

Geologisches Jahrbuch Hessen

Band 121

Mit 65 Abbildungen, 19 Tabellen, 4 Tafeln und 2 Bildern

Herausgabe und Vertrieb

Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 65193 Wiesbaden

Wiesbaden 1993

Geol. Jb. Hessen	121	263 S.	65 Abb.	19 Tab.	4 Taf.	2 Bilder	Wiesbaden 1993
------------------	------------	--------	---------	---------	--------	----------	----------------

ISSN 0341-4027

Geologisches Jahrbuch Hessen

Band 121

Mit 65 Abbildungen, 19 Tabellen, 4 Tafeln und 2 Bildern

Herausgabe und Vertrieb

Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 65193 Wiesbaden

Wiesbaden 1993

Geol. Jb. Hessen	121	263 S.	65 Abb.	19 Tab.	4 Taf.	2 Bilder	Wiesbaden 1993
------------------	------------	--------	---------	---------	--------	----------	----------------

ISSN 0341 – 4027

Schriftleitung

Dr. JOE-DIETRICH THEWS, HARTMUT POSCHWITZ

Hessisches Landesamt für Bodenforschung
Leberberg 9, 65193 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, 70176 Stuttgart.]

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 1993

Printed in Germany

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

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

Herstellung: Wiesbadener Graphische Betriebe GmbH, Greifstraße 6, 65199 Wiesbaden

Inhaltsverzeichnis

ANDERLE, H.-J., & KIRNBAUER, T.:	Das Schwerspat-Vorkommen von Naurod im Taunus (Bl. 5815 Wehen) – eine prävaristische Gangmineralisation. Mit 10 Abbildungen und 4 Tabellen	91
BECK, R.-D.:	Halbquantitative Bestimmung des Lößlehnteils in Böden und seine Bedeutung als Quelle geogener Schwermetalle. Mit 3 Abbildungen und 7 Tabellen	169
BIRENHEIDE, R.:	Mitteldevonische Korallen aus dem „Sülz-Überleitungs-Stollen“ im Bergischen Land. Mit 1 Abbildung	5
BLUM, R.:	Das internationale geomagnetische Referenzfeld (IGRF 1990) in Hessen für 1993.0. Mit 1 Tafel	187
BLUM, R.:	Die magnetische Totalintensität am Meißner. Mit 8 Abbildungen	191
BRAUN, A.:	Die Anwendung der Radiolarien-Biochronologie auf Gesteine des Thüringischen Unterkarbons – Ergebnisse und Möglichkeiten. Mit 1 Abbildung und 1 Tabelle	11
BREDE, R., HOTTENROTT, M., & SCHUSTER, C.:	Zur Keuper-Stratigraphie im Netraer Graben (Bl. 4926 Herleshausen; Nordhessen/Thüringen). Mit 3 Abbildungen und 2 Tafeln	61
FRIEDRICH, K.:	Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung Digitaler Höhenmodelle für ein Bodeninformationssystem in Hessen. Mit 7 Abbildungen	151
HÜHNER, G.:	Bohrkernlager des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung	249
KELTSCH, H.:	GÜNTHER THIELICKE †. Mit 1 Bild	227
MUNK, W., MARTIN, O., & TRUNKÓ, L.:	Neue Aspekte zur stratigraphischen und faziellen Bewertung des Cornberger Sandsteins (Tartarium, Oberperm) mit Beschreibung erstmaliger Pflanzenfunde. Mit 14 Abbildungen und 2 Tabellen	17
POSCHWITZ, H.:	Hessisches Geologisches Schrifttum 1991 mit Nachträgen aus den Jahren 1985–1990.	213
SCHINDLER, T., & GRIMM, M. C.:	Der Fund eines Phyllitblockes aus dem östlichen Taunus im Unteren Meeressand (Oligozän) von Wendelsheim (Mainzer Becken, Südwestdeutschland). Mit 5 Abbildungen	83
SCHWARZ, J.:	Charophyten aus dem Oligozän/Miozän des nördlichen Oberrheingrabens und des Hanauer Beckens (Frankfurt am Main und Umgebung). Mit 6 Abbildungen, 1 Tabelle und 1 Tafel	41
SEMMELE, A.:	Böden und Windwurfschäden in Wäldern des Vortaunus. Mit 4 Abbildungen	141
STENGEL-RUTKOWSKI, W.:	Trinkwasserversorgung aus Grubengebäuden des ehemaligen Roteisensteinbergbaus im Lahn–Dill-Kreis (Rheinisches Schiefergebirge). Mit 1 Abbildung und 2 Tabellen	125
STENGEL-RUTKOWSKI, W.:	ECKHARD BÖKE †. Mit 1 Bild	229

THEWS, J.-D.:	
Tätigkeitsbericht des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung für das Geschäftsjahr 1992 (1.1. – 31.12. 1992)	233
THIEMEYER, H.:	
Die Schwermineralführung des Würmlößprofils Mainz-Weisenau. Mit 2 Abbildungen und 2 Tabellen	181
WITTMANN, O.:	
Von der geowissenschaftlichen Landesaufnahme zu den Informations- und Bewertungsgrund- lagen für einen regionalisierenden Boden- und Grundwasserschutz	207

Geol. Jb. Hessen	121	S. 5–9	1 Abb.	Wiesbaden 1993
------------------	-----	--------	--------	----------------

Mitteldevonische Korallen aus dem „Sülz-Überleitungs-Stollen“ im Bergischen Land

Von

RUDOLF BIRENHEIDE*

Kurzfassung: Im „Sülz-Überleitungs-Stollen“ zur großen Dhünn-Talsperre auf Bl. 4909 Kürten im Bergischen Land wurde eine kleine Korallenfauna gefunden, deren Erhaltung Artbestimmungen zuläßt. Diese ergeben ein untergivetisches Alter des Profilabschnittes zwischen Station 1400 und 805.

Abstract: (Middle Devonian corals from the “Sülz Conducting Tunnel”, Bergisches Land, W Germany).

In the “Sülz-Conducting-Tunnel” to the Great Dhünn Barrage, sheet Kürten in the Bergisches Land area, a small coral fauna could be found. Its preservation allows determinations of the respective species with the result, that the geological age of the section part between Station 1400 and 805 is Lower Givetian.

Résumé: (Coraux de Dévonien Moyen de la «Galerie Conjonctive Sülz», Bergisches Land, RFA.)

Dans la «Galerie Conjonctive Sülz» au Grand Barrage «Dhünn», feuille Kürten de la région du Bergisches Land, une petite faune corallienne a été trouvée, dont la préservation permet une détermination des espèces respectives avec le résultat, que la partie du profil entre Station 1400 et 805 a un âge géologique du Givétien Inférieur.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
2. Fossil-Beschreibungen	6
3. Stratigraphische Schlußfolgerung	9
4. Schriftenverzeichnis	9

1. Einleitung

Das vorliegende Korallenmaterial erhielt ich freundlicherweise von Frau Dr. E. PAPROTH, GLA-NRW Krefeld, zur Untersuchung überlassen. Es stammt von den Stationen 1398 und 805 des Profils aus dem Sülz-Überleitungs-Stollen zur großen Dhünn-Talsperre, Bl. 4909 Kürten (R: 89800, H: 62080). Die von HORN et al. entworfene Skizze des Profils wurde mir zur Verfügung gestellt und dient als Grundlage für die Illustration der Arten auf Abb. 1. Die Erhaltung des vermutlich eingeschwemmten Fossilmaterials läßt leider keine Anfertigung von Dünnschliffen zu, die für eine photographische Wiedergabe geeignet wären. Es wurden deshalb

* Dr. R. BIRENHEIDE, Forschungs-Institut Senckenberg, Senckenberganlage 25, 60325 Frankfurt.

Abbildungen von Vergleichs-Exemplaren aus dem Forsch.-Inst. Senckenberg zur Illustration verwendet. Gleichwohl haben die durchgeführten Bestimmungen einen ziemlich sicheren stratigraphischen Aussagewert.

2. Fossil-Beschreibungen

Rugosa MILNE-EDWARDS & HAIME 1850
Cystiphyllidae MILNE-EDWARDS & HAIME 1850
(sensu BIRENHEIDE 1978: 160)

Digonophyllinae WEDEKIND 1923

Mesophyllum (*Mesophyllum*) *cristatum* (SCHLÜTER 1882)

Beschreibung: Es liegt nur ein Bruchstück einer großen Einzelkoralle von etwa 6 cm Durchmesser vor. Sie ist in einen groben, mittelgrauen Detrituskalk eingebettet; ihre Wände und inneren Skelett-Anteile sind stark korrodiert. Anschliffe zeigen jedoch ein ähnliches Querschnittbild wie das auf Abb. 1, Nr. 1 wiedergegebene Vergleichsexemplar. An einer Stelle im Randbereich der Koralle konnten die für diese Art charakteristischen septalen Querriegel mit Sicherheit erkannt werden.

Vorkommen: Die Hauptverbreitung von *M. (M.) cristatum* liegt in den Kalkmulden der Eifel im Untergivetium, Bereich Loogh bis Cürten-Formation. Das vorliegende Bruchstück stammt aus der Station 1398 Ost des Sülz-Überleitungs-Stollens (siehe Abb. 1).

Cyathophyllidae DANA 1846
(sensu BIRENHEIDE 1978: 71)

Zaphrentinae MILNE-EDWARDS & HAIME 1850

Glossophyllum sp.

Beschreibung: Es liegt das Bruchstück einer kleinen, schlank kegelförmigen Einzelkoralle von max. 15 mm Durchmesser vor. Anschliffe zeigen Großsepten von $1/2 - 2/3$ R Länge. Die Kleinsepten sind etwa halb so lang oder — im Reifestadium — auch länger. Im Längsschnitt erkennt man eine ziemlich breite Schlotzone mit unregelmäßig angeordneten und randlich in Tabellae übergehenden Böden. Die kleinen Blasen der Mantelzone liegen in zwei bis drei Reihen vor. Das Bruchstück ist aus seiner Matrix herausgewittert, bei der es sich um einen dunkelgrauen Kalk mit starker Tonkomponente handelt. Von den auf Abb. 1, Nr. 2 wiedergegebenen Dünnschliffbildern aus dem Untergivetium der Eifel (Material zu WEDEKIND 1925) unterscheidet es sich durch geringere Größe und etwas längere Septen im Reifestadium. Es ähnelt auch den kleinen, z. T. kolonienbildenden und von den russischen Autoren unter dem Namen *Aristophyllum* beschriebenen Arten.

Vorkommen: *Glossophyllum* ist eine im gesamten Mitteldevon verbreitete Gattung, die sogar bis ins Frasnium hineinreicht. Die Stücke aus dem Givetium des Rheinischen Schiefergebirges haben allgemein längere und schlankere Polypare mit flacheren Kelchen als diejenigen aus dem Eifelium, und sie haben auch in ontogenetischen Stadien keine verdickten Septen. Dies trifft auch für das vorliegende Exemplar zu. Es stammt aus der Station 805 West des Sülz-Überleitungs-Stollens (siehe Abb. 1).

Tabulata MILNE-EDWARDS & HAIME 1850

Favositida WEDEKIND 1937

Favositidae DANA 1846

(sensu BIRENHEIDE 1985: 51)

Pachyporinae GERTH 1921

Thamnopora nicholsoni (FRECH 1885)

Beschreibung: Es liegen zahlreiche Bruchstücke von dünnen Kolonie-Ästchen vor, die zusammen mit ebenso zahlreichen Stückchen von Koralliten von *Aulocystis* cf. *reptans* und wenigen Resten von *Disphyllum* sp. in dunklem tonigen Kalk eingebettet sind. Das Skelettmaterial ist opak und von weißlicher Farbe, weshalb es sich deutlich vom Einbettungsgestein abhebt. Die Durchschnittsdicke der Äste liegt bei 7 mm. Ihre Querschnitte zeigen einen ganz ähnlichen Koralliten-Aufbau, wie er an Hand der Vergleichsstücke auf Abb. 1, Nr. 3 wiedergegeben ist: Die zentralen Koralliten-Querschnitte sind dünnwandig, wogegen die randlichen Längsschnitte sämtlich starke Wandverdickungen aufweisen. Die Wandporen-Reihen sind in einigen Koralliten-Längsanbrüchen ausgezeichnet zu erkennen.

Vorkommen: *Th. nicholsoni* ist in der Eifel vom Obereifelium (ab Junkerberg-Fm.) bis zum Untergivetium verbreitet. Ihre häufigsten Vorkommen liegen in der Loogh-Formation. Die vorliegenden Reste stammen aus der Station 805 West des Sülz-Überleitungs-Stollens (siehe Abb. 1).

Alveolitidae DUNCAN 1872

(sensu BIRENHEIDE 1985: 78)

Alveolitinae DUNCAN 1872

Alveolites (*Alveolitella*) aff. *densatus* LECOMPTE 1939

Beschreibung: Aus dem dunklen tonigen Kalk der Station 805 West wurden auch Reste einer anastomisierenden-ästigen *Alveolites*-Kolonie geborgen, deren Koralliten-Querschnitte nur eine gering ausgebildete Sichelgestalt aufweisen. In Randlagen sind die Korallitenwände mäßig bis kräftig entwickelt; sonst sind sie ausgesprochen dünn. Septaldornen kommen kaum vor. Dagegen sind die Böden und Wandporen verhältnismäßig zahlreich. Die genannten Merkmale stimmen einigermaßen mit denjenigen von *Alveolites densatus* aus dem belgischen Frasnium und dem Givetium der Sötenicher Mulde in der Eifel überein. Das typische Material hat jedoch freie Äste in ziemlich regelmäßiger Wuchsform, wie es auf Abb. 1, Nr. 4 im Querschnitt dargestellt ist.

Vorkommen: In typischer Ausbildung ist *A. densatus* im linksrheinischen Obergivetium und Frasnium vertreten. Das vorliegende Stück kann nur mit Vorbehalt zu dieser Art gestellt werden; sein stratigraphischer Aussagewert ist deshalb gering. Es stammt aus der Station 805 West des Sülz-Überleitungs-Stollens (siehe Abb. 1).

Auloporida SOKOLOV 1957

(sensu BIRENHEIDE 1985: 106)

Aulocystidae SOKOLOV 1950

Aulocystis cf. *reptans* BIRENHEIDE 1985

Beschreibung: Es liegen zahlreiche abgebrochene und zusammengeschwemmte Koralliten vor, die zusammen mit Ast-Bruchstücken von *Thamnopora nicholsoni* und wenigen Resten

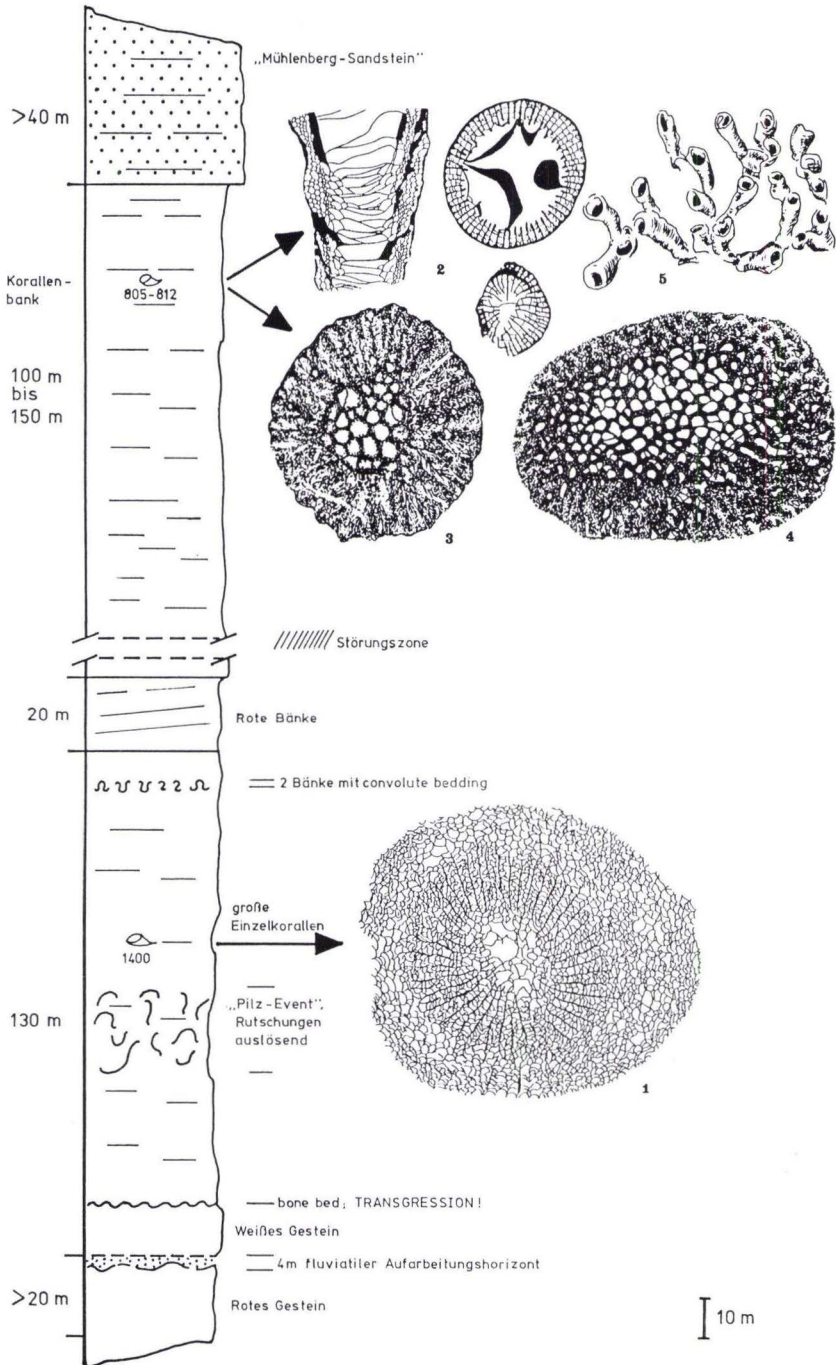


Abb. 1. Profilschema des Sülz-Überleitungs-Stollens zur großen Dhünn-Talsperre, nach HORN et al. 1986, mit Illustrationen der aus den Aufschlüssen gewonnenen Korallen-Arten. Zeichnungen nach Vergleichsmaterial aus dem Forsch.-Inst. Senckenberg, Frankfurt am Main. — 1. *Mesophyllum (Mesophyllum) cristatum* (SCHLÜTER 1882). Querschliff; $\times 3/4$. — 2. *Glossophyllum* sp. Typische Schliffbilder aus dem Untergivettium; $\times 1 1/2$. — 3. *Thamnopora nicholsoni* (FRECH 1885). Typischer Ast-Querschliff; $\times 3$. — 4. *Alveolites (Alveolitella) densatus* LECOMPTÉ 1939. Ast-Querschliff; $\times 3$. — 5. *Aulocystis reptans* BIRENHEIDE 1985. Kolonie-Ansicht; $\times 1/2$.

von *Disphyllum* sp. in den dunklen tonigen Kalken der Station 805 West lagenweise eingebettet sind. Die kurzen Koralliten sind durchschnittlich 4 mm dick. Ihre Skelett-Elemente weisen die gleiche weißlich-opake Erhaltung auf wie diejenigen von *Thamnopora nicholsoni*. Die Wände sind allgemein wenig verdickt und – soweit erhalten – erkennt man Anbrüche der infundibuliformen Randböden sowie Septaldorn-Reste. Alle diese Merkmale stimmen gut mit denjenigen von *Aulocystis reptans* aus der Eifel überein. Weil jedoch im vorliegenden Material die ursprüngliche Koloniegestalt nicht feststellbar ist, beläßt der Autor es bei einer cf.-Zuweisung. Die typische Koralliten-Anordnung ist auf Abb. 1, Nr. 5 an Hand des Holotypus wiedergegeben.

Vorkommen: Ziemlich vollständige Kolonien, die auf *Favosites goldfussi* aufgewachsen sind, findet man in der Hillesheimer Mulde (Eifel) im Untergivetium und zwar im Bereich Loogh- bis Cürten-Formation. Die vorliegenden Korallitenreste stammen aus der Station 805 West des Sülz-Überleitungs-Stollens (siehe Abb. 1).

3. Stratigraphische Schlußfolgerung

Sämtliches linksrheinisches Vergleichsmaterial zu den vorliegenden Korallen-Arten kommt nur im Givetium vor, außer von *Thamnopora nicholsoni*, die bereits im Obereifelium einsetzt; aber auch deren Hauptvorkommen liegen im Untergivetium, wie diejenigen der übrigen Arten. Ihr Verbreitungs-Schwerpunkt liegt im Bereich Loogh- bis Cürten-Formation. Nur *Alveolites densatus* ist ein Durchläufer bis ins Frasnium. Der Autor nimmt deshalb für den Profil-Abschnitt Station 1400–805 des Sülz-Überleitungs-Stollens ein Untergivetium-Alter an, das der Loogh- bis Cürten-Zeit der Eifel-Stratigraphie entspricht.

4. Schriftenverzeichnis

- BIRENHEIDE, R. (1978): Rugose Korallen des Devon. – In: KRÖMMELBEIN, K. (Hrsg.): Leitfossilien, begründet von GEORG GÜRICH. 2., völlig neu bearbeitete Auflage. No. 2: VI + 1–265, 119 Abb., 2 Tab., 21 Taf.; Berlin–Stuttgart.
- (1985): Chaetetida und tabulate Korallen des Devon. – In: ZIEGLER, W. (Hrsg.): Leitfossilien, begründet von GEORG GÜRICH. 2., völlig neu bearbeitete Auflage. No. 3: 1–249, 87 Abb., 2 Tab., 42 Taf.; Berlin–Stuttgart.
- FRECH, F. (1985): Die Korallenfauna des Oberdevons in Deutschland. – Z. dt. geol. Ges., **37**: 21–130, 11 Taf.; Berlin.
- HORN, M., MENCKE, J., PAPROTH, E., & WREDE, V. (1986): Middle Devonian Old Red Facies and Givetian Transgression south of the Remscheid-Anticlinorium. – Vortrag, Symp. “Late Devonian events around the Old Red Continent”; Aachen.
- LECOMPTÉ, M. (1939): Les tabulés du Dévonien moyen et supérieur du bord du bassin de Dinant. – Mém. Mus. roy. Hist. natur. Belg., **90**: 1–229, 1 Tab., 23 Taf.; Bruxelles.
- SCHLÜTER, CL. (1882): Über neue Korallen des Mitteldevon der Eifel. – Verh. naturhist. Ver. preuß. Rheinl. Westf., **1882**: 205–210; Bonn.
- (1889): Anthozoen des rheinischen Mittel-Devon. – Abh. geol. spec.-Kt. Preußen thüring. Staaten, **8** (4): x + 1–207, 16 Taf.; Berlin.
- WEDEKIND, R. (1923): Die Gliederung des Mitteldevons auf Grund von Korallen. – Sitz.-Ber. Ges. Beförderung ges. Naturwiss. Marburg, **1922** (4): 24–35, 7 Abb., 1 Tab.; Marburg.
- (1925): Das Mitteldevon der Eifel. II. Materialien zur Kenntnis des mittleren Mitteldevon. – Schr. Ges. Beförderung ges. Naturwiss. Marburg, **14** (4): 1–85, 4 Tab., 17 Taf.; Marburg.

Die Anwendung der Radiolarien-Biochronologie auf Gesteine des Thüringischen Unterkarbons – Ergebnisse und Möglichkeiten

Von

ANDREAS BRAUN*

Kurzfassung: Radiolarienfaunas aus Phosphorit-Konkretionen der Rußschiefer und aus Siderit-Konkretionen („Kieskälber“) der Dachschiefer des thüringischen Unterkarbons erlauben eine Datierung und Parallelisierung der thüringischen Sedimentserien mit denen des östlichen Rheinischen Schiefergebirges. Im Niveau der Rußschiefer wurden die gleichen Radiolarien-Zonen wie in den Liegenden Alaunschiefern des östlichen Rheinischen Schiefergebirges gefunden. Der tiefere Teil der Dachschiefer-Folge entspricht biostratigraphisch dem tieferen Teil der Schwarzen Lydite des Schiefergebirges.

Abstract: Radiolarian faunas from Phosphorite-concretions of the „Rußschiefer“ and from Siderite-concretions („Kieskälber“) of the roof slates in the Thuringian Lower Carboniferous allow dating and correlation of the Thuringian sediment series with those of the eastern Rheinisches Schiefergebirge. The level of the „Rußschiefer“ contains the same Radiolarian zones as the „Liegende Alaunschiefer“ of the Rheinisches Schiefergebirge. The deeper part of the „Dachschiefer-Folge“ corresponds biostratigraphically to the deeper part of the „Schwarze Lydite“ of the Rheinisches Schiefergebirge.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	11
2. Proben-Fundpunkte und Alter	13
3. Zusammenfassung und Ausblick	15
4. Schriftenverzeichnis	15

1. Einleitung

Innerhalb des thüringischen Unterkarbons bestehen mächtige Schichtfolgen (Prä-Flysch, Flysch I, II, III sensu PFEIFFER 1987) aus tonigen und sandigen Gesteinen. Sie sind meist arm an biostratigraphisch verwertbaren Makro- oder Mikrofossilien. Einstufungshinweise gaben bisher hauptsächlich vereinzelte Funde von Conodonten (in den Rußschiefern), Goniatiten (in Phosphorit-Konkretionen der Rußschiefer; SCHINDEWOLF 1939) sowie gelegentlich Pflanzenfunde in körperlicher (Phosphoritkonkretionen der Rußschiefer; UNGER 1856, SOLMS-LAUBACH 1896, vgl. hierzu auch BRAUN & GURSKY 1991) oder Abdruckerhaltung (Dachschiefer der Flyschserie, v. FRITSCH 1897, PFEIFFER 1966). Hinsichtlich der Leitfossilarmut unterscheiden sich die Gesteinsfolgen Thüringens kaum von denen anderer Gebiete des Variszikums. In Gebieten mit mächtigeren Kieselgesteinsfolgen können Radiolarien eine gute Ergänzung

* Dr. A. BRAUN, Institut für Paläontologie der Universität Bonn, Nußallee 8, 53115 Bonn.

oder Alternative zu den Möglichkeiten mit anderen Leitfossilgruppen bieten (vgl. BRAUN 1990 für das Rheinische Schiefergebirge; BRAUN & SCHMIDT-EFFING 1988 für den Frankenwald; BRAUN, MAASS & SCHMIDT-EFFING 1992 für die Vogesen). Sind die Sedimente jedoch überwiegend tonig ausgebildet wie im Falle des thüringischen Unterkarbons, sind Radiolarien aufgrund diagenetischer Lösungsprozesse seltener erhalten. In frühdiagenetisch gebildeten Konkretionen unterschiedlicher Zusammensetzung können sie jedoch auch in solchen Abfolgen in z. T. ausgezeichneter Erhaltung gefunden und zur stratigraphischen Einstufung verwendet werden. Anlässlich einer mehrtägigen Exkursion der Subkommission für Karbonstratigraphie in Thüringen im September 1990 (geführt von den Herren BARTZSCH, BLUMENSTENGEL, PFEIFFER, SCHUBERT und WEYER) wurden einige Proben verschiedener Konkretionen zur Untersuchung auf Radiolarien entnommen. Weiteres Untersuchungsmaterial wurde mir dankenswerterweise von Herrn Dr. WEYER (Magdeburg) zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse sollen als Ergänzung zu den vorliegenden Einstufungen hier kurz mitgeteilt werden. Auf eine nähere Beschreibung der einzelnen Faunen wird verzichtet. Stattdessen werden die Bestimmungen als Faunenliste mit der Einstufung angegeben. Das Belegmaterial ist in der Originale-Sammlung des Instituts für Paläontologie der Universität Bonn hinterlegt.

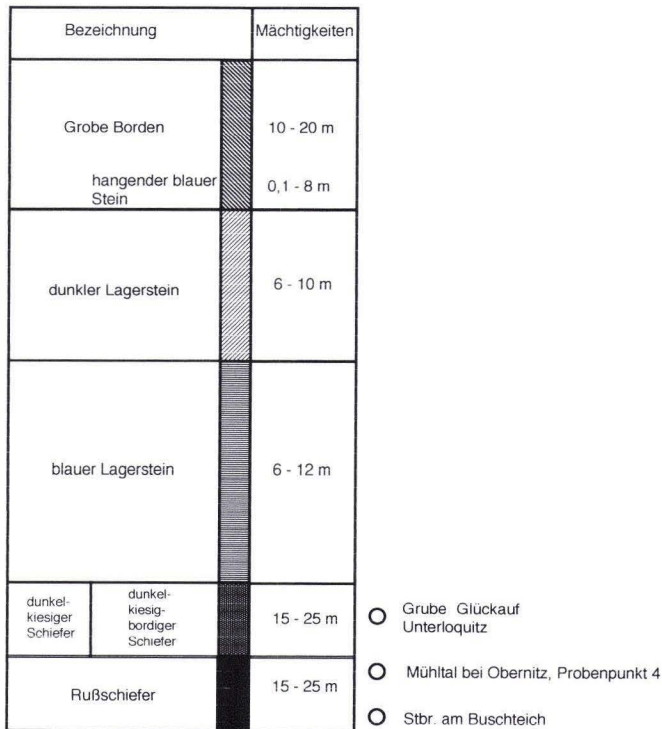


Abb. 1. Schichtenfolge der Präflysch- und der Flysch-Serie des thüringischen Unterkarbons mit der stratigraphischen Lage der Probenentnahme-Punkte.

2. Proben-Fundpunkte und Alter

1. Steinbruch am Buschteich, NW Löhma

Devon-Karbon-Grenzprofil am Bergaer Sattel mit einer kondensierten, ca. 0,5 m mächtigen Rußschiefer-Lage, die zahlreiche Phosphorit-Konkretionen enthält (Lit.: MÜLLER 1956). Proben-Nr.: 8233. In einigen Konkretionen sehr gute Radiolarien-Erhaltung.

Entactinia vulgaris WON 1983 (sehr häufig)

Triaenosphaera sicarius DEFLANDRE (häufig)

Cyrtisphaeractenium cf. *serrensis* (GOURMELON 1987)

Albaillella paradoxa DEFLANDRE 1952

Einstufung: *Albaillella-paradoxa*-Zone (zur Korrelation der Einstufungsergebnisse siehe Tab. 1)

Bemerkungen: Biostratigraphische Hinweise auf eine Umlagerung und Konzentration von Konkretionen verschiedenen Alters in diesem geringmächtigen Horizont wurden nicht gefunden (vgl. BRAUN 1992 für Hinweise an anderen Fundstellen).

2. Bachanschnitt im Mühlthal bei Obernitz

Die Fundstelle entspricht nicht ganz der Originallokalität der Pflanzenreste RICHTERS, die bei UNGER (1856) und SOLMS-LAUBACH (1896) beschrieben sind. Petrographische Arbeiten über Material dieser Lokalität liegen von LEHDER (1906) und TIMMERMANN (1974) vor. Proben-Nr.: 8231.

Entactinia tortispina (ORMISTON & LANE 1976)

Entactinosphaera palimbola FOREMAN 1963

Entactinia vulgaris WON 1983

Albaillella deflandrei GOURMELON 1987

Archocyrtium sp.

Ceratoikiscum berggreni GOURMELON 1987

Einstufung: *Albaillella-deflandrei*-Zone

Bemerkungen: Der Konkretionen-führende Bereich des Aufschlusses liegt somit im jüngeren Teil der Rußschiefer.

3. Grube „Glückauf“ der vereinigten Thüringer Schiefergruben bei Unterloquitz

Probe eines großen „Kieskalbs“ aus der Stollenkälber- bzw. Pyritbank im dunkel-kiesigen Schiefer (Lit.: PFEIFFER 1955, SCHUBERT in WEYER 1990). Proben-Nr.: 8240.

Albaillella indensis WON 1983

Cubaxonium? octaedrospinosum WON 1983

Einstufung: *Albaillella indensis*-Zone

4. Phosphorit-Konkretionen aus V2a-Kohlenkalk (ded. Dr. D. WEYER)

Fundort: Kapfenberg bei Göschitz (Lit.: WEYER 1984).

Proben-Nr.: 8244

Tab. 1. Parallelisierung verschiedener Unterteilungen des Unter-Karbons bezogen auf die in Kulm-Fazies ausgebildeten Sedimentgesteine des Rheinischen Schiefergebirges. Nach: Arbeitsgemeinschaft für Dinantium-Stratigraphie (1971), BRAUN (1990), CLAUSEN et al. (1989), CONIL et al. (1976), HAHN et al. (1988); aus BRAUN & GURSKY 1991

		Belgien	England	Nordamerika	Goniatiten	Conodonten	Lithostratigraphie	Radiolarien					
Dinantium	Viseum	V 3c	Warnantium	Brigantium	Chesterian	Goniatites-Stufe	Kulm-Grauwacken & Kulm-Tonschiefer	Albaillella-nazarovi-Zone					
		V 3b		Asbium					Meramecian	bilineatus-Zone	Kieselige Übergangsschichten	Albaillella-rockensis-Zone	
		V 3a	Livium	Holkerium				nicht benannt					Helle Kieselschiefer / Kieselkalke
		V 2	Moliniacium	Arundium	Osagean	Pericyclus-Stufe	Schwarze Lydite		Albaillella-indensis-Zone	Untere			
		V 1b						Chadium		Pe γ	texanus-Zone	Obere	
		V 1a											anchoralis-latus-Zone
	Tournaisium	Tn 3	Ivorium	Courceyum	Kinderhookian	Gattendorfia-Stufe	Liegende Alaunschiefer	Albaillella-deflandrei-Zone					
									Tn 2	Hastarium	Ga β	sandbergi-Zone	Ob. duplicata-Zone
25 6 3													

Albaillella deflandrei GOURMELON 1987
Archocyrtium ferreum BRAUN 1989
?Cubaxonium? octaedrospongiosum WON 1983
Entactinia tortispina (ORMISTON & LANE 1976)
Entactinosphaera? palimbola FOREMAN 1963
Polyentactinia aranea GOURMELON 1987

Einstufung: *Albaillella-deflandrei*-Zone

Bemerkungen: Die Phosphorit-Konkretionen wurden somit aus stratigraphisch jüngeren Teilen der Rußschiefer in V2a-Kalk umgelagert.

3. Zusammenfassung und Ausblick

Durch Auflösen in konzentrierter Salzsäure sind aus phosphoritischen und sideritischen Konkretionen toniger Gesteine des thüringischen Unterkarbons einige gut erhaltene Radiolarienfaunen gewonnen worden, die eine stratigraphische Einstufung der Proben ermöglichten. Für den Bereich des Rußschiefers liegen Datierungen aus zwei Radiolarien-Zonen vor. Die gleichen Zonen konnten im tieferen resp. höheren Teil der Liegenden Alaunschiefer des Rheinischen Schiefergebirges gefunden werden. Die beiden Schichtglieder umfassen demnach die gleichen Zeitspannen im Sinne der bisher ausgearbeiteten Radiolarien-Biochronologie. Der tiefere Teil der folgenden Dachschieferführenden Serie („Kulm-Flysch“) entspricht nach Radiolarien stratigraphisch der Serie der Schwarzen Lydite des Rheinischen Schiefergebirges. Welche jüngeren Radiolarien-Zonen die kulmische Flysch-Serie noch umfaßt, konnte bisher nicht geklärt werden. Hierzu sind weitere Untersuchungen der höheren Kieskalb-Lagen erforderlich, wobei mit der Abwandlung des Präparationsverfahrens speziell auf sideritische Gesteine (Kochen in konz. HCl; vgl. AULENBACH & BRAMAN 1991) noch größere Gesteinsmengen gelöst werden könnten.

4. Schriftenverzeichnis

- AULENBACH, & BRAMAN (1991): A chemical extraction technique for the recovery of silicified plant remains from ironstones. — *Rev. Paleobot. Palynol.*, **70**: 3–8, 2 Abb., 1 Taf.; Amsterdam (Elsevier).
- BRAUN, A. (1990): Radiolarien aus dem Unter-Karbon Deutschlands. — *Cour. Forsch. Inst. Senckenberg*, **133**: 1–143, 66 Abb., 17 Taf.; Frankfurt a. M.
- (1992): Radiolarien aus unterkarbonischen Phosphorit-Konkretionen der Autobahnbaustelle an der Kohleiche bei Wuppertal-Aprath (nördliches Rheinisches Schiefergebirge, Deutschland). In: THOMAS, E. (Hrsg.): *Oberdevon und Unterkarbon von Aprath im Bergischen Land*: 212–239, 5 Abb., 3 Taf.; Köln.
- & GURSKY, H.-J. (1991): Kieselige Sedimentgesteine des Unterkarbons im Rhenoheryzynikum — eine Bestandsaufnahme. — *Geologica et Palaeontologica*, **25**: 57–77.
- MAAS, R., & SCHMIDT-EFFING, R. (1992): Oberdevonische Radiolarien aus dem Breuschtal (Nord-Vogesen, Elsaß) und ihr regionaler und stratigraphischer Zusammenhang. — *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **185** (2): 161–178, 5 Abb.; Stuttgart.
- & SCHMIDT-EFFING, R. (1988): Radiolarienfaunen aus dem tiefen Visé (Unter-Karbon) des Frankenwaldes (Bayern). — *Nb. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, **1988** (H. 11): 645–660, 23 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- DEFLANDRE, G. (1952): *Albaillella*, nov. gen., Radiolaire fossile du Carbonifère inférieur, type d'une ligne aberrante éteinte. — *C. R. Acad. Sci. Paris*, **234**: 872–874, 9 Abb.; Paris.

