des Laisaer Reviers wurden von älteren Bearbeitern analog den Vorkommen ähnlicher Erze im Osthartz meist als „Mangankiesel“ bezeichnet. Diese Bezeichnung stand allgemein für lagerartig auftretende Gemenge von Rhodochrosit, Rhodonit und Chaledon – Quarz im wechselnden Mengenverhältnissen. Diese Erze haben makroskopisch dichte, außerordentlich feinkörnige Gefüge und fleischrote bis hellgrau-bräunliche Farbtöne.

Sie unterscheiden sich nur durch ihren in frischem Zustand wachs- bis harzähnlichen Glanz und ihre etwas höhere Dichte von den bunten Lyditen mit ganz ähnlichen Farbtönen; die Erkennung dieser Erze mag früher erhebliche Schwierigkeiten bereitet haben. In einigen älteren Beschreibungen ist daher auch von „manganhaltigen Lyditen“ die Rede, HOSS (1957) bezeichnete im Wallauer Raum ein Vorkommen von derartigen Lagererzen als „Mangansilikatbank“. Durch die früher allein zur Verfügung stehende chemische Analyse waren die Komponenten des Systems $MnCO_3 - MnSiO_3 - SiO_2$ nicht zu trennen. Tab. 2 gibt Analysen von Erzen des Laisaer Reviers wieder.

Tab. 2. Analysen von Primärerzen nach SCHMIERER (1934), in Gew.-%

Mn	Fe	SiO ₂	CaO	„Rest“
15,1	0,86	65,51	1,89	19,64
18,9	0,93	52,72	3,68	23,77

Nach den jetzt durchgeführten mikroskopischen und röntgenographischen Untersuchungen der primären Lagererze ist Rhodochrosit als Hauptmineral in jeder nicht allzusehr oxidierten Probe vorhanden. Nach der Lage seiner Interferenzen im Röntgendiagramm ist der Rhodochrosit von Laisa calcium- und eisenarm.

Als zusätzliche und ebenfalls in größeren Mengenanteilen vorhandene Primärerzkomponente wurde der bisher von Laisa nicht bekannte Braunit erzmikroskopisch nachgewiesen. Auch röntgenographisch konnte Braunit in nahezu allen Proben bestätigt werden.

Dagegen wurde der von HÜSER (1898) beschriebene Rhodonit in den heute allein zugänglichen Übertageaufschlüssen nicht mehr gefunden. Eventuell liegt hier eine Verwechslung mit rosafarbenem Rhodochrosit vor; andererseits soll sich Rhodonit nach GERMANN (1971) unter Einfluß der Verwitterung in die Komponenten Manganoxide, sekundäres Mangankarbonat und Chalzedon umbilden. Inwieweit dieser Vorgang an der Tagesoberfläche bereits stattgefunden hat und ob in größeren Teufen noch Rhodonit vorhanden ist, ist nicht sicher zu entscheiden. Junger Rhodochrosit, der auf Klüften in zwei Generationen auftritt, zuerst als rosafarbene Rhomboeder und dann als fast farblose Skalenoeder, jeweils bis 0,5 mm Größe, sowie reichliche Chalzedonneubildungen sprechen für die Möglichkeiten einer oberflächennahen Umbildung von Rhodonit.

Ursprünglich gebildeter Opal (Hoss 1957) und die daraus diagenetisch hervorgegangenen SiO_2 -Phasen Chalzedon und Quarz sind in mehreren „Generationen“ ebenfalls maßgeblich an der Zusammensetzung der Primärerze beteiligt. In Lyditen wurden von Hoss noch Reste von Opal nachgewiesen, dieser ist aber innerhalb der Manganerze vollständig in Chalzedon umgewandelt worden. Im Auflicht ist dies durch die typische faserige Struktur mit „Brewsterkreuzen“ erkennbar, unter gekreuzten Nicols sind Chalzedonpartien „milchig-durchscheinend“. Eine weitere Umwandlung in Quarz ist in den untersuchten Manganerzproben nur untergeordnet vorhanden.

Als sehr seltene Komponenten treten hin und wieder fein eingesprengter Hämatit sowie vereinzelte kleine Pyritkörner im Primärerz auf.

3.2.3. Primärerzstrukturen

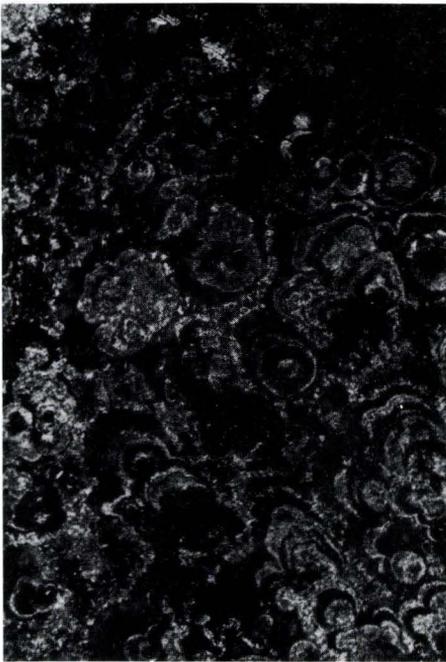
Bereits makroskopisch ist in allen Primärerzproben eine Feinschichtung im Millimeter- bis Zentimeterbereich erkennbar. Die einzelnen Schichten zeichnen sich durch Farbunterschiede aus: rhodochrositreiche, teilweise spätig-rekristallisierte Partien sind rosa bis bräunlich gefärbt, dicht-feinkörnige Braunitlagen sind grauschwarz bis dunkelbraun. Chalzedonreiche Schichten zeigen reinweiße bis gelbliche Farbtöne.

Die einzelnen Komponenten sind meist untereinander vermischt, was Zwischenfarben bedingt. In diesen komplexen Verwachsungen sind bei mikroskopischer Betrachtung deutliche, z. T. prachttvolle Gelstrukturen kennzeichnend. Nach den Ausbildungsformen der meist rundlich-kugeligen Partikel können unterschieden werden:

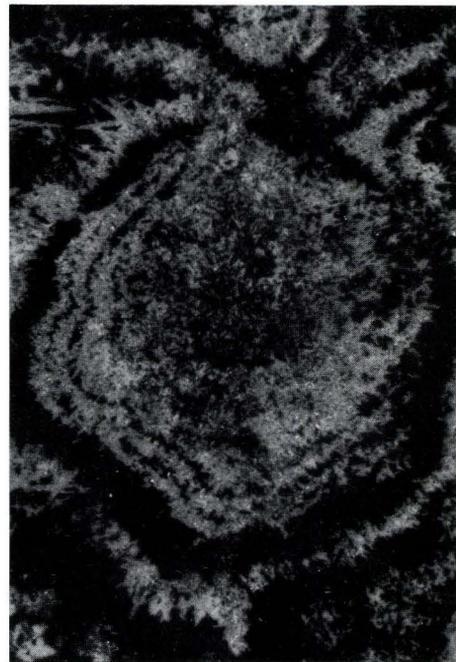
- - - „Kleinkokarden“ und traubig-nierige Formen
- - - „Blasenzellen“,
- - - komplizierte, chalzedonreiche Strukturen.

Am häufigsten tritt unter den Gelstrukturen der Typ der „Kleinkokarden“ (RAMDOHR 1975) mit konzentrisch-schaliger Ausbildung auf, mit allen Übergängen über asymmetrische Formen bis zu traubig-nierig ausgebildeten Partikeln (Abb. 2). Die Größe der einzelnen Kokarden schwankt zwischen 0,05 und 0,5 mm, ist aber in „gleichsinnigen Fronten“ ähnlich. Der bei mikroskopischer Betrachtung gut erkennbare rhythmische Feinbau entsteht hierbei wiederum durch abwechselnde rhodochrosit-, braunit- und chalzedonreiche Phasen.

Durch Alterung, Entwässerung und Diagenese erfolgte eine Sammelkristallisation und Kompaktion, wobei besonders die Braunitkomponente auskristallisierte (Abb. 3). Durch idiomorphe Braunitkristalle wurden braunitreiche „Schalen“ der einzelnen Gelpartikel nachgezeichnet. Dabei erfolgte einerseits eine Verdrängung des feinkörnig gebliebenen Rhodochrosits, wie andererseits auch die Bildung von Pseudomorphosen von Braunit nach groben Rhodochrositrhomboedern. Die max.



2



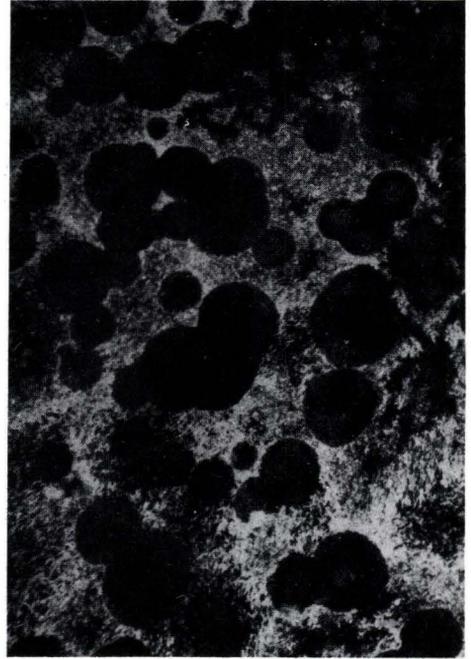
3

Abb. 2. Anschliff, Ölimmersion. – Kleinkokarden mit allen Übergängen (asymmetrischer Feinbau) zu traubig-nierigen Ausbildungsformen (rechte untere Bildecke). Braunit hellgrau, Chalzedon und Rhodochrosit dunkel – hier bei geringer Vergrößerung kaum unterscheidbar. – Primärerz, Kohlenberg. – Lange Bildkante 1,1 mm.

Abb. 3. Anschliff, Ölimmersion. – „Kleinkokarde“. Der vielschalige Aufbau ist trotz der starken Kristallisation des Braunits noch erkennbar. Braunit sehr hellgrau, Rhodochrosit mittel- bis dunkelgrau und „körnig“, Chalzedon schwarz. – Primärerz, Kohlenberg. – Lange Bildkante 0,23 mm.



4



5

Abb. 4. Anschliff, Ölimmersion. – Idiomorphe Braunitkristalle (hellgrau) mit porösen Innenbereichen. Einige kleine Psilomelankörner deuten beginnende Oxidation an. – Kohlenberg. – Lange Bildkante 0,1 mm.

Abb. 5. Anschliff, Ölimmersion. – „Blasenzellen“, kugelige Gebilde vorwiegend aus Rhodochrosit (grau, diffus-körnig) mit wenig Chalzedon (schwarz). Die Füllmasse besteht aus kristallisiertem Braunit (hier fast weiß). – Primärerz, Kohlenberg. – Lange Bildkante 1,1 mm.

0,04 mm großen Braunitkristalle sind innen häufig porös und enthalten dann Einschlüsse von Rhodochrosit (Abb. 4).

Eine ebenfalls häufige Ausbildungsform der Rhodochrosit-Braunit-Chalzedonverwachsungen entspricht dem Typ der „Blasenzellen“ (RAMDOHR 1975). Kugelig-runde Gebilde aus Rhodochrosit und stark untergeordnet Chalzedon liegen hierbei in einer Füllmasse aus ebenfalls rekristallisiertem Braunit. Die einzelnen Partikel sind bis 0,2 mm groß (Abb. 5). Ob diese Struktur auch auf Organismenreste („vererzte Bakterien“) zurückgeht, ist vorerst nicht zu klären.

Bei stärkerer Beteiligung von Chalzedon am Aufbau der Kleinkokarden entstanden an Achat erinnernde Formen (Abb. 6). Komplizierte Mikrostrukturen deuten auf jüngere Materialzufuhr hin. Dabei wurden Chalzedon und untergeordnet Rhodochrosit in den verschiedensten Stadien des gallertartigen bis halbfesten Zustands während der Ausfällung, Erstarrung und Diagenese der Gelpartikel



6



7

Abb. 6. Anschliff, Ölimmersion, Nicols etwas gekreuzt. – Achatähnliche Strukturen. Chalcodon hier „milchig“-hellgrau, Rhodochrosit schwarz, feinkörnige Chalcodon-Rhodochrositgemenge grau in verschiedenen Farbtönen. Der ursprünglich vorhandene Braunit (hellgrau-körnig) ist meist in Psilomelan (weiß) umgewandelt. – Kohlenberg. – Lange Bildkante 1,1 mm.

Abb. 7. Anschliff, Ölimmersion, Nicols etwas gekreuzt. – Girlandenähnliche Strukturen zwischen offenbar jüngeren Chalcodon-Rhodochrositanreicherungen. Sie könnten in halb erstarrtem Zustand „aufgeklappte“ manganreiche „Schalen“ sein. Die rundlichen Gelpartikel werden durch Psilomelan (weiß) oxidativ nachgezeichnet. Braunit hellgrau, sehr feinkörnig. Chalcodon (hier hellgrau-„milchig“) und Rhodochrosit (hier fast schwarz am linken Bildrand) vermischen sich (diffus-graue Tönungen). – Etwas oxidiertes Primärerz, Kohlenberg. – Lange Bildkante 1,1 mm.

infiltriert. Dadurch entstanden unregelmäßige, girlandenartige Formen und feinstkörnige Durchdringungen von Chalcodon und Rhodochrosit (Abb. 7). Offenbar bereits verfestigte Kleinkokarden wurden von jüngeren Gängchen mit Chalcodon- und Rhodochrositfüllung durchschlagen. Andere, offenbar noch nicht völlig verfestigte chalcodonreiche Partien wurden mit frisch zugeführten Lösungen durchtränkt (Abb. 8).

Vererzte Mikrofossilien, wohl meist Radiolarien, treten in einigen wenigen Lagen gehäuft auf. Ihre ursprünglich vorhandene Kieselsäuresubstanz wurde nachträglich durch Rhodochrosit \pm Braunit ganz oder zum Teil verdrängt (Abb. 9). HAAGE (1964) beschrieb ähnliche Formen aus Manganerzen des Ostharzes.



8



9

Abb. 8. Anschliff, Ölimmersion, Nicols etwas gekreuzt. – Jüngere Gängchen mit vorwiegend Rhodochrositfüllung (dunkelgrau bis fast schwarz) durchschlagen bereits verfestigte Kleinkokarden und offenbar noch nicht ganz verfestigten Chalzedon (hier weiß-„milchig“). Die Außenbereiche der Kleinkokarden sind in Psilomelan (weiß bis hellgrau) umgewandelt. – Kohlenberg. – Lange Bildkante 1,1 mm.

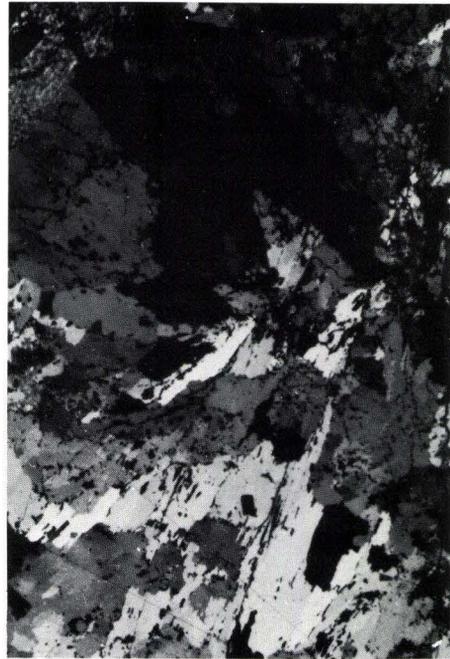
Abb. 9. Anschliff, Ölimmersion. – Vererzte Mikrofossilien. Rhodochrosit fast schwarz, Braunit (hellgrau) stark oxidiert; „Psilomelan“ (fast weiß) und Pyrolusit (weiß) hier nicht deutlich unterscheidbar. Ein jüngeres Quarzgängchen (schwarz) wird wiederum von einer mit „Psilomelan“ und Pyrolusit ausgefüllten Mikrospalte unterbrochen. – Stark oxidiertes Erz, hier ungewöhnlich reich an Pyrolusit. – Horst. – Lange Bildkante 0,6 mm.

3.2.4. Manganoxide und -hydroxide der Oxidationszone

Unter Einfluß der Verwitterung wird das in den Primärerzen vorhandene Mn (II) in das unter oxidierenden Bedingungen stabile Mn (IV) übergeführt, wobei eine weitgehende Trennung von der in der Grundmasse der Primärerze vorhandenen feinverteilten Kieselsäuresubstanz stattfindet. Dabei kann außer der Verwitterung unter heutigen klimatischen Bedingungen auch ein Einfluß der präpermisschen und der tertiären lateritischen Verwitterung mit weitgehender Auslaugung und Wegführung der Kieselsäureanteile der Primärerze und der Nebengesteine angenommen werden. Die oxidierten Manganerze setzen im Bereich des „Heinrichstollens“ an der Prachte bei Laisa bis in 90 m Teufe nieder; sie erreichten dort Gehalte bis zu 40% Mn (Tab. 3).



10



11

Abb. 10. Anschlag, Ölimmersion. – Oxidation der primären Rhodochrosit-Braunit-Bestandteile entlang einer Kluft. Weiß: „Psilomelan“, dunkel: Gangart (Chalzedon). – Kohlenberg. – Lange Bildkante 1,1 mm.

Abb. 11. Anschlag, Ölimmersion, Nicols etwas gekreuzt. – Durchschnitt durch eine „Manganitsonne“. Die starke Anisotropie des Manganits kommt gut zum Ausdruck. Deutliche „kanalförmige Auslaugungen“, in der linken oberen Ecke Beginn der Umwandlung in Pyrolusit (weiß). – Heinrichstollen, Halde. – Lange Bildkante 1,1 mm.

Tab. 3. Analysen von Mangan-Sekundärerzen des Laisaer Reviers nach Unterlagen der Barbara Rohstoffbetriebe, in Gew.-%

Grubenbereich	Mn	Förderanalyse	
		SiO ₂	P
Hinter-Horst	31,3	33,49	0,039
Karlstollen	37,48	18,53	0,031
Heinrichstollen	32,28	27,13	0,042
Riemannstollen	36,62	28,52	0,014

Der Beginn der Oxidation von Primärerzen ist in Proben aus nur wenig umgewandelten Lagerteilen gut zu erkennen: Die oxidative Umwandlung geht dabei meist von Mikrospalten innerhalb der Primärerze aus. In der Umgebung dieser Klüfte werden die Mangankomponenten der Gelstrukturen (Rhodochrosit-Braunit) zuerst oxidativ „nachgezeichnet“; anschließend werden bei anhaltenden

oxidierenden Bedingungen die Chalzedon – Quarzbestandteile der Gelkörper weggelöst, und dadurch wird die primäre Gelstruktur vollkommen zerstört (Abb. 10).

3.2.5. Die Mineralkomponenten der Mangan-Sekundärerze

Die Hauptmasse der oxidischen Sekundärerze besteht aus sehr hartem und zähem „Psilomelan“ mit teilweise traubig-nieriger bis schalig-glaskopffartiger Ausbildung, muscheligen Bruch und blauschwarzer bis schwarzer Farbe. Der makroskopisch durchaus einheitlich erscheinende „Psilomelan“ besteht, wie durch röntgenographische Untersuchung festgestellt wurde, hauptsächlich aus Kryptomelan – Hollandit. Eine weitere Trennung dieser beiden Phasen war weder röntgenographisch noch mikroskopisch möglich. Kryptomelan – Hollandit ist auch nach mikroskopischer Betrachtung sehr feinkörnig und kompakt ausgebildet, so daß auch seine ansonsten deutliche optische Anisotropie erst bei sehr starken Vergrößerungen sichtbar wird.

Pyrolusit ist innerhalb der Oxidationszone der unterkarbonischen Erzlager weit seltener als „Psilomelan“ verbreitet. Er findet sich untergeordnet innerhalb der Psilomelanerze oder auch monomineralisch auf Gängchen, die Primärerze oder Psilomelanerze oder Lydite des Nebengesteins durchschlagen. Langgestreckte Kristalle und radialstrahlige Pyrolusitrosetten erreichen Größen bis zu 1 cm.

Manganit gehört zu den seltenen Bildungen der Oxidationszone. Er scheint oft nachträglich in Pyrolusit umgewandelt worden zu sein. Er neigt in den Sekundärerzen zu idiomorphen Ausbildungsformen. Bei der Betrachtung im Auflicht ist er infolge seiner deutlichen Bireflexion und seiner überaus starken Anisotropieeffekte (noch wesentlich stärker als beim Pyrolusit!) gut zu erkennen. Die bekannte Ausbildungsform der „Manganitsonnen“ mit Durchmesser bis zu 6 mm ist häufig (Abb. 11). Darüber hinaus wurde in einer ganzen Anzahl von Sekundärerzproben Manganit röntgenographisch bestätigt.

3.2.6. „Manganerzgänge“ als sekundäre Spaltenfüllungen

Die kulmischen Manganerzlager sind im N und NE von anscheinend jüngeren Manganerzgängen umgeben, die Manganoxide und -hydroxide in früher bauwürdigen Konzentrationen führten. Neben einigen Gängen N der Prachte (ZERRENNER 1861) ist der Gang Margarete durch eine Anzahl von Stollen und Schächten E und NE von Laisa aufgeschlossen worden. Dabei handelt es sich um eine Spaltenfüllung, die als Störung NE des Ziegenberges beginnt und zunächst Zechstein gegen Kulmlydite verworfen hat und anschließend noch 1500 m in streichender Erstreckung bis zum Schacht „Margarete“ E Laisa zu verfolgen ist (Abb. 12). An Erzen wurden aus dem Gang Laisa – Margarete beschrieben: „Reiner Pyrolusit“, nesterförmig auftretender „sehr reiner Psilomelan“ als „brot- und nierenförmige Knollen in Gangletten eingebettet“, sowie Manganmulm. Untergeordnet wurden feinstrahliger Pyrolusit, „Polianit“, Manganit und Hausmannit beobachtet. Die Mächtigkeit der Erzführung betrug 30 cm bis > 1 m. Die Vererzung schien bei Erreichen der Kulmlydite in 22–40 m Teufe auszukeilen. Analysen aus diesen „Gangerzen“ ergaben Manganerzgehalte von 58,2 und 59,1%.

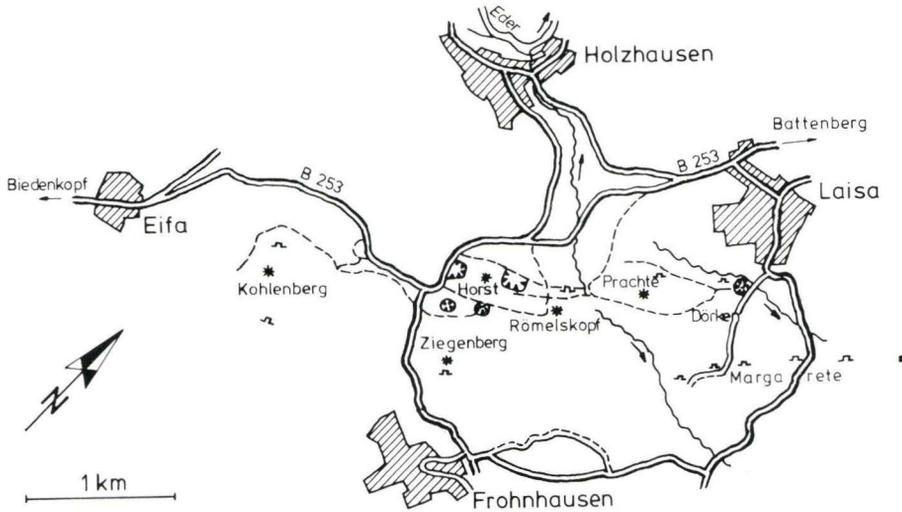


Abb. 12. Das ehemalige Manganerzbergbaugesamt bei Laisa.

3.2.7. Alter Bergbaubetrieb

Die oxidischen Erze im Ausgehenden der unterkarbonischen Lager sowie die „Gangerze“ ermöglichten von 1829–1921 einen umfangreichen Bergbaubetrieb auf den Gruben „Laisa“, „Horst“, „Ziegenberg II“, „Kohlenberg“, „Kohlenberg I“, „Kohlenberg II“ und „Steinmetz XVII“. Die geringhaltigen, feinkörnig verwachsenen und wohl nicht aufbereitbaren Primärerze waren zu keiner Zeit bauwürdig.

4. Zur regionalen Verbreitung unterkarbonischer vulkanogen-sedimentärer Manganerzlager

Unbauwürdige unterkarbonische Manganerzlager besitzen im östlichen Rheinischen Schiefergebirge und im Harz eine weite Verbreitung. Sie treten z. B. jenseits des der nordöstlichen Dillmulde im NW vorgelagerten Sackpfeifensattels im gleichen Horizont in den bunten Lyditen der Elsoffer und Hatzfeld-Laaspher Mulde auf. Die Erzführung scheint nach den spärlichen Unterlagen regelmäßig und der des Laisaer Bezirks sehr ähnlich zu sein.

An Erzmächtigkeiten werden zwischen 0,3 und 1,8 m angegeben; HOSS (1957) und KOCKEL (1958) beschrieben einige Aufschlüsse bei Laasphe und bei Wallau. Abbau scheint hier nur untergeordnet stattgefunden zu haben. Im weiteren Fortstreichen der Lyditausstriche in der Wittgensteiner Mulde scheinen Manganerzlager innerhalb der bunten Lydite in geschlossener Folge etwa bis zur Eder hin aufzutreten. NE davon werden nur noch vereinzelte Vorkommen erwähnt. Nachrichten sind sehr dürftig, ZERRENER (1861), RIEMANN (1878) und HÜSER (1898) geben einige Fundpunkte an.

Ähnliche Manganerzlager in Zusammenhang mit Kulmlyditen und unterkarbonischem Deckdiabas treten auch bei Nanzenbach im Dillkreis auf (SCHNEIDER 1887). Weiterhin wurden sie bei Carlshütte (CORRENS 1934), bei Oberlemp (RIEMANN 1887) und bei Bergfreiheit im Kellerwald (HUMMEL 1923) beschrieben. Über Manganerzlager des Ostharzes hat HAAGE (1964) berichtet.

5. Genetische Schlußfolgerungen

Zusammenhänge zwischen bunten Lyditen, Manganerzlagerstätten und dem Deckdiabasvulkanismus

Das Auftreten von bunten Lyditen, Eisenkieselsteinen und Manganerzlagern ist im Laisaer Revier und darüber hinaus keineswegs zufällig, sondern stets „paragenetisch“ mit dem Auftreten eines initialen submarinen Vulkanismus basaltischen Typs der Geosynklinalräume verknüpft. Dieser Zusammenhang, der weltweit in unzähligen Beispielen vorhanden ist und von BORCHERT (1957, 1978) mit dem Namen „Schiefer-Hornstein-Formation“ gekennzeichnet wurde, tritt innerhalb der nordöstlichen Dillmulde, sowie in ihrer streichenden Fortsetzung, im Kellerwald, deutlich in Erscheinung.

Die Hauptförderphase des Deckdiabasvulkanismus begann nach WALLISER (1960) hier während der Ablagerung der höchsten Partien der Liegenden Alaunschiefer im Unterkarbon I α und steigerte sich bis zu einem Höhepunkt der Förderung während der Sedimentation der bunten Lydite im Unterkarbon II β/γ . Die jüngsten effusiven Diabase bei Wellinghausen in der Waldecker Hauptmulde liegen innerhalb der Kieselkalke in den Zonen II $\gamma(\delta)$ /III α . Letzte Intrusionen endeten im Unterkarbon III β . Dabei tritt der Vulkanismus innerhalb der nordöstlichen Dillmulde bis hin zu dem nördlichsten Vorkommen bei Wellinghausen in immer jüngeren Schichten auf. Die Hauptmenge der effusiven Diabase im Gebiet Biedenkopf – Buchenau wird von SCHADE (1970) ins Unterkarbon II β/γ gestellt. Dieser für die Entwicklung der nordöstlichen Dillmulde maßgebliche Komplex reicht nördlich etwa bis zum Engelbachtal, seine Ausläufer reichen bis Eifa, etwa 4 km SW Laisa.

Die Zusammenhänge zwischen dem basaltischen Vulkanismus und der Lydit-sedimentation wurden von SCHWAN (1952) eingehend behandelt. Danach steht außer Zweifel, daß Radiolarien und andere Kieselorganismen zur Fällung der Kieselsäuregrundmasse der Lydite beigetragen haben. Allerdings scheint von CORRENS (1926) und HOSS (1957, 1959), die eine Lyditgenese als Radiolarite vertreten, die Bedeutung der Radiolarien für die Entstehung dieser Gesteine überschätzt worden zu sein. Das unterkarbonische Meer ist zur Zeit der Lyditsedimentation auch kein Tiefseebereich gewesen, es bestanden nur lokale Depressionen oder weitgehend abgeschlossene Beckenzonen. Dafür sprechen die doch hin und wieder vorgefundenen Makrofossilien und die „reichlichen Pflanzenreste“ (HOSS 1957).

Eine vermehrte Radiolarienbildung ist nach SCHWAN (1952) nicht die Ursache, sondern Folge des Kieselsäurereichtums des Meerwassers während der Lydit-sedimentation, da sich Kieselorganismen in einem kieselsäurereichen Milieu weit

günstiger entwickeln konnten. HARDER (1967) wies außerdem auf die von ihm experimentell durchgeführte rein anorganische Fällung von SiO_2 aus verdünnten wäßrigen Lösungen zusammen mit Hydroxiden von Al, Fe, Mg und Mn hin. Nach Trocknung der kolloidalen Niederschläge („Diagenese“) kristallisierten daraus Quarz – Cristobalit, Kaolinit, Illit, Chlorite und Feldspäte aus, die als Minerale in der feinkörnigen Lydit-Grundmasse vorhanden sind. HOSS (1957) erhielt experimentell aus künstlichen SiO_2 -Gelen die SiO_2 -Phasen Opal – Cristobalit – Quarz/Chalzedon, und vermutet diese Reihenfolge auch im Ablauf der natürlichen Lydit-Diagenese.

SiO_2 wird nach SCHWAN in Lösungen angeboten, die dem gleichzeitig ablaufenden basaltischen Vulkanismus entstammen. Bei der Spilitisierung submariner basaltischer Vulkanite entstehen nach GRUSS (1958) außerdem Fe-, Mn-, Ba-, und CO_2 -haltige Lösungen, die in die weitere Umgebung des Magmenaufstiegs migrieren und dort unter ruhigeren Sedimentationsbedingungen zur Bildung von „vulkanogen-sedimentären“ Lagerstätten führen können. Die Bildung derartiger Mineralanreicherungen ist weiterhin auch durch Lösungen aus dem „hydrothermalen Nachhall“ des Vulkanismus gegeben. Die in den Lyditen deutlich angereicherten Spurenelemente Nickel, Titan und Vanadium (HOSS 1957) verweisen auf eine Herkunft dieser Elemente aus einem basischen Magma.

Eine vulkanogen beeinflusste diabasnahe Spezialfazies in unterkarbonischen bunten Lyditen mit Tuffiten, Eisenkieselagen und Manganerzlagerstätten wird im Rheinischen Schiefergebirge nur aus der Umgebung von Arealen mit gleichzeitig abgelaufenem Deckdiabasvulkanismus beschrieben:

Im SW-Teil der Wittgensteiner Mulde, 5–30 km vom Biedenkopf-Buchenauer Deckdiabasgebiet entfernt, treten noch bunte Lydite mit Tuffiten und Manganerzlagerstätten (HOSS 1957), aber ohne Eisenkiesel auf. Auf Bl. 4917 Battenberg sind im weiteren Fortstreichen der Lydite in der Wittgensteiner Mulde bunte Lydite mit verstreuten Manganerzlagerstätten vorhanden, diese diabasnahe Fazies keilt aber N der Eder rasch aus.

Im Kellerwald beobachtete DENCKMANN, zitiert in CORRENS (1934), daß dort bunte Lydite nur in Zusammenhang mit dem Deckdiabasvulkanismus auftreten. Auch die Manganerzlagerstätten von Bergfreiheit sind an den Deckdiabas gebunden (HUMMEL 1923). Daß aber wiederum nur im Unterkarbon II β / γ in der Umgebung von gleichzeitigen Diabasintrusionen und -effusionen bunte Lydite und vulkanogen-sedimentäre Manganerzlagerstätten auftreten und weitaus seltener im Dillenburger Gebiet mit Deckdiabasen im Unterkarbon II α / β oder in der Wittgensteiner Mulde nahe dem Deckdiabas im Unterkarbon III α , hängt eventuell mit unterschiedlichem Chemismus der Diabase bzw. Spilitite der einzelnen Förderphasen zusammen. LIPPERT (1970) bezeichnete die Dillenburger Effusivdiabase des Unterkarbons II α / β z. B. als nicht spilitisiert. Geochemische Untersuchungen der verschiedenen Diabase stehen allerdings noch aus.

Aus den „Restlösungen“ eines basaltischen Vulkanismus migriert das Mangan als Bikarbonat weiter weg vom Aufstiegsort des Magmas und sedimentiert außerhalb der vulkanischen Intrusions- und Effusionsbereiche in strömungsarmen Beckenzonen (BERGER 1968). Eine deutliche Bindung der Manganerzlagerstätten bei

Laisa an Schwellen oder Becken des unterkarbonischen Reliefs kann bisher aus Mangel an Aufschlüssen nicht eindeutig festgestellt werden. Möglich erscheint aber auch hier die Fixierung des Mangans in Beckenbereichen.

Das relativ häufige Auftreten von Braunit in den Laisaer Primärerzen ist bemerkenswert: dieses Mineral soll sich nach GERMAN (1971) neben seinem Auftreten unter metamorphen Bedingungen auch im sedimentären Bereich bei erhöhten Temperaturen und in SiO₂-reicher Umgebung bilden. In ostalpinen Lagerstätten besteht die Feststellung, daß das Auftreten von Braunit in nicht-metamorphen Mangankarbonatsedimenten auf eine vulkanogen-hydrothermale Beeinflussung bzw. Genese hinweist.

Die ehemalige Gelnatur der „Kleinkokarden“ in den Laisaer Primärerzen läßt sich durch Ausfällung aus vulkanogen angelieferten „schweren“ Lösungen nahe dem Meeresboden erklären. Das Fehlen jeglicher Strömungstexturen und jeglicher detritaler Komponenten, die „lockere Anhäufung“ und die relative Größe und Gleichmäßigkeit der Kokarden in den Rhodochrosit-Braunit-Chalzedonerzen verweisen auf eine Ausfällung in schwebendem Zustand unter außerordentlich ruhigen Ausfällungs- und Ablagerungsbedingungen. Die „innere Rhythmik“ der Partikel entspricht dabei Wechseln des geochemischen Milieus der Lösungen oder des Ausfällungsraumes.

Die Kokardenstruktur der Laisaer Primärerze hat sowohl in der Größe, als auch in den Ausbildungsformen der Individuen ihre „nächsten Verwandten“ in rhythmischen Quarz-Hämatit-Verwachsungen der kieseligen Hämatiterze des Lahn-Dill-Typs sowie in Pyritaggregaten einiger Teile des Meggener Lagers. Eine Quarz-Hämatitparagenese, sowie Baryt-Pyrit-Anreicherungen sind im Laisaer Revier in kleinmaßstäblicher Ausbildung in den Eisenkieseln und Geoden der „Vorphasen“ vorhanden.

Tab. 4. Zonierung der vulkanogen-sedimentären Mineralisation im Raum Laisa, ausgehend vom Deckdiabas-Förderbereich NE Biedenkopf

Eisenkieselzone:

Zwischen oder auf Deckdiabaseffusiva oder in streichender Verlängerung ihres stratigraphischen Niveaus mächtige Eisenkieselager, mächtige Tuffite, wenige Manganerzlager.

Manganerzzone:

In einigen Kilometern Entfernung vom Deckdiabas-Förderbereich geringmächtige Eisenkiesel, geringmächtige Tuffite, Hauptverbreitung der Manganerze als linsenartige Anreicherungen von Rhodochrosit – Braunit und Chalzedon innerhalb eines Lagerhorizontes.

Zone der bunten Lydite:

In ca. 20–40 km Entfernung vom Deckdiabas-Förderbereich bunte Lydite, geringmächtige Tuffite, nur noch wenige geringmächtige, auskeilende Manganerzlager.

„Lydite-Normalfazies“:

Schwarze und helle Lydite, geringmächtige, vereinzelte Tuffitlagen.

6. Schriftenverzeichnis

- BERGER, A. (1968): Zur Geochemie und Lagerstättenkunde des Mangans. – Clausthaler H. z. Lagerstättenkde. u. Geochem. d. mineral. Rohstoffe, **7**: 216 S., 29 Abb., 38 Tab.; Berlin – Stuttgart (Borntraeger).
- BORCHERT, H. (1957): Der initiale Magmatismus und die zugehörigen Lagerstätten. – N. Jb. Mineral., Abh., **91**: 541–572; 5 Abb.; Stuttgart.
- (1978): Lagerstättenkunde des Mangans. – 160 S., 37 Abb., 15 Tab.; Essen (Glückauf).
- CORRENS, C. W. (1926): Beiträge zur Petrographie und Genesis der Lydite. – Mitt. Abt. Gesteins-, Erz-, Kohle- u. Salzuntersuchungen, **1**: 18–38, 7 Tab., 1 Taf.; Berlin.
- (1934): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Blatt Buchenau, Nr. 2981. – Lfg. **272**, 46 S.; Berlin.
- GERMANN, K., & WALDVOGEL, F. (1971): Mineralparagenesen und Metallgehalte der „Manganschiefer“ in den Allgäuer und Lechtaler Alpen. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **139**: 316–345, 10 Abb., 4 Tab.; Stuttgart.
- GRUSS, H. (1958): Exhalativ-sedimentäre Mangankarbonat-Lagerstätten, mit besonderer Berücksichtigung der liassischen Vorkommen in den Berchtesgadener und Salzburger Alpen. – N. Jb. Mineral., Abh., **92**: 47–107, 26 Abb., 3 Taf.; Stuttgart.
- HAAGE, R. (1964): Beitrag zur Petrographie des Kiesel-schiefer-Manganerz-Vorkommens im Schävchenholz bei Elbingerode (Harz). – Wiss. Z. Martin-Luther-Univ. Halle – Wittenberg, math.-naturwiss. R., **13**: 215–225, 12 Abb.; Halle/Saale.
- HARDER, H., & FLEHMING, W. (1967): Bildung von Quarz aus verdünnten Lösungen bei niedrigen Temperaturen. – Naturwiss., **54**: 140; Berlin.
- HAUBOLD, W. (1933): Über das Unterkarbon auf Blatt Goddelsheim am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges. – Jb. preuß. geol. L.-Anst., **53**: 208–246, 4 Abb., 1 Taf.; Berlin.
- HOMRIGHAUSEN, R. (1976): Über mögliche Zusammenhänge zwischen tuffitischen Lagen im SW-Teil der Wittgensteiner Mulde und dem Vulkanismus der Dillmulde (Dinantium II – III α/β , Rheinisches Schiefergebirge). – Z. dt. geol. Ges., **127**: 291–296, 1 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- (1978): Das Oberdevon und Unterkarbon im SW-Teil der Wittgensteiner Hauptmulde (do I–cd III, Rheinisches Schiefergebirge). – Z. dt. geol. Ges., **129**: 115–129, 4 Abb., 2 Tab.; Hannover.
- HOSS, H. (1957): Untersuchung über die Petrographie kulmischer Kiesel-schiefer. – Beitr. Mineral. u. Petrogr., **6**: 59–88, 13 Abb.; Heidelberg.
- (1959): Nachtrag zu den Untersuchungen über die Petrographie kulmischer Kiesel-schiefer. – Beitr. Mineral. u. Petrogr., **6**: 248–260, 11 Abb.; Heidelberg.
- HUMMEL (1923): Über Manganerze im Kulm des Kellerwaldes. – Z. prakt. Geol., **31**: 89–93, 1 Tab.; Halle/Saale.
- HÜSER, H. (1898): Das Manganerzvorkommen im Kreise Biedenkopf, Bergrevier Wetzlar. – Glückauf, **27**: 529–533; Essen.
- KEGEL, W. (1934): Geologie der Dillmulde. – Abh. preuß. geol. L.-Anst., N.F., **160**: 48 S., 7 Abb., 3 Taf.; Berlin.
- KOCKEL, C. W. (1958): Schiefergebirge und Hessische Senke um Marburg/Lahn. – Sammlung geol. Führer, **37**: 248 S., 28 Abb., 2 Taf.; Berlin (Borntraeger).
- LEUTERITZ, K. (1968): Die Geologie der nordöstlichen Dillmulde in der Umgebung von Buchenau am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges. – Diss. Univ. Marburg, 181 S., 94 Abb.; Marburg.
- LIPPERT, H.-J., HENTSCHEL, H., & RABIEN, A. (1970): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000, Bl. 5215 Dillenburg. – 2. Aufl., 550 S., 18 Abb., 56 Tab., 6 Taf., 3 Beil.; Wiesbaden.
- RAMDOHR, P. (1975): Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. – 4. Aufl., 1277 S., 637 Abb.; Berlin (Akad.-Verl.).
- RIEMANN, W. (1878): Beschreibung des Bergreviers Wetzlar. – 115 S., 8 Taf., 1 Kt.; Bonn (Marcus).
- (1894): Der Bergbau und Hüttenbetrieb der Lahn-Dill- und benachbarten Reviere. – 83 S., 21 Tab.; Wetzlar (Schnitzler).
- SCHADE, H. (1970): Der Kulm in dem nordöstlich der Lahn gelegenen Teil der Dillmulde. – Clausthaler geol. Abh., **4** 178 S., 33 Abb., 29 Tab.; 2 Taf.; Clausthal-Zellerfeld.

- SCHAEFFER, R. (1979): Die vulkanogen-sedimentären Manganerzlager bei Laisa, Kreis Waldeck-Frankenberg. – Unveröff. Dipl.-Arb. TU Clausthal, 80 S., 31 Abb., 6 Tab.; Clausthal.
- SCHMIERER, T., mit Beiträgen von C. CORRENS und G. GÖTZ (1934): Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Blatt Biedenkopf. – Lfg. **272**, 63 S., 1 Abb.; Berlin.
- SCHNEIDER, A. (1887): Neue Manganerze aus dem Dillenburgischen – Z. dt. geol. Ges., **49**: 829–834, 1 Tab.; Hannover.
- (1887): Das Vorkommen von Inesit und braunem Mangankiesel im Dillenburgischen. – Jb. kgl. preuß. geol. L.-Anst.: 472–496, 12 Tab., 1 Taf.; Berlin.
- SCHÖNENBERG, R. (1954): Zur Geologie des Devon-Kulm-Gebietes bei Buchenau/Lahn. – Z. dt. geol. Ges., **105**: 1–19, 7 Abb., 1 Taf.; Hannover.
- (1956): Oberdevonische Tektonik und kulmischer Magmatismus. – Geol. Jb. **71**: 595–616, 12 Abb., Hannover.
- SCHWAN, W. (1952): Geologisches Auftreten und Entstehung der Kiesel-schiefer. – Geologica, **11**: 115–134, 5 Abb.; Berlin.
- WALLISER, O.H. (1960): Zum Alter des jüngsten Deckdiabas-Vulkanismus in der Lahn- und Dillmulde. – Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf., **3**: 229–241, 1 Tab., 1 Taf.; Krefeld.
- ZERRENNER, K. (1861): Die Braunstein- und Manganerzbergbaue in Deutschland, Frankreich und Spanien.– 186 S., 2 Taf., XII.; Freiberg (Engelhardt).
- Weiterhin: Unveröffentlichte Nachrichten, Korrespondenz, Gutachten, Grubenrisse und Förderstatistiken über den Manganerzbergbau im Raum Laisa, aus dem Archiv der Barbara Rohstoffbetriebe, Wülfrath.

Manuskript eingegangen am 20. 8. 1979

Weitere Offretit-Vorkommen im Vogelsberg (Hessen)

Von

GERHARD HENTSCHEL*

Kurzfassung: Der seltene Zeolith Offretit und die ihn begleitenden Minerale Chabasit, Phillipsit, Faujasit, Calcit und Montmorillonit werden von 4 weiteren Vorkommen basaltischer Gesteine des Vogelsberges beschrieben.

Abstract: The rare zeolite offretite and its accompanied minerals chabazite, phillipsite, faujasite, calcite, and montmorillonite are described from 4 further occurrences in basaltic rocks of the Vogelsberg (Hesse).

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	171
2. Mineralbeschreibung nach Vorkommen	171
2.1. Großen-Buseck	171
2.2. Annerod	174
2.3. Herbstein	174
2.4. Wallernhausen	176
3. Schriftenverzeichnis	176

1. Einleitung

Bis vor wenigen Jahren zählte Offretit zu den seltensten Mineralen, da er nur von seinem Originalfundort (Mont Semiol, Frankreich) bekannt war. Inzwischen sind jedoch auch andere Vorkommen dieses Minerals mitgeteilt worden, einige davon aus dem Vogelsberg: Geilshausen (HENTSCHEL & SCHRICKE 1976), Oberwiddersheim (HENTSCHEL & VOLLRATH 1977), Gedern (BETZ & HENTSCHEL 1978) und Forschungsbohrungen aus dem Hohen Vogelsberg (Geol. Abh. Hessen, in Vorbereitung). Bei der Durchsicht zeolithführender Proben aus dem Vogelsberg konnten 4 weitere Offretit-Vorkommen nachgewiesen werden, an denen dieses Mineral (wie die begleitenden anderen Zeolithe) zwar nur sehr klein (meistens <1 mm) aber in bemerkenswerter Ausbildung auftritt. Diese Zeolith-Paragenesen werden im folgenden beschrieben.

2. Mineralbeschreibung nach Vorkommen

2.1. Großen-Buseck

Großen-Buseck war bereits im vorigen Jahrhundert als Fundpunkt für Chabasit, Phillipsit und Faujasit bekannt (GREIM 1894). In der Nähe der alten Fundstellen (Haingrabental N Großen-Buseck, TK 25 Bl. 5318 Allendorf/Lumda), am

* Dr. G. HENTSCHEL, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden.

Attenberg, ist z. Zt. eine Folge basaltischer Gesteine (nach SCHOTTLER 1913a limburgischer Basalt, Feldspatbasalt und Basalttuff) in einem großen Steinbruch aufgeschlossen. Die Zeolithe sind vor allem in den Basalttuffen und in blasenreichen Basalt-Partien in der Nähe von Tuffen enthalten, wobei Chabasit und Phillipsit sehr häufig, Faujasit und Offretit recht selten sind.

Chabasit kommt in Form farbloser, klarer Rhomboeder (Abb. 1) vor, die oft verzwilligt sind, entweder als Anlagerungszwillinge nach $(10\bar{1}1)$ (Abb. 2) oder als Durchkreuzungszwillinge nach $[0001]$ (Abb. 3). Sie sind entweder einzeln aufgewachsen oder überziehen eng miteinander verwachsen und verschieden orientiert die Hohlraumwände und stellenweise auch Montmorillonit-Massen.

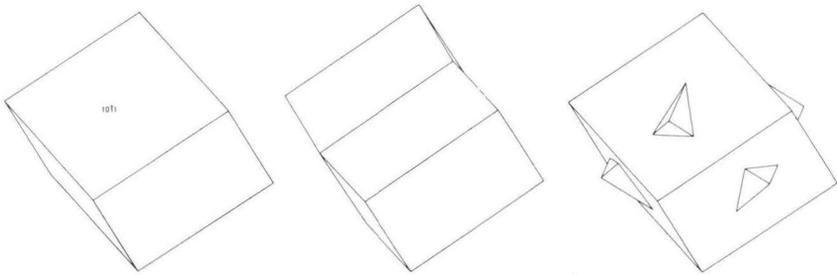


Abb. 1 (links). Grundrhomboeder von Chabasit.

Abb. 2 (Mitte). Chabasit, Anlagerungszwilling nach $(10\bar{1}1)$.

Abb. 3 (rechts). Chabasit, Durchkreuzungszwilling nach $[0001]$.

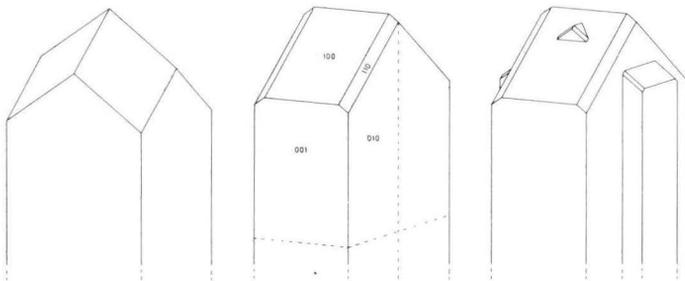


Abb. 4 (links). Übliche Ausbildung der Phillipsit-Vierlinge, a-Achse aufgerichtet.

Abb. 5 (Mitte). Scheinbar einfacher Phillipsit-Zwilling von Herbstein, a-Achse aufgerichtet.

Abb. 6 (rechts). Phillipsit-Vierling von Herbstein, Durchkreuzung zweier ungleich großer Zwillinge, a-Achse aufgerichtet.

Phillipsit bildet die üblichen Vierlinge, die kaum einspringende Winkel erkennen lassen und pseudotetragonalen Prismen gleichen (Abb. 4). Sie sind farblos, klar oder getrübt bis weiß und in manchen Blasen vereinzelt auf Chabasit-Belägen aufgewachsen. Oft ist Phillipsit radialstrahlig zu völlig geschlossenen

Sphärolithen verwachsen, wobei die Oberfläche durch die herausragenden Pseudopyramiden meistens höckerig ausgebildet ist (Abb. 7). Seltener bestehen die Phillipsit-Aggregate aus feinsten, radial verwachsenen Fasern, die eine glatte kugelige Oberfläche ergeben. Die Phillipsit-Sphärolithe sind direkt auf den Hohlraumwänden oder auf Montmorillonit-Massen aufgewachsen und bilden mitunter zusammenhängende, nierige Überzüge.

Faujasit. Obwohl dieses Mineral schon in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts beschrieben wurde, ist es bisher nur an wenigen Stellen der Erde gefunden worden, wobei Großen-Buseck zu den „klassischen“ Vorkommen gehört. Faujasit ist an seiner einfachen Form zu erkennen: Es sind stets Oktaeder

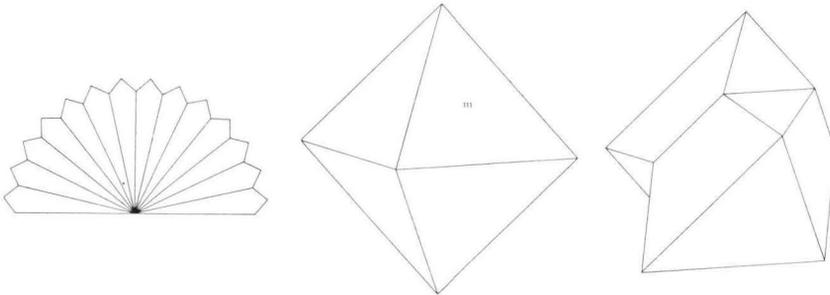


Abb. 7 (links). Schematischer Querschnitt durch ein radialstrahlig verwachsenes Phillipsit-Aggregat mit „höckeriger“ Oberfläche.

Abb. 8 (Mitte). Einfaches Faujasit-Oktaeder.

Abb. 9 (rechts). Faujasit-Zwilling nach dem Spinell-Gesetz.



Abb. 10 (links). Tonnenförmiger Offretit-Kristall.

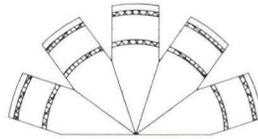


Abb. 11 (rechts). Querschnitt durch ein blumenstraußartig verwachsenes Offretit-Aggregat von Annerod, optisch isotrope Teile schraffiert.

(Abb. 8), manche davon nach dem Spinell-Gesetz verzwillingt (Abb. 9). Sie sind im Innern farblos und klar, werden aber von Montmorillonit oder anderen Zeolithen überkrustet.

Offretit kommt in farblosen, getrübbten Prismen vor, die oft zur Basis hin leicht tonnenförmig verjüngt sind (Abb. 10). Sie sitzen entweder einzeln, senkrecht auf der Oberfläche von Phillipsit-Sphärolithen oder sind radialstrahlig verwachsen, wobei der größere Teil der Prismen frei herausragt.

Montmorillonit. Weit verbreitet sind nicht genauer untersuchte Minerale der Montmorillonit-Gruppe, die weiße, grüngraue, gelbe oder braune Mandelfüllungen, Krusten und winzige Sphärolithe bilden.

2.2. Annerod

Nur wenige Kilometer von Großen-Buseck entfernt liegt Annerod (TK 25 Bl. 5428 Gießen), ein ebenfalls seit langem bekanntes Vorkommen für Faujasit und andere Zeolithe (GREIM 1894). Die alten Fundstellen sind derzeit entweder nicht zugänglich oder zugebaut. In einem kurzzeitigen Aufschluß (Bauaushub) konnte jedoch von Sammlern frisches Material geborgen werden. Es ist ein „blasiger, körniger Basalt“ (SCHOTTLER 1913b), der in den Blasenräumen neben weißem oder braunem Montmorillonit verschiedenartige Zeolith-Minerale enthält.

Chabasit kommt wiederum in farblosen, klaren Rhomboedern vor, die oft verzwillingt sind (Abb. 1–3). Durch einen dünnen Montmorillonit-Überzug erscheinen sie gelb.

Phillipsit bildet wie in Großen-Buseck farblose bis weiße, pseudotetragonale Prismen (Abb. 4). Meistens ist der Phillipsit eng radialstrahlig verwachsen, wobei die Oberfläche der Sphärolithe entweder höckerig (Abb. 7) oder glatt ist.

Faujasit. Der Faujasit dieser Stücke zeichnet sich durch seine besondere Frische aus. Die Kristalle sind stellenweise farblos und klar und haben glänzende Oberflächen, in anderen Partien sind die Oberflächen rau. Es sind entweder einfache Oktaeder (Abb. 8) oder Zwillinge nach dem Spinell-Gesetz (Abb. 9).

Offretit. Auch der Offretit von Annerod ist etwas deutlicher zu erkennen als der vorher beschriebene. Manche Blasen enthalten einzeln stehende Kristalle. Es sind leicht gewölbte, hexagonale Prismen (Abb. 10) mit matten Oberflächen. Meistens ist der Offretit jedoch radialstrahlig verwachsen, wobei die Aggregate aus relativ wenigen Kristallen bestehen können, die blumenstraußartig angeordnet sind und die optisch isotrope Zonen enthalten, was in Abb. 11 schematisch dargestellt ist. Andere sind eng zu geschlossenen Sphärolithen mit matten, unebenen Oberflächen verwachsen.

2.3. Herbstein

Die deckenförmigen Basaltergüsse nach (SCHOTTLER 1928, 1931 Trappe) sind SW Herbstein (TK 25 Bl. 5421 Ulrichstein und 5422 Herbstein) in 2 Steinbrüchen aufgeschlossen. Eine ältere Hohlraum-Paragenese umfaßt idiomorphe Kristalle von Olivin, Pyroxen, Biotit, Sanidin, Nephelin, Magnetit, Hämatit und Apatit, auf sie wird hier nicht weiter eingegangen. Häufiger sind hervorragend ausgebildete Zeolith-Minerale anzustreffen, die mehrere Millimeter groß sein können und oft von Calcit und Montmorillonit begleitet werden.

Chabasit gleicht in seinen Formen denen der vorher beschriebenen Vorkommen. Es sind farblose, klare, einfache oder verzwillingte Rhomboeder (Abb. 1–3), wobei die Verzwillingung nach (1011) vielfach wiederholt sein kann.

Phillipsit kommt auch hier häufig in den üblichen pseudotetragonalen Vierlingen vor, an denen keine einspringenden Winkel sichtbar sind (Abb. 4). Auf einigen Stücken sitzen flache Prismen, die scheinbar nur einmal verzwilligt sind und überwiegend von dem Pinakoid (100) und untergeordnet von (110) begrenzt werden (Abb. 5). Meistens ragen jedoch Teile eines zweiten, gleichen Zwillingspaares in durchkreuzender Stellung heraus, das aber deutlich kleiner ausgebildet ist (Abb. 6).

Offretit. Der Offretit von Herbstein ist besonders formenreich ausgebildet. Relativ selten sitzen einzelne feinste Nadelchen auf Calcit-Krusten. Etwas häufiger sind dicktafelige oder kurzprismatische Kristalle. Meistens sind feine Offretit-Nadelchen mehr oder weniger parallel verwachsen und bilden scharfkantige, prismatische, bündelförmige oder rundliche Aggregate. In der Mitte der Bündel befindet sich jeweils eine schmale, manchmal auch etwas dickere, dicht erscheinende Zone, die aus einem anderen Mineral besteht, das aber wegen der zu geringen Abmessungen nicht zu identifizieren war. Der Umriß der Bündel kann säulig (Abb. 12) bis tafelig (Abb. 13) sein. Besonders dünntafelige Gebilde (Abb. 14) gleichen den orientierten Offretit-Levyn-Verwachsungen von Ober-Widdersheim (HENTSCHEL & VOLLRATH 1977).