- (1973): Observations et remarques sur les Radiolaires Sphaériques du Paléozoïque, a propos d'une nouvelle espèce, viséenne, du genre *Formaniella* Defl., parfait intermédiaire entre les *Periaplastidés* et les *Pylentonemidés*. — *C. R. Acad. Sci. Paris*, **276**: 1147–1151, 4 Abb., 2 Taf.; Paris.
- FOREMAN, H. P. (1963): Upper Devonian Radiolaria from the Huron Member of the Ohio shale. — *Micropaleontology*, **9**: 267–304, 8 Abb., 9 Taf.; New York.
- FRITSCH, K. v. (1897): Pflanzenreste aus Thüringer Kulm-Dachschiefer. — *Z. f. Naturwiss.*, **70**: 79–102; Halle.
- GOURMELON, F. (1987): Les Radiolaires Tournaisiens des Nodules Phosphatés de la Montagne Noire et des Pyrénées Centrales. — *Biostratigraphie du Paléozoïque*, **6**: 1–172, 46 Abb., 22 Taf.; Brest.
- MÜLLER, K.-J. (1956): Cephalopodenfauna und Stratigraphie des Oberdevons von Schleiz und Zeulenroda in Thüringen. — *Beih. Geol. Jb.*, **20**, 93 S., 15 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Hannover.
- ORMISTON, A. R., & LANE, H. R. (1976): A unique Radiolarian fauna from the Sycamore limestone (Mississippian) and its biostratigraphic significance. — *Palaeontographica A*, **154**: 158–180; Stuttgart.
- PFEIFFER, H. (1955): Die Tektonik des Dachschiefers im Ostthüringer Schiefergebirge. — *Geologie*, **4** (7/8): 614–640, 18 Abb.; Berlin.
- (1966): Pflanzenabdrücke aus dem thüringischen Kulm-Dachschiefer — eine Nachlese. — *Hall. Jb. f. mitteldt. Erdgeschichte*, **7** (für 1965): 11–14, Taf. 6–7; Leipzig.
- (1987): Entwicklungsskizze des thüringischen Kulms (Flysch-Fazies). — *Herzynia, N. F.*, **24** (2): 225–248, 19 Abb., 6 Tab.; Leipzig.
- RÜST, D. (1892): Beiträge zur Kenntnis der fossilen Radiolarien aus Gesteinen der Trias und der palaeozoischen Schichten. — *Palaeontographica*, **38**: 107–192; Stuttgart.
- SOLMS-LAUBACH, H. (1896): Über die seinerzeit von Unger beschriebenen strukturbietenden Pflanzenreste des Unterulm von Saalfeld in Thüringen. — *Abh. kgl. preuß. geol. L.-Anst., N. F.* **23**, 100 S., 5 Taf.; Berlin.
- TIMMERMANN, A. (1974): Phosphoritische Mineralisationen im Vorflysch des Thüringisch-Fränkischen Schiefergebirges. — *Z. angew. Geol.*, **20** (9): 401–410, 17 Abb., 8 Tab.; Berlin.
- UNGER, F. (1856): Schiefer- und Sandsteinflora. Teil 2. — In: RICHTER, R., & UNGER, F.: Beitrag zur Paläontologie des Thüringer Waldes. — 139–186, Taf. 1–13; Wien.
- WEYER, D. (1984): Korallen im Paläozoikum von Thüringen. — *Hallesches Jb. Geow.*, **9**: 5–33, 8 Abb., 1 Tab., 6 Taf.; Gotha.
- (1990): Thüringen-Exkursion. — *Unterkarbon und Oberdevon im Raum Saalfeld-Schleiz* (v. 19.–23. Sept. 1990). — *Exkursionsführer der Subkommission für Karbonstratigraphie in der D.U.G.W. nach Unterlagen von BARTZSCH, K., BLUMENSTENGEL, H., PFEIFFER, H., SCHUBERT, R., & WEYER, D.*, 46 S. (unveröffentl.).
- WON, M.-Z. (1983): Radiolarien aus dem Unter-Karbon des Rheinischen Schiefergebirges (Deutschland). — *Palaeontographica A*, **182** (4): 116–175, 6 Abb., 1 Tab., 14 Taf.; Stuttgart.

Manuskript eingegangen am 19. 11. 1992

Neue Aspekte zur stratigraphischen und faziellen Bewertung des Cornberger Sandsteins (Tatarium, Oberperm) mit Beschreibung erstmaliger Pflanzenfunde

Von

WOLFGANG MUNK, OLIVER MARTIN, & LÁSZLÓ TRUNKÓ*

Kurzfassung: Aus dem Cornberger Sandstein Nordhessens werden erstmalig Pflanzenfossilien beschrieben. Es handelt sich in der Hauptsache um Coniferen, die einzelnen Familien und Gattungen zugeordnet werden, soweit ihre Erhaltung das erlaubt. Ihre Biostratonomie und Palökologie wird diskutiert. Die Pflanzenfossilien können in ein komplettes Profil des Cornberger Sandsteins genau eingeordnet werden. Der Cornberger Sandstein wird als aquatische Bildung betrachtet.

Profildeutung und Flora unter Berücksichtigung magnetostratigraphischer Erkenntnisse beweisen die Zugehörigkeit des Cornberger Sandsteins zum Oberrotliegenden als Kontinentalfazies des Oberperms (Tatarium) in Mitteleuropa. Die Flora zeigt sehr enge Verbindungen zu der der Grödener Schichten (Oberperm der Südalpen). Einzelne Profilabschnitte sind dem Cornberger Sandstein sehr ähnlich. Stratigraphische und paläogeographische Folgerungen werden diskutiert.

Abstract: The first plant fossils are described from the Cornberger Sandstein of northern Hesse. They are mainly conifers that can be identified to family and generic level as far as their preservation permits. The biostratinomy and palaeoecology of these plants are discussed. The plant fossils can be precisely placed in a section of the Cornberger Sandstein. We regard the Cornberger Sandstein as a freshwater deposit, rather than eolian in nature.

Interpretation of the section and plant material, taking also into consideration recent magnetostratigraphic results, establish the position of the Cornberger Sandstein as a member of the upper Rotliegend, which represents the continental facies of the Upper Permian (Tatarian) in Central Europe. The new plant fossils reveal close relationships to the plants from the Grödener Schichten (Upper Permian) of the Southern Alps. Parts of the latter formation are also very similar in facies development to the Cornberger Sandstein. The stratigraphical and palaeogeographical implications of the new data are discussed.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	18
1.1.	Lage der Fundstätte	18
1.2.	Bedeutung der Fundstätte und Erforschungsgeschichte	18
1.3.	Zielsetzung und Arbeitsmethoden	20
2.	Geologie und Stratigraphie	20
2.1.	Profilbeschreibungen (Abb. 5)	21
2.2.	Tektonik	30

* WOLFGANG MUNK, DR. OLIVER MARTIN, Prof. DR. LÁSZLÓ TRUNKÓ, Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, Erbprinzenstraße 13, 76042 Karlsruhe.

3. Beschreibung der Pflanzenfossilien	30
3.1. Verbreitung der pflanzenführenden Lagen im Profil	30
3.2. Erhaltung und Lage der Pflanzenreste im Sediment	31
3.3. Taxonomie	31
3.4. Stratigraphische und fazielle Bewertung der Flora	33
4. Interpretation der Ergebnisse	34
5. Schriftenverzeichnis	39

1. Einleitung

Der Cornberger Sandstein ist ein im Durchschnitt 18 m mächtiges Schichtpaket von hellen gelbgrauen Sandsteinen. An ihrer Basis treten konglomeratische Übergänge zu den liegenden Konglomeraten der Eisenach-Schichten (oberes Rotliegendes) auf. Das Hangende bildet der Kupferschiefer bzw. dessen fazielle Vertreter (Zechstein 1). Der Steinbruch Schuchhardt in Cornberg ist Typuslokalität des Cornberger Sandsteins.

1.1. Lage der Fundstätte

Der Cornberger Sandstein wird z.Z. nur noch im Steinbruch W. Schuchhardt in der Gemeinde Cornberg unweit Bebra in Nordhessen abgebaut (TK 25 Bl. Nr. 4925 Sontra, r 35 60 700 h 56 56 700). Ein weiterer Aufschluß befindet sich in Cornberg-Rockensüß, der aufgelassene Steinbruch Gerlach, TK 25 Bl. Nr. 4925 Sontra, r 35 59 820 h 56 57 480. Nicht mehr vorhanden ist der Aufschluß Welda SE Sontra, TK 25, Bl. Nr. 4925 Sontra, r 35 66 560 h 56 58 500 (vgl. Abb.1; 2).

1.2. Bedeutung der Fundstätte und Erforschungsgeschichte

Der Sandstein wurde seit dem Hochmittelalter als Baustein benützt. Ein sehr eindrucksvolles Beispiel ist die Klosterruine oberhalb des Steinbruchs Schuchhardt aus dem 13. Jh. Die erste geologische Beschreibung stammt aus dem Jahre 1876 von BEYRICH & MOESTA in den Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte Bl. Sontra. Die erste gründliche Bearbeitung erfolgte durch G. RICHTER 1941. BRANDES 1912 folgend deutete er den Cornberger Sandstein als eine Dünenbildung von mindestens 5 km Breite zwischen einem Festlandsrücken im NW im Raume Rotenburg-Eschwege und einer Bucht des Zechstein-Meeres im Süden. Er meinte, den Cornberger Sandstein direkt mit dem Zechstein-Konglomerat gleichsetzen zu können. Allerdings ist die Deutung von RICHTER nicht frei von Widersprüchen: In seiner Abbildung läßt er zwar die zwei Bildungen seitlich ineinander übergehen, im Text jedoch rechnet er den Cornberger Sandstein noch zum Rotliegenden, das Zechstein-Konglomerat hingegen bezeichnet er als Transgressionsbildung des Zechstein-Meeres.

Als nichtmarines Sediment und zum Rotliegenden gehörend wird der Sandstein auch von TRUSHEIM 1964, HAUBOLD & SCHAUMBERG 1985 angesehen. Zum Zechstein rechnen ihn als Dünenbildung außer BRANDES 1912 H. SCHMIDT 1959 und KATZUNG 1972. Als submarines Sediment wird der Sandstein von PRYOR 1971, als fluviatil von SCHUHMACHER 1985 beschrieben. Nach KULICK 1987a ist der Cornberger Sandstein eine „lokale Fazies der zeitgleichen geröllführenden Sandsteine und Konglomerate des Weißliegenden unter dem Kupferschiefer in

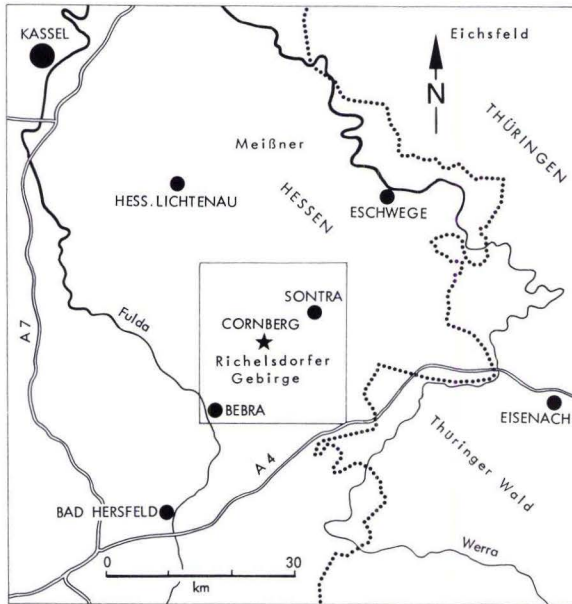


Abb. 1. Geographische Übersicht.

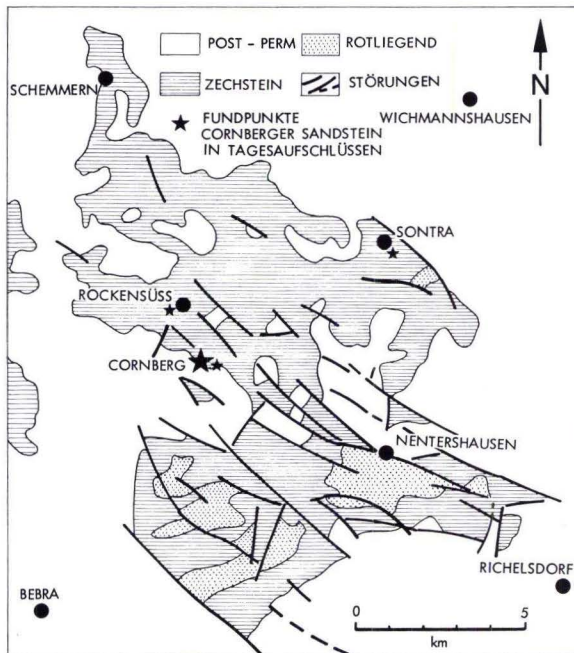


Abb. 2. Geologische Übersicht.

den Rotliegend-Trögen“. Entgegen den Überlegungen von SCHMIDT u.a. betrachtet MOTZKANÖRING 1987 den Cornberger Sandstein aus praktischen Erwägungen heraus – hierbei RICHTER-BERNBURG 1987 folgend – als Schlußglied des Oberrotliegenden. Faziell läßt sie sowohl die Deutung als Dünenablagerung oder als subaquatische Bildung offen.

Große Berühmtheit erlangte der Cornberger Sandstein durch zahlreiche Tetrapoden-Fährten, die sich häufig auf einzelnen Schichtflächen finden. Über den ersten Fund berichtete F.E. KLINGNER 1928. Diese Platte wird im Museum des Geologisch-paläontologischen Institutes der Universität Göttingen aufbewahrt. Sie wurde bereits 1937 von O. ABEL mit dem Fährtentyp *Laoporus noblei* LULL aus dem permischen Coconino-Sandstein von Arizona verglichen (SCHMIDT 1959). Die nächsten Funde wurden ab 1951 von A. MILDE getätigt. Er, sowie der damalige Steinbruchbesitzer ADAM SCHUCHHART machten H. SCHMIDT aus Göttingen auf diese aufmerksam. Dieser beschrieb 1959 in einer großen Monographie 11 Fährtenegattungen mit 15 Arten. Diese wurden teilweise von HAUBOLD 1984 revidiert. Derzeit bearbeitet J. FICHTER vom Naturkundemuseum der Stadt Kassel die Fährten neu. Einen Kurzbericht gab er bereits 1987 in den Abstracts des Zechstein-Symposiums.

1.3. Zielsetzung und Arbeitsmethoden

Im Jahre 1985 wurde einer der Verfasser (MUNK) erstmalig vom Steinbruchbesitzer WILLI SCHUCHHARDT von Pflanzenfunden im Cornberger Sandstein in Kenntnis gesetzt. Nachdem sich die Funde Ende der 80er Jahre zu häufen begannen (in erster Linie durch SCHUCHHARDT und H.K. MÖLLER, ebenfalls Cornberg), wurden eingehendere Untersuchungen vorgenommen.

Mit Genehmigung des Landesamtes für Denkmalpflege Hessen haben die Autoren – alle Mitarbeiter des Staatlichen Museums für Naturkunde Karlsruhe – im Juli 1990 Geländearbeiten im Steinbruch Schuchhardt durchgeführt. Zielsetzung dieser Arbeiten war die Lokalisierung der pflanzenführenden Lagen im Profil und, soweit möglich, auch die Abklärung der geologischen Bedingungen ihrer Entstehung. Dazu wurden detaillierte Profile aufgenommen, die Lagerungsverhältnisse und die tektonische Situation untersucht und Fossilien gesammelt. Das in Privathand befindliche Fundmaterial wurde ebenfalls untersucht und photographisch dokumentiert.

Die Profile wurden detailliert beprobt. An allen Proben wurden Siebkornanalysen vorgenommen und, soweit erforderlich, Vertikalschliffe angefertigt. Einige Proben wurden auch mikropaläontologisch untersucht. Sporenuntersuchungen wurden am Geologischen Landesamt NRW in Krefeld durchgeführt (HARTKOPF-FRÖDER).

2. Geologie und Stratigraphie

Schwerpunkt unserer Untersuchungen war die Anfang der 80er Jahre angelegte neue, am weitesten nördlich unterhalb des Klosters gelegene Abbaustelle (Abb. 3; 4). Um die Schichtenfolge des eigentlichen Cornberger Sandsteins zu erfassen, haben wir mehrere Teilprofile aufgenommen, die stratigraphisch aneinander anschließen (Co III a-d). Das Profil Co IV schließt die Eisenach-Schichten auf, welche das Liegende bilden. Der hangende Zechstein I wurde in den Profilen Co I, Co II und Co III d erfaßt.

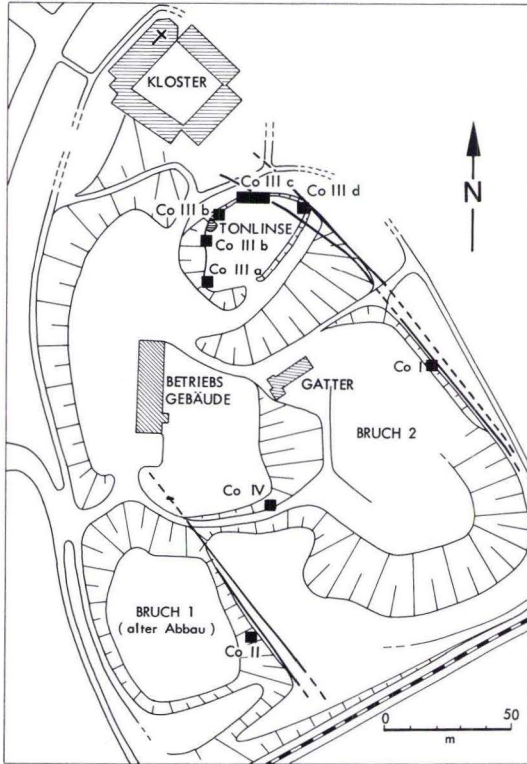


Abb. 3. Lageplan der Steinbrüche bei Cornberg. Situation 1990. Nach MOTZKA-NÖRING 1987, modifiziert.

2.1. Profilbeschreibungen (Abb. 5)

Allgemeine Anmerkungen

Der Cornberger Sandstein ist ein mittel- bis feinkörniger Sandstein. Er besteht hauptsächlich aus eckigen bis kantengerundeten Quarzkörnern. Darüber hinaus besitzt er einen nicht unerheblichen Anteil an Material im Schluff- und Tonkorngrößenbereich. Das Bindemittel ist teils karbonatisch, teils kieselig. Die ganze Serie ist mehr oder weniger dick gebankt. Innerhalb der Bänke läßt sich vielfach eine feine Lamination beobachten.

Er erscheint durch sekundäre Anreicherungen von Eisen-Manganoxiden geschichtet (Abb. 6). Diese Anreicherungen können dünnlagig sein oder mächtigere Partien einfärben. Diese „Pseudoschichtung“ muß nicht immer parallel zur tatsächlichen Schichtung verlaufen.

Profil Co IV: Wegeinschnitt des alten Hohlweges:

1: > 600 cm aufgeschlossen: Eisenach-Schichten. Konglomerat mit Sandsteinlinsen. Gerölle vorwiegend Quarz mit allen Rundungsgraden, aber überwiegend eckig bis kantengerundet; Durchmesser bis 5 cm. Matrix mittel- bis feinkörnig, mit relativ hohem Anteil im Schluff- und



Abb. 4. Überblick des Bruchhofes mit Profil Co III, Zustand Sommer 1990. Die Sohle wird vom Liegenden der „Tonlinse“, Co III, 6, gebildet. Im rechten Bildteil ist die östliche Hauptverfaltung zu erkennen.
Foto L. Trunkó.

Tonkorngrößenbereich. Farbe in den oberen drei m bräunlich-grau, zum Liegenden hin Farbumschlag zu violett-rötlich.

2: Ca. 60–120 cm Sandstein mit Konglomeratlinsen. Gerölle bis 3 cm Durchmesser, eckig bis kantengerundet. Matrix grau, stellenweise schwach violett gefärbt. Schicht 2 betrachten wir als tiefste Bank des Cornberger Sandsteins.

3: Ca. 120–60 cm graubrauner Sandstein, ungeschichtet, mit vereinzelt kantengerundeten Geröllen; überwiegend Quarz. Die Schichten 2 und 3 ergänzen sich infolge einer schrägen Grenzfläche zu einer Gesamtmächtigkeit von etwa 180 cm.

4: 20 cm konglomeratischer, bräunlicher Sandstein, kantengerundete Gerölle bis 1,5 cm Durchmesser.

5: 30 cm bräunlicher Sandstein.

Oberkante dieses Teilprofils ist die Geländeoberkante im Wegeinschnitt.

Profil Co III: Steinbruchhof unterhalb des Klosters:

Co III a: SW-Ecke des Steinbruchhofes:

PROFIL Co III

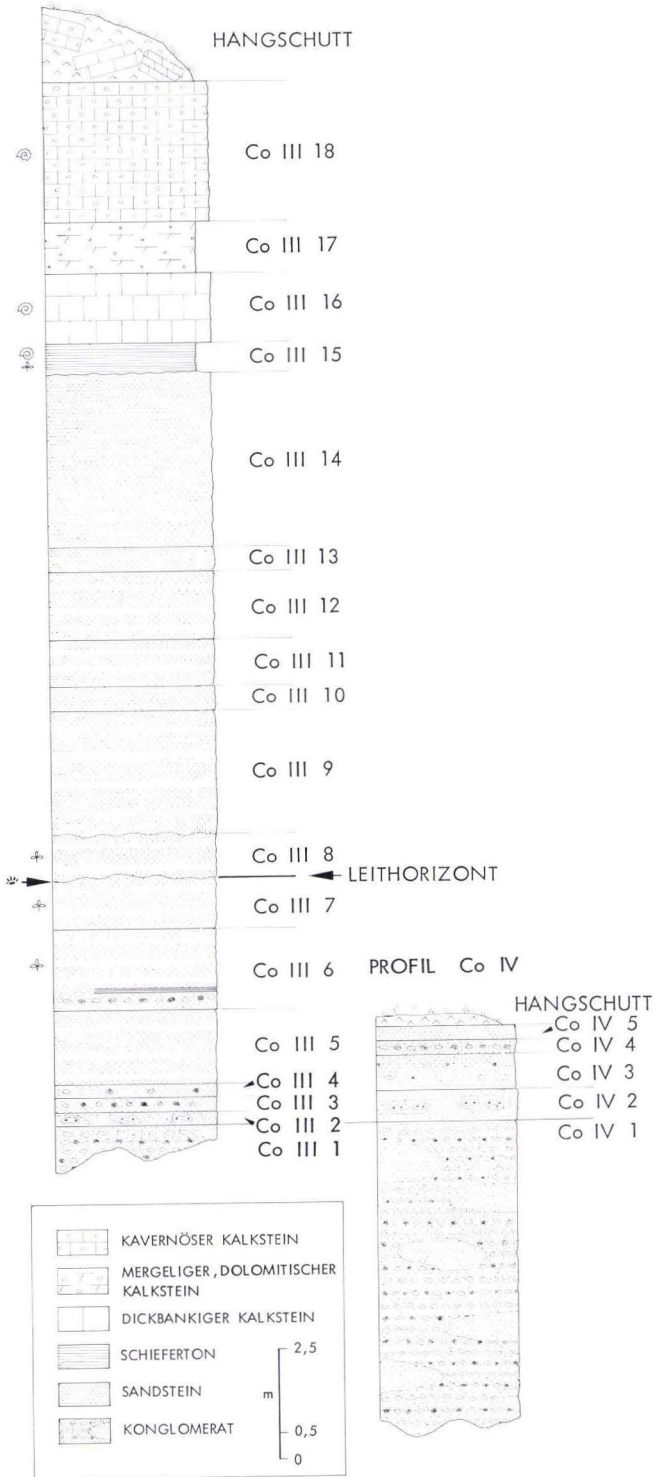


Abb. 5. Profile in den Cornberger Steinbrüchen, Aufnahme 1990, ergänzt 1991. Weitere Erläuterungen im Text.

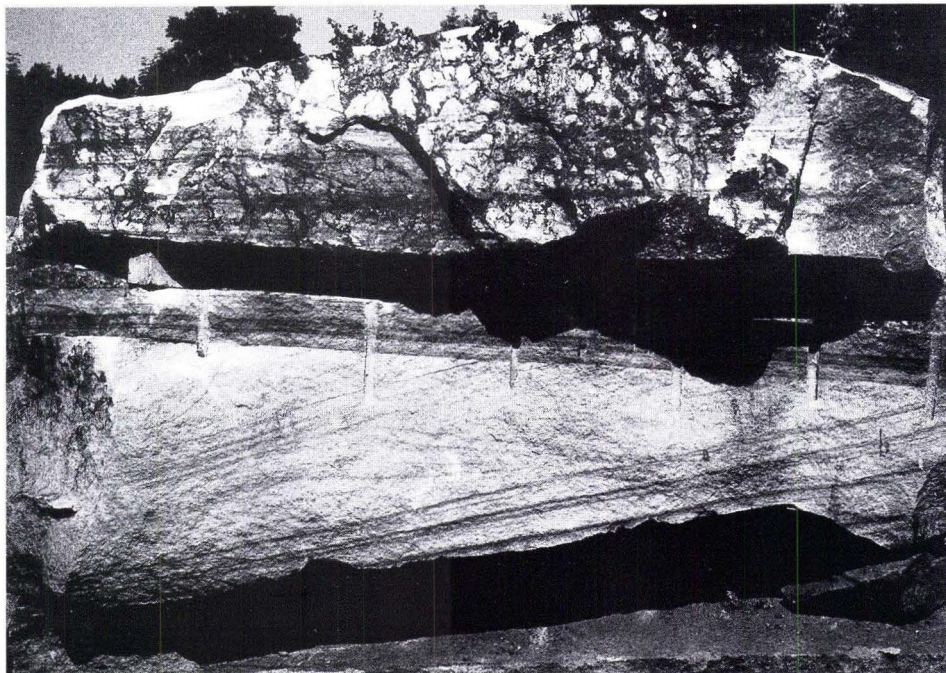


Abb. 6. Sandsteinblock mit Pseudoschichtung. Ca. Co III 6–9. Foto L. Trunkó.

1: > 20 cm aufgeschlossen: „Eisenach-Schichten“. Graues, ungeschichtetes Konglomerat, mit eckigen bis kantengerundeten Geröllen, vorwiegend Quarz, schlecht sortiert, bis 2,5 cm Durchmesser. Matrix mittel- bis feinkörnig, mit relativ hohem Anteil im Schluff- und Tonkorngrößenbereich. (= Co IV, 1 – Top) (Abb. 7).

2: 22 cm Sandstein mit Konglomeratlinsen. Gerölle bis 1 cm Durchmesser, gut gerundet. Matrix graubraun. (= Co IV 2). Schicht 2 betrachten wir als tiefste Bank des Cornberger Sandsteins.

3: 30 cm grauer Sandstein, braun geflammt, geröllführend. Gerölle überwiegend kantengerundeter Quarz bis 0,5 cm Durchmesser.

4: 22 cm hellgrauer Sandstein. Enthält sehr selten kleine Gerölle.
Streichen: 310° , Fallen 14° ENE.

5: 150 cm hellgrauer Sandstein, erscheint durch wechselweise hell- bis dunkelbraune Einfärbung geschichtet („Pseudoschichtung“). Der grobkörnige Anteil scheint nach oben hin abzunehmen. Relativ dickgebant.

6: 155 cm hellgrauer Sandstein (wie 5). „Pseudoschichtung“ enger.

Co III b: NW-Ecke des Steinbruchhofes:



Abb. 7. Grenzbereich Eisenach-Schichten und Cornberger Sandstein. Aufnahmestelle Co III a; im Profil Co III 3–4. Foto L. Trunkó.

Äquivalent III a, 6: 120 cm unter Top Gerölllage im ansonsten fast geröllfreien Sandstein. Gerölle eckig bis kantengerundet, in Ausnahmefällen bis zu 5 cm Durchmesser. Vorwiegend Quarz, Quarzite und Melaphyr.

Die Bankung von Co III a ist hier nicht immer in gleicher Weise vorhanden.

Ca. 2 m weiter entlang der Nordwestwand befindet sich direkt über der Gerölllage eine Schiefertonslinse. Das Liegende dieser Tonsteinlinse ist sehr stark ausgekolkt (bis zu 10 cm). Das Sediment paßt sich diesem Relief an und ist bis zu 3 cm mächtig. 15–20 qm der Linse waren im Sommer 1990 aufgeschlossen. Das Gestein ist mittelgrau, diagenetisch wenig verfestigt und führt hellen Glimmer. Es ist frei von Karbonaten und enthält keine Fossilien. Im Top der Linse befinden sich Trockenrisse (vor dem Büro Schuchhardt befindet sich eine Netzleisten-Platte aus diesem Bereich). Im Hangenden des Geröllhorizontes bzw. der

Tonsteinlinse treten die ersten Pflanzenreste auf. Eine große geschnittene Sandsteinplatte aus diesem Profilabschnitt mit zahlreichen nicht näher bestimmbar Koniferenresten liegt ebenfalls vor dem Büro Schuchhardt.

7: 95 cm graubeiger Sandstein mit feiner „Pseudoschichtung“, pflanzenführend. Auf der Schichtoberfläche befinden sich zahlreiche, relativ stark verwaschene Tetrapodenfährten (?*Amblyopus* sp., ?*Phalangichnus* sp. und *Chelichnus* sp.). Diese Schichtfläche ist uneben. Sie eignet sich als Leithorizont, weil sie sich über den gesamten Aufschlußbereich relativ gut verfolgen läßt.

8: 90 cm hellgrauer Sandstein mit „Pseudoschichtung“, ähnlich wie in 6. Schichtoberfläche ähnlich uneben wie die von 7. Zum Top hin ist eine zunehmende Anreicherung von Eisen-Manganoxiden zu beobachten. Parallel zur tatsächlichen Schichtung befinden sich im höchsten Bereich Lagen mit einem erhöhten Anteil von gut gerundeten Quarzkörnern im Mittel- bis Grobsandbereich. Diese grobklastischen Komponenten schwimmen in einer Matrix mit hohem Anteil an Schluff und Ton.

Der höchste beobachtete Pflanzenrest befindet sich ca. 30 cm über der Basis von 8.

9: 235 cm hellgrauer Sandstein, der nach oben feiner zu werden scheint. Mit undeutlicher und weitmaschiger „Pseudoschichtung“.

Co III c: Direkt unterhalb des Klosters:

10: 50 cm mittelgrauer Sandstein, relativ homogen mit undeutlicher „Pseudoschichtung“. Streichen NE / SW, Fallen: 10° SE.

11: 90 cm hellgrauer Sandstein, nach oben dunkler werdend, mit nur geringer, in den oberen 20 cm deutlicher „Pseudoschichtung“. Teilweise grobklastische Lagen, eingebettet in eine Matrix mit hohem Anteil an Schluff und Ton, in ähnlicher habitueller Ausbildung wie in 8.

12: 135 cm grauer Sandstein, überwiegend braun gefärbt, mit geringer „Pseudoschichtung“. Teilweise grobklastische Lagen wie in 11.

13: ca. 50 cm hell- bis mittelgrauer Sandstein. Sehr homogen, mit sehr undeutlicher, beiger „Pseudoschichtung“.

14: > 290 cm weißer Sandstein mit undeutlicher, dicker Bankung. Im wesentlichen ohne „Pseudoschichtung“.

Oberkante des Teilprofils Co III c: Mittelalterlicher Abbau Kloster Cornberg (mit Schutt verfüllt)

Co III d: NE-Ecke des Steinbruchhofes (im Bereich der östlichen Hauptverwerfung, Abb. 8):

Äquivalent Co III c, 14: Insgesamt 330 cm weißer bis sehr hellgrauer Sandstein, z.T. mit wolkiger, brauner Einfärbung. Kompakte Bank ohne erkennbare Parallelschichtung. Zum Top hin nimmt der Anteil im Schluff- und Tonkorngrößenbereich zu. Der Top des Cornberger Sandsteins ist teilweise im cm-Bereich ausgekolkt. Das Hangende bildet der Kupferschiefer des Zechstein 1. Es ist hier weder eine Aufbereitung des Cornberger Sandsteins durch die Z 1-Ingression, noch eine präzechsteinzeitliche Bodenbildung zu beobachten.



Abb. 8. Profilschnitt Co III 14–18. Top des Cornberger Sandsteins, Kupferschiefer, Zechsteinkalk und Anhydrit-Knotenschiefer in Karbonatfazies. Foto E. Frey.

Profilaufnahme des Zechsteins MUNK 1992 am gleichen Punkt:

Fazies: Paläotief

15: 40–50 cm bituminös, mergeliger Schiefertone, dunkelbraun bis schwarz (nicht näher gliederbar, da in der Nähe der östlichen Hauptverwerfung tektonisch sehr stark überprägt). Selten Fossilien (Pflanzenreste, Fischreste und Grabgänge).

= Zechstein 1 – T1 (Kupferschiefer)

16: 40–140 cm dickbankiger Kalkstein (wird nach S geringmächtiger), maximal 3 Bänke (Bankmächtigkeiten 40–50 cm) bräunlich – grau. Sehr selten Fossilien (Foraminiferen und Brachiopoden). Streichen 280°, Fallen 20° NNE

= Zechstein 1 – Ca1 (Zechsteinkalk)

17: 100–160 cm dünnplattiger, mergeliger, sandig verwitternder dolomitischer Kalkstein (nach S mächtiger werdend), hell braungrau, leicht kavernös. Bisher keine Fossilführung beobachtet.

= Zechstein 1 – Ca1 (Zechsteinkalk)

18: 280 cm aufgeschlossen, gebankter Kalkstein (Bankmächtigkeiten 10–20 cm), graubraun, zum Teil sehr hart, stark kavernös; teilweise gelblich-braun, lehmig verwitternd. Selten Fossi-

lien (Foraminiferen, Ostracoden, Gastropoden und Echinodermen).

= Zechstein 1 – A1 Ca (Karbonatfazies des Anhydritknotenschiefers)

Das Hangende bildet ca. 150 cm lehmiger Hangschutt, mit Kalksteinbrocken: (Ca1 und A1 Ca) sowie Plattendolomit (Ca3).

Profil Co I: E-Wand in Bruch 2 (Aufnahme MUNK 1984):

Fazies: Vermittelt zwischen Paläotief und Paläohoch

1: Hierunter wurde der komplette Cornberger Sandstein zusammengefaßt.

2: Ca. 40 cm bituminöser, mergeliger Tonstein, dunkelbraun bis schwarz, nicht näher gliederbar (in der Nähe der östlichen Hauptverwerfung tektonisch sehr stark überprägt). Selten Fossilien (Pflanzenreste und Fischreste sowie Grabgänge, die aus dem Ca1 durch den Kupferschiefer hindurch bis zum Top des Cornberger Sandsteins reichen). Streichen 110° ESE, Fallen 10° NNE.

= Zechstein 1 – T1 (Kupferschiefer)

3: 46 cm dickbankiger Kalkstein, graubraun. Sehr selten Fossilien (Foraminiferen und Brachiopoden).

= Zechstein 1 – Ca1 (Zechsteinkalk)

4: 120 cm dünnbankiger, sandig verwitternder, dolomitischer Kalkstein, hellbraungrau, leicht kavernös. Bisher keine Fossilien beobachtet.

= Zechstein 1 – Ca1 (Zechsteinkalk).

5: 180 cm aufgeschlossen: Gebankter Kalkstein (Bankmächtigkeiten 10–20 cm), hellbraungrau und zum Teil sehr hart. Stark kavernös, bisher keine Fossilien beobachtet. Streichen 100° , Fallen 20° NNE.

= Zechstein 1 – A1 Ca (Karbonatfazies des Anhydritknotenschiefers)

Das Hangende bilden ca. 150 cm lehmiger Hangschutt mit Kalksteinbrocken (aus Ca1 und A1 Ca), sowie Bruchstücke von Plattendolomit (Ca3).

Profil Co II: E-Wand von Bruch 1 (alter Abbau; Aufnahme MUNK 1984):

Fazies: Paläohoch

1: Hierunter wurde der komplette Cornberger Sandstein zusammengefaßt. Grenze zu 2 eben, ohne Auskolkungen im aufgeschlossenen Bereich. Im Topbereich Streichen N–S, Fallen 20° E.

2: 0–15 cm bituminöser, mergeliger Tonstein, dunkelbraun bis schwarz (nicht näher gliederbar, in der Nähe der westlichen Hauptverwerfung tektonisch sehr stark überprägt). Relativ häufig Fossilien (Mikrofauna, Pflanzen- und Fischreste). Streichen N – S, Fallen 10° E (leicht diskordant zum Liegenden).

= Zechstein 1 – T1 (Kupferschiefer)

Tab. 1. Korngrößenverteilung. Berücksichtigt wurden nur die karbonatisch gebundenen und damit säurelöslichen Partien des Gesteins. Bei der Berechnung wurde die Annahme zugrundegelegt, daß in den kieselig gebundenen Schlämmrückständen (> 0,63 mm) die übrigen Korngrößenklassen gleichmäßig vertreten waren. Dies wurde durch Beobachtungen an Schlifflen bestätigt

Probenummer	0,2–0,63	0,063–0,2	< 0,063
Co IV 2	37,11%	19,59%	43,30%
Co IV 5	59,13	16,52	24,35
Co III 7	46,74	20,12	33,14
Co III 8	50,00	19,56	30,43
Co III 9	53,12	20,00	26,88
Co III 10	51,22	22,56	26,22
Co III 11	45,98	22,08	32,03
Co III 12	48,63	22,59	28,41
Co III 13	49,13	17,92	32,95
Co III 14 a	43,97	22,70	33,33
–“– b	48,39	18,28	33,33
–“– c	42,97	19,63	37,42

Tab. 2. Stratigraphische Einstufung des Cornberger Sandsteins (C. S.) nach magnetostratigraphischen Gesichtspunkten (Nach MENNING 1986; stark modifiziert)

System	Standard-Gliederung	Mittleuropa	Etschtal (Südalpen)
Trias	Scyth	Bundsandstein	Werfener Schichten
O	Tatar	Zechstein / (marines Fazies) / R	Bellerophon-Sch. / (marine Fazies) /
b		/// C.S. //VH.0///////// o
c	Illawarra-	E i s e -	G r ö -
r	Umpolung	n a c h -	d e n e r
p	Kazan	Schich -	Schich -
e		t e n	t e n
r		(F u l d a -	
m			
Unterperm	Kungur	Werra -	n
	↓	B e c k e n)	d
	↓ ?	↓	e
		↓ ?	s

3 a: 3–5 cm gelblichbrauner Kalkstein, leicht sandig (Cu-Oxide häufig auf Klüften und in Hohlräumen). Reiche Fossilführung: Pflanzenreste, Fischreste, Lebensspuren; darüber hinaus eine sehr reiche Invertebratenfauna (Brachiopoden teilweise in Lebensstellung), sowie eine reiche Mikrofauna.

3 b: 35–37 cm graubrauner Kalkstein. Fossilführung wie in 3 a, allerdings weniger individuenreich und kleinwüchsiger Invertebraten. Sehr reiche Mikrofauna (überwiegend glaukonitisiert). Streichen N–S, Fallen 10° E.

3 a und 3 b bilden eine Bank. Es handelt sich dabei um die sogenannte „*Productus*“-Bank.

4: ca. 100 cm aufgeschlossen, sandiger graubrauner Kalkstein, dünnbankig, leicht kavernös. Geringere Fossilführung, Gastropoden (*Euomphalus rennstiegensis* DIETZ) treten jedoch häufiger auf.