Die Offretit-Aggregate sind entweder einzeln aufgewachsen, oder sie überziehen als vielfach verwachsene Krusten die Blasenwände. Stellenweise werden auch ältere, prismatische Calcit-Kristalle von dicken Offretit-Krusten bedeckt. Diese Bildungen ähneln den Offretit-Perimorphosen von Gedern (BETZ & HENTSCHEL 1978, Taf. 30 Fig. 6), wo jedoch die durch den Offretit abgebildeten älteren Kristalle später weggelöst und dadurch unbekannt geblieben sind. Die in Herbstein noch vollständig erhaltenen Paragenese erklärt somit noch nachträglich die Gederner Perimorphosen.

Calcit, ein häufiger Begleiter der Zeolithe, tritt in unterschiedlicher Ausbildung auf. Am weitesten verbreitet sind Rhomboeder, deren Flächen meistens rau und gekrümmt sind. Weniger häufig sind Kombinationen von Prisma bzw. von einem sehr steilen Skalenoeder mit einem flachen Rhomboeder. Die Oberflächen dieser Kristalle sind ebenfalls sehr rau, teilweise scheinen sie angeätzt zu sein.

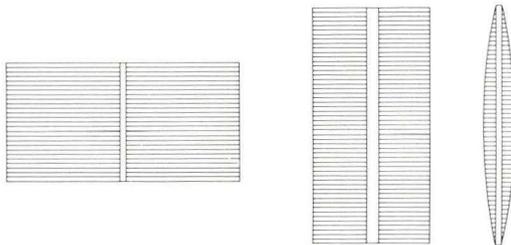


Abb. 12 (links). Säuliges Offretit-Bündel von Herbstein.

Abb. 13 (Mitte). Zu tafeligen Gebilden verwachsener Offretit von Herbstein.

Abb. 14 (rechts). Dünntafeliges Offretit-Aggregat.

Montmorillonit. Zu dieser Gruppe gehören weiße, graue, gelbbraune und schwarze Massen, die Füllungen von Blasen und Klüften, nierige Krusten und kleine sphärolithische Aggregate bilden.

2.4. Wallernhausen

Am Galgenberg W Wallernhausen (TK 25 Bl. 5620 Ortenberg) ist in einem verfallenen Steinbruch ein Basanit-Vorkommen (EHRENBERG 1978) aufgeschlossen. Das Gestein enthält sehr selten kleine Hohlräume mit vereinzelt Chabasit-Rhomboedern (Abb. 1). Sie sitzen auf einer weißen, nierigen Kruste, die nach optischen und röntgenographischen Untersuchungen aus Offretit besteht. Die Kruste setzt sich aus äußerst kleinen, tafeligen Aggregaten (ähnlich Abb. 14) zusammen, die rosettenartig verwachsen sind.

Anmerkung

Für die Überlassung von Proben bin ich den Herren BETZ (Gammelsbach), QUADT (Düsseldorf), VOLLRATH (Karben-Petterweil) und WAGNER (Bad Homburg) zu Dank verpflichtet.

3. Schriftenverzeichnis

- BETZ, V., & HENTSCHEL, G. (1978): Offretit und Erionit von Gedern (Vogelsberg). – Geol. Jb. Hessen, **106**: 419–421, 2 Abb., 2 Taf.; Wiesbaden.
- EHRENBERG, K.-H. (1978): Vulkanische Gesteine. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5620 Ortenberg: 88–137, 10 Abb., 3 Tab., Taf. 2; Wiesbaden.
- GREIM, G. (1894): Die Mineralien des Großherzogtums Hessen. – 60 S.; Gießen (Roth).
- HENTSCHEL, G., & SCHRICKE, W. (1976): Offretit von Geilshausen (Vogelsberg, Hessen). – Geol. Jb. Hessen, **104**: 173–176, 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- & VOLLRATH, R. (1977): Die Zeolithe im Basalt von Ober-Widdersheim, Vogelsberg. – Aufschluß, **28**: 409–412, 13 Abb., 1 Taf.; Heidelberg.
- SCHOTTLER, W. (1913a): Erl. geol. Kt. Großherzogt. Hessen 1:25 000, Bl. 5318 Allendorf (a.d. Lumda). – 117 S., 2 Taf.; Darmstadt.
- (1913b): Erl. geol. Kt. Großherzogtum Hessen 1:25 000, Bl. 5418 Gießen. – 132 S., 2 Taf.; Darmstadt.
- (1928): Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5422 Herbstein. – 107 S.; Darmstadt.
- (1931): Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5421 Ulrichstein. – 107 S.; Darmstadt.
- WILKE, H.-J. (1979): Mineral-Fundstellen, **7**, Hessen. – 240 S., 61 Abb., 16 Taf.; München (Weise).

Manuskript eingegangen am 17. 1. 1980

Die hydrogeologischen Verhältnisse im basaltischen Tertiär des östlichen Westerwaldes

Von

WITIGO STENGEL-RUTKOWSKI*

Kurzfassung: Die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse des östlichen Westerwaldes (Hessen) werden beschrieben und anhand von rd. 20 Brunnenbohrungen geprüft und ergänzt.

Die Bohrergebnisse vermitteln zusätzliche Kenntnisse über die Mächtigkeit und Abfolge, Natur und Ausbildung des basaltischen Tertiärs im Westerwald. Die hydrogeologische Bedeutung liegt in der Ausbildung ausgezeichneter Grundwasserleiter mit verhältnismäßig hoher Grundwasserneubildung. W einer unterirdischen Wasserscheide erfolgt der wesentliche unterirdische Abfluß nach SW in Richtung Limburger Becken. Diese Grundwasserfließrichtung und die zunehmende Mächtigkeit des Aquifers hat zur Folge, daß die optimale Entnahme für die öffentliche Wasserversorgung entlang der Landesgrenze aus einer Brunnenkette erfolgt, die etwa von N nach S verläuft. Menge und Beschaffenheit des Grundwassers machen es zu einem wichtigen Faktor im grundwasserarmen Rhenohercynikum der näheren Umgebung.

Abstract: The geological and hydrogeological situation of the eastern Westerwald (Hesse) is described, tested and completed by nearly 20 profiles of bore-holes. The results of the evaluation offer additional knowledge about the thickness, the sequence, the origin and the formation of the basaltic tertiary of the Westerwald. The hydrogeological importance is expressed by the occurrence of very good aquifers and rather high groundwater-recharge. In the West of a groundwater divide the essential groundwater-flow is directed to Southwest to the Limburg Basin.

This groundwater-flow and the growing directed to Souththickness of the aquifers furnish an optimal site for a public waterwork parallel the western border of Hesse. The yield and the groundwater quality characterise this aquifer as very important for the rhenohercynian surrounding without important groundwater reserves.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	178
2. Geologischer Überblick	178
2.1. Allgemeine Situation	178
2.2. Das Liegende des basaltischen Tertiärs	181
2.3. Das basaltische Tertiär	182
3. Hydrogeologischer Überblick	182
4. Ergebnisse von Brunnenbohrungen	185
4.1. Geologische Ergebnisse	185
4.2. Hydrogeologische Ergebnisse	185
5. Chemische und physikalische Beschaffenheit des Grundwassers	187
6. Nutzung des Grundwassers	188
7. Schichtenverzeichnisse	189
8. Schriftenverzeichnis	194

* Dr. W. STENGEL-RUTKOWSKI, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden.

1. Einleitung

Die Kenntnisse über den Bau des basaltischen Westerwaldes leiteten sich zunächst von der geologischen Landesaufnahme (ANGELBIS 1891, KAYSER 1907, AHLBURG 1918), später vor allem von der Erforschung zur Gewinnung von Rohstoffen (Ton, Kies, Quarzit, Braunkohle, Eisen, Basalt) ab. Während ein großer Teil der mit der Erforschung von Lagerstätten der Steine und Erden verbundenen Bohraufschlüsse aus verständlichen Gründen nicht veröffentlicht worden ist, verdanken wir wichtige Bohrergebnisse, abgesehen von Mitteilungen in den Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:25 000, H. J. LIPPERT (1952), der die freilich der Erforschung des paläozoischen Sockels unter dem Basalt geltende Bohrung Driedorf II veröffentlichte, und W. STECKHAN (1973), der zahlreiche der Erforschung der Braunkohlen im Liegenden der basaltischen Folge geltende Bohrungen mitteilte.

Bohrungen, die die Erschließung von Grundwasser zum Ziel hatten, waren im basaltischen Westerwald bis zum Jahre 1965 selten. Die kleinen, überwiegend landwirtschaftlich orientierten Ortschaften dort wurden durch Quelfassungen, flache Stollen oder flache Schachtbrunnen mit Trinkwasser versorgt. Nur die Gemeinde Driedorf hatte bereits zu Beginn der 50er Jahre einen 55 m tiefen Bohrbrunnen erstellt, der aber unter 21 m fetten Tonen nicht Basalt, sondern eine Störungszone im schiefrigen Paläozoikum angetroffen und aus ihr bis zu 20 l/s erschlossen hatte.

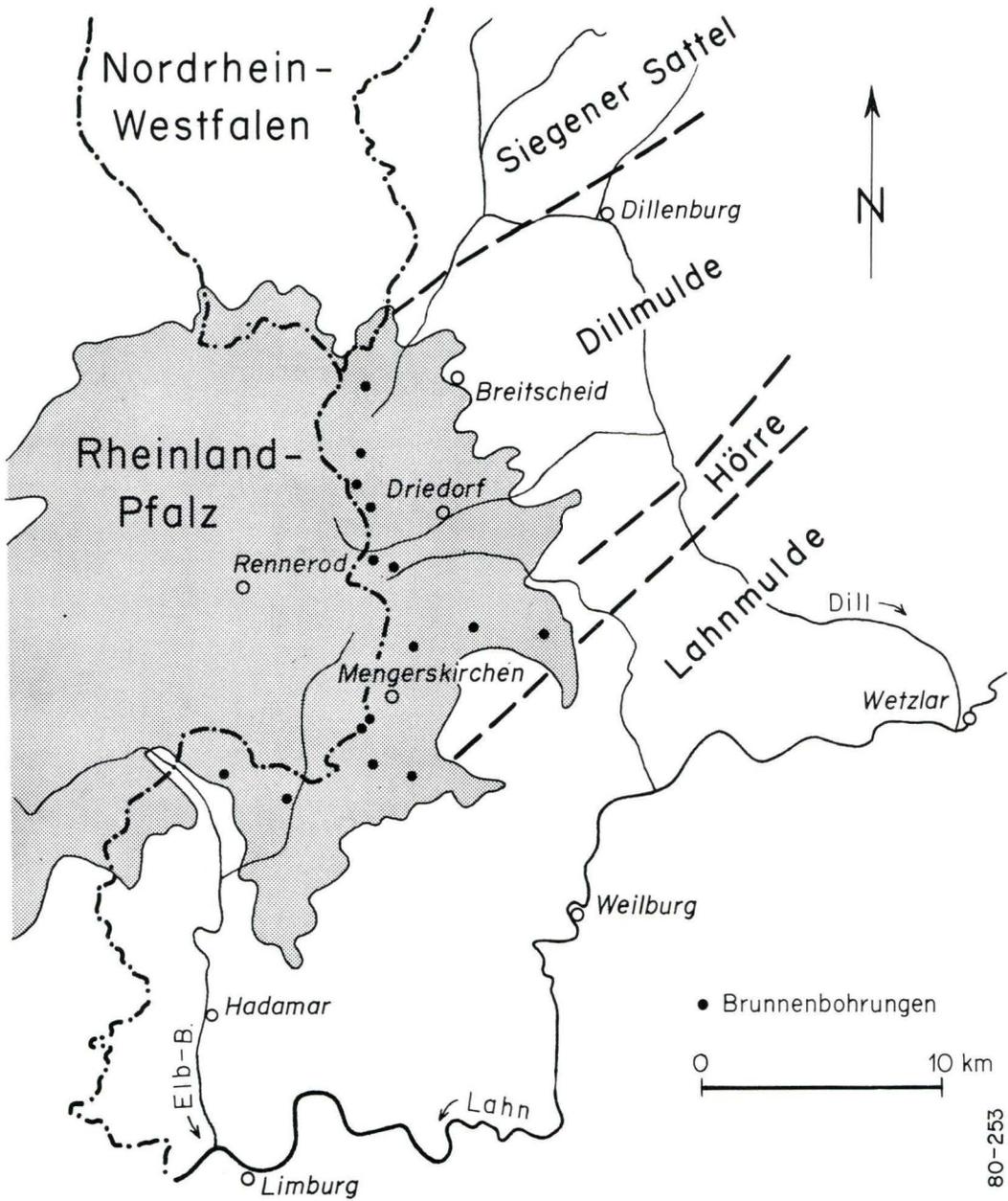
Als im Jahre 1965 im stark industrialisierten Dilltal Mangel an Trink- und Brauchwasser auftrat, wurden schließlich auch Untersuchungsbohrungen im basaltischen Westerwald (Gemarkungen Driedorf, Hohenroth und Münchhausen) vorgenommen und ein Bohrbrunnen an der Krombachsperre (Mademühlen I) gebaut. In der Folgezeit wurde als Träger der Wasserversorgung der Wasserbeschaffungsverband Wasserwerke Dillkreis-Süd (Sitz: Sinn/Lahn-Dill-Kreis) gegründet, und unter seiner Aufsicht wurden Leitungen und Hochbehälter zur Versorgung des mittleren Dilltales gebaut. In den Jahren 1972–1975 wurden weitere Bohrungen im Hochwesterwald angelegt, andere Brunnen vom Verband übernommen und das Versorgungsnetz weiter nach SE ausgedehnt. Die Ergebnisse dieser Bohrkampagne sollen hier mitgeteilt werden. Für die Erlaubnis hierzu danke ich den Herren Ing. SCHNACKENWINKEL und Geschäftsführer HAAS des WBV Wasserwerke Dillkreis-Süd.

Um das Bild des östlichen basaltischen Westerwaldes abzurunden, werden außerdem Schichtenverzeichnisse von Brunnenbohrungen am S-Rand der Basaltverbreitung mitgeteilt, die von mir in den vergangenen 20 Jahren betreut worden sind.

2. Geologischer Überblick

2.1. Allgemeine Situation

Das basaltische Tertiär und die nicht überall vorhandenen tertiären Sedimente in seinem Liegenden umfassen rd. 172 km² hessisches Gebiet. Nur über dieses (Bl. 5215 Dillenburg, 5314 Rennerod, 5315 Herborn, 5414 Mengerskirchen, 5415



80-253

Abb. 1. Geologische Strukturskizze des östlichen Westerwaldes und seiner näheren Umgebung. Die behandelten Brunnen und Bohrungen sind als Punkte dargestellt.

Merenberg) werden hier Mitteilungen gemacht. Ein größerer Teil des basaltischen Westerwaldes gehört zum Bundesland Rheinland-Pfalz, ein kleiner Teil zum Bundesland Nordrhein-Westfalen. Für diese Flächen wird auf die Arbeit STECKHAN (1973) verwiesen (Abb. 1).

Basaltische Gesteine – Laven und Tuffe – überdecken als Wechselfolge meist Tone, seltener Sande und Kiese mit Braunkohlenlagen, die teils dem Oberoligozän, teils dem Untermiozän (Aquitan) zugerechnet werden. Diese überlagern annähernd den eingebneten paläozoischen Sockel, der hier vor allen von Gesteinen der Dillmulde (Kalkstein des Erdbach-Breitscheider Riffes, Tonschiefer, Grauwacken und Diabas des Unterdevons) und der nordwestlichen Lahnmulde, getrennt durch überwiegend klastische Gesteine der Hörrezone, zusammengesetzt wird.

Die Auflagerungsfläche des Tertiärs auf den paläozoischen Sockel steigt treppenartig von NE nach SW ab. Sie liegt im Gebiet von Aubach und Winterbach bei 500–520 m über NN, bei Rodenroth 380 m über NN, bei Nenderoth 360 m über NN, bei Winkels 340 m über NN, bei Rückershausen 320 m über NN und im

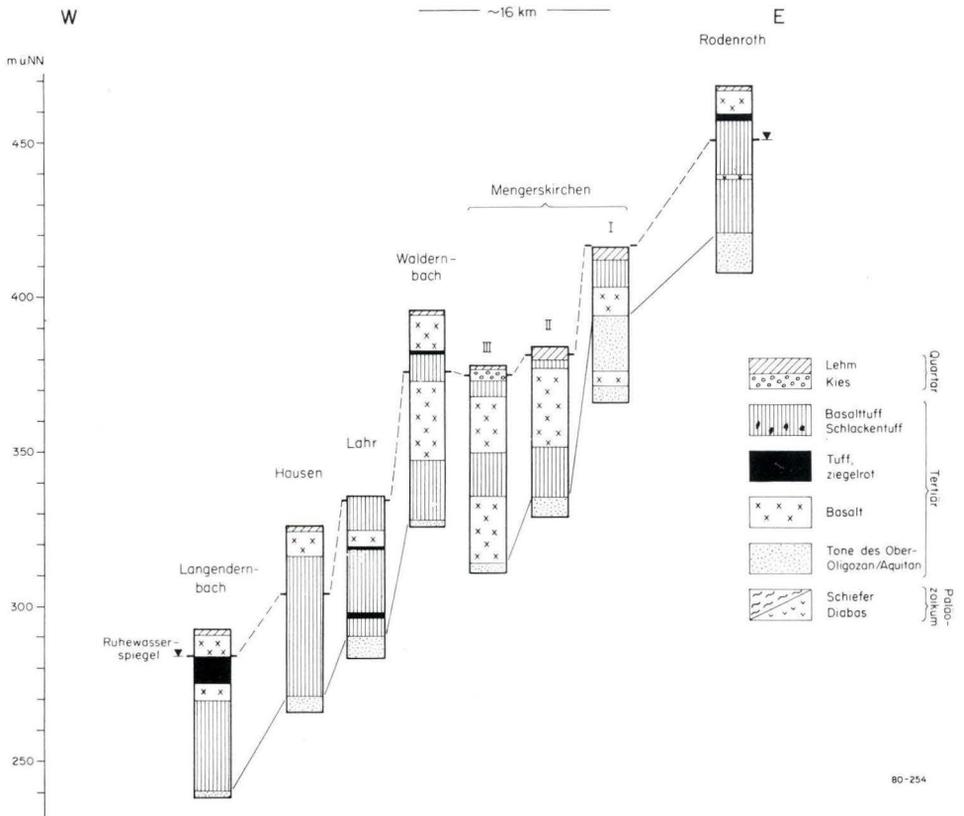


Abb. 2. Profilreihe 1, S-Rand des Westerwaldes, anhand der im Text behandelten Bohrprofile.

nördlichen Limburger Becken 280 m über NN und tiefer (Abb. 2). Diese Schollentreppe ist vorbasaltisch angelegt und bedeutet einen Gesamtsprung von rd. 250 m zwischen dem nordwestlichen Lahn-Dill-Kreis und dem nördlichen Kreis Limburg-Weilburg. Da die Hochfläche des Hochwesterwaldes aber nur mit schwachem Relief bei 550–650 m liegt, muß eine erhebliche Zunahme der Mächtigkeit der basaltischen Folge von NE nach SW angenommen werden, d. h. daß im Gebiet von Emmerichenhain–Rennerod max. 200–250 m basaltisches Tertiär entwickelt sind.

2.2. Das Liegende des basaltischen Tertiärs

Das sedimentäre Tertiär im Liegenden des basaltischen Tertiärs besteht im NE, E und SE des Hochwesterwaldes vor allem aus Tonen, ebenso im S und am E-Rand des Elbbachtales.

Eine Alterseinstufung dieser Feinklastite wurde aufgrund der in den Tonen vorkommenden Braunkohlen von verschiedenen Autoren versucht, allerdings mit unterschiedlichem Ergebnis, nämlich aufgrund von Reptilien- und Säugerresten (ANGELBIS 1891, KAYSER 1907, TEIKE & TOBIEN 1950) wurde Oberoligozän, aufgrund von Pollen (PFLUG 1959) wurden Oberoligozän und Miozän, aufgrund von Süßwassostracoden (STENGEL-RUTKOWSKI 1976) Untermiozän und aufgrund des Inkohlungsgrades (STECKHAN 1973) bis Obermiozän als Alter angenommen. Wahrscheinlich reicht die sedimentäre Folge von Eo-Oligozän (Limburger Becken) bis zum Aquitan (Breitscheid), wobei der aquitane Anteil sehr geringmächtig ist und der Hauptteil der Folge dem Oberoligozän zugehört. Wahrscheinlich war vor dem basaltischen Tertiär bereits ein Teil der tertiären Sedimentfolge der Erosion zum Opfer gefallen.

Dafür spricht, daß im zentralen Teil des Hochwesterwaldes das basaltische Tertiär unmittelbar dem paläozoischen Sockel auflagert (Brg. Driedorf I, II, VI, VII, 8, 11 und 12 bei STECKHAN, Brg. Driedorf II bei LIPPERT, Brunnenbohrung Waldaubach, s.u.) oder nur einige Meter Kies zwischen dem basaltischen Tertiär und dem paläozoischen Sockel vermitteln. Nach STENGEL-RUTKOWSKI 1976 ist das sedimentäre Tertiär im Limburger Becken in vollständiger Ausbildung wie folgt zusammengesetzt:

oben	Basaltisches Tertiär

	Tuffite und Tone
	Tone, hell, z. T. feinsandig, mit Braunkohlen
	rote und bunte Tone und Sande
	Quarzkiese (in Rinnen), hell
unten	rote, sandige Tone

Die hellen Folgen, wie die Quarzkiese und die hellen, Braunkohlen führenden Tone, könnten ein feuchteres Klima, die roten Sedimente trockeneres Klima andeuten, d. h. Meeresnähe bzw. Meeresferne. Damit könnten mit aller Vorsicht die tieferen Rotsedimente Eo-Oligozän, die höheren höchstes Oligozän repräsentieren, während die hellen Quarzkiese tieferes Oberoligozän, die hellen Tone mit den Braunkohlen Aquitan darstellen.

2.3. Das basaltische Tertiär

Nach älteren Autoren (ANGELBIS, KAYSER, AHLBURG) ist das basaltische Tertiär effusiver Natur und die Basalte werden in einen unteren Sohlbasalt (unter den Braunkohlenablagerungen) und einen oberen Dachbasalt (über den Braunkohlenablagerungen) untergliedert. Verhältnismäßig eintönig handelt es sich um sog. Feldspatbasalte (heute: Olivinbasalte nach LIPPERT, HENTSCHEL & RABIEN 1970); das Vorkommen von Nephelinbasalten (ANGELBIS 1891) wurde bereits von KAYSER 1907) abgestritten.

Spätere Autoren wie BUCHNER (1921) vor allem aber KLÜPFEL (1924, 1929, 1933, 1938) sahen die Basalte des Westerwaldes als Intrusiva an. Vor allem der Sohlbasalt erwies sich nach diesen Autoren als Intrusion. Eine vermittelnde Vorstellung entwickelte AHRENS (1938, 1960), indem er einen Teil der Basalte als subeffusiv ansah. LADNORG (1976) erkannte schließlich sowohl intrusive als auch effusive Basalte, ja echte fossile Lavaströme.

Für die tektonische Position des Westerwaldes ist eine immer wieder auflebende Schwächezone im paläozoischen Sockel von Bedeutung, die sich aus folgenden Elementen herleitet:

- a) Ein möglicherweise schon im Geosynkinalstadium angelegtes NW streichendes System von Querelementen, die sich nach der variscischen Faltung in Quersätteln und -mulden ausdrücken. Sie verschwinden auch mit der Einrumpfung nie völlig.
- b) Die Vergitterung von südöstlichen Ausläufern der Niederrheinischen Bucht mit nördlichen Ausläufern des Oberrheingrabens.
- c) Ein neogenes NS streichendes System von Horsten und Gräben wird von einem etwa EW verlaufenden Störungsbündel mit dem heutigen Lahntal als Tiefzone geschnitten. Das Resultat ist ein „Schachbrett“ unterschiedlich gehobener und gesenkter, vermutlich mehrfach gegeneinander bewegter Schollen.

Während zu Beginn des basaltischen Geschehens noch Basaltdurchbrüche an die alte variscische Querrichtung gebunden sind, treten im späteren Verlauf des Vulkanismus zunehmend Basalt erfüllte Spalten und Ketten von Durchbrüchen in NS- und EW-Anordnung auf. Die jüngsten postvulkanischen Erscheinungen wie die im Lahntal und seitlich davon verbreiteten Kohlensäuerlinge liegen überwiegend auf EW- (und NS-)-Aufstiegsspalten.

3. Hydrogeologischer Überblick (Taf. 1)

Die mehr oder weniger intensiv geklüfteten Basalte sind Klufftgrundwasserleiter, wobei die Basaltgänge und -durchbrüche gewöhnlich weniger offene Klüfte enthalten als die mehr plattig absondernen Basaltdecken. Besonders stark geklüftet sind die Basalte an den zahlreichen Störungen und Verwerfungen, die schachbrettartig den Hochwesterwald durchziehen. Das Klufftvolumen wird mit durchschnittlich 1% angenommen (vgl. auch WIEGAND 1977).

Die sehr oft tonig verwitterten Tuffe sind vor allem dort, wo sie in größerer Mächtigkeit entwickelt sind, schwer oder nicht wasserdurchlässig und können über

größere Erstreckung mehrere basaltische Grundwasserstockwerke voneinander trennen. Ausbisse von Basaltdecken über Tuffen können weithin verfolgbare Quellhorizonte sein. Gerade diese Quellen sind vielfach für die Wasserversorgung der Gemeinden oder auch als Viehtränken gefaßt worden.

Die genannten Störungen und Verwerfungen stellen durchlässige Verbindungen zwischen mehreren basaltischen Grundwasserstockwerken dar. Über sie erfolgt die Grundwasserneubildung in den tieferen Grundwasserstockwerken. Eine Anzahl bedeutender Quellen mit konstanter Temperatur und sehr einheitlichem Chemismus (Tab. 1) ist an Verwerfungen gebunden (z. B. Quellen „auf der Baar“ der Gemeinde Rabenscheid, Quelle „Brucherwies“ W Münchhausen, heute versiegt Quellen unterhalb der Krombachsperre und der Driedorfer-Sperre).

Während die höheren basaltischen Grundwasserstockwerke, soweit sie von den Vorflutern angeschnitten werden, zu Winterbach, Aubach, Mühlbach, Rehbach, Ulmbach, Kallenbach, Kerkerbach und Lasterbach-Elbbach entwässern, entwässern die tiefer als diese Vorfluter liegenden Grundwasserstockwerke entsprechend dem Sohl- und Spiegelgefälle (s. Abb. 2 u. 3) nach S bis SW. Lediglich ein 1–2 km breiter Saum am E-Rand des basaltischen Westerwaldes entwässert über Quellen (Rehbachtal) und Wasserlösestellen von ehemaligen Braunkohlengruben zum Dilltal nach E. Gerade diese Abflüsse sind schon sehr früh zur Trinkwasserversorgung in die Zentren des Dilltales geleitet worden.

So wurde schon im Jahre 1909 eine Wasserleitung der Stadt Herborn eingeweiht, die Quellwasser aus dem Basaltausstrich im Rehbachtal zwischen Driedorf und Guntersdorf, heute noch im Minimum 16 l/s, in diese Stadt führt.

Folgende Abflüsse aus Wasserlösestellen von Braunkohlengruben (Bl. 5314 Rennerod, 5315 Herborn) sind zu nennen:

- a) Wasserlösestellen der Grube „Ludwig Haas I“; Mundloch bei R 34 40 74, H 56 17 83, 474 m über NN. Der Stollen entwässert eine frühere Abbaufäche von fast 1 km² beiderseits des Aubaches, vor allem in der Gemarkung Rabenscheid. Das Profil der Überdeckung über dem Stollen (Maschinenschacht) ist bei ANGELBIS und bei STECKHAN wiedergegeben.
Der Stollen wurde 1952/53 von der Stadt Haiger gekauft und 100 m S des Stollenmundloches verdämmt. Als Max.-Schüttung wurden 26 l/s (1958) und 34 l/s (1959) als Min.-Schüttung 7,2 l/s (1962) gemessen. Eine erhebliche Beeinflussung von der Erdoberfläche wurde im Zusammenhang mit der Flurbereinigung im Jahre 1962 bemerkt.
Das Einzugsgebiet der Grubenbaue umfaßt 2–3 km².
- b) Im Jahre 1955 baute die Gemeinde Langenaubach den sog. Trieschbergstollen (Mundloch bei R 34 41 72, H 55 18 20, 500 m über NN) als Trinkwassergewinnungsanlage aus. Der Stollen verläuft ungradlinig rd. 1,5 km nach SE in Richtung Breitscheid und unterzieht die Wasserscheide zwischen Aubach und Erdbach. Seine Schüttung beträgt 2,2 l/s.
- c) W Breitscheid entwässern der „Phönix-Stollen“ (Mundloch bei R 34 42 42, H 56 16 75, 477 m über NN) und der „Heinrichstollen“ (Mundloch bei R 34 42 39, H 56 16 70, 492 m über NN) ein 1,5 km² großes Abbaugbiet. Im Jahr 1976 wurde der „Phönix-Stollen“ 220 m W seines Mundloches verdämmt und durch einen 30 m tiefen Schacht zugänglich gemacht. Von der zwischen 20 und 27 l/s betragenden Schüttung wurden insgesamt 12 l/s der Gemeinde Breitscheid für die öffentliche Trinkwasserversorgung bewilligt; der Rest bleibt für die Aufrechterhaltung des Abflusses im Erdbach, dessen Hauptquellzufluß diese Entwässerung darstellt (MATTHES & STENGEL-RUTKOWSKI 1967).
- d) Am N-Rand des Gusternhainer Zulaufes zum Mühlbach liegt der bisher noch ungenutzte Stollen der ehem. Grube „Kohlensegen“ mit einer Schüttung zwischen 3,4 und 11,4 l/s (Mundloch bei R 34 42 90, H 56 15 05, 495 m über NN).

- e) In den Jahren 1959/60 legte die Stadt Herborn in einem parallel zum zugefallenen Wasserlösestollen der ehem. Grube „Wohlfahrt“ (Stollenmundloch bei R 34 42 97, H 56 14 25, 457,2 m über NN) neu angelegten Stollen einen Stauverschuß an. Der Stollen entwässert ein Abbaugbiet von rd. 0,3 km² und ein Einzugsgebiet von etwa 3 km². Seine Schüttung beträgt im Maximum 39 l/s (April 1955) und im Minimum 12,5 l/s (Oktober 1959). Seit dem Aufstau werden bei schwankender Stauhöhe ziemlich gleichmäßig 25 l/s nach Herborn geleitet.
- f) Am N-Rand des Rehbachtales liegt unterhalb Driedorf der Wasserlösestollen der ehem. Grube „Heistern“ (Mundloch bei R 34 43 78, H 56 11 59, 452 m über NN). Aus einem rd. 60 000 m² umfassenden Abbaugbiet führt der Stollen im Minimum 3 l/s ab. Das Wasser wird ebenfalls der Versorgung der Stadt Herborn zugeführt.

Die randliche Entwässerung des basaltischen Westerwaldes nach E drückt sich auch in einer verringerten Karbonathärte des Grundwassers im Brunnen im Paläozoikum zwischen Westerwald und Dill, vor allem im Niederschlagsgebiet des unteren Rehbaches aus.

Aus der Tatsache, daß ein Randstreifen des Westerwaldes nach E, die größte Fläche aber unterirdisch nach S bis SW entwässert stellt die Forderung nach einer unterirdischen Wasserscheide, die etwa von Rabenscheid, den Schönberg bei Gusternhain und die Ortschaften Driedorf und Münchhausen nach SE verläuft. Möglicherweise wird sie durch den W-Rand der Braunkohlen führenden Senkenzone (s. STECKHAN 1973) am Westerwald-Ostrand markiert (Taf. 1).

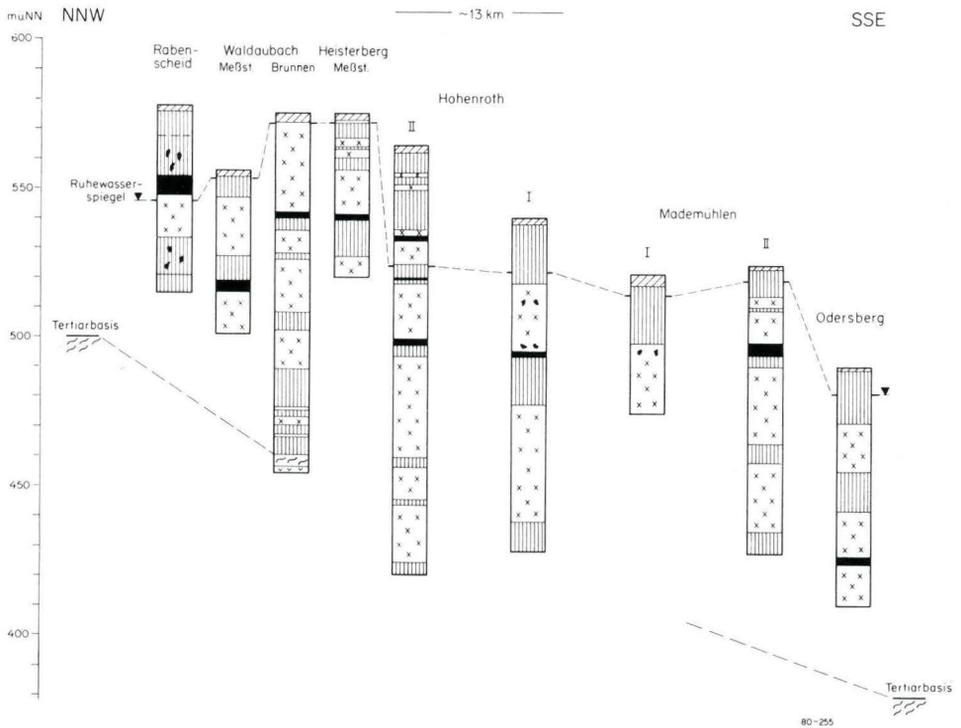
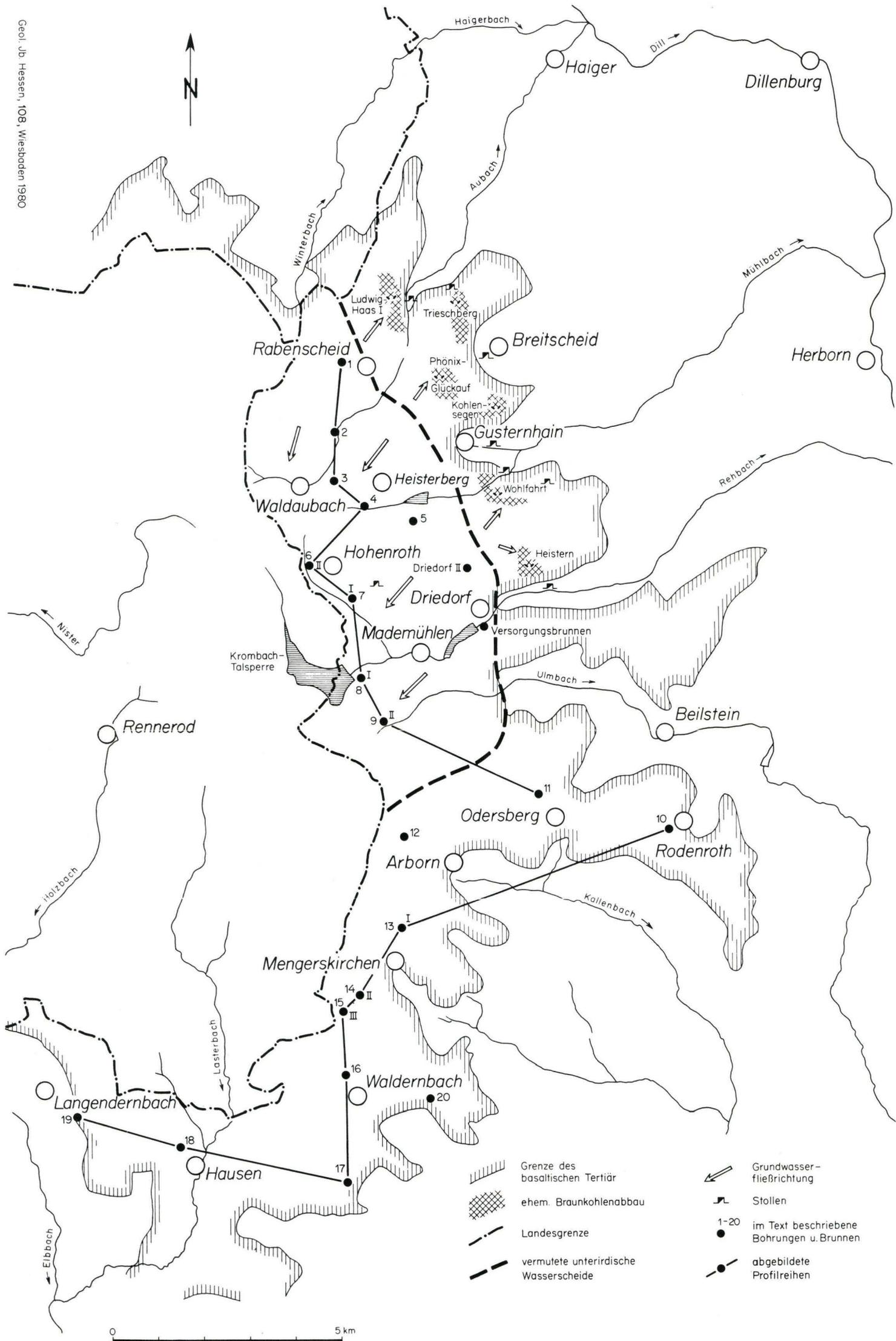


Abb. 3. Profilvereihe 2, Winterbachtal-Kallenbachtal (Zeichenerklärung s. Abb. 2).



Geol. Jb. Hessen, 108, Wiesbaden 1980

Hydrogeologische Übersicht über den östlichen Westerwald mit Darstellung der vorhandenen, im Text erwähnten Brunnen, Profilreihen, ehemaligen Braunkohlengruben und zugehörigen Wasserlösestellen sowie der angenommenen unterirdischen Wasserscheide im NE-Westerwald.

4. Ergebnisse von Brunnenbohrungen

Die für die Neuerkenntnisse wichtigen Brunnenbohrungen wurden in zwei Profilvereihen gezeichnet und auf NN bezogen. Von Wichtigkeit ist zunächst die Profilvereihe 2 (Abb. 3) von Rabenscheid nach Mademühlen und Odersberg, die etwa parallel der hessischen Landesgrenze verläuft, um den SW gerichteten Grundwasserstrom optimal zu erschließen.

4.1. Geologische Ergebnisse

Die Bohrungen haben mehr als 140 m vulkanische Ablagerungen unter dem Niveau der Hauptvorfluter nachgewiesen. Nur die Brunnenbohrung Waldaubach hat den paläozoischen Sockel unter dem basaltischen Tertiär unter Ausfall des sedimentären Tertiärs angetroffen. Sie ergänzt das schon von STECKHAN entworfene Bild des zentralen Westerwaldes zwischen den Brg. Driedorf II, Driedorf VII, Waldaubach I und Emmerichenhain. Während die Brg. Waldaubach I (STECKHAN 1973) den Iberger Kalk erreichte, hat die Brunnenbohrung Waldaubach Tonschiefer und Diabas (wohl Unterkarbon) angetroffen (Abb. 3), die auch bei Erdbach an den Iberger Kalk grenzen.

Die Brunnenbohrungen am S-Rand des Westerwaldes (Abb. 2) enden fast alle in den Tonen, die das basaltische Tertiär unterlagern. Auffällig ist, daß der Basalt der Brunnenbohrung Mengerskirchen III kurz über dem Ton weißen Quarz enthält.

Die basaltische Folge beginnt fast in allen Bohrungen mit verhältnismäßig mächtigen Tuffen, nicht wenige davon ausgesprochene Schlackentuffe. Über den Tuffen, in denen immer wieder dünne (Intrusiv-)Basaltlagen auftreten, sind max. vier mächtigere Basaltdecken festzustellen. Die höheren Basaltdecken zeigen häufig schlackige Ausbildung. Als „Leit“horizonte treten im höheren Teil ein bis zwei ziegelrote, ziegelartige Tuffhorizonte auf. Bunte Tuffe sind ebenfalls im höheren Teil des Profils verbreitet. In den Bohrungen am S-Rand überwiegen Tuffe gegenüber den Basaltlagen. Zumindest die höheren Basaltdecken sind effusiver und subeffusiver Natur (Ausbildung der Schlacken und Entgasungszonen, Frittungserscheinungen).

4.2. Hydrogeologische Ergebnisse

Während die Bohrungen am S-Rand des Westerwaldes selten mehr als 6 l/s im Pumpversuch erbrachten, konnten aus den Brunnen im zentralen Teil des Westerwaldes, insbesondere den Brunnen Hohenroth I und II sowie Mademühlen I und II 50 l/s bis >100 l/s im Pumpversuch gewonnen werden. Wie die Leistungsdiagramme (Abb. 4) zeigen, ist in vielen Fällen ein gespannter Grundwasserspiegel angetroffen worden. Die bisherigen Erfahrungen lassen noch keinen Schluß über die gewinnbare Menge im Dauerbetrieb zu.

In der Brg. Hohenroth II wurde zunächst ein Grundwasserspiegel bei 5,80 m u. Gel. angetroffen, der vom Einzugsgebiet einer oberflächennahen Basaltdecke bestimmt wurde. Bei einer Entnahme von nur 5 l/s senkte sich der Wasserspiegel

bis auf 51,62 m u. Gel. ab. Später stellte sich der hohe Wasserspiegel nicht wieder ein. Die Leistung von 107 l/s wurde bei weiterer Absenkung des Wasserspiegels bis 69 m u. Gel. erzielt. Es ist möglich, daß das Grundwasser aus dem höheren Stockwerk inzwischen in das tiefere abgesunken ist, ähnlich wie es HÖLTING (1971) von einer Bohrung im basaltischen Vogelsberg beschrieben hat.

Während zwischen den Brunnen Hohenroth II und Mademühlen II eine mächtige Überdeckung durch Tuffe über dem genutzten Grundwasserstockwerk gegeben ist, die auch eine unmittelbare Verbindung zwischen der Krombachtalsperre und den tieferen Basaltdecken unwahrscheinlich macht, hat der Pumpversuch am Brunnen Waldaubach sehr rasch nur wenige 100 m entfernt an einer Störung

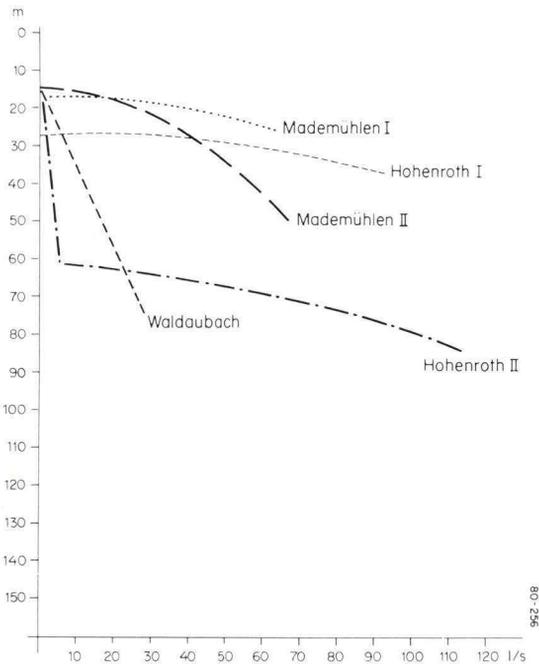


Abb. 4. Absenkungs-Leistungs-Diagramme nach Pumpversuchen an den Brunnen Waldaubach, Hohenroth I und II und Mademühlen I und II des WBV Wasserwerke Dillkreis-Süd im östlichen Westerwald.

austretende Quellen zum Versiegen gebracht. Der Pumpbetrieb an Brunnen im Westerwald kann auch zukünftig dazu führen, daß die Entnahmetrichter die einzelne Grundwasserstockwerke miteinander verbindenden Störungen erreichen und etwa an sie gebundene Quellen zum Versiegen bringen. Die Auswirkungen auf die oberirdische Entwässerung werden aber immer nur eng begrenzt sein (ggf. Fischteiche beeinflussen).

5. Chemische und physikalische Beschaffenheit des Grundwassers

Analysen des Staatlichen Medizinaluntersuchungsamtes Dillenburg von 22 Quellwässern und Wässern aus Flachbrunnen in höheren Grundwasserstockwerken zeigen sehr einheitlich ein weiches, nicht selten sauer reagierendes Wasser. Der Gehalt an Nitrat liegt in der Regel unter 10 mg/l, der an Chlorid zwischen 5,7 und 9,2 mg/l und damit im Bereich der auf Aerosol und Akkumulation zurückgehenden Grundlast. Der Gehalt an Sulfat liegt meist unter 20 mg/l. Eisen kommt in Spuren, Mangan nicht vor. Der Gehalt an freiem gelöstem Sauerstoff liegt nahe der Sättigungsgrenze.

Das durch Brunnen erschlossene Grundwasser aus tieferen Stockwerken (Tab. 1) ist ebenfalls überwiegend weich (s.auch Abb. 5), doch nur in Randbereichen des Westerwaldes sauer, im Zentrum eher neutral oder sogar basisch (Brunnenbohrung Hohenroth II). Auch von tieferen Grundwässern des basaltischen Vogelsberges ist diese Grundwasserbeschaffenheit bekannt (WIEGAND 1977, DIEDERICH 1975). Der Nitratgehalt liegt meist unter 5 mg/l; der Chloridgehalt ähnelt dem der Quellengewässer; der Sulfatgehalt liegt meist unter 10 mg/l. Eisen wird in Spuren, Mangan nicht nachgewiesen. Der Gehalt an freiem gelöstem Sauerstoff liegt meist zwischen 4,5 und 9,4 mg/l.

Etwas unterschiedlich sind die Wässer der Wasserlösestellen ehemaliger Braunkohlengruben. Das Wasser ist ebenfalls weich, reagiert aber sauer. Der Nitrat- und Chloridgehalt ist niedrig, dagegen ist der Sulfatgehalt deutlich erhöht (50–100 mg/l), was auf den Einfluß von in der Kohle feinverteiltem Schwefeleisen (Markasit)

Tab. 1. Beschaffenheit des Grundwassers im basaltischen Westerwald

Gemeinde/Ortsteil	Anlage	T °C	pH	KH °d	GH °d	NO ₃ ⁻ mg/l	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	Fe ²⁺ mg/l	CO ₂ frei mg/l	O ₂ frei mg/l	Datum
Breitscheid	Rabenscheid Brunnen	10	7,41	6,7	7,0	2	7	n.b.	0,2	n.b.	4,5	26.6.63
	Waldaubach Brunnen	9,2	7,60	3,9	3,9	4,8	8,5	3,0	0,03	8,8	9,8	3.4.74
Driedorf	Hohenroth II Brunnen	11,2	8,25	3,9	6,7	4,0	14,2	7,0	0,04	3,5	7,0	28.5.75
	Hohenroth I Brunnen	11,1	7,85	4,2	4,2	1,9	4,5	4,0	0,03	3,5	7,5	22.1.73
	Mademühlen I Brunnen	9,8	6,9	5,6	5,6	1,5	7,1	5,0	0,03	26,4	2,9	14.7.72
		9,6	7,4	5,6	6,5	0,9	13,5	n.b.	0,04	n.b.	5,8	15.8.79
	Mademühlen II Brunnen	9,0	7,20	3,9	3,9	7,6	5,0	4,0	0,08	14,9	7,0	4.1.73
	Heisterberg Brunnen	12,0	7,10	3,1	3,3	3,0	9,9	3,0	0,05	3,5	9,1	13.9.74
Greifenstein	Rodenroth Brunnen	9,9	7,35	4,6	5,0	6,9	7,1	9,0	0,08	n.b.	n.b.	25.6.79
	Arborn Bohrung	10,1	7,72	5,6	5,6	1,9	12,1	5,0	0,18	4,4	7,3	24.5.71
	Odersberg Bohrung	9,9	6,9	5,6	5,6	1,8	5,6	5,0	0,02	22,8	6,9	8.7.71
Mengerskirchen	Brunnen I	9,5	7,75	6,7	6,7	4,3	9,2	10,0	0,03	13,2	9,4	15.7.75
	Brunnen II	9,7	6,95	5,6	5,9	4,1	7,1	7,0	0,09	18,4	4,8	20.5.70
	Brunnen III	10,5	7,42	6,4	6,4	2,0	7,1	n.b.	0,07	n.b.	6,6	22.8.79
	Waldernbach Brunnen	10,2	7,75	7,0	7,0	4,4	37,6	2,0	0,02	11,4	7,9	1.10.75
Waldbrunn	Hausen Brunnen	10,0	7,4	6,5	6,6	5,0	7,1	36,4	0,11	3,1	6,1	24.8.64
Merenberg	Rückershausen Brunnen	9,5	6,65	4,1	5,3	8,4	9,9	9,0	0,04	30,8	5,5	25.9.75
Beschaffenheit von Wasser aus Wasserlösestellen von ehemaligen Braunkohlengruben												
Haiger	Trieschbergstollen	7,8	6,6	5,7	7,8	1,3	6,4	49,0	0,03	22,9	5,8	12.1.73
	Grube L. Haas I	n.b.	6,8	4,8	8,1	0,8	10,7	50,0	0,14	60,0	2,8	16.1.76
Breitscheid	Grube Phoenix-Glückauf	9,3	7,06	8,0	12,3	0,3	9,9	86,0	0,12	n.b.	1,6	28.7.77
Gusternhain	Grube Kohlensegen	9,8	6,47	2,8	3,1	4,4	7,1	16,0	---	18,5	7,8	1.7.70
Herborn	Grube Wohlfahrt	9,0	6,86	5,3	7,6	n.n.	7,8	22,0	0,16	20,3	4,9	25.6.62

Von allen Anlagen liegen mehrere Untersuchungen über z.T. viele Jahre vor. Die Untersuchungen wurden vom Staatlichen Medizinaluntersuchungsamt Dillenburg, die des Brunnen Waldbrunn-Hausen vom Staatlichen Chemischen Untersuchungsamt Wiesbaden durchgeführt.

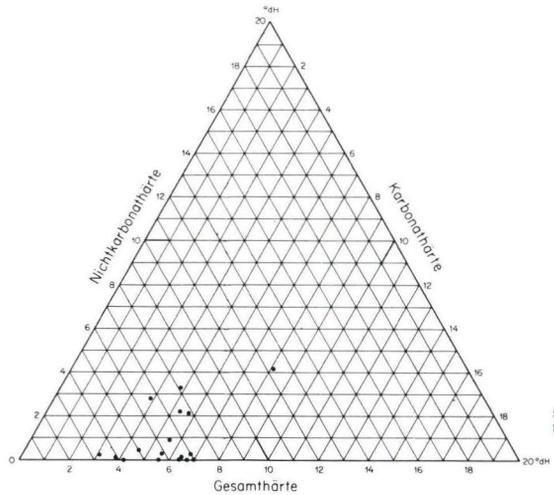


Abb. 5. Härte in Grundwässern des östlichen Westerwaldes.

zurückzuführen ist. Ein gewisser Eisengehalt tritt deshalb nicht selten auf. Der Gehalt an gelöstem freiem Sauerstoff ist deutlich niedriger als bei Grundwasser aus reinem basaltischem Material.

Die Wassertemperatur der höheren Grundwasserstockwerke liegt zwischen 7 und 8 °C. In den tieferen Grundwasserstockwerken steigt die Grundwassertemperatur bis über 11 °C an.

6. Nutzung des Grundwassers

Das Grundwasser des östlichen Westerwaldes ist von ausgezeichneter Qualität, die wegen der geringen Besiedlung und der überwiegend landwirtschaftlichen Nutzung (Weidewirtschaft) auch kaum anthropogen beeinflusst wird. Die Grundwasserneubildung ist bei hohen Niederschlägen und der Verbreitung von Hochflächen und aufnahmefähigem Untergrund verhältnismäßig hoch und dürfte mit mindestens $4 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$, wahrscheinlich höher, zu beziffern sein. Mit dem Grundwasser des Westerwaldes können daher nicht nur die Siedlungen und Campingeinrichtungen auf dem Westerwald selbst versorgt werden, sondern auch die Gemeinden auf dem grundwasserarmen paläozoischen Sockel, aus dem es oft schwerfällt, mit einer Brunnenbohrung von 100 m Tiefe 1–2 l/s zu erschließen. Die frühen Initiativen der Städte Herborn und Haiger nachahmend, hat heute der Wasserbeschaffungsverband Wasserwerke Dillkreis-Süd ein Verbundnetz geschaffen, das das Grundwasser des Westerwaldes bis vor die Tore von Wetzlar und in das Lahntal unterhalb Wetzlar zu leiten erlaubt. Die mögliche Reserve von 150–200 l/s Grundwasser im östlichen Westerwald stellt eine wichtige Lebensader für die Region dar.

7. Schichtenverzeichnisse

Die Brg. 1–9 liegen auf Bl. 5314 Rennerod, Brg. 10, 11 und 20 auf Bl. 5415 Merenberg, Brg. 12–19 auf Bl. 5414 Mengerskirchen.

Brg. 1, Gemarkung Rabenscheid; R 34 39 21, H 56 16 53, 577,7 m über NN; Wassererschließung; Freifall-Trockenbohrung, ED 600 mm; 1963

– 0,40 m Schluff, tonig, braungelb	Quartär
– 0,60 m Schluff, weißlich bis bräunlich	„
– 2,10 m Lehm, braun	„
– 7,10 m Basalttuff, braun und grau	Jungtertiär
– 23,60 m Basalttuffe mit großen Basaltblöcken	„
– 30,20 m Basalttuff, rot	„
– 32,10 m Basalteisenstein, rot	„
– 44,40 m Basalt grau, dicht	„
– 45,30 m Basalttuff, rot, mit Basaltbrocken bis 10 cm Ø	„
– 53,80 m Basalt, braun, dicht	„
– 56,80 m Basalt, schlackig-porös	„
– 63,00 m Tonstein, graugrün u. Basaltgrus (zersetzter Tuff)	„

Im Pumpversuch (PV) wurden max. 4 l/s bei Absenkung von 32,40 m (Ruhewasserspiegel) auf 49 m u. Gel. gefördert.

Brg. 2, Gemarkung Waldaubach; R 34 39 10, H 56 14 98, 556 m über NN; Grundwassermeßstelle; Rotationsspülbohrung, ED 216 mm; 1975

– 2,00 m Lehm, braun marmoriert; Basaltfindlinge	Quartär
– 9,00 m Basalttuff, braun-oliv; viel hellgrüne Gele	Jungtertiär
– 29,00 m Basalt, fest, blaugrau	„
– 37,00 m Basalttuff und Basaltbomben, rötlich	„
– 41,00 m Basalttuff, ziegelrot bis rosagrau	„
– 55,00 m Basalt, grau, mit rötlichem Stich	„

Brg. 3, Gemarkung Waldaubach; R 34 38 92, H 56 14 00, 575 m über NN; Wassererschließung; Freifall-Trockenbohrung, ED 720 mm; 1974

– 3,00 m Lehm, braun, grusig-steinig	Quartär
– 33,00 m Basalt, dunkel, z. T. mit rötlichem Stich	Jungtertiär
– 39,00 m Basalttuff, ziegelrot	„
– 47,00 m Basalt, grau	„
– 49,00 m Basalttuff, grau, hellgraubraun, grünlich, tonig	„
– 67,00 m Basalt, grau bis schwarz	„
– 73,00 m Basalttuffe, gelbbraun, rot und braun	„
– 86,00 m Basalt, blaugrau	„
– 97,00 m Basalttuff, braungrau; rosa Gele	„
– 99,00 m Basalttuff, nontronitisch zersetzt, grün	„
– 100,00 m Ton, hellgrau und rot, feinsandig	„
– 102,00 m Tuffe, hellgrün	„
– 105,00 m Basalt, dunkel	„
– 108,00 m Tuffe, braun, grünbraun, gelreich	„
– 109,00 m Basalt, dunkel	„
– 113,00 m Basalttuff, hellgraubraun; orange Gele	„
– 115,00 m Tuff oder Tuffit, sandig, braungelb	„
– 119,00 m Tonschiefer, graubraun	wahrscheinlich Unterkarbon
– 121,00 m Diabas, fest, waldgrün, tonig zersetzt	„

Im PV sind max. 25 l/s bei Absenkung von 3,25 m (Ruhewasserspiegel) auf 55,72 m u. Gel. gefördert worden. Dabei fielen benachbarte Quellen der Ortschaft Rabenscheid trocken. 50 m NW und 50 m SE befinden sich zwei Grundwassermeßstellen von 64 m und 56 m Tiefe.

Brg. 4, Gemarkung Heisterberg; R 34 39 71, H 56 13 41, 575 m über NN; Grundwassermeßstelle; Rotationsspülbohrung, ED 216 mm; 1975

– 2,00 m	Lehm, braun, mit Basaltgrus und Steinen	Quartär
– 3,00 m	Basalt, grau	Jungtertiär
– 8,00 m	Schlackentuff, braun und ziegelrot, gelreich	„
– 11,00 m	Basalt, braun, gelreich	„
– 12,00 m	Tuff, hellorangerot; zersetzter Basalt	„
– 15,00 m	Basalt, schwarzgrau	„
– 19,00 m	Basalttuff, braun, mit rötlichem Stich	„
– 33,00 m	Basalt, schwarzgrau, gelreich	„
– 35,00 m	Basalttuff, braun- bis ziegelrot	„
– 47,00 m	Basalttuffe, bunt, mit Basaltbrocken	„
– 54,00 m	Basalt, schwarzgrau, gelreich, violettstichig	„

Ruhewasserspiegel bei 2,73 m u. Gel.

Brg. 5, Gemarkung Heisterberg; R 34 40 73, H 56 13 06, 556,6 m über NN; Wassererschließung; Freifall-Trockenbohrung; ED 600 mm; 1963

– 2,00 m	Lehm, grau, mit Basaltbrocken	Quartär
– 5,00 m	Ton, rotbraun (verwitt. Tuff)	Jungtertiär
– 7,20 m	Basalteisenstein, hellbraun-rostig	„
– 10,30 m	Basalt, dunkel, teilweise blasig	„
– 18,00 m	Basalttuff, verwittert, braun	„
– 23,00 m	Basalt, dunkel, dicht; Tuff, porös, braunrot	„
– 24,00 m	Tuff, verwittert, rotbraun	„
– 37,80 m	Basaltschlackentuff, rot	„
– 38,80 m	Basalt, fest, braun bis braunrot	„
– 55,00 m	Basalt, dunkelgraublau	„

Im PV sind max. 9 l/s bei Absenkung von 27,00 m (Ruhewasserspiegel) auf 35,30 m u. Gel. gefördert worden.

Brg. 6, Gemarkung Hohenroth; R 34 38 40, H 56 12 16, 564 m über NN; Wassererschließung; Freifall-Gestängebohrung; ED 670 mm; 1974/75

Brunnen Hohenroth II

– 0,50 m	Schluff, humos, dunkel	Quartär
– 2,00 m	Basalt, verwittert, lehmig	„
– 3,00 m	Basaltgrus, hellgrau, violetter Farbstrich	Jungtertiär
– 9,00 m	Basalttuff, hellgrau und bräunlich, schlackig	„
– 10,00 m	Basalt, schlackig, hellgrau	„
– 13,00 m	Basalttuff, braun bis rotbraun	„
– 15,00 m	Basalt, fest, grau; Tuffe, braun, gelreich	„
– 16,00 m	Tuff, braunrot	„
– 20,00 m	Basalt, fest, grau; Tuffe, braun, gelreich	„
– 28,00 m	Basalttuff, braun, schlackig	„
– 29,00 m	Basalt, fest, braun; etwas Tuff, braun	„
– 31,00 m	Tuff, ziegelrot	„
– 35,00 m	Tuff, tonig, violettstichig, schlackig	„
– 39,00 m	Basalt, hellgrau; Tuff, bunt	„
– 44,00 m	Tuff, braun, ziegelrot, beigeorange, braungrau	„

- 67,00 m	Basalt, grau, oben grusig	Jungtertiär
- 69,00 m	Tuffe, ziegelrot, leuchtend	„
- 71,00 m	Tuffe, gelbbrot	„
- 72,00 m	Tuffe, hellgraubraun	„
- 73,00 m	Tuffe, hellgraugrünlich	„
-107,00 m	Basalt, graubraun	„
-111,00 m	Tuffe, violettgrau, dunkelgrau, braun und hellbraunorange, ziegelartig	„
-142,00 m	Basalt, braun, grau, gelbreich	„
-145,00 m	Basalttuff, waldgrün, tonig zersetzt	„

Im PV sind max. 107 l/s bei Absenkung von 48,00 m (Ruhewasserspiegel) auf 69,00 m u. Gel. gefördert worden. Dem Brunnen ging eine Untersuchungsbohrung von 100 m Tiefe im Jahre 1966 voraus. 150 m NE des Brunnen wurde eine 87 m tiefe Grundwassermeßstelle (R 34 38 52, H 56 12 24), 50 m S des Brunnens eine zweite von 77 m Tiefe (R 34 38 40, H 56 12 10) angelegt.

Brg. 7, Gemarkung Hohenroth; R 34 39 39, H 56 11 28, 536 m über NN; Wassererschließung; Seilschlag-Trockenbohrung, ED 600 mm; 1972/73

Brunnen Hohenroth I

- 2,00 m	Schluff, beige-grau, ockerfleckig, lehmig; Steine	Quartär
- 22,00 m	Tuff, bunt, gelbreich, mit Basaltagglomerat	Jungtertiär
- 35,00 m	Basalt, fest, dunkel	„
- 39,00 m	Basalt, schlackig; braune und rote Partikel	„
- 44,00 m	Basalt, braun bis rötlich	„
- 45,00 m	Tuff, schlackig, dunkel und ziegelrot	„
- 47,00 m	Tuff, ziegelrot und grau	„
- 63,00 m	Tuffe, weißgrau, hellbraun, grau; z. T. gelbreich, schlackig, zuletzt rosa und braun	„
- 95,00 m	Basalt, dunkelgrau und rötlich, auch graugrün	„
- 98,00 m	Basalt, rötlich; und etwas Tuff, rötlich	„
-110,00 m	Basalt, dunkel, weißliche zeolithische Kluffbeläge	„
-112,00 m	Tuff, violettbraun bis hellgrünlich; Gele	„

Im PV sind max. 83,3 l/s bei Absenkung von 18,10 m (Ruhewasserspiegel) auf 22,9 m u. Gel. gefördert worden. Auch zu dieser Bohrung bestehen zwei Grundwassermeßstellen von je 50 m Tiefe bei R 34 39 37, H 56 11 28 und R 34 39 28, H 56 11 23.

Brg. 8, Gemarkung Mademühlen; R 34 39 53, H 56 09 69; 521 m über NN; Wassererschließung; Freifall-Trockenbohrung, ED 800 mm; 1965/66

Brunnen Mademühlen I

- 4,30 m	Lehm, braunfleckig, mit Steinen und zersetztem Tuff	Quartär
- 13,20 m	Basalttuff, violett, braun, grünlich; gelbreich	Jungtertiär
- 14,70 m	Tuff, ziegelrot	„
- 22,20 m	Tuff, grau-violett; grünliche Zersetzungsprodukte in Nestern	„
- 23,30 m	Tuff, braungrau; Zersetzungsprodukte, grünlich	„
- 39,00 m	Basalt, dunkel	„
- 47,50 m	Basalt, grauschwarz, z. T. schlackig	„

Im PV sind max. 45 l/s bei Absenkung von 7,00 m (Ruhewasserspiegel) auf 11,15 m u. Gel. gefördert worden.

Brg. 9, Gemarkung Mademühlen; R 34 40 07, H 56 08 68, 524,69 m über NN; Wassererschließung; Seilschlag-Trockenbohrung, ED 720 mm; 1973/74

Brunnen Mademühlen II

- 1,00 m	Schluff, hellgraubraun, rostfleckig	Quartär
- 10,00 m	Tuff, braunrot, rot und grüngrau	Jungtertiär

- 14,00 m	Basalt, dunkelgrau bis bräunlich	Jungtertiär
- 15,00 m	Tuff, graubraun, mit Basaltsplitt	"
- 24,80 m	Basalt, dunkel	"
- 29,70 m	Tuff, ziegelrot, tonig	"
- 34,00 m	Tuff, braun graugrünbraun; grüne Partikel	"
- 65,00 m	Basalt, graugrün bis rotbraun	"
- 89,00 m	Basalt, dunkelgrau und rötlich	"
- 96,50 m	Tuff, braun, braungelb, tonig zersetzt, quellend	"

Im PV sind max. 57,14 l/s bei Absenkung von 3,20 m (Ruhewasserspiegel) auf 29,05 m u. Gel. gefördert worden.

Brg. 10, Gemarkung Rodenroth; R 34 46 30, H 56 06 13, 467,05 m über NN; Wassererschließung; Freifall-Trockenbohrung, 700 mm; 1965

- 0,20 m	Schluff, grau, steinig	Quartär
- 1,10 m	Basaltersatz, grusig, braun, lehmig	Jungtertiär
- 9,00 m	Basalt, grau	"
- 11,30 m	Tuff, tonig, ziegelrot	"
- 16,50 m	Tuff, grauviolett,	"
- 28,50 m	Bombentuff, braun	"
- 30,00 m	Basalt, grau	"
- 43,40 m	Tuff, braunviolett und graubraun, Bims, grünweiß	"
- 45,50 m	Tuffit, tonig, grün (Walkerde)	"
- 47,30 m	Tuff, grauviolett	"
- 60,00 m	Ton, gelb-hellgrau	Oberoligozän?

Im PV sind 1,6 l/s bei Absenkung von 16,70 m auf 39,50 m u. Gel. gefördert worden.

Brg. 11, Gemarkung Odersberg; R 34 43 38, H 56 06 92, 490 m über NN; Wassererschließung; Rotationsspülbohrung, 150 mm; 1971

- 1,20 m	Lehm, braun	Quartär
- 18,60 m	Tuff, tonig, zersetzt, rot	Jungtertiär
- 34,50 m	Basalt, grau und rötlich	"
- 48,00 m	Tuff, tonig zersetzt, rotbraun	"
- 52,00 m	Basalt und toniger Zersatz	"
- 62,70 m	Basalt, graugrün	"
- 66,00 m	Ton, braun bis fleischrot (Tuff, zersetzt)	"
- 80,00 m	Basalt, grünlich bis schwarz; toniger Zersatz, braun	"

Im PV sind 6 l/s bei Absenkung von 4,65 m auf 42,70 m u. Gel. gefördert worden.

Brg. 12, Gemarkung Arborn; R 34 40 84, H 56 06 32, 495 m über NN; Untersuchungsbohrung; Rotationsspülbohrung, 170 mm; 1971

- 1,40 m	Lehm, schluffig, rostig, gelbbraun	Quartär
- 8,00 m	Lehm mit Basaltgrus	"
- 30,00 m	Basalt, rötlich, fest	Jungtertiär
- 40,00 m	Basalt, grüngrau	"
- 55,00 m	Basalt, braungrau bis schwarz	"
- 80,00 m	Tuff, braun bis oliv, fest	"

Im PV sind 2,15 l/s bei Absenkung von 15,50 m auf 49,00 m u. Gel. gefördert worden.

Brg. 13, Gemarkung Mengerskirchen; R 34 40 48, H 56 04 13, 415 m über NN; Wassererschließung; Freifall-Trockenbohrung, 600 mm; 1953

- 3,00 m	Geröll mit Lehm, sandig	Quartär
- 3,80 m	Sand, braun	"

- 4,00 m	Basaltgeröll	Quartär
- 12,90 m	Tuff, braun und grau	Jungtertiär
- 22,00 m	Basalt, verwittert	„
- 50,00 m	Geröll (Quarzit und Basalt), tonig und sandig gebunden	„

Im PV sind 1,7 l/s bei Absenkung von Überlauf auf 44 m u. Gel. gefördert worden.

Brg. 14, Gemarkung Mengerskirchen; R 34 39 41, H 56 02 58, 381 m über NN; Wassererschließung; Seilschlag-Trockenbohrung, 800 mm; 1970

- 1,50 m	Lehm, feinsandig, braun; Basaltbrocken	Quartär
- 4,00 m	Lehm, braun und grau; Basaltbrocken, z. T. rötlich	„
- 7,00 m	Basaltbrocken, zersetzt, lehmig gebunden	„
- 31,80 m	Basalt, grüngrau bis graublau	Jungtertiär
- 33,50 m	Basalttuff, braun, tonig	„
- 39,00 m	Basalttuff, waldgrün; Basaltbrocken	„
- 48,50 m	desgl. stark tonig-schluffig	„
- 49,00 m	Ton, grau und rosabraun	Oberoligozän
- 55,00 m	Ton, weißgrau, fett	„

Im PV sind max. 6,2 l/s bei Absenkung von 3,60 m auf 40,55 m gefördert worden.

Brg. 15, Gemarkung Mengerskirchen; R 34 39 16, H 56 02 38, 377 m über NN; Wassererschließung; Freifall-Schlagbohrung, ED 700 mm; 1979

- 1,00 m	Schwemmlehm, braun	Quartär
- 5,00 m	Bachkies (Basaltgeröll)	„
- 10,00 m	Zersatz, rostbraun (Tuffe?)	Jungtertiär
- 28,00 m	Basalt, splittrig, rotbraun	„
- 42,00 m	Basalttuff, graubraun, tonig, zeolithreich; Basaltbrocken	„
- 57,00 m	Basalt, dunkel	„
- 64,00 m	Basalt, grau; Quarz, weiß (ev. zerschlagene Gerölle)	„
- 65,60 m	Ton, hellgelb, schluffig	Oberoligozän

Im PV sind max. 8,1 l/s bei Absenkung von 3,30 m auf 20,10 m u. Gel. gefördert worden.

Brg. 16, Gemarkung Waldernbach; R 34 39 11, H 56 00 96, 395 m über NN; Wassererschließung; Freifall-Trockenbohrung, ED 580 mm; 1964

- 1,20 m	Schluff, lehmig, humos	Quartär
- 1,90 m	Schluff, braun, Basaltbrocken	„
- 12,80 m	Basalt, grau, plattig	Jungtertiär
- 23,20 m	Tuff, rot, z. T. tonig zersetzt; Basalt	„
- 48,60 m	Olivinbasalt, grau, große Augitkristalle	„
- 53,00 m	Ton, sandig, hellgrau	„
- 67,80 m	Tuff, grau mit Basaltbrocken	„
- 70,00 m	Ton, hell, violettstichig	Oberoligozän

Im PV sind 3,5 l/s bei Absenkung von 20,10 m (Ruhewasserspiegel) auf 53,30 m u. Gel. gefördert worden.

Brg. 17, Gemarkung Lahr; R 34 39 00, H 55 98 51, 335 m über NN; Wassererschließung; Seilschlag-Trockenbohrung, 600 mm; 1966

- 1,50 m	Tuff, vertont, grüngrau bis braun	Jungtertiär
- 6,50 m	Ton, graugrün, klebend (Walkerde)	„
- 11,00 m	Basalt, waldgrün, zersetzt; Basaltbrocken, braun	„
- 16,50 m	Basalt, fest	„
- 17,50 m	Basalttuff, ziegelrot	„

– 20,00 m	Tuff, grügelb bis oliv, tonig	Jungtertiär
– 33,00 m	Tuff, vertont, bunt	„
– 35,00 m	Klebsand, weißgrau	„
– 41,00 m	Tuffe, bunt, quellend	„
– 53,00 m	Ton, weiß, rot und gelbbraun, fett	Oberoligozän

Brg. 18, Gemarkung Hausen; R 34 35 45, H 35 99 50, 325 m über NN; Wassererschließung; Freifall-Trockenbohrung, 600 mm; 1964

– 1,60 m	Basaltschutt, lehmig	Quartär
– 3,30 m	Basalt und Tuff, blasig; Zersatz, braun	Jungtertiär
– 9,00 m	Basalt, olivin- und gelreich, porig	„
– 54,40 m	Tuff, braungrau, rot, grünlich, rot- und grüngetupft, zuletzt grau und gelblich, gelreich, zuunterst rot, sandig	„
– 60,00 m	Ton, gelbgrau, fett	Oberoligozän bis Untermiozän

Im PV sind 10 l/s bei Absenkung von 22,30 m auf 35,59 m u. Gel. gefördert worden.

Brg. 19, Gemarkung Langendernbach; R 34 33 24, H 56 00 27, 292 m über NN; Wassererschließung; Freifall-Trockenbohrung, 600 mm; 1971

– 2,10 m	Lehm, graubraun, mit Steinen (Solifluktionsschutt)	Quartär
– 2,70 m	Tuff, schlackig, violettgrau	Jungtertiär
– 9,15 m	Basalt, porös, blauviolett, gelreich	„
– 17,70 m	Tuff, ziegelrot	„
– 23,10 m	Basalt, porös, graublau bis violett	„
– 30,30 m	Tuff, rosa bis grau, blasig	„
– 35,80 m	Tuff, fest, grauweißlich	„
– 36,60 m	Tuff, grob; Augitkristalle; Zersatz	„
– 43,60 m	Tuff, hellgrau bis rosa	„
– 45,40 m	Ton, grün (Tuff, zersetzt)	„
– 48,10 m	Ton, kaolinisch, weiß	„
– 50,70 m	Ton, rot und weiß geflammt; grünliche Einschlüsse	„
– 51,00 m	Ton, hellgrün, stark schwindend	„
– 55,00 m	Ton, gelbrosa	Oberoligozän

Im PV sind max. 16,6 l/s bei Absenkung von 8,70 m auf 30 m u. Gel. gefördert worden.

Brg. 20, Gemarkung Rückerhausen; R 34 40 86, H 56 00 42, 355 m über NN; Wassererschließung; Freifall-Trockenbohrung, ED 600 mm; 1964

– 8,00 m	Basalt, zersetzt; Basalttuff, graubraun, mit großen Basaltblöcken	Jungtertiär
– 19,30 m	Basalt, fest, graubraun bis rötlich	„
– 20,40 m	Tuff, rotbraun	„
– 26,50 m	Basalt, schlackig, grau	„
– 28,50 m	Ton, gelbgrün, schlierig	Oberoligozän

Im PV sind 6 l/s bei Absenkung des gespannten Wasserspiegels von 2,80 m auf 12,50 m u. Gel. gefördert worden.

8. Schriftenverzeichnis

- AHLBURG, J. (1915): Über das Tertiär und das Diluvium im Flußgebiet der Lahn. – Jb. preuß. geol. L.-Anst., **36**, 1:269–373, 8 Abb., Taf. 10–18; Berlin.
- (1918): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Lfg. **208**, Bl. Merenberg, 128 S., 18. Abb., 4 Taf.; Berlin.
- AHRENS, W. (1938): Geologische Untersuchungen über die Basalte des Westerwaldes. – Z. dt. geol. Ges. **90**: 55 und 381–383; Berlin.

- (1957): Überblick über den Aufbau des Westerwälder Tertiärs mit besonderer Berücksichtigung der stratigraphischen Stellung der vulkanischen Gesteine. – Fortschr. Mineral., **35**: 109–116; Stuttgart.
 - (1960): Die Lagerstätten nutzbarer Steine und Erden im Westerwald. – Z. dt. geol. Ges., **112**, 2: 238–252, 3 Abb.; Hannover.
- ANGELBIS, G. (1891): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten, Lfg. **41**, Bl. Rennerod u. Mengerskirchen; Berlin.
- BUCHNER, L. (1921): Die Lagerungsverhältnisse und die basaltische Kontaktmetamorphose der Braunkohlen des Hohen Westerwaldes. – Verh. naturhist. med. Ver. Heidelberg, N.F., **14**: 123–124, 24 Abb., 2 Tab.; Heidelberg.
- DIEDERICH, G. (1975): Hydrogeologie.-Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 5319 Londorf: 126–147, 4 Abb., 5 Tab., Wiesbaden.
- HÖLTING, B. (1971): Wassererschließung im schwebenden Grundwasserstockwerk (Brunnenbohrung der Gemeinde Stumpertenrod, Kr. Alsfeld.) – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **99**: 341–346, Abb.; Wiesbaden.
- KAYSER, E. (1907): Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Lfg. **101**, Bl. Herborn; Berlin.
- KLÜPFEL, W. (1924): Geologischer Überblick über den Westerwald. – Neuwied (Strüder). Sonderausg. Festschr. (Verkehrsverein Siershahn; Selters).
- (1929): Der Westerwald. Eine Einführung in seine Geologie und Morphologie. – Sitz.-Ber. naturhist. Ver. preuss. Rheinl. u. Westfalen, **85**. C. Ber. Ver. niederrhein. geol. Ver., **1928**: 75–135; Bonn.
 - (1933): Über die geologische Entwicklung des Westerwaldes. – Verh. naturhist. Ver. preuss. Rheinl. u. Westfalen, **89**: 183–186; Bonn.
 - (1938): Das Eruptionsgesetz der vorquartären Vulkane und die vulkanischen Zyklen. – Ber. oberhess. Ges. Natur- u. Heilk. der (1937/38) naturwiss. Abt.: N.F., **18**, 95–106; Gießen.
- LADNORG, U. (1976): Zur Genese einiger Basaltvorkommen des Westerwaldes. – Diss., unveröff., Fachbereich Geowissenschaften, 179 S., 4 Taf., Mainz.
- LIPPERT, H. J. (1952): Die Bohrung Driedorf II bei Driedorf auf dem Westerwald, Rheinisches Schiefergebirge. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch. (VI) **3**: 343–352; Wiesbaden.
- HENTSCHEL, H. & RABIEN, A. (1970): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000, Bl. 5215 Dillenburg, 2. Aufl., 550 S., 18 Abb., 52 Tab., 6 Taf., 3 Beibl.; Wiesbaden.
- MATTHESS, G. & STENGEL-RUTKOWSKI, W. (1967): Färbversuche mit Uranin AP im oberdevonischen Riffkalkstein (Iberger Kalk) von Erdbach und Breitscheid (Dillmulde, Rheinisches Schiefergebirge). – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **95**: 181–189, 3 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.
- PFLUG, H. D. (1959): Die Deformationsbilder im Tertiär des rheinisch-saxonischen Feldes. – Freiberger Forsch.-H., **C. 71**: 1–110, 13 Abb., 5 Tab.; Berlin.
- STECKHAN, W. (1973): Die Braunkohlen des Westerwaldes. – Hess. Lagerstättenarchiv, **6**, 114 S., 47 Abb., 28 Tab.; Wiesbaden.
- 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.
- TEIKE, M. & TOBIEN, H. (1950): Über Säugerreste aus der Braunkohlengrube „Glückauf-Phönix“ bei Breitscheid im Westerwald. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI) **1**: 112–119; Wiesbaden.
- WIEGAND, K. (1977): Die geologischen, hydrogeologischen und hydrochemischen Verhältnisse des Vogelsberges (Hessen). – Geol. Jb. Hessen, **105**: 177–184, 5 Abb.; Wiesbaden.

Geol. Jb. Hessen	108	S. 197–202	1 Abb.	1 Tab.	Wiesbaden 1980
------------------	-----	------------	--------	--------	----------------

Grundwasserdargebot in Hessen

Von

GISBERT DIEDERICH und BERNWARD HÖLTING

Kurzfassung: Nach einer Erläuterung des häufig in unterschiedlichem Sinne benutzten Begriffs „Dargebot“ wird nach zwei verschiedenen Bestimmungsmethoden die insgesamt im Untergrund Hessens gespeicherte und die jährlich gewinnbare Grundwassermenge ermittelt. Ein Vergleich der Vorräte mit den derzeitigen Fördermengen verdeutlicht, daß in Hessen bislang von einer Übernutzung oder einem Raubbau am Grundwasser nicht gesprochen werden kann.

Abstract: The annually recoverable amount of groundwater in the state of Hesse is computed by two different methods, which give corresponding results. A comparison of the available amount of groundwater with the actual annual extraction reveals no overpumping or ruinous exploitation.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	197
2. Begriffserläuterungen	198
3. Grundwasserdargebot	199
4. Dargebot und Nutzung	201
5. Schlußbemerkungen	201
6. Schriftenverzeichnis	202

1. Einleitung

In Zeiten knapper werdender Grundstoffe bilden Überlegungen zur Größe der überhaupt vorhandenen natürlichen Vorräte und der jeweils unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten nutzbaren Mengen wichtige Entscheidungskriterien für eine vorausschauende Planung. Auch beim Grundwasser mehrten sich die Stimmen, die von einer zunehmenden Verknappung und von einem „unverantwortlichen Raubbau“ an diesem Naturprodukt sprechen. Da bei solchen Diskussionen meist weniger sachliche als vielmehr emotionelle Argumentationen angeführt werden, Maß und Zahl aber die unabdingbare Voraussetzung eines jeden Mengenvergleichs und einer langfristigen Planung sind, sollen für den Bereich des Landes Hessen Überlegungen zur Höhe des natürlichen Grundwasserdargebotes mitgeteilt werden.

* Dr. G. DIEDERICH, Dr. B. HÖLTING, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden.

2. Begriffserläuterungen

Nach der DIN 4049 ist Grundwasser unterirdisches Wasser, das die Hohlräume der Erdkrinde zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegung ausschließlich oder nahezu ausschließlich von der Schwerkraft und den durch die Bewegung selbst ausgelösten Reibungskräften bestimmt wird. Das Vorhandensein von Grundwasser wie auch seine Vorratsmenge stehen also in engem Zusammenhang mit dem Auftreten und der Häufigkeit von Hohlräumen im Gesteinsverband. Die Wasserwegsamkeit (Wasserleitvermögen, Durchlässigkeit, Permeabilität, hydraulische Leitfähigkeit) der Gesteine wird entscheidend bestimmt durch den Verfestigungsgrad (Locker- oder Festgesteine) und bei Festgesteinen durch die tektonische Beanspruchung und die dadurch entstandene Klüftung. Der Gesamthohlraumanteil (Hohlraumvolumen) der Gesteine (Porenraum in Lockergesteinen, Kluft-, Trennfugen- oder Lösungshohlraumanteil in Festgesteinen) wechselt zwischen knapp 60% in bestimmten unverfestigten Lockergesteinen (Tone) und unter 1% in einzelnen Festgesteinen (dichter Fels). Ein Teil des Grundwassers ist jedoch als Haftwasser an Gesteinspartikel oder Kluftwände gebunden, somit kann auch nur ein Teil des Hohlraumvolumens vom Grundwasser unter der Einwirkung der Schwerkraft durchflossen werden, das sog. nutzbare (oder effektive) Hohlraumvolumen eines Gesteins. Dieses ist naturgemäß kleiner als das Gesamthohlraumvolumen und liegt etwa zwischen 25% (bestimmte Sande) und 0% (Ton, ungeklüfteter Fels). Tone enthalten somit zwar vielfach >50% Wasser, das jedoch ausschließlich als Haftwasser vorliegt und somit nicht fließfähig, also nicht gewinnbar ist.

Der Grundwasservorrat eines Gebietes ergibt sich aus dem Produkt von mittlerem nutzbarem Hohlraumgehalt und grundwassererfüllter Gesteinsmächtigkeit. Die so für eine bestimmte Fläche berechnete Grundwassermenge stellt den Gesamtgrundwasservorrat eines Gebietes dar, der als statischer Grundwasservorrat bezeichnet werden kann (Abb. 1). Allerdings sagt ein solcher Wert nichts darüber aus, welcher Anteil hiervon genutzt oder mittels Fassungsanlagen (Quellfassung, Bohrbrunnen) auf Dauer gewonnen werden kann. Die Tatsache, daß das Grundwasser keine einmalige, fest umrissene Lagerstätte ist – wie ein Kohle- oder Erzvorkommen –, sondern sich ständig durch Einsickerung von Niederschlägen und aus Oberflächengewässern erneuert, bestimmt auch seine Nutzungsmöglichkeit. Um die Minderung eines Grundwasservorkommens oder dessen völligen Abbau auszuschließen, sollte nämlich nur die Menge entnommen werden, die sich im langjährigen Mittel neu bildet. Dieser Teil eines Grundwasservorkommens, der sich quasi im ständigen Umsatz befindet, kann als dynamischer Grundwasservorrat (oder max. gewinnbares Grundwasserdargebot) bezeichnet werden. Er ist jedoch nicht auch notwendigerweise der unter wasserwirtschaftlichen oder ökonomischen Gesichtspunkten gewinnbare. Z. B. kann die wasserwirtschaftlich gewinnbare Menge, wenn bestimmte Auflagen eingehalten werden müssen – z. B. in Vorflutern soll eine gewisse Mindestwasserführung gewährleistet sein oder ein vorgegebener max. Grundwasserflurabstand darf nicht überschritten werden –, wesentlich geringer sein. Und der letztlich für die Praxis entscheidende, der erschließbare Grundwasseranteil unterliegt ferner ökonomischen Überlegungen.

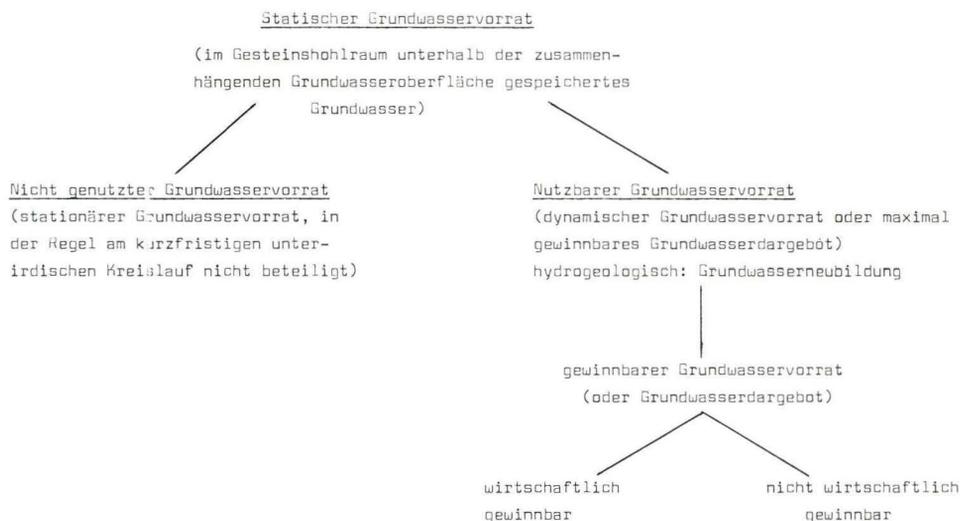


Abb. 1 Begriffserläuterung der verschiedenen Teile des Grundwasservorrats.

Deshalb entspricht er nur in sehr gut durchlässigen Gesteinen, wie in mächtigeren sandig-kiesigen oder bestimmten Kluft- und Karst-Grundwasserleitern, in denen einer Gewinnungsanlage oder wenigen der gesamte Neubildungsanteil zufließt, dem hydrogeologisch nutzbaren (= dynamischen) Dargebot. In weniger gut durchlässigen Gesteinen ist hierzu jedoch ein viel größerer, häufig unwirtschaftlicher finanzieller Aufwand erforderlich. Vielfach, insbesondere in Festgesteinen, beträgt daher das erschließbare Dargebot nur einen Bruchteil des an und für sich hydrogeologisch nutzbaren.

Der nicht genutzte Anteil des Grundwasservorrats kann als stationärer Grundwasservorrat (Abb. 1) bezeichnet werden, er ist in der Regel am unterirdischen Wasserkreislauf wenig beteiligt.

3. Grundwasserdargebot

Bei einer Betrachtung des im Bereich des Landes Hessen vorhandenen Grundwasserdargebots sind zwei Fragen von vorrangigem Interesse, einmal die Höhe der Gesamtvorräte (statisches einschließlich dynamischem Dargebot) und zum anderen die sich im langfristigen Mittel jährlich neu bildende und damit im Höchsthalle für eine Nutzung zur Verfügung stehende Menge (\pm dynamisches Dargebot). Eine Bestimmung dieser Werte setzt die Kenntnis des nutzbaren Hohlraumgehaltes aller als Grundwasserleiter in Frage kommenden Gesteine wie auch die Höhe der Grundwasserneubildung in diesen Gesteinen in Abhängigkeit von der regional wechselnden Niederschlagshöhe u. ä. voraus. Hierzu reicht jedoch vielfach die Informationsdichte der Basiswerte noch nicht aus. Es wird daher im folgenden nicht der nutzbare Hohlraumgehalt der Grundwasserleiter, sondern der

nach aller hydrogeologischer Erfahrung im Mittel ausnutzbare, d. h. der von Fassungsanlagen effektiv entwässerbare Hohlraumgehalt zugrunde gelegt. Dieser entspricht dem aus einer Raumeinheit des Gesteins gewinnbaren Grundwasseranteil und ist damit besonders in homogenen Gesteinen (die meisten Festgesteine) kleiner als der gesamte nutzbare Hohlraumanteil, liegt also für eine Dargebotschätzung auf der sicheren Seite.

Die grundwassererfüllte Gesteinsmächtigkeit läßt sich annähernd aus den bei Brunnenbohrungen gemachten Erfahrungen angeben. Als Mittelwert für die Mächtigkeit einzelner Formationen wurde die Tiefe zugrunde gelegt, ab der in der Regel bei weiterer Brunnenvertiefung keine wesentliche Leistungssteigerung mehr eintritt.

Die von den einzelnen geologischen Formationen eingenommene Landesfläche ist ebenfalls bekannt (NÖRING 1968). Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß als Pleistozän nur die quartären Senkungsfelder mit großer Sediment- und damit Grundwasserleitermächtigkeit ausgewiesen wurden (Oberrheingraben und Hanau-Seligenstädter Senke). Die von geringer mächtigen Fluß- und Bachablagerungen eingenommenen Talbereiche sowie die von pleistozänem Schutt und Löß bedeckten Hochflächen oder Hänge wurden dagegen, da deren Grundwassermenge im einzelnen nicht bestimmbar ist, aber das Gesamtdargebot auch nicht wesentlich beeinflussen, den unterlagernden Gesteinsformationen zugerechnet.

Aus den in Tab. 1 zusammengestellten Zahlen errechnet sich die im Untergrund Hessens gespeicherte gewinnbare (statische) Grundwassermenge zu rd. 57 Mrd. oder annähernd 60 Mrd. m³. Hierbei ist jedoch ausdrücklich anzumerken, daß es sich dabei um eine überschlägig berechnete Grundwassermenge ohne Berücksichtigung der Beschaffenheit handelt, die also sowohl Trinkwasser als auch Wasser minderer Qualität umfaßt.

Im Gegensatz zu diesem insgesamt im Gesteinsuntergrund Hessens vorhandenen statischen Grundwasservorrat ist naturgemäß die sich jährlich unter mittleren Niederschlagsverhältnissen neubildende Grundwassermenge (= max. nutzbares

Tab. 1. Verbreitung der Grundwasserleiter in Hessen und statisches Grundwasserdargebot

Landesfläche mit anstehendem Gestein	Fläche in km ²	Zur Grundwassergewinnung (aus)nutzbar im Mittel		Gewinnbares Grundwasserdargebot in hm ³ (Mio. m ³)
		Hohlraumanteil in %	Gesamtmächtigkeit in m	
Pleistozän	1760	10	200	35 200
Basalt	2958	1	250	7 395
sedimenttäres Tertiär	1498	0,3	150	674
Muschelkalk (vereinzelt bis Lias)	840	2	100	1 680
Buntsandstein	7523	0,5	250	9 407
Zechstein	476	1,5	100	714
Rotliegendes	441	0,4	200	352
Schiefergebirge	4752	0,2	150	1 425
Kristallin	860	0,1	100	86
	<u>21108</u>			<u>56 931</u>

Dargebot = dynamisches Grundwasserdargebot) wesentlich geringer. Die Größenordnung des langjährig max. nutzbaren Grundwasserdargebotes ist jedoch unter Verwendung zweier unterschiedlicher Berechnungsmethoden recht genau bekannt. So haben HÖLTING & THEWS (1976) aus den fast genau die halbe Landesfläche erfassenden Wasserwirtschaftlichen Rahmenplänen Hessens die darin ermittelte langjährige mittlere Niedrigwasser-Abflußspende als repräsentatives Maß der mittleren nutzbaren Grundwasserneubildung angesehen und auf das gesamte Land Hessen umgerechnet. Daraus ergab sich eine nutzbare jährliche mittlere Grundwasserneubildung von 1,13 Mrd. m³.

In einer Überarbeitung des Teils „Hydrogeologische Verhältnisse im Gebiet des Sonderplanes Wasserversorgung Rhein-Main“ (DIEDERICH 1973) wurde für ein Planungsgebiet von 7822 km², in dem die hydrogeologischen Einheiten vom kristallinen Grundgebirge über devonische, permische und triassische, tertiäre sedimentäre und vulkanische bis zu den quartären Gesteinen in annähernd gleicher prozentualer Verbreitung wie im Landesgebiet vorkommen, ein gewinnbares Grundwasserdargebot von gut 477 Mio. m³/a ermittelt. Auch bei dieser Berechnung wurden nur die erfahrungsgemäß aus den unterschiedlichen hydrogeologischen Einheiten durch Bohrungen gewinnbaren Grundwassermengen zugrunde gelegt. Für das gesamte Landesgebiet ergaben sich nach dieser Bestimmungsmethode 1,278 Mrd. m³ als jährliche mittlere Grundwasserneubildung. Eine gute Übereinstimmung mit dem Ergebnis der anderen Methode ist damit gegeben.

Die im langfristigen Mittel hydrogeologisch nutzbare dynamische Grundwasserneubildung im Bereich des Landes Hessen kann demnach mit rd. 1,2 Mrd. m³/a angenommen werden.

4. Dargebot und Nutzung

Nach den dem Hessischen Landesamt für Bodenforschung zur Verfügung stehenden Daten wurden im Jahre 1976 im Lande Hessen dem Grundwasser etwa 520–550 Mio. m³ entnommen. Bezogen auf das jährlich gewinnbare mittlere Grundwasserdargebot betrug somit die Grundwassernutzung ca. 45%, unter Berücksichtigung einiger Landesgebiete, in denen auch das oberflächennah sich neubildende Grundwasser keine Trinkwasserqualität besitzt, annähernd 50%. Die Mehrfachnutzung von Grundwasser ist dabei nicht berücksichtigt, dürfte aber quantitativ unerheblich sein.

Unterstellt man dagegen, daß die gegenwärtige Grundwasserentnahme für viele Jahre allein aus dem im Untergrund Hessens gespeicherten Dargebot gewonnen werden müßte – sicher eine rein hypothetische Annahme –, so würden diese (statischen) Vorräte bis zur völligen Erschöpfung die Wasserversorgung im Lande für nahezu 100 Jahre ermöglichen, ohne daß eine Neubildung erfolgen müßte.

5. Schlußbemerkungen

Es sei nochmals hervorgehoben, daß das unter wasserwirtschaftlichen Gesichtspunkten gewinnbare Grundwasserdargebot nicht mit dem hydrogeologisch gewinnbaren übereinzustimmen braucht, ja meistens geringer anzusetzen ist. Für

die Versorgungssituation der Bevölkerung ist dies jedoch von nicht so ausschlaggebender Bedeutung, da weite Landesteile bereits mit Verbundnetzen versehen sind und somit im Bedarfsfall mit Fernwasser aus Überschußgebieten versorgt werden können. Die vorstehenden Ausführungen sollen vielmehr verdeutlichen, daß von einer Krise der Wasserversorgung in Hessen bislang nicht die Rede sein kann. Weitere bereits in Anlauf befindliche Planungen (künstliche Grundwasseranreicherungen, Trinkwassertalsperren u. ä.) werden auch bis in das kommende Jahrtausend hinein die Trinkwasserversorgung aller Landesbewohner sichern.

6. Schriftenverzeichnis

- DIEDERICH, G. (1973): Die hydrogeologischen Verhältnisse im Gebiet des Sonderplanes Wasserversorgung Rhein-Main Teil II. – Unveröff. Gutachten, 27 S., 1 Kt., 2 Tab.; Wiesbaden.
- HÖLTING, B., & THEWS, J.-D. (1976): Hydrogeologische Daten in der Geologischen Karte 1:25 000 und anderen Kartenwerken von Hessen – gwf-Wasser/Abwasser, **117**: 245–251, 1 Abb., 6 Tab.; München (Oldenbourg).
- NÖRING, F. (1968): Hydrogeologische Grundlagen der Wasserversorgung in Hessen. – gwf-Wasser/Abwasser, **109**: 633–635; München (Oldenbourg).

Manuskript eingegangen am 18. 2. 1980

Die Auswirkungen der Starkregen im Mai 1978 auf die Grundwasserstände der hessischen Oberrheinebene

Von

BENEDIKT TOUSSAINT*

Kurzfassung: Das Jahr 1978 ist ein durch Meßwerte gut belegtes Beispiel für hohe sommerliche Grundwasserneubildung. Vom 22.–24. Mai fielen im Hessischen Ried und im Untermaingebiet knapp 95 mm Niederschlag. Die Grundwasserstände stiegen bis Anfang Juni großflächig um rd. 0,5 m an, selbst große Waldgebiete machten hierbei keine Ausnahme. Weiterhin wurde offensichtlich, daß auch bei tiefer Lage der Grundwasseroberfläche die oberirdischen Gewässer des Betrachtungsraumes nur bei höheren Wasserständen in nennenswertem Ausmaß durch Infiltration zur Grundwasserneubildung beitragen.

[The effects of the heavy rainfalls in May 1978 on the groundwater levels in the Hessian Upper Rhine valley]

Abstract: The year 1978 is a by many hydrological datas well verified example for high considerable groundwater regeneration in summertime. From 22 to 24 May heavy precipitations of nearly 95 mm fell in the Hessian Ried and in the Lower Main region. The groundwater levels rose spaciouly till the beginning June about 0,5 m. Even woodlands were without an exception in this dimension connected with the increase of groundwater reserve. Further is was obvious, that even in the case of a profound position of the groundwater the surface waters of the area under consideration contribute efficiently to groundwater recharge only if their gauges are high.

[L'effet des pluies fortes en mai 1978 sur le niveau de la nappe phréatique de la partie hessoise de la plaine du Rhin supérieur]

Résumé: L'an 1978 est un exemple bien documenté par dates hydrologiques pour une considérable alimentation d'été de la nappe souterraine. Du 22 au 24 mai les précipitations fortes atteignaient une hauteur de presque 95 mm au Ried hessois et dans le bassin du Main inférieur. Jusqu'au début de juin on pouvait constater une montée spacieuse de la surface libre des eaux souterraines de 0,5 m environ. Même les terrains boisés n'étaient pas exceptés de cette dimension du mouvement ascendant lié à une augmentation de la réserve. Bien que la nappe soit très profonde, il devenait de plus évident, que les cours d'eau de surface de la région étudiée augmentent seulement en cas d'un niveau élevé considérablement par infiltration la nappe souterraine.

Inhaltsverzeichnis

1. Problemstellung	204
2. Das Untersuchungsgebiet und seine grundwasserrelevanten Geofaktoren	205
3. Allgemeines zur Sickerwasserbewegung sowie klimatologische und hydropedologische Gegebenheiten im Frühjahr 1978	207

* Dr. B. TOUSSAINT, Hessische Landesanstalt für Umwelt, Aarstr. 1, 6200 Wiesbaden.

4. Räumliche und zeitliche Veränderung der Grundwasserstände	212
4.1. Auswirkung der Niederschläge	212
4.2. Auswirkung der oberirdischen Gewässer	218
5. Schlußfolgerungen hinsichtlich der sommerlichen Grundwasserneubildung in der hessischen Oberrheinebene	220
6. Schriftenverzeichnis	221

1. Problemstellung

In der Literatur (u. a. ALTMANN et al. 1977: 25; BRECHTEL 1971: 57–58, 1973: 597; SCHULZ 1970: 167) wird oft der Eindruck erweckt, daß während der Vegetationsperiode keine nennenswerte niederschlagsbürtige Grundwasserneubildung stattfindet. Als Grund wird die hohe sommerliche Verdunstung angegeben, die in Mitteleuropa im langjährigen Durchschnitt etwa 80 % der Jahressumme ausmacht (LIEBSCHER 1970: 173). Dieser pauschalen Aussage kann nicht ohne weiteres beigepflichtet werden. Bereits die oberflächliche Durchsicht der Hauptzahlen im Grundwasserteil der Gewässerkundlichen Jahrbücher läßt erkennen, daß entgegen dieser Vorstellung die Grundwasserstände während der Sommermonate keineswegs immer nur absinken. In manchen Jahren bleiben sie über mehrere Wochen hinweg ziemlich konstant oder können sogar ansteigen. Dieses Phänomen bedeutet nichts anderes als Grundwasserneubildung, deren Rate entweder dem Grundwasserabstrom in etwa entspricht bzw. im zweiten Falle sogar übersteigt, so daß es zur Grundwasserspeicherung kommt. In wasserwirtschaftlichen Problemgebieten sollte die Größenordnung der auch in Sommerhalbjahren möglichen Grundwasseralimentation aus Gründen der hydrologischen Bilanzsicherheit bekannt sein. In Hessen gilt diese Forderung besonders für die Oberrheinebene, aus deren reichen Grundwasservorräten der Ballungsraum Rhein-Main ganz wesentlich versorgt wird. Mit sommerlicher Grundwasserneubildung in dieser Region kann aufgrund der Erfahrungen der vergangenen 25 Jahre relativ oft gerechnet werden. Am Beispiel des Spiegelgangs der staatlichen Meßstelle 527055 A, die sich im Zentrum des sog. „Bauschheimer Wasserberges“ befindet, läßt sich zeigen, daß während des Zeitraums 1954/78 in immerhin 10 Fällen ergiebige Sommerregen zu Vorratsbildung im phreatischen Bereich führten (Abb. 1). Vor allem die Jahre 1966, 1968 und 1978 zeichneten sich durch beachtliche Grundwasserneubildung in bestimmten Sommermonaten aus. Der Abb. 1 ist zu entnehmen, daß zwischen monatlicher Niederschlagshöhe N und zugeordnetem relativen Grundwasserspiegelanstieg ΔH_{Gw} eine lineare Beziehung besteht. Die Gleichung lautet

$$\Delta H_{Gw} = 0,28 N - 11,22.$$

Beim gewählten repräsentativen Beispiel ist bei Niederschlägen unter 40 mm theoretisch überhaupt nicht mit einer positiven Reaktion der Grundwasseroberfläche zu rechnen. Der Korrelationskoeffizient $R = 0,73$ ist ein deutlicher Hinweis dafür, daß außer dem abflußwirksamen Niederschlag noch weitere hydrologische Parameter einen entscheidenden Einfluß auf den Spiegelgang des Grundwassers haben.

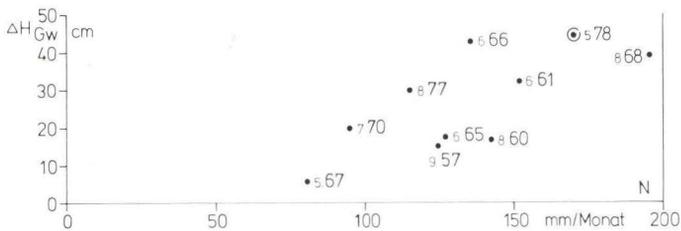


Abb. 1. Sommerhalbjahre der Periode 1954/78 mit Grundwasserneubildung, dargestellt am Spiegelgang der Grundwassermeßstelle 527055 A Bauschheim unter Berücksichtigung der entsprechenden monatlichen Niederschlagssummen der Station Hochheim des Deutschen Wetterdienstes.

Um die durch den Grundwasseranstieg dokumentierte sommerliche Grundwasserneubildung in der hessischen Oberrheinebene im Rahmen dieser Arbeit darstellen zu können, wurden stellvertretend für die vorstehend aufgezeigten entsprechenden Niederschlagsereignisse anderer Jahre die Starkregen des Monats Mai 1978 und ihre direkten und indirekten Auswirkungen auf die Grundwasserstände ausgewählt. Die Beschränkung auf 1978 wurde einerseits durch das hydrologische Meßnetz vorgegeben, das erst seit Mitte der siebziger Jahre zufriedenstellend ausgebaut ist (SALAY & TOUSSAINT 1977). Andererseits sollten für Untersuchungen dieser Art nur sommerliche Niederschlagsspitzen großer Intensität und hoher Versickerungsgeschwindigkeit oder mit dem Regenereignis zusammenhängende kurzperiodisch höhere Wasserstände infiltrierender Oberflächengewässer ausgewertet werden, weil dann eine signifikante, eindeutig nachweisbare Anhebung der Grundwasseroberfläche ausgelöst wird, die zeitlich exakt zuordbar ist. Das Jahr 1978 erfüllte diese Bedingungen in hohem Maße. Die Nichtberücksichtigung anderer Jahre mit sommerlicher Grundwasserneubildung hat den Nachteil, daß die erzielten Ergebnisse letztlich nur gültig für die genannte kurze Zeitspanne sind. Es wird jedoch immerhin eine Vorstellung von der von Natur aus möglichen oberen Grenze der sommerlichen Grundwasserneubildungsrate vermittelt. Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, sollte allerdings immer der Bezug zur langjährig mittleren Höhe der Grundwasserneubildung hergestellt werden. Darüber liegen mehrfach Äußerungen vor (u. a. BÖKE & DIEDERICH 1979, TOUSSAINT 1979: 214–230).

2. Das Untersuchungsgebiet und seine grundwasserrelevanten Geofaktoren

Der hier betrachtete Anteil am oberrheinischen Flachland, das in seinem größeren südlichen Abschnitt als Hessisches Ried i. w. S. und nördlich der Linie Darmstadt – Groß-Gerau – Trebur als Untermainregion gegliedert werden kann, wird von den TK 50 L 6116 Darmstadt-West und L 6316 Worms völlig abgedeckt. Nur ein schmaler Streifen entfällt noch auf L 6118 Darmstadt-Ost. Das rd. 880 km² umfassende Gebiet erstreckt sich in W – E-Richtung vom Rhein bis zu den untersten Hängen des Bergsträßer Odenwaldes bzw. des sich nördlich anschließenden Messeler Hügellandes. Die Linie Bischofsheim – Rüsselsheim – Langen

begrenzt den Untersuchungsraum im N, im S ist es die Linie Lampertheim – Hüttenfeld – Laudenschbach.

Um zu verdeutlichen, daß eine Übertragung der später mitgeteilten Ergebnisse auf andere Räume nicht ohne weiteres statthaft ist, muß an dieser Stelle zumindest ein gedrängter Überblick über die Geofaktoren gegeben werden. Diese stehen in komplexer Wechselbeziehung zueinander und sind maßgebend für Größenordnung, Jahresgang und räumliche Unterschiede der Grundwasserneubildung. Bezüglich einer umfassenderen Darstellung muß auf die Fachliteratur verwiesen werden (u. a. DIEDERICH et al. 1980).

Die Geologie des Untersuchungsraumes wird durch das Senkungsfeld des altangelegten und kompliziert gebauten Oberrheingrabens bestimmt. Die jüngste Grabenfüllung, das im Rahmen dieser Arbeit allein interessierende Quartär, weist mittlere Mächtigkeiten von 100 m auf, in Annäherung an das Kristallin des Odenwaldes im Raum Heppenheim sogar bis 270 m. Umgekehrt werden im Bereich der Mainmündung nur max. 10 m erreicht. Den überwiegend sandig-kiesigen pleistozänen Lockergesteinsfolgen, die stellenweise von nur geringmächtigem Holozän überdeckt werden, sind zahlreiche feinklastische Horizonte mit nach unten zunehmender Tendenz eingeschaltet. Soweit sie vorherrschend vom Rhein aufgeschüttet wurden, zeichnen sich die Sedimente durch einen merklichen Kalkgehalt aus und ihr Feinsandanteil ist höher als im Untermaingebiet.

Die Geohydrologie der hessischen Oberrheinebene ist dadurch gekennzeichnet, daß die zwei bis drei quartären Grundwasserstockwerke großräumig mehr oder weniger zusammenhängen. Die Schluff- und Tonhorizonte weisen nämlich infolge zahlreicher Sedimentations- und Erosionslücken, fazieller Änderungen oder untergeordnet auch tektonisch bedingt „hydraulische Fenster“ auf. Im Gegensatz zu den tieferen Grundwasserstockwerken hat das obere in der Regel freies Grundwasser, für das der Rhein Hauptvorfluter ist. Nur dieses oberflächennahe Grundwasser, das durch Versickerung der Niederschläge oder Infiltration der oberirdischen Gewässer regeneriert wird, ist Betrachtungsgegenstand. Das Grundwasserspeichergestein weist kf-Werte zwischen 10^{-2} und 10^{-4} m/s auf, die Schluff-Ton-Einschaltungen sind mit kf-Werten um 10^{-8} – 10^{-9} m/s weitgehend impermeabel. Der gravitativ entwässerbare Porenraum des Aquifers kann pauschal mit 15–20 Vol.-% angesetzt werden. Der von Natur aus vorherrschend E – W-gerichtete Grundwasserstrom mit mittleren Gefällen bis 1,5 ‰ im N und bis 0,5 ‰ im S wird heute durch die Absenkrichter der zahlreichen Wasserwerke weithin gestört (SALAY & TOUSSAINT 1977: 51). Grundwasserflurabstände zwischen 2 und 4 m herrschen vor, im Raum Darmstadt und im Gebiet Lorsch – Viernheim sind 20 m und mehr weit verbreitet.

Kennzeichnend ist, daß die das Untersuchungsgebiet meist von E nach W querenden Oberflächengewässer wie Schwarzbach, Modau mit Sandbach, Winkelbach und Weschnitz nur in ihren jeweiligen Mündungsbereichen vorflutende Funktion für das Grundwasser haben, ansonsten liegen die Gewässersohlen in der Regel über der Grundwasseroberfläche. Die Wasserverluste an den Untergrund scheinen jedoch nur gering zu sein und konnten bislang ebensowenig verlässlich quantifiziert werden wie Grundwasserübertritte aus den östlichen Randgebirgen.

Das Klima des Untersuchungsgebietes ist atlantisch, hat aber wegen dessen Lage im Lee des Pfälzer Waldes deutlich kontinentale Züge. Die Niederschlagshöhe des „Normaljahres“ 1931/60 schwankt zwischen 500 mm im W und 850 mm im E; das Gebietsmittel wurde mit etwa 660 mm/a errechnet, dabei beträgt das Verhältnis N_{So}/N_{Wi} 1,4:1. Weniger als 10 % des Jahresniederschlags fallen als Schnee. Bei einer mittleren jährlichen Temperatur der Luft von knapp 9,5 °C ist der Trockenheitsindex (Jahr) mit 25 extrem gering. Die Gebietsverdunstung wird in der Größenordnung von 450–500 mm für das Durchschnittsjahr angegeben.

Die Deckschichten, die entgegen der üblichen hydrologischen Definition hier nur als den Speichergesteinen auflagernde oberflächennahe, meist geringmächtige Bildungen aufgefaßt werden, sind durch eine starke Petrovarianz ausgezeichnet. Die würmglaziale Niederterrasse und die geologisch ältere Bergsträßer Terrasse werden weithin von Schwemm-, Flug- und Dünenansanden überlagert sowie von Schuttfächerbildungen der aus den Randgebirgen in die Ebene austretenden Seitengewässer. Die jeweils mehrere Kilometer breiten Auen von Rhein und Altnieckar weisen Hochflutsedimente aller Korngrößen zwischen lehmigen Sanden und Tonen auf, in verlandeten Mäandern kam es zur Bildung

von Torfen. Vor dem Odenwald finden sich größere Lößlehmvorkommen. Das Verhältnis der „lehmigen“ zu den „sandigen“ Deckschichten beträgt etwa 1,2:1, im N-Teil kann „Sand“ jedoch partiell überwiegen. Da die sandigen Deckschichten wegen ihres geringen Wasserrückhaltevermögens eher Sickerkörper als Wasserspeicher sind, ist die Rheinebene an autochthonen perennierenden Oberflächengewässern auch dort arm, wo liegende Sandrippen Lehmüberlagerungen durchspießen.

Die Deckschichten sind das Substrat der Böden, von denen es im Untersuchungsgebiet etwa 50 verschiedene Typen und Subtypen gibt. Repräsentativ für die Niederterrasse sind die Braunerden, die in Richtung Pararendzinen und Ranker variieren können. In den Auenbereichen werden semiterrestrische Böden angetroffen. Am Gebirgsrand haben Pararendzinen die weiteste Verbreitung.

Die Morphologie des im Mittel in 90–115 m über NN liegenden Betrachtungsraumes begünstigt ebenfalls die Versickerung der Niederschläge, da mit Ausnahme der Unterhänge von Odenwald und Messeler Hügelland und der Flanken der im Bereich Darmstadt und Lorsch – Viernheim häufigen Dünenketten das Relief nur schwach ausgeprägt ist.

Schließlich spielt im Rahmen der Themenstellung auch die Bodennutzung eine große Rolle. Im Bereich der Rheinebene nehmen bewaldete Flächen, die auf Kosten der Grundwasserneubildung eine höhere Verdunstung als das Freiland aufweisen (BRECHTEL 1971:62–66; 1973: 601–605), 178 km² (20,2% von 880 km² Gesamtfläche) ein. Für die nährstoffarmen Sandgebiete ist vor allem die Kiefer charakteristisch, ansonsten herrschen Eichen-Buchen-Mischwälder vor. Die Ackerland- und Wiesen-/Weiden-Areale machen 615 km² aus (69,9%). Da das Gebiet dicht besiedelt ist, bedeuten die sich immer noch ausdehnenden Ortslagen die teilweise bis fast völlige Versiegelung einer insgesamt 84 km² (9,6%) darstellenden Fläche. Bei den Baggerseen, die auf insgesamt fast 3 km² (0,3%) das Grundwasser anschnitten, übersteigt die Höhe der potentiellen Verdunstung in den meisten Fällen die des Niederschlags. Diese sog. klimatische Wasserbilanz wird auch bei Flurabständen <1 m als negativ angenommen. Solche Gebiete kommen heute fast nur noch im Bereich der Aue des Altneckars bei Heppenheim vor.

3. Allgemeines zur Sickerwasserbewegung sowie klimatologische und hydropedologische Gegebenheiten im Frühjahr 1978

Die Grundwasserstandsschwankungen auslösende Grundwasserneubildung erfolgt in der Regel von der Erdoberfläche aus durch die ungesättigte Zone. Im Hinblick auf die Thematik der Arbeit muß daher die Regel- und Verteilerfunktion des Bodens im Wasserkreislauf kurz angesprochen werden.