3 a – 4 = Zechstein 1 – Ca1 (Zechsteinkalk)

2.2. Tektonik

ANDERLE 1987 machte längere Ausführungen zur Tektonik des Cornberger Sandsteins. Wir wollen uns daher nur auf einige Beobachtungen in der neuen Abbaustelle Co III beschränken.

Der Steinbruch befindet sich in einer Hochscholle, begrenzt von zwei Störungen, ca. 100–110 m breit (Abb. 3). Die Störungen streichen etwa 325°–125° (NW-SE). Sie fallen mit 75°–80° ein, die östliche Störung gegen NE, die westliche gegen SW. Die Sprungweite der östlichen Störung beträgt ca. 4 m, der E-Flügel ist gesenkt; bei der westlichen Störung wurde die Westscholle um 27–30 m gesenkt. In der Wand grenzen hier Eisenach-Schichten an die oberen Partien des Cornberger Sandsteins. Bewegungsstriemen, soweit sichtbar, verlaufen senkrecht. Vor der westlichen Störung, also ebenfalls westlich von ihr, liegt 1–1,2 m entfernt eine weitere fast parallele (330°–150°) Störungsfläche. Die Striemungen verlaufen hier nicht senkrecht, sondern fallen mit 20° gegen N ein. Die westliche Scholle wurde dabei schräg nach unten versetzt. In der SE-Wand des alten Bruchs erscheint diese Störung als eine scheinbar senkrechte Verwerfung mit Versatzbetrag 60–70 cm. An allen Störungsflächen bildeten sich Schwerspätgänge aus, mit Mächtigkeiten bis zu 20 cm.

Im derzeitigen Zustand des Abbaus erschwert die Störung an der NE-Wand des aktuellen Abbaus unter dem Kloster die Rekonstruktion der geologischen Verhältnisse in starkem Maße, da die Wand nahezu der Störungsfläche entspricht und mal im gehobenen, mal im abgesenkten Flügel verläuft.

Im alten Steinbruchhof wurde in plattigen Sandsteinen des CS Streichen 230°–50° und Einfallen 20° NW gemessen.

Der Cornberger Sandstein wird, wie im Bruchhof gut zu erkennen, stark durch Scherklüfte gegliedert. Gelegentliche waagrechte Striemungen zeigen geringe horizontale Verschiebungen an.

3. Beschreibung der Pflanzenfossilien

3.1. Verbreitung der pflanzenführenden Lagen im Profil

Die Pflanzenführung setzt über dem Geröllhorizont an der Basis von Co III b 6 ein. Pflanzen finden sich noch in den Schichten 6, 7 und 8. Höher wurden bisher keine Pflanzenfossilien beobachtet.

Laut mündlicher Mitteilung der Herren H.-K. Möller und W. Schuchhardt ist die flächenhafte Verbreitung im Steinbruchbereich auf die Ausdehnung der Tonsteinlinie (über dem Geröllhorizont in Schicht 6) beschränkt.

Außer diesem räumlich und zeitlich definierten Vorkommen sind im ganzen Verbreitungsbe- reich des Cornberger Sandsteins bisher keinerlei Pflanzenreste bekanntgeworden.

Die palynologischen Untersuchungen durch Hartkopf-Fröder ergaben, daß die untersuch- ten Proben aus der Schiefertonslinie bzw. dem Kupferschiefer keine Sporen und Pollen enthal- ten.

3.2. Erhaltung und Lage der Pflanzenreste im Sediment

Der Erhaltungszustand der Pflanzenfossilien ist nicht gut. Es sind überwiegend bruchstück- hafte Reste, wie stark mazerierte Coniferenzweige letzter Ordnung und kleine Holz- und Wurzelteile. Selten finden sich besser erhaltene größere Coniferenzweige. Auch diese wurden vor der Einbettung mehr oder weniger stark beschädigt.

Die Pflanzenreste sind nicht selten, gelegentlich treten sie sogar sehr stark gehäuft auf. Sie liegen nicht nur auf den Schichtflächen, sondern wurden in allen Winkellagen zur Schichtung eingebettet. Sofern sie auf den Schichtflächen liegen, lassen sie keine bevorzugten Orientie- rungsrichtungen erkennen.

Sämtliche Reste sind lediglich als Abdrücke, aber oft dreidimensional erhalten. Die häufig zu beobachtende Dunkelfärbung dieser Abdrücke ist auf sekundäre Auskleidung durch Fe- und Mn-Oxide zurückzuführen. Das gelegentlich massive Vorkommen von Manganmulm in größeren Holzresten täuscht eine Kohleerhaltung vor. Es haben sich dabei keinerlei anatomi- sche Strukturen erhalten. Insgesamt zeigt der Erhaltungszustand viele Ähnlichkeiten mit dem von KOWALCZYK & SCHAARSCHMIDT 1989 aus Altenmittlau beschriebenen Material.

3.3. Taxonomie

Alle ansprechbaren Pflanzenreste gehören den Coniferen an. Es ist daher sehr wahrschein- lich, daß die Wurzel- und Holzreste zum größten Teil ebenfalls von Coniferen stammen. Wegen des schlechten Erhaltungszustandes können alle Bestimmungen nur mit Vorbehalt durchgeführt werden.

?*Walchia* cf. *geinitzii* (HEER) FLORIN (Abb. 9):

Rund $\frac{1}{4}$ aller Reste rechnen wir zu dieser Form. Es handelt sich dabei im wesentlichen um Zweige letzter Ordnung. Sie sind durchschnittlich 60 mm lang. Die beblätterten Sprosse sind zwischen 4–5 mm breit. Die schuppenförmigen Blättchen sind ca. 3 mm lang bei einer Breite von ca. 1 mm. Sie sitzen mit breiter Basis an der Achse und wirken rundlich-dreieckig.

Soweit der Erhaltungszustand es erlaubt, können 6–7 Schuppenblätter auf 1 cm gezählt werden. Im Vergleich mit allen bekannten Coniferen-Formen des Perms entspricht diese Beschreibung am ehesten der von *Walchia geinitzii* (FLORIN 1939).

?*Ullmannia* cf. *bronni* GOEPPERT (Abb. 10):

Nur ca. 1% der Pflanzenfunde wird zu dieser Form gestellt. Es handelt sich dabei sowohl um Zweigwedelfragmente als auch Zweige letzter Ordnung. Diese haben eine Länge von ca. 65 mm bei einer durchschnittlichen Sproßbreite von ca. 12 mm. Die Einzelblätter können bis

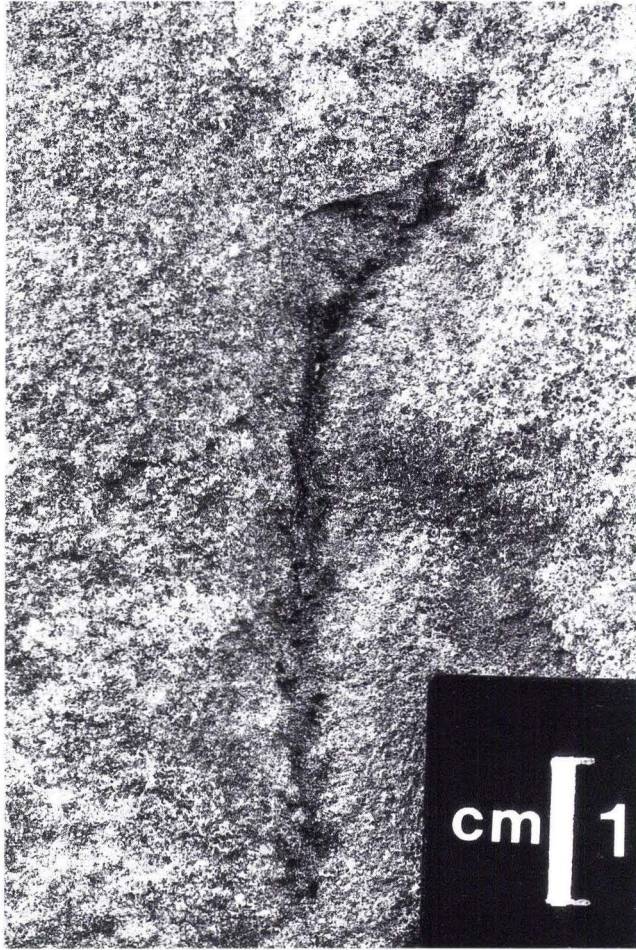


Abb. 9. ?*Walchia geinitzii*, Zweig letzter Ordnung. Foto V. Griener.

zu 10 mm lang werden und eine Breite bis zu 5 mm besitzen. Die Blätter stehen relativ locker, sie sind schuppenförmig, dabei rundlich-eiförmig bis stumpf zugespitzt.

Voltziales inc. sed. (Abb. 11):

Ca. 15% der Pflanzenfunde lassen sich trotz z.T. relativ guten optischen Eindrucks keiner aus dem Perm bekannten Coniferen-Form zuordnen. Es handelt sich dabei sowohl um Zweig-Wedel-Fragmente als auch um Zweige letzter Ordnung. Letztere sind bis zu 10 cm lang, die Sproßbreite beträgt durchschnittlich 7 mm. Die Einzelblätter sind durchschnittlich 5–7 mm lang bei einer durchschnittlichen Breite von ca. 2 mm. Auf einer Sproßlänge von 1 cm sind durchschnittlich 5 Blätter zu erkennen, sie laufen lanzettförmig zu und stehen in relativ weitem Winkel von der Sproßachse ab. Es handelt sich dabei möglicherweise um eine neue Art; der Erhaltungszustand erlaubt es aber nicht, die Art neu zu beschreiben.

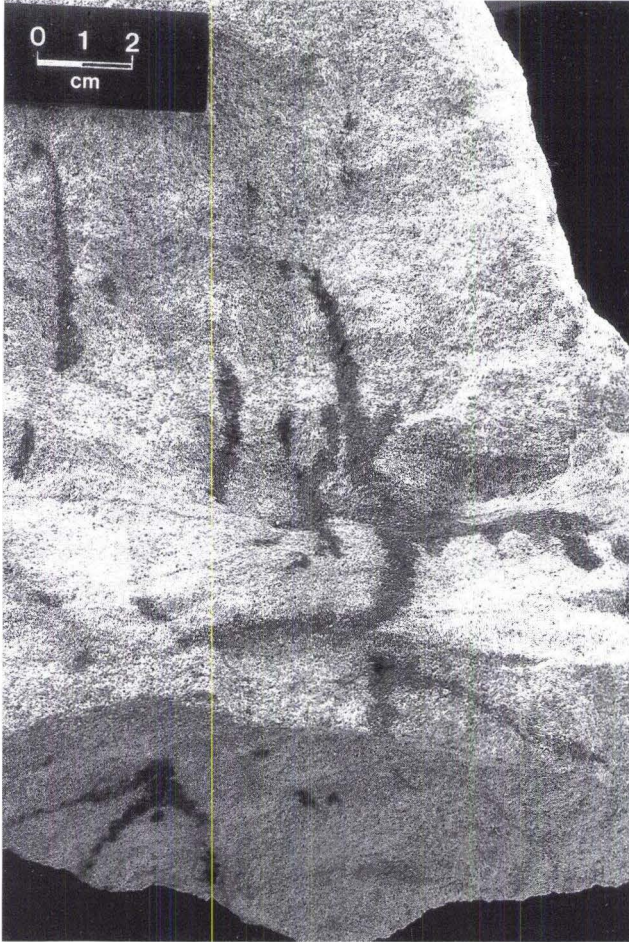


Abb. 10. ?*Ullmannia bronni*, zerfallenes Zweig-Wedel-Fragment. Foto V. Griener.

3.4. Stratigraphische und fazielle Bewertung der Flora

Die Möglichkeiten der Bewertung sind durch den Erhaltungszustand und die geringe Anzahl der Taxa naturgemäß eingeschränkt. Vorbehaltlich neuer, eventuell zu erwartender Funde schließen wir die Möglichkeit nicht aus, daß es sich um eine für Mitteleuropa neue Florenassoziation handeln könnte.

Was das Permokarbon (Unterrotliegendes) angeht, so fehlen typische Elemente der Walchien-Assoziation. Für die zeitlich näher stehende Florenassoziation des Zechsteins fällt das Fehlen von Charakterformen auf; *Ullmannia frumentaria* (SCHLOTHEIM) GOEPPERT, *Pseudovoltzia libeana* (GEINITZ) FLORIN und *Culmitschia florini* ULRICH. Die von KOWALCZYK & SCHAARSCHMIDT 1989 beschriebene Flora aus dem Liegenden des Zechsteins im hessischen Vorspessart kommt der neuen Cornberg-Flora stratigraphisch am nächsten; die dort am

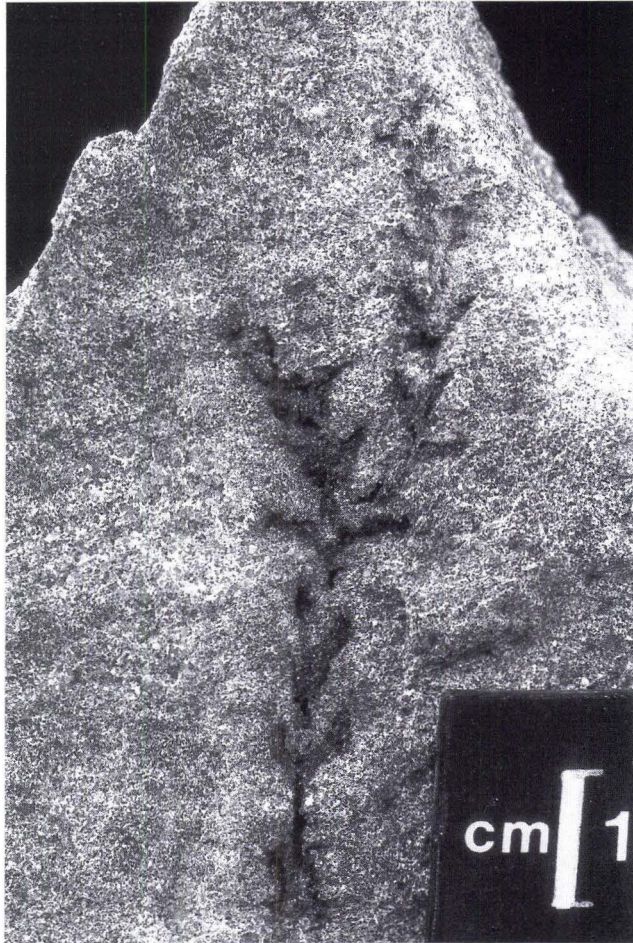


Abb. 11. *Voltziales inc. sed.* Foto V. Griener.

häufigsten auftretende Form „*Voltzia hexagona* BISCHOFF“ fehlt jedoch bisher in Cornberg. Auch konnten die dort relativ häufigen Fruktifikationen im Cornberg-Material bis jetzt nicht ausgemacht werden.

Die einzige Florenvergesellschaftung, die zumindest zwei Elemente der Cornberg-Flora enthält, ist die der Grödener Schichten der Südalpen. Es handelt sich dabei um *Ullmannia bronni* und *Walchia geinitzii*. Ökologisch handelt es sich dabei um extrem trockenheitsliebende Formen. Hier können wir nicht nur stratigraphische Vergleiche ziehen, sondern auch von einer Ähnlichkeit der Standortbedingungen ausgehen.

4. Interpretation der Ergebnisse

Von vielen Autoren wurde der Cornberger Sandstein als Dünenbildung am Rande des Zechsteinmeeres angesehen. Dies würde implizieren, daß es sich um überwiegend äolisch

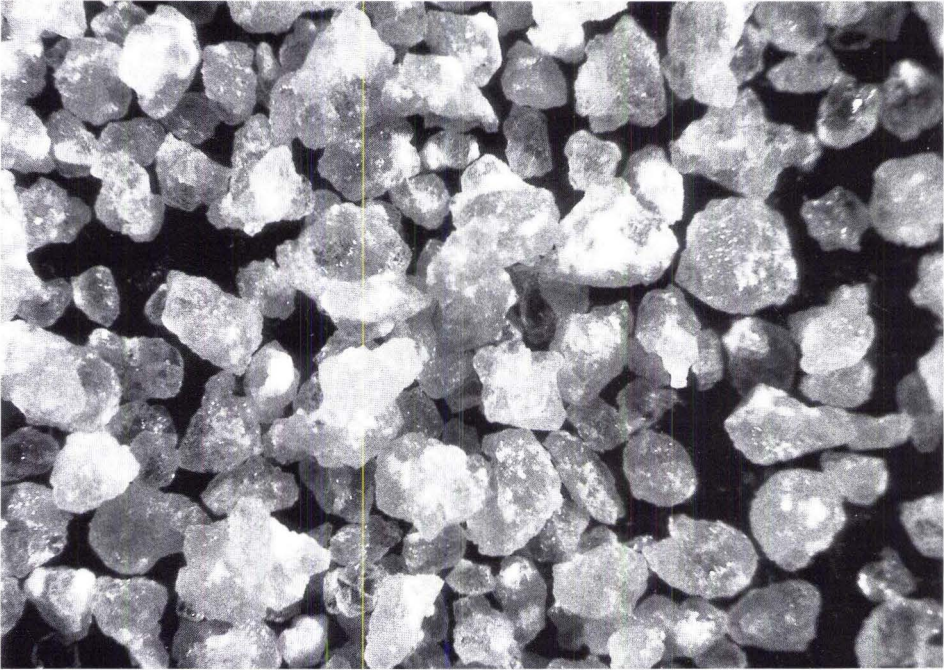


Abb. 12. Eckige Sandkörner aus der Probe Co III b, 7, Fraktion 0,063–0,2 mm. Foto V. Griener.

transportierte Sedimente handelt. Diese Interpretation wurde seit RICHTER 1941 von der überwiegenden Anzahl der Autoren angenommen, zuletzt von DACHROTH 1988. RICHTER-BERNBURG 1987 revidiert zwar die früheren Vorstellungen hinsichtlich der Nähe eines Meeres, bleibt aber bei der Deutung des Cornberger Sandsteins als Dünenbildung. Habitus, Sortierung und Rundungsgrad der Körner geben in diese Richtung jedoch keinen Hinweis. Es handelt sich um einen fein- bis mittelkörnigen Sandstein mit eckigen Komponenten (Abb. 12). Gut gerundete Körner erscheinen vorzugsweise nur in den obersten Bereichen durch echte Schichtflächen getrennter Bänke. Das läßt darauf schließen, daß äolischer Einfluß nur in der Endphase der Ablagerung einer Schicht sich bemerkbar machen konnte. Im Bezug auf das komplette Profil des Cornberger Sandsteins ist jedoch nicht eine generelle Zunahme des Abrundungsgrades zu beobachten. Selbst in den tiefsten, noch konglomeratischen Lagen sind die psammitischen Bestandteile vom gleichen Habitus wie in den höchsten Partien des Profils. In Dünenanden gibt es einen Umschlagpunkt bei 100 μ ; größere Körner sind überwiegend gut gerundet (GLENNIE 1970), kleinere eckig. Im Cornberger Sandstein liegt dieser Umschlagpunkt in der gesamten Abfolge bei 500–600 μ . Durch das ganze Profil finden sich in jeder Probe mindestens 20%, meistens mehr an Feinkorngrößen im siltig-tonigen Bereich; nach GLENNIE 1970 ist ein Kriterium für die äolische Entstehung, daß dieser Anteil unter 5% liegt. Die Sortierung ist generell nicht so gut wie bei äolischen Dünen; dies wurde schon von PRYOR 1971 betont.

Hier wird davon ausgegangen, daß die Masse des Sandes durch Wasser angeliefert wurde. Als Hinweise für aquatische Ablagerungsbedingungen können weiterhin die Fährten gewertet werden, die sich nur in einer feuchten Matrix haben erhalten können. BRAND & THU TANG

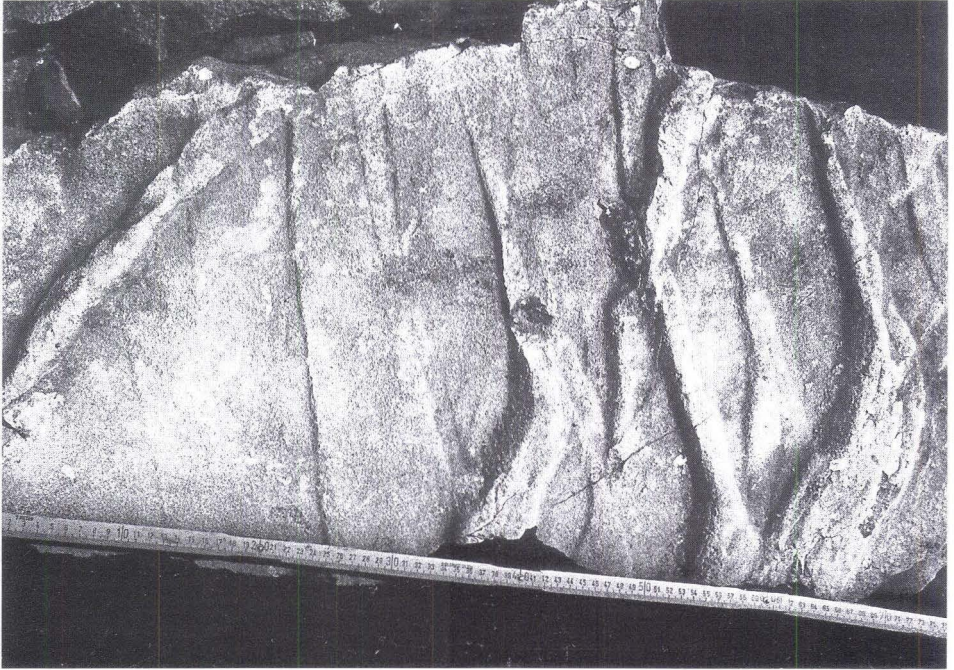


Abb. 13. Ausfüllungen von Fließmarken und Schleifspuren auf der Sohlfläche einer Sandsteinbank.
Foto L. Trunkó.

1991 haben Beweise dafür zusammengetragen, daß die Fährten in dem faziell wie altersmäßig sehr ähnlichen Coconino-Sandstein Arizonas teilweise sogar unter Wasserbedeckung entstanden sind. HAUBOLD (mündl. Mitt. 1991) nimmt für einen Teil der Cornberger Fährten ebenfalls eine subaquatische Entstehung an. SCHMIDT 1959 geht zwar von einer feuchten Matrix aus, übernimmt aber ansonsten die Theorie von Küstendünen und zieht einen direkten Vergleich zu den Bedingungen an der heutigen Nord- und Ostsee. Der feuchte Sand vor den Dünen dort ist jedoch durchsetzt mit Resten mariner Organismen, die im Cornberger Sandstein vollkommen fehlen. Schleif-, Fließ- und Belastungsmarken (Abb. 13) sowie Zungenrippeln weisen auf Transport durch Wasser hin. Die gelegentlich zu beobachtende Megakreuzschichtung ist kein Gegenbeweis gegen eine aquatische Sedimentation. Es handelt sich um eine gleichmäßige schräge Einschüttung bzw. um Ausfüllungen flacher Rinnen des Liegenden durch eine neue Schüttung (Abb. 14).

Der Cornberger Sandstein geht allmählich aus den liegenden Konglomeraten der Eisenach-Schichten hervor: Er beginnt mit sandigen Einschaltungen in den Konglomeraten, es folgen Sandsteine mit einzelnen Konglomeratlinsen, deren Anteil nach oben immer geringer wird (Abb. 5). Zuletzt treten einzelne geröllführende Horizonte auf, der letzte direkt unterhalb der Tonsteinlinse in Schicht 6. Es ist also im Untersuchungsgebiet ein Übergangsbereich von 2,5–3 m von den grobklastisch betonten Konglomeraten hin zu den reinen Sandsteinen vorhanden. RICHTER-BERNBURG 1987 bringt Beispiele einer seitlichen Verzahnung von „Cornberger“ Sand-



Abb. 14. Rinnenfüllung im Aufnahmepunkt Co III d. Die Rinne setzt auf Top Co III 9 auf.
Foto L. Trunkó.

stein mit groben fluviatilen Konglomeraten als Beweis gegen eine marine Entstehung des ersteren, zieht aber nicht den Schluß, daß dieser Umstand auch als Hinweis auf aquatische Entstehungsbedingungen des Sandsteins gewertet werden könnte.

Falls der Cornberger Sandstein eine litorale Bildung des Zechsteinmeeres sein sollte, müßte eine seitliche Verzahnung des Cornberger Sandsteins mit marinen Zechsteinsedimenten angenommen werden. Eine derartige Verzahnung von ältesten Zechsteinsedimenten (Kupferschiefer, Zechsteinkalk) mit den liegenden terrestrischen Klastika ist jedoch nirgendwo bekanntgeworden.

Nach SCHMIDT 1959 kommen als Erzeuger der Cornberger Fährten sowohl diverse Formen früher Archosauromorphen als auch Synapsiden, darunter z.T. auch großwüchsige Formen, in Frage. Auf einzelnen Schichtflächen sind die Fährten derart häufig, daß das Gebiet von Tetrapoden sicher oft aufgesucht wurde. Es wäre zu erwarten, daß ihre Reste in den marinen Sedimenten gelegentlich erhalten, ja sogar in der küstennahen Fazies angereichert worden wären. Die ohnehin extrem selten auftretenden Tetrapodenreste des Kupferschiefers (*Protosaurus*, *Parasaurus* und *Coelurosauravus*) finden sich bis jetzt ausschließlich in Beckenfazies.

Das Zechsteinmeer transgrediert auf den Cornberger Sandstein ohne Aufarbeitungshorizont. Im Einklang mit RICHTER-BERNBURG 1987 kann davon ausgegangen werden, daß der Cornberger Sandstein z.Z. der Z1-Ingression eine gewisse Festigkeit besaß. Eine leichte Diskordanz, die auf einen Hiatus schließen läßt, ist deutlich erkennbar.

Davon ausgehend, daß der Cornberger Sandstein ein Fan-Sediment ist, erweckt die lithostratigraphische Abfolge im Steinbruch Schuchhardt den Eindruck, als läge der Übergangsbereich von den Eisenach-Schichten zum Cornberger Sandstein mal im proximalen, mal im distalen Bereich derartiger Schuttfächer. Bei zunehmender Abnahme der Reliefenergie verschiebt sich dieses Gleichgewicht immer mehr in den distalen Bereich. Die Position der Pflanzenreste im Sediment spricht auch für eine fluviatile Anschüttung des Materials. Diese Deutung schließt sicherlich nicht aus, daß der Sand in Pausen der aquatischen Anlieferung äolisch beeinflusst und lokal umgelagert wurde.

In Cornberg befinden wir uns am südlichen Saum der Hunsrück-Oberharz-Schwelle. Das SE anschließende Richelsdorfer Gebirge war z.Z. des Oberperms eine nach N ausgreifende Teilbucht des Hessischen Troges. Dort besteht das Liegende des Zechsteins aus Grauliegend-Konglomerat. Es ist bereichsweise als feinkörniger, geröllführender heller Sandstein von 1 – 3 m Mächtigkeit ausgebildet. Im Einklang mit ORTLAM 1974 gehen wir davon aus, daß auf diesen Psammiten eine Bodenbildung stattgefunden hat (= VH 0). Die Bleichung der ansonsten rotgefärbten Sedimente (Eisenach-Schichten) ist auf die reduzierende Wirkung des ingredierenden Zechstein-Meeres zurückzuführen. Wir sehen den Cornberger Sandstein als Sedimentationsfazies des Paläobodens VH 0 im Richelsdorfer Gebirge an. Von der Hunsrück-Oberharz-Schwelle wurden Schuttfächer ins Becken geschüttet: Zunächst blieben die größeren Bestandteile liegen, ihnen folgt ein Sandgürtel – Cornberger Sandstein –, während das Beckeninnere nicht mehr vom größeren Material erreicht wurde, so daß dort die Bodenbildung weiterging.

Wir schließen uns also der von RICHTER-BERNBURG wiederholt geäußerten Auffassung an, daß der Cornberger Sandstein als kontinental gebildetes Sediment zur Rotliegend-Fazies gehört und in seinem Verbreitungsgebiet deren Schlußglied bildet.

Die magnetostratigraphische Untersuchung des Cornberger Sandsteins durch DACHROTH 1976 ergab eine überwiegend normal gerichtete Polarisierung über der Illawarra-Umpolung. (Nach MENNING 1986 im tieferen Tatarium.) Die Illawarra-Umpolung liegt in den Eisenach-Schichten, im südalpinen Raum in den Grödener Schichten. Der Cornberger Sandstein über den Eisenach-Schichten ist ins höhere Tatarium zu stellen (damit auch der gesamte Zechstein).

Diese stratigraphische Einstufung erklärt die Vergleichbarkeit der Floren des Cornberger Sandsteins mit denen der Grödener Schichten. Eine Ähnlichkeit kann auch für die Tetrapoden-Fährten geltend gemacht werden. Damit soll kein direkter Vergleich angestellt werden: Die typischen „Grödener Sandsteine“ sind auf großen Schwemmlandebenen entstanden zwischen einem Abtragungsgebiet im Westen und einer Depression mit tonigem und siltigem Material im Osten (BRANDNER & MOSTLER 1982).

Neue Aspekte für die biostratigraphische Einstufung der Cornberger Fährten ergeben sich durch die Untersuchungen im Zechstein bei Korbach (SUES & MUNK i.V.): Die dort nachgewiesenen Tetrapodengruppen, insbesondere die Therapsiden und Archosauromorphen, kommen am ehesten als Erzeuger für die Cornberger Fährten in Frage. Die Korbacher Tetrapoden-Vergesellschaftung weist sehr starke paläobiogeographische und somit biostratigraphische Beziehungen zur *Daptocephalus*-Zone (oberstes Perm) des südlichen Afrikas auf. Auch dies spricht für die Einstufung des Cornberger Sandsteins ins höhere Tatar, wobei die Korbacher Spalte etwas jünger ist; allerdings befinden wir uns innerhalb der gleichen Biozone.

Danksagungen: Die Photos im Atelier wurden von Herrn V. GRIENER, SMNK, hergestellt. Herr Dipl.-Geol. CH. HARTKOPF-FRÖDER, Geol.L.-Amt NRW Krefeld, untersuchte die Sporenproben. Die Herren

Prof. Dr. HAUBOLD, Universität und Geiseltalmuseum Halle, sowie Prof. Dr. Dr. H.-D. SUES, Royal Ontario Museum, Toronto, lieferten konstruktive Diskussionsbeiträge. Die Herren H. KAUFMANN, Frankenberg/Eder, H.-K. MÖLLER, Cornberg, sowie T. ROATZSCH, Meinhard-Grebendorf, halfen tatkräftig im Gelände und stellten selbstlos ihr Material zur Verfügung. Herr Dipl.-Geol. T. KELLER, L.-Amt für Denkmalpflege Wiesbaden, führte das Genehmigungsverfahren durch. Herr W. SCHUCHHARDT, Cornberg-Rockensüß, ermöglichte bereitwillig die Geländearbeiten in seinem Steinbruch, gewährte technische Unterstützung sowie Einblick in seine Sammlung. Herrn F. WEIK, SMNK, besorgte die Reinzeichnung der Abbildungen.

Allen Obengenannten sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

5. Schriftenverzeichnis

- ANDERLE, H.-J. (1987): Klüfte. — In: MOTZKA-NÖRING, R. (1987): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen, Bl. 4925 Sontra. — 140–148, Abb. 51–52; Wiesbaden.
- BECKSMANN, E. (1930): Geologische Untersuchungen an jungpaläozoischen und tertiären Landoberflächen im Unterharzgebiet. — N. Jb. Mineral., Abt. B, **64**: 79–146; Stuttgart.
- BEYRICH, E., & MOESTA, F. (1876): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preußen und den Thüringischen Staaten, Bl. Sontra. — 35 S., 2 Karten; Berlin.
- BRAND, L. R., & THU TANG (1991): Fossil vertebrate footprints in the Coconino Sandstone (Permian) of northern Arizona: Evidence for underwater origin. — *Geology*, **19**: 1201–1204, 6 Abb.; Boulder/Colo.
- BRANDES, T. (1912): Sandiger Zechstein am alten Gebirge an der unteren Werra und Fulda und die Kontinuität des Landwerdens in Mitteldeutschland. — *Cbl. Miner., Geol., Paläont.*, **1910**: 660–671, 1 Taf.; Stuttgart.
- BRANDNER, R., & MOSTLER, H. (1982): Der geologische Aufbau des Schlerngebietes und seiner weiteren Umgebung. — Exk. Führer 4. Jahrestagung ÖGG, Seis, 1–42, 19 Abb., 3 Taf.; Innsbruck.
- DACHROTH, W. (1976): Gesteinsmagnetische Marken im Perm Mitteleuropas. — *Geol. Jb.*, **E 10**: 3–63, 19 Abb., 3 Taf.; Hannover.
- (1988): Oberrotliegendes und Perm/Trias-Grenze in der Pfalz und Vogesen. — *Z. geol. Wiss.*, **16**: 1013–1028, 5 Abb., 10 Bilder; Berlin.
- FICHTER, H. (1987): Zum Bearbeitungsstand der Cornberger Tetrapoden. Fährten, Fauna und zur Frage der Alterseinstufung des Cornberger Sandstein. — *Int. Symp. Zechstein*, **87**: 31–32; Bochum.
- FLORIN, R. (1939–1945): Die Koniferen des Oberkarbons und des Unteren Perms. — *Palaeontogr.*, Abt. B, **85**: 2–279, 65 Abb., 5 Tab., 180 Taf.; Stuttgart.
- GLENNIE, K. W. (1970): Desert Sedimentary Environments. — *Developments in Sedimentology*, **14**, 222 S., 146 Abb., 4 Tab.; Amsterdam.
- HAUBOLD, H. (1984): Saurierfährten. — *Neue Brehm-Bücherei*, **479**, 231 S., 135 Abb., 19 Tab.; Wittenberg-Lutherstadt.
- & SCHAUMBERG, G. (1985): Die Fossilien des Kupferschiefers. — *Neue Brehm-Bücherei*, **333**, 223 S., 139 Abb., 19 Tab.; Wittenberg-Lutherstadt.
- KATZUNG, G. (1972): Stratigraphie und Paläogeographie des Unterperms in Mitteleuropa. — *Geologie*, **21**: 570–584, 3 Abb.; Berlin.
- KLINGNER, F. E. (1928): Bemerkungen zu einer Fährtenplatte aus dem Kornberger Sandstein. — *Cbl. Miner.*, **B**, 641–645; Stuttgart.
- KOWALCZYK, G., & SCHAARSMIDT, F. (1989): Neue Koniferenfunde aus dem Zechsteinkonglomerat Südhessens. — *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **109**: 153–163, 1 Taf., 3 Abb.; Frankfurt a. M.
- KULICK, J. (1987a): Cornberger Sandsteine und Weißliegendes, Grenze Rotliegendes/Zechstein. — In: MOTZKA-NÖRING, R. (1987): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen, Bl. 4925 Sontra. — 23–36, Abb. 8–15; Wiesbaden.
- (1987b): Der über Tage anstehende Zechstein in Hessen. — *Int. Symp. Zechstein 87*, Exk.-Führer II, 19–140, 81 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- LEONARDI, P. (1967): Le Dolomiti — geologia dei monti tra Isarco e Piave. — *Vol. I*, 552 S., 274 Abb., 64 Taf.; Trento (Consiglio Naz. Ricerche & Giunta Provinciale).
- MENNING, M. (1986): Zur Dauer des Zechsteins aus magnetostratigraphischer Sicht. — *Z. geol. Wiss.*, **14 (4)**: 395–404, 2 Abb., 1 Tab.; Berlin.

- MOTZKA-NÖRING, R. (1987): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen, Bl. 4925 Sontra. — 296 S., 91 Abb., 16 Tab., 6 Taf., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- ORTLAM, D. (1974): Inhalt und Bedeutung fossiler Bodenkomplexe in Perm und Trias von Mitteleuropa. — Geol. Rdsch., **63**: 850–884, 29 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.
- PRYOR, W. A. (1971): Petrology of the Weißliegendes sandstones of the Werra-Fulda areas, Germany. — Geol. Rdsch., **60**: 524–552, 13 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.
- RICHTER, G. (1941): Paläogeographische und tektonische Stellung des Richelsdorfer Gebirges im hessischen Raume. — Jb. Reichsst. Bodenforsch., **61**: 283–332, 19 Abb., 3 Taf.; Berlin.
- RICHTER-BERNBURG, G. (1987): Das sogenannte Zechsteinkonglomerat und die Grenze Rotliegendes/Zechstein. — Geol. Jb. Hessen, **115**: 117–129, 7 Abb.; Wiesbaden.
- SCHMIDT, H. (1959): Die Cornberger Fährten im Rahmen der Vierfüßler-Entwicklung. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **28**, 137 S., 57 Abb., 9 Taf., Wiesbaden.
- SCHUHMACHER, C. (1985): Die Kupfervererzungen des basalen Zechsteins im Rahmen der sedimentären Entwicklung des Werra–Fulda-Beckens. — Diss., 142 S., 57 Abb., 6 Taf.; Braunschweig.
- SUES, H.-D., & MUNK, W. (i.V.): Erster Nachweis einer kontinentalen Tetrapoden-Fauna im Zechstein (Ober-Perm, Tatarium) Mitteleuropas.
- TRUNKÓ, L., & MUNK, W. (1990): Makroflora aus dem Unterrotliegenden (Unterperm) von Alsenz bei Bad Kreuznach/Rheinland-Pfalz. — *Carolinea*, **48**: 21–30, 6 Abb., 2 Taf.; Karlsruhe.
- TRUSHEIM, F. (1964): Über den Untergrund Frankens. — *Geol. Bavarica*, **54**: 1–92; München.
- WEIGELT, J. (1928): Die Pflanzenreste des mitteldeutschen Kupferschiefers und ihre Einschaltung ins Sediment. — 592 S., 1 Titelbild, 14 Abb., 35 Taf.; Berlin.

Manuskript eingegangen am 24. 6. 1993

Geol. Jb. Hessen	121	S. 41–59	6 Abb.	1 Tab.	1 Taf.	Wiesbaden 1993
------------------	-----	----------	--------	--------	--------	----------------

Charophyten aus dem Oligozän/Miozän des nördlichen Oberrheingrabens und des Hanauer Beckens (Frankfurt am Main und Umgebung)

Von

JÜRGEN SCHWARZ*

Kurzfassung: Das Originalmaterial zu WIESNER (1963, 1967) aus dem nördlichen Oberrheingraben und dem Hanauer Becken (Oligozän/Miozän) wurde auf Charophyten durchgesehen. Von 17 Lokalitäten werden insgesamt 13 Arten beschrieben und abgebildet.