Die Infiltration durch die Bodenoberfläche ist unter den allgemeinen Bedingungen des Niederschlagsfeldes im Prinzip eine instationäre, eindimensionale, ungesättigte Wasserbewegung, bei versickernden Oberflächengewässern ist der instationäre mehrdimensionale Fall verwirklicht. Von der Erdoberfläche aus pflanzt sich die Veränderung des Bodenwasserpotentialfeldes in die tieferen Deckschichten fort. Das durch Wasserzufuhr verursachte Absinken der Wasserspannung, die durch den sog. ρ_f -Wert angegeben wird, erfolgt im allgemeinen sehr rasch. In 1 m Tiefe wirkt sich bereits nach einigen Stunden bis wenigen Tagen ein z. B. durch ein Niederschlagsereignis verursachter „Wasserdruckstoß“ aus. Je größer die ungesättigte Wasserleitfähigkeit ist, desto schneller pflanzt sich die Druckwelle fort. In ihrem weiterem Verlauf flacht sie allerdings immer mehr ab, wobei Dispersion und Diffusion die Hauptrolle spielen.

Die Tiefenverlagerung bestimmter Wasservolumina erfolgt dagegen sehr langsam. Versuche mit tritiummarkiertem Bodenwasser ergeben je nach Niederschlagshöhe und vorgegebenem Wassergehalt Geschwindigkeiten von 2–3 m/a bei Sandböden und von 1–1,5 m/a bei Lehm Böden (ZIMMERMANN 1975: 250). Bei homogenen Bodenverhältnissen besteht eine geschichtete Sickerwasserbewegung, d. h. junges Sickerwasser schiebt älteres vor sich her (ALTMANN et al. 1977: 23–24, HARTGE 1978: 209–212). Als Folge dieses Mechanismus wird das sich vor dem Niederschlagsereignis unmittelbar über der Grundwasser Oberfläche befindliche Bodenwasser durch die Druckwelle zum Grundwasser transportiert. Ausnahmen von diesem Vorschub können auftreten, wenn Bodenwasser über schnell drainende Sekundärporen wie z. B. Wurm- oder Wurzelröhren und Schrumpfrisse absickert. Die größeren Hohlräume müssen aber nicht unbedingt als Transportwege benutzt werden, denn die

kapillare Saugkraft der benachbarten kleineren Poren versucht die größeren zu entleeren. Erst bei langanhaltenden, heftigen Regenfällen sind auch die größeren, sonst überwiegend mit Luft gefüllten Gesteinshohlräume am Sickerwasserablauf effektiv beteiligt.

An dieser Stelle kann auf weitere Erläuterungen der Sickerwasserbewegung nicht weiter eingegangen werden. Insbesondere bezüglich der mathematischen Formulierung der Sättigungsausbreitung wird auf die Spezialliteratur verwiesen (u. a. HARTGE 1978: 175–223). Aufgrund der vorstehenden Ausführungen ist jedoch leicht verständlich, daß einerseits geringe Grundwasserflurabstände den raschen Anstieg der Grundwasserstände im Gefolge entsprechender Niederschläge begünstigen. Dabei wird allerdings vorausgesetzt, daß die Deckschichten ausreichend teilgesättigt sind und die Evapotranspiration noch nicht durch kapillar aufsteigendes Grundwasser wesentlich verstärkt wird. Andererseits sollten die Deckschichten möglichst Infiltrationskapazitäten in der Größenordnung von 10 mm/s und mehr (SCHULZ 1970: 184), hohe (vertikale) Durchlässigkeitsbeiwerte, Homogenität und kleine Feldkapazitäten aufweisen. Die letztgenannten Forderungen werden am besten von den sandigen bis kiesigen Deckschichten des Untersuchungsgebietes erfüllt. Ihnen sind wegen des großen Anteils an selbstdrainierenden Poren (Äquivalenzdurchmesser > 50 µm, Saugspannung < 60 mbar) nutzbare Feldkapazitäten von überwiegend < 100 mm/m zuzuordnen.

Die meteorologischen und hydropedologischen Voraussetzungen für eine hohe sommerliche Grundwasserneubildung waren im Mai 1978 einmalig günstig. Ganz wesentlich war, daß die Niederschlagshöhen des vorausgehenden Winterhalbjahres über dem langjährigen Vergleichswert lagen (Tab. 1). Der Mai selbst war durch besonders ergiebige Regenfälle gekennzeichnet, die hauptsächlich im letzten Monatsdrittel registriert wurden. In der hessischen Oberrheinebene fielen vom Abend des 22. bis in die frühen Morgenstunden des 24. Mai in 30 bis 36 Stunden im Flächenmittel knapp 95 mm Niederschlag bei einer zeitweiligen Maximalintensität von 15 mm/h. Die restlichen Maitage waren weitgehend trocken. Die Abb. 2 gibt das räumliche Verteilungsmuster dieser Starkregen anhand des Verlaufs der Isohyeten wieder. Vor allem der Raum Gernsheim – Bensheim war durch Niederschlagshöhen bis knapp 120 mm ausgezeichnet.

Tab. 1. Niederschläge (in mm) ausgewählter Stationen des Deutschen Wetterdienstes im Abflußjahr 1978 im Vergleich zum langjährigen Mittel des "Normaljahres" 1931/60

Station	Periode	mittleres Wi-Halbjahr 1931/60	mittleres Jahr 1931/60	Wi-Halbjahr 1978	Jahr 1978	Mai 1978 (in % d. lj. Mittels)	Juni 1978 (in % d. lj. Mittels)	Juli 1978 (in % d. lj. Mittels)	August 1978 (in % d. lj. Mittels)
Langen		300	710	338	734	163 (296)	56 (69)	64 (86)	30 (36)
Groß-Gerau		235	597	311	691	187 (367)	55 (62)	60 (86)	16 (22)
Gernsheim		216	568	315	820	243 (506)	56 (86)	102 (146)	43 (56)
Pfungstadt		278	718	310	791	221 (375)	72 (89)	79 (92)	26 (29)
Biblis		222	586	276	750	250 (463)	49 (71)	101 (146)	23 (31)
Bensheim-Auerbach		314	766	427	1038	256 (413)	91 (108)	137 (262)	24 (32)
Heppenheim		304	743	351	853	213 (355)	52 (63)	117 (141)	32 (36)
Lampertheim-Neuschloß		254	645	271	746	258 (423)	50 (64)	83 (119)	26 (35)

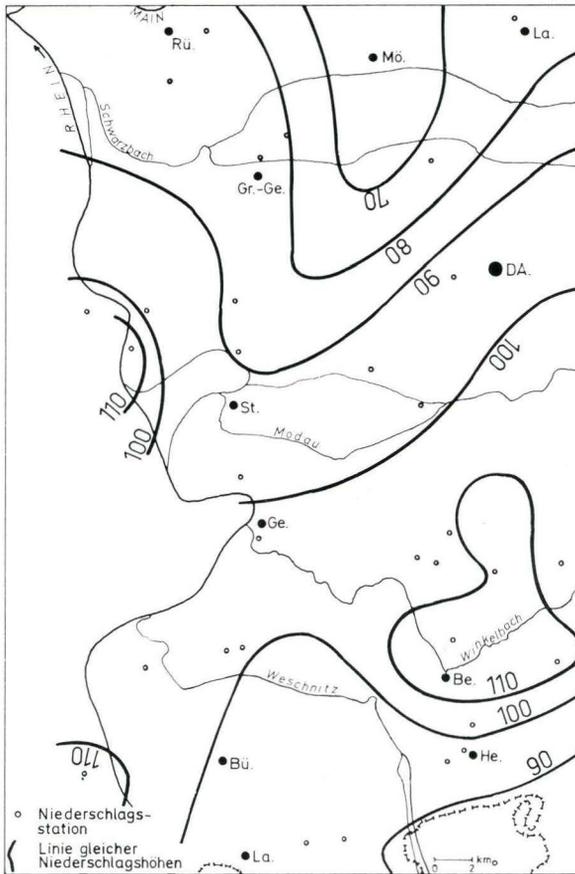


Abb. 2. Niederschlagshöhen (mm) für den Zeitraum 22.–24. Mai 1978 in der hessischen Oberrheinebene und im westlichen Odenwald.

Das Niederschlagsereignis vom 22.–24. Mai 1978, das teilweise fast das Doppelte der langjährigen Mai-Niederschlagshöhen und knapp die Hälfte der aktuellen Monatsniederschlagssumme brachte, war außergewöhnlich. Nach statistischen Auswertungen dürfte seine Eintrittswahrscheinlichkeit für Südhessen etwa 3–4% betragen.

Der Mai 1978 war mit rd. 13 °C Lufttemperatur relativ kühl. Daher erreichte die temperaturabhängige und nach THORNTWAITE und HAUDE berechnete potentielle Verdunstung, die wegen des großen Niederschlagsdargebotes und eines ausreichenden Bodenwasservorrates der aktuellen Verdunstung gleichgesetzt werden kann, nicht die für diesen Monat üblichen Größenordnungen. Da während des hier zu betrachtenden Zeitraumes 22.–24. Mai das mittlere Tagesmittel der Lufttemperatur noch unter dem entsprechenden Monatsmittel lag und außerdem das mittlere Tagesmittel der relativen Luftfeuchtigkeit 87% erreichte, dürfte die Höhe der

täglichen Verdunstung während der interessierenden Periode sogar noch weniger als in Tab. 2 angegeben betragen haben. Die Größenordnung lag etwa bei 2 mm/d, so daß unterstellt werden darf, daß der entsprechende Niederschlag fast vollständig abflußwirksam gewesen ist.

Trotz der sehr ergiebigen Niederschläge hoher Intensität kam es aufgrund der überwiegend großen Infiltrationskapazität der Deckschichten kaum zu Wasseransammlungen an der Erdoberfläche, die durch die Regenfälle direkt verursacht worden wären. Während die Weschnitz und andere die Ebene querende oberirdische Gewässer auch am Tage des Abflußmaximums (24. 5.) keine extrem hohe Wasserführung aufwiesen, kam es in Rheinnähe zu Überschwemmungen. Dabei spielten Qualmwasseraustritte des rückgestauten Grundwassers eine große Rolle. Am Pegel Worms betrug die Abflußmenge bei einem Scheitelwasserstand am 25. Mai von 715 cm ü. PN etwa 5270 m³/s. Das Rheinhochwasser hatte somit den dritthöchsten historischen Wert nach Januar 1955 und Dezember 1882. Bezogen auf den jetzigen Ausbauzustand des Rheins ist die mittlere Wiederkehrzeit dieses Hochwassers mit 20–25 Jahren anzusetzen. Dieses Hochwasser war gleichzeitig seit dem Beobachtungsbeginn am Pegel Worms im Jahr 1821 das höchste Sommerhochwasser.

Mittels der Sickerwasserraten von Lysimetern kann abgeschätzt werden, wie sich die Infiltration der Niederschläge vom 22.–24. Mai 1978 rd. 2 m unter Flur auswirkte (Tab. 3). Die Infiltrationsrate kann im Hinblick auf die hydrogeologischen und topographischen Gegebenheiten des Betrachtungsgebietes weitgehend der allerdings nur für die unmittelbare Umgebung der Lysimeter geltenden Grundwasserneubildungsrate gleichgesetzt werden. Den bei ALTMANN et al. (1977: 16–17) diskutierten zahlreichen Fehlerquellen kann aufgrund der gemachten Erfahrungen noch das Überlaufen der Meßgefäße hinzugefügt werden, wenn der Sickerwasseranfall zu groß geworden ist. Den zu relativierenden Zahlenangaben in Tab. 3 ist zu entnehmen, daß nur der Mai hohe sommerliche Sickerwasserraten aufwies, die zudem ganz wesentlich auf die Starkregen im letzten Monatsdrittel zurückgingen.

Tab. 2. Klimatologische Daten ausgewählter Stationen des Deutschen Wetterdienstes von Mai 1978

Station	T _{Luft} (°C)	I	N (mm)	T _{Luft} ^{14 h} (°C)	F _{Luft} ^{rel.14 h} (%)	V _{pot TH} (mm)	V _{pot H} (mm)	V/Monat (mm)	V/Tai (mm)
Frankfurt/M.-Flughafen	12,9	36,7	158	15,8	65	87	57	72	2,3
Darmstadt	13,1	38,3	219	16,1	61	83	67	75	2,4
Bensheim-Auerbach	12,9	35,1	256	16,3	57	87	74	81	2,6
Mannheim	13,3	38,1	191	16,5	64	83	61	72	2,3

Anmerkung: TH = Berechnung nach THORNTHWAITE, H = Berechnung nach HAUDE

Tab. 3. Niederschlags- und Sickerwasserhöhen (in mm) ausgewählter Lysimeter im Zeitraum Mai - August 1978

Lysimeter	Mai				Juni		Juli		August	
	N	A _S	N 22./31.5.	A _S ^{*)} 22./31.5.	N	A _S	N	A _S	N	A _S
Hof Schönau	178	44	100	33	33	10	50	2	22	1
Groß-Gerau I	149	28	87	20	53	3	52	1	26	0
Eschollbrücken	206	72	93	57	40	5	72	0	38	0
Jägersburg	202	81	93	52	52	0	92	0	24	0
Alsbach-Sandwiese	216	117	110	84	63	22	109	52	29	10
Biblis	156	33	100	33	52	14	98	3	29	1
Nordheim	188	132	109	50	37	0	76	0	16	0
Heppenheim	210	158	104	105	72	3	114	30	30	4
Lampertheim-Wildbahn	229	120	118	90	57	11	86	3	24	3

*) Anmerkung: meist zu geringe Werte wegen Überlaufens des Meßgefäßes

Da der jeweilige Bodenwassergehalt in den meisten Fällen schon am Ende des Winterhalbjahres 1978 der nutzbaren Feldkapazität entsprach, hatte das Schauerereignis eine Erhöhung der Sickerwasserrate ohne große zeitliche Verzögerung zur Folge. Der Maximalwert wurde 2 Tage nach dem Großregenende registriert. Am Beispiel des Lysimeters Eschollbrücken (TK 25, Bl. 6117 Darmstadt-West, R 34 68 86, H 55 21 46, nFk 105 mm/m, Phänoparabraunerde auf Flugsand mit Verlehmungshorizont) läßt sich zeigen, daß sich die der örtlichen Grundwasserneubildungsrate I_{Gw} gleichzusetzende Sickerwassermenge A_S exponentiell nach der Gleichung

$$I_{Gw} = A_S \cdot e^{-\alpha t}$$

verringerte (Abb. 3). Der Leerlaufkoeffizient α wurde mit $0,2731 \text{ d}^{-1}$ bestimmt, was einer Auslaufdauer von $T = \alpha^{-1} = 3,7$ Tagen entspricht.

In Abb. 4 sind für die Umgebung des Lysimeters Eschollbrücken die durch monatliche Messungen mit der Neutronensonde ermittelten Bodenfeuchteänderungen des Abflußjahres 1978 bis zu einer Tiefe von 2,2 m in Form eines Isolethendiagramms dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, daß die auf die Schauertätigkeit im Mai zurückzuführende Feuchtefront rasch nach unten abwanderte. Anfang Juni war sie nämlich in Oberflächennähe nur noch andeutungsweise wahrzunehmen, machte sich aber in >2 m Tiefe noch bemerkbar.

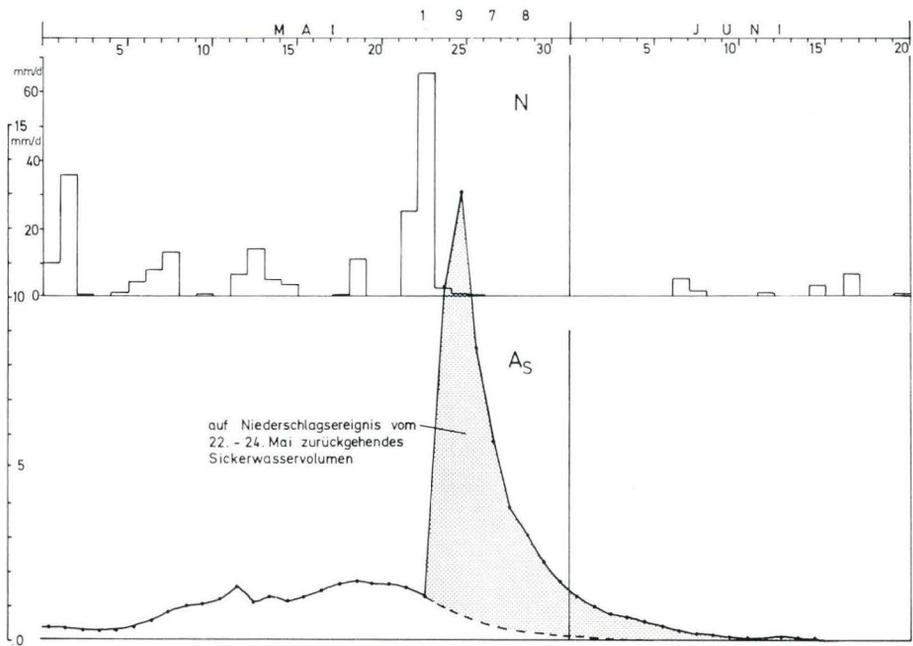


Abb. 3. Niederschlagshöhen und Sickerwasserraten (mm) am Lysimeter Eschollbrücken im Zeitraum 1. Mai–20. Juni 1978. Die um 7.00 Uhr eines Tages ermittelten Meßwerte wurden jeweils dem Vortag zugeordnet.

4. Räumliche und zeitliche Veränderung der Grundwasserstände

Grundwasserneubildung sowie Spiegelschwankungen der Oberflächengewässer sind die hauptsächlichen natürlichen Faktoren, die die Grundwasserstände beeinflussen. Andere mögliche Ursachen brauchen im Zusammenhang mit der Themenstellung hier nicht erörtert zu werden. Die Analyse des Spiegelganges repräsentativer und teilweise mit kontinuierlich arbeitenden Registriergeräten ausgestatteter Grundwassermeßstellen, die Interpretation mehrerer hydrologischer Profile sowie die flächenhafte Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstände in Form von Karten der Grundwasserspiegeldifferenzen erlauben es, die ursächlichen Zusammenhänge herauszuarbeiten.

4.1. Auswirkung der Niederschläge

Die Spiegelganglinien einiger Grundwassermeßstellen, die mit wenigen Ausnahmen auf der Schnittlinie des hydrologischen Profils VIII (Pegel Worms – Heppenheim-Süd, Taf. 1–3) liegen, erlauben es, unter Berücksichtigung der Niederschlagsdaten der Station Lampertheim-Neuschloß des Deutschen Wetterdienstes und der Sickerwasserraten der Lysimeter Lampertheim-Wildbahn und

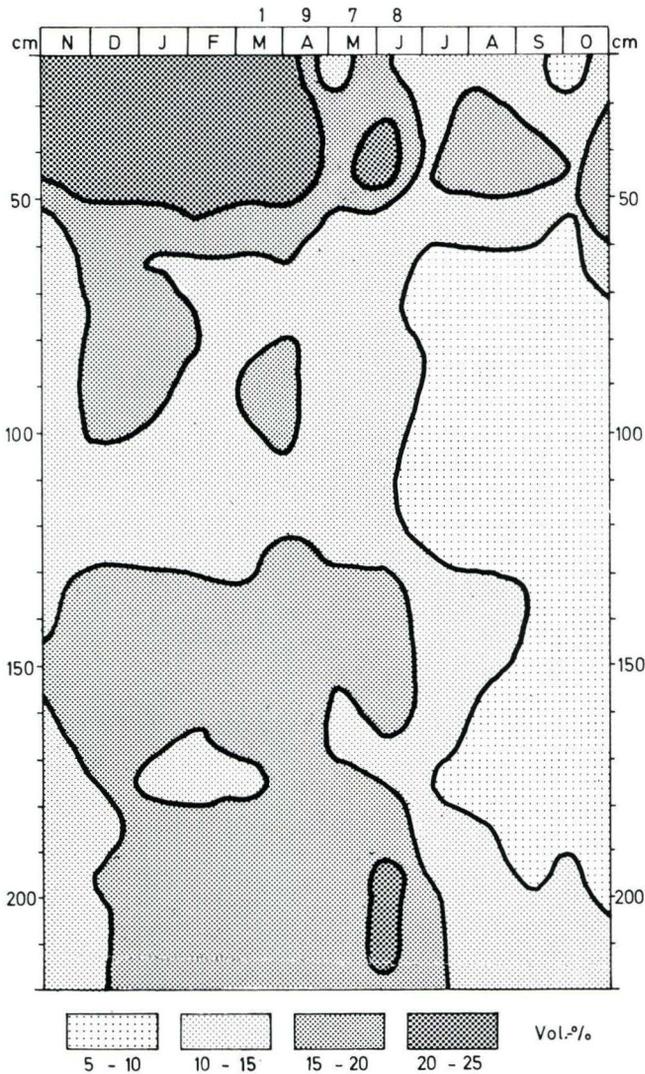


Abb. 4. Jahreszeitliche Veränderung der Bodenfeuchte am Lysimeter Eschollbrücken während des Abflußjahres 1978. Die Messungen wurden jeweils zu Beginn eines Monats mit einer Neutronensonde durchgeführt.

Heppenheim den Einfluß der Schauerregen von Mai 1978 auf die Grundwasserstände im südlichen Hessischen Ried abzulesen (Abb. 5).

Aus den von Oberflächengewässern mehr oder weniger unbeeinflussten Grundwasserspiegelgängen leitet sich zunächst ab, daß die schon vor dem 22. Mai reichlich gefallenen Niederschläge eine stetige, wenn auch nur schwache Anhebung der Grundwasserstände bewirkten. Erst das nachfolgende Starkregenereignis

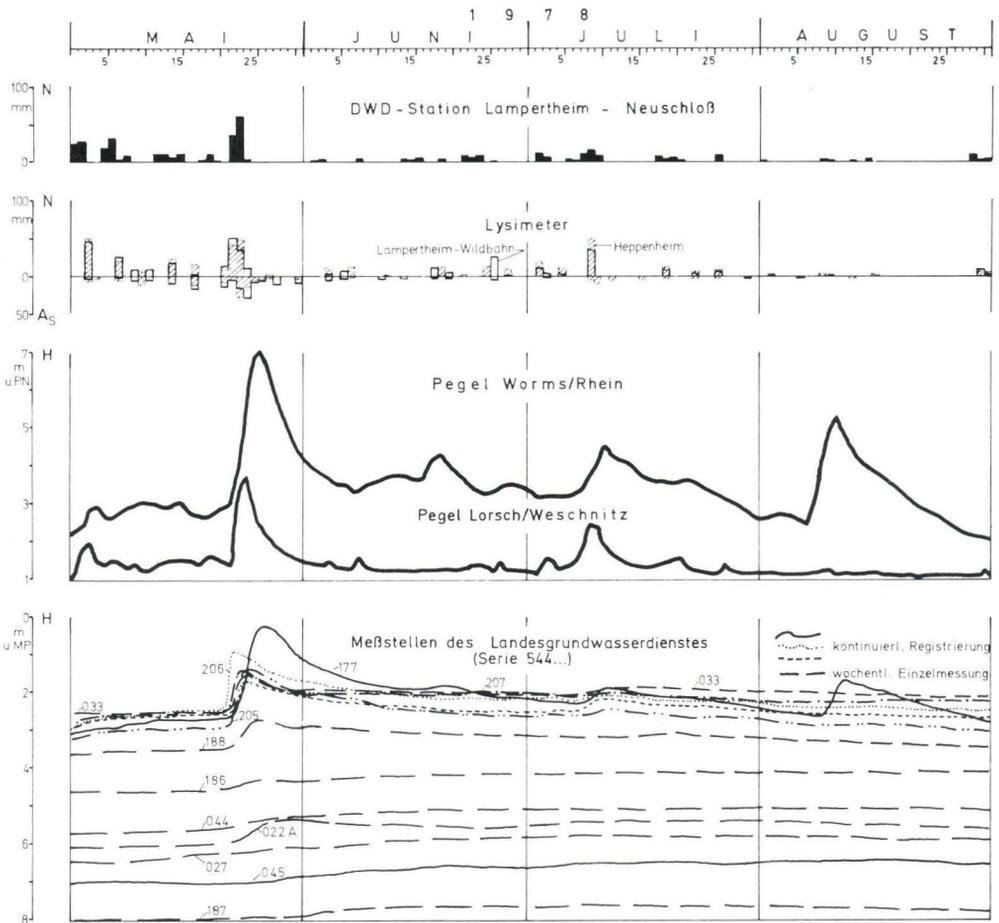


Abb. 5. Zeitlicher Gang hydrologischer und meteorologischer Parameter im Zeitraum Mai – August 1978. Den an den Lysimetern ermittelten Niederschlagshöhen und Sickerwasserraten liegen keine feste Terminmessungen zugrunde, weshalb direkte Vergleiche der Tageswerte untereinander teilweise nicht möglich sind.

verursachte einen deutlichen Grundwasseranstieg. Dieser erfolgte um so unmittelbarer und um so stärker, je geringer damals die Grundwasserflurabstände waren. Anschließend sank der Grundwasserspiegel langsam ab, ohne allerdings bis Ende August den Ausgangszustand erreicht zu haben. Bei Mächtigkeiten des ungesättigten Bereichs über 3–4 m ergab sich aufgrund der in Kap. 3 erläuterten physikalischen Gesetzmäßigkeiten der Sickerwasserbewegung zwar auch eine der signifikanten Niederschlagsspitze zuzuordnende, wenn auch um mehrere Tage phasenverschobene positive Reaktion des Grundwasserspiegels. Sein weiterer Anstieg erfolgte jedoch unvergleichlich langsamer, hielt aber trotz der meist

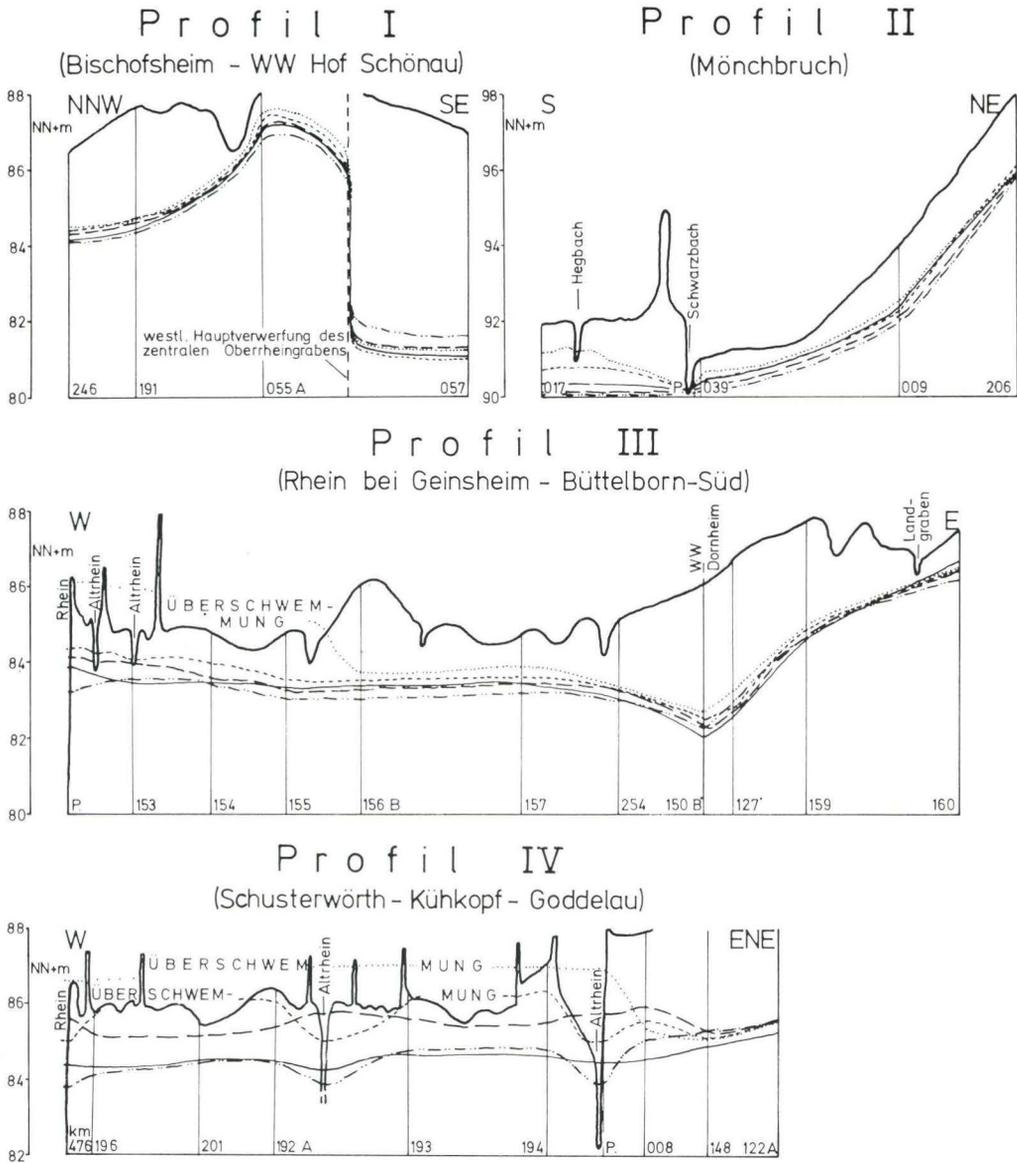


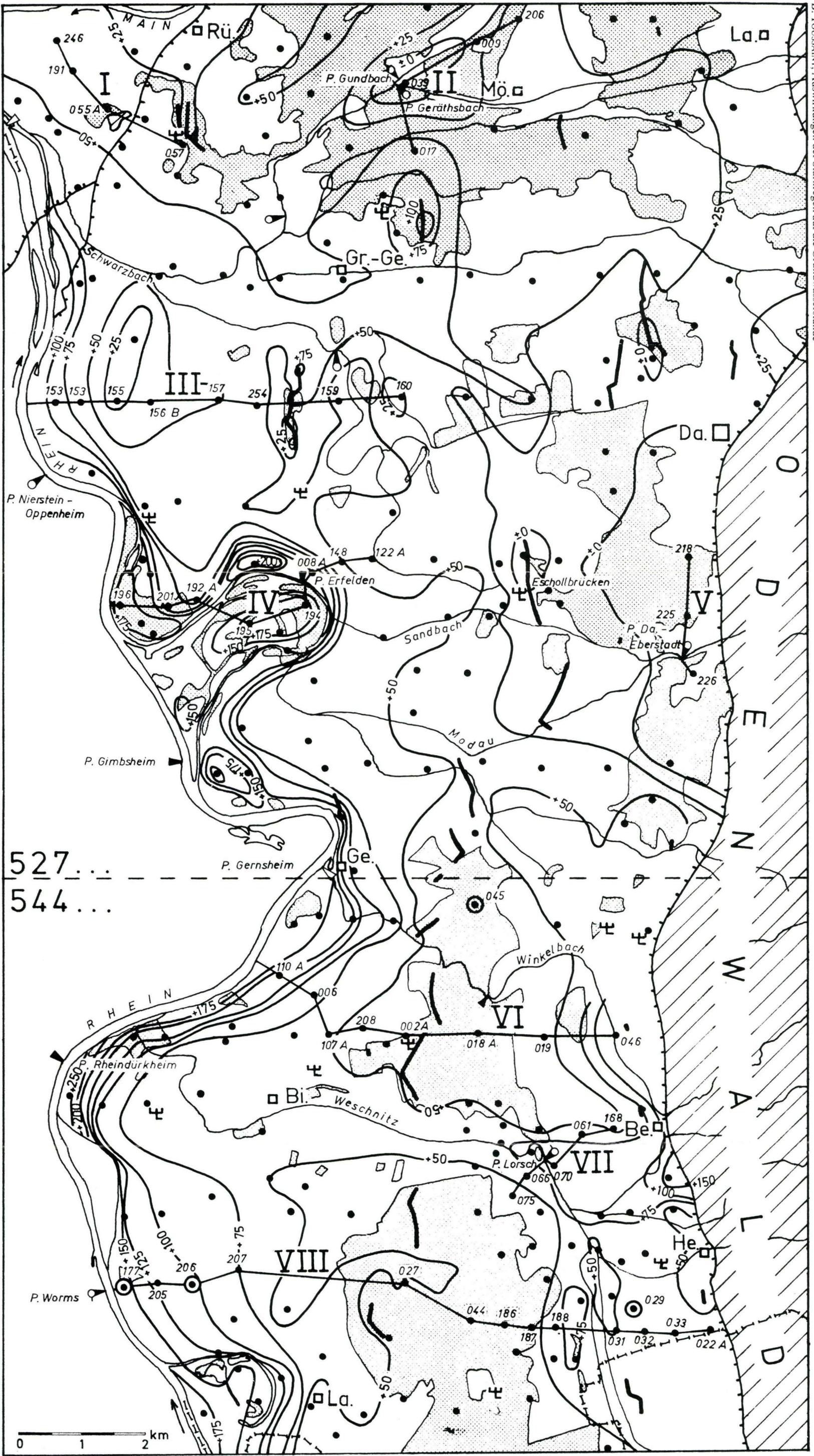
Abb. 6. Grundwasserprofile ausgewählter Stichtagmessungen des Zeitraums Mai - August 1978. - Profilschnitte I-IV (N-Teil der hessischen Oberrheinebene). Signaturen s. Abb. 7.

schwachen, von der hohen Verdunstung aufgezehrten Niederschläge etwa bis Ende Juli/Anfang August an.

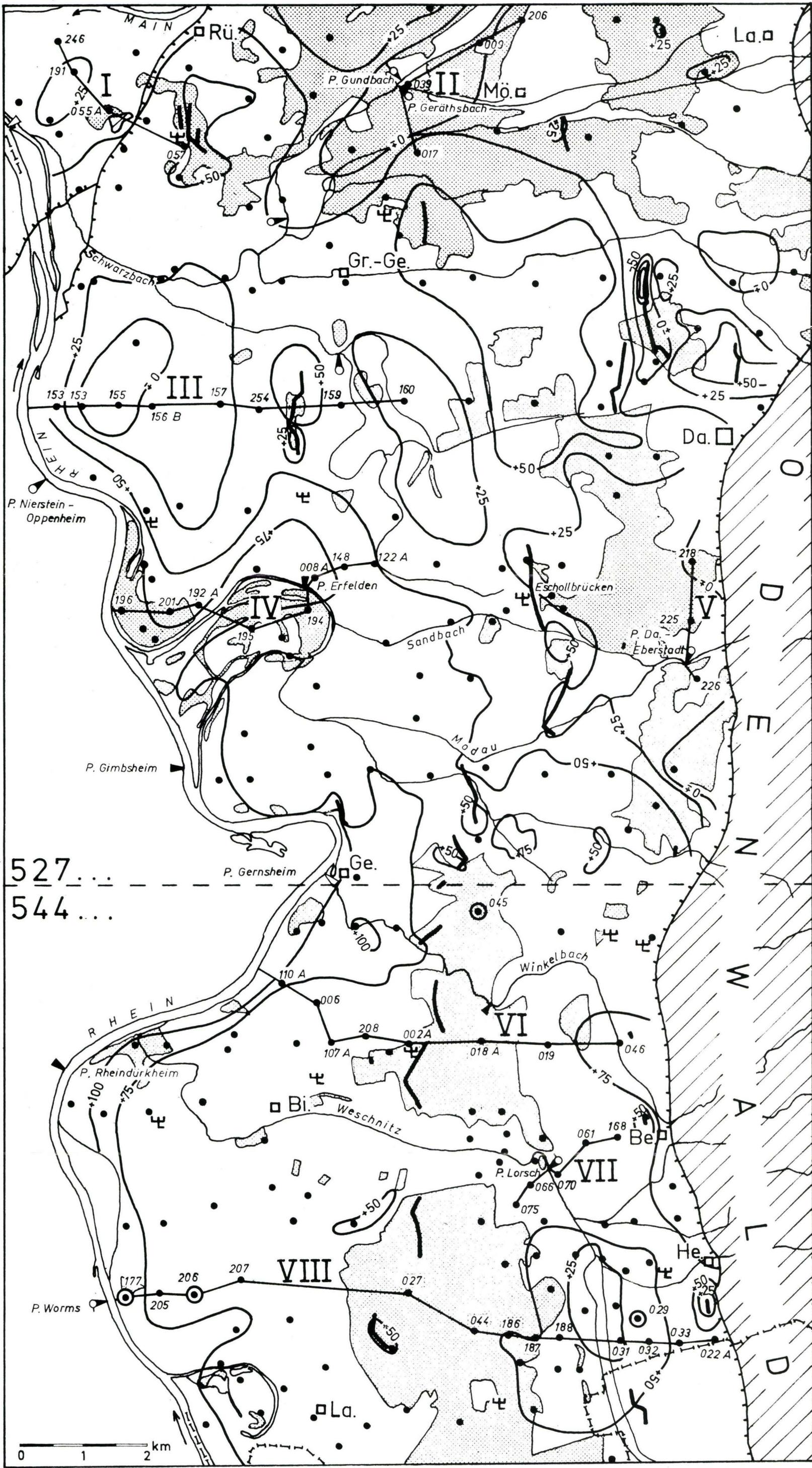
Die Schnittlinien der hydrologischen Profile der Abb. 6–7 sind lagemäßig in den Taf. 1–3 kenntlich gemacht. Es handelt sich sowohl um flurnahe als auch flurferne Spiegellagen, denen Meßwerte der Stichtagsmessungen vom 22. (Messung um 8.00 Uhr) und 29. Mai, 5. und 19. Juni sowie 7. August 1978 zugrundeliegen. Für die Bereiche außerhalb des Vorflutereinflusses ist deutlich erkennbar, daß die Grundwasserstände im Gefolge der Niederschlagsspitzen vom 22.–24. Mai signifikant stiegen. Dabei unterschied sich das Ausmaß der Grundwasserspiegelanhebung im Zentrum eines durch Wasserförderung hervorgerufenen Absenktrichters und außerhalb davon offensichtlich nicht sehr. Der Grund für dieses Phänomen ist, daß die Entnahmemengen dieser kurzen Zeitspanne nur einen Bruchteil der auf das Niederschlagsereignis zurückgehenden Infiltrations- bzw. Grundwasserneubildungsraten ausmachten. Ähnlich wie bei den Ganglinien in Abb. 5 fällt auch bei den hydrologischen Profilen auf, daß im Falle kleiner Grundwasserflurabstände die höchsten Spiegellagen bereits wenige Tage nach dem Niederschlagsmaximum zu konstatieren waren. Mit zunehmender Mächtigkeit der ungesättigten Zone wurden die Grundwasserhöchststände erheblich später registriert.

Erlauben die Abb. 5–7 eher nur punktuell zutreffende Aussagen zu den auf die sommerliche Grundwasserneubildung im Mai 1978 zurückzuführenden Grundwasserstandsänderungen, so vermitteln die Taf. 1–3 einen flächenhaften, räumlich-zeitlich differenzierten Eindruck. In diesen Karten der Grundwasserspiegeldifferenzen sind die Meßwerte der Stichtage 5. Juni, 3. Juli und 7. August jeweils denjenigen vom 1. Mai 1978 gegenübergestellt. Es sind die Abstiche an rd. 210 staatlichen Grundwassermeßstellen und der mehrfachen Anzahl von Peilrohren der zahlreichen Wasserwerke verarbeitet. Die Karten vermitteln weitere wichtige Information, es sind u. a. Pegel an Oberflächengewässern, Lysimeter, Brunnengalerien der Wasserwerke, die wichtigsten Flüsse und Bäche sowie Waldflächen eingetragen.

Taf. 1 verdeutlicht, daß von Anfang Mai bis Anfang Juni 1978, d. h. in diesem Fall vor allem im letzten Drittel des Monats Mai, die Grundwasserstände erheblich angestiegen sind. Die hydrologischen Sonderverhältnisse in der Nähe des Rheins und seiner Nebengewässer werden dabei zunächst nicht berücksichtigt (s. Kap. 4.2.). Großräumige Grundwasserspiegelanhebungen bis 50 cm und teilweise mehr waren vor allem im Weschnitzbereich verbreitet. In diesem stark bewaldeten Teilgebiet herrschen Grundwasserflurabstände von 3–5 m vor, als Deckschichten überwiegen die z. T. von Flugsanden überlagerten Niederterrassensedimente. Etwa nördlich der Linie Biebesheim – Seeheim war der Grundwasseranstieg dagegen unterdurchschnittlich, obwohl die durchlässigen Deckschichten hier prozentual noch stärker vertreten sind als im südlichen Untersuchungsgebiet und Waldareale nur in den Räumen Griesheim – Darmstadt-Eberstadt und Langen – Mörfelden – Rüsselsheim eine größere Rolle spielen. Die kleineren Beträge könnten einmal damit zusammenhängen, daß dort, wo die Grundwasseroberfläche nur knapp unter dem Sohlniveau der oberirdischen Gewässer lag, letztere nach entsprechendem Anstieg des Grundwassers drainierten und daher absenkend

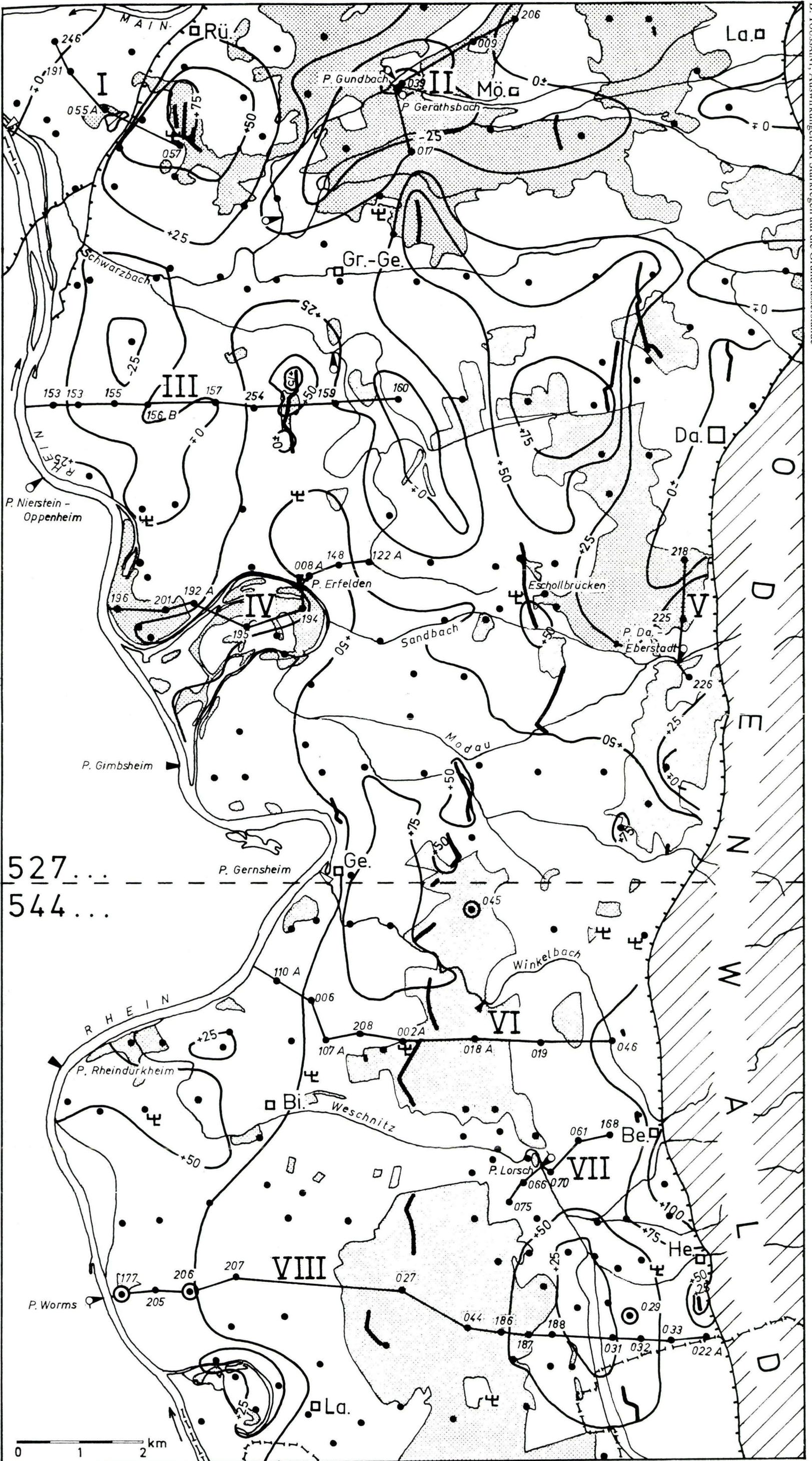


- 027 staatl. Grundwassermeßstelle ⊙ staatl. Grundwassermeßstelle mit kontinuierlicher Registrierung
- ⊕ Pegel verschiedener Bauart an Oberflächengewässern ⊕ Lysimeter
- 009 II Schnittlinie eines hydrologischen Profils (Meßstellen mit amtlicher Bezeichnung)
- Brunnenreihe (öffentl. Wasserwerke u. Fa. Merck) ⊕ Grenze des quartären Aquifers
- Hauptverfugung des zentralen Oberrheingrabens ⊕ Waldfläche (es sind nur größere Areale eingezeichnet)
- + 50 (cm) — Linie gleicher Grundwasserspiegel differenz



527...
544....

- 027 staatl. Grundwassermeßstelle ⊙ staatl. Grundwassermeßstelle mit kontinuierlicher Registrierung
- Registrierung Pegel verschiedener Bauart an Oberflächengewässern
- ter Lysimeter
- 009 II Schnittlinie eines hydrologischen Profils (Meßstellen mit amtlicher Bezeichnung)
- Brunnenreihe (öffentl. Wasserwerke u. Fa. Merck)
- Hauptverfugung des zentralen Oberrheingrabens
- Waldfläche (es sind nur größere Areale eingezeichnet)
- + 50 (cm) - Linie gleicher Grundwasserspiegeldifferenz



- 027 staatl. Grundwassermeßstelle ⊙ staatl. Grundwassermeßstelle mit kontinuierlicher Registrierung
- ⊚ Pegel verschiedener Bauart an Oberflächengewässern ⊕ Lysimeter
- 009 II Schnittlinie eines hydrologischen Profils (Meßstellen mit amtlicher Bezeichnung)
- Brunnenreihe (öffentl. Wasserwerke u. Fa. Merck) E Grenze des quartären Aquifers
- Hauptverfugung des zentralen Oberrheingrabens ◊ Waldfläche (es sind nur größere Areale eingezeichnet)
- + 50 (cm) - Linie gleicher Grundwasserspiegel differenz

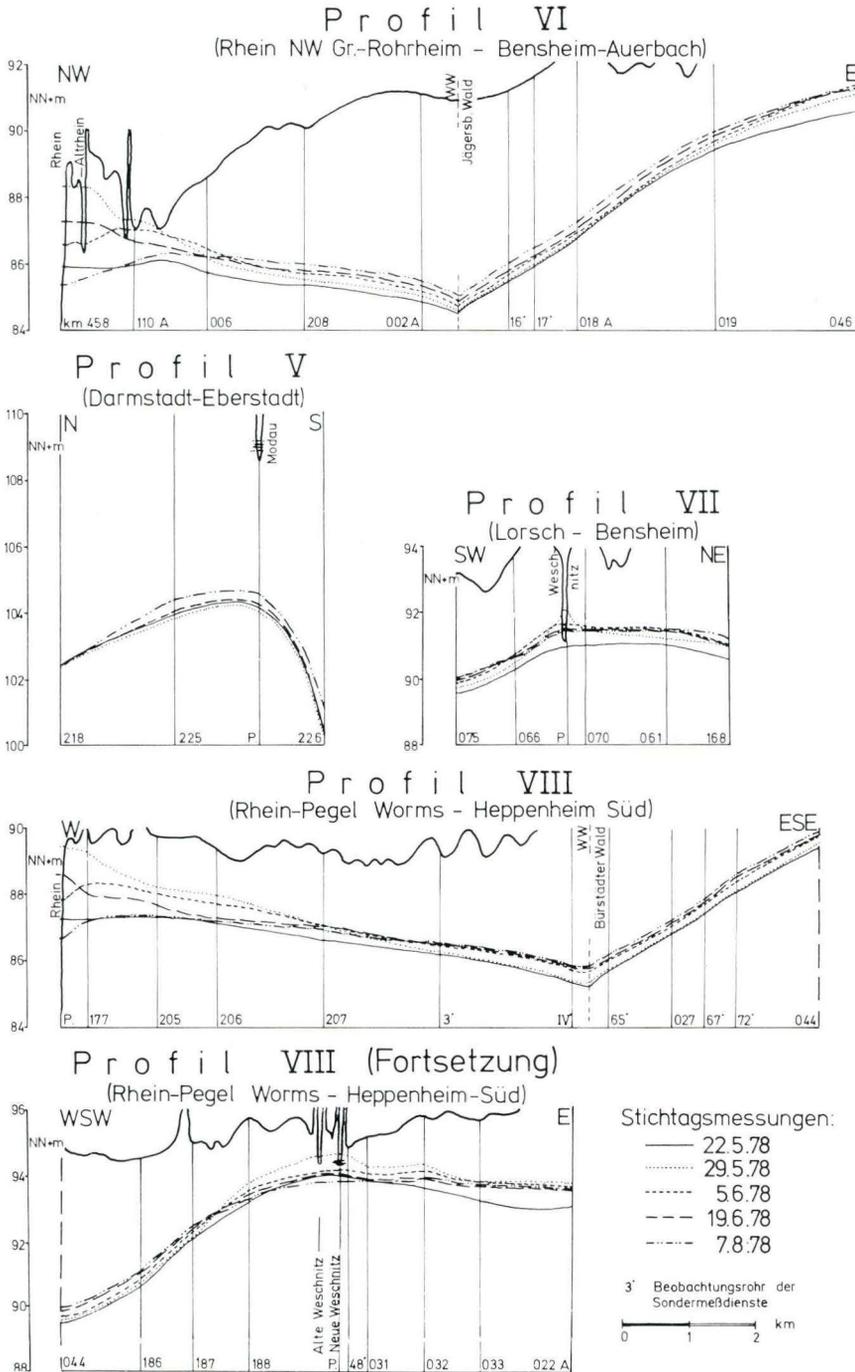


Abb. 7. Grundwasserprofile ausgewählter Stichtagsmessungen des Zeitraums Mai - August 1978. - Profilschnitte V-VIII (S-Teil der hessischen Oberrheinebene).

wirkten. Als Beispiel sind u. a. die Auen des Schwarzbaches und seiner Zubringer zu nennen, insbesondere das Mönchbruch W Mörfelden. Geringe Aufspiegelungsbeträge zeichnen sich auch dort ab, wo bei flurnaher Grundwasseroberfläche einerseits die erforderliche, der potentiellen Infiltrationsrate entsprechende Speicherkapazität des geringmächtigen ungesättigten Bereichs kurzfristig nicht zur Verfügung stand und/oder andererseits durch den verstärkten kapillaren Grundwasseraufstieg der Verdunstungsprozeß intensiviert wurde. Mehr lokal wirkte sich aus, daß in der Umgebung von Baggerseen sich im Zusammenhang mit dem Niederschlagsereignis ein hydraulischer Gradient einstellte, der den Grundwasserabfluß beschleunigte.

Durch einen nur sehr geringen Anstieg, ja sogar durch ein Absinken der Grundwasserbestände innerhalb des betrachteten Zeitabschnittes waren Teilbereiche des Untersuchungsgebietes gekennzeichnet, in denen große Grundwasserflurabstände vorherrschen. In diesem Zusammenhang sind vor allem der Raum Darmstadt – Seeheim vor dem Odenwaldrand und tiefe Absenktrichter der Wassergewinnungsanlagen, beispielsweise Wasserwerk I Eschollbrücken der Südhessischen Gas und Wasser AG, zu nennen.

Eine letzte zu diskutierende Ursache für nur schwachen Anstieg der Grundwasserstände könnte theoretisch auch ein großes nutzbares Porenvolumen sein. Das Raster des bestehenden Meßstellennetzes erlaubt jedoch keine widerspruchsfreien Hinweise, daß sich unterschiedliche Speicherkoeffizienten diesbezüglich bemerkbar gemacht hätten.

Taf. 2, in der die Grundwasserspiegeldifferenzen des Zeitraums 3. Juli/1. Mai 1978 dargestellt sind, gestattet die Vorstellung, wie sich die Mainniederschläge in Rheinnähe in etwa auf die Grundwasserstände ausgewirkt haben könnten, wenn es kein Rheinhochwasser gegeben hätte (s. Kap. 4.2.). Mit Ausnahme des nördlich der Linie Leeheim – Eschollbrücken – Seeheim gelegenen Teils des Untersuchungsgebietes wurde die Grundwasseroberfläche während des niederschlagsarmen Monats Juni, und damit weitgehend ausgelöst durch die Schauertätigkeit vom 22.–24. Mai, großflächig um 50–60 cm angehoben. Die von der 0-cm-Linie umschlossenen Flächen haben sich im Falle großer Grundwasserflurabstände im Vergleich zum Stichtag 5. Juni 1978 verkleinert (z. B. Raum Darmstadt-Eberstadt), im Falle sehr geringer Flurabstände teilweise vergrößert (z. B. Mönchbruch). Bei geringfügig anderem Verlauf der Linien gleicher Grundwasserspiegeldifferenzen ergab sich 1 Monat später in Taf. 3 ein nur wenig abweichendes Bild.

4.2. Auswirkung der oberirdischen Gewässer

Der Rhein ist für das Grundwasser des Betrachtungsraumes der Hauptvorfluter. Nur wenn er Hochwasser hat, kann sich im rheinnahen Bereich der Grundwasserstrom in die W – E-Richtung umkehren. An diesem Phänomen ist Seihwasser (Uferfiltrat) am wenigsten beteiligt, wie sich beispielsweise im Rahmen eines 1972/73 bei Biebesheim durchgeführten Großpumpversuches gezeigt hat. Die hohen Grundwasserstände in Rheinnähe erklären sich vielmehr vorrangig durch Grundwasseraufstau im Gefolge von Rheinhochwässern. Die theoretisch erst am

nächsten Vorfluter oder an der hydraulisch wirksamen Grenze der betreffenden hydrogeologischen Einheit endende Reichweite der Rückstauwelle ist bei den hydrologischen Gegebenheiten des Untersuchungsgebietes im wesentlichen nur von den Dimensionen eines Hochwasserereignisses abhängig.

Am Beispiel der in Abb. 5 dargestellten Ganglinie der nur 350 m vom Rhein entfernten Grundwassermeßstelle 544177 läßt sich der dominante Einfluß des Rheinhochwassers im Mai 1978 veranschaulichen. Das ausgeprägte Maximum des Grundwasserstandes trat in Übereinstimmung mit dem zeitlichen Ablauf der Hochwasserwelle des Rheins deutlich einige Tage später auf und zeigte andere Größenordnungen als die Hochstände an den nur vom Niederschlagsgeschehen beeinflussten Grundwassermeßstellen.

Den hydrologischen Profilen III, IV, VI und VIII der Abb. 6 und 7 ist zu entnehmen, wie sich die vom Rheinhochwasser ausgelöste Druckwelle im Grundwasserbereich mit nach E hin abnehmender Amplitude im Laufe der Zeit fortpflanzte. Ganglinienspitzen von bis zu 4 km vom Neurhein bzw. von Altrheinarmen entfernten Grundwassermeßstellen ergeben eine enge, bis 1 Woche zeitverschobene Korrelation mit dem Maximum der Hochwasserwelle im Vorfluter. Diese Aussage läßt sich auch anhand der Linien gleicher Grundwasserspiegeldifferenzen in Taf. 1 belegen.

Durch die Rheinhochstände wird lediglich der Grundwasserabstrom zum Vorfluter gebremst oder kurzfristig unterbunden. Eine ins Gewicht fallende Grundwasserneubildung ist selbst bei Ausuferung des Rheins oder der im jeweiligen Mündungsbereich zurückgestauten Seitengewässer so gut wie nicht vorhanden. Nach dem Durchgang der Hochwasserwelle fließt das Grundwasser wieder in der ursprünglichen Richtung ab, und zwar wegen des größeren Abflußquerschnittes und des steileren Fließgefälles kurzfristig rascher als vor dem Hochwasserereignis.

Eine Grundwasserneubildung ist daher nur bei effluenten oberirdischen Gewässern gegeben, die ins Grundwasser einspeisen.

Im Falle des hier nicht behandelten Mains, der zwischen Rüsselsheim und Frankfurt von Absenktrichtern einiger Wasserwerke unterfahren wird, sind trotz eines beträchtlichen leakage-Faktors des Flußbettes Wasserverluste hydrochemisch nachgewiesen.

Die Sohlen der die Oberrheinebene querenden Wasserläufe lagen in früheren Jahren im Gegensatz zu heute im mittleren und westlichen Abschnitt des Flachlandes unter der Grundwasseroberfläche. Überwiegend infolge der verstärkten Grundwasserförderung in den letzten 15 Jahren sind die Grundwasserstände in diesem Raum seither großflächig abgesunken. Im Bereich der Niederterrasse würden die oberirdischen Gewässer daher merkliche Abflußverluste erleiden, wenn ihre Sohlen nicht wegen der teilweise erheblichen Schmutzwasserbelastung weitgehend abgedichtet wären. Diese Kolmation, die wegen der einseitigen Austauschrichtung noch verstärkt wird, ist unterhalb der MW-Marke naturgemäß am ausgeprägtesten. Die oberen Partien des Abflußquerschnittes sind jedoch relativ permeabel, da bei Hochwässern die „verseiften“ Lockersedimente immer wieder erodiert werden.

Stellvertretend für die anderen Oberflächengewässer der Rheinebene läßt sich vor allem am Beispiel der Weschnitz und ihrer Nebenbäche zeigen, daß die auf Fluß- oder Bachwasserversickerungen zurückzuführende Komponente der Grundwasserneubildung im wesentlichen nur bei höheren Wasserständen der oberirdischen Wasserläufe möglich ist.

Besser noch als mit den Ganglinien der Grundwassermeßstellen 544022 A und 544033 in Abb. 5 und den Profilen VII und VIII in Abb. 7 läßt sich anhand der Karten der Grundwasserspiegeldifferenzen (Taf. 1–3) belegen, daß die Gewässerinfiltration linienhaft erfolgt. Die Tatsache, daß bei Lorsch die in Taf. 1 weit nach W vorspringende 75-cm-Linie wenig später (Taf. 2) nicht mehr vorhanden war, muß in diesem Sinne interpretiert werden. Ein kräftiger Anstieg der Grundwasserstände, der über die nur niederschlagsbürtige Größenordnung hinausging, läßt sich auch im Bereich der Auenablagerungen des Altneckars zwischen Heppenheim und Allmendfeld konstatieren. Es bleibt offen, ob außer Gewässerinfiltrationen dabei auch der von den Starkregen ausgelöste erhöhte Oberflächen- und Zwischenabfluß der Odenwaldhänge eine größere Rolle spielte.

Weitere Beispiele für Gewässerinfiltrationen sind die Modau (Profil V in Abb. 7, Taf. 2), die sicherlich stärker verschmutzt ist als die Weschnitz, und der Hegbach (Profil II in Abb. 6), der dem hydrographischen System des Schwarzbaches angehört.

5. **Schlußfolgerungen hinsichtlich der sommerlichen Grundwasserneubildung in der hessischen Oberrheinebene**

Gemäß Gleichung

$$I_{Gw} = A_u + \Delta H_{Gw} \cdot P_n$$

läßt sich aufgrund der Kenntnis des nutzbaren Porenvolumens P_n und der relativen flächenhaften Anhebung der Grundwasseroberfläche ΔH_{Gw} die Grundwasserneubildungsrate I_{Gw} , die als die in den gesättigten Bereich pro Zeit- und Flächeneinheit übertretende Wassermenge definiert ist, bestimmen. Der gleichzeitig stattfindende Grundwasserabfluß A_u braucht zahlenmäßig nicht genau bekannt zu sein, da er aufgrund der geohydrologischen Verhältnisse des Untersuchungsgebietes, nämlich im wesentlichen große Aquifermächtigkeit und sich kaum veränderndes hydraulisches Gefälle, mehr oder weniger konstant bleibt. Eine Überschlagsrechnung hat zum Ergebnis, daß der im Gefolge eines kurzfristigen Starkregenereignisses mögliche verstärkte Grundwasserabfluß etwa 3 Zehnerpotenzen kleiner ist als die zeitgleiche Grundwasserbevorratung.

Wird von einem großräumigen Anstieg der Grundwasserstände um 0,5 m ausgegangen, errechnet sich bei 15% gravitativ entwässerbarem Porenvolumen eine Grundwasserneubildung von 75 mm. Für $P_n = 20$ Vol.-%, was ebenfalls zumindest bereichsweise noch realistisch ist, ergibt sich eine Grundwasserneubildung in Höhe von 100 mm. Diese beiden Grenzwerte der an wenigen Tagen erfolgten sommerlichen Grundwasserneubildung schließen das Gebietsmittel der Niederschlagshöhe von 95 mm für den Zeitraum 22.–24. Mai 1978 ein. Mit kleinen Einschränkungen läßt sich daraus folgern, daß die Starkregen weitgehend

zur Grundwasserneubildung beigetragen haben. Werden die Abflußverluste der oberirdischen Gewässer noch berücksichtigt, so erscheint eine auf wenige Tage im letzten Drittel des Monats Mai 1978 bezogene Grundwasserneubildung in der Größenordnung von $3 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ oder etwas mehr als durchaus akzeptabel und auch plausibel.

Für den Bereich der hessischen Oberrheinebene kann eine langjährige mittlere Rate der Grundwasserneubildung von mindestens $5,75 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ zugrundegelegt werden (BÖKE & DIEDERICH 1979: 16). Andere Autoren gehen von etwas kleineren Werten aus (u. a. TOUSSAINT 1979: 245). Die zitierten Angaben beziehen sich im wesentlichen auf Zeitreihen, in denen niederschlagsarme Jahre eine größere Rolle spielen, und auf das interpolierte „Normaljahr“. Somit zeigt diese Untersuchung auf, daß in Ausnahmejahren von Natur aus Spendenwerte von $8\text{--}10 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ möglich sind. Wird die für den Mai 1978 bestimmte Höhe der sommerlichen Grundwasserneubildung entsprechend der Eintrittswahrscheinlichkeit des zugeordneten Niederschlagsereignisses auf die Einzeljahre verteilt, erhöht sich die im wesentlichen auf die Niederschläge der Winterhalbjahre zurückgehende, vorstehend genannte mittlere Rate der Grundwasserneubildung um rd. $0,1 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$. Das entspricht einem auf die Fläche von 880 km^2 bezogenen zusätzlichen Grundwasserdargebot von $2,8 \text{ hm}^3/\text{a}$. Wird gemäß Kap. 1 von tatsächlichen Ereignissen sommerlicher Grundwasserneubildung ähnlicher Größenordnung ausgegangen, so ist mit einem Wiederkehrintervall von rd. 10 Jahren zu rechnen. Auf dieser Basis würde sich das zusätzliche Grundwasserdargebot etwa auf das Dreifache erhöhen, nämlich auf ca. $8 \text{ hm}^3/\text{a}$. Die genannten Dargebotszahlen sind sehr theoretisch, zumal auch aus technischer und wirtschaftlicher Sicht eine vollständige Gewinnung nicht möglich ist.

Die Untersuchungen zeigen weiterhin, daß der Einfluß des Waldes auf die Höhe der Grundwasserneubildung offenbar nicht so groß ist, wie allgemein angenommen wird. Abgesehen von der Niederschlagshöhe haben allem Anschein nach Bodenart und Lagerung der Deckschichten eine vorrangige Bedeutung, die Vegetation folgt mit Abstand. Diese Aussage stimmt mit Erkenntnissen anderer Autoren überein (u. a. LIEBSCHER 1970: 170, SCHUBACH 1973: 45).

Die Größenordnung der Grundwasserneubildung unter Waldbestockung wird allerdings weiterhin Anlaß für konträre Fachdiskussionen bleiben, solange überwiegend nur die Meßdaten von Kleinlysimetern ausgewertet werden. Trotz der nicht unbeträchtlichen Kosten und trotz der Tatsache, daß längere Zeit auf gebietsspezifische Ergebnisse gewartet werden muß, wird aufgrund der gemachten Erfahrungen für den Bau von Großlysimetern im wasserwirtschaftlich so bedeutungsvollen Betrachtungsraum plädiert. Nur etwa $500\text{--}1000 \text{ m}^2$ große Lysimeter scheinen den wichtigsten Randbedingungen bewaldeter Flächen gerecht zu werden.

6. Schriftenverzeichnis

- ALTMANN, K., ARMBRUSTER, J., EBHARDT, G., EDLINGER, G. v., EINSELE, G., JOSOPAIT, V., KAMP, H. v., LAMPRECHT, K., LILLICH, W., MULL. R., PETERS, G., SCHEKORR, E., SCHULZ, H., & WROBEL, J.-P. (1977): Methoden zur Bestimmung der Grundwasserneubildungsrate. – Geol. Jb., C 19: 3–98, 30 Abb., 9 Tab.; Hannover.

- BÖKE, E., & DIEDERICH, G. (1979): Unveröffentlichtes Gutachten des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung vom 1. 6. 1979 über die Grundwasserneubildung im Mittel- und Südabschnitt des Hessischen Rieds – Az. 341–2481/78 Bk/Die/Bm: 16 S., 14 Anlg.; Wiesbaden.
- 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**: 593–605, 7 Abb., 2 Tab.; Hannover.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Oberrheingebiet (1956/57): Abflußjahre 1954/55; Karlsruhe.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Rheingebiet (1958): Abflußjahr 1956; Mainz.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Ergänzungsheft Land Hessen, Rhein- und Weseranteil (1958/78): Abflußjahre 1957/75; Wiesbaden.
- DIEDERICH, G., FRINGS, H., HEITTELE, H., HEYL, K. E., HOLDERMANN, D., HUPPMANN, O., JOACHIM, H., OLSCHOK, W.-J., TOUSSAINT, B., VILLINGER, E., VOIGT, H., & WÖRNER, U. (1980): Bericht der Arbeitsgruppe „Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung im Rhein-Neckar-Raum“ – Analyse des Ist-Zustandes. – 12 Abb., 10 Tab., 14 Anlg., im Druck; Stuttgart/Wiesbaden/Mainz.
- HARTGE, K. H. (1978): Einführung in die Bodenphysik. – 364 S., 142 Abb., 16 Tab.; Stuttgart (Enke).
- LIEBSCHER, H.-J. (1970): Grundwasserneubildung und Verdunstung unter verschiedenen Niederschlags-, Boden- und Bewuchsverhältnissen. – Wasserwirtsch., **60**: 168–173, 8 Abb., 4 Tab.; Stuttgart.
- SALAY, G., & TOUSSAINT, B. (1977): Der Bodenfeuchte-, Lysimeter- und Grundwasser-Meßdienst des Landes Hessen. – Dt. gewässerkdl. Mitt., **21**: 45–52, 3 Abb.; Koblenz.
- SCHUBACH, K. (1973): Abhängigkeit der Sickerung von Bodenart, Bodenzustand und meteorologischen Faktoren nach langjährigen lysimetrischen Beobachtungen. – Dt. gewässerkdl. Mitt., **17**: 44–47, 1 Abb., 6 Tab.; Koblenz.
- SCHULZ, H. D. (1970): Chemische Vorgänge beim Übergang vom Sickerwasser zum Grundwasser. – Geol. Mitt., **10**: 151–204, 28 Abb., 9 Tab.; Aachen.
- TOUSSAINT, B., mit Beitr. von SALAY, G. (1979): Methodische Untersuchungen zur Ermittlung der Grundwasserneubildungsrate. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F., **61**: 193–249, 16 Abb., 5 Tab.; Stuttgart.
- Unveröffentlichte hydrologische und meteorologische Meßwerte aus den Archiven der Hessischen Landesanstalt für Umwelt, Wiesbaden*), und des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach a. M.
- ZIMMERMANN, U. (1975): Wie schnell dringen Niederschläge durch den Boden? – Umschau, **75**: 249–250, 1 Abb.; Frankfurt a. M.

*) Für die Bereitstellung von Unterlagen sei an dieser Stelle insbesondere den Kollegen Dr. RUDOLPH und Dipl.-Ing. SALAY herzlich gedankt.

Die geologischen Grundlagen der alten Wasserversorgung Darmstadts

Von

KLAUS FAHLBUSCH*

Kurzfassung: Mit Beginn der Ried-Wasser-Versorgung der Stadt Darmstadt (1880) wurden die alten Wassergewinnungsanlagen stillgelegt. Die geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten dieser alten Anlagen werden nach gegenwärtigem Erkenntnisstand rekonstruiert, da fast alle Unterlagen 1944 vernichtet wurden. Typische Bodenprofile für die einzelnen Stadtregionen werden beschrieben. Die mittelalterliche Umleitung des Darmbaches wird dokumentiert.

Abstract: This paper deals with geological and hydrogeological environments that control the occurrence of groundwater in the township of Darmstadt. Nearly all major aquifers were used in some extent till 1880. Before 1880 municipal groundwater use of aquifers of some apparent potential was done. In summer-time aquifer yield was small.

Aquifers in the area are

a) quarternaire porous coarse-grained soils and permeable permian rocks, this water was lifted by shallow draw-wells. The coarse-grained soils are underlaid by impervious magmatic rocks formed beneath humid tropical and subtropical climate in tertiary time.

b) fissured magmatic and metamorphic rocks

c) and also highly fractured fault zones with areas of streamflow (springs).

Spring-water was collected and pipe-lines of wooden pipes were constructed to carry the water to the town.

Between 1860 and 1880 resource planning was carried out for aquifer exploration in Ried area. Since 1880 groundwater exploitation for municipal use by pumping water from wells (6 wells, 60–90 m deep), bored vertically into the quarternaire sediments of the Rhine-Graben (Eschollbrücken), is working.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	224
2. Hydrogeologischer Überblick	226
3. Darmbach, Soderbach, Großer Woog und Dreibrunnenleitung	227
4. Die Kernstadt	229
5. Neubaugebiet nach 1820 westlich Grafen-Straße/Spital-Straße	230
6. Stadterweiterung nach SE	233
7. Nachtweidenleitung	233
8. Seiterswiesenweg-Leitung	234

* Prof. Dr. K. FAHLBUSCH, Geologisch-Paläontologisches Institut der TH Darmstadt, Schnittpahnstraße 9, 6100 Darmstadt.

9. Bohrungen im Bereich Oberfeld	236
10. Raum nördlich des Karlsruhofes	236
11. Brauereiviertel	237
12. Brunnenleitungen, die aus dem Süden Wasser zuführten	237
13. Schluß	239
14. Schriftenverzeichnis	240

1. Einleitung

1.1. Als das Hobrechtsche Wasserwerk 1880 die Lieferung von Grundwasser aus dem Ried aufnahm, endete eine Periode der Stadtgeschichte, die in den Sommermonaten nach 1840 häufig durch eine katastrophale Wasserversorgungslage gekennzeichnet war. 1800 war für 9000, um 1850 für 27 000 und um 1880 (Abb. 5) für über 60 000 Einwohner, die z. T. noch Großvieh in ihren Anwesen betreuten, Wasser zu beschaffen. Neben Schachtbrunnen in den Hofreiten und Wohnquartieren wurde schon frühzeitig eine Versorgung durch Laufbrunnen (Quellwasser) verwirklicht, die zunächst aus dem Osten (u. a. Drei-Brunnen-Leitung) vorwiegend über Holzrohre (ab 1568) erfolgte. Schon vor 1800 muß es häufiger zu Wasserverknappungen gekommen sein, denn die städtischen Interessen kollidierten hier ständig mit denen des Landgrafen, der eine Reihe von Leitungen besaß. Urkunden über die Wasserversorgung im Mittelalter bis in die Rokoko-Zeit hinein müssen auch vor dem großen Brand (11./12. 9. 1944) recht spärlich gewesen sein, denn die erhaltene Sekundär-Literatur gibt für die Fragestellung kaum verwendbare Hinweise.

1.2. Es wurden für diese Darstellung ausgewertet: Baugrubenbegehungen im Stadtgebiet, das Bohrarchiv des Geol. Institutes TH Darmstadt, Feldbeobachtungen und Sondierungsbohrungen in Darmstadt und im Umfeld der alten Versorgungsanlagen.

Die alten Karten, die die Grundlage für die Begehungen bildeten, stammen aus dem Staats- oder Stadtarchiv in Darmstadt.

Die Literatur über die Stadtgeschichte und die geretteten Archivalien wurden durchgearbeitet, ebenso das Archiv der Südhessischen Gas- und Wasser AG. Trotz einer umfangreichen Heimatgeschichts-Literatur wurde über die Versorgung der Bürger mit Wasser wenig berichtet, obwohl bei der Beschreibung von Brandkatastrophen nach 1650 der Wassermangel immer wieder erwähnt wird. Nach 1820 trat dann die Garnison noch als Konkurrent in den Sommermonaten auf und füllte in den Nachtstunden ihre Wasserwagen an den städtischen Laufbrunnen. Die nächtliche Entnahmepause für die Quellwasserversorgung wurde durchbrochen. Aber auch über die militärische Wasserbeschaffung und die der ab 1846 als weiterer Konkurrent auftretenden Eisenbahn gibt es keine geologisch auswertbaren Hinweise.

1.3. Beim Wiederaufbau der zerstörten Stadt, bei den Großbauten der Stadt Darmstadt und der Technischen Hochschule (THD) und anderer Bauträger in der Zeit nach 1956 sind Teile der alten Anlagen erneut aufgegraben worden, um dann endgültig beseitigt zu werden.

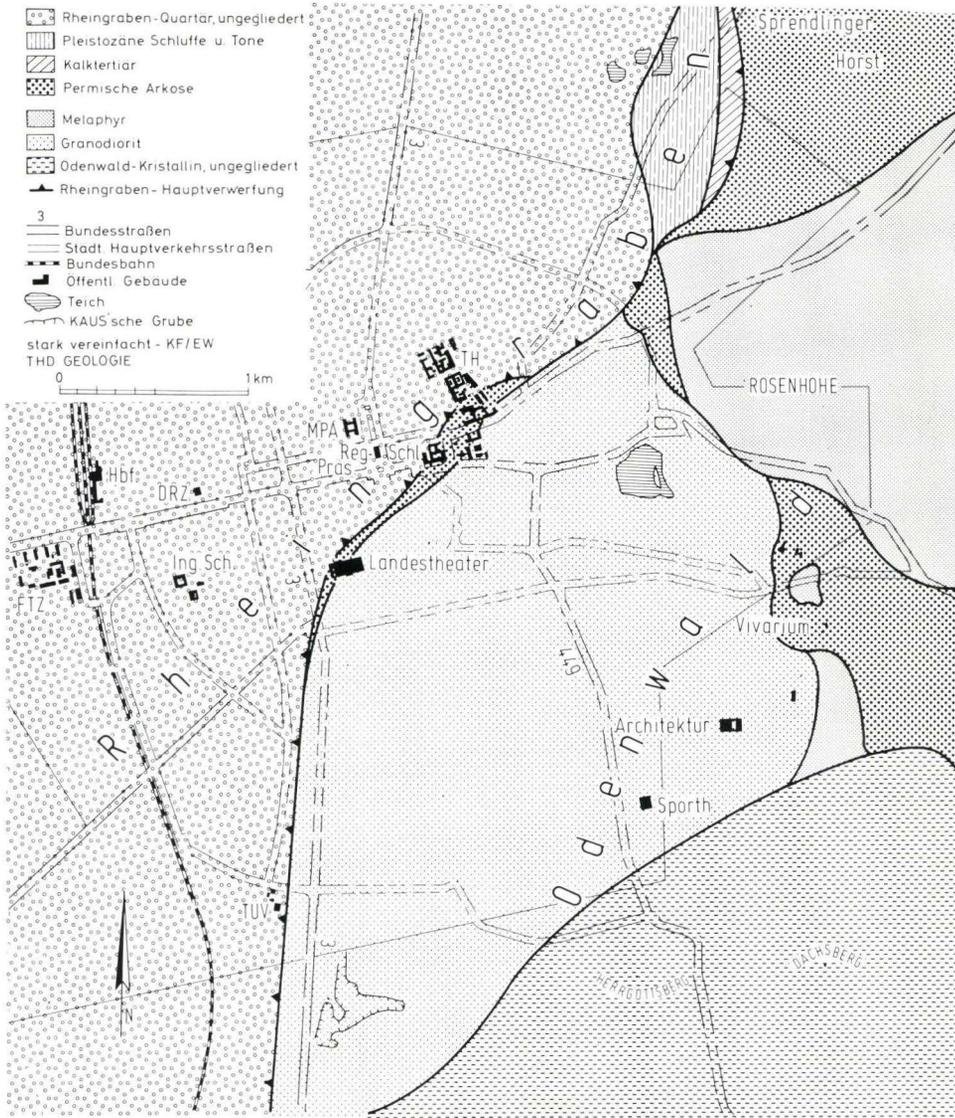


Abb. 1. Geologische Grundgliederung im Stadtgebiet von Darmstadt.

FTZ = Funktechnisches Zentralamt; Hbf = Hauptbahnhof, neue Trasse der Bahn (1910), Trasse von 1846 (Abschn. 5.1) führte W des Technischen Überwachungsvereins nach N; Ing Sch = Fachhochschule Darmstadt, DRZ = Deutsches Rechenzentrum; MPA = Staatliche Materialprüfungsanstalt; Reg.-Präs. = Regierungspräsidium im wiederaufgebauten Collegien-Haus, S davon der Luisenplatz; Sch = Schloß; TH = Kerngebiet der Technischen Hochschule Darmstadt; Architektur = Erweiterungsgebiet der TH, I. Bauabschnitt; Sporth. = Sporthalle am Böllenfalltor.

2. Hydrogeologischer Überblick

2.1. Die vorliegende Untersuchung beschreibt (vgl. Abb. 1):

- a) die Grundwasserverhältnisse im Stadtkern (Bereich des Rheingrabenabbruchs)
- b) die geologischen Verhältnisse der alten Wassergewinnungsanlagen im Gebiet der Übergangszone vom Kristallin zum Graben
- c) die geologische Situation in der Umgebung der Brunnenstuben im Bereich der magmatischen Gesteine und des sedimentären Paläozoikums, das vom NE über E nach SE im Weichbild der Stadt ansteht (Abb. 1 u. 5).

2.2. Die Wasserversorgung Darmstadts erfolgte bis ins 19. Jahrhundert hinein vorwiegend durch Laufbrunnen, die von außerhalb der Stadt aus gefaßten Quellen („Brunnenleitungen“) gespeist wurden (Abb. 5). Im Bereich der quartären Lockermassen vor allem W des Rheingrabenabbruches (Abb. 1) wurden neben der Versorgung aus Laufbrunnen auch sgn. Hausbrunnen herangezogen, die es gestatteten, aus Sanden bis Feinkiesen Brauchwasser aus geringen Tiefen zu gewinnen. Bei der engen Bebauung und dem Fehlen einer Kanalisation kann dieses Wasser – wie auch das Schachtbrunnenwasser aus den Deckschichten des Kristallins – nicht einwandfrei gewesen sein.

In der Übergangszone zwischen dem Rheingraben und dem Tiefengesteinssokkel (Abb. 1) wurde Wasser an mehreren Stellen auch in den vergrusteten und vertonten Gesteinen der tektonischen Zerrüttungszonen des Grabenabbruches gewonnen, z. T. aus mit Holz ausgesteiften Schachtbrunnen (erschlossen in mehreren Baustellen, z. B. im Bereich Luisenplatz/Palaisgarten), aber auch aus Quellfassungen.

An einigen Stellen waren auch Flachbrunnen (Ziehbrunnen) im Flugsand vorhanden, der erhebliche Teile des Kristallins z. T. in Form echter Binnendünen [u. a. Bereich Justus-Liebig-Haus; Wilhelminenstraße – Sahara genannt; Flugsandmächtigkeit über 5 m (Abb. 1 zwischen S-Grenze Kerngebiet THD und Landestheater)] überdeckte. Die Grundwassersohle besteht hier aus vertontem Tiefengestein. Der Aquifer wurde gespeist aus Niederschlagswasser des Einzugsgebietes E der Randverwerfung und aus Wässern, die trotz der tiefgründigen Vertonung auf einigen Zerrüttungszonen [junge Tektonik (?), Gebirgsentspannung (?)] aufdrangen und in die Lockermassen übertraten.

2.3. Ab 1850 konnte die Versorgung nicht mehr gesichert werden. Das Rohrleitungssystem (z. T. noch immer gebohrte Holzröhren) zeigte erhebliche Mängel. Die zunehmende Bebauung möglicher Einzugsgebiete und die steigende Verseuchung der Hausbrunnen machte die Gewinnung aus dem Aquifer immer problematischer. Eine Wassergewinnung außerhalb Darmstadts wurde geplant. Bei der Erstellung von Wassergewinnungsanlagen mußten viele Städte in der Mitte des vorigen Jahrhunderts feststellen, daß die Ergiebigkeit des Aquifers schnell nachließ und die geförderten Wassermengen nach einer gewissen Zeit sehr stark zurückgingen (z. B. BRIECKE & STADAGER 1949). Die Einzugsgebiete waren zu klein oder die K-Werte für die vorhandenen Pumpen unzureichend, oder es stellten sich Absenkungstrichter ein, die bis an die Basis der Schachtbrunnen

reichten. Auch die häufig in den Sommermonaten vorgenommene Vertiefung der Brunnen (so W des Rheingrabenabbruches, Bereich Steubenplatz, ostwärts DRZ, Abb. 1) schaffte keine ausreichende Abhilfe.

2.4. Geologische Untersuchungen über die alten Anlagen fehlen. Sofern sie ehemals erstellt (nicht publiziert) worden sind, sind sie im 2. Weltkrieg verlorengegangen. Diese Unterlagen sollen auf Grund der geologischen, bodenmechanischen und tektonischen Untersuchungen der letzten 20 Jahre hier erstellt werden. Neben der historischen Fragestellung ist ein aktuelles Problem zu berücksichtigen. Bei zunehmender Wasserknappheit im Rhein-Main-Neckar-Raum und bei Versuchen über das Prinzip der Wärmepumpe zusätzliche Energie zu gewinnen, besteht bei nichtgeologischen Neuplanungen die Gefahr, daß die alte Versorgung wieder als untersuchungswürdig angesehen wird. Auf Grund der hydrogeologischen Gegebenheiten im Stadtgebiet ist unter äußerster Einschränkung eine Notversorgung denkbar. Das Energiepotential des Grundwassers dürfte lokal als gewinnbar angesehen werden.

3. Darmbach, Soderbach, Großer Woog und Dreibrunnenleitung

3.1.1. Die Abb. 2 zeigt den Verlauf des Darmbaches, erschlossen aus einem umfangreichen Sondierungsprogramm und den Erkundungen anlässlich der Rekonstruktionsversuche der alten Flugplatzdrainage (Bereich Lichtwiese/Nachtweide Nr. 3 u. 4, Abb. 2). Seit der Mitte des 16. Jahrhunderts (der Große Woog wird 1568 erstmals erwähnt) lief das aus dem Odenwald zuströmende Wasser [Schichtquellen im Perm, Schichtquellen im vertonten Kristallin unter pleistozänen Sanden und Spaltenquellen im Bereich einer Mylonitzone S des Neubaugebietes THD (Organische Chemie)] nicht mehr über „Im Soder“ zur Stadt, sondern wurde S des heutigen Vivariums (Abb. 1) über einen Mühlgraben (ab 1581 Neumühle) in den Bereich einer nassen Wiese umgeleitet (Abb. 2, Nr. 1) und aufgestaut. In dieser Niederung floß vorher nur das Wasser aus dem Gebiet Drei Brunnen (Abb. 2, Nr. 2) und einiger Quellen am S-Hang des Busenberges (Abb. 2, Nr. 9; Abb. 1, Rosenhöhe).

Ein geologisches Sammelprofil, erschlossen bei Bohrungen für das Trainingsbad, Sondierungen E des Woogs und Bohrungen zwischen Woog und dem W davon liegenden Mercks-Platz, sowie den Aufschlüssen des Heizungskanalbaus der THD, kann für diesen Bereich angegeben werden.

3.1.2. Aufschüttungen unterschiedlicher Bauperioden über geringmächtigem und häufig umgelagertem Flugsand bis Lößlehm mit Tiefengesteinsgrus oder Perm-Arkosen. Darunter anmoorige Bildungen unterschiedlicher Mächtigkeit (bis 5 dm) über einer unregelmäßigen, vertonten Tiefengesteinsoberfläche. Zwischen Tiefengestein und pleistozänen Deckschichten schaltet sich noch mit unterschiedlicher N – S-Ausdehnung eine wasserführende Kieslage ein, deren Mächtigkeit wechselt und die aus Odenwald-Kristallin-Komponenten aufgebaut ist. Bei dieser Schichtfolge ist es nicht verwunderlich, daß der Woogsdamm bei der geringen Tragfähigkeit des Profils häufig ausgebessert werden mußte.

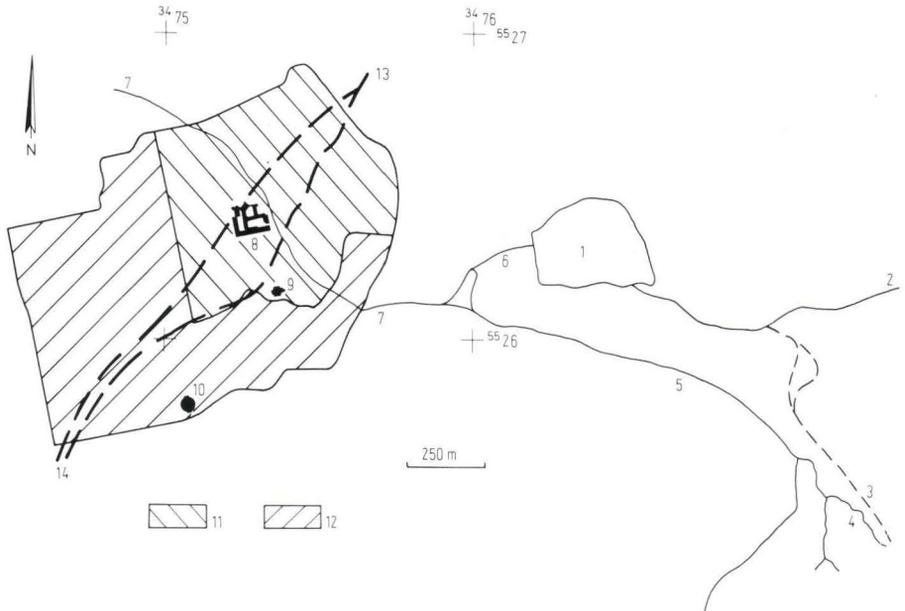


Abb. 2. Darm- und Soderbach in Darmstadt (vor 1850).

- | | |
|---|---|
| <p>1 Großer Woog, Mitte 16. Jahrhundert künstlich geschaffen.</p> <p>2 Quellgebiet der „Drei Brunnen“</p> <p>3 Grabensystem zur Überleitung der Wässer aus dem Darmbach in den Großen Woog</p> <p>4 Quellgebiet im Bereich Flur 8, Flur 25 Nachtweide/Lichtwiese</p> <p>5 Ursprünglicher Verlauf des Darmbaches (vor Schaffung von 3), später Im Soder oder Soderbach</p> <p>6 Abfluß des Großen Woogs über altes Bachtal von 2, nicht Darmbachbett; bis nach 1820 Abfluß von 6 nach W in den Stadtgraben</p> | <p>7 Verlauf Darmbach im Stadtgebiet</p> <p>8 Schloß, heutiger Ausbautzustand</p> <p>9 Evangelische Stadtkirche; seit 1380 nachgewiesen</p> <p>10 Sankt Ludwig</p> <p>11 Altes Stadtgebiet von Darmstadt (1759)</p> <p>12 Ausdehnung des Stadtgebietes bis 1826</p> <p>13-14 Verlauf der Hauptstörung im Darmstädter Stadtgebiet „Rheingraben-Abbruch“; in der mittleren Zone kleinflächiges Schollenmosaik</p> |
|---|---|

3.2. Die Wasserfläche des Großen Woogs führte zu einer hohen Verdunstung, so daß auch dieses Wasser zur Speisung des Aquifers im Stadtgebiet verloren ging. Durch die Umleitung wurde der Übertritt von Darmbachwasser [Verlauf primär Soder – Kleiner Woog (an der SE-Stadtgrenze), Abb. 2, Nr. 7] in die Flugsandbedeckung über dem Kristallin eingeschränkt und die Speisung der Zone, aus der die Hausbrunnen ihr Wasser entnahmen, vermindert. Ab 1820 wurde dieser Bereich zunehmend überbaut.

3.3. Das kleine Einzugsgebiet des durch die Umleitung des Darmbaches entstandenen Soderbaches (Abb. 2, Nr. 5), heute Bereich Gundolfstraße/Breslauer Platz, wurde in seiner Ergiebigkeit Mitte des 19. Jahrhunderts stark überschätzt. Die nassen Wiesen (nach dem 1. Weltkrieg mit Baustellenaushub überschüttet) verlockten dazu, nach 1860 ein Pumpwerk (Abb. 5, Nr. 15) zu errichten (Profil ähnlich dem im Bereich des Großen Woogs, quartäre Bedeckung 1,2–1,9 m). Nachdem der flache Absenkungstrichter erschöpft war, der Zufluß aus

S aus dem StauhORIZONT Nachtweide (vertontes Kristallin mit ausgeprägtem Relief unter Flugsand) nur noch entsprechend den Niederschlägen erfolgte und möglicherweise im Bereich Gundolfstraße aufsteigendes Spaltenwasser auch nicht ausreichende Nachflußmengen lieferte, erwies sich die Leitung ins Stadtgebiet als Fehlschlag, zumal aus dem Bereich des umgeleiteten Darmbaches kaum Wasser nach W in die lokal nur dünne Flugsanddecke Richtung Soderbach übertreten konnte.

3.4. Die Brunnenstuben der Drei-Brunnen-Leitung mit einer landgräflichen und einer kommunalen Leitung in die Stadt (Abb. 5, Nr. 2; Abb. 2, Nr. 2) faßten Quellen, die im Grenzbereich Perm-Basalt-Ergußdecken gegen Rotliegend-Arkosen auftraten; die Aufreihung der Quellen macht es wahrscheinlich, daß eine tektonische Zerrüttungszone teilweise als Förderweg angenommen werden muß, obwohl der Anteil an Wasser, der aus der Grenzfläche Ergußdecke/Arkose abgeleitet werden kann, als wichtig angesehen werden muß. Dieser Quellenbezirk scheint jahreszeitlich keine größeren Schwankungen in der Schüttungsmenge gezeigt zu haben. Es ist anzunehmen, daß die Schüttungen sanken, als der Steinbruchbetrieb im E anschließenden Glasberggebiet eine größere Ausdehnung (1840 ?) erreichte, da ein Quellenschutzgebiet damals noch nicht ausgewiesen wurde.

4. Die Kernstadt

4.1. Die Kernstadt (Abb. 2, Nr. 11) lag im Bereich des Kristallinsockels (im E), der Übergangszone und im Rheingraben. Ein alter Stadtführer (PAULI, nach 1821) meldet, daß „aus dem Granit“ erfrischendes Wasser sprudelt. Die Stelle ist nicht angegeben. Auch der Küchen-Born im Schloß kann nur aus einer der Brunnenleitungen gespeist worden sein. Andeutungen eines Schachtbrunnens im Schloßgebiet (Abb. 2, Nr. 8) in anmoorigen Schichten (Profil im Schloß, vgl. FAHLBUSCH 1975a : 40) sprechen gegen eine Quelle. Im E anschließenden Kristallin (Baugebiet der THD, nördlich Landgraf-Georg-Straße; Abb. 1, erbrachten Erkundungsbohrungen (E-Technik, Wasserbau-Halle u. a.) vollkommen trockene Tiefengesteine, während im Sechseck-Hörsaal auf der Störungszone Wasser austrat und in den W anschließenden Grus- und Sandlagen sofort versickerte.

4.2. Die Tiefengesteine S der Landgraf-Georg-Straße sind z. T. vertont und Profile wie in 3.1.2. beschrieben, mit z. T. erheblichen Kiesmächtigkeiten (> 3 m) und hohem Wasserandrang in geringen Tiefen, können auftreten. Hausbrunnen im Bereich Kleine und Große Ochsen-gasse (1944 zerstört) dürften dieses Wasser gehoben haben.

4.3. Die 1968 im Rheingrabengebiet durchgeführte Brg. Mengler (Taf. 1; vgl. FAHLBUSCH 1970) zeigte, welche Schwierigkeiten im alten Stadtgebiet von Darmstadt bestehen, Wasser in ausreichender Qualität und Menge in geringer Teufe zu erschließen. Die Bohrung brachte befriedigende Wassermengen erst ab 145 m u. Fl. Die Mengen von Wasser, die in den quartären Lockermassen 1968 (Sohlschicht bei ca. 7 m u.Fl. – von den von uns in diesem Gebiet erkundeten

Hausbrunnen auch erreicht –) angetroffen wurden, werden früher – als Teile des Einzugsbereichs noch nicht vollständig überbaut waren – zwar höher als heute gewesen sein, eine ausreichende Versorgung des Stadtgebietes W des Bereiches Schloß/Landestheater (Moller-Bau) konnte in niederschlagsarmen Perioden daraus nicht gesichert werden.

Die Beobachtungen an ehemaligen Dunggruben in den Anwesen der Neuen Stadt (heute Bereich Randbebauung Mathildenplatz etc., Abb. 2, W Grenze Nr. 11/12; Abb. 1, ostwärts MPA belegen, daß über einer mehrfach umgelagerten Löß-Lehm-Schicht (Grundwassersohle) mit niedrigem K_f -Wert ein Fein- bis Mittelsand-Profil lag mit hoher Durchlässigkeit. In dieser Schicht war auch die Mehrzahl der Hausbrunnen (Tiefen max. 6–8 m) gegründet. Nur wenige haben die unter der oberen Grundwassersohle liegenden ehemaligen sehr unregelmäßigen Bachrinnen mit Odenwalderöllen erreicht. Diese Rinnen werden in Trockenzeiten relativ lange Wasser geführt haben, wobei einer Fäkal-Kontamination dank der Löß-Lehm-Deckschicht Grenzen gesetzt waren. Rinnen dieser Art führten auch 1975 noch Wasser, als sie bei der Luisenplatz-Bebauung auf der E-Seite der Baugrube angeschnitten wurden (vgl. auch FAHLBUSCH 1975a : 43, Abb. 4) oder im Bereich des Bauwerkes Friedensplatz W des Schlosses vor 1970 angetroffen wurden.

4.4. Nördlich Nr. 17 in Abb. 4 liegt der Baukörper ehemaliger Palaisgarten/Luisenplatz (heute Luisencenter/Karstadt). Die Ausbildung von Aquifer und Sohlschicht wurde von uns (FAHLBUSCH 1979, Abschn. 3) beschrieben. Auf der S-Seite des Gründungsbereiches tritt aus Klüften und Störungszonen eines völlig zerscherten Kristallins Wasser in die sandigtonigen Sedimente über. Im Bereich des Kristallinsockels gewannen Hausbrunnen das Wasser in 4–6 m Tiefe. Eine Brunnenstube faßte eine Quelle in 5 m u.Fl. Der Kristallinabbruch wurde von den Grundwasserganglinien nachgezeichnet. Im S (N Hängelstraße) Oberkante Kristallin 149 m über NN bei 1 m Flugsandüberdeckung (Kluftwasserspiegel > 143 m). Nach N fällt das Gelände auf 143–142 m, der Kristallinsockel taucht steil nach NNW ab, der Grundwasserspiegel liegt bei 126 m. Der Grundwasserabsturz beträgt auf wenige Meter Distanz über 7 m. Während S des Bezirks Nr. 17 (vgl. Abschn. 2.2-Sahara, Riedeselsberg) Hausbrunnen ein ausreichendes Wasserdargebot erschließen konnten, war N des Grundwasserabsturzes (Rheingrabenabbruch) im Quartär kein Wasser gewinnbar. Nur im Glücksfall wurde eine Kiesrinne angetroffen (vgl. 4.3).

5. Neubaugebiet nach 1820 westlich Grafen-Straße/Spital-Straße

5.1. Abb. 3 zeigt das Straßensystem zwischen den Landstraßen nach Heidelberg und Frankfurt. Dort, wo die Griesheimer Landstraße (Nr. 4) in das Stadtgebiet einmündete (Rheintor mit Grenzstraße – heute Landgraf-Philipp-Anlage), wurde der erste Darmstädter Bahnhof erbaut (ca. 139 m über NN). Damit entstand ein hoher zusätzlicher Wasserbedarf (2–4 m³ je Lokomotiveinsatzstunde; frdl. Mitteilung der Fa. KRAUSS-MAFFEI, München) im Darmstädter Raum, der – wie sich später herausstellte – lokal aus den mächtigen quartären Sanden (mit eingeschalteten lokalen Wasserstauern) wegen der erreichbaren Brunnentiefen nicht gedeckt



Abb. 3. Das Vorflutsystem im Raum Darmstadt (ca. 1850), vorwiegend nach Karten, die 1843, 1850 und 1853 gedruckt wurden.

- | | |
|--|--|
| 1 Schloß | 9 Großer Woog mit Zufluß vom Busen-Berg und Drei-Brunnen |
| 2 Evangelische Stadtkirche | 10 Vorflutsystem Molkenbach, Seiterswiesenweg |
| 3 Landstraße nach Heidelberg | 11 Bessunger Forsthaus mit römischer Quelffassung |
| 4 nach Griesheim | 12 Quellgebiet des Rutzenbaches („Großer Bruch“) |
| 5 nach Frankfurt; Straßen nach E entsprechend Ausbauzustand | 13 Rutzenbach |
| 6 Vorfluter mit Quellgebieten (z. T. drainiert) im vertonten Kristallin, W des Rheingraben-Abbruches versickernd | 14 Steinbrücker Teich (seit 1573) |
| 7 Zeitweise im Wald überflutetes Gebiet | 15 Quellsystem Ziegelbusch; vorwiegend Übergangszone Sprendlinger Horst/Rheingraben, im Bereich des Rheingraben-Abbruches nicht versickernd (vgl. 6) |
| 8 Vorflutsystem des Darmbaches | |

werden konnte. (In diesem Gebiet: Bohrung Kichler – 1934 – Wasserspiegel 28 m u. Fl.) Die Brunnen im Bahnhofsbereich mußten ständig vertieft werden, schließlich wurde das Wasser vom Main her transportiert. Die in einem alten Plan (Stadtarchiv, Plan Louis) eingezeichnete „Eisenbahn-Leitung“ (aus Bereich Soderbach – ca. 154 m über NN – quer durch die Stadt) ist wohl nur eine Diskussionsvariante gewesen.

5.2. Der Eisenbahnbau Darmstadt – Frankfurt berücksichtigt das natürliche Drainagesystem im Bereich von Nr. 5 (Abb. 3) nur ungenügend. W der Frankfurter Landstraße wird ein Teil der Vorflutgräben überschüttet, Staunässe ist die Folge, da die hier anstehenden Lockergesteine ungünstigere K-Werte haben als im S (vgl. Nr. 6 Abb. 3).

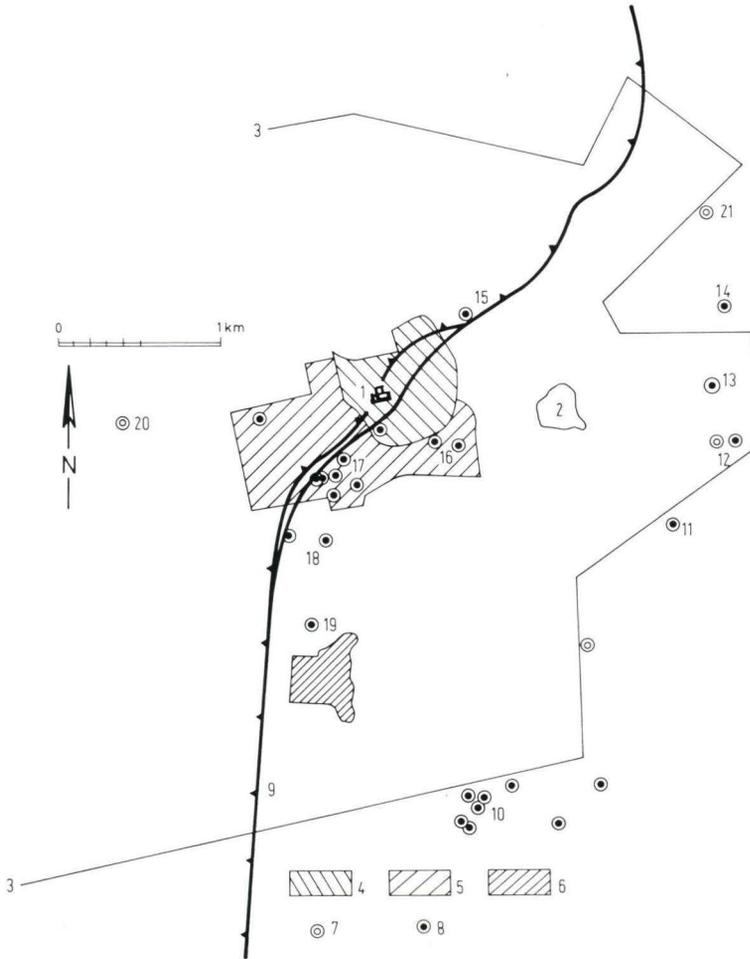


Abb. 4. Bohrbrunnen und Brunnenstuben im Stadtgebiet von Darmstadt (Auswahl).

- | | |
|---|--|
| 1 Schloß | 11 Brunnenstube „An der Nachtweide“ |
| 2 Großer Woog | 12 Quelfassungen „Drei Brunnen“ |
| 3 Grenze der geschlossenen Bebauung um 1960 | 13 Versorgungsanlagen E Rosenhöhe |
| 4 Altes Stadtgebiet (1759) | 14 Brunnenstube Seiterswiesenweg (Molkenbrunnen) |
| 5 Erweiterung der Stadt im 19. Jahrhundert. | 15 Brunnenstube Gutenbergstraße |
| 6 Zentralgebiet Gemeinde Bessungen (bis 1888 selbstständig) | 16 Wassergewinnung im Bereich Kleiner Woog |
| 7 Bohrbrunnen, geologisch wichtig | 17 Vielzahl von Brunnenstuben und Schachtbrunnen im Verwerfungsmosaik N der Hängelstraße |
| 8 Quelfassungen, Brunnenstuben | 18 Brunnenstuben am Riedeselsberg und im Steinbruch Hängelstraße |
| 9 Rheingraben-Abbruch (E: Kristallin, Perm, z. T. mit Flugsanddecke; W: quartäre Sedimente, auch Darmstädter Schuttfächer unter Flugsand) | 19 Brunnenstube Prinz-Emil-Garten |
| 10 Brunnenstubenbezirk Böllenfalltor, Alte Bogenschneise, Martinspfad | 20 Brauerei-Bohr-Brunnen |
| | 21 Bohrbrunnen Heiliger Kreuzberg |

6. Stadterweiterung nach SE

6.1. In den Nachkriegsbaugruben zwischen Niederramstädter Straße (im E und N), Karlstraße im W und nördlich der heutigen Heinrichstraße – das ist der Teil des Stadtgebietes (vgl. Abb. 5, Nr. 6 und Teilbereich der Drei-Brunnen-Leitung Süd), der 1826 vorwiegend von Gärten und einigen Hofreiten eingenommen war, 1866 aber eine lockere Bebauung zeigt – waren Profile aufgeschlossen, die in 2–4 m u. Fl. in den Tiefengesteinssockel übergingen. Darüber lag ein Grusmantel, der im Top von einer kiesig-grobsandigen „Lesestein“-Decke abgeschlossen war, 0,5–0,8 m Flugsand lagen darüber. Weder im Flugsand noch im Grus war eine ehemalige Wasserführung erkennbar. Nur im Bereich von Störungszonen gab es Hinweise für ein begrenztes Wasserdargebot. Die Wasserversorgung der Anwesen dieses Viertels kann nur über die „Brunnenleitungen“ erfolgt sein. Die auf dem LOUISSchen Plan (LESKE nach 1822) in der Niederramstädter Straße (heute Bereich Roßdörfer Platz) eingezeichneten Bäder müssen aus einem Störungssystem ihr Wasser entnommen haben, ähnlich wie Betriebe im Bereich S des ehemaligen Bessunger Tores (heute Karlstraße, Niederramstädter Straße), da hier sonst Verhältnisse angetroffen werden, wie im Neubaubereich E-Technik THD (vgl. 4.1.).

6.2. Die Brunnenleitungen wurden von „Zisternen“ unterbrochen, die wahrscheinlich auch die Funktion von Schlammfängern haben sollten. Die Zisterne der Drei-Brunnen-Leitung Süd wurde im Bereich Roßdörfer Straße 3–9 (S Martin-Buber-Straße), also in der Nähe des Roßdörfer Platzes, wahrscheinlich auch als Sammler für Wasser verwendet, das auf einer N – S (?)-Störungszone aufdrang.

7. Nachtweidenleitung (auch Bessunger Viehweidenleitung)

Die geologische Gesamtsituation in diesem Gebiet wurde von FAHLBUSCH (1968) beschrieben. Die Untersuchungen über den Verlauf des Darmbaches (vgl. Abschn. 3) waren damals noch nicht durchgeführt. Die Brunnenstube der Nachtweidenleitung (Teil der Drei-Brunnen-Leitung, Abb. 4, Nr. 11; Abb. 5, Nr. 5) erschloß mehrere wasserführende Bereiche. Es wurden die Wässer gesammelt, die aus dem Flugsand (auf einem Perm-Stauhohizont) aus SW-Richtung zudrang [dieser Zufluß wurde durch die Flugwiesen-Drainage und die nach 1938 verlegte zweite (Luftwaffen-) Drainage unterbunden], außerdem wurde Wasser aus dem Geröllhorizont (1968 beschrieben) aufgefangen. Bei der Beseitigung des Bauwerkes fiel auf, daß auch Wasser aus einem offenen Kluftsystem (von N ?) zudrang, das die vertonten Tiefengesteine durchschlug und anscheinend mit den Störungen im N (Bereich Botanischer Garten; FAHLBUSCH 1975 b) in Verbindung stand. Die auch heute hier noch vorhandenen Spaltenwässer erschließt jetzt eine über 30 m tiefe Bohrung am S-Rand des Botanischen Gartens, die in tektonisch stark gestörten und ausgelaugten Melaphyrmandelsteinen steht.

8. Seiterswiesenweg-Leitung

8.1. Das Oberfeld im E Darmstadt ist weitgehend aus Perm-Gesteinen aufgebaut. Zu diesem Permkomplex gehört auch das sgn. Komponistenviertel N der Dieburger Straße zwischen Eisenbahneinschnitt (Abb. 1) und Fasanerie. Baugruben- und Kanalisationsgraben-Aufschlüsse zeigen, daß der im S homogene Perm-Basalt (Melaphyr) nach N häufig von vertonten Kluffzonen und \pm horizontal lagernden, z. T. dm-breiten Ton-Schluff-Einschaltungen durchzogen wird. Zusammenhängende Porenzüge können partienweise charakteristisch sein. Oberflächennah ist keine gute Wasserdurchlässigkeit zu erkennen. Nach 2 oder 3 m Tiefe sind die Klüfte aber offen (heute verfüllte Brüche S Oberfeld), das Gestein erreicht partiell die Festigkeit der Klasse 7, schwer lösbarer Fels, der DIN 18300. Ob mehrere Ergußdecken übereinander liegen, ist gegenwärtig nicht zu erklären.

8.2. Im Bereich des Molkenbrunnens (Abb. 3, Nr. 10; Abb. 5, Nr. 1) und E anschließend ist der tiefste Punkt des noch nicht überbauten Feldstückes, auch nach SW ist ein Anstieg vorhanden. Es ist nicht zu erklären, ob hier als Sohlschicht permische Sedimente anstehen oder ob die völlig vertonte Oberfläche eines älteren Ergusses den Stauhohizont bildet. Eine Bohrung W des Molkenbrunnens erbrachte auch keine Klarheit, wahrscheinlich wurden mehrere übereinander liegende Ergußschübe („Melaphyr-Knollen“) durchteuft, Wasser wurde bei ca. 153 m angetroffen. Das am Molkenbrunnen bei ca. 170 m über NN austretende Wasser sollte 1858 zur Wasserversorgung genutzt werden. Die Brunnenstube hat (um 1870) max. 320 m³, min. 16 m³ pro Tag gesammelt. Die Versorgung versagte, wenn im Sommer die Schüttung anderer Quellen auch nachließ. Das Einzugsgebiet ist heute kaum überbaut, die oben angegebene Maximalschüttung dürfte nur im Anfang erreicht worden sein (vgl. Abschn. 2.3.). Heute sind nach Starkregen kleine Gebiete überstaut. Die Luftbildanalyse ergibt ein sehr altes Drainagesystem (ehemals offene Gräben), signifikante Lineationen als wasserzuführende Störungsbündel sind nicht erkennbar.

8.3. Der Molkenbach (Abb. 3, Nr. 10) entwässert nach W Richtung Karlshof (Abschn. 10.1). Nach dem Übertritt aus dem Melaphyr- in das Rheingrabengebiet (Eisenbahneinschnitt, Abb. 1) versickert er teilweise in Solifluktionsschutt, der die stark bindigen Sedimente überdeckt oder in sie eingeschaltet ist. Wasser aus dem Melaphyr tritt an anderen Stellen dieses Gebietes in den Rheingraben über. Vor dem Eisenbahnbau soll es dort ein Profil gegeben haben (Wasserstollen), bei dem Granit von Perm (Totdliegendes) und Melaphyr überlagert war (Sprendlinger-Horst-Scholle).

8.4. Vom Bereich der westlichen Gutenbergstraße S-Seite (Abb. 5, Nr. 7) führte um 1840 eine Wasserleitung zum N-Teil des Herrngartens (heute Prinz-Georgs-Garten). Kopernikus-Platz, Gutenbergstraße und die N davon gelegene Kranichsteiner Straße umschließen hier den Bereich der Übergangszone zwischen Sprendlinger-Horst-Scholle und Rheingraben, die nach S führenden Straßen haben Steigungen von über 6% (ca. 150 m über NN im N bis ca. 160 m über NN im S).



Abb. 5. Brunnenleitungssystem (aufgenommen 1937; vereinfacht); Straßennetz angedeutet, Darmbach (vgl. Abb. 2) teilweise kanalisiert (Original im Staatsbauamt Darmstadt).

- | | |
|---|--|
| <p> S Schloß
 1 Herrgottsberg – Leitung von S; Seiterswiesen – Leitung von E
 2 Marinspfad- und Steinbruchs-Leitung von S; Dreibrunnenleitung von E (ab 1538)
 3 Orangeriegarten-Leitung; im Stadtgebiet Versorgung auch aus der Hügelstraße (vgl. Abb. 4, Nr. 18)
 4 Bessunger-Wiesen-Leitung von S; zu diesem System auch die Schießhaus-Leitung E des alten Gemeindegebietes von Bessungen; Brauchwasserleitung vom Großen Woog vorwiegend nach N (Herrngarten)
 5 Nachtweidenleitung von E, z. T. Mischung mit Dreibrunnenleitung; Prinz-Emil-Garten-Leitung von S </p> | <p> 6 Ausdehnung des Stadtgebietes um 1880 (Beginn der Versorgung Darmstadts durch das Pumpwerk im Ried)
 7 Brunnenstube Gutenbergstraße (Leitung zum Herrngarten)
 8 Bohrbrunnengebiet Mathildenhöhe, Brunnen Wiener
 9 Bohrbrunnengebiet Mathildenhöhe, Brunnen Dischinger
 10 Bohrbrunnengebiet Mathildenhöhe, Brauereibrunnen Fay
 11 Straße nach Griesheim
 12 Brunnen E Prinz-Emil-Garten (Hering)
 13 Brunnen in Bessungen (Hering)
 14 Straße nach Heidelberg
 15 Vermutete Lage Pumpwerk „Im Soder“
 16 Heiliger Kreuzberg/Sonnenhof </p> |
|---|--|

Bevor das Gebiet Gutenbergstraße überbaut wurde, lag feuchtes Gelände vor, wobei einzelne nach N gerichtete Solifluktions-Schutfahnen Wasser führten. Das Wasser drang wahrscheinlich aus dem Kristallin zu, das weiter im S (vgl. Abschn. 11) Kluftwasser führte. Die Brunnenstube ist eingeebnet, in einigen Kellern der Gutenbergstraße tritt zeitweise Wasser auf. Es konnte nicht untersucht werden, ob aus den noch intakten Abschnitten der Seiterswiesenweg-Leitung (sgn. Brauerkanal; Abb. 5 : von Nr. 10 zur Stadt führend, angeblich bis Baukörper Verwaltung THD, Karolinenplatz) und einiger Zisternen im Bereich 10 (Abb. 5) Wasser aus dem Kristallin gesammelt wird und nach N abläuft.

9. Bohrungen im Bereich Oberfeld

9.1. W der Fasanerie befand sich auf dem Heilig(en)-Kreuzberg (Nr. 16 in Abb. 5; ca. 180 m über NN) ein Ausflugslokal, S davon der Sonnenhof (ca. 176 m über NN). Eine Versorgung aus dem Stadtnetz war nicht möglich. Deshalb wurden in diesem Bereich zwei Bohrungen niedergebracht, die wahrscheinlich vollständig im Perm-Basalt (Melaphyr) standen und bei einer Teufe von bis 40 m Leistungen von 4–5 m³/h erbrachten. Die Absenkung im Kluftwasserträger war erheblich und lag bei 20–25 m u. Fl. (also ca. 150 m über NN, vgl. Abschn. 8.2).

9.2. Auf Abb. 4 wird als Nr. 13 eine alte Bohrung (AP 175 m über NN) angegeben, die bis 20 m u. Fl. in Sandsteinen und Schiefertönen des Perms gestoßen wurde. Dann wurde erst der Melaphyr angetroffen, die Bohrung wurde bei 30 m u. Fl. eingestellt. Geht man von zwei Melaphyrdecken aus, wäre hier ein mächtiges Zwischenmittel erhalten. Eine zweite Bohrung in diesem Gebiet (etwas weiter S) erbrachte 27 m Sandsteine und Schiefertone über dem Melaphyr. Der schnelle Wechsel zwischen Sediment und Ergußgestein auf gleicher NN-Höhe könnte auf ein enges Schollenmosaik hinweisen. Auf diesen Störungen zirkuliert das Wasser, welches auch in den S anschließenden Drei-Brunnen-Brunnenstuben gesammelt wurde (vgl. 3.4); die Tiefe der Auflockerungszone in diesem Bereich, z. T. tiefer als 6 m, spricht für eine Störung.