Es wird weiterhin versucht, Korrelationen zwischen den stratigraphischen Angaben WIESNERS (einschließlich seiner Mikrofossil-Zonierung), den aktuellen Auffassungen zur Stratigraphie sowie der Charophyten-Zonierung herzustellen.

Abstract: The original material of WIESNER (1963, 1967) from the northern part of the Upper Rhine Graben and the Hanau Basin (Oligocene/Miocene) was examined for charophytes. 17 localities yielded 13 species which are described and figured.

Further, the investigation tries to establish correlations between the stratigraphical terms used by WIESNER (inclusive his microfossil zonation), the actual conceptions on the stratigraphy, and the charophyte zonation.

Résumé: Le matériel originaire de WIESNER (1963, 1967), provenant de la partie septentrionale du Fossé Rhénan et du Bassin de Hanau (Oligocène/Miocène), était examiné pour charophytes. 17 localités fournissaient 13 espèces qui sont décrites et figurées.

L'étude tente d'établir des corrélations entre les données stratigraphiques employées par WIESNER (sa zonation micropaléontologique inclus), les conceptions actuelles sur la stratigraphie ainsi que la zonation de charophytes.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	42
2. Spezieller Teil	44
3. Biostratigraphie	50
3.1. Schleichsand (SSd)	50
3.2. Cyrenenmergel (CyM)	50
3.2.1. Unterer Cyrenenmergel (UCyM), Süßwasserfazies	50
3.2.2. Cyrenenmergel (CyM), Normalfazies	50
3.3. Süßwasserschichten (SWS)	51
3.3.1. Globigerinen-Sand	51
3.3.2. Süßwasserschichten i.e.S. (WIESNER 1963)/Weisenauer Schichten, Zone 0 (WIESNER 1967)	51
3.4. Cerithienschichten (CeS)	54
3.4.1. Zone 1 – <i>Uvigerinella michelsi</i> – <i>Brizalina grossauheimensis</i> -Zone	54
3.4.2. Zone 2 – <i>Eoeponidella zinndorfi zinndorfi</i> -Zone	55
3.5. Untere <i>Inflata</i> -Schichten (UInS), Zone 4 – <i>Hydrobia inflata</i> – <i>Cyprideis? rhenana</i> -Zone	56

* Dr. J. SCHWARZ, Habsburgerallee 104, 60385 Frankfurt

3.6. Obere <i>Inflata</i> -Schichten (OInS), Zone 5 – <i>Hydrobia inflata</i> – <i>Cyprideis? lienenklausii</i> – <i>Heterocypris francofurti</i> -Zone	56
3.7. Landschneckenmergel (LSM), Zone 11 – <i>Cypridopsis? kinkelini</i> – <i>Cypridopsis? triebeli</i> – Lumbriidae-Zone	58
4. Schriftenverzeichnis	58

1. Einleitung

Die Grundlage dieser Arbeit bildet das im Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Frankfurt am Main hinterlegte Originalmaterial zu den Untersuchungen von WIESNER (1963, 1967). Aus der Vielzahl der Mikrofossilzellen ließen sich bei der Durchmusterung 42 Proben mit Charophyten abtrennen; deren Häufigkeit schwankt je nach Probe zwischen Einzelemplaren und extremen Massenvorkommen. Das Charophyten-Material wurde mittlerweile in die Botanisch-Paläobotanische Abteilung des Forschungsinstitutes Senckenberg, Frankfurt am Main, überführt (Katalog-Nr. SM.B 14.266 – 14.377).

Die Diplom-Arbeit WIESNERS (1963) befaßt sich mikropaläontologisch vor allem mit der oligozänen Schichtenfolge (Rupelton bis Süßwasserschichten). Infolge des weitgehenden Fehlens der eine Gliederung ermöglichenden Makrofauna sollte eine solche auf mikropaläontologischer Basis erarbeitet werden, wie sie bis dato lediglich für den Rupelton bestand. Es erwies sich jedoch, daß der Rupelton zwar gut abgrenzbar ist, die jüngere „Cyrenenmergel-Gruppe“ (Schleichsand, Cyrenenmergel, Süßwasserschichten) der älteren Autoren (Tab. 1) (zurückgehend auf BOETTGER 1875) in sich aber nur schwer gliederbar war (s. a. SONNE 1988).

In seiner Dissertation wandte sich WIESNER (1967) der Abfolge „Weisnauer Schichten“ bis Prososthenienschichten/Braunkohlentone zu, damals in ihrer Gesamtheit noch als Miozän betrachtet. Einzelheiten zur stratigraphischen Stellung der Einheiten aus heutiger Sicht werden im Kapitel Biostratigraphie diskutiert.

An einem sehr umfangreichen Probenmaterial nahm WIESNER eine eingehende taxonomische Bearbeitung der zahlreichen bestimmbareren Foraminiferen- und Ostrakoden-Arten vor. Ein besonderes Augenmerk wurde auch auf die exakte Registrierung biostratigraphischer Signale (Ein- und Aussetzen von Arten, Häufigkeitsverteilungen) gerichtet. Dies resultierte in einer Untergliederung des gesamten damals durchgängig als Miozän betrachteten Schichtenkomplexes in 13 aufeinander folgende Mikrofossilzonen (Zonen 0 – 12), die nach den sie charakterisierenden Faunenelementen benannt sind. In dieser Einteilung finden auch die zyklisch wiederkehrenden Abläufe von marinen Vorstößen, Verbrackungen und Aussüßungen ihren Niederschlag. WIESNER (1967) ist mit seiner grundlegenden, heute noch weitgehend gültigen ersten mikrofaunistischen Gliederung des Kalktertiärs im nördlichen Oberrheingraben und Hanauer Becken wegweisend für spätere darauf aufbauende Untersuchungen im Mainzer Becken (KAWASH 1974, BEST 1975, SCHÄFER 1984, ROTHAUSEN, Koord. 1988).

Die in dieser Arbeit behandelten 17 Fundpunkte (Abb. 1) liegen in der weiteren nördlichen und östlichen Umgebung von Frankfurt am Main sowie dem Stadtgebiet selbst. Sie befinden sich nach heutigem Verständnis also innerhalb der Strukturen des Hanauer Beckens und des nördlichen Oberrheingrabens.

Im einzelnen handelt es sich um folgende Lokalitäten:

Blatt 5818 Frankfurt a. M. Ost:

- | | |
|----------|---|
| WR 206f: | W Niederdorfelden; R 348528/H 556215. |
| WR 227: | Hinter den Erlen bei Niederdorfelden; R 348741/H 556057. |
| WR 306d: | Offenbach-Bieber, 4,7 m; Koordinaten, auch nach einer Anfrage bei Dr. WIESNER, nicht mehr zu ermitteln. |

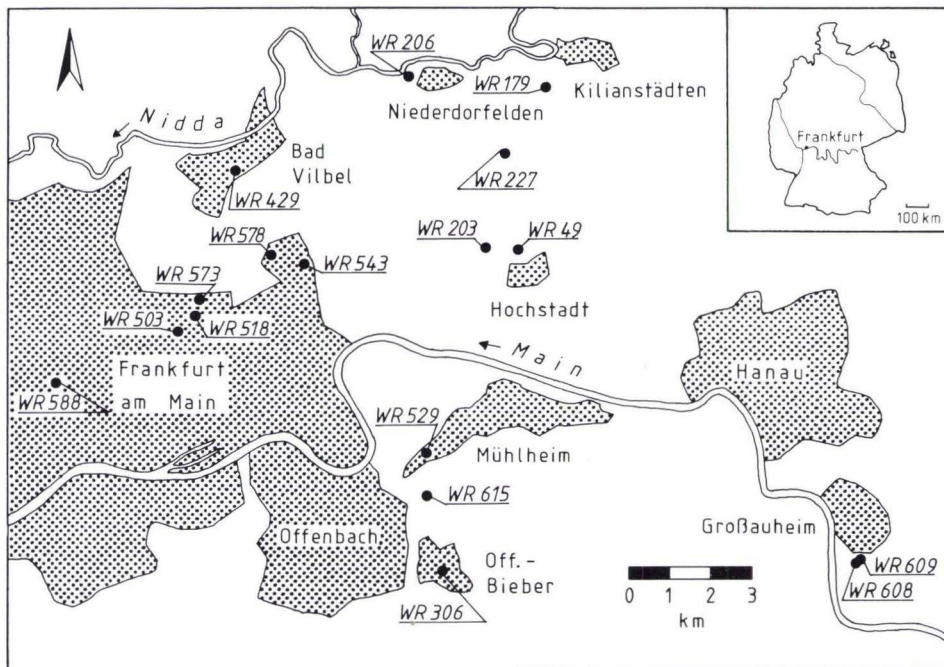


Abb. 1. Geographische Übersicht zur Lage Charophyten führender Proben im oberen Paläozän und tiefen Neogen des nördlichen Oberrheingrabens und Hanauer Beckens.

- WR 429a: Bad Vilbel; R 348112/H 555993.
 WR 503b: Frankfurt a. M.-Seckbach; R 347992/H 555595.
 WR 518b: Frankfurt a. M.-Auerfeldstraße; etwa in der Mitte zwischen R 348018/H 555667 und R 348026/H 555664.
 WR 529: Offenbach, Mühlheimer Straße; R 348612/H 555300.
 WR 543: Bohrung E-Ende von Bergen; R 348329/H 555786.
 WR 573: Frankfurt a. M.-Seckbach, katholisches Jugendheim; R 348017/H 555608.
 WR 578a: Bohrung Ecke Landgrafenstr. — Hauptstr. (Bergen), 3,5–4 m; R 348223/H 555771.
 WR 588f: Frankfurt a. M., Eschersheimer Landstr. 149, 6,1 m; R 347664/H 555492.
 WR 615: Offenbach, ehem. Kalkwerk Kricks; R 348597/H 555195.

Blatt 5819 Hanau:

- WR 49: N Hochstadt; R 348889/H 555847.
 WR 179: Bettenburger Loch bei Kilianstädten; R 348876/H 556204.
 WR 203b: Höllenrain NW Hochstadt; R 348699/H 555867.
 WR 608: Großauheim, Brunnen Wasserturm Garten; R 349712/H 555050.
 WR 609: Großauheim, Brunnen Bauhof; R 349734/H 555176.

Dank :

Bei der Zusammenstellung vorliegender Untersuchung waren mir durch vielfach gewährte Unterstützungen folgende Personen sehr behilflich, wofür ich ihnen allen herzlich danke.

Dr. E. WIESNER (Frankfurt a. M.) erteilte bereitwillig die Erlaubnis zur Bearbeitung seines Materials und gab ferner Auskünfte zu unpublizierten Daten der Proben.

Prof. Dr. G. BECKER (Geol.-Paläont. Inst. Univ. Frankfurt a.M.) entlieh in großzügiger Weise das Untersuchungsmaterial über längere Zeit und gab wertvolle Anregungen zum Manuskript.

Dr. E. KÜMMERLE (Hess. Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden) gab Auskünfte zu einem der Fundorte.

Prof. Dr. K. ROTHAUSEN (Bad Wörishofen) unterzog das Manuskript einer kritischen Begutachtung.

Frau E. HENDRICH (Geol.-Paläont. Inst. Univ. Frankfurt a.M.) unterstützte mich bibliothekarisch und gewährte mir Einsicht in die Diplom-Arbeit und Dissertation WIESNERS.

Herr J. TOCHTENHAGEN (Geol.-Paläont. Inst. Univ. Frankfurt a.M.) fertigte die Rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen an.

Die Arbeit wurde im Rahmen des Kalktertiär-Projektes Mainzer Becken (Ltg. Prof. Dr. K. ROTHAUSEN, Mainz) in einem Forschungsprojekt (Ro 143/9-2) von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziell unterstützt.

2. Spezieller Teil

Anmerkung: Die genannten stratigraphischen Angaben sind immer, soweit nicht ausdrücklich anders vermerkt, im Sinne von WIESNER (1963, 1967) zu verstehen, also nicht nach den Auffassungen neuerer Arbeiten etwa des Kalktertiär-Projektes Mainzer Becken. Die Korrelation ist aber nach Tab. 1 gewährleistet!

Chara minutissima (MÄDLER 1955) SCHWARZ 1984 (Taf. 1, Fig. 1)

Material: 109 Gyrogonite

Dimensionen:

Länge: 270–360 µm

Breite: 220–300 µm

Isopolaritäts-Index: 115–123

Breite der Spiralzellen: 20–40 µm

Anzahl der seitlich sichtbaren Windungen: 9–11

Durchmesser der Basalpore: 20–50 µm

Lokalitäten: WR 179, WR 227, WR 306d, WR 543, WR 608, WR 609

Stratigraphische Verbreitung: Cyrenenmergel, Süßwasserschichten (Zone 0) und Cerithienschichten (Zone 1)

Chara molassica STRAUB 1952 (Taf. 1, Fig. 2)

Material: 265 Gyrogonite

Dimensionen:

Länge: 480–650 µm

Breite: 330–500 µm

Isopolaritäts-Index: 126–150

Breite der Spiralzellen: 50–80 µm

Anzahl der seitlich sichtbaren Windungen: 8–11

Durchmesser der Basalpore: 30–50 µm

Lokalitäten: WR 608, WR 609, WR 615

Stratigraphische Verbreitung: Cyrenenmergel, Süßwasserschichten (Zone 0) und Obere *Inflata*-Schichten (Zone 5)

Chara microcera GRAMBAST & PAUL 1965 (Taf. 1, Fig. 3)

Material: 292 Gyrogonite

Dimensionen:

Länge: 480–620 µm

Breite: 360–480 µm

Isopolaritäts-Index: 125–144

Breite der Spiralzellen: 30–60 µm

Anzahl der seitlich sichtbaren Windungen: 10–13

Durchmesser der Basalpore: 40–50 µm

Bemerkungen: Die Gyrogonite sind teils gut, teils weniger ornamentiert (WR 227); vom Fundpunkt WR 573 liegen aber einige fast völlig glatte Exemplare vor.

Lokalitäten: WR 227, WR 573, WR 608, WR 609

Stratigraphische Verbreitung: Cyrenenmergel und Süßwasserschichten (Zone 0)

Chara tornata REID & GROVES 1921 et aff.

(Taf. 1, Fig. 4–5)

Material: 326 Gyrogonite

Bemerkungen: Eine objektive Trennung der vorliegenden Gyrogonite in *Chara tornata* (± ovale Form) und die sehr nahe verwandte *Chara cylindrica* (länglich-ovale bis längliche Form) läßt sich nicht durchführen. Deshalb wird der Formenkreis einheitlich als *Chara tornata* et aff. bezeichnet.

Dimensionen:

Länge: 520–760 µm

Breite: 370–590 µm

Isopolaritäts-Index: 124–161

Breite der Spiralzellen: 40–90 µm

Anzahl der seitlich sichtbaren Windungen: 8–11

Durchmesser der Basalpore: 30–50 µm

Lokalitäten: WR 588f, WR 608, WR 609, WR 615

Stratigraphische Verbreitung: Cyrenenmergel, Süßwasserschichten (Zone 0), Obere *Inflata*-Schichten (Zone 5) und Landschneckenmergel (Zone 11)

Chara elongata (MÄDLER 1955) GRAMBAST 1956

(Taf. 1, Fig. 6)

Material: 3 Gyrogonite

Dimensionen:

Länge: nur ein Gyrogonit: 980 µm

Breite: 520–690 µm

Isopolaritäts-Index: nur ein Gyrogonit: 141

Breite der Spiralzellen: 80–90 µm

Anzahl der seitlich sichtbaren Windungen: 10

Durchmesser der Basalpore: 50–70 µm

Lokalitäten: WR 615

Stratigraphische Verbreitung: Obere *Inflata*-Schichten (Zone 5)

Chara sp.

(Taf. 1, Fig. 7)

Material: 30 Gyrogonite

Dimensionen:

Länge: 550–650 µm

Breite: 400–540 µm

Isopolaritäts-Index: 120–138

Breite der Spiralzellen: 70–90 µm

Anzahl der seitlich sichtbaren Windungen: 8–9

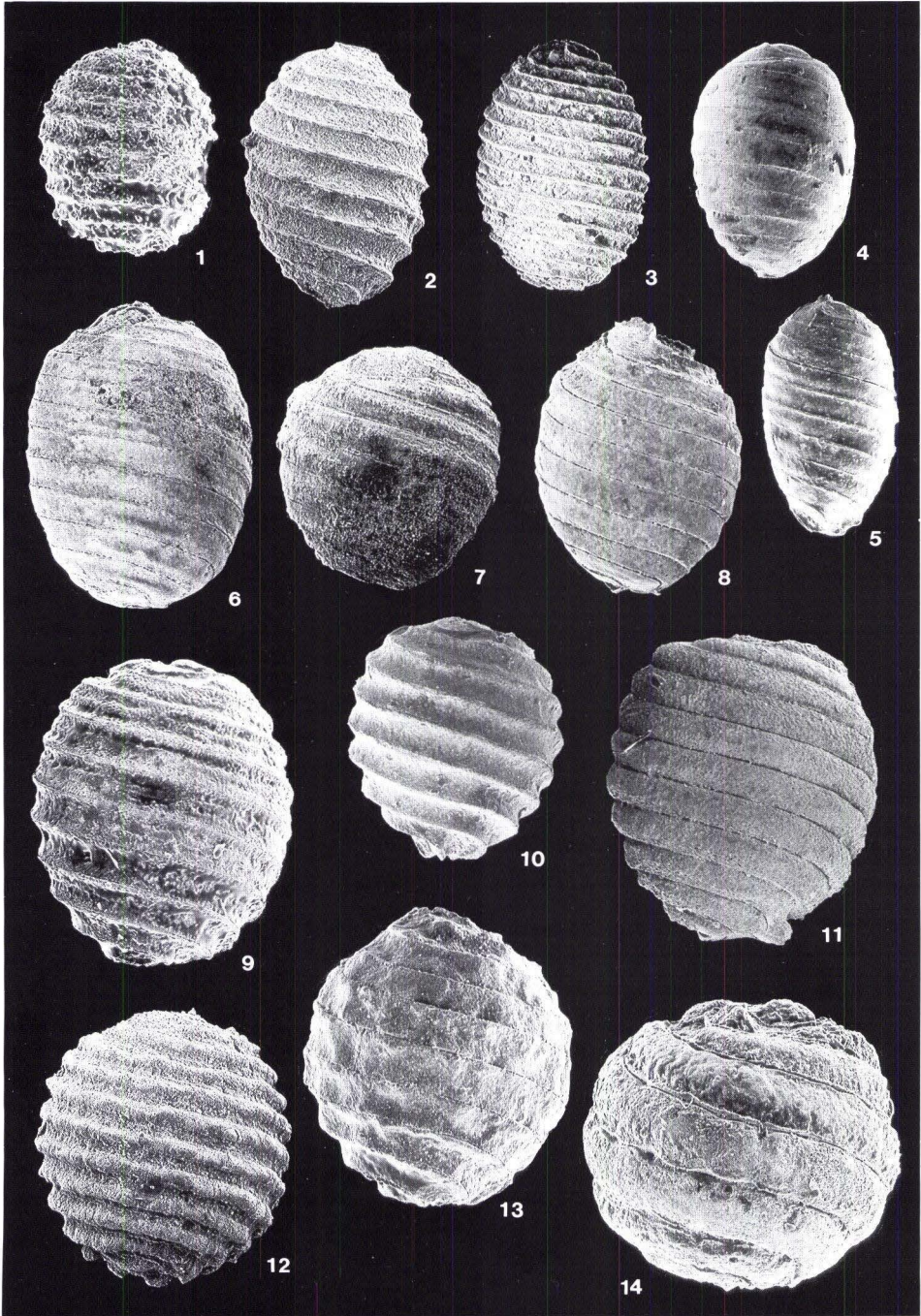
Durchmesser der Basalpore: 40 µm

Bemerkungen: Es handelt sich um rundlich-ovale bis ovale Gyrogonite mit gut gerundeter Basis. Der Apex ist ebenfalls insgesamt gut gerundet, doch wirkt das apikale Zentrum durch leichte periapikale Einsenkungen etwas abgesetzt. Die Spiralzellen sind meist ± eben, viel seltener leicht konkav oder leicht konvex (WR 609; 137,4–138,2 m). Diese morphologischen Merkmale verweisen die Gyrogonite klar in das Genus *Chara*; eine spezifische Bestimmung ist aber nicht mit Sicherheit möglich.

Taf. 1

- Fig. 1. *Chara minutissima* (MÄDLER 1955) SCHWARZ 1984.
× 100; Probe WR 306d; Süßwasserschichten i.e.S. SM.B 14.364.
- Fig. 2. *Chara molassica* STRAUB 1952.
× 70; Probe WR 608z; Süßwasserschichten i.e.S. (Zone 0). SM.B 14.365.
- Fig. 3. *Chara microcera* GRAMBAST & PAUL 1965.
× 70; Probe WR 227; Süßwasserschichten i.e.S. SM.B 14.366.
- Fig. 4–5. *Chara tornata* REID & GROVES 1921.
× 50; Probe WR 609 (136, 1–137,4 m); Cyrenenmergel. SM.B 14.367 und SM.B 14.368.
- Fig. 6. *Chara elongata* (MÄDLER 1955) GRAMBAST 1956.
× 50; Probe WR 615f; Obere *Inflata*-Schichten (Zone 5). SM.B 14.369.
- Fig. 7. *Chara* sp.
× 70; Probe WR 578a; Untere *Inflata*-Schichten (Zone 4). SM.B 14.370.
- Fig. 8. *Psilochara acuta* GRAMBAST & PAUL 1965.
× 40; Probe WR 573; Cyrenenmergel. SM.B 14.371.
- Fig. 9. *Rhabdochara praelangeri* CASTEL 1967.
× 50; Probe WR 227; Süßwasserschichten i.e.S. SM.B 14.372.
- Fig. 10. *Rhabdochara exigua* SCHWARZ 1988.
× 50; Probe WR 573; Cyrenenmergel. SM.B 14.373.
- Fig. 11. *Nitellopsis (Tectochara) meriani* (BRAUN ex UNGER 1850) GRAMBAST & SOULIÉ-MÄRSCHKE 1972.
× 40; Probe WR 573; Cyrenenmergel. SM.B 14.376.
- Fig. 12. *Sphaerochara ulmensis* (STRAUB 1952) GRAMBAST 1962.
× 80; Probe WR 227; Süßwasserschichten i.e.S. SM.B 14.374.
- Fig. 13. *Sphaerochara granulifera* (HEER 1854) MÄDLER 1955.
× 100; Probe WR 609 (136,1–137,4 m); Cyrenenmergel. SM.B 14.375.
- Fig. 14. *Gyrogona wrighti* (SALTER ex REID & GROVES 1921) PIA 1927.
× 50; Probe WR 573; Cyrenenmergel. SM.B 14.377.

Alle abgebildeten Gyrogonite stammen aus dem höheren Paläogen und tiefen Neogen des nördlichen Oberrheingrabens und Hanauer Beckens.



Lokalitäten: WR 578 a, WR 608, WR 609

Stratigraphische Verbreitung: Cyrenenmergel, Süßwasserschichten (Zone 0), Untere *Inflata*-Schichten (Zone 4)

Psilochara acuta GRAMBAST & PAUL 1965
(Taf. 1, Fig. 8)

Material: 11 Gyrogonite

Dimensionen:

Länge: 950–1070 µm

Breite: 680–810 µm

Isopolaritäts-Index: 128–140

Breite der Spiralzellen: 90–150 µm

Anzahl der seitlich sichtbaren Windungen: 9–11

Durchmesser der Basalpore: 40–70 µm

Lokalitäten: WR 573

Stratigraphische Verbreitung: Cyrenenmergel

Rhabdochara praelangeri CASTEL 1967
(Taf. 1, Fig. 9)

Material: 153 Gyrogonite

Dimensionen:

Länge: 900–1010 µm

Breite: 720–850 µm

Isopolaritäts-Index: 113–135

Breite der Spiralzellen: 80–100 µm

Anzahl der seitlich sichtbaren Windungen: 9–11

Durchmesser der Basalpore: 40–60 µm

Bemerkungen: Die vorliegenden Exemplare sind alle glatt, d. h. ohne Ornamentierung. Am Fundpunkt WR 609 (136,1–137,4 m) konnte ein Gyrogonit mit leicht doppelt kanellierten Nähten beobachtet werden.

Lokalitäten: WR 49, WR 227, WR 543, WR 608, WR 609

Stratigraphische Verbreitung: Cyrenenmergel, Süßwasserschichten (Zone 0) und Cerithienschichten (Zone 1)

Rhabdochara exigua SCHWARZ 1988
(Taf. 1, Fig. 10)

Material: 1006 Gyrogonite

Dimensionen:

Länge: 650–820 µm

Breite: 550–730 µm

Isopolaritäts-Index: 113–151

Breite der Spiralzellen: 80–100 µm

Anzahl der seitlich sichtbaren Windungen: 8–11

Durchmesser der Basalpore: 40–60 µm

Lokalitäten: WR 518 b, WR 573, WR 608, WR 609

Stratigraphische Verbreitung: Cyrenenmergel und Süßwasserschichten (Zone 0)

Sphaerochara ulmensis (STRAUB 1952) GRAMBAST 1962
(Taf. 1, Fig. 12)

Material: 540 Exemplare

Dimensionen:

Länge: 460–560 µm

Breite: 380–510 µm

Isopolaritäts-Index: 109–120

Breite der Spiralzellen: 40–60 µm

Anzahl der seitlich sichtbaren Windungen: 9–11

Durchmesser der Basalpore: 50–70 µm

Bemerkungen: Die überwiegende Anzahl der Gyrogonite weist stark verkalkte Spiralzellen auf; deren Oberfläche erscheint oft sehr stark gewulstet, z.T. mit leichten Einschnürungen (WR 573). Die Exemplare aus Probe WR 608ak sind etwas abweichend durch mehr ovale als normalerweise rundliche Gestalt.

Lokalitäten: WR 49, WR 179, WR 206f, WR 227, WR 306d, WR 529, WR 543, WR 573, WR 608, WR 609

Stratigraphische Verbreitung: Cyrenenmergel, Süßwasserschichten (Zone 0) und Cerithienschichten (Zone 1)

Sphaerochara granulifera (HEER 1854) MÄDLER 1955

(Taf. 1, Fig. 13)

Material: 8 Gyrogonite

Dimensionen:

Länge: 380–480 µm

Breite: 310–440 µm

Isopolaritäts-Index: 104–121

Breite der Spiralzellen: 40–60 µm

Anzahl der seitlich sichtbaren Windungen: 8–10

Durchmesser der Basalpore: 40–50 µm

Bemerkungen: Sämtliche Exemplare dieser Art zeichnen sich hier durch glatte Spiralzellen aus, lediglich das abgebildete Stück läßt die namensgebenden Granulierungen erkennen.

Lokalitäten: WR 608, WR 609

Stratigraphische Verbreitung: Cyrenenmergel und Süßwasserschichten (Zone 0)

Nitellopsis (Tectochara) meriani (BRAUN ex UNGER 1850)

GRAMBAST & SOULIÉ-MÄRSCHÉ 1972

(Taf. 1, Fig. 11)

Material: 254 Gyrogonite

Dimensionen:

Länge: 870–1250 µm

Breite: 790–1040 µm

Isopolaritäts-Index: 104–122

Breite der Spiralzellen: 100–150 µm

Anzahl der seitlich sichtbaren Windungen: 10–12

Durchmesser der Basalpore: 50–70 µm

Lokalitäten: WR 49, WR 179, WR 203b, WR 306d, WR 429a, WR 503b, WR 518b, WR 543, WR 573, WR 608, WR 609

Stratigraphische Verbreitung: Schleichsand, Cyrenenmergel, Süßwasserschichten (Zone 0) und Cerithienschichten (Zonen 1 und 2)

Gyrogona wrighti (SALTER ex REID & GROVES 1921) PIA 1927

(Taf. 1, Fig. 14)

Material: 17 Gyrogonite

Dimensionen:

Länge: 780–980 µm

Breite: 870–1040 µm

Isopolaritäts-Index: 90–101

Breite der Spiralzellen: 160–190 µm

Anzahl der seitlich sichtbaren Windungen: 6–8

Durchmesser der Basalpore: 30–60 µm

Bemerkungen: Die Spiralzellen der Gyrogonite sind \pm konvex, jedoch mit unregelmäßiger Oberfläche.

Lokalitäten: WR 573

Stratigraphische Verbreitung: Cyrenenmergel

3. Biostratigraphie

Die Bezeichnung und der Umfang der nachstehend genannten stratigraphischen Einheiten beziehen sich auf die Angaben bei WIESNER (1963, 1967). Auf eventuell bestehende Diskrepanzen zu den heutigen Auffassungen wird bei dem jeweiligen Schichtglied hingewiesen (siehe auch Tab. 1).

3.1. Schleichsand (SSd)

Der Schleichsand, der älteste vorwiegend gröber klastisch ausgebildete Sedimentkomplex im Oligozän, trägt noch größtenteils marinen Charakter, obwohl sich schon erste Salinitätsschwankungen bemerkbar machen. WIESNER (1963) ordnet die Ablagerungen, im Gegensatz zu anderen Autoren (ROTHAUSEN & SONNE 1984), bereits im Chattium ein und begründet dies mit dem Faunenschnitt bei Foraminiferen und Ostrakoden, den er oberhalb des Rupeltons registrieren konnte. Ferner deutet er die Abfolge nach ihrer umgelagerten Mikrofauna und der Sedimentpetrographie als Teil der Unteren Meeresmolasse.

Der Schleichsand führt nur in einer einzigen der untersuchten Proben (WR 429a; Abb. 2) Charophyten: ein Gyrogonit von *Nitellopsis meriani*. Einer Parallelisierung des Schleichsandes mit den *Rhabdochara major*- und *Chara microcera*-Zonen, wie im Mainzer Becken (SCHWARZ 1988a) bzw. Oberrheingraben (*Meletta*-Schichten; SCHWARZ in Vorber.), steht aus dieser Sicht nichts entgegen.

3.2. Cyrenenmergel (CyM)

3.2.1. Unterer Cyrenenmergel (UCyM), Süßwasserfazies

Nach WIESNER (1963: 55) kam es durch auflebende Bruchtektonik während des Unteren Cyrenenmergels zu einer sehr starken faziellen Gliederung des Sedimentationsbeckens. Limnische, brackische und marine Ablagerungen sind miteinander verzahnt und wechseln miteinander ab. Die Süßwasserfazies des Cyrenenmergels (zurückgehend auf BÖHL 1928), der hier zwei Proben (WR 206f, WR 503b; Abb. 2) zugeschrieben wurden, ist also nur lokal ausgebildet. WIESNER (1963: 41) bemerkt reiches Auftreten von Charophyten in den limnischen Zwischenlagen. Trotzdem ließ sich aber nur je ein Exemplar der als limnophil bekannten Arten *Sphaerochara ulmensis* und *Nitellopsis meriani* nachweisen.

3.2.2. Cyrenenmergel (CyM), Normalfazies

Lokalitäten: WR 518, WR 573, WR 608, WR 609 (Abb. 2–4). Die Normalfazies des Cyrenenmergels ist gekennzeichnet durch im allgemeinen euryhalines Milieu. In einem sich allmählich vertiefenden Sedimentationsbecken kamen vor allem Schluffe und Tone zum Absatz. Glimmerreiche Feinsande, wie sie in der Süßwasserfazies des Unteren Cyrenenmergels horizontweise vorherrschen, treten jetzt mehr in den Hintergrund; dies ist ein Indiz für jetzt ruhigere Sedimentationsbedingungen.

Charophyten sind lagenweise recht häufig, zum Teil in Massenvorkommen (WR 573; Abb. 2) zu beobachten. Insgesamt sind 12 Spezies vertreten, damit ist die Flora des Cyrenenmergels die diverseste der untersuchten stratigraphischen Einheiten: *Chara minutissima*, *Ch. molassica*, *Ch. microcera*, *Ch. tornata* et aff., *Chara* sp., *Rhabdochara praelangeri*, *Rh. exigua*, *Sphaerochara ulmensis*, *Sph. granulifera*, *Nitellopsis meriani*, *Psilochara acuta* und *Gyrogonia wrighti*.

Die beiden letztgenannten Arten kommen in WIESNERS Proben ausschließlich im Cyrenenmergel vor. Dies sowie der allgemeine Artenumfang decken sich weitgehend mit den Daten aus dem Mainzer Becken (SCHWARZ 1988a: 182) und Oberrheingraben (SCHWARZ in Vorber.). Der Cyrenenmergel, einschließlich der Süßwasserfazies im unteren Teil, gehört der *Chara microcera*-Zone an (vgl. SCHWARZ 1988a).

3.3. Süßwasserschichten (SWS)

3.3.1. Globigerinen-Sand

WIESNER (1963) gliedert die Süßwasserschichten vom Liegenden zum Hangenden in: Gelber Basissand, Globigerinen-Sand und Süßwasserschichten i. e. S.

Der Globigerinen-Sand wurde nach WIESNER (1963), im Gegensatz zu den beiden anderen Abschnitten der Süßwasserschichten, im marinen Milieu abgelagert. Es handelt sich im wesentlichen um recht feinkörnige Sande, die meist zu Kalksandstein verfestigt sind und deren Fauna ausschließlich aus Foraminiferen besteht. Die Turbulenz des Ablagerungsmediums muß offenbar recht hoch gewesen sein, da das Sediment nicht gleichmäßig, sondern in großen Sandkörpern abgelagert wurde.

Die einzige Lokalität im Globigerinen-Sand (WR 49; Abb. 2) lieferte einige wenige Gyrogonite von *Rhabdochara praelangeri*, *Sphaerochara ulmensis* und *Nitellopsis meriani*; diese dürften eingeschwemmt sein.

3.3.2. Süßwasserschichten i. e. S. (WIESNER 1963)/ Weisenauer Schichten, Zone 0 (WIESNER 1967)

Mit Beginn der Süßwasserschichten i. e. S. tritt eine rasche Aussüßung ein. WIESNER (1963) vermutet eine nur noch schwache Salinität; die Ablagerung der vorherrschenden Schluffe und Tone, lokal mit Kalk-Einschaltungen, siedelt er im teilweise rein limnisch geprägten Milieu an. Er notiert auch das häufige Vorkommen von Charophyten neben Süßwasser-Ostrakoden und einzelnen umgelagerten Foraminiferen. Das bearbeitete Material erbrachte 10 Charophyten-Arten: *Chara minutissima*, *Ch. molassica*, *Ch. microcera*, *Ch. tornata* et aff., *Chara* sp., *Rhabdochara praelangeri*, *Rh. exigua*, *Sphaerochara ulmensis*, *Sph. granulifera* und *Nitellopsis meriani*.

WIESNER (1963: 51) bildet aus einer fossilreichen Probe der Süßwasserschichten i. e. S. (WR 227) vier Charophyten-Arten ab und nennt: *Charites minutissima* (MÄDLER), *Tectochara meriani helvetica* MÄDLER, *Tectochara* cf. *rochettiana* (HEER) und *Tectochara ulmensis bullaefera* (STRAUB). Ausgelesenes Material aus der gleichen Probe stand für vorliegende Untersuchung zur Verfügung. Es ließen sich ebenfalls vier Arten bestimmen: *Chara minutissima*, *Ch. microcera*, *Rhabdochara praelangeri* und *Sphaerochara ulmensis* (Abb. 2).

Chara minutissima und *Sphaerochara ulmensis* wurden also von WIESNER klar erkannt. Seine Bestimmung *Tectochara meriani helvetica* ist mit Sicherheit auf *Rhabdochara praelangeri* zu beziehen. Es ist ja bekannt, daß es bei Angehörigen des Genus *Rhabdochara* leicht zu Verwechslungen mit unreifen oder kleinen Gyrogoniten der Gattung *Nitellopsis* (früher: *Tectochara*) kommen kann (z. B. *N. meriani helvetica*); dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die

		Proben	<i>Ch. minutissima</i>	<i>Ch. microcera</i>	<i>Ch. tornata</i> et aff.	<i>Chara</i> sp.	<i>Ps. acuta</i>	<i>Rh. praelangeri</i>	<i>Rh. exigua</i>	<i>Sph. ulmensis</i>	<i>N. meriani</i>	<i>G. wrighti</i>
LSM (11)	WR 588 f				■							
	WR 578 a				■							
CeS (2)	WR 203 b										■	
SWS i. e. S.	WR 529									●	■	
	WR 306 d	■	■							■	■	
	WR 227	■	■				■	■		■	■	
	WR 179	●								■	■	
Glob.-Sd.	WR 49						●			●	■	
CyM	WR 573		■			■		■	■	■	■	■
	WR 518 b							■		■	■	■
UCyM	WR 503 b										●	
	WR 206 f									●		
SSd	WR 429 a									●		

Abb. 2. Charophyten führende Einzelproben im höheren Paläogen und tiefen Neogen des nördlichen Oberrheingraben und Hanauer Beckens. Die den stratigraphischen Einheiten in () nachgestellten Ziffern bezeichnen die Mikrofossilzonen nach WIESNER (1963, 1967).

apikalen Besonderheiten noch nicht deutlich ausgeprägt sind (vgl. GRAMBAST & PAUL 1965: 242). Nicht so leicht ist die Interpretation der Benennung *Tectochara* cf. *rochettiana*. Diese Art heißt heute *Stephanochara rochettiana*. Ihre nicht ornamentierten Gyrogonite von 680–880 µm Länge (SCHWARZ 1985) werden bisweilen lediglich als eine schlanke Form von *Stephanochara ungeri* aufgefaßt. Es erscheint beinahe unmöglich, WIESNERS Bestimmung auf die theoretisch übrig bleibende vierte hier registrierte Art, *Chara microcera*, zu beziehen. Diese ist nicht nur deutlich kleiner [Länge bis 670 µm im Mainzer Becken (SCHWARZ 1988a) bzw. bis 660 µm im Oberrheingraben (SCHWARZ in Vorber.)], sondern vor allem meist ganz markant mit kleinen Knötchen ornamentiert.

Die Süßwasserschichten i. e. S. sowie der Globigerinen-Sand sind mit der *Stephanochara ungeri*-Zone zu parallelisieren.