10. Raum nördlich des Karlshofes (Ziegelbusch)

10.1. Auf Abb. 3 ist im Bereich 15 (Abb. 1, N-Rand Region der Teiche) ein ausgeprägtes Vorflutsystem zu erkennen. Bei den vielfältigen Versuchen der Stadt, eine stadtnahe Versorgungsbasis zu finden, ist dieses Gebiet nicht näher betrachtet worden. Wahrscheinlich liegt dies daran, daß die hier gewonnenen Wässer „faulig schmeckten“ und beim Abteufen von Flachbrunnen (vor 1870) Tone in unterschiedlicher Ausbildung (z. T. umgelagerte vertonte Rotliegend-Arkosen) angetroffen worden waren, wie Aufschlüsse belegten, die bei der Sanierung und der Bebauung des Gesamtgebietes entstanden sind. 1873 wurde von LUDWIG ein Brunnenschacht-Profil beschrieben, das nach ca. 16 m Ton auf wasserführenden „Muschelsand“ und schließlich auf *Cerithium*-Kalk stieß. Bei der tektonischen Zerstückelung (mit Verschmierung möglicher Aufstiegswege durch Ton) und der umfangreichen anthropogenen Veränderung gerade dieses Gebietes (schon vor

1860), ist es nicht verwunderlich, daß nur lokale „Wasser-Nester“ angetroffen wurden, die keine weitreichenden Verbindungen zu einem ungestörten Aquifer aufwiesen.

10.2. Weiter im N (Bereich N der Eisenbahn, Abb. 1) wurden bei verschiedenen Baugrunduntersuchungen vorwiegend NW – SE gerichtete, mit Psephiten bis Psammiten gefüllte Rinnen W des Sprendlinger Horstes in unterschiedlicher Tiefe erbohrt, die wasserführend sind. Größere Wassergewinnungsversuche (bis 1880) sind aus diesem Gebiet nicht überliefert.

11. Brauereiviertel

Im Gebiet E der Kernstadt (Abb. 4, Nr. 4) erstreckt sich N des Großen Woogs (Abb. 4, Nr. 2), auf alten Karten zwischen Mathilden-Höhe und Busenberg, ein Kristallengebiet (Abb. 5, Nr. 8, 9, 10; Abb. 3, Nr. 9), in dem mehrere Brauereien bis nach dem 2. Weltkrieg ihre Produktionsstätten hatten. NW davon – bis zum Rheingraben-Abbruch – waren bis zum 1. Weltkrieg weitere Brauereien beheimatet. Auch die Wasserbohrung Becker (Taf. 2) scheint für Brauereizwecke gestossen worden zu sein. Der im Gegensatz zu anderen Kristallinkomplexen im Darmstädter Raum hier homogen wirkende „Granodiorit“ war in den alten Brauereikellern gut aufgeschlossen. Die für die Kaus'sche Grube (Abb. 1; Abschn. 12.7) kennzeichnende Vergrusung ist auf die obersten 2 m beschränkt (mit sgn. Wollsäcken), dann folgt weitständig zerklüftetes Kristallin. Die für die Grabenrandnähe typischen „Torsions-Körper“ sind hier nicht erkennbar. Die Brg. 8, 9, 10 (Abb. 5) sind auf einem Plan 1937 mit 25 m³ (8), 40 m³ (9) und 24 m³ (10) pro Tag angegeben. Das Wasser wurde bei 10 aus einem 81 m tiefen Brunnen gewonnen, der 1951 (frdl. Mitteilung von Herrn ZAISS) 36 m³ pro Stunde ohne erkennbare Absenkung lieferte. Der Wasserspiegel lag bei ca. 30 m u. Fl. (AP ca. 170 m über NN; E anschließender Bahneinschnitt ca. 160 m, dort Störungszone – vgl. Abb. 1).

Über die Herkunft des Wassers sind keine Angaben zu machen; ob das Wasser aus dem E anschließenden Melaphyrgelände stammt, ist z. Zt. nicht auszuschließen.

12. Brunnenleitungen, die aus dem Süden Wasser zuführten

12.1. Wann die einzelnen Leitungen aus dem S (Abb. 5; Abb. 4, Nr. 18, 19, 10) in Betrieb genommen wurden, ist mit Sicherheit heute nicht mehr feststellbar. Die erste Leitung aus dem Quellbezirk 10 in Abb. 4 war vor 1820 fertiggestellt und wurde von PAULI (1821) rühmend erwähnt.

50 Jahre später war das Wasser fast aller „Wasserleitungsbrunnen“ hygienisch nur noch bedingt tauglich, die Schachtbrunnenwässer galten als für die Gesundheit der Bewohner nachteilig [B.(USCH), 1875]. OHLY teilte den Stadtverordneten 1877 mit, daß nur noch das Wasser aus der Herrgottsbergleitung (Bereich 10 in Abb. 4; Nr. 1 in Abb. 5) von guter Qualität sei. Die Versuche, im Rheingraben Grundwasser zu gewinnen, statt neue Erschließungen im S und E (Neunkircher Höhe!) vorzunehmen, schildert zusammenfassend BECKER (1871), der vor allem die hygienischen Verhältnisse in Darmstadt und Bessungen kritisierte.

12.2. Bemerkenswert ist, daß die Darmstädter das Wasser, welches im Bereich der Rheingraben-Randstörungen (Abb. 1; Abb. 4, Bereich 17/18; vgl. auch Abschn. 4.1.) auftrat, erst relativ spät nutzten. Als die Pläne für die Erweiterung der Stadt nach W (Luisenplatz/Steubenplatz) und nach S (Neckarstraße) erarbeitet wurden (1812), berichtete der Stadtbaumeister MOLLER (nach WALTHER 1879: 155), daß er eine Quelle für das neue Stadtgebiet entdeckt habe, die eine ausreichende Laufbrunnen-Versorgung sicherstellen würde. Diese Brunnenstube muß im Bereich E der heutigen Heidelberger Straße zwischen Heinrichstraße und Annastraße in ähnlicher geologischer Position gelegen haben, wie sie von MÜLLER & PRINZ 1967 beschrieben wurde [hier: Abb. 1, (neues) Landestheater]. Es könnte sich um den Anfang der Heinrichstraßenleitung (auf Abb. 5 nicht dargestellt) gehandelt haben, die um 1870 max. 69 m³ und min. 46 m³ pro Tag bei schlechter Wasserqualität schüttete (zwischen Nr. 18 und 19 auf Abb. 4).

12.3. Unmittelbar im Bereich E des neuen Landestheaters (Staatstheater, Abb. 1) lag die Brunnenstube der Riedeselsberg-Leitung (Hügelstraße) und eine weitere, später damit vereinigte, die in einem ehemaligen Steinbruch gegründet war (Abb. 4, Nr. 18). Gewonnen wurde Wasser, das in den Sanddünen im Gebiet St. Ludwig (Abb. 2, Nr. 10) versickerte (Sohlschicht: vertontes Kristallin) und Spaltenwasser aus dem Tiefengestein. Langanhaltende Untersuchungen (ab 1957) belegen, daß das Einzugsgebiet im E der heutigen Stadt liegen muß. Die Schüttungen waren unabhängig von lokalen Maxima, die mit einiger Verzögerung in N davon gebohrten Pegeln nach Starkregen auftraten.

12.4. Weiter S (Abb. 4, Nr. 19; Abb. 5, Nr. 5) liegt die Brunnenstube der Prinz-Emil-Garten-Leitung. Dem natürlichen Gefälle folgend, wurde Wasser aus dem stark zerscherten Kristallin nach N geleitet (vgl. 12.2).

12.5. Die Schießhausleitung (Abb. 5, Nr. 4) diente vorwiegend zur Versorgung der Garnison, auch Teile der Orangeriegartenleitung führten in die Reiter- und die Artillerie-Kaserne. Untersuchungen im Steinbergweg (S der alten Brunnenstube) belegen, daß neben Stauwasser, welches sich auf der morphologisch stärker gegliederten, vertonten Kristallinoberfläche in Vertiefungen sammelt, auch Kluftwasser (NNE – SSW-Klüfte) lokal auftritt und für eine jahreszeitlich gleichmäßige, geringe Schüttung auch heute noch sorgt.

12.6. Die Wasserspiele des Orangeriegartens wurden (Abb. 5, Nr. 3) auch aus einem Quellgebiet im Bereich einer tektonischen Störungszone versorgt, die auf Abb. 1 dargestellt ist. (Verlauf N und im Bereich 10 auf Abb. 4). Entlang der Klappacher Straße von E Böllenfalltor bis zum Marienhospital ist eine Massierung alter Wassergewinnungsanlagen vorhanden, die für die Versorgung der Stadt und des Gebietes von Bessungen (Bereich 13 in Abb. 5) dienen. Im Gebiet der Erweiterungsbauten der THD wurde an der S-Grenze eine stark ausgeprägte mylonitisierte Zone (dazu auch KLEMM 1913, 1938) erschlossen, die große Wassermengen führte, die heute z. T. in die Kanalisationsgräben des Neubaugebietes THD übertreten. Im Bereich Böllenfalltor wird das NE – SW streichende Störungsbündel von einer tektonischen Schwächezone durchschlagen, die – folgt

man der Morphologie – fast E – W streichen muß und z. T. tiefgründig vertont und von anmoorigen Bildungen, z. T. mit Solifluktionsschutt maskiert ist. Hier wurde Wasser gewonnen, das aus dem Odenwald zudrang. Die Herrgottsbergleitung (Nr. 1 in Abb. 5, auch 12.1) nahm dort ihren Ursprung.

Die Länge der Leitungen – z. B. 1 in Abb. 5 – hat zu hohen Leitungsverlusten geführt, so daß die durch die Brunnenstuben gesammelten Mengen [1937: 150 m³/Tag; um 1870: 120 m³ (max.) und 24 m³ (min.!) pro Tag] die Stadt nicht vollständig erreicht haben werden, außerdem waren die Leitungen relativ flach verlegt, dies führte zu Erwärmungen im Sommer.

12.7. Die beiden westlichsten Brunnenstuben des Gebietes (Bessunger Wiesen-Wasser-Leitung, Abb. 5, Nr. 4) N des Kasernen-Komplexes erhielten ihr Wasser (1937: 30 m³/Tag) auch aus dem Kristallin, welches bis zur Straße nach Heidelberg (Nr. 14, Abb. 5; FAHLBUSCH 1975 b : 70) ansteht. SW der Brunnenstuben erstreckt sich das Steinbruchsgebiet an der B 3 (vgl. Abb. 1, S-Rand der Karte). Hierhin wurde ein Teil des Wassers abgezogen, als der Abbau eine gewisse Tiefe erreichte.

13. Schluß

Die Darmstädter Bürger haben sich lange gegen den Ausbau einer Grundwasserversorgung aus dem Ried gewehrt. Neben Plänen, das Wasser aus dem Rutzenbach (Abb. 3, Nr. 11–14) nach Darmstadt zu führen (Luisenplatz 141 m über NN, Steinbrückerteich Dammkrona ca. 160 m über NN, Quellgebiet Rutzenbach ca. 190 m über NN; zwischen Stadt und Steinbrückerteich Höhenriegel bei ca. 175 m über NN), bestanden „Untersuchungen“ (ohne Höhenschichtenkarten!), um Wasser aus dem Gebiet der Neunkircher Höhe (Luftlinie 16 km) oder aus Gernsheim (Rheinwasser; ca. 89 m über NN) mit natürlichem Gefälle (!) heranzuschaffen, auch ein Kanal vom Main her war geplant. Die Flugblatt- und Zeitungspropaganda gegen „hochgepumptes Wasser“, Landtags- und Gemeinderatsdiskussionen gegen die teure Wasserversorgung lassen erkennen, daß lange vor 1880 Oberst BECKER, Bürgermeister OHLY und die Bauräte HECHLER und PFANNMÜLLER eine örtliche Quellwasserversorgung der auf über 50 000 Verbraucher angewachsenen Stadtbevölkerung für unmöglich hielten. Mit dem Jahre 1880 beginnt aber auch die systematische Wasserförderung aus dem Ried, deren Problematik uns in den letzten Jahren mit aller Schärfe bewußt geworden ist.

Danksagung

Bei der Gestaltung der Tafeln und Abbildungen arbeiteten Frau DUKAT und Herr WETTENGL vom Geol.-Paläont. Inst. THD mit. Bei der Suche nach möglichen Unterlagen halfen ehemalige Mitarbeiter Darmstädter Betriebe. Ferner die Damen und Herren im Staats- und Stadtarchiv, in der Landes- und Hochschulbibliothek, im Archiv des Staatsbauamtes und bei der Darmstädter Bauaufsicht.

Auskünfte gaben die Großherzogliche Vermögensverwaltung, die Karstadt AG, Krauss-Maffai (München), die Oberfinanzdirektion Frankfurt.

Umfangreiche Plansammlungen durften im Stadtvermessungsamt, im Staatlichen Hochschulbauamt, bei der Südhessischen Gas & Wasser AG und im Tiefbauamt durchgesehen werden.

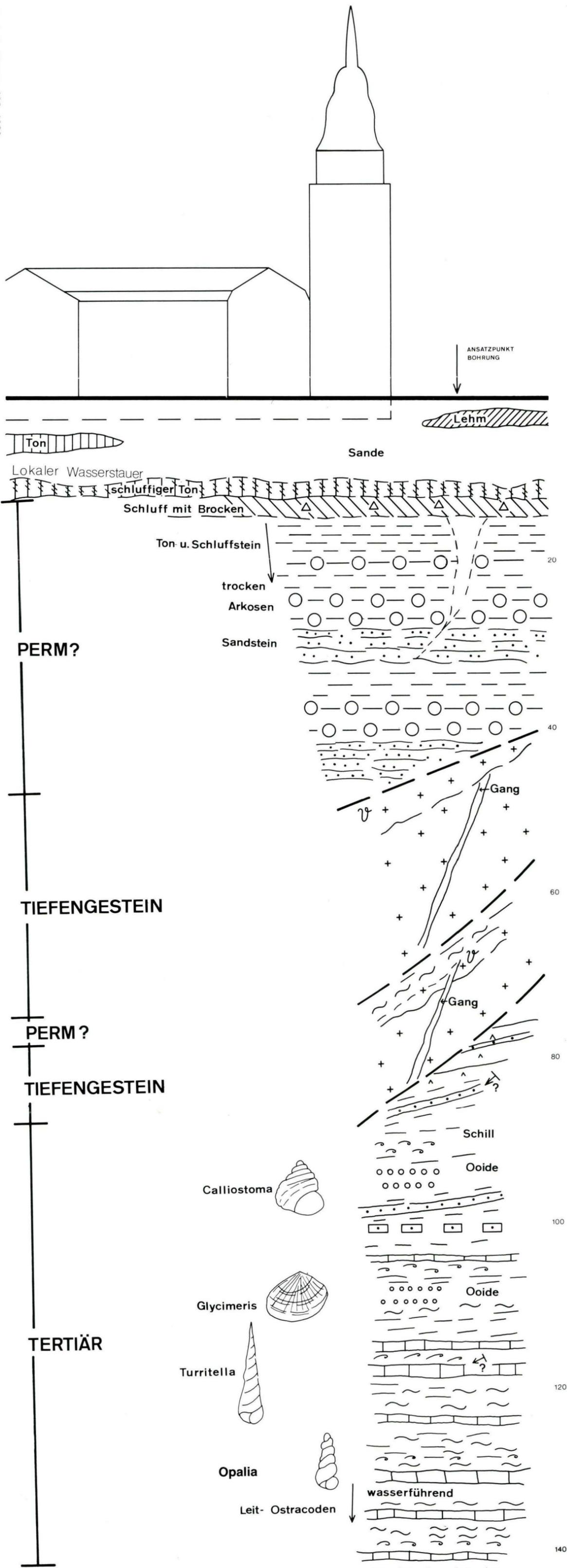
Die Firmen Mengler und Tritsch & Heppenheimer gestatteten die Verwendung von Bohrergebnissen.

Diesen Darmstädter Behörden und Firmen sowie vielen Darmstädter Bürgern danke ich für die gewährte Hilfe, Frau DUKAT und Herrn WETTENGL für ihre Mühewaltung bei der Anfertigung der Abbildungen und meiner Frau und meinem Sohn dafür, daß sie mich bei den Streifzügen durch Darmstadts Neubau- und Sanierungsgebiete und bei den Probenentnahmen und der Dokumentation von Bauzuständen auch an Sonn- und Feiertagen unterstützten.

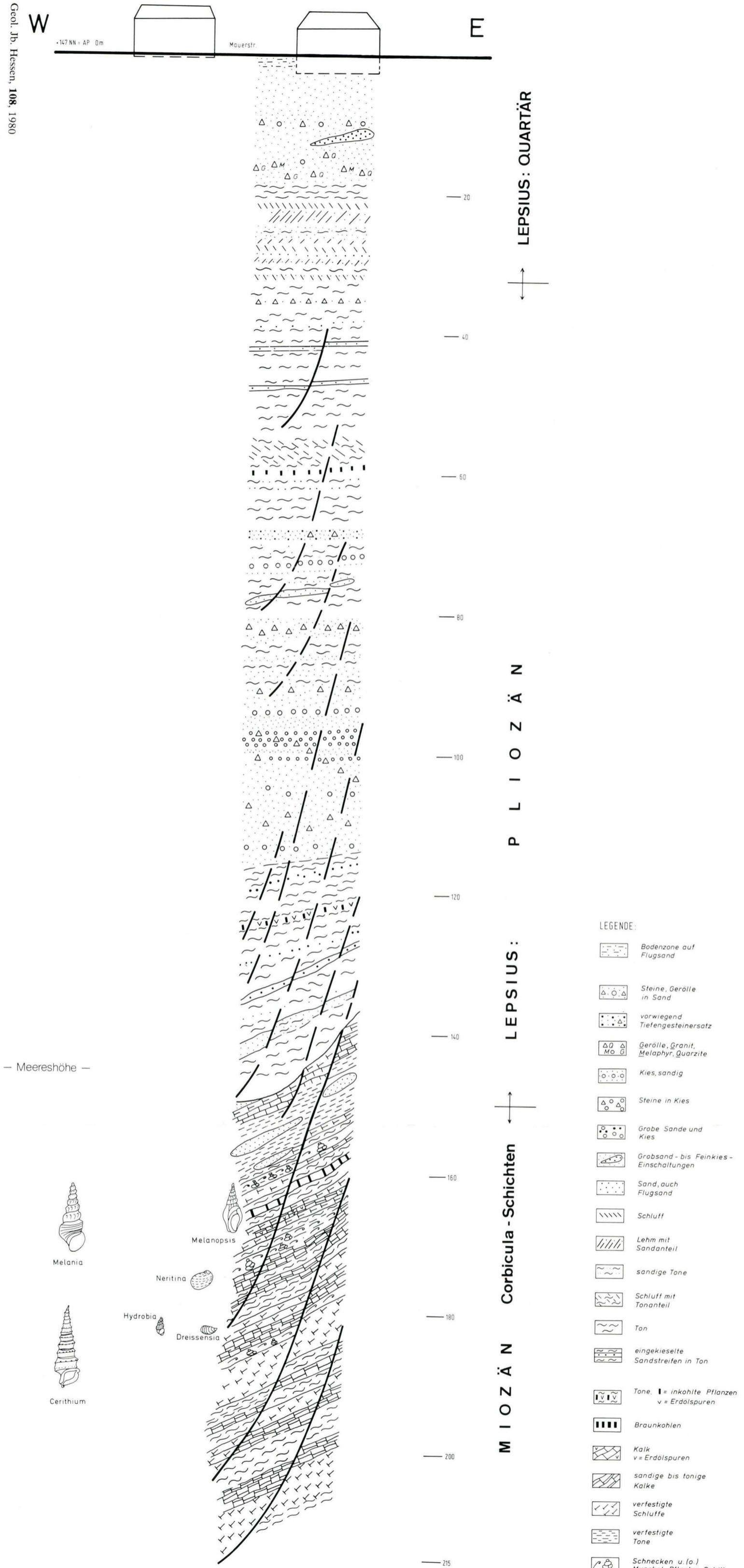
14. Schriftenverzeichnis

- Eine Aufstellung der bis 1974 wieder aufgefundenen Karten (Bestand Stadt- und Staatsarchiv Darmstadt) gibt STRUVE, H. (1975): Aufnahme alter Karten. – Arch. hess. Gesch. u. Altertumskd, N.F., **33**; Darmstadt.
- BECKER, F. C. (1871): Denkschrift über die Wasserversorgung von Darmstadt. – 152 S., 1 Kt. (die übrigen im Text erwähnten Karten wurden mit der Veröff. nicht mitgeliefert); Darmstadt.
- BRIECKE, L., & STADAGER, K. (1949): Geschichte der Frankfurter Wasserversorgung. – 75 Jahre Frankfurter Quellwasserversorgung: 7–17, 4 Abb.; Frankfurt a. M.
- BUSCH, C. (1875): Die Beschaffenheit der Leitungs- & Brunnenwasser . . . – Gewerbebl. Großherzogt. Hessen **1875** (39); Darmstadt.
- CHELIUS, C. (1890): Geologische Karte des Großherzogtums Hessen 1:25 000, Blatt Darmstadt, mit Erläuterungen, 80 S., 2 Taf., 1 Prof.; Darmstadt.
- FAHLBUSCH, K. (1968): Ein barytführendes Konglomerat in Darmstadt. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch, **96**: 214–235, 1 Abb.; Wiesbaden.
- (1970): Zur Deutung eines Bohrprofils im Bereich der Darmstädter Rheingraben-Verwerfung. Bohrung Mengler. – Z. dt. geol. Ges., **121**: 125–127, 1 Abb.; Hannover.
- (1975 a): Zur Geologie von Odenwald und Rheingraben. – Jb. TH Darmstadt, **1974**: 39–78, 9 Abb.; Darmstadt.
- (1975 b): Störungszonen an den Rheingraben-Schultern (Hardt, Darmstadt) mit Hinweisen auf junge Bewegungen. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **103**: 315–326, 2 Abb.; Wiesbaden.
- (1979): Zwei Grundwasserabsenkungen, beobachtet mit sehr dichten Präzisionsmeßrastern. – Ber. 2. nat. Tag. Ing.-Geol.: 297–307, 9 Abb.; Fellbach.
- LEPSIUS, R. (1890): Das Bohrloch der Gebrüder Becker in der Mauerstraße zu Darmstadt. – Notizbl. Ver. Erdkde. Darmstadt u. mittelh. geol. Ver., (IV) **11**: 1–9; Darmstadt.
- LUDWIG, R. (1873): Die Oligocaenformation am Karlshofe bei Darmstadt. – Notizbl. Ver. Erdkde. Darmstadt u. mittelh. geol. Ver., (III) **12**, Nr. 134: 18–19, 78; Darmstadt.
- KLEMM, G. (1913): Geologische Karte des Großherzogtums Hessen 1:25 000, Blatt Roßdorf, mit Erläuterungen, 2. Aufl., 114 S.; Darmstadt.
- (1938): Geologische Karte von Hessen 1:25 000, Blatt Roßdorf, mit Erläuterungen, 3. Aufl., 115 S. 1 Taf.; Darmstadt.
- MÜLLER, K.-H., & PRINZ, H. (1967): Zur Ausbildung des Oberrhein-Grabenabbruches auf dem Baugelände für den Neubau des Landestheaters in Darmstadt. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch. **95**: 158–167, 5 Abb.; Wiesbaden.
- PAULI, P. A. (nach 1821): Topographisches und Statistisches Gemälde von Darmstadt. – 250 S.; Darmstadt.
- WALTHER, P. A. F. (1879): Darmstädter historische Kleinigkeiten. – VIII, 336 S.; Darmstadt.

Manuskript eingegangen am 18. 2. 1980



Brg. Mengler, im März/April 1967 als Erkundungsbohrung durchgeführt, später als Brunnen ausgebaut. Als Umriß Landesmuseum am Karolinenplatz, N Schloß (vgl. Abb. 1).



LEGENDE:

- Bodenzone auf Flugsand
- Steine, Gerölle in Sand
- vorwiegend Tiefengesteinersatz
- Gerölle, Granit, Melaphyr, Quarzite
- Kies, sandig
- Steine in Kies
- Grobe Sande und Kies
- Grabsand - bis Feinkies - Einschaltungen
- Sand, auch Flugsand
- Schluff
- Lehm mit Sandanteil
- sandige Tone
- Schluff mit Tonanteil
- Ton
- eingekieselte Sandstreifen in Ton
- Tone, I = inkohlte Pflanzen, v = Erdölspuren
- Braunkohlen
- Kalk, v = Erdölspuren
- sandige bis tonige Kalke
- verfestigte Schluffe
- verfestigte Tone
- Schnecken u. (a.) Muschel - Pflaster Schill

— Meereshöhe —



Melania



Neritina



Hydrobia



Dreissensia



Cerithium

Brg. Becker, Mauerstraße (Rheingrabenprofil), (vgl. Abb. 1: zwischen „TH und r“ von Graben). Die Bohrung sollte Wasser erschließen, erreichte aber offensichtlich nicht ausreichend stark geklüftetes Gestein, wie die Brg. Mengler (Taf. 1). Ansatzpunkt nördliche Mauerstraße, E-Seite (Bereich Achteckiges Haus). E davon (ca. 40 m) Tiefengestein in Brunnen nachgewiesen, ebenso S davon anstehende Magmatite (AP zwischen 146 und 147 m über NN). Bohrprofil in Anlehnung an LEPSIUS 1890. Korrektur der Legende: statt Tiefengesteinersatz lies Tiefengesteinsersatz.

Hessisches Geologisches Schrifttum 1978 mit Nachträgen aus den Jahren 1967-1977

Bearbeitet von
ANNELIES HERZBERG*

Nachtrag aus dem Jahre 1967

- ERBE, W., & HAAGE, R. (1967): Beitrag zur Systematik der Ooide von Kalkoolithen am Beispiel des Unteren Buntsandsteins Mitteldeutschlands. – Contrib. Mineral. Petrol., **14**: 72-80, 5 Abb.; Berlin-Heidelberg-New York.
- RADZINSKI, K.-H. (1967): Ausbildung und Gliederung des Buntsandsteins auf dem Meßtischblatt Erdeborn. – Jb. Geol., **1**: 229–248, 8 Abb., 1 Tab.; Berlin. [Vergleiche zu Hessen.]

Nachtrag aus dem Jahre 1968

- HERRMANN, A. G. (1968): Die Verteilung der Lanthaniden in basaltischen Gesteinen. – Contrib. Mineral. Petrol., **17**: 275–314, 16 Abb., 14 Tab.; Berlin – Heidelberg – New York. [Nordhessen, Westerwald.]
- HOEFS, J., & WEDEPOHL, K. H. (1968): Strontium Isotope Studies on Young Volcanic Rocks from Germany and Italy. – Contrib. Mineral. Petrol., **19**: 328–338, 2 Abb., 2 Tab.; Berlin – Heidelberg – New York. [Untersuchungen im Westerwald, Vogelsberg und Nordhessen.]

Nachtrag aus dem Jahre 1974

- FRANKE, H. (1974): Chemische Untersuchungen an den unter Tage im Grubengebiet „Ernst Thälmann II/III“ des VEB Kalikombinat Werra aufgeschlossenen gangförmigen Basalten. – Chem. d. Erde, **33**: 188–194; Jena.
- LANGBEIN, R. (1974): Zur Petrologie der Karneole des thüringischen Chirotheriensandsteins (Solling-Folge). – Chem. d. Erde, **33**: 301-325; Jena.

Nachtrag aus dem Jahre 1975

- DOUSOS, T. (1975): Tektonische Analyse des nördlichen kristallinen Spessarts. Eine Studie zur Geometrie und Kinematik eines Grundgebirgsabschnittes. – Diss.; Frankfurt a. M.

Nachtrag aus dem Jahre 1976

- BAMFORD, D. (1976): An Updated Time-Term Interpretation of P_n -Data from Quarry Blasts and Explosions in Western Germany. – In: Explosion Seismology in Central Europe: 215–220, 2 Abb., 1 Tab.; Berlin – Heidelberg – New York (Springer).
- BLOHM, E. K., & FLATHE, H. (1976): Geoelectric Ultra-Deep Sounding. – In: Explosion Seismology in Central Europe: 26–31, 5 Abb.; Berlin – Heidelberg – New York (Springer). [Reinhardswald; Rheingraben.]

* Dr. A. Herzberg, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden.

- BURKHARDT, H., BUTTKUS, B., KELLER, F., & VESS, R. (1976): Seismic Long-Distance Observations of Quarry Blasts - Test Measurements in Western Germany. – In: Explosion Seismology in Central Europe: 119–126, 6 Abb., 3 Tab.; Berlin – Heidelberg – New York (Springer).
- FISCHER, W. K., & WINKLER, K. (1976): Detergentienuntersuchungen im Stromgebiet des Rheins 1958 bis 1975. – Vom Wasser, **47**: 81–129; Weinheim a. d. B.
- GIESE, P. (1976): Interpretation of Regional Seismic Data. – In: Explosion Seismology in Central Europe: 243–244; Berlin – Heidelberg – New York (Springer). [Rhein-Main-Gebiet.]
- (1976): Results of the Generalized Interpretation of the Deep-Seismic Sounding Data. – In: Explosion Seismology in Central Europe: 201–214, 12 Abb.; Berlin – Heidelberg – New York (Springer). [Lokalitäten in Hessen.]
- (1976): The Basic Features of Crustal Structure in Relation to the Main Geological Units. – In: Explosion Seismology in Central Europe: 221–241, 8 Abb.; Berlin – Heidelberg – New York (Springer). [Rhenoharzynikum; Oberrheingraben.]
- HINZ, E., PRODEHL, C., SCHRÖDER, H., & STEIN, A. (1976): Description of Profiles. – In: Explosion Seismology in Central Europe: 73–112, 3 Abb., 2 Tab.; Berlin – Heidelberg – New York (Springer). [Lokalitäten auch in Hessen.]
- PRODEHL, C., & STEIN, A. [Hrsg.] (1976): Explosion Seismology in Central Europe. Data and Results. – 429 S., 284 Abb., 3 Kt.; Berlin – Heidelberg – New York (Springer).
- GLOCKE, A., & MEISSNER, R. (1976): Near-Vertical Reflections Recorded at the Wide-Angle Profile in the Rhenish Massif. – In: Explosion Seismology in Central Europe: 252–256, 6 Abb.; Berlin – Heidelberg – New York (Springer).
- GRUBBE, K. (1976): Seismic-Refraction Measurements along Two Crossing Profiles in Northern Germany and Their Interpretation by a Ray-Tracing Method. – In: Explosion Seismology in Central Europe: 268–282, 9 Abb.; Berlin – Heidelberg – New York (Springer).
- HÄNEL, R. (1976): Geothermic Investigations. – In: Explosion Seismology in Central Europe: 32–39, 6 Abb.; Berlin – Heidelberg – New York (Springer). [Rheingraben.]
- HARK, H.-U. (1976): Die Erdöl- und Erdgasexploration in der Bundesrepublik Deutschland 1975. – Erdöl u. Kohle, **29**: 339–345; Hamburg.
- HINZ, E., KAMINSKI, W., & STEIN, A. (1976): Results of a Seismic-Refraction Profile from the Hoher Meissner to the North German Plain. – In: Explosion Seismology in Central Europe: 257–267, 7 Abb., 4 Tab.; Berlin – Heidelberg – New York (Springer).
- HUSMANN, S. (1976): Studies on Subterranean Drift of Stygobiont Crustaceans (*Niphargus*, *Crangonyx*, *Graeteriella*). – Int. J. Speleol., **8**: 81–92, 10 Abb.; Amsterdam (Swets & Zeitlinger B. V.). [Raum Wiesbaden.]
- JACOBSSHAGEN, V. (1976): Main Geologic Features of the Federal Republic of Germany. – In: Explosion Seismology in Central Europe: 3–17, 12 Abb.; Berlin – Heidelberg – New York (Springer).
- KÜHN, G. (1976). Die Fischerei am Oberrhein. Geschichtliche Entwicklung und gegenwärtiger Stand. – Hohenheimer Arb., R. Agrarökonomie, **83**, 199 S., 80 Abb.; Stuttgart.
- LIPPOLT, H. J. (1976): Das pliozäne Alter der Bertener Basalte/Westerwald. – Aufschluß, **27**: 205–208; Heidelberg.
- MEISSNER, R., BARTELSSEN, H., GLOCKE, A., & KAMINSKI, W. (1976): An Interpretation of Wide-Angle Measurements in the Rhenish Massif. – In: Explosion Seismology in Central Europe: 245–251, 12 Abb., 1 Tab.; Berlin – Heidelberg – New York (Springer).
- BERCKHEMER, H., & GLOCKE, A. (1976): Results from Deep-Seismic Sounding in the Rhine-Main Area. – In: Explosion Seismology in Central Europe: 303–312, 13 Abb.; Berlin – Heidelberg – New York (Springer).
- MÜLLER, G., & FUCHS, K. (1976): Inversion of Seismic Records with the Aid of Synthetic Seismograms. – In: Explosion Seismology in Central Europe: 178–188, 14 Abb.; Berlin – Heidelberg – New York (Springer). [Untersuchungen bei Hilders/Rhön.]
- PRODEHL, C., ANSORGE, J., EDEL, J. B., EMTER, D., FUCHS, K., MUELLER, S., & PETERSCHMITT, E. (1976): Explosion-Seismology Research in the Central and Southern Rhine Graben – A Case History. – In: Explosion Seismology in Central Europe: 313–328, 14 Abb.; Berlin – Heidelberg – New York (Springer).

- STEIN, A., & SCHRÖDER, H. (1976): Shotpoint Data of Quarry Blasts 1958-1972. – In: Explosion Seismology in Central Europe: 54–61, 1 Abb., 2 Tab.; Berlin – Heidelberg – New York (Springer). [Lokalitäten auch in Hessen.]
- STEINWACHS, M. (1976): Investigation of Seismic Noise in the Federal Republik of Germany. – In: Explosion Seismology in Central Europe: 21–22, 1 Abb.; Berlin – Heidelberg – New York (Springer).
- WOLFF, H.-J. (1976): Gewässergütezustand des Rheins und Güteanforderungen auf Grund internationaler und ausländischer Vorschriften. – IWL-Forum, **13** (3): 71–87; Köln.

Nachtrag aus dem Jahre 1977

- ABELE, G. (1977): Morphologie und Entwicklung des Rheinsystems aus der Sicht des Mainzer Raumes. – Mainzer geogr. Studien, **11**: 245–259, 2 Abb.; Mainz.
- BERCK, K.-H., & KNAPP, R. (1977): Naturschutz als ein Aufgaben-Bereich der Naturwissenschaftlichen Abteilung der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Gießen. – Oberhess. naturwiss. Z., **43**: 109–111; Gießen.
- BERGER, W. (1977): Der Rheinausbau zwischen Karlsruhe und der deutsch-niederländischen Grenze.–Z. Binnenschifffahrt u. Wasserstraßen, **104** (4): 175-176; Duisburg.
- BLUTH, H. E. (1977): Messel bei Darmstadt. – Lapis, **2** (4): 26–31, 9 Abb.; München (Weise).
- BOSUM, W., HAHN, A., KIND, E.G., & PUCHER, R. (1977): Geomagnetic anomalies in geothermal areas - Rhine Graben and Urach area. – Sem. geotherm. energ., Brussels, **1**: 277-295, 10 Abb.; Luxembourg.
- BRÜNING, H. (1977): Zur Oberflächengeneese im zentralen Mainzer Becken. – Mainzer geogr. Studien, **11**: 227–243, 4 Abb.; Mainz.
- BURGHARDT, G. (1977): Faunistisch-ökologische Studien über Heteropteren im Vogelsberg. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **12** (Suppl.), 166 S., 17 Abb., 12 Tab.; Fulda.
- CAIRE, A. (1977): Interprétation unitaire des fossées des Limagnes, de la Bresse et du Rhin. – C. R. Acad. Sci., D, **285** (15): 1279–1281; Paris.
- DOUCH, S. (1977): Die Eisenerzlagerstätte Falkenstein, Lahn-Dill-Gebiet. – Diss.; Aachen.
- FEZER, F., & SEITZ, R. (1977): Klimatologische Untersuchungen im Rhein-Neckar-Raum. – Heidelberger geogr. Arb., **47**, 243 S., 111 Abb., 11 Tab.; Heidelberg.
- FRESENIUS, W., KNOLL, K.-H., LEONHARDT, H. W., MATTHES, G., TANGERMANN, H., & SCHNEIDER, W. (1977): Qualitative und quantitative Untersuchung des Sickerwassers einer Hausmülldeponie mit Basisabdichtung. – Müll u. Abfall, **9** (7): 190–206; Berlin–Bielefeld–München. [Betr. Kreismülldeponie Weilbach (Main-Taunus-Kreis).]
- GOLWER, A., MATTHES, G., & SCHNEIDER, W. (1977): Groundwater contaminated by heavy metals leached from waste deposits. – Groundwater Quality – Measurements, Prediction and Protection. Pap. a. Proc. Water Research Centre Conference 6–8 Sept. 1976 at Reading, Berkshire: 563–567, 1 Abb., 2 Tab.; Medmenham, Marlow, Bucks. [Betr. auch Müllplätze im Untermaingebiet.]
- – – (1977): Groundwater contamination by waste and the implications for methods of refuse disposal. – Proc. of the Amsterdam Symposium Effects of Urbanization and Industrialization on the Hydrological Regime and on Water Quality, October 1977: JAHS – AISH Publ., **123**:365–369. [Betr. auch Müllplätze im Untermaingebiet.]
- GUNDEL, A., STEVELING, E., & WATERMANN, J. (1977): Erdmagnetische und magnetotellurische Sondierungen im Gebiet des mitteleuropäischen Riftsystems, insbesondere Rheingraben, im Hinblick auf geothermische Energiequellen. – Sem. geotherm. energ., Brussels, **1**: 241–251, 6 Abb.; Luxembourg.
- HAUPENTHAL, C. (1977): Über Schwarzerden in der Niederhessischen Senke. – Diss., 141 S., 34 Abb., 47 Tab., 1 Taf.; Bonn.
- HELLMANN, H., & SCHUMACHER, M. (1977): Phosphate, Borate und Nitrate – Dynamik in Auftreten und Umsatz im Rheinstrom. – Tenside-Detergents, **14** (6): 321–325; München (Carl Hanser-Verl.).
- ILLIES, J. H. (1977): Riftovyye zony Zapadnoy Yevropy i Al'piyskaya sistema (Zapadnaya Germaniya) [Rift zones in Western Europe and the Alpine System; West Germany]. – Osnovnyye problemy riftogeneza: 89–103; Novosibirsk (Izd. Nauka, Sib. Otd).

- KLAUSEWITZ, W. (1977): Die frühere und heutige Fischfauna des Mains. – Festschrift und 9. Bericht anlässlich des 100jährigen Bestehens des Fischereiverbandes Unterfranken e. V.: 131–146; Würzburg.
- KLEMMER, F. (1977): Die Amphibien und Reptilien des eozänen Ölschiefers von Messel und ihre tiergeographischen Beziehungen. – Bull. Soc. zool. France, **101** (4): 746; Paris.
- KNAPP, R. (1977): Biogeographisch wesentliche Trockenrasen und Therophyten-Fluren der nördlichen Wetterau. – Oberhess. naturwiss. Z., **43**: 81–88, 4 Tab.; Gießen.
- (1977): Halophile Pflanzengesellschaften im Bereich von Salzstellen der Wetterau. – Oberhess. naturwiss. Z., **43**: 61–80, 4 Abb., 20 Tab.; Gießen.
- (1977): Moor-Rasen im Gießener Becken und in der nördlichen Wetterau. – Oberhess. naturwiss. Z., 89–94, 4 Tab.; Gießen.
- & ASTHALTER, K. (1977): Vegetations- und Standortkarte des Hangelsteines und angrenzender Waldgebiete bei Gießen. – Oberhess. naturwiss. Z., **43**: 55–60, 2 Abb.; Gießen.
- KRANDLER, O. (1977): Das Klima des Rhein-Main-Nahe-Raumes. – Mainzer geogr. Studien, **11**: 285–298, 8 Abb., 2 Tab.; Mainz.
- SCHÄFER, W. (1977): Der Oberrhein als ökotechnisches Problem. – Dt. Archit.- u. Ing.-Z., **15** (8/9) – Wasser: 14–16; Wiesbaden.
- SCHEJBAL, F. (1977): Westerwälder Tone heute. Teil 1: Die Marktsituation. – Keramik-Z., **29**: 230–231, 1 Abb.; Freiburg i. Br.
- (1977): Westerwälder Tone heute. Teil 2: Die rot- und gelbbrennenden sowie die feuerfesten Tone. – Keramik-Z., **29**: 403–404, 1 Abb.; Freiburg i. Br.
- SCHENK, G. (1977): Die Diatomeen-Vegetation des Oberlaufes der Fulda. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **11/12**: 131–140, 4 Abb., 6 Tab.; Fulda.
- VINX, R., & JUNG, D. (1977): Pargasitic-Kaersutitic Amphibole from a Basanitic Diatreme at the Rosenberg, North of Kassel (North Germany). – Contrib. Mineral. Petrol., **65**: 135–142, 4 Abb., 3 Tab.; Berlin – Heidelberg – New York.
- WALDT, H.-O. (1977): Veränderungen der Agrarstruktur im Rheingau seit 1948. – Mainzer geogr. Studien, **11**: 363–377, 4 Abb.; Mainz.
- WERNER, R. (1977): Geomorphologische Kartierung 1:25000, erläutert am Beispiel des Blattes 5816 Königstein im Taunus. – Rhein-Main. Forsch., **86**, 164 S., 18 Abb., 1 Kt.; Frankfurt a. M.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Ergänzungsh. Land Hessen. Rhein- und Weseranteil. Abflußjahr 1974. – 134 S., 3 Kt.; Wiesbaden (Hess. L.-Anst. Umwelt) 1977.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch. Rheingebiet, Abschnitt Main (mit einem Anhang: Bayer. Elbegebiet). Abflußjahr 1972. – 124 S., 1 Kt.; München (Bayer. L.-Amt Wasserwirtsch.) 1977.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch. Rheingebiet, Abschnitt Main (mit einem Anhang: Bayer. Elbegebiet). Abflußjahr 1973. – 124 S., 1 Kt.; München (Bayer. L.-Amt Wasserwirtsch.) 1977.
- Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (Hrsg.) (1977): Das Rheingebiet. Hydrologische Monographie. Teil A Textband, 279 S., Teil B Tabellenband, 285 S., Kartenteil, 26 Kt.; Den Haag.
- Jahresbericht der Bundesanstalt für Gewässerkunde 1976. – 151 S., 37 Abb.; Koblenz 1977.
- Verzeichnis hydrologischer Meßstellen in Hessen. Stand 1. April 1977. – 127 S., 3 Kt.; Wiesbaden 1977 (Hess. L.-Anst. Umwelt).

1978

- AHORNER, L., & ROSENHAUER, W. (1977/78): Seismic Risk Evaluation for the Upper Rhine Graben and Its Vicinity. – J. Geophys., **44**: 481–497, 12 Abb., 2 Tab.; Hamburg.
- AHRENDT, H., HUNZIKER, J. C., & WEBER, K. (1978): K/Ar-Altersbestimmungen an schwach-metamorphen Gesteinen des Rheinischen Schiefersgebirges. – Z. dt. geol. Ges., **129**: 229–247, 3 Abb., 2 Tab., 3 Taf.; Hannover.
- ALBERTI, G. K. B. (1978): Tentaculiten (Dacryoconarida) und Trilobiten aus den Wissenbacher Schiefen und aus dem Ballersbacher Kalk (Devon, Rheinisches Schiefergebirge). – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1978**: 257–266, 2 Abb.; Stuttgart.
- ASCHENBRENNER, F. C. (1978): Zur fossilen Fauna der mittleren Triassschichten im Gebiet Giebelrain – Haimberg bei Dietershausen/Rhön. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **13/14**: 55–59, 4 Abb.; Fulda.

- AUST, H., & KREYSING, K. (1978): Geologische und geotechnische Grundlagen zur Tiefenversenkung von flüssigen Abfällen und Abwässern. – Geol. Jb., **C 20**: III–X, 1–224, 20 Abb., 11 Tab.; Hannover. [Betr. auch Werra-Kaligebiet, Hessische Senke.]
- BAHLO, E., & NEUFFER, F.-O. (1978): Weitere Funde von Kleinsäugern aus Schleichsand und Cyrenenmergel in Rheinhessen (Oligozän, Tertiär, Mainzer Becken). – Mainzer geowiss. Mitt., **7**: 5–25, 11 Abb., 1 Prof.; Mainz.
- BARGON, E. (1978): Tätigkeitsbericht des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung für das Geschäftsjahr 1977 (1. 1. – 31. 12. 1977). – Geol. Jb. Hessen, **106**: 443–458; Wiesbaden.
- BAUSCH, W. M. (1978): Führer zur Rhön-Exkursion. – Fortschr. Mineral., **56** (Beih. 2): 1–17, 9 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.
- BECKMANN, H., FICKEL, W., PLASS, W., SCHRADER, L., STEPHAN, S., WIECHMANN, H., & ZAKOSEK, H. (1978): Aufbau und jungholozäne Tonverlagerung in Hügelgräbern im Taunus. – Geol. Jb. Hessen, **106**: 383–407, 2 Abb., 10 Tab., 3 Taf.; Wiesbaden.
- BEHNKE, C., SONNE, V., & ZIEKUR, R. (1978): Der Niersteiner Horst. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., NF **60**: 121–134, 6 Abb.; Stuttgart.
- BENDER, P. (1978): Die Entwicklung der Hörre-Zone im Devon und Unterkarbon. – Z. dt. geol. Ges., **129**: 131–140, 5 Abb.; Hannover.
- BETZ, V., & HENTSCHEL, G. (1978): Offretit und Erionit von Gedern (Vogelsberg). – Geol. Jb. Hessen, **106**: 419–421, 2 Abb., 2 Taf.; Wiesbaden.
- BEURER, M. (1978): Geologie. – Festschr. z. Eröffnung: Bundesautobahn A 45 Gießen - Aschaffenburg: 26–27, 1 Abb.; Bonn.
- DIEDERICH, G., HOLTZ, S., & PRINZ, H. (1978): Exkursion G „Ingenieurgeologische Probleme im Kinziggebiet“ am 1. April 1978. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., NF **60**: 109–120, 8 Abb.; Stuttgart.
- BLATT, H. (1978): Sediment dispersal from Vogelsberg Basalt, Hessen, West Germany. – Geol. Rdsch., **67** (3): 1009–1015, 3 Abb.; Stuttgart.
- BLUMEL, P. (1978): Die Bedeutung kontinuierlicher und diskontinuierlicher Mineralreaktionen als PT-Indikatoren der Metamorphose im prä-permischen Kristallin Süddeutschlands. – Z. dt. geol. Ges., **129**: 359–375, 9 Abb.; Hannover.
- BÖHNKE, B. (1978): Kontinuierliches Messen in Abwässern und Gewässern und kontinuierliches Messen in Wasser und Abwasser. – Gewässerschutz-Wasser-Abwasser, **26**, 297 S., Abb., Tab.; Aachen. [Meßstation Mainz-Wiesbaden.]
- BOENIGK, W., m. Beitr. v. KOČI, A. (1977/78): Zur petrographischen Gliederung der Mosbacher Sande im Dyckerhoff-Steinbruch, Wiesbaden/Hessen. – Mainzer naturwiss. Arch., **16**: 91–126, 5 Abb., 6 Tab.; Mainz.
- BÖRNERT, W., HÖRA, C., & TOBIAS, W. (1978): Untersuchungen zur Limnologie des Schusterwörther Altrheins. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **35**: 17–59, 22 Abb.; Frankfurt a. M.
- BOKERMANN, R., & KNOCHE, W. (1978): Ökonomische Beurteilung von Meliorationskalkungen. – Wasser u. Boden, **30** (3): 60–63, 2 Taf.; Hamburg-Berlin. [Versuche auch an Böden in Beilstein, Gedern, Grifte, Breunings, Kirchhof.]
- BOTTKE, H. (1978): Zur faziesgebundenen Tektonik der Briloner Scholle (Ostsauerland, Rheinisches Schiefergebirge). – Z. dt. geol. Ges., **129**: 141–151, 3 Abb.; Hannover.
- BRASSEL, G. & BERGSTRÖM, J. (1978): Der Trilobit *Parahomalonotus planus* (KOCH 1883), ein Homalonotide aus dem unterdevonischen Hunsrückschiefer. – Geol. Jb. Hessen, **106**: 5–11, 2 Abb., 2 Taf.; Wiesbaden.
- BRÜNING, H. (1977/78): Zur Untergliederung der Mosbacher Terrassenabfolge und zum klimatischen Stellenwert der Mosbacher Tierwelt im Rahmen des Cromer-Komplexes. – Mainzer naturwiss. Arch., **16**: 143–190, 12 Abb., 3 Tab., 1 Übersichtsaufnahme; Mainz.
- BRUNNACKER, K., & TILLMANN, W. (1978): Die vulkanischen Tuffe im Löß-Profil von Wallertheim/Rheinhessen. – Geol. Jb. Hessen, **106**: 255–259, 2 Abb.; Wiesbaden.
- BUGGISCH, W., RABIEN, A., & HÜHNER, G. (1978): Biostratigraphische Parallelisierung und Faziesvergleich von oberdevonischen Becken- und Schwellen-Profilen E Dillenburg (Conodonten- und Ostracoden-Chronologie, Oberdevon I–V, Dillmulde, Rheinisches Schiefergebirge). – Geol. Jb. Hessen, **106**: 53–115, 9 Abb., 12 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.

- BUSSE, E., & HORN, M. (1978): Neue Fossilfunde im Mittleren Buntsandstein NW-Hessens und ihre Bedeutung für die Paläogeographie. – *Geol. Jb. Hessen*, **106**: 131–142, 2 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- CARLÉ, W., DIEDERICH, G., & VILLINGER, E. (1978): Odenwald und Spessart. – *Erl. internat. Hydrogeol. Kt. Europa 1:1 500 000*, Bl. C 4 Berlin: 78–79; Krefeld.
- DIEDERICH, G. (1978): Hessische Senke. – *Erl. Internat. Hydrogeol. Kt. Europa 1:1 500 000*, Bl. C 4 Berlin: 95–101, 1 Abb.; Krefeld.
- (1978): Exkursion B durch den Buntsandstein des Nordspessarts am 30. März 1978. – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver.*, NF **60**: 55–63, 3 Abb.; Stuttgart.
- HOFMANN, E.-L., & MOLLENHAUER, D. (1978): Exkursion V in die Umgebung von Bad Orb am 28. März 1978. – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver.*, NF **60**: 25–31, 3 Abb.; Stuttgart.
- VILLINGER, E., & STRUCKMEIER, W. (1978): Oberrheingraben und Mainzer Becken. – *Erl. Internat. Hydrogeol. Kt. Europa 1:1 500 000*, Bl. C 4 Berlin: 137–141; Krefeld.
- DIETRICH, R. (1978): Neues zur Phosphatparagenese der Grube Rotläufchen in Waldgirmes bei Wetzlar. – *Aufschluß*, **29** (4): 107–124, 17 Abb., (5): 139–153, 15 Abb., Heidelberg.
- (1978): Das Messelitproblem: Messelit und Anapait aus dem Ölschiefervorkommen bei Messel. – *Aufschluß*, **29** (7/8): 229–233, 3 Abb.; Heidelberg.
- ECHLE, W. (1978): Der Porzellanjaspis von Epterode. – *Aufschluß*, **28** (Göttingen): 205–207, 1 Abb.; Heidelberg.
- EHRENBERG, K.-H. (1978): Exkursion A in den südlichen Vogelsberg am 30. März 1978. – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver.*, NF **60**: 33–54, 9 Abb., 4 Tab.; Stuttgart.
- & HICKETHIER, H. (1978), mit Beitr. v. BARTH, W., BIBUS, E., DIEDERICH, G., KOWALCZYK, G., MEISL, S., MENDE, G., PRÜFERT, J., REICHMANN, H., ULRICH, H.-J., WENDLER, R. †, & WIEGAND, K.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000, Blatt Nr. 5620 Ortenberg, 351 S., 44 Abb., 13 Tab., 2 Taf., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- EIGENFELD, R., & EIGENFELD-MENDE, I. (1978): Die Zuordnung kristalliner Gerölle in Devon- und Kulmkonglomeraten zu Magmatiten und Metamorphiten innerhalb der Varisziden Deutschlands. – *Z. dt. geol. Ges.*, **129**: 319–357, 6 Abb., 7 Tab., 10 Taf.; Hannover.
- EIKAMP, H. (1978): Zur obermiozänen Kieselgurlagerstätte von Beuern (Kreis Gießen) und ihrer ehemaligen Flora und Fauna. – *Jber. wetterau. Ges. ges. Naturkde.*, **129–130**: 91–103, 8 Abb., 1 Tab.; Hanau.
- ELLERMANN, E. (1978): Eine pleistozäne Fauna aus oberrheinischen Kiesgruben. – *Aufschluß*, **29** (10): 335–343, 11 Abb.; Heidelberg.
- FAHLBUSCH, K. (1978): Ein Eiskeil-Netz im Stadtgebiet von Darmstadt. – *Geol. Jb. Hessen*, **106**: 367–382, 7 Abb.; Wiesbaden.
- FALTIN, M. (1978): Die Abwasserreinigung und die landwirtschaftliche Verwertung der Klärschlamme in Hessen. – *Diss.*; Lahn-Gießen.
- FETTEL, M. (1978): Über die Wismut-Kobalt-Nickel-Silber-Uran-Formation im kristallinen Odenwald. – *Aufschluß*, **29** (10): 307–320, 8 Abb.; Heidelberg.
- FINKENWIRTH, A. (1978): Die Braunkohle am Meißner. – *Aufschluß*, **28** (Göttingen): 229–236, 3 Abb.; Heidelberg.
- FLICK, H. (1978): Der Keratophyr vom Rupbachtal (südliches Rheinisches Schiefergebirge). – *Mainzer geowiss. Mitt.*, **7**: 77–94, 14 Abb., 2 Tab.; Mainz.
- (1978): Die chemischen Parameter der Keratophyre und Quarzkeratophyre des Lahn-Dill-Gebietes. – *Z. dtgeol. Ges.*, **129**: 161–170, 8 Abb.; Hannover.
- FRANKE, W., EDER, W., ENGEL, W., & LANGENSTRASSEN, F. (1978): Main Aspects of Geosynclinal Sedimentation in the Rhenohercynian Zone. – *Z. dt. geol. Ges.*, **129**: 201–216, 7 Abb.; Hannover.
- FRANZEN, J. L. (1978): Senckenberg-Grabbungen in der Grube Messel bei Darmstadt. 1. Probleme, Methoden, Ergebnisse 1976–1977. – *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **27**, 135 S., 69 Abb.; Frankfurt a. M.
- FRENZEL, G., & OTTEMANN, J. (1978): Über Blitzgläser vom Katzenbuckel, Odenwald, und ihre Ähnlichkeit mit Tektiten. – *N. Jb. Mineral., Mh.*, **1978**: 439–446; 2 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- FRESENIUS, W., KLEINSCHMIDT, G., & SCHNEIDER, W. (1978): Sanierung der Wiesbadener Thermen unter Berücksichtigung des Schutzes der Quellen, der Unterbindung von Verockerungen und der

- Verhinderung der Bildung von Oxidationsprodukten aus den primär vorhaenen Ammonium-Ionen. – Heilbad u. Kurort, **30** (7): 207–209, 2 Tab.; Gütersloh.
- FUCHS, A. † (1978), mit Beitr. v. BARTH, W., FICKEL, W., GOLWER, A., LIPPERT, H.-J., MITTMEYER, H.-G., PLAUMANN, S., THEWS, J.-D., & ULRICH, H.-J.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000, Blatt Nr. 5716 Oberreifenberg, 3. Aufl., 101 S., 8 Abb., 6 Tab., 2 Taf.; Wiesbaden.
- GERLACH, U., HAGER, K., & HARD, G. (1978): Vegetationsentwicklung auf Weinbergsbrachen des Rheinischen Schiefergebirges. Ein Vergleich zweier Vegetationszustände (1961 und 1976). – Natur u. Landsch., **53** (11): 344–351, 3 Abb., 5 Bilder.; Stuttgart.
- GIESE, P. (1978): Die Krustenstruktur des Varistikums und das Problem der Krustenverkürzung. – Z. dt. geol. Ges., **129**: 513–520, 5 Abb.; Hannnver.
- GISSÜBEL-WEISS, I. (1978): Die Erfassung und Darstellung des naturräumlichen Standortgefüges und seiner Nutzungseignung aufgrund vorhandener Kartierungen. – Rhein-Main. Forsch., **88**, 168 S., 6 Abb., 20 Tab., 2 Kt.; Frankfurt a. M. [Beispiele aus Hessen.]
- GÖBEL, P. (1978): Vorschläge zur inhaltlichen und graphischen Gestaltung geomorphologischer Karten, erläutert am Beispiel der geomorphologischen Karte 1:25 000 Friedewald. – Rhein-Main. Forsch., **87**, 149 S., 7 Tab., 1 Kt.; Frankfurt a. M.
- (1978): Vorschläge zur Aufnahme und Gestaltung geomorphologischer Karten – erläutert am Beispiel der Geomorphologischen Karte 1:25 000, Blatt 5125 Friedewald. – Geol. Jb. Hessen, **106**: 303–317; Wiesbaden.
- GOLWER, A. (1978): Die Auswirkungen von Straßenverkehr auf das Grundwasser. – In: Sicherung der Wasserversorgung durch Gewässerschutz, Wasseraufbereitung und -verbund, Tagung vom 8.–10. 3. 1978 in Essen. – Gewässerschutz – Wasser – Abwasser, **29**: 463–481, 5Abb., 2 Tab.; Aachen. [Untermaingebiet.]
- & POST, O. (1978): Bau und Betrieb eines Brunnens zum Abpumpen von versickertem Mineralöl aus Lockergesteinen. – Brunnenbau, Bau v. Wasserwerken, Rohrleitungsbau, **10**: 360–363, 3 Abb., 1 Tab.; Köln. [Untermaingebiet.]
- & SCHNEIDER, W. (1978): Untersuchungen über die Belastung des unterirdischen Wassers mit anorganischen toxischen Spurenstoffen im Gebiet von Straßen. – Straße u. Autobahn, **2**: 79–80; Bonn-Bad Godesberg. [Untermaingebiet.]
- GOTTHARDT, R., MEYER, O., & PAPROTH, E. (1978): Gibt es Massenkalk im tiefen Untergrund NW-Deutschlands, und können sie Kohlenwasserstoffe führen? – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1978**: 13–24, 4 Abb., 1 Tab.; Stuttgart. [Rheinisches Schiefergebirge.]
- HABERER, K., & SCHREDELSEKER, F. (1978): Ergebnisse umfangreicher Untersuchungsserien an Flußabschnitten von Rhein und Main. – Dt. gewässerk. Mitt., **22** (1): 22–30, 7 Abb., 7 Tab.; Koblenz.
- HATZSCH, P. (1978): Untersuchungen der gesteinsphysikalischen und petrographischen Eigenschaften der sedimentären Festgesteine im Hangenden des Zechsteinsalinars im oberen Fulda-Gebiet. – Diss.; Kiel.
- HAUPENTHAL, C. (1978): Über Schwarzerden in der Niederhessischen Senke. – Geol. Jb. Hessen, **106**: 319–366, 20 Abb., 17 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- HAUPT, M., & HERRMANN, H. (1978): Die Bedeutung geologisch-geophysikalischer Modelle für die geophysikalische Erkundung unter besonderer Berücksichtigung der im Zechstein zu lösenden Probleme. – Schr.-R. geol. Wiss., **12**: 63–75, 8 Abb.; Berlin.
- HELING, D. (1978): Contactmetamorphic zeolites and smectite in Oligocene bituminous shale from the Southern Rhinegraben. – N. Jb. Mineral., Abh., **133**: 33–40; Stuttgart.
- HENNINGSSEN, D. (1978): Zusammensetzung und Schüttung der Kulm-Grauwacken im Rheinischen Schiefergebirge – Ergebnisse und offene Fragen. – Z. dt. geol. Ges., **129**: 109–114, 3 Abb.; Hannover.
- HENTSCHEL, H. (1978): Der Basalt des Meißner. – Aufschluß, **28** (Göttingen): 208–228, 4 Abb., 2 Tab.; Heidelberg.
- HERZBERG, A. (1978): Hessisches Geologisches Schrifttum. – Geol. Jb. Hessen, **106**: 459; Wiesbaden.
- HESS, K., & NAGEL, H. (1978): Das Salzgebiet zwischen Münzenberg, Eberstadt und Oberhörgerm im Jahre 1976. – Jber. wetterau. Ges. ges. Naturkde., **129–130**: 45–64, 7 Abb.; Hanau.

- HILLESHEIM-KIMMEL, U., KARAFIAT, H., LEWEJOHANN, K., & LOBIN, W. (1978): Die Naturschutzgebiete in Hessen. – Schr.-R. Inst. Naturschutz Darmstadt, **11** (3), 395 S., Abb., Tab., Kt.; Darmstadt.
- HIRSCH, W., KAEVER, M., & MARTINI, E. (1978): Die Fossilführung des Erdfalls von Nieheim (SE-Westfalen) und seine Bedeutung für die Paläogeographie im Campan und Miozän. Das Nordwestdeutsche Tertiärbecken, Nr. 27. – Paläont. Z., **52** (3/4): 219–245, 7 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.
- [Verbindung zu Hessischer Senke, Mainzer Becken und Oberrheingraben.]
- HOCHT, F. v. d. (1978): Über Haizähne, die irrtümlich den Hydrobien-Schichten des Mainzer Beckens zugewiesen wurden. – Mainzer geowiss. Mitt., **6**: 87–91, 4 Abb., 2 Tab.; Mainz.
- HÖLTING, B. (1978): Ergebnisse hydrogeologischer Untersuchungen in der Ense-Scholle südwestlich der Stadt Korbach/Kreis Waldeck-Frankenberg (Hessen). – Geol. Jb. Hessen, **106**: 423–432, 2 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- HOLLWEG, U., & THRON, H.-D. (1978): Sauerstoffanreicherung des Mains mit technisch reinem Sauerstoff. – Wasserwirtsch., **68** (3): 72–76; Stuttgart.
- HOLTZ, S., & EWERT, F. K. (1978): Abdichtungsarbeiten an der Talsperre Antrifftal, Vogelsbergkreis, Hessen. – Ber. 1 nat. Tag. Ing.-Geol. Paderborn 1977: 429–443, 7 Abb.; Essen (DGEG).
- & SCHENK, V. (1978): Engineering Geological Problems of Dams in Highly Permeable Buntsandstein Formation in Hesse, Federal Republik of Germany. – Proc. III Int. Cong. IAEG, 4.–8. Sept., Sec. III, **1**: 133–142; Madrid.
- & SCHOPPE, J. (1978): Planung einer Talsperre unter besonderer Berücksichtigung der Versickerung. – Wasser u. Boden, **30** (11): 289–291, 4 Abb.; Hamburg-Berlin. [Niddatalsperre.]
- HOMRIGHAUSEN, R. (1978): Das Oberdevon und Unterkarbon im SW-Teil der Wittgensteiner Hauptmulde (do IVcd III, Rheinisches Schiefergebirge). – Z. dt. geol. Ges., **129**: 115–129, 4 Abb., 2 Tab.; Hannover.
- HÜHNER, G. (1978): Bohrprobenlager Villmar-Aumenau. – Geol. Jb. Hessen, **106**: 460; Wiesbaden.
- ILLIES, J. H., & GREINER, G. (1978): Rhinegraben and the Alpine system. – Geol. Soc. Amer. Bull., **89**: 770–782, 12 Abb., 1 Tab.; Boulder/Colorado.
- JANSSEN, R. (1978): Revision der Polyplacophora des Oligozäns in Mitteleuropa. – Arch. Molluskenkde., **108** (4/6): 215–235, 1 Abb., 3 Taf.; Frankfurt a. M. [Funde von Glimmerode/Niederhessen.]
- (1978): Die Scaphopoden und Gastropoden des Kasseler Meeressandes von Glimmerode (Niederhessen). – Geol. Jb., **A 41**: 3–195, 3 Abb., 3 Tab., 7 Taf.; Hannover.
- JUNGBLUTH, J. H. (1978): Mollusken aus dem Berstader Interglazial (Horloff-Graben/Hessen). – Geol. Jb. Hessen, **106**: 209–216, 3 Taf.; Wiesbaden.
- KADING, K.-C. (1978): Die Grenze Zechstein/Buntsandstein in Hessen, Nordbayern und Baden-Württemberg. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., NF **60**: 233–252, 8 Abb.; Stuttgart.
- (1978): Stratigraphische Gliederung des Zechsteins im Werra-Fulda-Becken. – Geol. Jb. Hessen, **106**: 123–130, 1 Tab.; Wiesbaden.
- KAISER, H., PAPROTH, E., & STADLER, G. (1978): Neue Beobachtungen zur Entstehung des Rheinischen Schiefergebirges. – Z. dt. geol. Ges., **129**: 181–199, 3 Abb., 3 Taf.; Hannover.
- KASSUEHLKE, I. (1978): Verkieselte Holzreste, Früchte und Schnecken aus dem Miozän (Fotografien mit Auflicht-Mikroskop). – Beitr. Naturkde. Osthessen, **13/14**: 51–53, 10 Abb.; Fulda. [TK 5623 Schlüchtern.]
- KEUSGEN, A. (1978): Aus dem Bericht über das Bergwesen im Lande Hessen für das Jahr 1977. – Glückauf, **114** (23): 1055–1056; Essen.
- KILLE, K. (1978): Hochwasserabflußspenden in Hessen. – Wasser u. Boden, **30** (4): 80–82, 2 Abb., 1 Taf.; Hamburg-Berlin.
- KLAER, W. (1977/78): Herbert Brüning und die Quartärgeschichte, Laudatio anlässlich des Festkolloquiums zum 65. Geburtstag 27. Januar 1977. – Mainzer naturwiss. Arch., **16**: 127–140, 4 Abb.; Mainz.
- KLAUSEWITZ, W. (1978): Der Main – zerstörte Lebensader einer kranken Landschaft. – Natur u. Mus., **108** (8): 238–243, 3 Abb.; Frankfurt a. M.
- KLEMM, D. D., & MATHEIS, G. (1978): Petrographische und geochemische Untersuchungen im Migmatitzug des mittleren Bergsträßer Odenwaldes. – N. Jb. Mineral., Abh., **133** (2): 149–175, 14 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.

- KNAPP, G. (1978): Alt-paläolithische Funde bei Münzenberg (Wetterau) und im nordöstlichen Taunus. – Oberhess. naturwiss. Z., **44**: 45–62, 8 Abb.; Gießen.
- KNAPP, R. (1978): Trockenrasen und Therophyten-Fluren auf Kalk-, Sand-, Grus- und Schwermetall-Böden im mittleren Hessen. – Oberhess. naturwiss. Z., **44**: 71–91, 1 Abb., 13 Tab.; Gießen.
- KOHL, M. (1978): Die Dynamik der Kulturlandschaft im oberen Lahn-Dillkreis – Wandlungen von Haubergswirtschaft und Ackerbau zu neuen Formen der Landnutzung in der modernen Regionalentwicklung. – Gießener geogr. Schr., **45**, 176 S., 55 Abb., 55 Tab.; Gießen.
- KORITNIG, S. (1978): Die „Blaue Kuppe“ bei Eschwege. – Aufschluß, **28** (Göttingen): 237–247, 7 Abb., 2 Tab.; Heidelberg.
- (1978): Ein verkieseltes Holz aus dem Tertiär des Druseltales, Kassel. – Aufschluß, **29** (12): 426; Heidelberg.
- KOWALCZYK, G., MURAWSKI, H., & PRÜFERT, J. (1978): Die paläogeographische und strukturelle Entwicklung im Südteil der Hessischen Senke und ihrer Randgebiete seit dem Perm. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., NF **60**: 181–205, 11 Abb.; Stuttgart.
- & PRÜFERT, J. (1978): Exkursion F in das Oberrotliegende und den Zechstein am Rand von Spessart und Vogelsberg am 1. April 1978. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., NF **60**: 87–108, 7 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- KRAJEWSKI, C. (1978): Rheinchronik 1977. – Beitr. Rheinkde., **30**: 73–78, 1 Abb.; Koblenz.
- KRAMM, H. (1978): Geomorphologische Untersuchung der Eichenzeller Höhe – Ein Beitrag zur Talentwicklung der Fulda. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **13/14**: 45–50, 9 Abb., Fulda.
- KREMB, K. (1978): Der Odenwald und seine Randlandschaften im topographischen Kartenbild, IV: Erbach/Michelstadt. – Odenwald, **25** (2): 56–60, 1 Kt.; Reinheim/Odw.
- KÜHN, K. (1978): Bodenkundlich-agrarbiologische Untersuchungen des Hahnensandes am Schusterwörther Altrhein. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **35**: 60–102, 4 Abb.; Frankfurt a. M.
- KÜMMERLE, E. (1978): Die Tertiärschichten im Stadtgebiet von Frankfurt am Main. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., NF **60**: 207–212, 1 Tab.; Stuttgart.
- (1978): Unterer Meeressand und Kaolin am Roten bei Geisenheim am Rhein. – Geol. Jb. Hessen, **106**: 147–158, 1 Abb., 1 Taf.; Wiesbaden.
- KUTSCHER, F. (1977/78): Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. 47. Neu nachgewiesene Crinoideen-Arten aus dem Hunsrückschiefer in den letzten 40 Jahren. – Mainzer naturwiss. Arch., **16**: 47–50; Mainz.
- (1978): Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers, 50: Über Trilobiten des Hunsrückschiefers (Unterdevon). – Geol. Jb. Hessen, **106**: 23–52, 1 Taf.; Wiesbaden.
- (1978): Der heutige Stand der Forschungsarbeiten im unterdevonischen Hunsrückschiefer des Rheinlandes. – Nachr. dt. geol. Ges., (18): 102–105; Hannover.
- LAEMMLEN, M. (1978): „Reichtum des Landes“. Die Landschaft im Kreis Fulda, ihr geologischer Aufbau und ihre Bodenschätze. – Landkreis Fulda, Entwicklung eines Wirtschaftsraumes: 210–223, mit 1 geol. Übers. kt. u. 1 West-Ost-Profil; Mühlheim (Buchreihe Hessischer Landkreise, Geschichte und Entwicklung. Verlag E. W. H. Landgrebe).
- LANGE-BERTALOT, H. (1978): Zur Ökologie des Altrheinarms Schusterwörth aus diatomeensoziologischer Sicht. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **35**: 103–108, 2 Abb.; Frankfurt a. M.
- LANGER, M. (1978): Foraminiferenfunde im Unteren Muschelkalk bei Dietershausen/Rhön. – Geol. Jb. Hessen, **106**: 143–146, 1 Abb., 1 Taf.; Wiesbaden.
- LANGHEINRICH, G. (1978): Der Göttinger Leinetal-Graben in tektonischer Sicht. – Aufschluß, **28** (Göttingen): 146–155, 5 Abb.; Heidelberg.
- LELEK, A. (1978): Die Bedeutung der Altrheine für die Fischfauna des Rhein-Hauptstromes am Beispiel des Schusterwörther Altrheines. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **35**: 109–154, 13 Abb., 1 Tab.; Frankfurt a. M.
- (1978): Die Fischbesiedlung des nördlichen Oberrheins und des südlichen Mittelrheins. – Natur u. Mus., **108** (1): 1–9, 10 Abb.; Frankfurt a. M.
- LEYERZAPF, H. (1978): Aus Blasen und Mandeln. Zeolithe in Westdeutschland. – Lapis, **3** (1): 20–23, 10 Abb.; München (Weise). [Fundpunkte Roßberg b. Darmstadt, Annerod b. Gießen, Umgebung von Nidda.]
- LIPPOLT, H. J. (1978): K-Ar-Untersuchungen zum Alter des Röhn-Vulkanismus. – Fortschr. Mineral., **56** (Beih. 1): 85; Stuttgart.

- & TODT, W. (1978): Isotopische Altersbestimmungen an Vulkaniten des Westerwaldes. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1978**: 332–352, 4 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.
- LOBIN, W., & LEWEJOHANN, K. (1978): Die Naturschutzgebiete der näheren Umgebung von Hanau. – Jber. wetterau. Ges. ges. Naturkde., **129–130**: 35–44; Hanau.
- LÜBBE, E. (1978): Baggerseen. Bestandsaufnahme, Hydrologie und planerische Konsequenzen. – Schr.-R. Kuratorium Wasser u. Kulturbauwesen, **29**, 2. Aufl., 225 S., 59 Abb., 25 Tab.; Hamburg–Berlin (Parey). [Betr. auch hess. Baggerseen.]
- MAGGETTI, M., DIVER, B. B. v., GALETTI, G., & SOMMERAUER, J. (1978): PT-conditions of orbicular gabbro from Reichenbach, West-Germany. – N. Jb. Mineral., Abh., **134** (1): 52–75, 14 Abb., 4 Tab.; Stuttgart.
- MALZ, H. (1978): Aquitane Otolithen-Horizonte im Untergrund von Frankfurt am Main. – Senckenbergiana lethaea, **58** (6): 451–471, 5 Abb., 4 Tab., 1 Taf., Frankfurt a. M.
- (1978): Massengrab fossiler „Ohrsteine“. – Umschau, **78** (1): 27–28, 2 Abb.; Frankfurt a. M. [Untergrund von Frankfurt a. M.]
- (1978): Neue *Hemicyprideis*-Arten (Ostracoda; Tertiär) aus dem Mainzer Becken und seinen Randgebieten. – Senckenbergiana lethaea, **59** (1/3): 71–91, 10 Abb., 4 Taf.; Frankfurt a. M.
- (1978): Vergleichend-morphologische Untersuchungen an aquitanen Fisch-Otolithen aus dem Untergrund von Frankfurt am Main. – Senckenbergiana lethaea, **59** (4/6): 441–481; 4 Abb., 1 Tab., 6 Taf.; Frankfurt a. M.
- MARTINI, E. (1978): Massenvorkommen von Nannoplankton in den Cerithien-Schichten des Mainzer Beckens und des Oberrheingrabens (Ober-Oligozän). – Mainzer geowiss. Mitt., **7**: 155–169, 2 Abb., 2 Taf., Mainz.
- MATTHES, S. (1978): Der kristalline Spessart (Exkursion C am 31. März 1978). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., NF **60**: 65–78, 4 Abb.; Stuttgart.
- MATTHESS, G., & MURAWSKI, H. (1978): Zuflüsse von Spessart und Odenwald. – Schr.-R. bayer. L.-A. Wasserwirtsch., **7**: 108–121, 9 Abb., 3 Tab.; München.
- MEIJERING, M. P. D. (1978): Die Werraversalzung – ein derzeit unlösbares ökologisches Problem. – Beitr. Naturkde. Osthessen, **13/14**: 207–208; Fulda.
- MESSER, E. (1978): Die nordhessischen Kaligruben. – Kali u. Steinsalz, **7**: 306–318, 11 Abb., 6 Tab.; Essen.
- MICKLICH, N. (1978): *Palaeoperca proxima*, ein neuer Knochenfisch aus dem Mittel-Eozän von Messel bei Darmstadt. – Senckenbergiana lethaea, **59** (4/6): 483–501, 2 Abb., 3 Tab., 2 Taf.; Frankfurt a. M.
- MITTMEYER, H.-G. (1978): mit Beitr. v. AGSTEN, K., BOR, J., DILLMANN, W., EMMERMANN, K.-H., STENGEL-RUTKOWSKI, W., & WOLF, M.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000, Blatt Nr. 5813 Nastätten, 2. Aufl., 112 S., 19 Abb., 12 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- MOONEY, W. D., & PRODEHL, C. (1977/78): Crustal Structure of the Rhenish Massif and Adjacent Areas; a Reinterpretation of Existing Seismic-Refraction Data. – J. Geophys., **44**: 573–601, 22 Abb., 2 Tab.; Hamburg.
- MOURER-CHAUVIRÉ, C. v. (1977/78): Die Vogelreste aus den mittelpleistozänen Mosbacher Sanden bei Wiesbaden (Hessen). – Mainzer naturwiss. Arch., **16**: 35–46, 4 Tab., 1 Taf.; Mainz.
- NEUFFER, F. O. (1978): Zwei für den Unteren Meeressand (Rupelium) des Mainzer Beckens neue Mollusken. – Mainzer geowiss. Mitt., **6**: 93–97, 7 Abb.; Mainz.
- ROTHAUSEN, K., & SONNE, V. (1978): Fossilführende Rinnenfüllung im Unteren Meeressand an einer Insel-Steilküste des Mitteloligozän-Meeress (Steigerberg bei Eckelsheim, Mainzer Becken). 1. Aufschluß, Makro- und Mikrofauna. – Mainzer geowiss. Mitt., **6**: 99–120, 8 Abb., 4 Tab. (3 Beil.); Mainz.
- NEUGEBAUER, H. J., & BRANER, B. (1978): Crustal Doming and the Mechanism of Rifting. Part II: Rift Development of the Upper Rhinegraben. – Tectonophysics, **46**: 1–20, 8 Abb.; Amsterdam – Oxford – New York (Elsevier).
- PAULY, E. (1978): Oberflächennahe Lagerstätten und ihre Berücksichtigung bei der Bewertung landwirtschaftlich genutzter Flächen. In: Hessen, Besiedlung und Landschaft. – Beitr. Frühjahrstagung agrarsoz. Ges. e. V. 18.–20. 5. 1978 Heppenheim/Bergstraße; Göttingen (Hess. Min. Landwirtsch. u. Umwelt, Wiesbaden, u. Sekretariat agrarsoz. Ges. e. V.).

- PICKEL, H.-J., & SCHUBUTH, H. (1978): Die Thermalwasserbohrung Emstal: Ein neues Thermal-Mineralwasservorkommen in Nordhessen. – Brunnenbau – Bau von Wasserwerken – Rohrleitungsbau, **29**: 56–60, 5 Abb., 2 Tab.; Köln.
- (1978): Zur Hydrochemie neuer Tiefenwasservorkommen in Nordhessen. – Geol. Jb. Hessen, **106**: 433–441, 1 Abb., 3 Tab.; Wiesbaden.
- PLEIN, E. (1978): Rotliegend-Ablagerungen im Norddeutschen Becken. – Z. dt. geol. Ges., **129**: 71–97, 10 Abb., 6 Taf.; Hannover.
- PRINZ, H. (1978): Grundwasserentnahme als indirekte Ursache von Gebäudeschäden. – Ber. 1. nat. Tag. Ing.-Geol. Paderborn 1977: 556–567, 5 Abb., 1 Taf.; Essen (DGEG). [Beispiele aus S-Hessen.]
- (1978): Ursachen der beobachteten negativen Höhenwertänderungen im nördlichen Oberrheingraben. – Z. Vermess.-Wes., **103**: 424–430; Stuttgart.
- PROTSCH, R., & SEMMEL, A. (1978): Zur Chronologie des Kelsterbach-Hominiden, des ältesten Vertreters des *Homo sapiens sapiens* in Europa. – Eiszeitalter u. Gegenwart, **28**: 200–210, 2 Abb., 1 Taf.; Öhringen/Württ.
- REICHMANN, H. (1978): Geomorphologische Karte 1:25 000, Blatt 5816 Königstein. – Mitt. nass. Ver. Naturkde., **3**: 3; Wiesbaden.
- (1978): Lößstratigraphie in Main-Taunusvorland und Rheingau. – Mitt. nass. Ver. Naturkde., **2**: 15–16; Wiesbaden.
- (1978): Kriechen, Solifluktion, Gelifluktion, Kongelifluktion. Ein terminologischer Irrgarten. – Geol. Jb. Hessen, **106**: 409–418; Wiesbaden.
- & ZAHORKA, H. (1978): Bodenkundlich-standortkundl.-forstliche Exkursion durch den Bereich des Hess. Forstamtes Chausseehaus in Wiesbadener Vor- und Hochtaunus am 2. 7. 1978. – Mitt. nass. Ver. Naturkde., **3**: 4–6; Wiesbaden.
- REQUADT, H., & WEDDIGE, K. (1978): Lithostratigraphie und Conodontenfaunen der Wissenbacher Fazies und ihrer Äquivalente in der südwestlichen Lahnmulde (Rheinisches Schiefergebirge). – Mainzer geowiss. Mitt., **7**: 183–237, 14 Abb., 3 Tab.; Mainz.
- RIECH, V. (1978): Zur Coelestinbildung im germanischen Muschelkalk. – Geol. Jb., **D 29**: 3–77, 21 Abb., 4 Tab., 6 Taf.; Hannover.
- RITZKOWSKI, S. (1978): Geologie des Unterwerra-Sattels und seiner Randstrukturen zwischen Eschwege und Witzenhausen (Nordhessen). – Aufschluß, **28** (Göttingen): 187–204, 5 Tab., 1 Kt.; Heidelberg.
- RÖSLER, H. J., & WERNER, C.-D. (1978): Zur stofflichen Entwicklung und strukturellen Stellung variszischer Initialmagmatite in Mitteleuropa. – Z. geol. Wiss., **6** (8): 967–983, 8 Abb., 3 Tab.; Berlin.
- ROTH, H. (1978): Befahrung des Kalisalzbergwerks Neuhof-Ellers (Exkursion E am 31. März 1978). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., NF **60**: 79–85, 2 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.
- (1978): Staßfurt-Salinar im Werra-Gebiet. – Geol. Jb. Hessen, **106**: 117–122, 1 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- SCHÄFER, W. (1978): Das Projekt „Modell Schusterwörth“ im Stadium ante. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **35**: 3–16, 1 Abb.; Frankfurt a. M.
- (1978): Der Oberrhein, ökotechnisch gesehen. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **31**, 87 S., 45 Abb.; Frankfurt a. M.
- SCHAUMBERG, G. (1978): Neubeschreibung von *Coelacanthus granulatus* AGASSIZ (Actinistia, Pisces) aus dem Kupferschiefer von Richelsdorf (Perm, W.-Deutschland). – Paläont. Z., **52** (3/4): 169–197, 21 Abb.; Stuttgart.
- SCHAWALLER, W. (1977/78): Eine Köcherfliege aus dem Mainzer Hydrobienkalk (Aquitän, Tertiär). – Mainzer naturwiss. Arch., **16**: 79–81, 1 Abb.; Mainz.
- SCHEER, H.-D. (1978): Gliederung und Aufbau der Niederterrassen von Rhein und Main im nördlichen Oberrheingraben. – Geol. Jb. Hessen, **106**: 273–289, 4 Abb.; Wiesbaden.
- SCHJEJBAL, F. (1978): Westerwälder Tone heute. Teil 3: Die hellbrennenden „keramischen“ Tone. – Keramik-Z., **30**: 250–252; Freiburg i. Br.
- SCHENK, G. J. (1978): Die Auswirkungen von Abwasser und Versalzung auf die Diatomeen-Vegetation des Solzbaches (Hessen). – Beitr. Naturkde. Osthessen, **13/14**: 171–206, 12 Abb., 6 Tab.; Fulda.

- (1978): Die Diatomeenvegetation der Haune (Hessen). – *Philippia*, **3** (5): 345–356, 18 Abb., 10 Tab.; Kassel.
- SCHMEDES, E., & LEYDECKER, G. (1977/78): Macroseismic Intensity Map of the Federal Republic of Germany for the Friuli Earthquake of May 6, 1976. – *J. Geophys.*, **44**: 277–279, 1 Abb.; Hamburg.
- SCHNEEDLER, W. (1978): Floristische Untersuchungen zwischen Taunus und Vogelsberg im Jahr 1977. – *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **14** (Suppl.): 1–152, 93 Abb.; Fulda.
- (1978): Neufunde und Bestätigungen zur Flora im mittleren Hessen. – *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **14** (Suppl.): 153–210; Fulda.
- (1978): Über die Freilegung der Salzquelle bei Oberhörtern. – *Hess. florist. Briefe*, **27** (4): 54–57, 1 Abb.; Darmstadt.
- SCHNEIDERHÖHN, P. (1978): Beitrag zur Petrographie des „Mühlsteinquarzites“ vom Kattenbühl bei Hannoversch Münden. – *Aufschluß*, **28** (Göttingen): 184–186, 1 Tab.; Heidelberg.
- SCHRADER, L. (1978), mit Beitr. v. ASTHALTER, K., HENTSCHEL, G., & THIELICKE, G.: Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1:25 000, Blatt Nr. 5518 Butzbach, 119 S., 9 Tab., 9 Prof.; Wiesbaden.
- SCHRÖDER, D., & ZAKOSEK, H. (1978): Austrag von Ton und Kationen aus drei gestörten Lößböden mit unterschiedlicher Humusqualität und -menge. – *Mitt. dt. bodenkdl. Ges.*, **27**: 281–292, 1 Abb., 4 Tab.; Göttingen. [Boden aus dem Raum Wiesbaden.]
- SEIBIG, A. (1978): Die Altarme der Fliede bei Neuhof. – *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **13/14**: 107–109, 1 Abb.; Fulda.
- SEIDENSCHWANN, G. (1978): Zur pleistozänen Entwicklung des Kinziggebietes (Hessen). – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver.*, **NF 60**: 213–231, 6 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- SEMMELE, A. (1978): Taunus: Die Erdkruste ist noch aktiv. – *Umschau*, **78** (2): 51–52, 3 Abb.; Frankfurt a. M.
- (1978): Untersuchungen zur quartären Tektonik am Taunus-Südrand. – *Geol. Jb. Hessen*, **106**: 291–302, 8 Abb.; Wiesbaden.
- SENGÖR, A. M. C., BURKE, K., & DEWEY, J. F. (1978): Rifts at high angles to orogenic belts: Tests for their origin and the Upper Rhine Graben as an example. – *Amer. J. Sci.*, **278** (1): 24–40, 4 Abb.; New Haven, Conn. (Yale University).
- SIEVERTS-DORECK, H. (1978): Über einen seltenen Schlangenstein (*Erinaceaster* LEHMANN) aus dem Hunsrückschiefer. – *Geol. Jb. Hessen*, **106**: 13–21, 4 Abb., 2 Taf.; Wiesbaden.
- SLOTTA, R. (1978): Zur Dokumentation der Industriegeschichte am Deutschen Bergbau-Museum Bochum. Dargestellt am Beispiel der Montanlandschaft bei Bieber im hessischen Spessart.–*Hessische Heimat*, **28** (4): 124–131, 13 Abb.; Marburg a. d. L.
- SOBOTH, E. (1978): Lang- und kurzperiodische Änderungen der Grundwasserbeschaffenheit und der Quellenschüttung während 20jähriger Beobachtungen in der Frankfurter Bucht (Hessen). – *Geol. Abh. Hessen*, **77**, 39 S., 17 Abb., 5 Tab., 6 Taf.; Wiesbaden.
- SONNE, V. (1977/78): Tiefenlinienplan des Talbodens der Rhein-Niederterrasse zwischen Budenheim bei Mainz und Bingen-Kempen. – *Mainzer naturwiss. Arch.*, **16**: 83–90, 1 Abb.; Mainz.
- STEHFEST, H. (1978): Zur Beziehung zwischen Abfluß und organischer Schmutzstofffracht beim Rhein. – *Gas- u. Wasserf.*, **119** (6): 302–305, 3 Abb.; München.
- STENGEL-RUTKOWSKI, W. (1978): Bericht über die 99. Tagung des Oberrheinischen Geologischen Vereins vom 28. März bis 4. April 1978 in Bad Orb/Hessen. – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver.*, **NF 60**: 5–15; Stuttgart.
- STENGELIN, R., PICHLER, H., & HEWERS, W. (1978): Datenbank für Gesteins- und Mineral-Analysen, System TUBINGEN, und Möglichkeiten ihrer Anwendung. – *Geol. Jb.*, **D 23**: 129–150, 10 Abb., 6 Tab.; Hannover. [Analysen-Beispiele aus Hessen.]
- STOPPEL, D., & GUNDLACH, H. (1978): Zur Geologie und Bergbaugeschichte der Schwespat- und Kobalterzvorkommen im Unterwerra-Grauwackengebirge und Richelsdorfer Gebirge. – *Aufschluß*, **28** (Göttingen): 261–285, 23 Abb.; Heidelberg.
- STORCH, G. (1978): Ein Schuppentier aus der Grube Messel – zur Paläobiologie eines mitteleozänen Maniden. – *Natur u. Mus.*, **108** (10): 301–307, 4 Abb.; Frankfurt a. M.
- (1978): *Eomanis waldi*, ein Schuppentier aus dem Mittel-Eozän der „Grube Messel“ bei Darmstadt (Mammalia: Pholidota). – *Senckenbergiana lethaea*, **59** (4/6): 503–529, 5 Abb., 5 Taf.; Frankfurt a. M.

- STRÜBEL, G., & GATZAVELIS, C. (1978): Vulkanite und Quellhorizonte im Schiffenberg-Gebiet bei Gießen. – *Oberhess. naturwiss. Z.*, **44**: 29–44, 9 Abb., 6 Tab.; Gießen.
- STÜRMER, W., & BERGSTRÖM, J. (1978): The arthropod *Cheloniellon* from the Devonian Hunsrück Shale. – *Paläont. Z.*, **52** (1/2): 57–81, 12 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.
- STURM, M. (1978): Maw contents of an Eocene horse (*Propalaeotherium*) out of the oil shale of Messel near Darmstadt. – *Cour. Forsch. – Inst. Senckenberg*, **30**: 120–122; Frankfurt a. M.
- TOBIEN, H. (1978): On the Evolution of Mastodonts (Proboscidea, Mammalia) Part 2: The bunodont tetralophodont Groups. – *Geol. Jb. Hessen*, **106**: 159–208, 13 Abb., 2 Tab., 12 Taf.; Wiesbaden.
- TOUSSAINT, B. (1978): Der Rhein in den quartären Eiszeiten unter besonderer Berücksichtigung der Paläohydrologie. – *Beitr. Rheinkde.*, **30**: 22–53, 6 Abb., 2 Tab.; Koblenz.
- TYROFF, H. (1978): Fossile Kieselhölzer im Maintal von Weilbach bei Flörsheim. – *Aufschluß*, **29** (9): 287–297, 13 Abb.; Heidelberg.
- VÖLKEL, E. (1978): Hochwasserrückhaltebecken und ihre Probleme auf Mittlerem Buntsandstein über Salzlagerstätten. – *Wasser u. Boden*, **30** (11): 291–294, 2 Abb.; Hamburg-Berlin. [Marbach, Mackenzell, Dipperz.]
- WALTER, R. (1978): Die geotektonische Entwicklung im nordwestlichen Mitteleuropa während des Altpaläozoikums. – *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **1978**: 621–639, 6 Abb.; Stuttgart.
- WEBER, K. (1978): Das Bewegungsbild im Rhenoherynikum – Abbild einer varistischen Subfluenz. – *Z. dt. geol. Ges.*, **129**: 249–281, 11 Abb., 1 Taf.; Hannover.
- WEDEPOHL, K. H. (1978): Der tertiäre basaltische Vulkanismus der Hessischen Senke nördlich des Vogelsberges. – *Aufschluß*, **28** (Göttingen): 156–167, 4 Abb., 2 Tab.; Heidelberg.
- WERNER, R. (1978): Die tertiären Sedimente auf Blatt 5816 Königstein im Taunus und ihre Beziehungen zur Reliefentwicklung. – *Geol. Jb. Hessen*, **106**: 217–253, 5 Abb., 9 Tab.; Wiesbaden.
- WINDHEUSER, H., & BRUNNACKER, K. (1978): Zeitstellung und Tephrostratigraphie des quartären Osteifel-Vulkanismus. – *Geol. Jb. Hessen*, **106**: 261–271, 5 Abb.; Wiesbaden. [Beziehung zu Lößprofilen in der Wetterau.]
- WINTERHOFF, W. (1978): Bemerkenwerte Pilze in Trockenrasen des nördlichen Oberrheingebietes. – *Hess. florist. Briefe*, **27** (1): 2–8, 4 Abb., 1 Tab.; (3): 41–47, 8 Abb., 1 Tab.; Darmstadt.
- ZIEHR, H., MATZKE, K., OTT, G., & SAWARY, E. (1978): Flußspat im Zechsteindolomit bei Eschwege/Hessen. – *Aufschluß*, **28** (Göttingen): 248–259, 8 Abb., 1 Tab.; Heidelberg.
- Biol. Arb.-Gem. Marienschule Fulda: Ökologie eines Tümpels. Eine chemische und biologische Bestandsaufnahme in einem Altwasser der Fliede nördlich von Neuhof. – *Beitr. Naturkde. Osthessen*, **13/14**: 110–126, 5 Abb., 9 Tab.; Fulda 1978.
- Das Mainprojekt. Hydrogeologische Studien zum Grundwasserhaushalt und zur Stoffbilanz im Maininzugsgebiet. – *Schr.-R. bayer. L.-Amt Wasserwirtsch.*, **7**, XII + 315 S., 198 Abb., 105 Tab., 8 Beil.; München 1978.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch. Rheingebiet (einschließlich Anteile von Maas u. Vechte). Abflußjahr 1971. – 210 S., 5 Kt.; Mainz (L.-Amt Gewässerkde. Rheinland-Pfalz) 1978.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch. Rheingebiet (einschließlich Anteile von Maas u. Vechte). Abflußjahr 1972. – 207 S., 5 Kt., Mainz (L.-Amt Gewässerkde. Rheinland-Pfalz) 1978.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Sonderh. Land Baden-Württemberg, Hoch- und Oberrhein mit Neckar, Anteile des Maingebietes und der Donau bis Ulm. Abflußjahr 1974. – 211 S., 1 Kt.; Karlsruhe (L.-Anst. Umweltschutz Baden-Württemberg, Inst. Wasser- und Abfallwirtsch.) 1978.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Sonderh. Land Baden-Württemberg, Hoch- und Oberrhein mit Neckar, Anteile des Maingebietes und der Donau bis Ulm. Abflußjahr 1975. – 208 S., 1 Kt.; Karlsruhe (L.-Anst. Umweltschutz Baden-Württemberg, Inst. Wasser- und Abfallwirtsch.) 1978.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Weser- und Emsgebiet. Abflußjahr 1976. – 296 S., 1 Kt.; Hannover (L.-Stelle Gewässerkde.) 1978.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Weser- und Emsgebiet. Abflußjahr 1977. – 296 S., 1 Kt.; Hannover (L.-Stelle Gewässerkde.) 1978.
- Die Rheinwasserstraße. – *Beitr. Geol. Schweiz – Hydrologie*, **24**, 48 S., 28 Abb., 1 Tab.; Bern (Kümmerly & Frey) 1978.
- Gewässergüte und Abwasserbehandlung im Lande Hessen. – 13 S., 1 Abb., 5 Anl., 1 Kt.; Wiesbaden (Hessischer Minister für Landwirtschaft u. Umwelt) 1978.

- Grundwasserschutz in Hessen – Rekultivierung und Sanierung von Erdaufschlüssen. – Wasser u. Boden, **30** (5): 134; Hamburg-Berlin 1978.
- Hessen. Jahresbericht der Wasserwirtschaft, Rechnungsjahr 1977. – Wasser u. Boden, **30** (6/7): 164–167, 3 Abb.; Hamburg-Berlin 1978.
- Sind die Gewässer sauberer geworden? – Umschau, **78** (6): 187–189, 2 Abb.; Frankfurt a. M. 1978. [Rhein, Main.]

I 1/2	Kartierung der Devon-, Karbon- und Permgebiete	Geologieoberrat Dr. HORN Geologieoberrätin Dr. NÖRING
I 1/3	Kartierung der Trias- und Juragebiete	Geologiedirektor Dr. LAEMMLEN Geologiedirektor Dr. KUPFAHL
I 1/4	Kartierung der Tertiär- und Quartärgebiete	Geologieoberrat Dr. HICKETHIER
I 1/5	Paläontologie und Sammlungen	Geologiedirektor Dr. RABIEN Geologieoberrat Dr. KÜMMERLE
I 1/6	Veröffentlichungswesen, Bibliothek, Vertrieb	Ltd. Geologiedirektor Dr. THEWS
Dezernat I 2:	Bodenkunde	Geologiedirektor Dr. FICKEL
Fachgebiete:		
I 2/1	Wissenschaftliche Grundlagen, Methoden, bodenkundliche Beratung	Geologieoberrat Dr. REICHMANN
I 2/2	Bodenkundliche Karten, Übersichtskartierungen	Geologiedirektor Dr. FICKEL
I 2/3	Objektkartierungen für Sonderkulturen und Problemflächen	Geologierat z. A. Dr. HAUPENTHAL
I 2/4	Bodenphysik	Geologierat Dr. SCHRADER
Dezernat I 3:	Luftbildgeologie u. Geophysik	Geologiedirektor Dr. REUL
Fachgebiete:		
I 3/1	Luftbild- und Fotogeologie	Geologiedirektor Dr. REUL Geologierat ANDERLE
I 3/2	Geophysik	NN

Abteilung II: Rohstoffgeologie und Ingenieurgeologie

16 planmäßige Wissenschaftler, 2 Bedienstete des höheren Dienstes, 14 Bedienstete des gehobenen technischen Dienstes, 10 andere Bedienstete.

Leiter: Ltd. Geologiedirektor Prof. Dr. PRINZ

Vertreter: Ltd. Geologiedirektor Dr. THEWS

Dezernat II 1:	Mineralische Rohstoffe	Geologiedirektor Dr. PAULY
Fachgebiete:		
II 1/1	Lagerstätten erkundung	Geologiedirektor Dr. PAULY Geologierat Dr. HELBIG Geologierat ZIEHLKE
II 1/2	Lagerstättenschutz	Geologierat Dr. BARTH Dipl.-Geologe ABEL
Dezernat II 2:	Mineralogie u. Petrologie	Geologiedirektor Prof. Dr. MEISL
Fachgebiete:		
II 2/1	Mineralogie	Geologiedirektor Prof. Dr. MEISL Geologierat Dr. HENTSCHEL Geologierat STRECKER Dipl.-Geologe Dr. THEUERJAHR
II 2/2	Petrologie	Geologieoberrat Dr. EHRENBERG Geologieoberrat Dr. SCHRICKE

Dezernat II 3:	Ingenieurgeologie	Geologieoberrat MÜLLER
Fachgebiete:		
II 3/1	Felsbaugeologie, Erdfälle, Bodensenkungen	Ltd. Geologiedirektor Prof. Dr. PRINZ Geologieoberrat Dr. WESTRUP
II 3/2	Ingenieurgeol. Grundlagen, ingenieurgeol. Karten	Geologieoberrat Dr. BERNHARD
II 3/3	Bodenmechanik, Erd- und Grund- bau, Rutschungen, Erfassung von ingenieurgeol. Daten	Geologieoberrat MÜLLER Geologieoberrat Dr. BEURER Geologieoberrat Dr. FRIEDRICH Geologieoberrat Dr. HOLTZ
II 3/4	Talsperrengeologie	
Dezernat II 4:	Zentrale Laboratorien	Ltd. Geologiedirektor Prof. Dr. PRINZ
Fachgebiete:		
II 4/1	Bodenmechanisches Labor und Werkstatt	Ing. (grad.) CLOEREN
II 4/2	Chemisches und Mineralogisches Labor	Geologieoberrat THIELICKE

Abteilung III: Hydrogeologie und Geotechnologie

13 planmäßige Wissenschaftler, 5 Bedienstete des gehobenen technischen Dienstes,
2 andere Bedienstete.

Leiter: Ltd. Geologiedirektor Dr. SCHMITT
Vertreter: Ltd. Geologiedirektor Prof. Dr. PRINZ

Dezernat III 1:	Allgemeine Hydrogeologie	Geologiedirektor Dr. HÖLTING
Fachgebiete:		
III 1/1	Vollzug des Lagerstätten- gesetzes	Geologieoberrat Dr. STENGEL-RUTKOWSKI
III 1/2	Praxisbezogene wissenschaftl. Grundlagen, hydrogeologische Kartierung u. Karten, Erfassung hydrogeologischer Daten	Geologieoberrat Dr. DIEDERICH
III 1/3	Geohydrochemie, Geohydro- thermik, Tiefenwässer	Geologiedirektor Dr. HÖLTING
III 1/4	Archive und Dokumentation, Koordination in Sachen ADV	Geologieoberrätin Dr. HERZBERG
Dezernat III 2:	Angewandte Hydrogeologie	Ltd. Geologiedirektor Dr. SCHMITT
Fachgebiete:		
III 2/1	Grundwasserbelastung und Umwelt	Geologieoberrat Dr. GOLWER Geologierat Dr. TANGERMANN
III 2/2	Erkundung und Schutz von Grund-, Heil- u. Mineralwasser im Regierungsbezirk Kassel	Geologieoberrat Dr. RAMBOW
III 2/3	Erkundung und Schutz von Grund-, Heil- u. Mineralwasser im Regierungsbezirk Darmstadt	Geologieoberrat Dr. BÖKE Geologieoberrat Dr. SCHARPFF Geologieoberrat Dr. WIEGAND

Dezernat III 3: Geotechnologie und Infrastrukturgeologie	Geologiedirektor Dr. FINKENWIRTH
Fachgebiete: III 3/1 Geotechnologie, unterirdische Speicher und Deponien	Geologiedirektor Dr. FINKENWIRTH
III 3/2 Infrastrukturgeologie, Feder- führung und Koordination in Sachen regionale Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren, Flächennutzungs- und Bauleitpläne, Flurbereinigungs- verfahren u. ä.	Geologierat z. A. KAUFMANN
Dem Amtsleiter unterstellt: Dezernat V: Verwaltung	Regierungsobererrat CHRISTIAN
Verwaltungsdienst: 6 Andere: 18	
Gesamtpersonalbestand am Ende des Tätigkeitsberichts	

I 1. Geologische Landesaufnahme

Geologische Karte 1:25 000

Blatt-Nr. und -Name	Ausgeführte Arbeit
4520 Warburg	Feldaufnahme
4521 Liebenau	Arbeiten unterbrochen
4618 Adorf	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	Arbeiten unterbrochen
5326 Tann	Arbeiten unterbrochen
5514 Hadamar	Herausgabe
5517 Cleeburg	Herausgabe
5518 Butzbach	Feldaufnahme
5619 Staden	Feldaufnahme begonnen
5622 Steinau	Feldaufnahme
5917 Kelsterbach	Arbeiten unterbrochen

Herausgegeben wurden die Blätter der Geologischen Karte von Hessen 1:25 000 mit Erläuterungen

4618 Adorf (2., ergänzte Auflage)

5514 Hadamar (2., neu bearbeitete Auflage)

5517 Cleeburg (2., ergänzte Auflage)

sowie eine Geologische Karte der Umgebung des Meißner im Maßstab 1:25 000.

Von Mitarbeitern der Geologischen Landesaufnahme wurden wesentliche Beiträge für objektbezogene Arbeiten geleistet, die in den Abschnitten II2 und II3 genannt sind, u. a. beim Ansetzen und Bearbeiten von Bohrungen für das Bundesbohrprogramm, Projekt Kupferschiefer sowie bei der stratigraphischen Bearbeitung von Bohrungen für die DB-Neubaustrecken und den U-Bahnbau in Frankfurt a. Main. Aufgrund dieser Tätigkeiten mußten die Arbeiten bei der Aufnahme oder der Herausgabe einer ganzen Anzahl von Blättern unterbrochen werden.

Wissenschaftler des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung arbeiteten wie im Vorjahr in der Stratigraphischen Kommission der Deutschen Union der Geologischen Wissenschaften mit.

Biostratigraphie, Paläontologie

Bei der geologischen Landesaufnahme und bei der Untersuchung von Bohrungen sowie von wichtigen temporären Aufschlüssen wurden zahlreiche paläontologische Proben entnommen, um Mikrofossilien für die Alterseinstufung der Gesteinsfolgen zu gewinnen. Das im Berichtsjahr bearbeitete Material stammt aus folgenden Gesteinsschichten und Blattgebieten:

361 Schiefer- und Kalksteinproben aus paläozoischen Gesteinsfolgen (Devon, Unterkarbon) der Blätter 4920 Armsfeld, 5018 Wetter (Hessen), 5215 Dillenburg, 5216 Oberscheld und 5518 Butzbach.

580 Ton-, Mergel- und Sandproben aus mesozoischen und känozoischen Gesteinsfolgen der Blätter 4422 Trendelburg, 4423 Oedelsheim, 4522 Hofgeismar, 4722 Kassel-Niederzwehren, 4723 Oberkaufungen, 4823 Melsungen, 4922 Homberg (Efze), 5123 Niederaula, 5318 Allendorf (Lumda), 5418 Gießen, 5518 Butzbach, 5622 Steinau, 5817 Frankfurt a.M. West, 5818 Frankfurt a. M. Ost, 5916 Hochheim (Main), 5917 Kelsterbach, 6017 Mörfelden, 6018 Langen.

Die paläontologisch-biostratigraphischen Untersuchungen von Proben der Blätter 4723 Oberkaufungen, 5216 Oberscheld, 5518 Butzbach und 5622 Steinau wurden vorwiegend im Rahmen der geologischen Landesaufnahme durchgeführt, um stratigraphische, tektonische und paläogeographische Fragen zu klären.

Mikropaläontologische Untersuchungen von Proben der übrigen genannten Blätter dienten der stratigraphischen Einstufung und geologischen Deutung von Aufschlüssen und vor allem von Bohrungen, die zur Erkundung oberflächennaher Lagerstätten oder zur Erstellung von hydrogeologischen und ingenieurgeologischen Gutachten niedergebracht wurden.

Schriftleitung und Kartendruck

Im Jahre 1979 sind folgende Schriften und Karten veröffentlicht worden:

Geologisches Jahrbuch Hessen:

Band 107, 330 S., 93 Abb., 15 Tab., 4 Taf.

Geologische Abhandlungen Hessen:

Band 78: JANSSEN, R.: Revision der Bivalvia des Oberoligozäns (Chattium, Kasseler Meeresand). 181 S., 1 Abb., 4 Taf.

- Band 79: HOMRIGHAUSEN, R.: Petrographische Untersuchungen an sandigen Gesteinen der Hörre-Zone (Rheinisches Schiefergebirge, Oberdevon-Unterkarbon). 84 S., 16 Abb., 5 Tab., 13 Taf.
- Band 80: WITTEN, W.: Stratigraphie, Sedimentologie und Paläogeographie der Kieselkalke im Unterkarbon II γ / δ / bis III α des nordöstlichen Rheinischen Schiefergebirges. 132 S., 26 Abb., 12 Tab., 4 Taf.
- Geologische Karte von Hessen 1:25 000:
 Blatt 4618 Adorf und Erläuterungen, 2., ergänzte Aufl., 127 S., 11 Abb., 11 Tab., 2 Taf.
 Blatt 5514 Hadamar und Erläuterungen, 2., neubearbeitete Aufl., 169 S., 14 Abb., 10 Tab.
 Blatt 5517 Cleeburg und Erläuterungen, 2., ergänzte Aufl., 85 S., 5 Abb., 3 Tab., 1 Taf.
- Geologische Karte des Meißner 1:25 000
 Bodenkarte von Hessen 1:25 000:
 Blatt 5814 Bad Schwalbach und Erläuterungen, 35 S.
 Blatt 5818 Frankfurt a.M. Ost und Erläuterungen, 94 S., 15 Tab., 15 Prof.
- Weinbau-Standortkarte Rheingau 1:5000:
 Blatt Winkel

Bibliothek

Der Zuwachs im Jahre 1979 betrug 2739 Einheiten. Davon entfallen 2002 auf Bände und 737 auf Karten. Die Anzahl der Tauschpartner hat sich von 403 auf 405 erhöht.

Ausgeliehen wurden im Berichtsjahr 2509 Bände und 449 Karten.

Vertriebsstelle

Vom 1. Januar – 31. Dezember 1979 wurden verkauft:

1114 Geologische Karten 1:25 000	689 Übersichtskarten
241 Bodenkarten 1:25000	943 sonstige Veröffentlichungen

I 2. Bodenkunde

Bodenkarte 1:25 000

Blatt-Nr. und -Name	Ausgeführte Arbeit
4523 Münden	Druckvorbereitung
4622 Kassel West	Feldaufnahme
4722 Kassel-Niederzwehren	Druckvorbereitung
4921 Borken (Hessen)	Feldaufnahme*
5217 Gladenbach	Feldaufnahme*
5417 Wetzlar	Feldaufnahme
5418 Gießen	Druckvorbereitung
5519 Hungen	Feldaufnahme
5717 Bad Homburg vor der Höhe	Druckvorbereitung
5718 Ilbenstadt	Feldaufnahme
5814 Bad Schwalbach	Herausgabe
5818 Frankfurt a. M. Ost	Herausgabe
5819 Hanau	Feldaufnahme
5918 Neu-Isenburg	Feldaufnahme
6117 Darmstadt West	Feldaufnahme
6118 Darmstadt Ost	Druckvorbereitung

* Die Bearbeitung des Blattes wurde von fremden Wissenschaftlern unter Mitarbeit von Angehörigen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung durchgeführt.

Herausgegeben wurden die Blätter der Bodenkarte von Hessen 1:25 000 mit Erläuterungen

5814 Bad Schwalbach

5818 Frankfurt a.M. Ost

sowie die Weinbau-Standortkarte Rheingau 1:5 000, Blatt Winkel

Der Schwerpunkt der bodenkundlichen Landesaufnahme 1:25000 liegt z. Zt. weiterhin in den Ballungsgebieten, wo wegen des Hess. Landschaftspflegegesetzes und des Erlasses betr. Landschaftspläne im Rahmen der Bauleitplanung großer Bedarf an Bodenkarten besteht. So wurde als gutachtliche Objektkartierung auch eine Bodenkarte 1:25 000 für das gesamte Gebiet der Stadt Frankfurt a.M. im Auftrag des Magistrats erstellt.

Weitere Objektkartierungen wurden ausgeführt für:

2 Gutachten betr. Beurteilung von Trassenvarianten für Bundesstraßen- und Autobahnbauvorhaben,

1 Gutachten über die Beeinträchtigung landwirtschaftlicher Nutzflächen durch Grundwasserentnahmen,

1 Gutachten über bodenkundliche Voraussetzungen zur Grundwasseranreicherung im Hessischen Ried.

I 3. Luftbildgeologie und Geophysik

Luftbildgeologie

Luftbildgeologische Untersuchungen wurden besonders zur Unterstützung von hydrogeologischen und ingenieurgeologischen Beurteilungen ausgeführt. Hierbei wurden tektonische Gefügeuntersuchungen über den Bruchzustand des Felsuntergrundes vorgenommen. Die Untersuchungen dienten vorwiegend der Feststellung von tektonisch stark beanspruchten Trassenabschnitten projektierte Tunnelführungen im Rahmen ingenieurgeologischer Beratung. Für die geologische Landesaufnahme wurde das Blatt 5917 Kelsterbach gefügetektonisch teilweise bearbeitet. Gefügetektonische Untersuchungen zur Unterstützung hydrogeologischer Aufgaben dienten der Feststellung von Grundwasserfließwegen im Festgestein (Trinkwassererschließungen, Trinkwasserschutz, auch in Verbindung mit Mülldeponien). Das gefügetektonische Analyseverfahren wurde teilweise automatisiert, Rechenprogramme zur Lagekorrektur und zur Durchführung einzelner Analysenschritte wurden entwickelt und in der laufenden Arbeit eingesetzt.

Geophysik

Die Vermessungen zur Vervollständigung der magnetischen Karte von Hessen betrafen die Blätter 5317 Rodheim-Bieber, 5324 Hünfeld, 5417 Wetzlar, 5518 Butzbach, 5525 Gersfeld und 5618 Friedberg (Hessen). Daneben wurden geophysikalische Messungen auf den Blättern 4922 Homberg (Efze) und 5622 Steinau durchgeführt. Geoelektrische Widerstandsmessungen zur geophysikalischen Erkundung der Bundesbahntrasse Hannover – Würzburg umfaßten Testmessun-

gen in Trassennähe und die durchgehende geoelektrische Trassenkartierung auf den Blättern 4823 Melsungen, 4925 Sontra, 5123 Niederaula, 5223 Queck und 5523 Neuhof. Auf Blatt 4925 Sontra wurden Untersuchungen für die Anlage eines Rückhaltebeckens, auf Blatt 5913 Presberg zur Untergrunderkundung im Bereich der Ernstbachtalsperre unternommen. Auf Blatt 5514 Hadamar wurde die Erkundung oberflächennaher Lagerstätten durch geoelektrische Messungen unterstützt. – 74 geophysikalische Bohrlochmessungen wurden ausgeführt.

Die Gebühreneinnahmen für geophysikalische Arbeiten, die als Teil gutachtlicher Beratungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung ausgeführt wurden, beliefen sich auf DM 53 904,50, nicht gerechnet Gebührenbefreiung gem. §7 der Gebührenordnung. Die oben genannte Summe ist in den in Abschn. II 3 genannten Gebühreneinnahmen enthalten.

II 1. Mineralische Rohstoffe

Im Rahmen des seit 1974 laufenden „Programms zur Untersuchung der Lagerstätten der Steine und Erden in Hessen“ wurden 1979 insgesamt 17 Bohrungen mit 422,30 lfm niedergebracht. Die Kosten dafür betragen DM 165 292,83. Die geologischen Untersuchungen an den Bohrkernen, die stoffliche Bemusterung und die lagerstättenwirtschaftliche Auswertung der Bohrungen sind im Gange.

Der regionale Schwerpunkt der Bohrungen lag 1979 im Raum Wetzlar/Gießen. Die Bohrungen dienten neben der Untersuchung von oberflächennahen Rohstofflagerstätten besonders dem seit 2 Jahren laufenden Projekt zur Bewertung von landwirtschaftlich genutzten Flächen unter Berücksichtigung der Lagerstätten.

Im Zuge der Lagerstättenkartierung Hessens im Maßstab 1:25000 wurden 21 Blätter aufgenommen. Für die Erläuterungen der GK 25 Hessen wurde zu 4 Kartenblättern das Kapitel Lagerstätten verfaßt.

Lagerstättenwirtschaftliche Gutachten wurden zu 7, meist größeren Objekten erstellt. Die Arbeiten an verschiedenen Rechenprogrammen (ADV) und die Vorbereitungen zur Übernahme von Lagerstättenergebnissen auf Randlochdateien wurden fortgeführt.