		Proben	Teufe (m)	<i>Ch. minutissima</i>	<i>Ch. molassica</i>	<i>Ch. microcera</i>	<i>Ch. tornata</i> et aff.	<i>Chara</i> sp.	<i>Rh. praelangeri</i>	<i>Rh. ? exigua</i>	<i>Sph. ulmensis</i>	<i>Sph. granulifera</i>	<i>N. meriani</i>
S W S i. e. S. (0)	WR 608 z		103,0 - 107,0	■	■								
	" aa		107,0 - 108,5	■				●					
	" ab		108,5 - 111,0							●			
	" ac		111,0 - 112,8	■			■				■		
	" ad		113,1 - 114,0	■	■	■	■					■	
	" ae		114,0 - 119,0	■			●						
	" ag		122,5 - 125,0				●?						
	" ai		132,5 - 133,5	●	●								
	" aj		133,5 - 137,0		●		●						
	" ak		137,0 - 138,0				■				■		
	" al		138,5 - 140,0						●				●
	" an		141,3 - 143,5		●	●	■?						●
	" ao		143,5 - 145,0				●?				■		
	" ap		145,0 - 147,0								●		
	C y M		" aq	147,0 - 170,0								●	■

Abb. 3. Profil Großauheim, Brunnen Wasserturm Garten (WR 608). Zur geographischen Lage siehe Abb. 1.

An folgenden Lokalitäten treten Sedimente der Süßwasserschichten i. e. S. auf: WR 179, WR 227, WR 306d, WR 529, WR 543f, und WR 608 (Abb. 2, 3, 5). Die Lokalitäten WR 543f und WR 608 werden von WIESNER (1967: Anlage 1, S. 39; Anlage 4, S. 51) darüber hinaus seiner Zone 0 in der „Miozän“-Gliederung gegenüber gestellt. Mit dieser Zone 0 („Zone der beginnenden Aquitan-Transgression“) parallelisiert WIESNER weiterhin die „Weisener Schichten“, die er mit den ersten Brackvorstößen in der limnischen Fazies der Süßwasserschichten beginnen läßt. Daraus ergibt sich zwangsläufig, daß die Süßwasserschichten i. e. S. – gemäß der Auffassung von WIESNER (1963) – mit den „Weisener Schichten“ identisch sind. Letztere werden nach heutiger Konzeption wenigstens teilweise als Untere Cerithien-schichten (= Schichten mit *Cyprideis traisensis*) bezeichnet (siehe auch KADOLSKY 1988:83, Abb. 4).

		Teufe (m)	<i>Ch. minutissima</i>	<i>Ch. molassica</i>	<i>Ch. microcera</i>	<i>Ch. tornata et aff.</i>	<i>Chara sp.</i>	<i>Rh. praelangeri</i>	<i>Rh. exigua</i>	<i>Sph. ulmensis</i>	<i>Sph. granulifera</i>	<i>N. meriani</i>	indet.
C Y M		130,1 - 133,5	●										
		136,1 - 137,4		●					●				
		137,4 - 138,2	●				●					●	
		138,2 - 142,0			●					●			
		142,0 - 144,5								●			
		144,5 - 147,0											●
		147,0 - 150,0		●									

Abb. 4. Profil Großauheim, Brunnen Bauhof (WR 609). Zur geographischen Lage siehe Abb. 1.

3.4. Cerithienschichten (CeS)

3.4.1. Zone 1 – *Uvigerinella michelsi* – *Brizalina grossauheimensis*-Zone

Die Sedimente der unteren Zone der Cerithienschichten im Sinne von WIESNER (vgl. Tab. 1) – vorherrschend Kalksteine und Mergel, gelegentlich mit eingeschalteten Sanden und Kiesen – kamen nach WIESNER (1967:15) im rein marinen Milieu zur Ablagerung. Dies spiegelt sich auch in der Mikrofauna wider: Foraminiferen und Ostrakoden erscheinen in einer großen Arten- und Individuenzahl. Auch Makrofossilien sind nicht selten, in diesem Bereich liegt die „*Pedalion*“-Bank.

In der heutigen stratigraphischen Gliederung des Kalktertiärs ist die Zone 1 mit ziemlicher Sicherheit dem unteren Teil der Oberen Cerithienschichten zeitgleich; möglicherweise umfaßt sie auch noch Teile der unterlagernden Mittleren Cerithienschichten (ROTHAUSEN et al. 1988). Dies ergibt sich aus einem Vergleich der bei WIESNER (1967) angeführten Mikrofossilien mit z. B. den Angaben zu deren Vertikalverbreitung bei SCHÄFER (1988: Abb. 1). Im übrigen koinzidiert eine solche Parallelisierung auch mit den Vorstellungen von KADOLSKY (1988: Abb. 4).

Charophyten liegen nur von der Lokalität WR 543 (Abb. 5) vor, vier Arten, sicher alle vom nahen Festland eingeschwemmt, sind unterscheidbar: *Chara minutissima*, *Rhabdochara praelangeri*, *Sphaerochara ulmensis* und *Nitellopsis meriani*, also alles \pm streng limnophile Spezies (SCHWARZ 1988a).

Der untere Teil der Oberen Cerithienschichten im Sinne des „Kalktertiär-Projektes“ (ROTHAUSEN, Koord. 1988) und damit die Zone 1 WIESNERS sind im wesentlichen mit der *Chara notata*-Zone zu parallelisieren; die höchsten Lagen gehören evtl. schon der *Rantzieniella nitida*-

	Proben	Teufe (m)	<i>Ch. minutissima</i>	<i>Rh. praelangeri</i>	<i>Sph. ulmensis</i>	<i>N. meriani</i>
Ce S (1)	WR 543 b	2,15 - 4,80	■	■	■	■
	" d	6,50 - 10,80	■	■	■	■
SWS i.e.S.(0)	" f	11,50 - 15,00	■	■	■	■

Abb. 5. Profil Bohrung E-Ende von Bergen (WR 543). Zur geographischen Lage siehe Abb. 1.

	Proben	Teufe (m)	<i>Ch. molassica</i>	<i>Ch. tornata</i>	<i>Ch. elongata</i>	? <i>Rhabdochara</i> sp.
OInS (5)	WR 615 f	2,60 - 2,90	●	●?	●?	
	" k	4,75 - 5,40		?		
	" o	6,90 - 7,55	●		●	
	" r	9,30 - 9,85	■	■	■	■

Abb. 6. Profil Offenbach, chem. Kalkwerk Kricks (WR 615). Zur geographischen Lage siehe Abb. 1.

Zone an (vgl. auch ENGESSER et al. 1993, Tab. 1). Altersgleich sind ferner die „Unteren Hydrobienschichten“ des Oberrheingrabens (SCHWARZ in Vorber.).

3.4.2. Zone 2 – *Eoeponidella zinndorfi zinndorfi*-Zone

Die mittlere Zone der Cerithienschichten wurde unter noch überwiegend marinen Verhältnissen sedimentiert. Es handelt sich hauptsächlich um Kalksande bis Mergel mit Kalkbänken. Eine Reduktion in der Diversität der Foraminiferen kündigt allerdings schon die langsam einsetzende Verbrackung an (WIESNER 1967:17).

Die einzige Charophyten führende Probe (WR 203b; Abb. 2) enthält wenige Gyrogonite von *Nitellopsis meriani*.

Das Intervall ist gekennzeichnet durch das Vorherrschen der Foraminifere *Eoeponidella zinndorfi zinndorfi*. Im Profil Straßeneinschnitt Weisenau (SCHÄFER 1988: Abb. 1) ist die Gattung *Eoeponidella*, bei starkem zahlenmäßigen Zurückweichen der übrigen Foraminiferen gegenüber dem Liegenden, vor allem aus dem oberen Teil der Oberen Cerithienschichten belegt. Eine Parallelisierung dieses Abschnitts mit der Zone 2 ist also sehr wahrscheinlich.

3.5. Untere *Inflata*-Schichten (UInS)

Zone 4 – *Hydrobia inflata* – *Cyprideis? rhenana*-Zone

Die Gesteine dieser unteren Zone der *Inflata*-Schichten werden überwiegend durch Kalksteine und/oder Mergel-Kalkstein-Wechsellagerungen aufgebaut. Sie kamen unter typischen Brackwasserbedingungen zum Absatz, wie die Fauna, vorherrschend Gastropoden und Ostrakoden, anzeigt.

Charophyten liegen hier nur aus einer Probe vor (WR 578a; Abb. 2): eine Anzahl Gyrogonite von *Chara* sp., nicht näher bestimmbar.

Die Zone 4, d. h. also der Abschnitt der *Inflata*-Schichten vor dem erstmaligen Erscheinen des Ostrakoden *Hemicyprideis lienenklausi*, ist, basierend auf den Ergebnissen von SCHÄFER (1988: 138; Abb. 7), mit Sicherheit älter als die von ihm ausgegliederten Oberen *Corbicula*-Schichten.

Da der Ostrakode *Hemicyprideis rhenana* die Obergrenze der Oberen Cerithienschichten nicht überschreitet, schließt SCHÄFER (1984: 137) auf eine Zugehörigkeit der Zone 4 WIESNERS noch zu dieser stratigraphischen Einheit. Andererseits parallelisiert KADOLSKY (1988: Abb. 4) die Zone 4 schon mit den *Corbicula*-Schichten.

Die Zonen 2 und 4 WIESNERS sind, wie eben ausgeführt, wohl dem oberen Teil der Oberen Cerithienschichten zeitgleich und können deshalb interpolierend mit der *Rantzieniella nitida*-Zone korreliert werden (vgl. auch ENGESSER et al. 1993, Tab. 1).

3.6. Obere *Inflata*-Schichten (OInS)

Zone 5 – *Hydrobia inflata* – *Cyprideis? lienenklausi* – *Heterocypris francofurti*-Zone

Die durchweg im Brackwasser sedimentierten Oberen *Inflata*-Schichten umfassen hauptsächlich aus Schill aufgebaute Kalkarenite. Zwischengelagert finden sich häufig Algen-, Bryozoen- und Serpuliden-Riffstotzen. Lediglich für die obersten 1–3 m, meist grüngraue Tonmergel, ist eine rein limnische Entstehung durch den Fauneninhalt (Süßwasser-Ostrakoden und -Gastropoden) belegt (WIESNER 1967: 23).

Vier Proben eines Profils (WR 615f, k, o, r; Abb. 6) erbrachten Charophyten. Es sind vier Arten unterscheidbar: *Chara molassica*, *Ch. tornata* et aff., *Ch. elongata* und *Rhabdochara* sp. Die beiden letztgenannten Arten sind im Material WIESNERS ausschließlich auf die Oberen *Inflata*-Schichten beschränkt.

Die Stellung der Zone 5 WIESNERS innerhalb der heute allgemein anerkannten, im „Kalktertiär“-Projekt (ROTHAUSEN, Koord. 1988) vertretenen Gliederung ist nicht ganz eindeutig. Einerseits ermöglicht das Vorkommen des Ostrakoden *Hemicyprideis lienenklausi* ausschließlich in diesem Intervall eine Parallelisierung mit den Oberen *Corbicula*-Schichten im Sinne

Tab. 1. Korrelationstabelle für die stratigraphischen Angaben von ① WIESNER (1963), ② WIESNER (1967), die Auffassungen gemäß ③ der „Prä-Aquitain“- und „Kalktertiär“-Projekte (TOBIEN 1982, ROTHAUSEN et al. 1988) sowie ④ Charophyten-Zonen (SCHWARZ in Vorber.)

①		②		③		④	
		Land-sch.-mergel	Zone 11	Landschnecken-mergel		<i>Stephanochara berdotensis</i> -Zone	
		Obere Inflataschichten	Zone 5	<i>Corbicula</i> -Schichten		<i>Rantzieniella nitida</i> -Zone	
		Untere Inflataschichten	Zone 4	Obere Cerithienschichten			
		Cerithienschichten	Zone 2	oberer Teil			
			Zone 1	Obere Cerithienschichten unterer Teil		<i>Chara notata</i> -Zone	
				Mittlere Cerithienschichten			
Süßwasser-schichten	SWS i.e.S.	Weisen. Sch.	Zone 0	Untere Cerithienschichten		<i>Stephanochara ungeri</i> -Zone	
Globig.-Sand				Süßwasser-schichten			
Cyrenenmergel	UCyM Süßw.F. Fazies			Cyrenenmergel		<i>Chara microcera</i> -Zone	
Schleich-sand				Schleichsand		<i>Rhabdochara major</i> -Zone	

von SCHÄFER (1984: 138). Andererseits jedoch siedelt WIESNER (1967: 22) die beiden „Bänke mit *Corbicula faujasi*“ [heute: *Falsocorbicula faujasi* (KADOLSKY 1988)] innerhalb seiner Zone 5 an. Nun konnte aber SCHÄFER (1984: 137; Abb. 7) den biostratigraphischen Nachweis erbringen, daß nur die oberen *Corbicula*-Bank im Grenzbereich Untere/Obere *Corbicula*-Schichten liegt; die untere *Corbicula*-Bank gehört eindeutig noch in den Topbereich der Oberen Cerithienschichten.

Aufgrund dieser Aussagen ist auch die Zone 5 WIESNERS der *Rantzieniella nitida*-Zone zeitgleich zu setzen; dies kann, wie bei den Zonen 2 und 4, nur interpolierend erfolgen, da die

Leitart hier nicht nachweisbar ist. Allerdings setzt die Leitart der nächst jüngeren *Stephanochara berdotensis*-Zone im Mainzer Becken erst mit Beginn der Unteren Hydrobienschichten ein (SCHWARZ 1988b: Tab. 1).

3.7. Landschneckenmergel (LSM)

Zone 11 – *Cypridopsis? kinkelini* – *Cypridopsis? triebeli* – Lumbricidae-Zone

Der Landschneckenmergel ist nach WIESNER (1967:31) mit Ausnahme eines Basishorizontes ein unter nur noch schwach brackischen (!) Bedingungen abgelagertes Schichtglied. Lithologisch handelt es sich um „Tonmergel und Kalksand oft in enger Wechsellagerung, dazwischen Algenriffe“. Sie enthalten neben Gastropoden hauptsächlich Süßwasser-Ostrakoden.

Die Probe WR 588f (Abb. 2) erbrachte wenige Exemplare von *Chara tornata* et aff. Diese Art bietet zwar keine sichere Möglichkeit für eine Zuordnung des Landschneckenmergels zur Charophyten-Zonierung, doch ist eine Korrelierung mit der jüngsten bislang ausgegliederten Zone, der *Stephanochara berdotensis*-Zone, sicher richtig (SCHWARZ in Vorber.).

4. Schriftenverzeichnis

- BEST, G. (1975): Feinstratigraphie der Hydrobien-Schichten (Untermiozän, Mainzer Becken). – Mainzer geowiss. Mitt., **4**: 75–138, 18 Abb.; Mainz.
- BOETTGER, O. (1875): Über die Gliederung der Cyrenenmergelgruppe im Mainzer Becken. – Ber. Senckenberg. naturforsch. Ges., **1873–1874**: 50–102; Frankfurt a. M.
- BÖHL, A. (1928): Beitrag zur Stratigraphie und Paläontologie der tertiären Ablagerungen im östlichen Mainzer Becken. – Abh. Senckenberg. naturforsch. Ges. **41(2)**: 65–113, 4 Abb., 1 Taf., 1 Profil; Frankfurt a. M.
- ENGESSER, B., SCHÄFER, P., SCHWARZ, J., & TOBIEN, H. (1993): Paläontologische Bearbeitung des Grenzbereichs Obere Cerithienschichten/*Corbicula*-Schichten [= Schichten mit *Hydrobia inflata*] im Steinbruch Rüssingen mit Bemerkungen zur Oligozän/Miozän-Grenze im Kalktertiär des Mainzer Beckens. – Mainzer geowiss. Mitt., **22**; Mainz. [im Druck]
- GRAMBAST, L., & PAUL, PH. (1965): Observations nouvelles sur la flore de Charophytes du Stampien du Bassin de Paris. – Bull. Soc. géol. France, **7**: 239–247, 4 Abb., 2 Taf.; Paris.
- KADOLSKY, D. (1988): Stratigraphie und Molluskenfaunen von „Landschneckenkalk“ und „Cerithien-schichten“ im Mainzer Becken (Oberoligozän bis Untermiozän). – In: ROTHAUSEN, K. (Koord.): Das Kalktertiär des Mainzer Beckens. Oberoligozän – Untermiozän. – Geol. Jb., **A110**: 69–133, 10 Abb., 8 Tab.; Hannover.
- KAWASH, A. (1974): Feingliederung der Hydrobien-Schichten (Aquitän, Untermiozän, Mainzer Becken) im weiteren Stadtgebiet von Mainz auf der Basis der Mikrofauna (Ostracoden, Foraminiferen) unter Erfassung terrestrischer Einflüsse. Dissertation, Universität Mainz, 160 S., 11 Abb., 6 Tab., 7 Taf.; Mainz. [unveröff.]
- ROTHAUSEN, K. (Koord.) (1988): Das Kalktertiär des Mainzer Beckens. Oberoligozän – Untermiozän. – Geol. Jb., **A110**: 398 S., 102 Abb., 18 Tab., 9 Taf.; Hannover.
- MARTINI, E., ROTHE, P., SONNE, V., TOBIEN, H., & WEILER, H. (1988): Das Kalktertiär des Mainzer Beckens (Oberoligozän – Untermiozän) – Paläontologische, geologische, petrologische und geochemische Untersuchungen im „Kalktertiär-Projekt“. – In: ROTHAUSEN, K. (Koord.): Das Kalktertiär des Mainzer Beckens. Oberoligozän – Untermiozän. – Geol. Jb., **A110**: 17–52, 2 Abb., 3 Tab.; Hannover.
- & SONNE, V. (1984): Mainzer Becken. – Samml. geol. Führer, **79**, 203 S., 21 Abb., 3 Tab., 47 Taf.; Berlin – Stuttgart (Borntraeger).
- SCHÄFER, P. (1984): Zur Feinstratigraphie, Mikropaläontologie und Paläoökologie der *Corbicula*-Schichten in Rheinhessen (Untermiozän, Mainzer Becken). – Mainzer geowiss. Mitt., **13**: 117–156, 7 Abb., 4 Tab.; Mainz.

- (1988): Mikropaläontologisch-feinstratigraphischer Vergleich des Profils Straßeneinschnitt Mainz-Weisenau mit drei Profilen aus dem Steinbruch Oppenheim/Nierstein (Kalktertiär Mainzer Becken, Oberoligozän – Untermiozän). – In: ROTHAUSEN, K. (Koord.): Das Kalktertiär des Mainzer Beckens. Oberoligozän – Untermiozän. – Geol. Jb., **A110**:277–287, 1 Abb.; Hannover.
- SCHWARZ, J. (1985): Revision der Charophyten-Flora der Süßwasserschichten und des Kalktertiärs im Mainzer Becken (Ober-Oligozän – Unter-Miozän). – Mainzer geowiss. Mitt., **14**:7–98, 18 Abb., 10 Tab., 14 Taf.; Mainz.
- (1988a): Revision der Charophyten-Floren des „Prä-Aquitaniens“ (Unter- bis Oberoligozän) im Mainzer Becken. – Palaeontographica, Abt. B, **240(4–6)**:151–191, 14 Abb., 3 Tab., 5 Taf.; Stuttgart.
- (1988b): Charophyten aus den Süßwasserschichten und dem Kalktertiär im Mainzer Becken (Oberoligozän – Untermiozän). – In: ROTHAUSEN, K. (Koord.): Das Kalktertiär des Mainzer Beckens. Oberoligozän – Untermiozän, Geol. Jb., **A110**:307–309, 1 Tab.; Hannover.
- (in Vorber.): Charophyten aus dem Tertiär des Oberrheingrabens (Mitteloizän – Untermiozän).
- SONNE, V. (1988): Oberer Rupelton, Schleichsand (Rupel) und Cyrenenmergel (tiefes Chatt) im Mainzer Becken: Können sie mikropaläontologisch definiert werden? – Mainzer geowiss. Mitt., **17**:19–30, 2 Abb., 1 Tab.; Mainz.
- TOBIEN, H. (1982): Einführung zur Bestandsaufnahme der Flora und Fauna im „prä-aquitanen“ Tertiär des Mainzer Beckens. – Mainzer geowiss. Mitt., **10**:7–11, 1 Abb., 1 Tab.; Mainz.
- WIESNER, E. (1963): Geologische Untersuchungen im Horst der Hohen Straße (Blätter: 5818 Frankfurt a.M. Ost; 5819 Hanau a. Main; 5718 Ilbenstadt; 5719 Altenstadt; Südhessen). – Dipl.-Arbeit, Universität Frankfurt a.M., 178 S., 48 Abb., 5 Anlagen; Frankfurt a.M. [unveröff.]
- (1967): Das Miozän im östlichen Mainzer Becken unter besonderer Berücksichtigung der Mikrofauna. – Dissertation, Universität Frankfurt a.M., 111 S., 25 Abb., 14 Taf.; Frankfurt a.M. [unveröff.]

Manuskript eingegangen am 9. 9. 1992

Geol. Jb. Hessen	121	S. 61–81	3 Abb.	2 Taf.	Wiesbaden 1993
------------------	-----	----------	--------	--------	----------------

Zur Keuper-Stratigraphie im Netraer Graben (Bl. 4926 Herleshausen; Nordhessen/Thüringen)

Von

RAINALD BREDE, MARTIN HOTTENROTT, & CARMEN SCHUSTER*

Kurzfassung: Der hercynisch streichende Netraer Graben ist Teil des Nordhessisch–Thüringischen Grabensystems. Im östlichen Teil von Blatt 4926 Herleshausen stehen im Grabentiefsten östlich von Netra am Eichenberg, am Weinberg und am Galgenrain Gesteine des Mittleren und Oberen Keupers an. Ein weiteres kleines Vorkommen ist in einer vermutlichen Subrosionssenne am östlichen Blattrand bei Wolfmannsgehau zu beobachten.

Die Gesteine des Unter- und unteren Mittelkeupers sind nur spärlich aufgeschlossen, im Steinermergelkeuper hingegen konnten längere Profile bis in die Basisschichten des Rhät aufgenommen und Bänke mit regionalem Leitwert bestimmt werden. Die rhätischen Gesteine reichen nach palynologischen Untersuchungen bis in das Oberrhät hinein. Die Mikroflora wird mit palynologischen Befunden aus verschiedenen Regionen verglichen.

Die Gesamtmächtigkeit des Keupers liegt bei ca. 360 m.

Abstract: The ESE-striking Netra-Graben is part of the northern Hessian-Thuringian graben system. In the eastern part of the geologic map 4926 “Herleshausen” around the mountains Eichenberg, Weinberg und Galgenrain east of Netra village, the graben along its center contains rocks of the Middle and Upper Keuper. Another small occurrence is situated in a presumed subrosion depression near Wolfmannsgehau hamlet.

There exist only isolated outcrops of the Lower Keuper and lowermost Middle Keuper but, in the uppermost Middle Keuper (Steinermergelkeuper) longer sections up into the basinal beds of the Rhaetian could be measured. Certain beds can be used as regional marker horizons. Following the palynological investigations the Rhaetian strata reach up till to the Upper Rhaetian. The microflora is compared with other occurrences in different regions.

The total thickness of the Keuper lies around 360 m.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung		62
2. Lithostratigraphie		62
2.1. Unterer Keuper (ku)		62
2.2. Mittlerer Keuper (km)		65
2.2.1. Gipskeuper (kmG)		65
2.2.2. Steinermergelkeuper (kmS)		67
2.3. Rhät (ko)		69
3. Palynostratigraphie		72
4. Schriftenverzeichnis		75

* Dr. R. BREDE, Hauptmann u. Brede · Beratende Geologen GBR, Elbestr. 15, 12045 Berlin. Dr. M. HOTTENROTT, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 65193 Wiesbaden. Cand. geol. C. SCHUSTER, Institut für Angewandte Geowissenschaften, Diezstr. 15, 35390 Gießen.

1. Einleitung

Im Zuge einer geologischen Neubearbeitung von Blatt 4926 Herleshausen wurde im Herbst 1991 der Nordost-Quadrant des Blattes neu kartiert (R. BREDE). Hierbei ergaben sich vor allem im Keuper des Netraer Grabens, u. a. durch Mikroflorenbestimmungen (M. HOTTENROTT & C. SCHUSTER), Abweichungen gegenüber der alten geologischen Karte 1:25000, Blatt Netra (MOESTA 1876), von denen im folgenden berichtet werden soll. Der Netraer Graben ist Teil des Nordhessisch – Thüringischen Grabensystems und streicht von WNW ins Blattgebiet. Im W bilden Gesteine des Muschelkalkes das muldenähnlich eingesenkte Grabentiefste, nach E werden die Gesteine jünger, der Eichenberg im Zentrum des Grabens östlich von Netra schließlich wird von Gesteinen des mittleren und oberen Keupers aufgebaut.

Die Gesteinsabfolge des Keupers enthält neben Sandsteinen vor allem Ton- und Mergelsteine, die z. T. mit Evaporiten wechsellagern; Karbonate treten stark zurück.

MOESTA (1876) gliederte den Keuper im Netraer Graben in Unteren (= Kohlen-) Keuper, wobei er noch den Grenzdolomit ausschied, in mittleren Keuper, bestehend aus Gipskeuper und Steinmergelkeuper, und Rhät.

Die Gesteinsabfolgen des Keupers im Netraer Graben und deren Mächtigkeiten entsprechen weitgehend denen in Thüringen, auch wenn einzelne Partien nicht nachzuweisen sind.

Die Gesamtmächtigkeit des Keupers läßt sich aufgrund mangelnder Aufschlüsse im Verein mit der z. T. recht starken tektonischen Beanspruchung im Grabenbereich nur abschätzen, sie dürfte allerdings 350 m überschreiten.

2. Lithostratigraphie

2.1. Unterer Keuper (ku)

Mächtigkeit ca. 50 m

Aufschlüsse B1 – B5

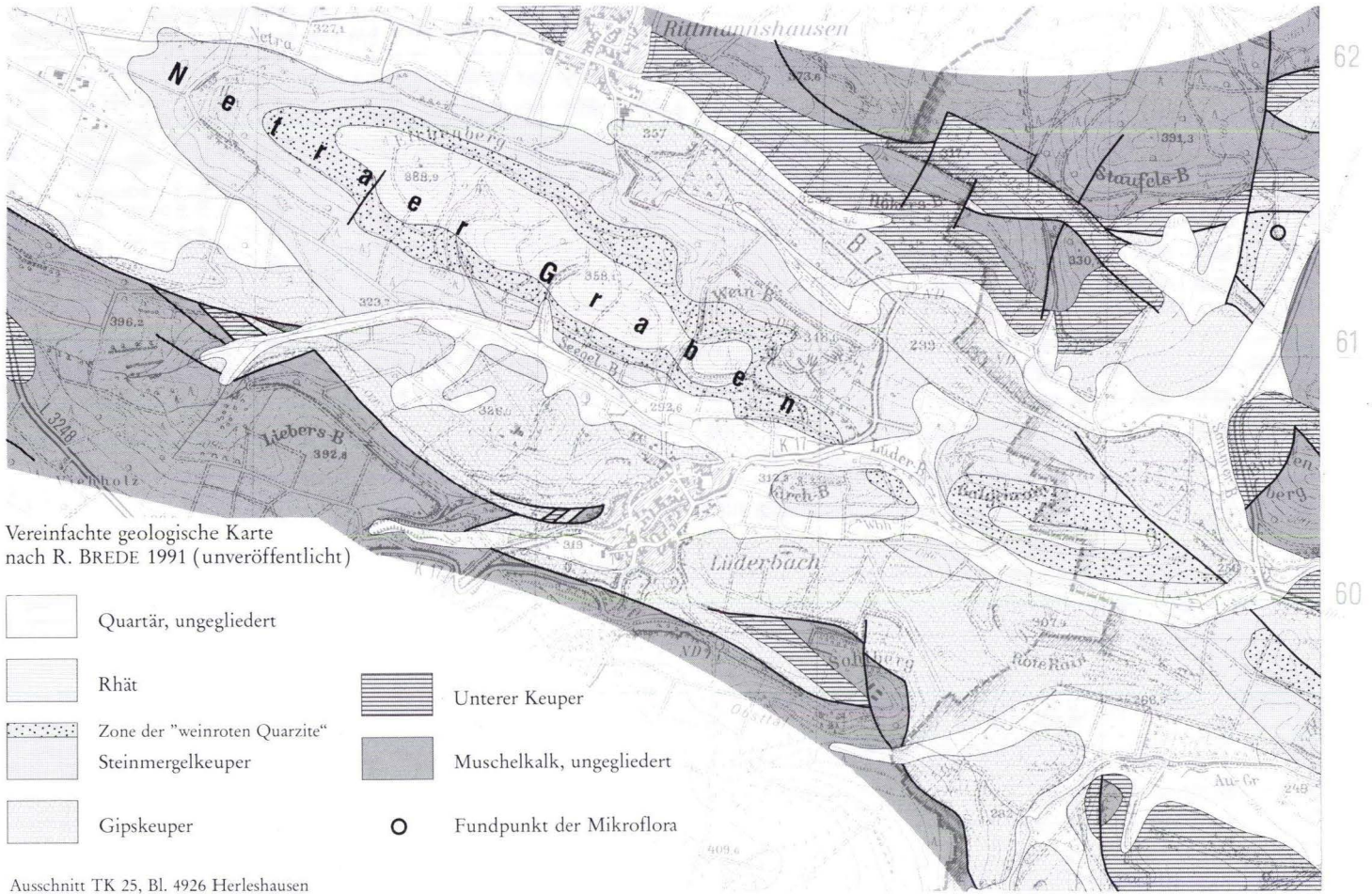
Der untere Keuper ist auf Blatt Herleshausen, obwohl weit verbreitet, nur mäßig aufgeschlossen; Teilbereiche der Folge sind in einzelnen kleinen Aufschlüssen zu beobachten. Die folgende Beschreibung lehnt sich an die Gliederung an, die im Thüringer Becken angewandt wurde (DOCKTER et al. 1970) und folgt in den Endkürzeln den Vorschlägen von DOCKTER et al. (1980):

Hangendes: Mittlerer Keuper

- | | |
|--------------------------------|---------|
| – Grenzdolomit | (ku,d2) |
| – Lichte Mergel | (ku,t3) |
| – Hauptlettenkohlsandstein S2 | (ku,s2) |
| – Dolomit D | (ku,d1) |
| – Rotmergel mit Sandstein Sx | (ku,t2) |
| – Guthmannshäuser Kalk | (ku,k) |
| – Graumergel | (ku,t1) |
| – Unter Lettenkohlsandstein S1 | (ku,s1) |

Liegendes: Ceratiten-Schicht des oberen Muschelkalkes.

Die Muschelkalk-Keuper-Grenze ist östlich des Hökers-Berges im ehemaligen Grenzstreifen zu beobachten (Aufschluß B1): Über fetten, fast schwarzen Tonen, die noch in die Ceratiten-Schichten zu stellen sind, folgen feinblättrige, glimmerreiche hellgraugrüne Feinsandsteine



Vereinfachte geologische Karte nach R. BREDE 1991 (unveröffentlicht)

- Quartär, ungegliedert
- Rhät
- Zone der "weinroten Quarzite"
- Steinmergelkeuper
- Gipskeuper
- Unterer Keuper
- Muschelkalk, ungegliedert
- Fundpunkt der Mikroflora

Ausschnitt TK 25, Bl. 4926 Herleshausen

Abb. 1. Vereinfachte geologische Karte eines Teiles des Untersuchungsgebietes.

(ku,s1), die in einzelnen Lagen Pflanzenhäcksel führen; 3 m dieser Sandsteine sind aufgeschlossen. Ein „Grenzschichten“-Bereich zwischen mo und ku, wie er auf der Ringgau-Hochfläche häufig in Form dunkelgrauer bis graugrüner Tonsteine zu beobachten ist, fehlt in diesem Aufschluß, und ein Grenzbonebed steht ebenfalls nicht an. Ein weiterer kleiner Aufschluß (B2) in denselben Feinsandsteinen nahe der Keuperbasis befindet sich 500 m NW Archfeld. In weiten Bereichen scheint der untere Sandstein jedoch zu fehlen und durch glimmerreiche Ton-Silt-Steine ersetzt zu werden. Es liegt die Vermutung nahe, daß es sich bei diesen Sandsteinvorkommen um Rinnenfüllungen handelt; leider lassen die ungenügenden Aufschlußverhältnisse einen Nachweis nicht zu.

Über dem s1 und seinen lateralen Vertretungen folgen hellgraue bis mittelgraue Ton- und Mergelsteine (ku,t1) geringer Mächtigkeit (geschätzt ca. 2 m), die nach oben in einer Folge bunter, meist roter und grüner, selten dunkelgrauer Tonsteine übergehen. Diese sind zum Beispiel an einer Waldwegböschung östlich des Sumpel aufgeschlossen (Aufschluß B5). In diese eingelagert finden sich dünnplattige, siltführende Feinsandsteine mit meist leicht welliger Oberfläche, die häufig glimmerbestäubt ist. Es dürfte sich hier um die Rotmergelzone ku,t2 Thüringens mit dem sandigen Zwischenmittel ku,sx handeln, das wiederum ein Äquivalent des *Anoplophora*-Sandsteins darstellt, der sich über den Raum Wichte (BECKER & LAEMMLEN 1988) bis ins Lipper Bergland (DUCHOW 1968) verfolgen läßt. Demnach fehlt auf Blatt Herleshausen analog zum Eisenacher Raum (WEBER & KUBALD 1947) die Zone des „Guthmannshäuser Kalkes“ in seiner typischen Ausbildung mit der Kalkbank α (NAUMANN 1940).

Einzelne Lesesteine dünner dunkelgrauer, gelbbraun anwitternder Dolomitplatten auf dem „Dieberitt“ bei R 357552 H 566178 könnten zwar evtl. in diesen Horizont gehören, sind aber aufgrund ihrer Nähe zum Hauptlettenkohlsandstein eher höheren Teilen der Folge zuzuordnen. Die unklare tektonische Situation und die deutlich erkennbare Subrosion lassen hier eine eindeutige Aussage nicht zu. Auch bei den braungelben dolomitischen Mergeln, die am Weg östlich des Staufelsberges (Aufschluß B3) bei R 538157 H 566165 zu finden sind, ließ sich nicht genau klären, ob sie dem Niveau des Guthmannshäuser Kalkes zuzuordnen sind; ungestörte Lagerung vorausgesetzt sind 5 m tiefer der s1 und 9 m tiefer eindeutige Ceratiten-Schichten aufgeschlossen, somit könnten die dolomitischen Mergel dem Gutmannshäuser Kalk entsprechen.

Wie oben erwähnt, macht sich der im östlichen Thüringen als geschlossenes Sandsteinpaket entwickelte Sandstein ku,sx (alte Bezeichnung *Anoplophora*-Sandstein) auf Blatt Herleshausen nur in Form dünner sandiger Einschaltungen in den Ton-/Siltsteinen der Rotmergelzone bemerkbar. Am Top der Folge schalten sich an der Grenze zum Hauptlettenkohlsandstein (ku,s2) einzelne Dolomitbänke ein. In diesem Niveau finden sich nordwestlich des Breitenberges nahe dem östlichen Blattrand bei R 358156 H 566077 Bruchstücke einer 3 cm mächtigen, dunkelgrauen, gelbbraun anwitternden Dolomitbank mit welliger Oberfläche, die Pflanzenreste enthält. Diesem Niveau sind auch die o. g. Dolomite „auf dem Dieberitt“ zuzuordnen. Sie entspricht in ihrer Position der Dolomitbank ku,d1 (alte Bezeichnung D) Thüringens, die nach DOCKTER et al. (1970) in westlicher Richtung auskeilt. Auch an der Basis des Hauptlettenkohlsandsteines (ku,s2) macht sich häufig noch ein gewisser Dolomitgehalt bemerkbar, bei R 358081 H 566110 sind an einer Wegböschung (Aufschluß B4) dolomitisch-kalkig gebundene, gelbe dünnplattige Feinsandsteine aufgeschlossen. Darüber folgen 3,8 m schmutzig-graue-olivgrüne Fein- und Mittelsandsteine des ku,s2; sie führen lagenweise reichlich Pflanzenhäcksel und sind überwiegend recht mürbe.

Trotz ihrer mürben Beschaffenheit sind Teile des Hauptlettenkohlend Sandsteins offensichtlich als Werksteine abgebaut worden, am Breitenberg bei R 358156 H 566077 und ca. 1,5 km südwestlich von Ifta bei R 358158 H 565916.

Die von E. E. SCHMID (1874) eingeführte Bezeichnung „Lichter Mergel“ für die ca. 15 m mächtige hangende Schichtfolge erweist sich auf Blatt Herleshausen als unzutreffend, es handelt sich hier um überwiegend dunkelgraue und rot/grüne-bunte Tonsteine mit einzeln zwischengeschalteten cm-starken mürben, braunen Dolomitsteinbänkchen im unteren und oberen Drittel. Die über dem Hauptlettenkohlend Sandstein auftretenden roten und grünen Ton-/Silt-Steine mit scherberigem Zerfall an der Wegböschung in Aufschluß B4 gehören diesem Niveau an. Eine von HANGEBROOK (1985) beschriebene ockerfarbige, 20 cm mächtige Sandsteinbank in der Mitte der Folge konnte nicht bestätigt werden. Den Abschluß des unteren Keupers bildet der Grenzdolomit (ku,d2). Die ca. 2 m mächtige Folge besteht aus zwei in frischem Zustand bläulich-grauen harten Dolomitbänken, die durch ein Zwischenmittel dunkelgrauer Tonsteine getrennt sind. Meist sind die Dolomitbänke jedoch rekazitisiert und recht mürbe, häufig ist dann neben einer rostig-braunen eine intensiv gelbe Färbung zu beobachten, und die Oberfläche der Lesesteine fühlt sich mehlig an.

Schon MOESTA (1876) und KINDERMANN (1918) stellten fest, daß der Grenzdolomit nur in kleinen Teilbereichen des Blattes auskartiert werden kann: Zwischen Netra und Rittmannshausen ist er weitgehend vom Schutt des hangaufwärts ausstreichenden Muschelkalkes bedeckt, aber auch weiter ostwärts ist er nicht als durchgehendes Band zu verfolgen. Vermutlich ist er häufig an streichenden Störungen unterdrückt.