Die Arbeiten im Bereich Rohstoffuntersuchungen dienen alle der umfassenden Auswertung lagerstättenkundlicher Arbeitsergebnisse und fließen in die wirtschaftliche Bewertung von Rohstoffvorkommen ein.

Die Karte „Vorranggebiete Oberflächennahe Lagerstätten“ im Maßstab 1:100 000 wurde im Rahmen der Vervollständigung der regionalen Raumordnungspläne in Zusammenarbeit mit dem HMWT, dem HMULF und den regionalen Planungsgemeinschaften zum Zwecke der Abstimmung konkurrierender Nutzungen überarbeitet. Die Methode der Rohstoffsicherung in Hessen hat sich, besonders im Hinblick auf die immer schwieriger werdende Durchsetzbarkeit rohstoffwirtschaftlicher Gesichtspunkte bewährt.

Im Rahmen der Lagerstättenuntersuchungen und der Lagerstättensicherung stehen Arbeiten der praxisbezogenen Forschung vor dem Abschluß, die die

Klassifizierung von Rohstoffvorräten und ihre abgestufte Berücksichtigung in der Landesplanung zum Zwecke haben.

Die Arbeiten an den Kupferschieferprojekten werden im folgenden Abschnitt (II 2) genannt.

II 2. Mineralogie und Petrologie

Im Rahmen der geochemisch-lagerstättenkundlichen Untersuchungen im Vorfeld der wirtschaftlichen Nutzung wurde die Untersuchung der Au-Lagerstätte am Eisenberg bei Goldhausen (Kr. Waldeck/Frankenberg) abgeschlossen. Der Bericht (103 Textseiten, 2 Abb. und 75 Anlagen) wurde im September 1979 dem BMFT vorgelegt.

Parallel dazu liefen die Untersuchungen stratiformer Metallanreicherungen in paläozoischen Gesteinen (Kupferschiefer) im Rahmen des Forschungsvorhabens „Rhenohercynikum“ sowie die Vorbereitung der Kupferschiefer-Untersuchungen im Rahmen des Bundesbohrprogrammes, das am 1. 7. 1979 das Vorhaben Rhenohercynikum ablöste. Im Rahmen des Rhenohercynikum-Projektes wurden 6 Bohrungen mit insgesamt 1653,35 Bohrmetern niedergeteuft und die Kupferschieferprofile in ca. 400 Proben auf die Elemente Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Ag, U, Fe, S, Mn, C, Ca und Mg analysiert (7465 Einzelkomponenten) und ausgewertet. Nennenswerte Mächtigkeiten von Wertmetal-Konzentrationen wurden nur in Bohrung Mörshausen festgestellt.

Im Rahmen des Bundesbohrprogrammes wurden bisher 2 Bohrungen mit 516 Bohrmetern fertiggestellt. Eine davon hat den Kupferschiefer durchörtert. Die geochemische Untersuchung dieser Bohrproben ist im Gange.

Die Bohrproben und -kerne werden im Bohrprobenlager des HLfB eingelagert und stehen nach Abschluß des Bundesbohrprogramms, voraussichtlich ab 1983, Dritten zur Bearbeitung wissenschaftlicher Einzelfragen zur Verfügung.

Die petrologische Bearbeitung der Forschungsbohrung Vogelsberg und die petrologische Untersuchung der durch die geologische Landesaufnahme in Angriff genommenen Blätter wurde fortgeführt. Die Ergebnisse der Bearbeitung der Forschungsbohrung Vogelsberg gehen 1980 in Druck.

Die Untersuchung über die Genese der Uran-Anreicherungen im Odenwald wurden im Rahmen eines DFG-Vorhabens fortgeführt.

Neue EDV-Berechnungsverfahren wurden erarbeitet und auf petrologische Probleme angewandt. Mit der Mikrosonde wurden ca. 3000 Mineralanalysen angefertigt und ausgewertet.

II 3. Ingenieurgeologie

Im Berichtszeitraum sind

272 Gutachten (229/248/283)*

80 Stellungnahmen mit gutachtlichem Aussagewert (45/51/74)

390 Stellungnahmen zu Bauleit- und Flächennutzungsplänen (ab 1. 10. 1979)

gefertigt worden.

* Vergleichszahlen 1976/1977/1978

Die Gebühreneinnahmen betragen 1979 DM 483 866,25 (275 804,-/331 545,50/405 505,50), nicht gerechnet Gebührenermäßigungen und -befreiungen nach §7 der Gebührenordnung sowie der Sonderregelung mit dem Hessischen Landesamt für Straßenbau.

Die Zahl der Gutachten verteilt sich wie folgt:

- 42 Behördenbauten (17/25/32)
 - 4 Universitäts- und Hochschulbauten (9/7/8)
- 35 Bauvorhaben für die Bundeswehr (15/36/35)
- 30 Bauvorhaben der Landkreise und Kommunen einschl. Industriegelände (29/32/54)
 - 9 Bauvorhaben nach dem RSG, FBG und WWVO (6/12/14)
- 14 Allgemeine Straßenbauvorhaben (55/50/22)
 - 7 Gutachten für BAB-Teilstrecken (8/3/10)
- 65 Gutachten für BAB-Ingenieurbauwerke (61/37/66)
- 15 Gutachten für Talsperren und HRB (21/11/9)
- 39 Gutachten für Aufsichtsbehörden (-/30/36)
 - 5 Gutachten über Rutschungen und Erdfallgebiete (1/4/3)
 - 7 Gutachten für DB-Neubaustrecken

Für Maßnahmen der Hess. Straßenbauverwaltung sind 1979 noch 86 Einzelgutachten (124/171/89) erstattet worden, d. s. 32% der gesamten Gutachten (54%/37%/32%). Außerdem wurden folgende Neubaustrecken mehr oder weniger ständig beraten:

- A 7, Kassel–Hattenbach, Abschnitt Kassel–Melsungen–Homberg–Kirchheim
- A 49, Kassel–Marburg, Südtangente Kassel und Abschnitt Fritzlar–Borken–Treysa
- A 48, Koblenz–Kassel, BAB-Dreieck Reiskirchen
- A 85, Cölbe–Gießen, Abschnitt Gießen–Nord–Staufenberg
- A 45, Gießen–Stuttgart, Knoten Hanau
- B 7, Abschnitt Kaufungen–Helsa
- B 253, Südumgehung Bad Wildungen und Abschnitt Fritzlar–Wabern
- B 277, Abschnitt Sinn–Herborn–Dillenburg

Auch bei folgenden Talsperren- und Hochwasserrückhaltebecken fand eine mehr oder weniger intensive Beratung statt:

- Ernstbach-Tsp.: Phase C, Vorbereitung Phase D
- Twiste-Tsp.: Probestau, Leitfähigkeitsmessungen
- Antrift-Tsp.: Probestau
- Kirchheim: Wiederherstellung und Probestau
- Kinzig-Tsp.: Sanierung Entleerungsrinne, Restarbeiten, neues Dichtungskonzept
- Marbach/Erbach: Bauarbeiten
- Lich: Bauarbeiten
- Eichelbach-Tsp.: Weitere Untersuchungen zur baureifen Planung

Mit der Organisationsänderung ist eine Einschränkung der Gutachtertätigkeit für Straßenbau und nicht staatliche Bauvorhaben verbunden, zugunsten einer eingehenderen Beratung der Landesregierung und der Aufsichtsbehörden sowie der Bearbeitung von Bauleit- und Flächennutzungsplänen. In diesem Zusammenhang fallen immer häufiger großflächige Baugrunduntersuchungen von Neubaugebieten an.

Die angewandte Forschung über bei der Gutachtertätigkeit anfallende Probleme wurde weitergeführt. Folgende Untersuchungen sind besonders zu erwähnen:

Für die Sandstein- und Wechselfolgen des Unteren und Mittleren Buntsandsteins wurde eine Gebirgsklassifizierung für den Tunnelbau erarbeitet.

Die Untersuchungen über Rutschungen, ihre Ursachen und Sanierungsmöglichkeiten wurden sowohl im Rahmen der geologischen Landesaufnahme als auch durch Bewegungsmessungen an rutschverdächtigen Böschungen und Hängen und die Untersuchung von aufgetretenen Rutschungen weitergeführt.

Fortführung der Kontrollmessungen des Kohlensäuregehaltes im Grundwasser in Pegelbohrungen an geplanten Talsperrenstandorten und anderen Projekten.

II 4. Zentrale Laboratorien

In den zentralen Laboratorien werden die zur Erfüllung der Aufgaben des HLfB notwendigen Boden-, Gesteins- und Grundwasseranalysen und die Bestimmung von Erdstoff- und Gesteinskennwerten ausgeführt.

Im bodenmechanischen Labor wurden 137 gestörte und 117 ungestörte Bodenproben untersucht. Dabei fielen u. a. an:

- 72 Kompressionsversuche
- 49 Triaxiale Scherversuche
- 13 Direkte Scherversuche, z. T. als Langsamversuch
- 30 Scherversuche auf Restscherfestigkeit
- 17 Schrumpfvversuche
- 18 Durchlässigkeitsbestimmungen
- 35 Wasserzerfallversuche nach DIN 4022

Im chemischen Labor wurden von 135 Böden 1640 Einzelkomponenten (Korngrößenverteilungen, Bodenchemie) analysiert und von 316 Gesteinen 909 Einzelkomponenten bestimmt. Von 277 Wasserproben wurden 3582 Einzelkomponenten analysiert. Im Zuge der geochemisch-lagerstättenkundlichen Untersuchungen wurden 7465 Einzelbestimmungen durchgeführt.

III Hydrogeologie und Geotechnologie

Wissenschaftliche Tätigkeit

Die hydrogeologischen Erläuterungsbeiträge zu den veröffentlichten Blättern der Geologischen Karte 1:25 000 wurden fertiggestellt.

In einem Steinbruch bei Fischbachtal-Billings, Kr. Darmstadt-Dieburg, wurde die Dichtheit des Untergrundes durch einen Färbeversuch überprüft.

Der Anteil Hessen an den Erläuterungen zu den Grundwasserkarten i. Maßst. 1:1 Mio. der BGR zum Bundesraumordnungsprogramm wurde überarbeitet und ergänzt.

Zur besseren Abstimmung und Bereinigung von bei Landesplanung und Flächennutzung auftretenden Interessenkonflikten wurden hydrogeologische Musterkarten zur Grundwasserergiebigkeit und zur Verschmutzungsgefährdung des Grundwassers im Maßstab 1:50 000 erstellt.

Der Teil anorganische Belastung des Untersuchungsprogramms Straße wurde weitgehend abgeschlossen und das Programm mit der Untersuchung der das unterirdische Wasser belastenden organischen Stoffe fortgeführt. Die bisher vorliegenden Ergebnisse wurden bei einer Neufassung des Merkblattes für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wassergewinnungsgebieten berücksichtigt.

Im Rahmen eines unter der Federführung des Leichtweiß-Institutes der TH Braunschweig betriebenen Forschungsprogramms „Wasser- und Stoffhaushalt in Abfalldeponien und deren Wirkung auf Gewässer“ wurden Planung und Bau eines Grundwassergerinnes vorangetrieben und die Untersuchungsarbeiten daran begonnen.

An dem von den drei Ländern Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz gemeinsam durchgeführten Untersuchungsprogramm „Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung im Rhein-Neckar-Raum“ wurde mitgearbeitet.

Gutachtliche und Beratungstätigkeit

Im Geschäftsjahr 1979 (1978) wurden 268 (254) Gutachten und 194 (188) Schreiben mit gutachtlichem Aussagewert, Gesamtzahl 462 (442), gefertigt. Weiterhin wurden 747 (809) geowissenschaftliche Stellungnahmen zu Bauleit-, Flächennutzungs-, Raumordnungsplänen, Flurbereinigungs-, Raumordnungsverfahren u. ä. abgegeben.

Die Gebühreneinnahmen erreichten im Geschäftsjahr DM 432107,75 (Befreiung aufgrund gesetzlicher Vorschriften, Erlasse, Verordnungen oder Sonderabmachungen nicht mitgerechnet) und erhöhten sich gegenüber dem Vorjahr (DM 369791,50) um nahezu 17%.

Die 268 erstatteten Gutachten verteilen sich auf die folgenden Sachgebiete:

Wasserschließungen		
Zentrale Wasserversorgung	27	
Aus- und Neusiedler	2	
Dienstgehöfte und Gewerbe	1	
Notversorgung, Luftschutz- oder Militäranlagen, Bahn, Post	1	
Sonstige	<u>4</u>	35
Uferfiltratgewinnung, künstliche Grundwasseranreicherung		4
Beurteilung vorhandener Wassergewinnungsanlagen		1
Wasserschutzgebiete		48
Beurteilung grundwassergefährdender Einrichtungen und Maßnahmen in qualitativer Hinsicht		
Lagerflüssigkeiten	13	
Müllablagerungen	40	
Baumaßnahmen	29	
anderer Art	<u>30</u>	112
Erlaubnisse, Bewilligungen und Genehmigungen zum Bau oder Betrieb von Wassergewinnungsanlagen		4
Beurteilung grundwassergefährdender Einrichtungen und Maßnahmen in quantitativer Hinsicht		2
Beurteilung von Grundwasserständen und Grundwasserstandsänderungen		10

Heil- und Mineralquellen, Erschließungen		1
Ausnahmegenehmigungen in Schutzgebieten		
Heilquellen	7	
Trinkwasser	<u>9</u>	16
Untersuchung größerer Gebiete, Rahmen-, Sonder-, Generalpläne		4
Landwirtschaftlicher Wasserbau, Dränung, Bewässerung, Beregnung		1
Vernässung, Wasserhaltung oder Bauwerkswasserfragen im Zusammenhang mit		
Friedhöfen	25	
anderen Anlagen	<u>4</u>	29
Hydrogeologische Luftbildauswertung größerer Gebiete		<u>1</u>
		268

Bei einer Beurteilung der gutachtlichen Tätigkeit gegenüber der im Vorjahr ergeben sich einige Änderungen, die die Vorstellungen der Landesbürger zur Umweltsicherung widerspiegeln. So sind die Beratungen zur Wassererschließung (+ 1) praktisch unverändert geblieben und entsprechen damit der im Vorjahrestätigkeitsbericht geäußerten Ansicht, daß hier nur mehr ein allgemein üblicher Erneuerungs-, jedoch kein wesentlicher Nachholbedarf abzudecken ist. Auch bei einzurichtenden Wasserschutzgebieten hält sich der Schwankungsbereich in den normalen Bearbeitungsgrenzen (+ 8). Demgegenüber weisen die Gutachten zu grundwassergefährdenden Einrichtungen und Maßnahmen (+ 11), Beurteilung von Grundwasserständen und Grundwasserstandsänderungen (+ 6) und Ausnahmegenehmigungen in Schutzgebieten (+ 8) mit einer Zunahme von insgesamt 25 wieder einen aufwärtssteigenden Trend auf. Bei den Gutachten zur Einrichtung oder Erweiterung von Friedhöfen (– 12) geht dagegen die etwa seit Beginn der Gebietsreform einsetzende Steigerung zurück, ein deutliches Zeichen, daß der Nachholbedarf allmählich gedeckt ist.

Schwerpunkte der gutachtlichen Beratung bildeten bei der Wasserversorgung Nordhessen und der hessische Oberrheingraben, nämlich Beratungen zur langfristigen Wassererschließung im Niestetal für die Stadt Kassel sowie die geplanten und mit Versuchen angelaufenen Infiltrationsmaßnahmen zur künstlichen Grundwasseranreicherung im mittleren Hessischen Ried.

Von Hydrogeologen vorgeschlagene Haupt- und Versuchsbohrungen erschlossen eine gewinnbare Grundwassermenge von 613 l/s.

Aufwendige Arbeiten waren auch erforderlich zur Sicherung der Sondermülldeponie Offheim. Ebenso wurde eine vom Gebiet des Frankfurter Flughafens ausgehende Grundwasserverunreinigung intensiv bearbeitet und zur Gefahrenabwehr wurden für ein Wasserwerk der Stadt Frankfurt am Main Schutz- und Kontrollmaßnahmen vorgeschlagen.

Gleichfalls arbeitsintensiv waren Untersuchungen zur Vorbereitung eines Braunkohlenschurfes auf dem Meißner und im Zusammenhang damit die Überprüfung des Wasserhaushalts des Weiberhemdmoores, um dieses flächenhafte Naturdenkmal zu erhalten.

Für den Perspektivplan „Braunkohle Nordhessens“ wurden hydrogeologische Beiträge geliefert und für ein Forschungsobjekt der Deutschen Gesellschaft für Mineralölwissenschaft und Kohlechemie zur Verbesserung der Ausbeute in Erdölfeldern durch verstärkten Einsatz von Sekundär-Verfahren ein Beitrag über Kohlensäurevorkommen in Hessen erarbeitet.

Im Hinblick auf die geothermische Energiegewinnung wurde die Möglichkeit der Erschließung von zu Heizzwecken verwendbarem Thermalwasser aus dem tieferen Untergrund für verschiedene Stellen im Lande Hessen untersucht.

Aufgrund der Heizölverteuerung nahmen Beratungsanfragen zur Grundwassergefährdung durch Wärmepumpenanlagen sprunghaft zu. Eine Einzelbearbeitung aller Anfragen erschien sowohl wegen des notwendigen Arbeitsaufwandes als auch wegen der dann dem interessierten Bürger drohenden längeren Wartezeit untragbar. Daher wurde in einem Grundsatzgutachten den für die Genehmigung solcher Anlagen zuständigen Wasserbehörden die aus hydrogeologischer Sicht in porengrundwasserleitenden Lockergesteinen Südhessens (Oberrheingraben, Untermainebene) bei kleineren Wärmepumpenanlagen für Ein- bis Zweifamilienhäuser zu beachtenden Vorsichtsmaßnahmen dargelegt und empfohlen, solche Anlagen sonst generell ohne Einzelbegutachtung zuzulassen. In den o. g. südhessischen Gebieten wird inzwischen hiernach weitgehend verfahren.

Im Zusammenhang mit den Problemen der Entsorgung von radioaktiven Rückständen wurden Vorarbeiten für die Einrichtung eines Zwischenlagers für schwach- bis mittelaktive Abfälle durchgeführt.

Die Kaliabwasserversenkung im Werra-Kalirevier und die Haldenabwasserversenkung im Fulda-Kalirevier wurden laufend überwacht.

Verfolg von Bohrungen

Im Berichtsjahr 1979 wurden 216 Bohrungen und Aufschlüsse im Gebiet des Landes Hessen verfolgt.

Archiv und Dokumentation

Der Zuwachs betrug 5471 Stück, davon 769 Gutachten und Schreiben mit gutachtlichem Aussagewert sowie 3903 Schichtenverzeichnisse von Bohrungen und Sondierungen. Ausgeliehen wurden 2231 Archivstücke.

Neben der allgemeinen Archivtätigkeit wurde eine Revision der Archivbestände durchgeführt.

Unter Einsatz des DV-Verfahrens „Bohrkataster“ wurde in Zusammenarbeit mit der HZD, Wiesbaden, die Überarbeitung des Bohrarchivs fortgeführt. Die Blätter 5514 Hadamar, 5518 Butzbach, 5622 Steinau, 5813 Nastätten und 5917 Kelsterbach mit insgesamt 2500 Bohrungen wurden revidiert sowie Listenwerke und Bohrpunktkarten verschiedener Maßstäbe erstellt.

Außerdem wurden verschiedene Programme und Programmsysteme sowohl bei der HZD als auch an eigenen DV-Anlagen eingesetzt, vor allem für gefügekundliche/tektonische Untersuchungen (Programmsystem GELI) sowie für geochemische, ingenieurgeologische und geophysikalische Berechnungen und Auswertverfahren.

Im Rahmen der Neuorganisation des HLfB wurde in Zusammenarbeit mit Vertretern des Hessischen Ministers für Wirtschaft und Technik und der HZD eine Konzeption zur mittelfristigen Planung von DV-Vorhaben erarbeitet.

Geologischer Naturschutz

Dem immer stärkeres Gewicht gewinnenden Naturschutzgedanken Rechnung tragend, wurden weitere Initiativen zum Schutz geologischer Naturdenkmale ergriffen. Insbesondere wurden die Untere Naturschutzbehörde und der Kreisbeauftragte für Natur- und Landschaftspflege des Dillkreises zur Einrichtung und Pflege von Naturdenkmälern beraten. Für die Bezirksdirektionen für Naturschutz Kassel und Darmstadt wurde zu 19 Verordnungsentwürfen für Naturschutzgebiete Stellung genommen. Außerdem erfolgten Stellungnahmen zum Entwurf des Hessischen Naturschutzgesetzes, zur Kleinen Anfrage des Abgeordneten FISCHER zum Schutz der Typuslokalität des Rhenaer Kalkes sowie zu Fragen des Naturschutzes an der geplanten Mülldeponie Kassel.

Hochschultätigkeit

- Direktor des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung Dr. BARGON
als Lehrbeauftragter an der Technischen Hochschule Darmstadt (Bodenkunde)
- Geologieoberrat Dr. BERNHARD
als Lehrbeauftragter an der Gesamthochschule Kassel (Geologie für Bauingenieure)
- Geologieoberrat Dr. GOLWER
als Lehrbeauftragter an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt a.M. (Hydrogeologie)
- Geologiedirektor Dr. HÖLTING
als Lehrbeauftragter an der Philipps-Universität Marburg/Lahn (Allgemeine Hydrogeologie)
- Geologiedirektor Prof. Dr. MEISL
als Honorarprofessor an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt a. M. (Petrologie, Geochemie)
als Lehrbeauftragter an der Justus-Liebig-Universität Gießen (Geochemie)
- Geologieoberrat Dipl.-Ing. MÜLLER
als Lehrbeauftragter an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt a.M. (Baugrundgeologie)
- Ltd. Geologiedirektor Prof. Dr. PRINZ
als Honorarprofessor an der Philipps-Universität Marburg/Lahn (Ingenieurgeologie)
- Geologiedirektor Dr. RÖSING
als Lehrbeauftragter an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt a.M. (Germanische Trias, ihre Stratigraphie und morphologische Interpretation)
- Geologierat Dr. SCHRADER
als Lehrbeauftragter an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt a.M. (Angewandte Bodenphysik)
- Ltd. Geologiedirektor Dr. THEWS
als Lehrbeauftragter an der University of Maryland, European Division Heidelberg (Introductory Geology)

Veröffentlichungen von Angehörigen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

- ABEL, H. (1979): Lagerstätten. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5514 Hadamar: 108–115; Wiesbaden.

- BARGON, E. (1979): Bodenkarte von Hessen 1:25 000, Blatt 5818 Frankfurt a.M. Ost; Wiesbaden.
- (1979): Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1:25 000, Blatt 5818 Frankfurt a.M. Ost, 94 S., 15 Tab., 15 Prof.; Wiesbaden.
 - (1979): Tätigkeitsbericht des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung für das Geschäftsjahr 1978. – Geol. Jb. Hessen, **107**: 309–329; Wiesbaden.
 - ZAKOSEK, H., BECKER, H., FICKEL, W., BRANDTNER, E., & HOPPMANN, D. (1979): Weinbau-Standortkarte Rheingau 1:5 000, Blatt Winkel; Wiesbaden.
- BARTH, W. (1979): Lagerstätten. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Blatt 5517 Cleeburg: 40–45; Wiesbaden.
- DIEDERICH, G., & HÖLTING, B. (1979): Hydrogeologie. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4618 Adorf, 2 Aufl.: 82–96, 1 Abb., 5 Tab., Wiesbaden.
- in: BANGERT, V., DIEDERICH, G., & JOACHIM, H. (1979). Der Oberrheingraben zwischen Basel und Frankfurt. – Hydrol. Atlas BRD, Textband: 203–216, 5 Abb.; Boppard (H. Boldt-Verlag).
- FICKEL, W. (1979): Böden. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4618 Adorf: 76–81; Wiesbaden.
- s. BARGON, E., ZAKOSEK, H., BECKER, H., FICKEL, W., BRANDTNER, E., & HOPPMANN, D. (1979).
- FRIEDRICH, K., u.a. (1979): Die Krebsbachtalbrücke – Baugrund, Probebelastungen, Gründungen und Setzungsverhalten. – Der Bauingenieur, **54**: 471–481; Berlin – Heidelberg (Springer-Verlag).
- GOLWER, A.: (1979): Die Beeinflussung des Grundwassers durch Versickerung von Straßenabflüssen. – Stuttgarter Ber. Siedlungswasserwirtsch., **64**: 59–83, 5 Abb., 4 Tab.; München (Oldenbourg).
- & SCHNEIDER, W. (1979): Belastung des unterirdischen Wassers mit anorganischen Spurenstoffen im Gebiet von Straßen. – gwf-wasser/abwasser, **120**: 461–467, 2 Abb., 4 Tab.; München.
 - in: FRESENIUS, W., GOLWER, A., GORBAUCH, H., MATTHESS, G., POTHS, W., SCHNEIDER, W., & SCHULZ, H. D. (1979): Analyse von Müll, Klärschlamm, Sickerwasser und Gas von Abfalldponien. – Teil B in: Wasser- und Stoffhaushalt in Abfalldponien und deren Wirkung auf Gewässer: B 1–45, 8 Tab.; Kolloquium am 21. u. 22. Juni 1979 im Leichtweiß-Institut f. Wasserbau der TU Braunschweig.
- HAUPENTHAL, C. (1979): Studies on environmental factors influencing rice yields: relief-soil-drainage-rice yield interrelationship of reported problem soils in the Philippines. A preliminary report.– 101 S., 16 Abb., 14 Tab.; Los Baños, Philippinen (IRRI-Umdruck).
- SCHARPENSEEL, H. W., EICHWALD, E., & KIRSCHHEY, K. G. (1979): Zum Einfluß einiger Standortfaktoren auf den Ertrag der Reispflanze in zwei Zinkmandelgebieten der Philippinen.–Mitt. dt. bodenkdl. Ges., **29**: 623–632; Göttingen.
- HENTSCHEL, G. (1979): Hydrothermale Minerale im Basalt von Ortenberg (Vogelsberg).– Geol. Jb. . Hessen, **107**: 193–196; Wiesbaden.
- (1979): Zur Kenntnis der Sekundärminerale im Richelsdorfer Gebirge (Hessen). – Geol. Jb. Hessen, **107**: 197–205; Wiesbaden.
 - in: ALBERTI, A., HENTSCHEL, G., & VEZZALINI, G. (1979): Amicite, a new natural zeolite. – N. Jb. Mineral., Mh.: 481–488; Stuttgart.
- HÖLTING, B. (1979): Neue Mineralwasservorkommen in Hessen. – Heilbad u. Kurort, **31** (4): 84–93, 9 Abb.; Gütersloh.
- s. DIEDERICH, G., & HÖLTING, B. (1979).
- HORN, M. (1979): Vorwort. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4618 Adorf: 7–8, 1 Abb.; Wiesbaden.
- (1979): Geologische Neuerkenntnisse. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4618 Adorf: 48–55, 2 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.
 - (1979): Bohrungen. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 4618 Adorf: 102–120; Wiesbaden.
 - s. MOTZKA, R., HORN, M., HINZE, C., JORDAN, H., LEPPER, J., REUTER, G., WALDECK, H., DAHM, H. D. (1979).
- KÜMMERLE, E., & SCHEER, H.-D. (1979): Die geologischen Verhältnisse längs der U-Bahn-Strecke Leipziger Straße in Frankfurt am Main. – Geol. Jb. Hessen, **107**: 145–161, 1 Abb., 2 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- KUPFAHL, H.-G. (1979): Der Buntsandstein auf Blatt 5018 Wetter (Hessen). – Geol. Jb. Hessen, **107**, 105–124, 3 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- (1979): Der Obere Buntsandstein bei Kaufungen östlich Kassel. – Geol. Jb. Hessen, **107**: 139–143, 1 Abb.; Wiesbaden.

- LAEMMLEN, M., & PFLANZL, G. (1979): Geologische Karte des Meißner 1:25 000 mit kurzem Begleittext; Wiesbaden.
- LAEMMLEN, M. (1979): Kulturlandschaft von seltener Schönheit. Geologischer Aufbau des Raumes Rasdorf. – Jb. Kr. Fulda, **1980**: 198–204, 2 Abb.; Fulda.
- PRINZ, H., & ROTH, H. (1979): Folgeerscheinungen des tiefen Salinarkarstes zwischen Fulda und der Spessart-Rhön-Schwelle. – Geol. Jb. Hessen, **107**: 207–250, 29 Abb.; Wiesbaden.
- s. KUPFAHL, H.-G., LAEMMLEN, M., & PFLANZL, G. (1979).
- MOTZKA, R., HORN, M., HINZE, C., JORDAN, H., LEPPER, J., REUTER, G., WALDECK, H., DAHM, H. D. (1979): Geologische Übersichtskarte 1:200 000, Blatt CC 4718 Kassel; Hannover.
- PAULY, E. (1979): Zur Notwendigkeit langfristiger Rohstoffsicherung. – In: Kiesabbau und Landschaft. Hrsg.: Fachverband Kies und Sand Hessen e.V.; Darmstadt.
- PRINZ, H.: s. LAEMMLEN, M., PRINZ, H., & ROTH, H. (1979).
- RABIEN, A. (1979): Südwestliche Dillmulde. – In: Exkursion A 5 (16.–18. Sept. 1979) in das Lahn-Dill-Gebiet (Rheinisches Schiefergebirge): 27–29, 30–60, Abb. 15–21, Tab. 3.; Marburg (Inst. Geol. Pal., Philipps-Univ.).
- RAMBOW, D., in BÜHMANN, D., & RAMBOW, D. (1979): Der Obere Buntsandstein (Röt) bei Borken/Hessen, Stratigraphie und Tonmineralogie. – Geol. Jb. Hessen, **107**: 125–138, 1 Abb., 1 Taf.; Wiesbaden.
- REICHMANN, H. (1979): Böden. – Erl. geol. Kte. Hessen 1:25 000, Bl. 5514 Hadamar: 136–143; Wiesbaden.
- SCHRADER, L. (1979): Böden. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5517 Cleeburg, 2. Aufl.: 46–49; Wiesbaden.
- STENGEL-RUTKOWSKI, W. (1979): Geologische Neuerkenntnisse. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5517 Cleeburg, 2. Aufl.: 36–39; Wiesbaden.
- Hydrogeologie. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5517 Cleeburg, 2. Aufl.: 50–65, 3 Tab.; Wiesbaden.
- Hydrogeologie. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25 000, Bl. 5514 Hadamar, 2. Aufl.: 116–135, 2 Abb., 4 Tab.; Wiesbaden.
- THEWS, J.-D., in HENTSCHEL, H., & THEWS, J.-D. (1979): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000, Blatt 5514 Hadamar, 2. Aufl., 169 S., 14 Abb., 10 Tab.; Wiesbaden.
- WIEGAND, K.: Der Vogelsberg. – In: KELLER, R. et al. (1978/79): Hydrol. Atlas BRD m. Erl. – Textband (1979): 186–190, 5 Abb.; Boppard (Boldt).

Nachtrag

- HAUPENTHAL, C. (1977): Über Schwarzerden in der Niederhessischen Senke. – Diss., 141 S., 34 Abb., 47 Tab., 1 Taf.; Bonn.
- HELBIG, P., & SCHMIDT, K. (1978): Zur Tektonik und Petrogenese am W-Ende des Schneeberger Zuges (Ostalpen). – Jb. geol. B.-Anst., **121**, 2: 177–217, 11 Abb., 5 Taf., (Beil. 1–5); Wien.

Wissenschaftliche Vorträge von Angehörigen des Amtes

- BARTH, W.: Bodenschätze und ihre wirtschaftliche Bedeutung für Bolivien. – Ver. Jugendbildungshilfe Bolivien, Aachen, 4. 11. 1979.
- BERNHARD, H.: Baugrunduntersuchungen als Grundlage von Baumaßnahmen. – Aus- und Fortbildungsstätte der Hess. Landesverwaltung in Rotenburg/F., 26. 6. 1979.
- FICKEL, W.: Relikte präpleistozäner Bodenbildungen und ihre visuellen Unterscheidungsmerkmale zu den Edephoiden bei der bodenkundlichen Feldaufnahme. – Inst. Bodenkunde u. Bodenerhaltung Univ. Gießen, 21. 6. 1979.
- GOLWER, A.: Die Belastung des unterirdischen Wassers mit anorganischen Spurenstoffen im Gebiet von Straßen. – Seminar „Straßenbau und Wasserwirtschaft“ (Seminar der Vereinigung der Straßenbau- und Straßenverkehringenieure in Niedersachsen, e.V.), Ilsede, 21. u. 22. 2. 1979.
- Die Beeinflussung des Grundwassers durch Versickerung von Straßenabflüssen. – 54. Siedlungswasserwirtschaftliches Kolloquium der Univ. Stuttgart, Stuttgart, 2. 3. 1979.
- HAUPENTHAL, C., SCHARPENSEEL, H.-W., EICHWALD, E., & KIRSCHHEY, K. G.: Zum Einfluß einiger Standortfaktoren auf den Ertrag der Reispflanze in zwei Zinkmandelgebieten der Philippinen. – Komm. IV der DBG, Freiburg, 13. 9. 1979.

- KÜMMERLE, E.: Erdgeschichte des Rheingaus, demonstriert an Dias, Mineralien und Gesteinen. – Pfarrgemeinde Eltville-Martinthal, 8. 11. 1979.
- LAEMMLEN, M.: Ergebnisse moderner Kartierung im Unteren und Mittleren Mesozoikum Osthessens im Hinblick auf die tektonische Analyse und die praktische Auswertung. – Geol. Paläont. Inst. Univ. Kiel, 16. 7. 1979.
- PAULY, E.: Probleme des Abbaus oberflächennaher Lagerstätten im Rahmen der Regionalplanung. – Agrarsoziale Gesellschaft, Heppenheim, 25. 1. 1979.
- Bewertung und Sicherung mineralischer Rohstoffe aus oberflächennahen Lagerstätten in Hessen, Methoden und Stand. – GDMB–Hauptversammlung, Berlin, 27. 9. 1979.
- PRINZ, H.: Besondere ingenieurgeologische Probleme an der DB-Neubaustrecke Hannover-Würzburg in Osthessen. – 2. nat. Tagung für Ingenieurgeologie, Fellbach, 3. 5. 1979.
- Erscheinungsformen des tiefen Salinarkarstes an der Trasse der DB-Neubaustrecke Hannover-Würzburg in Osthessen. – XXVII. Geomechanik-Kolloquium, Salzburg, 12. 10. 1979.
- REICHMANN, H., WERNER, R.: Geomorphologisch-geologische Wanderung Hofheim – Langenhain – Breckenheim (Rotliegendes, Tertiär, Quartär, junge Tektonik). – Nass. Ver. Naturkunde, 30. 6. 1979.
- Geologisch-bodenkundliche Wanderung im Dyckerhoff-Steinbruch. – Wiesbaden-Amöneburg, 22. 9. 1979.
- STENGEL-RUTKOWSKI, W.: Entwicklungshilfe – Entwicklung wohin?–Nass. Ver. Naturkunde, Wiesbaden, 13. 2. 1979.
- Entwicklungshilfe zwischen Wissenschaft, Humanität und Politik. – Freie Akademie, Jahrestagung in Friedewald/Westerwald, 8. 8. 1979.
- Schutzgebetsbestimmungen aus geologischer und hydrogeologischer Sicht a) bei Brunnen im Lockergestein, b) bei Brunnen im Festgestein. – Fortbildungsveranstaltung Hess. Wasserwirtschaft in Rauschholzhausen/Kr. Marburg-Biedenkopf, 31. 10. 1979.
- WESTRUP, J.: Nachsetzungen infolge Abfall der Grundwasseroberfläche – Zusammenhänge sowie Möglichkeiten der Voraussage. – 2. nat. Tagung für Ingenieurgeologie, Fellbach, 4. 5. 1979.

Personalbestand 31. Dezember 1979

Direktor des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung: Dipl.-Landwirt DR. ERNST BARGON

Leitende Geologiedirektoren:

Dipl.-Geologe Prof. Dr. HELMUT PRINZ
Dipl.-Geologe Dr. OTTO SCHMITT

Dipl.-Geologe Dr. JOE-DIETRICH THEWS

Geologiedirektoren:

Dipl.-Geologe Dr. WALTER FICKEL
Dipl. Geologe Dr. ALFRED FINKENWIRTH
Dipl.-Geologe Dr. BERNWARD HÖLTING
Dipl.-Geologe Dr. JENS KULICK
Dipl.-Geologe Dr. HANS-GÜNTHER KUPFAHL
Dipl.-Geologe Dr. MANFRED LAEMMLEN

Dipl.-Geologe Prof. Dr. STEFAN MEISL
Dipl.-Geologe Dr. ERNST PAULY
Dipl.-Geologe Dr. ARNOLD RABICHMANN
Dipl.-Geologe Dr. KONRAD REUL
Dr. FRANZ RÖSING

Geologieoberräte:

Dr. HORST BERNHARD
Dipl.-Geologe Dr. MARTIN BEURER
Dr. ECKHARD BÖKE
Dipl.-Geologe Dr. GISBERT DIEDERICH
Dipl.-Geologe Dr. KARL-HEINZ EHRENBERG
Dr. KUNIBERT FRIEDRICH
Dipl.-Geologe Dr. ARTHUR GOLWER
Dipl.-Geographin Dr. ANNELIES HERZBERG
Dipl. Geologe Dr. HELMUT HICKETHIER
Dipl.-Geologe Dr. SIEGFRIED HOLTZ
Dipl.-Geologe Dr. MANFRED HORN

Dipl. Geologe Dr. EBERHARD KÜMMERLE
Dipl.-Ingenieur KARL-HANS MÜLLER
Dipl.-Geologin Dr. RENATE NÖRING
Dipl.-Geologe Dr. DIETRICH RAMBOW
Dipl.-Geologe Dr. HELMUT REICHMANN
Dipl.-Geologe Dr. HANS-JÜRGEN SCHARPFF
Dipl.-Geologe Dr. WILLI SCHRICKE
Dipl.-Geologe Dr. WITIGO STENGEL-RUTKOWSKI
Dipl.-Chemiker GÜNTER THIELICKE
Dipl.-Geologe Dr. JENS WESTRUP
Dipl.-Geologe Dr. KLAUS WIEGAND

Geologieräte:

Dipl. Geologe HANS-JÜRGEN ANDERLE
Dipl.-Geologe Dr. WALTER BARTH
Dipl.-Geologe Dr. PETER HELBIG
Dr. GERHARD HENTSCHEL

Dipl.-Landwirt Dr. LUDOLF SCHRADER
Dipl.-Mineraloge GERHARD STRECKER
Dipl.-Geologe Dr. HANS TANGERMANN
Dipl.-Geologe CARL-PETER ZIEHLKE

Geologieräte z.A.:

Dipl.-Ingenieur Dr. CHRISTOF HAUPENTHAL

Dipl.-Geologe EBERHARD KAUFMANN

Wissenschaftliche Angestellte:

Dipl.-Geologe HEINRICH ABEL

Dipl.-Geologe Dr. ALBERT-KARL THEUERJAHR

Dipl.-Ingenieur ERIKA-ÜTE ARAGON

Bibliothek und Vertriebsstelle:

GERTRUD GROSSMANN

DIETER HOMANN

CHRISTINE KINDSVOGEL

Technische Bedienstete:

LIENHARD BARNETT

ALBERT KARSCHNY

Ing. (grad.) NORBERT SCHOLZ

OTTO BEINSTEIN

HANS KLING

MONIKA SCHRECKENBACH

Ing. (grad.) NORBERT BLECK

GERHARD KNAB

ECKHARD SCHULZ

EDMUND BREMSER

UTE KÖHLER

Ing. (grad.) ALOIS SEDLATSCHER

Ing. (grad.) EWALD CLOEREN

FRITZ KRÜGER

OTTO SOHN

PETER DIEZ

HEINZ LEICK

Ing. (grad.) WILHELM STICH

GEORG DOMES

HELMA MÜNCH

Ing. (grad.) OTTO STIEGLER

ROLF ETZ

ILSE POSUR

ERICH STRAUCH

KARL FINK

NORBERT PREISNER

WILHELM TERME

ROSEL FISCHER

WILHELM RICHTER

Ing. (grad.) ERWIN THIEL

PETER FUHRMANN

Ing. (grad.) ALBERT ROMSCHINSKI

Ing. (grad.) GEORG WENZEL

Ing. (grad.) LUDWIG GRÜBER

Ing. (grad.) WINFRIED ROSENBERGER

Ing. (grad.) ROLAND WIEDERER

URSULA HARTERT

SUSANNE SALCHER

GISELA WÜRFEL

Ing. (grad.) WERNFRIED HÜBLER

Ing. (grad.) HANS-HEINRICH SCHMIDT

URSULA ZÖLLER

Ing. (grad.) GERNOT HÖHNER

Ing. (grad.) RUDI SCHNEIDER

Landkartentechnisches Büro:

Leitung: PAUL UHL

JÜRGEN BARTHOLOMAY

MONIKA ECKL

ANTONIE HOCH

HERBERT BAUER

ANNE ROSE FUCHS

GISELA KRAHNKE

HERMANN BRENNER

RUDOLF HEUSER

KARIN STOLL

JENS DENGLER

ADELHEID HICKETHIER

MICHAEL STRYJ

JUTTA VON DZIEGIELEWSKI

KARL HIELSCHER

Verwaltung:

Leitung: Regierungsobererrat HUBERTUS CHRISTIAN

HARALD GEIST

URSULA MICHNA

URSULA ROTH

HUBERT GROSSMANN

CHRISTA MÜLLER

URSULA STOBER

IRENE HEUSER

Schreibbüro:

KÄTE BATZ

ANNE KUNZ-DENKER

INGEBORG STRANGFELD

ELISABETH BAUER

ILSE SCHMITZ

ANGELA WESTERHOFF

HEIDRUN GEBAUER

DOROTHEE SCHULZ

EDELTRAUD ZIERZ

URSULA KOPP

INGE SCHWAB

Lohnempfänger:

Fahrer GÜNTER DZUBA

Fahrer FRIEDRICH LUDWIG

Laborgehilfe SIEGFRIED BIEBRAUER

Fahrer FERDINAND FLIESS

Fahrer FRITZ MEILINGER

Bohrgehilfe KONRAD KOZOK

Fahrer KLAUS-DIETER GEIS

Fahrer SIEGFRIED WENZKE

Bohrkernlagerverwalter WILLI EBEL

Fahrer NORBERT HOPFNER

Hausmeister HORST HOHLER

Freiwillige Mitarbeiter:

Dr. h.c. ERWIN BUSSE, Kassel-Ki., Mittelbinge 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

Ausgeschieden bis 31. 12. 1979:

SABINE BREUNINGER

IRMGARD KÖNIG

URSULA FRANZ

ERIKA LIESKE

ILSE FRÖLICH

ANNA ELISABETH LOBÜSCHER

ANTON GLASER †

PETER MOHR

ERNST BARGON

Einrichtung einer geohydrochemischen Datei

Im Archiv des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung sind rd. 15 000 Grundwasseranalysen gesammelt und nach den Blättern der TK 25 geordnet. Der jährliche Neuzugang beträgt etwa 600 Analysen. Eine Auswertung der dadurch gegebenen Informationsfülle ist nur über eine elektronische Datenverarbeitung möglich. Deshalb wurde ein DV-Konzept „Geohydrochemie“ zur Erfassung und Weiterverarbeitung geohydrochemischer Daten erarbeitet.

Seit etwa einem Jahr werden die Ergebnisse von Grundwasseranalysen auf Datenträger gebracht. Die Auswahl der in diese geohydrochemische Datei einzubringenden Parameter erfolgte nach den „Empfehlungen zu Umfang, Inhalt und Genauigkeitsanforderungen bei chemischen Grundwasseruntersuchungen“ der DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft, Heft 111, Bonn 1979.

Die Analysenwerte werden handschriftlich in Ablochformulare eingetragen. Das Selbstlese-(OCR-Beleg-)Verfahren hat sich nicht bewährt, weil sich das zeilengerechte Einlegen der Formulare in die Schreibmaschine als zu umständlich erwiesen hat. Für jede beprobte Grundwasserentnahmestelle sind drei Ablochformularblätter (A, B, C) obligatorisch; weitere Ablochformulare (D, E etc.) können fallweise angeschlossen werden. Wiederholungsanalysen sind in jedes Formular fortlaufend einzutragen. Die Auswahl der (stratigraphischen) Formationskennzahlen für die Grundwasserleiter erfolgt nach den in Hessen verbreiteten Systemen. Maßgebend für die jeweiligen Formationsbuchstaben war der „Symbolschlüssel Geologie“ der Arbeitsgruppe „ADV Geologie im Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung Hannover“ (Hannover 1975). Der Petrofaziesschlüssel berücksichtigt allein die geohydraulischen Eigenschaften der in Hessen verbreiteten grundwasserleitenden Gesteine, unbeschadet petrographischer Zusammenhänge.

In den nächsten Jahren sollen zunächst alle vorhandenen (Altbestand) und neu eingehenden Grundwasseranalysen in die Ablochformulare eingetragen und auf Datenträger gebracht werden, als Datenspeicher werden Lochkarten verwandt. Nach den bisherigen Erfahrungen sind zur Aufarbeitung des Altbestandes (derzeitiger Stand) etwa 2 300 Arbeitstage erforderlich. Da die jährlichen Neuzugänge ebenfalls zu bearbeiten sind, errechnet sich der Zeitaufwand für die Erstellung der geohydrochemischen Daten zu etwa 10 Jahren.

Während dieser Zeit können jedoch schon kleinere statistische Auswertungen von Grundwasseranalysen (z. B. graphische Darstellungen wie Häufigkeitsverteilungen, Dreieck- und Piper-Diagramme, Programme bei WALGER, E., & SCHULZ, H. D. 1976) mit der amtseigenen Rechenanlage (PDP 11/34 der Fa. Digital GmbH) ausgeführt werden. Mit größeren multivariaten statistischen Auswertun-

gen für die Untersuchung z. B. von Grundwassertypen, von großräumigen genetischen Zusammenhängen, langfristigen Änderungen der Grundwasserbeschaffenheit (Umwelteinflüsse) in Zeit und Raum und für die Bearbeitung geohydrochemischer Isolinien-Karten kann jedoch erst begonnen werden, wenn ein umfangreiches Datenmaterial auf Datenträger gebracht wurde. Deshalb sind solche Auswertungen, für die auch größere Maschinen erforderlich sind und die nicht mit hauseigenen Anlagen bewältigt werden können, erst in einigen Jahren möglich.

Nach den gemachten Erfahrungen ist die den statistischen Auswertungen notwendigerweise vorausgehende Datenaufbereitung (Sammeln und Vervollständigen der Daten, Eintragung in die Ablochformulare) recht zeitaufwendig. Der große Vorteil liegt jedoch darin, daß einmal auf Datenträger gebrachte Daten und Informationen für alle späteren, den jeweiligen Untersuchungszielen angepaßten (statistischen) Auswerteprogramme unbeschränkt zur Verfügung stehen.

Einzelheiten (Ablochbelege mit detaillierten Erläuterungen) sind in einer Arbeitsanweisung „DV Geohydrochemie“ zusammengestellt, die von Interessenten kostenfrei beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, Leberberg 9, angefordert werden kann.

WALGER, E., & SCHULZ, H. D. (1976): FORTRAN IV-Programme zur Daten-Aufbereitung bei chemischen Wasseranalysen, S. 105–130, 1 Abb. – In: GOLWER, A., KNOLL, K. H., MATTHESS, G., SCHNEIDER, W., & WALLHÄUSER, K. H.: Belastung und Verunreinigung des Grundwassers durch feste Abfallstoffe. – Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **73**, 131 S., 23 Abb., 2 Taf.; Wiesbaden.

BERNWARD HÖLTING

Bohrprobenlager Villmar-Aumenau

Die nachfolgende Aufstellung ergänzt die im Geologischen Jahrbuch Hessen, **104**: 321–328, **105**: 294, **106**: 460 und **107**: 330 veröffentlichten Zusammenstellungen von eingelagerten Proben geologisch wichtiger Bohrungen. Erläuterung der Abkürzungen siehe Geol. Jb. Hessen, **104**: 322.

Blatt-Nr. u. -Name	Bezeichnung	Lage R	Lage H	Teufe m	Stratigraphische Bezeichnung, z. T. Gesteinsart	A.E.
4520 Warburg	FB Volkmarsen 3 (1978)	350753	569847	60,00	Buntsandstein: so2, so1, smS. KB	1989
4718 Goddelsheim	EAU-B 1 (1978)	348840	567955	93,80	Grenzschiechten Devon/Karbon. KB	1984
4718 Goddelsheim	EAU-B 2 (1978)	348829	568003	56,25	Unterkarbon: cd 2,ti. KB	1984
4718 Goddelsheim	EAU-B 3 (1978)	348832	568003	125,00	Unterkarbon: cd 2,ti. KB	1984
4718 Goddelsheim	EAU-B 4 (1978)	348716	567751	28,90	Karbon (Tonschiefer). KB	1984
4718 Goddelsheim	EAU-B 5 (1978)	348799	567895	20,20	Karbon (Tonschiefer). KB	1984
4718 Goddelsheim	EAU-B 6 (1978)	348792	567900	17,90	Unterkarbon: cd 2,ti. KB	1984
4718 Goddelsheim	EAU-B 7 (1978)	348851	568010	35,70	Unterkarbon: cd 3,i. KB	1984
4718 Goddelsheim	EAU-B 8 (1978)	348798	567897	19,00	Unterkarbon: cd 3,i. KB	1984
4718 Goddelsheim	EAU-B 9 (1978)	348715	567894	144,85	Unterkarbon: cd 2,ti. KB	1984
4718 Goddelsheim	EAU-B 10 (1978)	348745	567844	55,60	Perm: z. KB	1984
4718 Goddelsheim	EAU-B 11 (1978)	348746	567782	36,20	Karbon (Tonschiefer). KB	1984
4718 Goddelsheim	EAU-B 12 (1978)	348584	567680	19,25	Unterkarbon: cd 3,i. KB	1984
4718 Goddelsheim	EAU-B 13 (1978)	348820	567991	122,80	Karbon (Tonschiefer). KB	1984
4718 Goddelsheim	EAU-B 14 (1978)	348817	567993	65,00	Unterkarbon: cd 2 Al, t. KB	1984
4718 Goddelsheim	UTT 1 (1976)	348772	567952	17,35	Unterkarbon: cd 3,i; cd 3,t. KB	1984
4718 Goddelsheim	UTT 2 (1976)	348772	567952	52,64	Unterkarbon: cd 3,i; cd 3,ti + ki. KB	1984
4718 Goddelsheim	UTT 3 (1976)	348772	567952	24,60	Unterkarbon: cd 3,i. KB	1984
4718 Goddelsheim	UTT 4 (1976)	348773	567950	21,40	Unterkarbon: cd 3,ti + ki; cd 3,i. KB	1984
4718 Goddelsheim	UTT 5 (1976)	348773	567950	114,35	Unterkarbon: cd 2,ti + ki; cd 3,i; cd 3,t. KB	1984
4718 Goddelsheim	UTT 6 (1976)	348773	567950	68,20	Unterkarbon: cd 2,ti + ki. KB	1984
4721 Naumburg	Elbenberg 3 (1974/75)	351468	567827	254,64	Tertiär (Olivin-Nephelinit). DR. A	1989
4823 Melsungen	Mörshausen (1978)	354340	566367	412,00	Trias: su; Perm: z; Oberdevon. KB	1990
4922 Homberg	H 74/-B6 (1974)	352530	565686	44,00	Quartär; Tertiär. KB	1984
4923 Altmorschen	Konnefeld (1977)	354311	565587	177,10	Perm: z; ? Oberdevon. KB	1990
4923 Altmorschen	Sterkelshausen (1979)	354360	565280	273,00	Perm: z; Oberdevon. KB	1990
4924 Seifertshausen	Braach (1979)	354809	565183	155,45	Perm: z; Oberdevon. KB	1984
4924 Seifertshausen	Obergude (1979)	354960	565980	200,20	Perm: z; Oberdevon. KB	1990
4925 Sontra	KB 1 (1978)	356643	565828	15,00	Perm: z1,r; Paläozoikum (Tonschiefer). KB	1984
4925 Sontra	KB 2 (1978)	356650	565826	25,00	Quartär; Perm: z1,r; Paläozoikum (Tonschiefer). KB	1984
4925 Sontra	KB 3 (1978)	356646	565824	15,00	Quartär; Perm: z1,r; Paläozoikum (Glimmerschiefer). KB	1984
5024 Rotenburg (Fulda)	Lüdersdorf (1978) (Mündershn.)	355166	564725	488,00	Trias: su; Perm: z1,r. KB	1984
5318 Allendorf (Lumda)	E/74-B 1 (1974)	348240	561103	57,00	Quartär; Tertiär. KB	1984
5416 Braunfels	A/79-B 6 (1979)	346060	559788	13,50	Quartär. KB	1981
5418 Gießen	A/79-B 15 (1979)	347813	559885	66,00	Quartär; Tertiär; ? Unterkarbon. KB	1984
5418 Gießen	A/79-B 16 (1979)	347885	560167	81,00	Quartär; Tertiär. KB	1984
5418 Gießen	A/79-B 17 (1979)	348244	560356	81,00	Quartär; ? Tertiär. KB	1984
5518 Butzbach	Münzenberg 2 (1979)	348462	559121	25,50	Quartär; Tertiär; Unterdevon. KB	1981
5618 Friedberg	Sprudel XIV (1900)	348185	558131	209,43	Holozän; Pleistozän; ? Tertiär; Mitteldevon (Massenkalk). KB	st.
6418 Weinheim	B 600 (1975)	348460	549268	20,55	Kristallines Grundgebirge. KB	1981
6418 Weinheim	B 601 (1975)	348463	549267	50,10	Kristallines Grundgebirge. KB	1981
6418 Weinheim	B 602 (1975)	348439	549319	50,20	Metamorphe Schiefer. KB	1981
6418 Weinheim	B 603 (1975)	348465	549337	50,20	Metamorphe Schiefer. KB	1981

NOTIZBLATT DES HESSISCHEN LANDESAMTES
FÜR BODENFORSCHUNG ZU WIESBADEN

VI. Folge, Heft 1, 1950: 344 S., 35 Abb., 6 Tab., 11 Taf.	17,50 DM
VI. Folge, Heft 2, 1951: 256 S., 18 Abb., 21 Taf.	16, - DM
VI. Folge, Heft 3, 1952: 476 S., 30 Abb., 24 Taf.	20, - DM
Band 81 (VI/4), 1953: 464 S., 66 Abb., 18 Taf.	20, - DM
Band 82, 1954: 411 S., 50 Abb., 10 Taf.	20, - DM
Band 83, 1955: 420 S., 58 Abb., 26 Taf.	20, - DM
Band 84, 1956: 492 S., 58 Abb., 24 Tab., 35 Taf.	20, - DM
Band 85, 1957: 555 S., 100 Abb., 55 Tab., 26 Taf., 2 Bilder	25, - DM
Band 86, 1958: 444 S., 63 Abb., 23 Tab., 20 Taf.	25, - DM
Band 87, 1959: 462 S., 72 Abb., 14 Prof., 32 Tab., 23 Taf., 1 Bild	25, - DM
Band 88, 1960: 430 S., 73 Abb., 25 Tab., 23 Taf.	25, - DM
Band 89, 1961: 504 S., 97 Abb., 16 Tab., 25 Taf.	25, - DM
Band 90, 1962: 558 S., 75 Abb., 31 Tab., 36 Taf., 1 Bild	30, - DM
Band 91, 1963: 427 S., 104 Abb., 27 Tab., 27 Taf.	30, - DM
Band 92, 1964: 340 S., 63 Abb., 19 Tab., 15 Taf.	30, - DM
Band 93, 1965: 404 S., 88 Abb., 4 Diagr., 29 Tab., 21 Taf.	40, - DM
Band 94, 1966: 456 S., 86 Abb., 13 Tab., 22 Taf.	40, - DM
Band 95, 1967: 324 S., 44 Abb., 18 Diagr., 8 Tab., 11 Taf., 2 Bilder	40, - DM
Band 96, 1968: 424 S., 61 Abb., 17 Tab., 15 Taf., 1 Bild	40, - DM
Band 97, 1969: 468 S., 99 Abb., 20 Diagr., 32 Tab., 15 Taf.	40, - DM
Band 98, 1970: 348 S., 59 Abb., 18 Tab., 19 Taf., 2 Bilder	40, - DM
Band 99, 1971: 444 S., 57 Abb., 34 Tab., 29 Taf.	40, - DM
Band 100, 1972: 332 S., 53 Abb., 38 Tab., 14 Taf.	40, - DM
Band 101, 1973: 426 S., 105 Abb., 29 Tab., 30 Taf.	40, - DM
Band 102, 1974: 355 S., 76 Abb., 14 Tab., 13 Taf.	74, - DM
Band 103, 1975: 400 S., 152 Abb., 19 Tab., 18 Taf., 1 Bild	81, - DM

GEOLOGISCHES JAHRBUCH HESSEN

Band 104, 1976: 328 S., 53 Abb., 18 Tab., 19 Taf., 1 Bild	72, - DM
Band 105, 1977: 294 S., 47 Abb., 7 Tab., 16 Taf., 3 Bilder	65, - DM
Band 106, 1978: 460 S., 91 Abb., 57 Tab., 30 Taf.	98, - DM
Band 107, 1979: 330 S., 93 Abb., 15 Tab., 4 Taf.	88, - DM