Auffällig ist der Wechsel in der Fossilführung im ku,d2 über kurze Distanzen: Treten in einigen Bereichen, wie etwa bei R 357846 H 566233 Rittmannshausen in den Lesesteinen Muschelsteinkerne, vor allem von *Costatoria goldfussi* (ALBERTI), fast gesteinsbildend auf, so sind die Dolomitbänke in anderen Bereichen, z. B. bei R 358087 H 566102 zwischen B7 und Staufelsberg, völlig frei von Makrofossilien. Das gleiche Phänomen ist bei Röhrda auf Bl. Eschwege zu beobachten, wo der Grenzdolomit nördlich der Netra außerordentlich fossilreich ausgebildet ist, südlich der Netra aber keinerlei Makrofossilien führt (freundl. mündl. Mitt. C. KUHNERT, FU Berlin).

Die Gesteine des Unteren Keupers liefern einen recht tiefen Ackerboden, deshalb werden diese Standorte überwiegend landwirtschaftlich genutzt.

2.2. Mittlerer Keuper (km)

Der Mittlere Keuper nimmt alle Bereiche des Netraer Grabens ein, außerhalb des Grabenbereiches tritt er nicht auf. Nach seinem typischen Gesteinsinventar wird er in eine untere Stufe, den Gipskeuper, und eine obere Stufe, den Steinmergelkeuper, unterteilt.

2.2.1. Gipskeuper (kmG)

Mächtigkeit ca. 140 m

Aufschlüsse B6–B10

In Thüringen kann der Gipskeuper anhand eines markanten Sandsteinpaketes, des Schilfsandsteins, in drei Teilstufen untergliedert werden:

Oberer Gipskeuper

Schilfsandstein

Unterer Gipskeuper

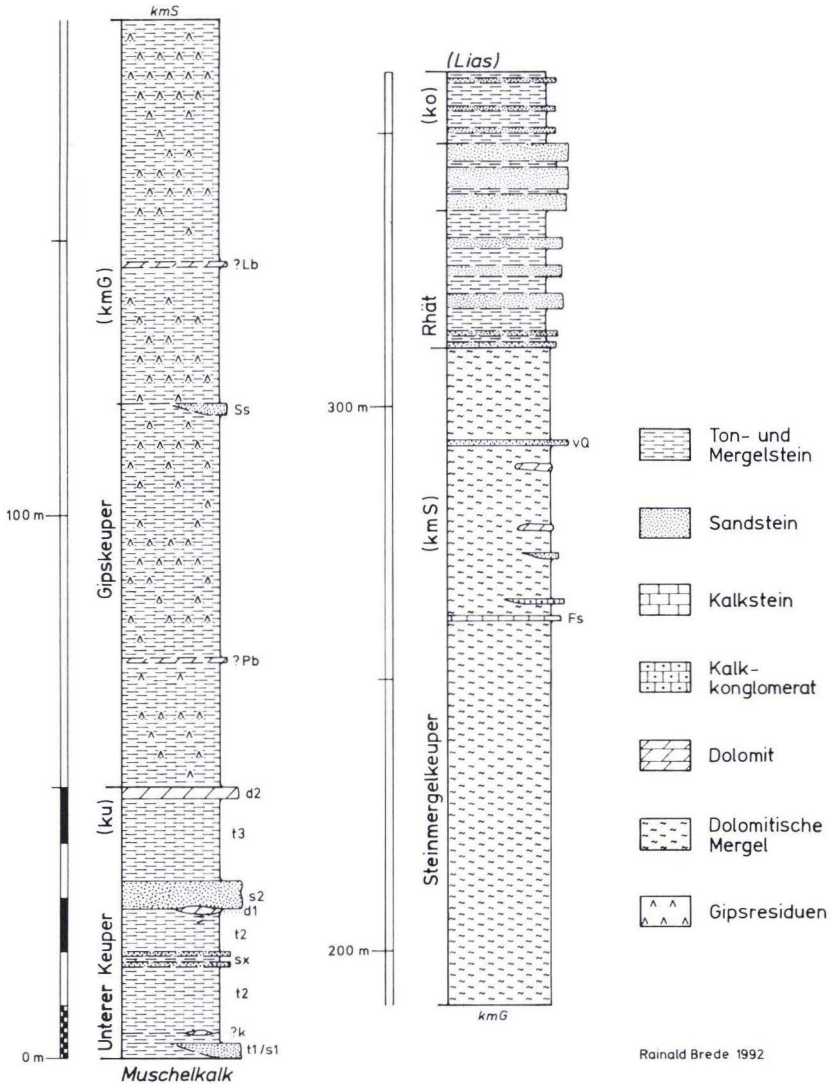


Abb. 2. Schematisches Profil des Keupers im Netraer Graben auf Blatt Herleshausen. — Unsichere Grenzen gestrichelt, dünne Bänke nicht maßstäblich. — **Pb** → Bleiglanzbank der Myophorien-Schichten, **Ss** → Schilfsandstein, **Lb** → Lehrbergbänke, **Fs** → Fischschuppen-Bänke und **vQ** → violette Quarzite im Steinmergelkeuper.

Da auf Blatt Herleshausen der Schilfsandstein nur spärlich aufgeschlossen ist, wenn er auch nicht, wie von KINDERMANN (1918) behauptet, völlig fehlt, wurde auf eine Untergliederung des kmG verzichtet. Das auffälligste Merkmal des kmG bilden seine Gipsresiduen. Diese treten in Form grünlicher oder rosa gefärbter Karbonatlagen und -knollen mit unregelmäßiger Oberfläche auf, die häufig idiomorphe Quarzkristalle bis 1 mm enthalten.

Der beste Aufschluß (B6) in kmG befindet sich im ehemaligen Grenzstreifen an der Roten Rain zwischen dem Fuß des Sohlberges und dem Lüderbachtal. Am Fuß des Sohlberges sind auf dem Acker nördlich des Fahrweges dunkelbraune bis schwarze Tonsteine aufgepflügt, sie führen Gipsresiduen und hellgraue, scherbzig zerfallende Dolomitbänkchen. Da diese Tonsteine dem unteren Teil des Gipskeupers zuzuordnen sind, könnte es sich um das Niveau der Myophorien-Schichten handeln. Darüber folgen 70–80 m rote und grüne Tonsteine mit zahlreichen Gipsresiduen, die z. T. fast gesteinsbildend auftreten.

Nördlich der Kuppe sind bei R 358104 H 566002 80 cm rote, mürbe Mittelsandsteine aufgeschlossen. Es scheint sich hier um den Schilfsandstein zu handeln, wenn auch der von Blatt Creuzburg beschriebene hohe Glimmergehalt (NAUMANN 1907a) nicht festzustellen ist. Ein Rollstein am Hangfuß mit *Calamites*-Stengeln könnte diesem Niveau entstammen. Im Lesesteinspektrum ließ sich der Schilfsandstein nur vereinzelt nachweisen, z. B. bei R 358093 H 566088. Entweder ist er nicht durchgängig ausgebildet, oder er zerfällt beim Pflügen aufgrund seiner mürben Beschaffenheit.

Das von HANGBROOK (1985) erwähnte Vorkommen E Rittmannshausen konnte nicht bestätigt werden, da der Bereich mittlerweile als Wiese genutzt wird. Jedoch tauchen in der streichenden Verlängerung dieses Vorkommens am Grenzstreifen nördlich der B7 bei R 358051 H 566102 (Aufschluß B7) einzelne rote Sandsteinbrocken auf. Leider war es nicht möglich, herauszufinden, ob der Sandstein dort ansteht. Der obere Teil des Gipskeupers besteht wieder aus roten und graugrünen Tonsteinen mit Gipsresiduen und umfaßt den Bereich von der Roten Wand bis zur Oberen Bunten Folge der südthüringischen Gliederung. Eine weitere Untergliederung dieses oberen Teils des kmG wäre nur mit Hilfe der Lehrbergbänke, 2–4 Bänkchen grauer, dolomitischer Steinmergel möglich, die aber nur östlich der Roten Rain bei R 358141 H 565981 über eine Strecke von ca. 50 m-Streichen zu verfolgen sind.

In einem weiteren Vorkommen südwestlich der Wiesenmühle bei Netra (R 357540 H 566273) sind Lesesteine einer 3–4 cm mächtigen bunten, hellgrauen, z. T. leicht kavernösen Dolomitbank zu finden, deren Malachitgehalt darauf hindeutet, daß es sich hier ebenfalls um eine der Lehrbergbänke handelt (DOCKTER et al. 1970, DOCKTER 1974).

Die gleichmäßige Verteilung der roten und grünen Farben sowie der Gipsresiduen macht eine Zuordnung zu den Niveaus innerhalb des Gipskeupers in kleineren Aufschlüssen, wie in der Straßenböschung entlang der B7 (B8) oder in Lüderbach (B9, B10) unmöglich.

Die in frischem Zustand scherbzig zerfallenden Tonsteine des Gipskeupers verwittern zu einem sehr fetten Boden, der fast überall ackerbaulich genutzt wird.

2.2.2. Steinmergelkeuper (kmS)

Mächtigkeit 120 m

Aufschlüsse B11 – B15

Über dem unteren Keuper und dem Gipskeuper folgt mit einer meist deutlichen Reliefverteilung der Steinmergelkeuper. Es ist dies eine überwiegend monotone Folge fester, oft dolomitischer Ton-/Silt-Steine mit scherbzigem Zerfall (daher der Name „Steinmergel“), die einem zum Hangenden steigenden Sandanteil aufweist.

In Thüringen wird der Steinmergelkeuper nach der Farbgebung in die

- Obere Bunte Folge
- Graue Folge
- Untere Bunte Folge

untergliedert. Auf Blatt Herleshausen treten im Niveau der „Grauen Folge“ ebenfalls rote Partien auf, wenn auch die Farbe Grau bei weitem überwiegt. Die „Untere Bunte Folge“ ist nur am Fuß des Eichenberges S Rittmannshausen an einer Wegböschung frisch aufgeschlossen (Aufschluß B11). Dort treten graue und rot-violette, stückig zerfallende Ton-/Silt-Steine auf, die von karbonatischen Kluftbelägen durchzogen werden. Die ehemals guten Aufschlußverhältnisse in den „Badlands“ am Westabhang des Eichenberges und Ostabhang des Weinberges sind leider durch Aufforstung zunichte gemacht worden.

Bessere Aufschlußverhältnisse herrschen im mittleren und oberen Teil des Steinmergelkeupers. 13 m rein grauer Mergel sind an einer Wegböschung westlich der Straße nach Wolfmannshausen aufgeschlossen (Aufschluß B12). In diesem Niveau kommen als Besonderheit graue Quarzitbänkchen bis 3 cm Dicke vor, die auf den Feldern südlich des Weges als Lesesteine zu finden sind.

Zwei längere Profile durch den mittleren und oberen Teil des Steinmergelkeupers sind auf Blatt Herleshausen aufgeschlossen: Das erste am Weg von Rittmannshausen auf den Eichenberg im Wald (Aufschluß B13) und das andere im Grenzstreifen südlich der B7 am Galgenrain (Aufschluß B14); sie sind in Abb. 1 dargestellt. Beide Profile zeigen zwei dünne dolomitisch-mergelige Kalkbänkchen (5–10 cm) im mittleren Abschnitt, die zumindest regional Leitwert besitzen. Schon MOESTA (1876) erwähnte „eine Kalkbank mit Fischschuppen und Knochen“. In der Tat handelt es sich jedoch um zwei Kalkbänke im Abstand von 0,5–2 m, von denen vor allem die obere oft Fischschuppen auf der Oberfläche zeigt.

Diese Bänke treten nicht nur in den Profilen auf, sie konnten am kmS-Hügel W Ifta (Aufschluß B15) und auf dem Nordwesthang des Galgenrains bei R 358058 H 566063 nachgewiesen werden; das Vorkommen am Westabhang des Eichenberges (KINDERMANN 1918) war nicht mehr aufzufinden. Auch NAUMANN (1907) beschrieb die zwei Bänkchen, allerdings ca. 20 cm mächtig und mit einem etwas größeren Zwischenmittel, in einem Profil an der Hageleite bei Ütteroda auf Blatt Creuzburg. Sie liegen in diesem Profil entsprechend den Profilen in Abb. 1 ziemlich genau in der Mitte des Steinmergelkeupers.

Im Profil am Nordhang des Eichenberges taucht 2 m über der Fischschuppen-Bank eine weitere Kalkbank auf. Sie ist dort 50 cm mächtig und besteht aus mäßig bis gut gerundeten Kalkgeröllen bis 2 cm Durchmesser. MOESTA (1876) beschrieb diese als Muschelkalkgerölle. Ihre wahre Herkunft gibt sich jedoch an der Südseite des Eichenberges bei R 357935 H 566093 zu erkennen: Dort ist im selben Niveau am Waldrand eine entsprechende Konglomeratbank, allerdings nur 15 cm mächtig, aufgeschlossen, deren Komponenten aus dolomitischen Steinmergelgeröllen bestehen, die durch eine Steinmergelmatrix verkittet sind. Es handelt sich also bei der oben beschriebenen Kalkbank um eine Bank mit intraformationellen Geröllen aus den Steinmergeln, die dedolomitisiert sind. Auf der Nordseite des Eichenberges ist die Bank vom Weg aus mit abnehmender Mächtigkeit ca. 100 m nach W zu verfolgen, und ca. 150 m nach E, wobei die Mächtigkeit bis auf 70 cm zunimmt. Weiter östlich ist die Bank nicht mehr anzutreffen, sie fehlt sowohl am Weinberg als auch am Galgenrain.

12 km ESE dieses Vorkommens am Eichenberg beschrieb NAUMANN (1907) im Profil Hageleite bei Ütteroda 10 m über der Fischschuppenbank zwei 20 cm-Bänkchen konglomeratischer Steinmergel mit einem Zwischenmittel von 60 cm. 12 m über der ersten folgt am Eichenberg noch eine zweite Konglomeratbank, die allerdings nur 8 cm mächtig und noch kaum dedolomitisiert ist. Es muß sich bei diesen Konglomeraten um die Füllung flacher Rinnen oder kleiner abflußloser Becken handeln, die nur periodisch geflutet waren.

Zum Hangenden schalten sich zunehmend sandige Lagen in den Steinmergelkeuper ein, die fast immer weinrot bis violett sind und ein quarzitisches Bindemittel aufweisen. Die unteren dieser Lagen sind dünnplattig ausgebildet, z. T. zeigen sie eine violett/grüne Feinstreifung, vereinzelt sind sie bioturbat. Darüber folgt eine sehr charakteristische Bank, die am Eichenberg 80 cm, am Galgenrain 100 cm erreicht. Es ist ein massiger, weinroter, quarzitischer Feinsandstein, der z. T. massenhaft eckige Löcher zeigt. Diese sind im frischen Zustand mit grünen Tonen gefüllt, die braun anwittern und schließlich ausgeschwemmt werden. Am Galgenrain ist zu beobachten, daß über diesem Sandsteinpaket noch einmal 17 m rote Mergel anstehen, darüber erfolgt ein scharfer Umschwung zu mürberen, meist gelben Sandsteinen und dunkelgrauen bis schwarzen Tonen. Mit diesem Umschwung wurde die Grenze zum Rhät gezogen. Das Niveau dieser „weinroten Quarzite“ wurde getrennt ausgeschieden, da einerseits die quarzitischen Sandsteinlagen genügend Lesesteine liefern und andererseits MOESTA (1876) offenbar mit dem Einsetzen dieser Lagen die Grenze zum Rhät gezogen hat. Gegen diese Abgrenzung spricht die Überlagerung der roten Sandsteine durch rote Steinmergel im Profil im Galgenrain, und man müßte dann, wie von WILL (1969) vorgeschlagen und z. B. von BEUTLER (1976, 1980) befürwortet, die gesamte Abfolge über den Salinarhorizonten zum oberen Keuper schlagen, was in diesem Falle nicht hilfreich ist.

Durch das dolomitische Bindemittel geht die Bodenbildung auf den Steinmergeln langsamer vonstatten als auf den übrigen Tonsteinen des Keupers, weshalb sich in diesen Bereichen, unterstützt durch das kräftige Relief, häufig „Badlands“ gebildet haben, die allerdings, vor allem in Hessen, in letzter Zeit verstärkt aufgeforstet werden.

2.3. Rhät (ko)

Mächtigkeit: ca. 50 m

Aufschlüsse: B14–B17

Der obere Keuper, das Rhät, wird von einer Tonstein-Sandstein-Wechselfolge gebildet. Die von NAUMANN (1907) in Anlehnung an L. PFLÜCKER Y RICO (1868) durchgeführte Zweigliederung in eine untere pflanzenführende, sandige Folge, das „Pflanzenrhät“, und eine obere tonig-sandige Folge mit marinen Fossilien, das „Protocardienrhät“, wurde für den Thüringischen Raum von PUTZER (1938) nach den Befunden JÜNGST (1928) aus dem Harzvorland zugunsten einer Dreigliederung in ein tonig-sandiges unteres, ein überwiegend sandiges mittleres und ein tonig-sandiges oberes Rhät aufgegeben.

Auf Blatt Herleshausen bauen Rhät-Gesteine den zentralen Teil des Netraer-Creuzburger-Grabens auf dem Eichenberg, dem Weinberg und dem Galgenrain sowie den kleinen Hügel südöstlich des Staufelsberges auf und sind in einigen kleinen Aufschlüssen anstehend zu beobachten.

Die Rhät-Basis ist am Galgenrain (Aufschluß B14) bei R 358085 H 566040 und bei R 358092 H 566035 aufgeschlossen. Über den bunten Mergeln des Mittleren Keupers folgen dort eine graue und eine gelbe Sandsteinlage mit einem grauen, schwach feinsandigen Zwischenmittel. Ein Grenzbonebed (DREYER 1962) ist nicht ausgebildet, auch die sogenannte „Gurkenkernschicht“ ist nicht aufgeschlossen. Sie scheint allerdings auf Blatt Herleshausen anzustehen, zumindest deutet ein Feinsandstein mit Steinkernen von *Unionites posterus* (FRAAS), von C. KUHNERT in der Bauschuttdeponie N Rittmannshausen aufgelesen, darauf hin.

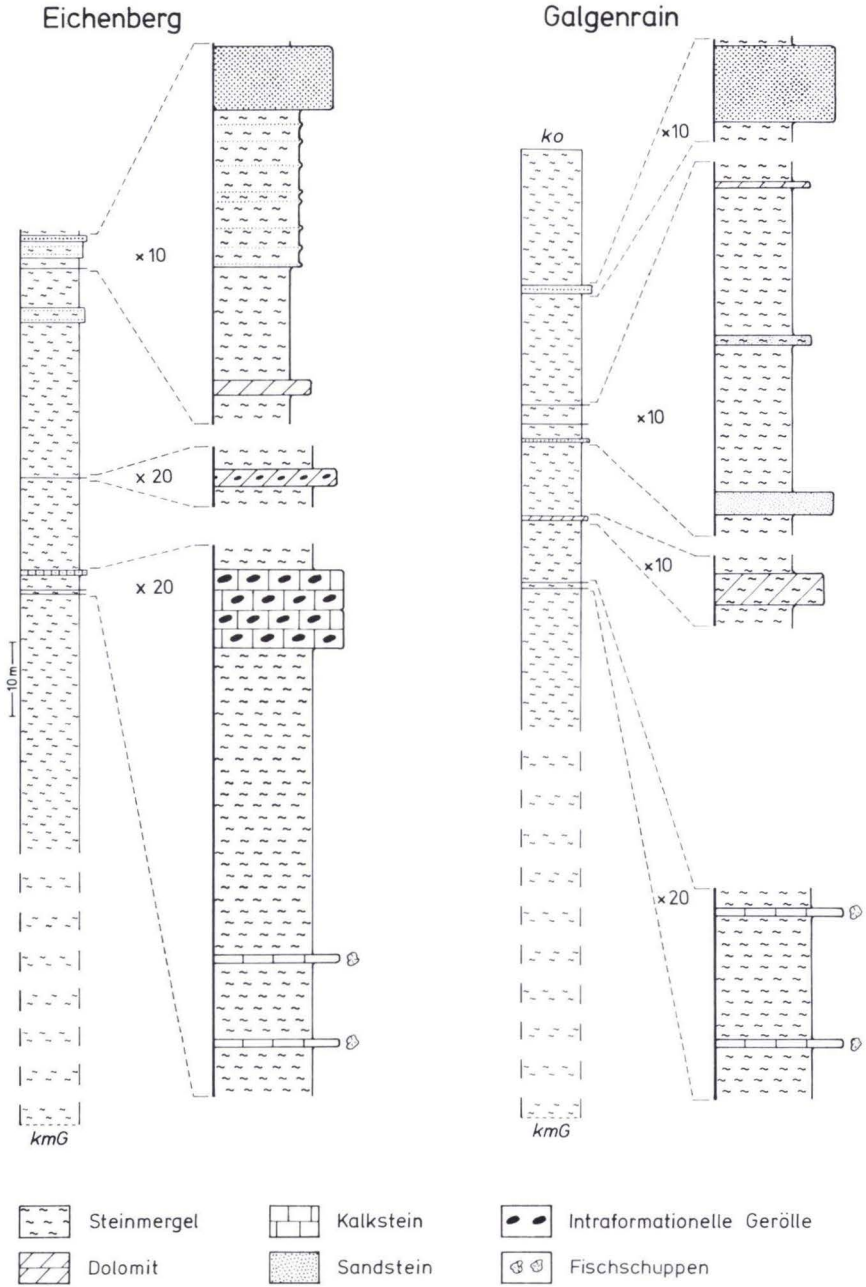


Abb. 3. Profile des Steinmergelkeupers am Eichenberg und Galgenrain.

Etwas höhere Teile der Folge stehen an einer Waldwegböschung N Lüderbach am Weinberg (Aufschluß B16) an. In dunkelgraue Tone sind dort 3–10 cm-bankige graue Feinsandsteine mit deutlichen Sedimenttexturen, u.a. Rippelmarken, eingeschaltet. Die Sandsteine wittern gelb an und die Texturen sind dann durch Limonit braun nachgezeichnet. Fallstücke des gleichen Sandsteins sind auf dem Hügel südöstlich des Breitenberges bei R 358155 H 566123 zu finden. Die etwas gröberen Sandsteine des mittleren Rhäts sind heutzutage nicht mehr aufgeschlossen; flache Kuhlen auf dem Eichenberg bei R 357898 H 566146 zeugen davon, daß sie ehemals als Werksteine abgebaut wurden. Einzelne, meist unregelmäßig geformte Lesesteine auf dem Eichenberg und dem Hügel südöstlich des Staufelberges zeigen, daß es sich um relativ dickbankige und mürbe, gelbe, z.T. rotschlierige Mittelsandsteine handeln muß. Typisch ist in diesen Bereichen ein reiner, gelber Sandstein, d.h. Tone können in diesem Bereich der Folge nur sehr untergeordnet auftreten.

Am Weg östlich des Staufelberges steht in der Wegböschung (Aufschluß B17) in dunkelbraungrauen, leicht sandigen Tonen ein 2,5 m-Paket gelber, dünnplattiger Sandsteine an. 20 m S, d.h. ca. 7 m höher, stehen in mittelgrauen Tonen 30 cm dunkelgrau-grüne, flaserige Sandsteine mit braunen Kluftbelägen an. Die gleichen Sandsteine wurden am Osthang des Eichenberges (R 357935 H 566116) und auf dem Weinberg (R 357964 H 566099) unter Baumwurzeln gefunden. Nach ihrer Position wurden sie bei der Kartierung in den oberen Rhät gestellt. Eine anschließende Bestimmung der Mikroflora aus den Tonsteinen unterhalb der grünen flaserigen Sandsteine ergab ein Pollen- und Sporenspektrum (Kap. 3), nach welchem den o.g. Tonsteinen oberrhätisches Alter zukommt. Auf Blatt Herleshausen reichen demnach die mesozoischen Gesteine im Netraer Graben bis in das Obere Rhät hinein; weiter östlich im Graben reichen sie auf Blatt Kreuzburg bis ins obere Sinemurium (NAUMANN 1907) und auf Blatt Eisenach sogar bis ins obere Toarcium (KLAUA 1974).

Die ko-Böden sind überwiegend sandig, werden aber nur auf der Ostseite des Galgenrains landwirtschaftlich genutzt, die übrigen Bereiche sind bewaldet.

Aufschlußliste Keuper

- B1: mo2/ku,s1, Böschung am Fahrweg des ehemaligen Grenzstreifens östlich des Hökersberges, R 358062 H 566145, frischer Zustand (1991)
- B2: ku,s1, Böschung am Weg Archfeld – Pumpwerk Altefeld, R 358016 H 565735, stark verwachsen
- B3: ku,s1-ku,d2, Böschung am Weg östlich des Staufelberges zwischen R 358158 H 566160 und R 358157 H 566165, mehrere kleine Aufschlüsse zum Selbstaushub, stark verwachsen
- B4: ku,s2/ku,t3, Wegböschung am Ausgang des Ziegentalles bei R 358081 H 566110, mäßig verwachsen
- B5: ku,t2, Waldwegböschung östlich des Sumpel bei R 357600 H 565809, 1 m hoch, leicht verwachsen
- B6: kmG, Grenzstreifen an der „Rote Rain“ zwischen dem Fahrweg Lüderbach–Ifta R 358055 H 565975 und dem Lüderbachtal R 358106 H 566011, Erosionsrinne zwischen Grenzzaun und Patrouillenweg
- B7: kmG, Grenzstreifen nördlich der B7 zwischen R 358057 H 566111 und R 358077 H 566081, leicht bewachsen, vermutlich vermint (Herbst 1991)

- B8: kmG, Straßenböschung B7 zwischen R 358132 H 566040 und R 358142 H 566032, max. 2,4 m hoch, frischer Anschnitt
- B9: kmG, Lüderbach, R 357918 H 566038, durch Wegebau übersteilter Prallhang, 5 m hoch, leicht verrutscht, mäßig bewachsen
- B10: kmG, Ortslage Lüderbach, Südrand, R 357940 H 566014, künstlicher Aufschluß, mäßig bewachsen
- B11: kmS, unterer Teil, Wegböschung am Fuß des Eichenberges S Rittmannshausen bei R 357934 H 566159, frisch
- B12: kmS, graue Mergel, Wegböschung westlich der Straße nach Wolfmannsgehau bei R 358148 H 566119, mäßig bewachsen
- B13: kmS, mittlerer und oberer Teil, Weg von Rittmannshausen auf den Eichenberg zwischen R 357926 H 566160 und R 357912 H 566148, stark verwachsen, nur einige härtere Bänke aufgeschlossen
- B14: kms/ko-Basis, ehemaliger Grenzstreifen südlich der B7 (R 358077 H 566064) über den Galgenrain zum Lüderbachtal (R 358093 H 566025), Erosionsrinne, z. T. viel Gesteinsgrus, kaum bewachsen, auf der Südseite des Galgenrains z. T. in Verfüllung befindlich (Herbst 1991)
- B15: kmS, Badlands auf dem Hügel W Ifta auf der Blattgrenze mit Fischschuppen-Bank bei R 358172 H 565970, auf dem Hügel einzelne Muschelkalk-Gerölle
- B16: ko, Waldwegböschung N Lüderbach R 357953 H 566098, 4 m hoch, stark bewachsen
- B17: ko, Waldwegböschung am Weg östlich des Staufelsberges zwischen R 358159 H 566149 und R 358160 H 566147, stark verrutscht und verwachsen

3. Palynostratigraphie

Erstmalig wurde eine hessische Keuper-Mikroflora von STARKE (1971) beschrieben. Die Arbeit behandelt die palynologische Auswertung eines Profils aus dem Unteren Keuper der Rhön (Uttrichshausen; TK 5524 Weyhers). Die Untersuchungen von REITZ (1985) zur Palynologie der Trias in Nordhessen und Südniedersachsen erfassen den Mikroflora-Inhalt vom Grenzbereich Unterer/Mittlerer Buntsandstein bis hinauf zum Schilfsandstein des Keupers. Die hierfür verwendeten Proben aus dem Keuper stammen indes nicht aus Hessen, sondern aus Bohrungen des nördlichen Harzvorlandes (Asse). Über Mikroflora aus dem Rhät (Oberer Keuper) von Hessen und dessen unmittelbarer Nachbarschaft ist bislang noch nichts veröffentlicht worden.

Die hier palynologisch untersuchte Probe entstammt der Wegböschung östlich des Staufelsberges (vergl. Kap. 2.3) und lieferte ein reichhaltiges Spektrum. Eine weitere Probe von einem Fundpunkt etwa 20 m südlich davon erbrachte nur wenige Sporomorphen (nichttaeniatae bisaccate Pollen, *Gliscopollis* und die Acritarchen-Formgruppe *Michrhystridium*).

Im Spektrum der erstgenannten Probe ließen sich folgende Formen erkennen:

- Concavisporites divisorius* KEDVES & SIMONCSICS 1964
Deltoidospora harrisi (COUPER 1958) POCOCC 1970
Deltoidospora toralis (LESCHIK 1955) LUND 1977
Leiotriletes mesozoicus (THIERGART 1949) SCHULZ 1967
Calamospora sp.
Acanthotriletes ovalis NILSSON 1958
Acanthotriletes varius (NILSSON 1958) SCHURMAN 1977

Conbaculatisporites mesozoicus KLAUS 1960
Triancoraesporites ancorae (REINHARDT 1962) SCHULZ 1967
Densosporites fissus (REINHARDT 1964) SCHULZ 1967
Densosporites sp.
Densoisporites cf. *velatus* WEYLAND & KRIEGER 1953
Tsugaepollenites ?pseudomassulae (MÄDLER 1964) MORBEY 1975
Ovalipollis pseudoalatus (THIERGART 1949) SCHURMAN 1976
Lunatisporites rhaeticus (SCHULZ 1967) WARRINGTON 1974
Lunatisporites sp.
Alisporites grandis (COOKSON 1953) DETTMANN 1963
Pityosporites divulgatus (BOLKHOVITINA 1956) POCOCK 1970
Quadraeculina anellaeformis MALJAVKINA 1949
Vitreisporites pallidus (REISSINGER 1950) NILSSON 1958
Gliscopollis meyeriana (KLAUS 1960) VENKATACHALA & GOZAN 1966
Rhaetipollis germanicus (SCHULZ 1967) SCHURMAN 1977
Ricciisporites tuberculatus LUNDBLAD 1954
Chasmatosporites magnolioides (ERDTMAN 1948) NILSSON 1958
Monosulcites carpentieri DELCOURT & SPRUMONT 1955
Monosulcites minimus COUPER 1958
Cycadopites sp.
Dapcodinium priscum EVITT 1961

Auf den Tafeln 1 und 2 sind einige charakteristische Vertreter der Mikroflora abgebildet. Sie stammen sämtlich aus der erstgenannten Probe vom Wegeinschnitt östlich des Stauffelsberges. Das Spektrum ist hinreichend ergiebig, um konkrete stratigraphische Aussagen treffen zu können. Zum Vergleich werden die Ergebnisse einiger palynologischer Untersuchungen jüngerer Trias-Schichten von zumeist entfernten Gebieten herangezogen.

In Thüringen sind wesentliche Ergebnisse zur Keuper-Palynostratigraphie erarbeitet worden (u. a. REINHARDT 1964, SCHULZ 1967, SCHULZ 1976). Daraus ergibt sich im Hinblick auf die vorliegende Mikroflora dort folgende stratigraphische Verbreitung von wichtigen Formen: Im Mittelrhät treten *Triancoraesporites* und *Rhaetipollis* neu auf, beide setzen an der Grenze Rhät/Lias aus (SCHULZ 1967). Nach einer neueren Übersicht (SCHULZ 1976) verschwindet zumindest *Triancoraesporites* an der Rhät/Lias-Grenze in Thüringen. Die übrigen Mikroflora-Elemente des Spektrums sind nach einem Vergleich mit den thüringischen und anderen ostdeutschen Profilen insgesamt typisch für das Rhät, wobei nach DÖRING et al. (1966), SCHULZ (1967, 1976) viele Formen stratigraphisch bis in den tiefen Lias hineinreichen (*Ovalipollis* sp., *Gliscopollis meyeriana* (KLAUS) VENK. & GOZAN, *Ricciisporites tuberculatus* LUNDBLAD, *Lunatisporites rhaeticus* (SCHULZ) WARRINGTON u. a.).

In der oberen Trias von Polen unterscheidet ORLOWSKA-ZWOLIŃSKA (1976) fünf mikrofloristische Zonen vom Unterkeuper bis zum Rhät. Die fünfte Vergesellschaftung aus den Wielichowo-Schichten führt u. a. *Triancoraesporites* als wichtige Form von offenbar geringer vertikaler Verbreitung im Profil, die auch in unserer Mikroflora vertreten ist.

Die Begleitflora mit größerer vertikaler Verbreitung enthält ebenfalls eine Anzahl gemeinsamer Formen, die auch in o. g. Probe vorkommen, so daß eine Gleichsetzung beider Horizonte möglich erscheint. Die Wielichowo-Schichten liegen unterhalb von sicherem Lias. Eine genaue Zuordnung der Wielichowo-Schichten zum Rhät oder zum Lias scheint aber bislang unklar zu sein (ORLOWSKA-ZWOLIŃSKA 1976).

Gute Vergleichsmöglichkeiten ergeben sich für das Spektrum auch mit dem Rhät von Franken.

Nach mikrofloristischen Untersuchungen von Profilen mehrerer Lokalitäten gelangt ACHILLES (1981) zu einer Gliederung des Abschnittes vom Mittelrhät bis zum Lias $\alpha 2$ in drei mikrofloristische Zonen. Für das Spektrum aus dem Netraer Graben ergibt sich damit, daß es entweder mit der mittelhätischen „*Concavisporites* – *Rhaetipollis*-Zone“ oder mit der oberrhätischen „*Concavisporites* – *Duplexisporites problematicus* – *Rhaetipollis germanicus*-Zone“ zu korrelieren ist. Ein Lias-Alter ist auszuschließen, nach den Feststellungen von ACHILLES verschwindet *Rhaetipollis germanicus* an der Rhät/Lias-Grenze im gesamten Germanischen Becken, der Lias ist darüber hinaus durch das Neueinsetzen bestimmter Formen gekennzeichnet.

Eine weitere palynologische Untersuchung der Trias/Jura-Grenzschichten in einem anderen Bereich des Germanischen Beckens stammt von GEORGI (1985) und befaßt sich mit einem Profil im Egge-Gebirge (Westfalen).

Der Profilabschnitt enthält auch Teile des Unterrhät, welches sich in den Arbeitsgebieten von SCHULZ (1967) und von ACHILLES (1981) als weitgehend fossilfrei erwies.

Das Oberrhät im Eggegebirge lieferte keine Mikrofloren, hingegen aber die hangenden „*Praeplanorbis*-Schichten“ des tiefsten Lias. *Rhaetipollis germanicus* ist dort in den „*Praeplanorbis*-Schichten“ bereits nicht mehr vorhanden, das Aussetzen dieser wichtigen Form dürfte im Egge-Gebirge daher entsprechend den Verhältnissen in Franken, in Thüringen und anderen Gebieten des östlichen Deutschlands an der Rhät/Lias-Grenze stattfinden (ACHILLES 1981, SCHULZ 1967, 1976). Im Profil von GEORGI fehlen in den „*Praeplanorbis*-Schichten“ eine Anzahl weiterer typischer Formen der Rhät. Die Dinoflagellaten-Zyste *Dapcodinium priscum* EVITT, welche in unserem Spektrum vom Netraer Graben häufig vertreten ist, setzt im Profil des Egge-Gebirges in den tiefen „*Praeplanorbis*-Schichten“ aus (Einsetzen dort im Mittelrhät). Eine Art von *Triancoraesporites* (*Triancoraesporites reticulatus* SCHULZ) erscheint dort erst im Lias $\alpha 1$ b + c (GEORGI 1985).

Vom Kendelbach-Graben (Wolfgangseegebiet; Österreich) liegt eine differenzierte palynologische Zonengliederung von MORBEY (1975) vor. Dessen Ergebnisse werden von ACHILLES (1981) mit seiner in Franken aufgestellten Zonengliederung verglichen. Im Kendelbach-Graben-Profil setzen MORBEY (1975) und MORBEY & NEVES (1974) den palynologisch definierten Beginn des Rhäts mit dem Ersteinsetzen von u. a. *Rhaetipollis germanicus* SCHULZ, *Lunatisporites rhaeticus* (SCHULZ) WARRINGTON und *Dapcodinium priscum* EVITT (RG Subzone) fest. Später einsetzende Formen, die ebenfalls im Spektrum vom Netraer Graben enthalten sind, gestatten es unser Fossil-Material zumindest sicher mit dem oberen Abschnitt der Zone TL (LL Subzone) vom Kendelbachgraben zu korrelieren (MORBEY 1975; MORBEY & NEVES 1974). Die Gleichsetzung mit einer noch jüngeren Zone ist wahrscheinlich. Der genannte Abschnitt (Zone TL ; LL Subzone) wird von ACHILLES (1981) mit seiner *Concavisporites* – *Rhaetipollis germanicus*-Zone in Franken verglichen (Mittelrhät). Erst im höchsten Abschnitt des Kendelbach-Graben-Profiles setzt die Gattung *Triancoraesporites* innerhalb der „*Praeplanorbis*-Schichten“ (FG Subzone der Zone TK) ein. Die Vergesellschaftung dieser Subzone wird von ACHILLES (1981) in der Germanischen Trias von Franken bereits mit den Spektren aus dem Lias $\alpha 1$ + $\alpha 2$ in Bezug gesetzt. Die gleiche Subzone (FG) wird von MORBEY & NEVES (1974) mit einer Schichtenfolge in England korreliert (Rhaetic Formation).

Das Vorkommen von *Triancoraesporites* im Spektrum vom Netraer Graben ist sicherlich kein plausibler Hinweis auf ein eventuelles Lias-Alter der Fundschicht (im Sinne der hier üblichen Grenzziehung). Die Untersuchung eines weiteren Rhät/Lias-Grenzprofils in den

Nördlichen Kalkalpen (Fonsjoch, Achensee; Österreich) durch KARLE (1983) zeigt zwar, daß dort *Triancoraesporites* auch erst in den „*Praeplanorbis*-Schichten“ einsetzt. In der Germanischen Trias von Franken u. Thüringen erscheint die Form jedenfalls im dortigen Mittelrhät und überschreitet die Grenze zum Lias nicht. Die Untersuchungen von KARLE zeigen auch, daß im Fonsjoch-Profil die wichtige Leitform *Rhaetipollis germanicus* (SCHULZ) SCHUURMANN noch unterhalb der „*Praeplanorbis*-Schichten“ erlischt.

Für die Mikroflora vom Netraer Graben ergibt sich aus den Vergleichen ein oberrhätisches Alter im Sinne der im Germanischen Becken üblichen Gliederung, wobei eine Zuordnung zum Lias auszuschließen ist. Dies würde auch den zusammenfassenden palynologischen „range charts“ von VISSCHER & BRUGMAN (1981) zur Stratigraphie der Alpenen Trias entsprechen, allerdings rechnen diese Autoren die „*Praeplanorbis*-Schichten“ noch zum Rhät (Trias). Die offenbar unterschiedliche stratigraphische Verbreitung von *Triancoraesporites* ist wohl entweder auf ein regional unterschiedliches zeitliches Einsetzen dieser Form zurückzuführen, oder auf Fehlkorrelationen von lokalen Schichten unerschiedlicher Fazies und einer uneinheitlichen Handhabung der Trias/Jura-Grenze.

Das abgebildete Exemplar von *Leiotriletes mesozoicus* (THIERGART) SCHULZ (Taf. 2; Fig. 7) ähnelt in allen Einzelheiten dem bei THIERGART (1949) auf Tafel 2 (Fig. 3) dargestellten Mikrophoto einer Spore aus dem Oberrhät von Helmstedt. Die später von SCHULZ (1967) emendierte Form wurde von THIERGART (1949) als Sammelart von großer stratigraphischer Reichweite aufgestellt (*Sporites adriennes* R. POT f. *mesozoicus* THIERG.) und dementsprechend wurden mehrere, teilweise unterschiedliche Formen aus unterschiedlichen Zeitabschnitten abgebildet. Das rhätische Exemplar von *Leiotriletes mesozoicus* im Sinne der Abbildung (Taf. 2; Fig. 7) zeigt zumindest an einer Ecke deutlich eine „Anker-ähnliche“ Eckenform, die auch bei dem genannten Exemplar von THIERGART (1949) auffällt.

Falls es sich hierbei nicht um eine zufällige Verformung beider Exemplare handelt, könnte es sich um eine eigenständige Art oder Varietät handeln, was erst durch weitere Sporenfunde geklärt werden könnte.

4. Schriftenverzeichnis

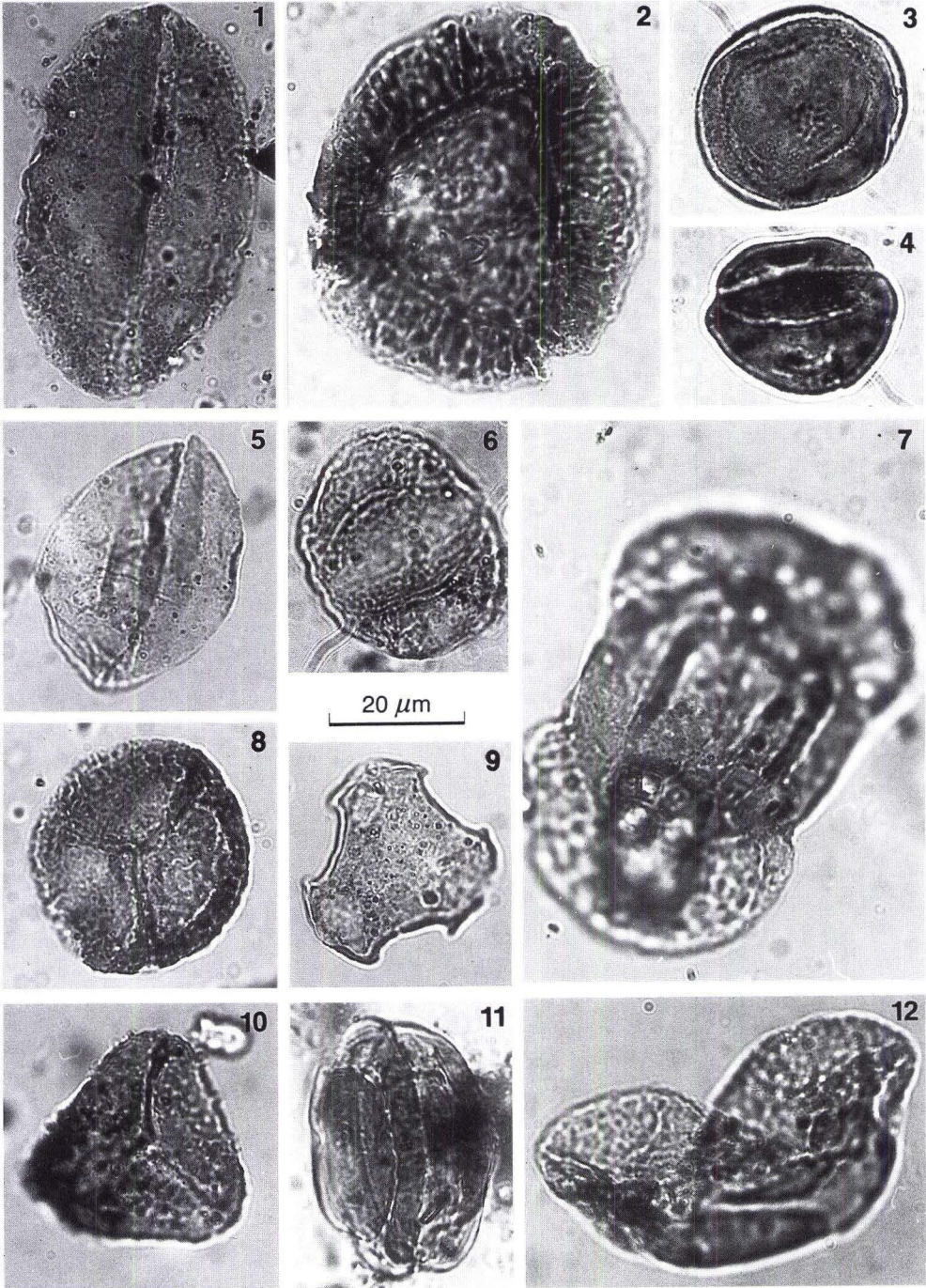
- ACHILLES, H. (1981): Die rhätische und liassische Mikroflora Frankens. — *Palaeontographica*, B, **179** (Lfg. 1–4): 1–86, 32 Abb., 17 Taf., 3 Tab.; Stuttgart.
- BECKER, R. E., & LAEMMLER, M. (1988) Geologische Verhältnisse im Altmorschen-Beisheimer Grabenknief bei Wichte in Nordhessen. Mit Detailprofilen aus Muschelkalk und Keuper. — *Geol. Jb. Hessen*, **116**: 45–104, 4 Abb., 3 Tab., 3 Taf.; Wiesbaden.
- BEUTLER, G. (1976) Zur Ausbildung und Gliederung des Keupers in NE-Mecklenburg. — *Jb. Geol.*, **7/8**: 119–126; Berlin.
- (1980): Beitrag zur Stratigraphie des Unteren und Mittleren Keupers. — *Z. geol. Wiss.*, **8** (8): 1001–1018; Berlin.
- DOCKTER, J. (1974): Keuper. In HOPPE, W., SEIDEL, G. (Hrsg.) (1974): *Geologie von Thüringen*. 633–682, 8 Abb., 10 Tab., 3 Taf. m. 16 Fig.; Gotha/Leipzig (VEB H. Haack).
- LANGBEIN, R., SEIDEL, G. & UNGER, K. P. (1970): Die Ausbildung des Unteren und Mittleren Keupers in Thüringen. — *Jb. Geol.*, **3**: 145–194; Berlin.
- PUFF, P., SEIDEL, G. & KOZUR, H. (1980): Zur Triasgliederung und Symbolgebung in der DDR. — *Z. geol. Wiss.*, **8**: 951–963; Berlin.
- DÖRING, H., KRUTZSCH, W., MAI, H. D., & SCHULZ, E. (1966): Erläuterungen zu den sporenstratigraphischen Tabellen vom Zechstein bis zum Oligozän. — *Abh. zentr. geol. Inst.*, **8**: 1–149, 8 Tab.; Berlin.
- DREYER, E. (1962): Zur Entstehung und Paläontologie der Bonebedlagen im Unteren Rät Thüringens. — *Freiberger Forsch.-H.*, **C 125**: 127–155; Berlin.
- DUCHROW, H. (1968): Zur Keuper-Stratigraphie in Südostlippe (Trias, Nordwestdeutschland). — *Z. deutsche geol. Ges.*, **117**: 620–662, 4 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- GEORGI, I. (1985): Palynostratigraphische Untersuchung eines Rhät/Lias-Profiles im Egge-Gebirge (Nordrhein-Westfalen). — *Diplomarbeit, Univ. Gießen* (unveröff.), 38 S., 1 Abb., 1 Tab., 8 Taf.; Gießen.

- HANGEBROOK, B. (1985): Revisionskartierung des Keupers im Westteil des Netra-Grabens. — Dipl.-Kart., Ruhr-Univ. Bochum (unveröff.), 47 S.; Bochum.
- JÜNGST, H. (1928): Rät, Pylonoten- und Schlotheimienschichten im nördlichen Harzvorlande. — Geol. u. paläont. Abh., (20), N. F., **16/1**: 1–194; Jena.
- KARLE, U. (1983): Palynostratigraphische Untersuchung eines Rhät/Lias-Profiles am Fonsjoch, Achensee (Nördliche Kalkalpen, Österreich). — Diplomarbeit, Univ. Gießen (unveröff.), 28 S., 3 Abb., 5 Taf.; Gießen.
- KINDERMANN, C. (1918): Der Keupergraben des Ringgaus. Ein Beitrag zur Kenntnis des hessisch-thüringischen Keupervorkommens. — N. Jahrb. f. Min., Beil.-Bd. **42**: 547–609; Stuttgart.
- KLAUA, D. (1974): Jura. In HOPPE, W., SEIDEL, G. (Hrsg.) (1974): Geologie von Thüringen. — 682–691, 1 Abb., 2 Tab., 1 Taf. m. 4 Fig.; Gotha/Leipzig (VEB H. Haack).
- MOESTA, F. (1876): Geologische Spezialkarte von Preußen und den Thüringischen Staaten 1:25000, Liefg. 23, Gradabteilung 55, No 59 Bl. **Netra**; Berlin.
- (1876): Erl. geologische Spezialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten 1:25000, Liefg. 23, Gradabteilung 55, No 59 Bl. **Netra**, 28 S., Berlin.
- MORBAY, S. J. (1975): The palynostratigraphy of the Rhaetian Stage, Upper Triassic in the Kendelbachgraben, Austria. — Palaeontographica, B, **152** (Lfg. 1–3): 1–75; 37 Abb., 6 Tab., 19 Taf.; Stuttgart.
- & NEVES, R. (1974): A scheme of palynologically defined concurrent-range zones and subzones for the Triassic Rhaetian stage (sensu lato). — Rev. Palaeobot. Palynol., **17**: 161–173, 1 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Amsterdam.
- NAUMANN, E. (1907): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten. — Gradabteilung 55, No. 60 Bl. **Creuzburg**, 87 S., 5 Abb., 1 Taf.; Berlin.
- (1940): Bemerkungen über die Trias und Tektonik im Raum zwischen Gotha, Ohrdruf, Friedrichroda und Eisenach. — Beitr. geol. Thür., **5**: 219–228; Jena.
- ORLOWSKA-ZWOLIŃSKA, T. (1976): Stratigraphische Untersuchungen der Ablagerungen des Keupers und des Rät in der Volksrepublik Polen aufgrund von Mikrosporen. — Jb. Geol. **7/8**: 141–147; Berlin.
- PELÜCKER Y RICO, L. (1868): Das Rät (die Rätische Gruppe) in der Umgebung von Göttingen. — Z. deutsche geol. Ges., **20**: 397–432; Berlin.
- PUTZER, H. (1938): Die Rhät- und Liasablagerungen am Seeberg bei Gotha, am Röhnberggrücken und bei Eisenach. — Jenaische Zt. f. Naturwiss., (71), N. F. **64**: 327–444; Jena.
- REINHARDT, P. (1964): Über die Sporae dispersae der Thüringer Trias. — Mber. deutsch. Akad. Wiss. Berlin, **6** (1): 46–56, 5 Abb., 2 Taf.; Berlin.
- REITZ, E. (1985): Palynologie der Trias in Nordhessen und Südniedersachsen. — Geol. Abh. Hessen, **86**, 36 S., 11 Abb., 11 Taf.; Wiesbaden.
- RICHTER, G. (1936): Der Sedimentationsraum des Unteren Keupers zwischen Harz und Thüringer Wald. — In: Festschr. H. Stille, 116–136; Stuttgart.
- SCHMID, E. E. (1874): Über den Unteren Keuper des östlichen Thüringens. — Abh. geol. L.-A., **1/2**: 1–75; Berlin.
- SCHULZ, E. (1967): Sporenpaläontologische Untersuchungen rätoliassischer Schichten im Zentralteil des Germanischen Beckens. — Paläont. Abh. B, **II**, 3: 541–633, 2 Abb., 1 Taf., 25 Taf.; Berlin.
- (1976): Gliederungsmöglichkeiten des Keupers nach Mikrosporen, Pollen und Phytoplankton. — Jb. Geol., **7/8**: 127–130; Berlin.
- STARKE, K. H. (1971): Die Mikroflora aus den Keuper-Schichten von Uttrichshausen in der Rhön (Blatt 5524, Weyhers). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **99**: 62–77, 3 Taf.; Wiesbaden.
- THIERGART, F. (1949): Der stratigraphische Wert mesozoischer Pollen und Sporen. — Palaeontographica, B, **89** (1–3): 1–34, 1 Abb., 3 Tab., 5 Taf.; Stuttgart.
- VISSCHER, H., & BRUGMAN, W. A. (1981): Ranges of selected palynomorphs in the Alpine Triassic of Europe. — Rev. Palaeobot. Palynol., **34**: 115–128, 5 Tab., 1 Taf.; Amsterdam.
- WEBER, H., & KUBALD, P. (1947): Der Kohlenkeuper an der Reichsautobahn bei Eisenach. — Beitr. Geol. Thür., **8**: 190–220; Jena.
- WILL, H.-J. (1969): Untersuchungen zur Stratigraphie und Genese des Oberkeupers in Nordwestdeutschland. — Geol. Jb., Beih. **54**, 239 S., 50 Abb., 4 Taf.; Hannover.

Taf. 1 u. Taf. 2

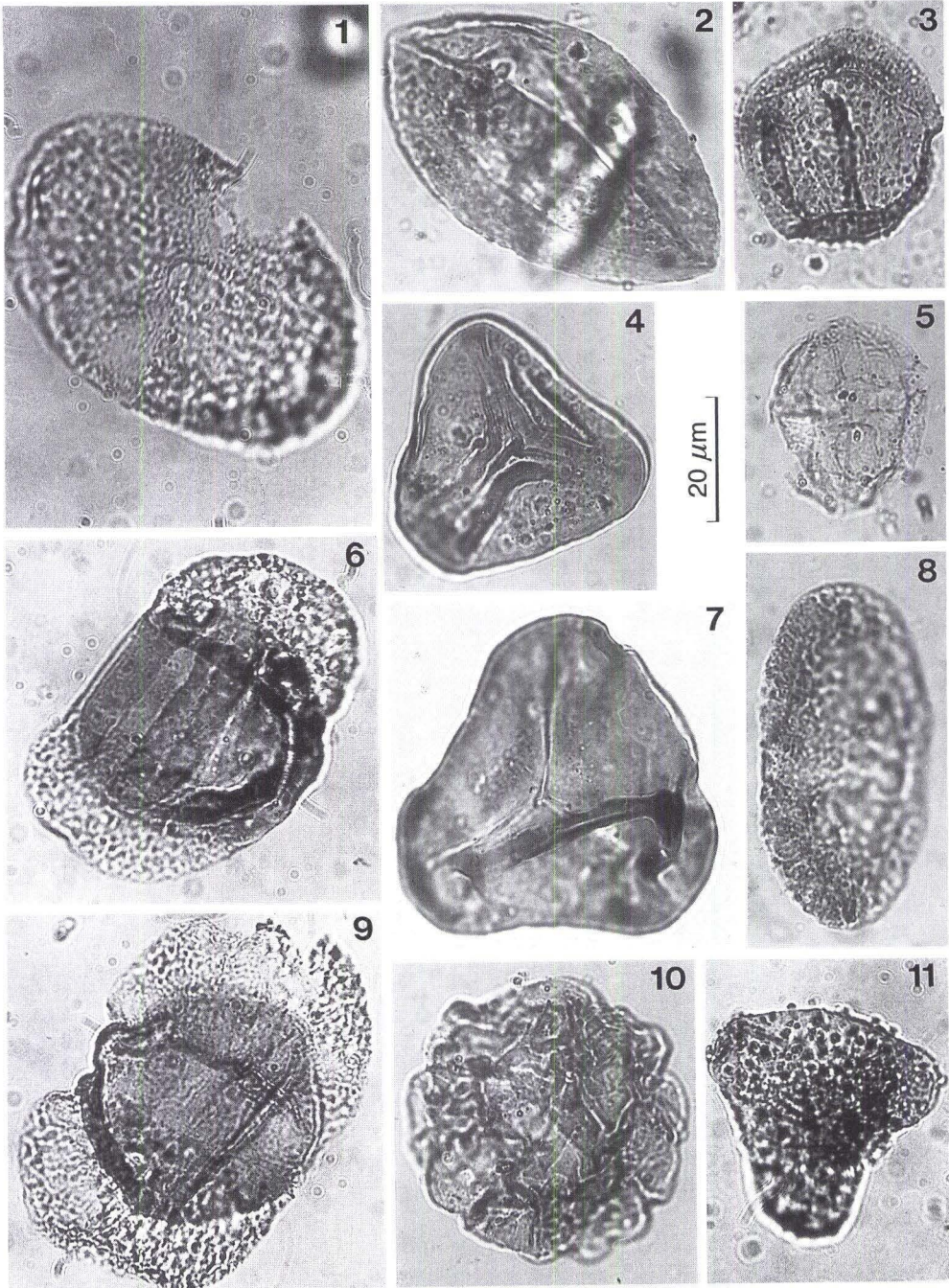
Taf. 1 

1. *Ovalipollis pseudoalatus* (THIERGART 1949) SCHUURMAN 1976
2. *Densosporites* sp.
3. *Gliscopollis meyeriana* (KLAUS 1960) VENKATACHALA 1966
4. *Gliscopollis meyeriana* (KLAUS 1960) VENKATACHALA 1966
5. *Cycadopites* sp.
6. *Vitreisporites pallidus* (REISSINGER 1950) NILSSON 1958
7. *Lunatisporites rhaeticus* (SCHULZ 1967) WARRINGTON 1974
8. *Densosporites* cf. *velatus* WEYLAND & KRIEGER 1953
9. *Triancoraesporites ancorae* (REINHARDT 1962) SCHULZ 1967
10. *Conbaculatisporites mesozoicus* KLAUS 1960
11. *Rhaetipollis germanicus* (SCHULZ 1967) SCHUURMAN 1977
12. *Pityosporites divulgatus* (BOLCHOVITINA 1956) POCKOCK 1970



Taf. 2 

1. *Ovalipollis pseudoalatus* (THIERGART 1949) SCHURMAN 1976
2. *Monosulcites carpentieri* DELCOURT & SPRUMONT 1955
3. *Acanthotriletes ovalis* NILSSON 1958
4. *Deltoidospora toralis* (LESCHIK 1955) LUND 1977
5. *Dapcodinium priscum* EVITT 1961
6. *Lunatisporites* sp.
7. *Leiotriletes mesozoicus* (THIERGART 1949) SCHULZ 1967
8. *Ovalipollis pseudoalatus* (THIERGART 1949) SCHURMAN 1976
9. *Lunatisporites rhaeticus* (SCHULZ 1967) WARRINGTON 1974
10. *Tsugaepollenites ?pseudomassulae* (MÄDLER 1964) MORBEY 1975
11. *Acanthotriletes varius* (NILSSON 1958) SCHURMAN 1977



Der Fund eines Phyllitblockes aus dem östlichen Taunus im Unteren Meeressand (Oligozän) von Wendelsheim (Mainzer Becken, Südwestdeutschland)

Von

THOMAS SCHINDLER, & MATTHIAS C. GRIMM*

Kurzfassung: Aus dem Unteren Meeressand von Wendelsheim wird das Auftreten eines ortsfremden zentnerschweren Blockes beschrieben. Das nur kantengerundete Großgeröll besteht aus einem mehrfach geschieferten Phyllit. Der Ursprungsort ist sehr wahrscheinlich der 45 km entfernte Osttaunus. Der Transportmodus zum Ablagerungsort wird diskutiert.

Abstract: The occurrence of an exotic, heavy boulder is reported from the marine „Unterer Meeressand“ (Oligocene) from a sand pit at Wendelsheim, Mainz basin. It is a phyllite whose edges are slightly rounded. Its origin is most probably the eastern Taunus mountains. The mode of transportation of such a heavy block over a distance of 45 km is discussed.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	83
2. Fundsituation und Beschreibung des Blockes	84
3. Überlegungen zum Ursprungsort und Folgerungen zum Transportmechanismus	88
4. Schriftenverzeichnis	89

1. Einleitung

Zur Zeit des mittleren Oligozäns war das Mainzer Becken vom Rupelium-Meer überflutet. Im SW des Mainzer Beckens waren der Küstenlinie dieses Meeres einige Inseln vorgelagert (Abb. 1). In der Wonsheimer Bucht sind dies die Martinsberg-Insel und die Halbinsel des Steigerbergs, die steil aus dem Meer herausragten (GRIMM 1991:277) (Abb. 2).

An der Steigerberg-Halbinsel mit ihrer Rhyolithkuppe besteht das meiste Sediment des Unteren Meeressandes aus Rhyolith; untergeordnet treten Andesit- und Sandsteingerölle auf (HARTKOPF & STAPF 1984). Eine Seltenheit waren die an der Basis der Wendelsheimer Grube im SW der Steigerberg-Halbinsel angetroffenen Kieselhölzer, die ebenfalls den Rotliegend-Sedimenten entstammten (HARTKOPF & STAPF 1984).

Dankagung: Für Literaturhinweise, kritische Diskussionsbeiträge und technische Hilfe danken wir Dr. U. ALTENBERGER, Dipl.-Geol. K. GÜRS, Dipl.-Geol. CHR. KRAUSE und Dipl.-Geol. K. SCHINDLER, alle Mainz.

* Dipl.-Geol. T. SCHINDLER, Dipl.-Geol. M. C. GRIMM, Institut für Geowissenschaften der Universität Mainz, Saarstr. 21, 55099 Mainz.



Abb. 1. Paläogeographische Karte des Mainzer Beckens zur Zeit des Mittleren Rupeltons (verändert nach SONNE 1970 in ROTHAUSEN & SONNE 1984; ANDERLE 1974 und MEISL, ANDERLE & STRECKER 1982) Schraffur: Festlandsgebiete (paläozoische Gesteine), ∞ ∞: Phyllite von Winterburg/Soonwald und von Eppstein/Taunus.

WEND: Fundpunkt Wendelsheim, WI: Wiesbaden, MZ: Mainz, WIB: Winterburg, EP: Eppstein.

2. Fundsituation und Beschreibung des Blockes

1990 wurde bei einer Begehung der stillgelegten Wendelsheimer Sandgrube im S der Steigerberg-Halbinsel (TK 25, 6213 Kriegsfeld, R. 3427750, H 5516250) in situ ein $40 \times 40 \times 30$ cm messender, nur kantengerundeter Block mit einem Gewicht von 120 kg gefunden (Abb. 3). Er liegt im Niveau von Horizont 11 des Profils von DOEBL & SONNE (1973). Der Fundort gehört nach MARTINI (1982: 35) in die Nannoplankton-Zone NP23.

Der Block liegt eingeregelt im Sediment, wenig im Hangenden der Rhyolith-Riesenblöcke eines eingestürzten Kliffs (DOEBL & SONNE 1973). Ein Bewuchs durch sessile Invertebraten

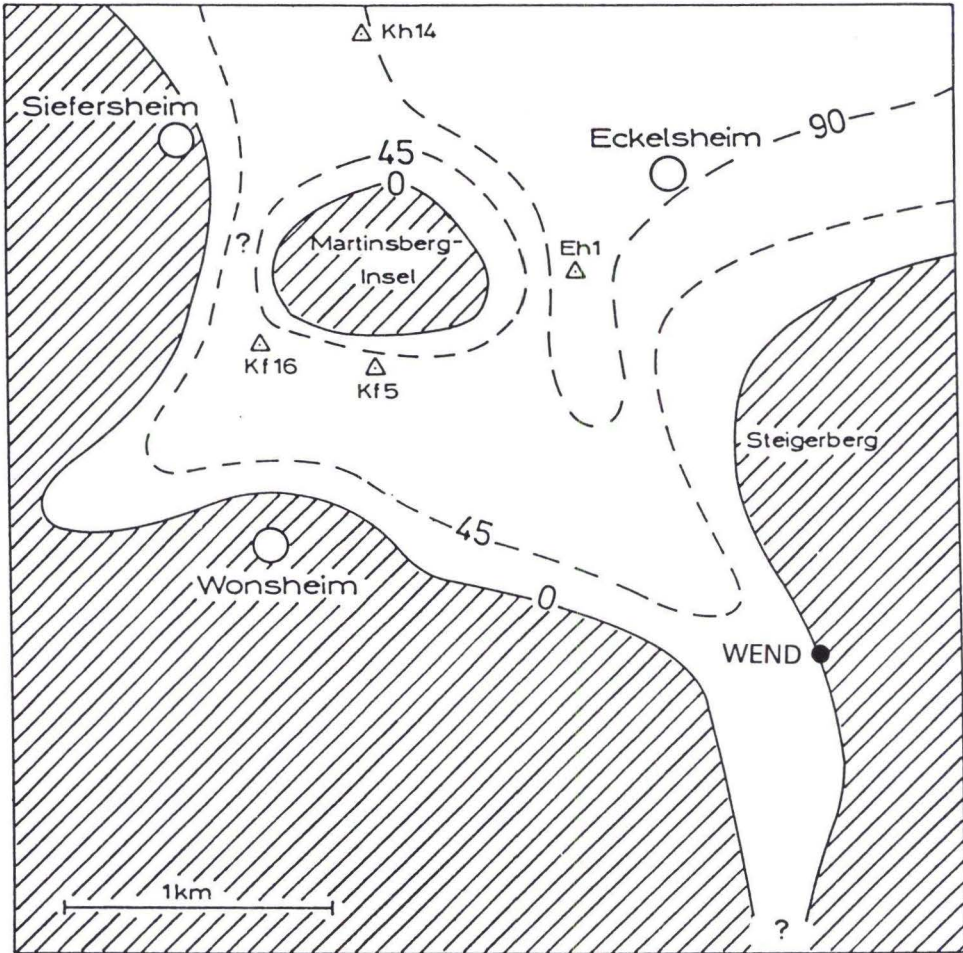


Abb. 2. Schematische paläogeographische Karte der Wonsheimer Bucht zur Zeit des Mittleren Rupeltons mit Isolinien der Wassertiefe (verändert nach K. GRIMM 1991); WEND: Fundpunkt des Blockes.

konnte nicht festgestellt werden. Das begleitende Sediment ist ein blockführender Grobkies, der zu 99% aus Rhyolith besteht.

Der Block besitzt eine kastenförmige Gestalt. Lediglich die Ecken und Kanten sind leicht zugerundet. Bereits bei der Bergung zerbrach der fragile Quader entlang von Klüften und Schieferungsflächen in mehrere Teile.

Das Gestein ist von hellgelboliver bis hellgraugrüner Farbe und enthält zahlreiche, Goethit-belegte Kluft- und Schieferungsflächen (s2). Es ist sehr feinkörnig und besteht nach einer Pulverdifraktometeraufnahme aus Quarz, Albit, Serizit, Chlorit, Epidot, Calcit und Kalifeldspat. Im Querbruch erkennt man wenige bis zu 1,5 mm Durchmesser erreichende Porphyroklasten.



Abb. 3. Fundsituation des freigelegten Metasediment-Blockes im Unteren Meeressand der Sandgrube Wendelsheim.

Im Dünnschliff wird eine ältere Schieferung (D1, s1) von einer jüngeren (D2, s2) überlagert; s1 wird durch eine schwach ausgeprägte Lagentextur gebildet, dabei liegt diese parallel zu ss des ehemaligen Sediments.

Man kann leukokrate und melanokrate Lagen unterscheiden. Die leukokraten Lagen werden bis zu 5 mm mächtig und bestehen aus sehr feinkörnigen, granoblastischen Quarz-Albit-Verwachsungen. Daneben treten relativ häufig größere, amöboide Calcitkörner auf, seltener bemerkt man Serizit, lichtgrünen Chlorit und gelblich-grünlichen Epidot. Die leukokraten Lagen zeichnen sedimentär angelegte, quarzreichere Lagen nach und enthalten häufig Porphyroklasten.

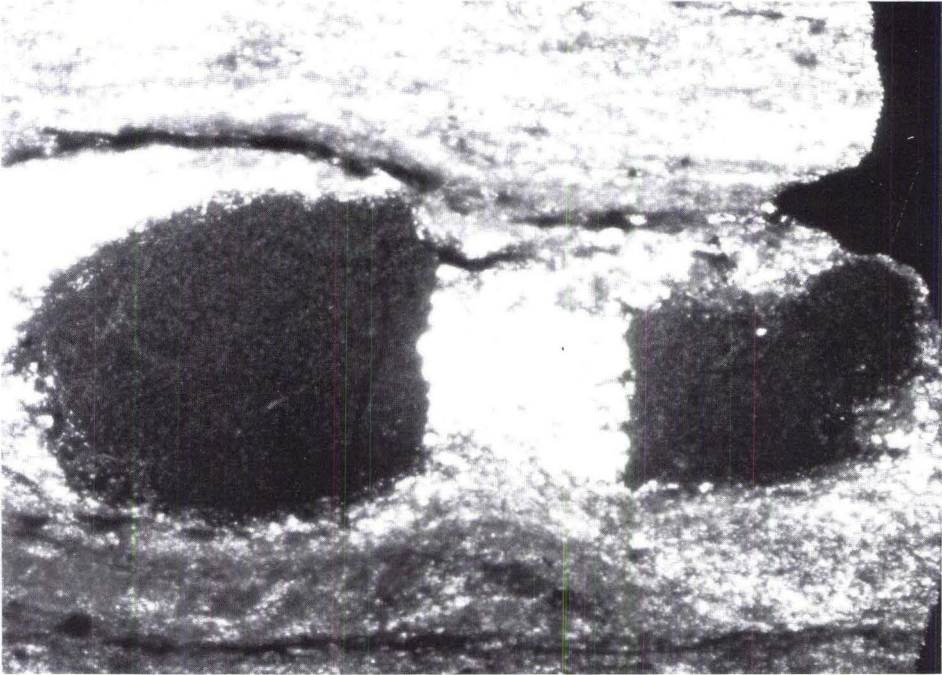


Abb. 4. Entlang von s1 boudinierte Quarzporphyroklasten (dunkelgrau) mit zwischenliegenden Qz-Albit-Calcit-Rekristallisaten; Bildbreite 2,8 mm, gekreuzte Nicols.

Die melanokraten Lagen bestehen aus sehr feinkörnigem Serizit, Chlorit, Epidot und Erzen und besitzen teilweise ein lepidoblastisches Gefüge. Quarz, Albit (An00-02) und Calcit treten gegenüber den leukokraten Bereichen zurück. Relativ häufig bemerkt man Schwerminerale wie Apatit, seltener auch zonar gebauten detritischen Zirkon.

Die Porphyroklasten bestehen aus einheitlich auslöschenden, nur teilweise gerundeten detritischen Quarzkörnern, die randlich von sehr feinkörnigen Quarz-Albit-Rekristallisaten umsäumt werden. Teilweise werden sie auch randlich durch Calcit verdrängt. Entlang von s1 sind die Porphyroklasten boudiniert und rotiert worden. Durch eine verstärkte Anlagerung von Quarz-Albit-Calcit-Serizit-Rekristallisaten um Druckschatten der Körner kam es zur Bildung von Sigmastrukturen. Die Zwischenräume der Boudins wurden meist von größeren, granoblastischen Quarz-Calcit-Rekristallisaten verfüllt (Abb. 4).

Die s2-Flächen sind häufig durch Goethit vererzt. Sie führten zu einer Verfaltung der s1-Lagentextur (Abb. 5) und treten makroskopisch deutlich als Absonderungsflächen hervor; s1 und s2 schließen einen Winkel von unter 20° ein.

Aufgrund des Mineralbestands und des Gefüges kann man das Gestein als Phyllit ansprechen. Im Sinne von FRITSCH, MEIXNER & WIESENER (1967) handelt es sich um einen Epidot-Albit-Chlorit-Quarz-Phyllit bis Epidot-Serizit-Chlorit-Gneis.

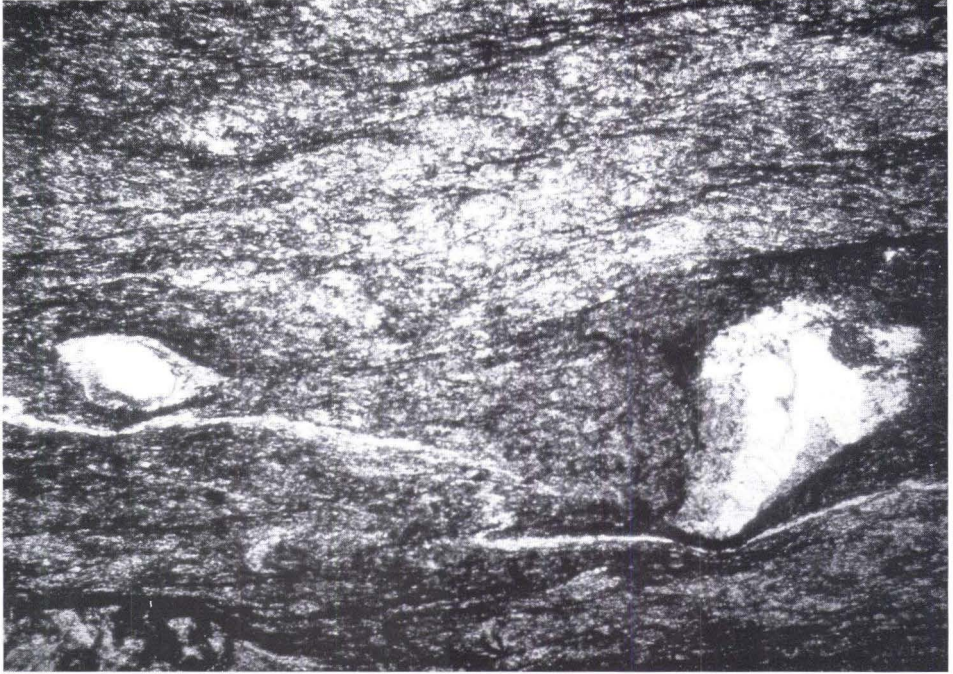


Abb. 5. Randlich rekristallisierte Porphyroklasten und an s2 verfalteter Quarzgang parallel s1; im oberen Bildbereich wird s1 (parallel zum Bildrand) von s2 (diagonal) überlagert; Bildbreite 8,8 mm, gekreuzte Nicols.

3. Überlegungen zum Ursprungsort und Folgerungen zum Transportmechanismus

Phyllite finden sich in zwei verschiedenen Gebieten in der variscischen Umrahmung des Mainzer Beckens. Zum einen sind dies die Phyllite des Soonwaldes zwischen Windesheim und Kirn, zum anderen die Phyllite des Taunus-Südrandes zwischen Wiesbaden und Königstein (Abb. 1).

Das Gestein unterscheidet sich von den Phylliten des Hunsrück-Südrandes durch das Fehlen von Stilpnomelan, dem höheren Quarz-Albit-Verhältnis, der Ausprägung von s2 als vorherrschende Absonderungsfläche (im Hunsrück ist s1 dominant, s2 ist nur mikroskopisch nachweisbar), dem makroskopisch deutlichen Goethit-Besatz auf den s2-Flächen und dem Winkel zwischen s1 und s2 (im Hunsrück größer; MEISL in GEIB 1973; MEISL, ANDERLE & STRECKER 1982; eigene Geländebeobachtungen im Raum Winterburg und Simmertal).

Aufgrund des Gefüges und des Mineralbestands kann das Gestein besser mit den Phylliten des südlichen Osttaunus verglichen werden, wie sie z. B. auf Blatt 5816 Königstein (Raum Eppstein/Taunus) anstehen (MEISL, ANDERLE & STRECKER 1982): s1 liegt ebenfalls parallel zu ss des ehemaligen Sediments, s2 ist auch makroskopisch sichtbar und Goethit-vererzt (eigene Beobachtung an der Straße Bremthal–Eppstein/Taunus), der Winkel zwischen s1 und s2 beträgt 10° bis 20° (WENDELSHEIM: 20°). Die Phänoklasten im porphyroklastischen Gefüge

sind ebenfalls nur schwach gerundet. Zudem ist auch relativ viel Calcit enthalten (MEISL, ANDERLE & STRECKER 1982: 57).

Vom petrographischen Gesichtspunkt aus ist also dem südlichen Osttaunus gegenüber dem Soonwald der Vorrang zu geben.

Die Fundstelle des Blockes liegt 45 bis 50 km vom in Betracht kommenden Ursprungsort im Taunus entfernt. Folgende Möglichkeiten des Antransports sind in Betracht zu ziehen:

- fluviatiler Transport in präoligozäner Zeit
- glazigener Transport als Geschiebe oder durch Eisgang in präoligozäner Zeit
- Verdriftung in Wurzelballen von Bäumen bzw. mit Braunalgen zur Ablagerungszeit

Aufgrund seines Gewichtes und seiner Fragilität kann der Block nicht weit rollend transportiert worden sein. Wahrscheinlich stammt seine Kantenrundung sogar von der Brandung des Ablagerungsortes, als die härteren Rhyolithgerölle an ihm schliffen. Ein fluviatiler Transport ist also auszuschließen.

Ein glazigener Transport setzt entweder Vergletscherung oder sehr kalte Winter voraus. Für die in Frage kommenden Epochen (oberes Rotliegend bis Oligozän) ist dies für den Raum des Mainzer Beckens auszuschließen (SCHWARZBACH 1988).

Als letzte Möglichkeit verbleibt der Antransport durch treibende Braunalgen bzw. im Wurzelballen eines driftenden Baumstammes. Daß dies für so große Gerölle möglich ist, wurde ausführlich in ETZOLD & MAUS 1990 diskutiert. Braunalgen-Tange vermögen Gerölle bis 10 kg Gewicht bis zu 100 km weit zu transportieren. Driften schwerer Stücke ist allerdings nur in Wurzelballen größerer Baumstämme vorstellbar. EMERY (1955, 1963 in ETZOLD & MAUS 1990) berichtet von rezenten Treibfrachten von mehreren Tonnen Gewicht und von Driftentfernungen von über 1000 Seemeilen.

Treibholzreste sind zusammen mit diesem exotischen Block nicht überliefert. Holzreste sind vom Steigerberg allerdings als Abdrücke mit einem Kern aus Terediniden-Bohrgangsteinkernen nachgewiesen (N-Ende Steigerberg, Sandgrube an der Bellerkirche). Sie erreichen eine Länge von 4 m (HARTKOPF & STAPF 1984). Allgemein ist jedoch die Erhaltung von Holz an dieser gut belüfteten Küste mit bewegtem Wasser nur schwer möglich.

Der Antransport des Blockes erfolgte also sehr wahrscheinlich im Wurzelballen eines driftenden Baumstammes. Durch Entwurzelung während eines Sturmes oder Unterspülung des Standortes gelangte dieser direkt (Küstenstandort: die oligozäne Küste wurde teilweise durch die Taunus-Phyllite aufgebaut) oder indirekt (Hinterlandstandort und Driften in Flußlauf) in das Oligozänmeer am südöstlichen Taunus. Der Stamm mit seiner Wurzelfracht wurde dann durch Meeresströmungen verfrachtet. Die Hauptströmungsrichtung zur Zeit NP23 verlief über die Kasseler Meeresstraße nach S (MARTINI 1982: 31). Der Stamm konnte also von dieser Strömung aufgenommen und nach SW verfrachtet werden, wo er schließlich in der Wonsheimer Bucht an der Steigerberg-Halbinsel strandete.

4. Schriftenverzeichnis

- ANDERLE, H.-J. (1974): Block Tectonic Interrelations between Northern Upper Rhine Graben and Taunus Mountains. In: Approaches to Taphrogenesis (LLIES, J. H. & FUCHS, K., eds.), 243–252, 1 Kte.; Stuttgart (Schweizerbart).
- Anonym: Tektonische Karte des Soonwaldes, M. 1:100.000, handcoloriert. — Kartensammlung Universität Mainz; Mainz.

- DOEBL, F., & SONNE, V. (1973): Mikrofauna und -flora des Unteren Meeressandes (Rupel). 1. Sandgrube am Steigerberg bei Wendelsheim (Mainzer Becken). a. Aufschluß und Fossilinhalt. — *Mainzer geowiss. Mitt.*, **2**:27–33, 1 Abb.; Mainz.
- ETZOLD, A., & MAUS, H. (1990): Exotische Blöcke und Gerölle im schwäbischen Lias. — *Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg*, **32**:63–91, 14 Abb., 4 Tab.; Freiburg i. Breisgau.
- FRICTSCH, W., MEIXNER, H., & WIESENER, H. (1967): Zur quantitativen Klassifikation der kristallinen Schiefer. — *N. Jb. Mineral., Mh.*, **1967**:364–376, 6 Abb.; Stuttgart.
- GEIB, K. W. (1973): Geologische Karte von Rheinland-Pfalz 1:25.000, Erläuterungen zu Blatt 6112 Waldböckelheim. — 146 S., 5 Abb., 18 Tab., 1 Kte.; Mainz.
- GRIMM, K. I. (1991): Biostratigraphie, Paläogeographie und Paläoökologie des Fischschiefers (Mittlerer Rupelton/Mitteloligozän) im Mainzer Becken. — *Mainzer geowiss. Mitt.*, **20**:249–278, 15 Abb., 2 Taf.; Mainz.
- HARTKOPF, C., & STAPF, K. R. G. (1984): Sedimentologie des Unteren Meeressandes (Rupelium, Tertiär) an Inselstränden im W-Teil des Mainzer Beckens (SW-Deutschland). — *Mitt. Pollichia*, **71**:5–106, 53 Abb., 6 Tab.; Bad Dürkheim.
- MARTINI, E. (1982): Bestandsaufnahme des Nannoplankton im „präaquitanen“ Tertiär des Mainzer Beckens. — *Mainzer geowiss. Mitt.*, **10**:29–36, 1 Tab.; Mainz.
- MEISL, S., ANDERLE, H.-J., & STRECKER, G. (1982): Niedrigtemperierte Metamorphose im Taunus und im Soonwald. — *Fortschr. Miner.*, **60**, Beih. 2:43–69, 4 Abb.; Stuttgart.
- ROTHAUSEN, K., & SONNE, V. (1984): Mainzer Becken. — 203 S., 21 Abb., 3 Tab., 47 Taf.; Berlin–Stuttgart (Borntraeger).
- SCHWARZBACH, M. (1988): Das Klima der Vorzeit. — 4. Aufl., 380 S., 191 Abb., 41 Tab.; Stuttgart (Enke).

Manuskript eingegangen am 2. 10. 1992

Das Schwerspat-Vorkommen von Naurod im Taunus (Bl. 5815 Wehen) – eine prävaristische Gangmineralisation

Von

HANS-JÜRGEN ANDERLE, & THOMAS KIRNBAUER *

Kurzfassung: Im Sericitgneis, grünschieferfaziell überprägten sauren Vulkaniten ordovizisch – silurischen Alters, treten bei Naurod NE Wiesbaden mehrere Schwerspatgänge und -linsen auf. Sie finden sich nahe der Grenze zu den Grauen Phylliten des Gedinnes, die Metamorphe Zone im S und eigentliches Rhenohercynikum im N voneinander trennt.

Ihre Mächtigkeit reicht von wenigen Millimetern bis zu 1,5 m (maximal 4–5 m). Der Hauptgang („Hauptlager“) streicht spitzwinklig zur SW–NE-streichenden Hauptschieferung; geringermächtige Trümer folgen dieser. Das Einfallen beträgt 50–80° NNW bis NW. Die mineralisierte Zone erstreckt sich über ein Gebiet von etwa 800 m im Streichen und 200 m senkrecht dazu. Der weiße Schwerspat besitzt eine feinkörnige Struktur und weist eine undeutliche tektonische Bänderung auf. Begleiter sind weißer Milchquarz, z. T. eng mit Schwerspat verwachsen oder diesen verdrängend, und Sericit. Selten ist Bleiglanz eingesprengt.

Starke Deformation (Kornformregelung, diskontinuierliche undulöse Auslöschung, Deformationsbänder), Erholungsgefüge (Subkornbildung, suturierte Korngrenzen) und dynamische Rekristallisation von Baryt und Quarz belegen einen prävaristischen Ursprung der Mineralisation. Sie ist Teil einer sinistralen varistischen Scherzone entlang der Hauptschieferung. Anzeichen für eine synsedimentäre Entstehung fehlen.

Im letzten Jahrhundert ging auf einigen der Gänge Bergbau um. In der wichtigsten Grube (Gr. „Rohberg“) wurden knapp 5000 t Schwerspat gewonnen; als Reserve verbleiben ca. 4000 t.

Abstract: Several barite veins and lenses occur in acid volcanic rocks of Ordovician to Silurian age in greenschist facies (the so-called sericite gneiss) near Naurod northeast of Wiesbaden. They are found near the northern border of the volcanics adjacent to phyllitic slates of Gedinnian age. This border separates the metamorphic zone in the south from the undoubted Rhenohercynicum in the north.

The vein thicknesses range from a few millimetres to a maximum of 4–5 metres. The thickest vein is oblique to the SW–NE striking main foliation. Smaller veins mainly follow the foliation. The dip of the veins is 50° to 80° NNW to NW. The mineralized zone covers an area of 800 m along strike and 200 m across strike. The white barite is granular and is indistinctly tectonically banded. It is associated with white milky quartz, partly intergrown with (or replacing) barite, and sericite. Galena is rarely interspersed.

Strong deformation (grain orientation, discontinuous undulatory extinction, deformation bands), recovery fabrics (subgrain-formation, sutured grain boundaries) and dynamic recrystallization of barite and quartz prove a pre-Variscan origin of the mineralization. It is part of a sinistral Variscan shear zone along the main foliation. Criteria for synsedimentary formation are lacking.

During the last century some of the veins were exploited. The most important mine (Rohberg mine) produced nearly 5000 tons barite. About 4000 tons remain in reserve.

Keywords: Barite, Naurod, Taunus mountains, mining, sericite gneiss, pre-Devonian, vein mineralization, Variscan shear zone, dynamic recrystallization, synkinematic recovery.

* Dipl.-Geol. H.-J. ANDERLE, Dr. T. KIRNBAUER, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 65193 Wiesbaden.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung		92
2. Historische Nachrichten		92
3. Geologische und tektonische Situation		101
4. Lagerstätte		102
4.1. Neue Aufschlüsse		102
4.2. Ausbildung der mineralisierten Zone		104
4.3. Inhalt der Lagerstätte		109
5. Genese und Alter		116
6. Schriftenverzeichnis		121
6.1. Archivalien		121
6.2. Literatur		121

1. Einleitung

In der gesamten Erstreckung der dem sog. Taunus-Vordevon zugehörigen Sericitgneise¹ zwischen Kiedrich (Bl. 5914 Eltville am Rhein) und Falkenstein (Bl. 5816 Königstein im Taunus) sind Schwerspat-Vorkommen bekannt. Die meisten Vorkommen verdienen lediglich mineralogisches Interesse; nur an zwei Orten (nahe Kiedrich und bei Naurod auf Bl. 5815 Wehen) ging im letzten Jahrhundert Bergbau um.

Da das Nauroder Baryt-Vorkommen im wesentlichen dem Streichen und Einfallen der Hauptschieferung folgt, bestanden schon in der frühesten Literatur des letzten Jahrhunderts Unsicherheiten über dessen Entstehung: abwechselnd wurde es als „Lager“ oder „Gang“ beschrieben. In der Folgezeit wurde die Nauroder Lagerstätte als unverkieselter Vertreter der im Taunus verbreiteten Pseudomorphosenquarz-Gänge angesehen und später den stratiformen Baryt-Lagern des Rheinischen Schiefergebirges zugeordnet.

Günstige, durch Neubauten und Straßenbau geschaffene Aufschlußverhältnisse im Ortsbereich von Naurod erlauben nunmehr – zusammen mit der Auswertung von Aktenmaterial aus der Betriebszeit der dort ehemals bauenden Gruben, der Literatur des letzten Jahrhunderts sowie Sammlungsbeständen – eine genetische und altersmäßige Einordnung dieses Schwerspat-Vorkommens.

2. Historische Nachrichten

Die früheste Beschreibung des Nauroder Schwerspat-Vorkommens stammt von STIFFT (1831: 373):

„Nordwestlich von Nauroth finden sich in dem auf die Felder führenden Wege grössere und kleinere Blöcke eines sehr reinen, feinkörnigen und dichten Barytes, die sich noch eine kleine Strecke in dem aus diesem in Nordosten abgehenden Feldwege verfolgen lassen, dann aber in ungefähr 3–400 Fuss Entfernung ganz aufhören, und auch weiter aufwärts in nordwestlicher Richtung sich verlieren. Ohne eine förmliche Untersuchung durch Schürfen lässt sich die Art des Vorkommens nicht ausfindig machen, da die ganz cultivirte Oberfläche nirgends Gestein anstehen lässt. Da ausser dieser Stelle sonst nirgends am Taunus ein solcher Baryt aufgefunden worden ist: so wird diese isolirte Erscheinung um so merkwürdiger,

¹ An dieser Bezeichnung werden wir im folgenden aus Gründen der Prägnanz und ihrer über einhundert Jahre lang währenden Verwendung in der regionalen geologischen Literatur festhalten, auch wenn wir uns damit dem Vorwurf einer petrographisch nicht korrekten Bezeichnung aussetzen. Doch ziehen wir den griffigen Ausdruck „Sericitgneise“ der sperrigen Formel „Meta-Rhyolithe, -Rhyodacite und -Dacite“ oder dem unspezifischen Begriff „Meta-Vulkanite“ vor.

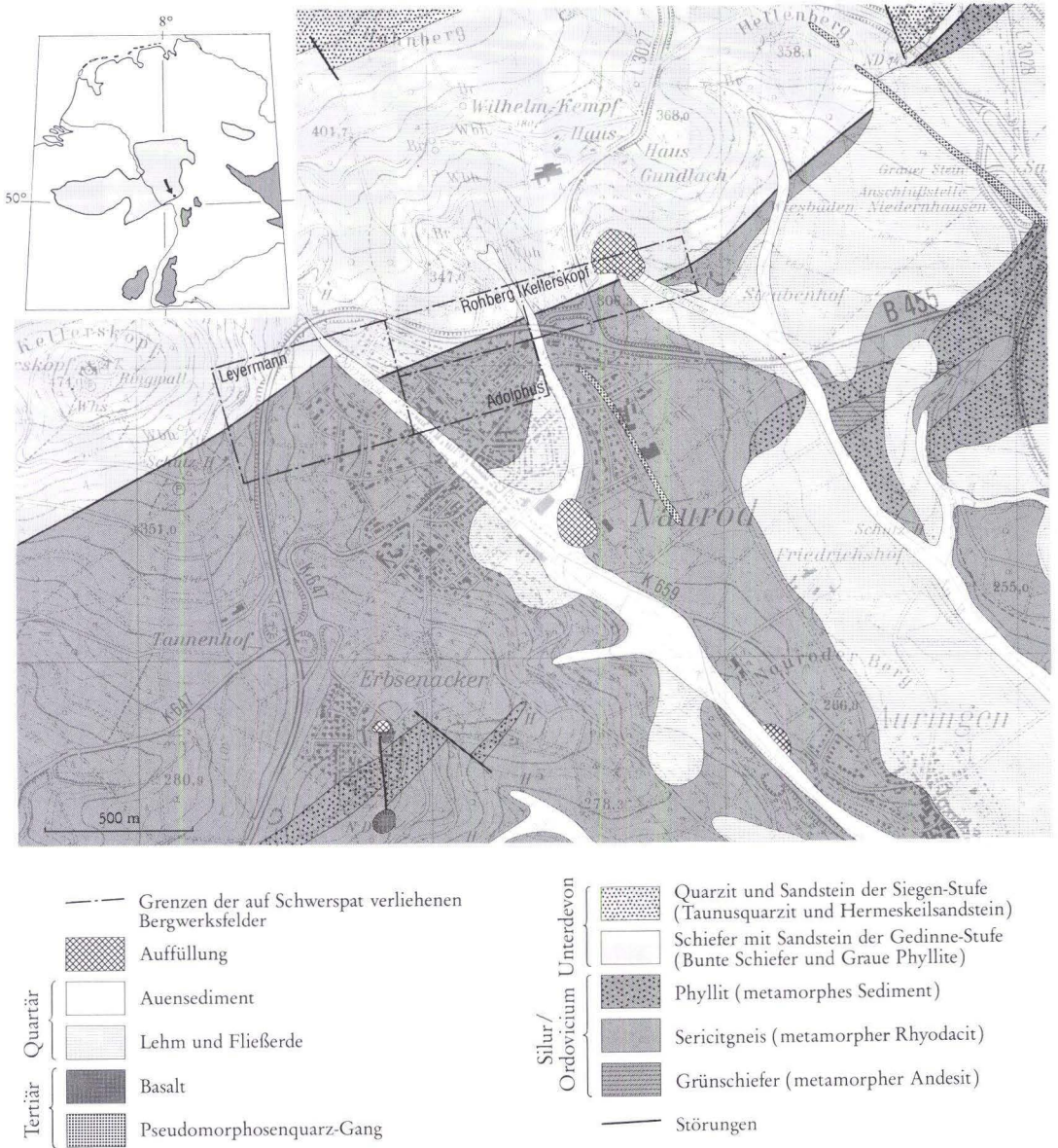


Abb. 1. Geologie der Umgebung von Naurod nach LEPLA et al. (1930) und eigenen Aufnahmen. Übersichtskärtchen: Lage des Kartenausschnittes am Südrand des Rhenohercynikums.

und es ist zu bedauern, dass sich keine Gelegenheit zu näherer Untersuchung des Vorkommens darbietet. Zuweilen findet man Stücke, die mit Quarz gemengt sind und vermuthen lassen, dass sie von einem Gange herrühren, dagegen sind aber auch Stücke vorgekommen, in denen sich der Baryt zwischen den Talklagen des Schiefers fand und hier die Stelle des Quarzes zu vertreten schien, wonach er sich daher auf Lagern finden müsste.“

Grube „Rohberg“

Obwohl daraufhin bereits 1832 und 1833 Schurfscheine erteilt worden waren, erfolgte eine Belehnung an eine 128kuxige Gewerkschaft erst im September 1846. Nach der dortigen Flurbezeichnung Rohberg (der örtlichen Mundart folgend in den alten Akten auch als Ruhwehr oder Rohwehr bezeichnet) erhielt die Schwerspat-Grube den Namen „Rohberg“.

Ca. 40 m ostnordöstlich des Fundpunktes wurde Schacht No. 1 tonnläufig auf dem Gang abgeteuft. Mit mehreren kurzen Strecken nach WSW und ENE untersuchte man das Gangverhalten. In den oberen Teufen wurde der Schwerspat „ziemlich brauchbar“ angetroffen, mit zunehmender Teufe nahm der Quarzgehalt indessen zu, bis der Baryt auf der Schachtsohle fast auskeilte. Auch zwei kurze Querschläge in das Hangende (nach NNW) stießen nicht auf die erhofften hangenden Trümer. 1848 gar überstieg das Gewicht der „auf und unmittelbar unter der Dammerde“ aufgesammelten Schwerspatbrocken die Fördermenge beträchtlich. Offensichtlich konnte das Fördergut, das 1849 nach London verkauft wurde, zudem nur unter Schwierigkeiten abgesetzt werden. FRESSENIUS (1846: 170) berichtet über den Schwerspat, daß einer „technischen Benutzung (als Farbe, als Zusatz zu Bleiweiß etc.) der Umstand im Wege steht, daß sein Pulver durchscheinend ist, und somit nicht deckt.“ So verwundert es nicht, daß der zubeuträchtige Betrieb schon im Februar 1847 einen neuen Besitzer gefunden hatte und nach einer Verpfändung im Januar 1848 wiederum in neue Hände überging.

Die neuen Eigentümer, CHRISTIAN VON ESSEN sowie FERDINAND EBHARDT aus Wiesbaden, gaben Ende 1849 Schacht No. 1 mit einer Endteufe von ca. 19 m auf und ließen – ca. 75 m ostnordöstlich des alten Schachtes – nördlich eines Gangausschlusses einen neuen Schacht (No. 2) abteufen, der bis zur Einstellung des Betriebes im Jahre 1866 als Fahr- und Förderschacht diente und bis zu einer Endteufe von 45 m niedergebracht wurde. Der Baryt wurde hier in besserer Qualität angetroffen. Insgesamt vier Sohlen erschlossen in der Folgezeit ein „Hangendes Trum“ und wenige Meter im Liegenden das „Hauptlager“. Im Jahre 1851 wurde zur Lösung der Grundwässer ein Tiefer Stollen angesetzt (hinter dem heutigen Anwesen Fondetter Str. 10). Im Frühjahr 1853, obwohl nur mehr 40 m vom Durchschlagpunkt im Schacht entfernt, wurde der Vortrieb des inzwischen 247 m langen Stollens eingestellt und der Betrieb gefristet. Die Akten teilen mit, die Grube habe „des ansehnlichen Gehalts an Kieselerde“ wegen bislang „nur einen sehr geringen Erfolg“ gehabt und voraussichtlich würde „ganz reiner quarzfreier Schwerspath“ wohl auch bei „weiteren Aufschlüssen auf der Lagerstätte nicht . . . erzielt werden“.

Für die enorm hohe Summe von 30000 Gulden² gingen die Kuxe der Gewerkschaft im August 1853 an JACQUES LEON DE JOUVENEL, Paris, und GERVAIS AUGUST DE MARPON, Paris und Puy, über; als Bergverwalter fungierte in den Folgejahren Baron BERNHARD VON LOCK-

² Auf Basis des (hohen) Schwerspatpreises von 1853 im Herzogtum Nassau entsprach dies dem Wert von ca. 4400 t, unter Zugrundelegung des durchschnittlichen Preises der Jahre 1851–1860 dem Wert von ca. 7700 t Baryt. Tatsächlich wurden in Naurod bis zur Einstellung des Bergbaus nur mehr 3800 t Baryt gefördert!

HORST, der als Wohnorte Wiesbaden, Kiedrich und Brüssel angab. Fast fünf Jahre lang kam es nun zu einem geregelten Betrieb, bei dem bis zu acht Hauer eingestellt waren. Noch im selben Jahr wurde der Stollen zum Förderschacht durchschlägig gebracht und traf nach ca. 290 m den Gang (die Angabe zweier je 300 m langer Stollen durch BRÜNING et al. 1893: 135 beruht auf einem Irrtum). Der Schacht war mit massivem Eichenholz verzimmert, auch Baue und Stollen standen teilweise in Holz. 1858 wird ein Zechenhaus erwähnt, „von Stein erbaut und mit Ziegel gedeckt“. Nach einer Abbaupause von über einem Jahr und veränderten Besitzverhältnissen innerhalb der Gewerkschaft (MARPON hielt nun 80 Kuxe, an die Stelle von JOUVENEL trat CLAUDE MARIE AMEDÉE RONGIER aus Voussac) wurde von Oktober 1860 bis Frühjahr 1862 mit bis zu 12 Hauern und 19 „Scheidjungen“ wiederum Schwerspat gefördert. Neue Strecken wurden nicht mehr aufgefahren und es ist bezeichnend für den Zustand des Betriebes, daß – offensichtlich überraschend – der „Altemann“ angefahren wurde. Im März 1862 wurde die Grube stillgelegt und fiel ins Freie, nach Meinung des Bergmeisters verursacht durch „unangenehme Verhältnisse in der Verwaltung“ der französischen Gesellschaft (GIEBELER 1865: 377). Speziell die Nauroder Gruben zählte der nassauische Oberbergrat ODERNHEIMER (1863/67, Bd. I: 58, 178) zu jenen Unternehmungen, die sich durch „z. Th. höchst unsolide“ und „öfters wiederholte Schwindelspeculationen“ auszeichneten und einer „Entwicklung einer soliden Industrie in dem Schwerspathgeschäfte . . . hemmend entgegengetreten“ seien.

Während dieser ersten Betriebsperiode fand der Nauroder Schwerspat, überwiegend unter mineralogischem Aspekt, gelegentlich Erwähnung in der Literatur: SANDBERGER (1847: 11, 100; 1850: 7–8, 26; 1851: 18; 1852), SANDBERGER in THEOBALD & RÖSSLER (1851: 192), G. & F. SANDBERGER (1850/56: 489), DUMONT (1848: 555, 565–566, 579).

Mit der Neuverleihung des Feldes „Rohberg“ im September 1865 begann eine neue Betriebsperiode, die unter dem Besitzer HERMANN MILCHSACK aus Köln bis 1869 anhielt. Unmittelbar westlich des inzwischen verfüllten alten Förderschachtes wurde ein Tagebau eröffnet, in dem „7 Arbeiter, 7 Frauen und 20 Kinder“ Schwerspat gewannen. Zusätzlich wurde 9 m westlich dieses Schachtes ein neuer Schacht (ohne Nummer) etwa 21 m tief abgeteuft und von dort eine neue Strecke nach W aufgefahren. Untersuchungszwecken diente der 23 m tiefe „Schacht 3“ im W. Den Akten ist zu entnehmen, daß mit der Technik des Bergeversatzes gearbeitet wurde und „durch Auswerfen“, „Karrenlaufen und Haspelziehen“ gefördert wurde. Das Erz wurde durch Handscheidung aufbereitet. 1868 waren ein Steiger, acht Hauer und zwei Haspelzieher beschäftigt. Im 1. Quartal 1869 wurde der Abbau eingestellt, nachdem zuletzt nur noch der Tagebau in Betrieb war.

Letztmalig förderte die Grube „Rohberg“ mit drei bis vier Mann Belegschaft von Oktober 1884 bis September 1885 nochmals 150 t Erz. Abgebaut wurde in einem Tagebau; möglicherweise wurde zusätzlich Schwerspat unter Tage gewonnen.³ Der Absatz an die Hornmühle bei Höchst/Odenwald und die Rolandsmühle bei Rolandseck am Rhein verlief schleppend; große Teile des wiederum durch Handscheidung aufbereiteten Schwerspats mußten auf Halde geworfen werden und konnten erst 1886 an verschiedene Abnehmer veräußert werden, u. a. die Stickelmühle bei Rambach und die Braubacher Blei- und Silberhütte.




³ Einem kurzen Bericht von F. KRUMHOFF aus dem Jahre 1913 zufolge soll die Grube „Rohberg“ durch einen 54 m tiefen Schacht aufgeschlossen gewesen sein. Die bis 1869 reichenden Nachträge der Grubenpläne weisen jedoch lediglich 45 m Endteufe aus. Es könnte sein, daß die beiden Zahlen vertauscht worden sind. Möglicherweise ist aber auch der noch vorhandene Schacht vertieft worden.

Neben dem Feld „Rohberg“ waren zur Mitte des letzten Jahrhunderts die Felder „Kellerskopf“, „Leyermann“ und „Adolphus“ auf Schwerspat verliehen worden, in denen es jeweils nur zu geringen Aufschlußarbeiten gekommen ist.

Grube „Kellerskopf“

1846 wurde in der unmittelbaren östlichen Verlängerung des Feldes „Rohberg“ die Bauwürdigkeit des Baryts in drei Schächten mit bis zu 5 m Teufe nachgewiesen (MEIER 1925/26: 16). Im November 1848 erfolgte auf den Fund im Distrikt Schlichten die Belehnung des Feldes „Kellerskopf“ an WILHELM FREMDT aus Wiesbaden. Bis 1860 fanden in der Grube – unter wechselnden Eigentümern aus vier Staaten – unregelmäßige Arbeiten statt, die meist nur wenige Monate im Jahr andauerten und nie den Charakter von Aufschlußarbeiten verlieren. So lassen die Betriebsberichte lediglich für das zweite Quartal 1853 eine Förderung von 0,7 t Schwerspat erkennen.

Nach dem Tode von FREMDT gingen die 128 Kuxe der Gewerkschaft im Februar 1851 an FRIEDRICH BAUMANN aus Wiesbaden über, der sie schon im Juli an THOMAS COWLEY bzw. COBLEY aus London weiterveräußerte. 1853 ging der Bergwerksbesitz an LEO DE LA PEYROUSE bzw. PEYROUX aus Brüssel über. Bezeichnend für die Betriebsführung ist die Beschwerde des nassauischen Bergmeisters vom März 1854 über „wüst stehende Rechnungsvorlagen“. Neben Verwalter, Schichtmeister und Steiger notieren die Akten meist nur zwei Hauer, im Jahre 1853 stand noch kurzzeitig ein „Aufbereiter“ in Lohn. Der teilweise verzimmerte Schacht (er stand vermutlich an der Stelle der jetzigen Straße Naurod – Niedernhausen, die sich noch heute durch geringfügige Absenkungen bemerkbar macht) besaß zuletzt eine Teufe von ca. 23,4 m; Fahr- und Förderschacht waren getrennt. Für das Jahr 1852 wird berichtet, daß über ihm ein „wohl verzimmertes Zechenhaus“ gestanden habe. Mit einem von der Schachtsohle nach NNW aufgefahrenen, ca. 15 m langen Querschlag wurde der Schwerspat durchörtert und ca.

-
- | | |
|---|---|
|  | Ehem. Gangausbisse |
| • | Gemutete Schwerspatfunde: |
| 1 | Fundpunkt „Rohberg“ |
| 2 | im Acker des GEORG CHRIST |
| 3 | im Acker des JOHANN BECHT |
| 4 | Fundpunkt „Adolphus“ |
| 5 | im Acker des FRANZ LÖW |
| A–D | Neue Aufschlüsse |
| G | Fundstelle von GALLADÉ |
|  | Schacht |
|  | Tiefer Stollen |
|  | Ausdehnung der Baue der Grube „Rohberg“ |
|  | Grenze Graue Phyllite/Sericitgneis |
|  | Querstörung in der Dörrwiese |
|  | Pseudomorphosenquarz-Gang in Baugrube anstehend |
|  | Milchquarz mit Calcit verwachsen |
|  | Streichen und Fallen der Hauptschieferung |

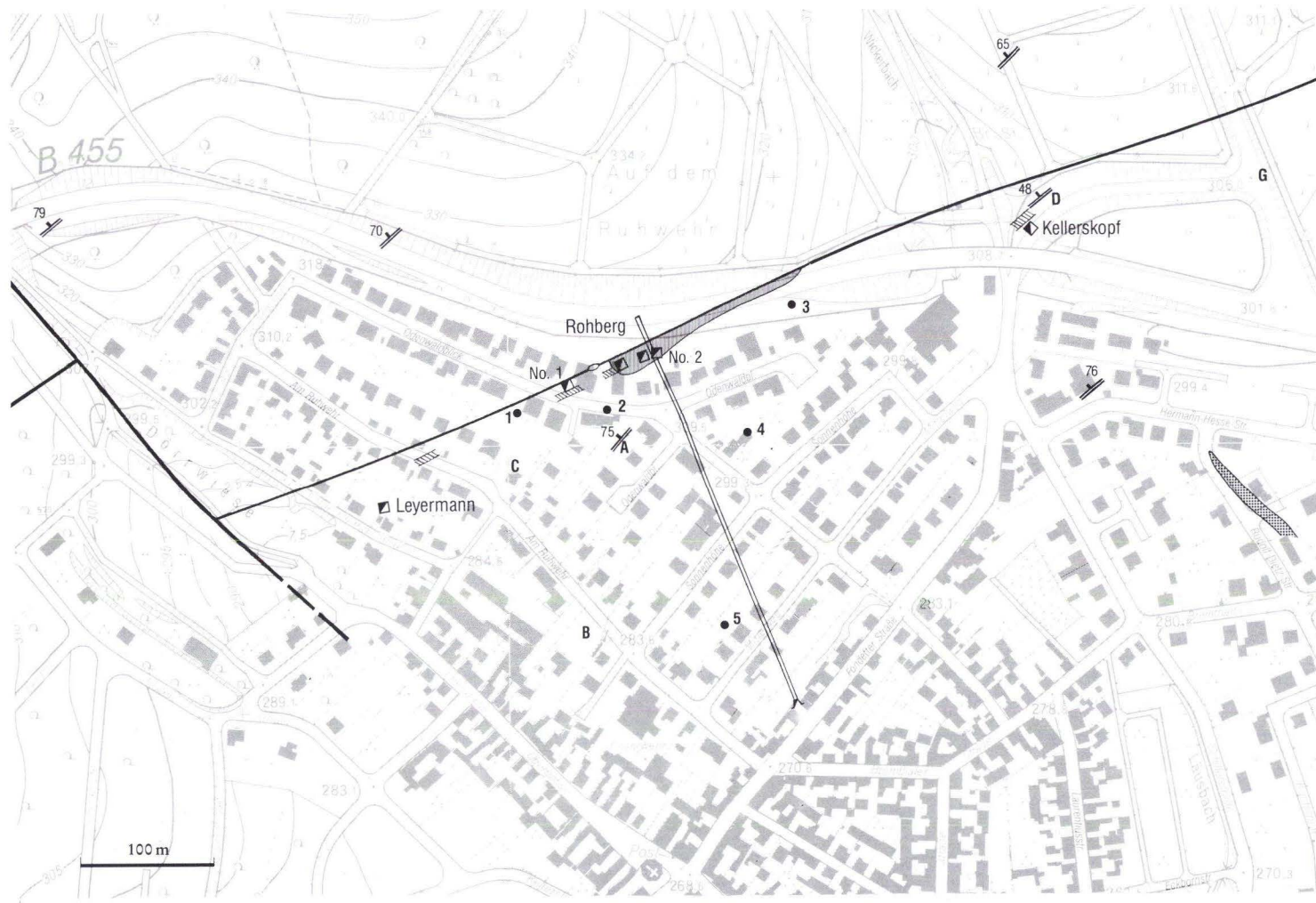


Abb. 2. Geologische und bergbauliche Verhältnisse im Ortsbereich von Naurod.

10 m im Hangenden ein 3 cm mächtiges „zweites Trümmchen“ angefahren. Das Hauptlager wurde bis zum fast vollständigen Auskeilen über 16 m nach ENE verfolgt. Einen Monat nach Kauf der Gewerkschaft durch die französischen Eigentümer der Grube „Rohberg“ im April 1860 wurden die Arbeiten endgültig eingestellt.

Grube „Leyermann“

Ein Schwerspatfund in 3 m Teufe im Distrikt Leyermann (1855) – in der südwestlichen Fortsetzung der Grube „Rohberg“ gelegen – führte 1858 und – erneut – 1859 zur Belehnung des Feldes „Leyermann“. Der Besitzer, Baron VON LOCKHORST, gleichzeitig Verwalter der Gruben „Rohberg“ und „Kellerskopf“, ließ nur 12,5 m von der östlichen Markscheide entfernt in Mutungsberechtigung einen 13,6 m tiefen seigeren Schacht abteufen. Im Sommer 1860 und im Herbst 1861 wurden Untersuchungsarbeiten vorgenommen, die insgesamt ca. 10 t Schwerspatförderung erbrachten, dann aber eingestellt wurden, da der bis 90 cm mächtige Baryt in der tieferen Strecke im W „verschnürte“ und in einer Teufe von lediglich 17,4 m Wasserhaltungsprobleme auftraten.

Grube „Adolphus“

Auf einen Schwerspatfund im Acker des LUDWIG DAMM schließlich wurde in den Jahren seit 1846 mehrmals um Mutung oder Belehnung nachgesucht, doch erst 1862 wurde an JAMES ADOLPHUS SIMPSON aus Nieder-Ingelheim die Grube „Adolphus“ verliehen. Nachdem die Grube wegen Nichtbetriebs ins Freie gefallen war, erfolgte 1864 eine Neuverleihung an den ehemaligen Steiger der drei Nachbargruben; zu einem Abbau ist es jedoch nie gekommen.

Nach der Einführung des Allgemeinen Berggesetzes für die Preußischen Staaten vom 24.6.1865 in Nassau (Verordnung vom 22.2.1867) erfolgte eine Vergrößerung der einzelnen Felder.

1886 übernahm FRIEDRICH KRUMHOFF aus Eisenach die Rechte der Felder „Rohberg“, „Leyermann“ und „Kellerskopf“. Unter ihm fanden im Jahre 1900 letztmalig kurzzeitige Versuchsarbeiten statt; geplant war ein 50 m langer und 10–12 m tiefer Tagebau. Zwischen 1909 und 1911 erwarb RUDOLF ALBERTI aus Goslar die drei Felder, zu einem Abbau kam es seitdem – vorwiegend bedingt durch die ungenügende Qualität des mit Quarz verwachsenen Schwerspates – nicht mehr, auch wenn 1937, im Zuge der Autarkiebestrebungen des „Dritten Reiches“, eine Wiederaufnahme geplant war.

Zwischen 1989 und 1991 fielen alle Felder ins Freie. Heutzutage sind weite Teile des Schwerspatvorkommens überbaut. Abb. 1 informiert über die Lage der Verleihungen, Abb. 2 über die Lage der Schächte und Fundpunkte. Die Angaben zur Fördermenge des Nauroder Schwerspats sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Die von MEIER (1925/26: 25) für das Feld „Rohberg“ berechneten Reserven in Höhe von 20.000 t wurden 1954 von der Deutschen Baryt-Industrie Dr. Rudolph Alberti & Co. angezweifelt. Unsere eigene Schätzung geht von einer durchschnittlichen „reinen“ Schwerspatmächtigkeit von 0,5 m (MEIER legte 1,2 m zugrunde), 100 m Länge und 40 m Teufe des abbauwürdigen Bereichs aus. Von den 2000 m³ resp. 8960 t Schwerspat wurden ca. 4700 t

Tab. 1. Fördermengen (in t) nach Akten des Hess. HStA Wiesbaden (1847–1866) und des Bergamtes Weilburg (1867–1885). AA = Aufschlußarbeiten. – = kein Betrieb

	Gr. „Rohberg“	Gr. „Kellerskopf“	Gr. „Leyermann“	Gr. „Adolphus“
1846:	Verleihung	–	–	–
1847:	95,5	–	–	–
1848:	217,2	Verleihung	–	–
1849:	225,9	?	–	–
1850:	181,1	AA	–	–
1851:	219,7	AA	–	–
1852:	0,0	AA	–	–
1853:	0,0	0,7	–	–
1854:	232,0	AA	–	–
1855:	317,7	AA	–	–
1856:	277,8	AA	–	–
1857:	410,5	AA	–	–
1858:	56,4	AA	Verleihung	–
1859:	230,0	?	Verleihung	–
1860:	96,5	AA	8,0	–
1861:	488,9	–	AA	–
1862:	38,7	–	–	Verleihung
1863:	–	–	–	–
1864:	–	–	–	Verleihung
1865:	Verleihung	–	–	–
1866:	372,4	Verleihung	–	–
1867:	540,8	–	–	–
1868:	481,8	–	–	–
1869:	60,0	–	–	–
1870–1883:	–	–	–	–
1884:	70,0	–	–	–
1885:	80,0	–	–	–
Summe:	4692,9	?	> 10,0	0

abgebaut (MEIER brachte lediglich 1232 t in Anschlag). Als Reserven verbleiben also knapp 4300 t.

Durch rasche Spekulationsgewinne verursachte häufige Besitzerwechsel, die starke Beteiligung ausländischen Kapitals sowie auf das Fehlen von Fachkräften und baldige Erschöpfung der Lagerstätten zurückzuführender unregelmäßiger Betrieb sind ein Kennzeichen des Buntmetallerzbergbaus im Taunus jener Zeit. Auch der Nauroder Schwerspatbergbau fügt sich in dieses Bild ein. Seine untergeordnete Bedeutung mag nicht nur der geringe Umfang der Grubenbaue (die Gesamtlänge von Strecken, Querschlägen und Stollen betrug weniger als 1000 m, die höchste Teufe wurde mit Schacht No. 2 bei 45 m erreicht), sondern auch der Umstand erhellen, daß die Betriebsberichte der Gruben „Rohberg“, „Kellerskopf“ und „Leyermann“ über Jahre hinweg jeweils denselben Steiger (WILHELM SCHLIFFER aus Naurod) sowie denselben Schichtmeister (Bürgermeister FRIEDRICH SCHNEIDER aus Naurod) anführen. Auch bezogen auf die durchschnittliche Jahresförderung von Schwerspat im Herzogtum Nassau nehmen die Nauroder Gruben keinen herausragenden Platz ein (Abb. 3).

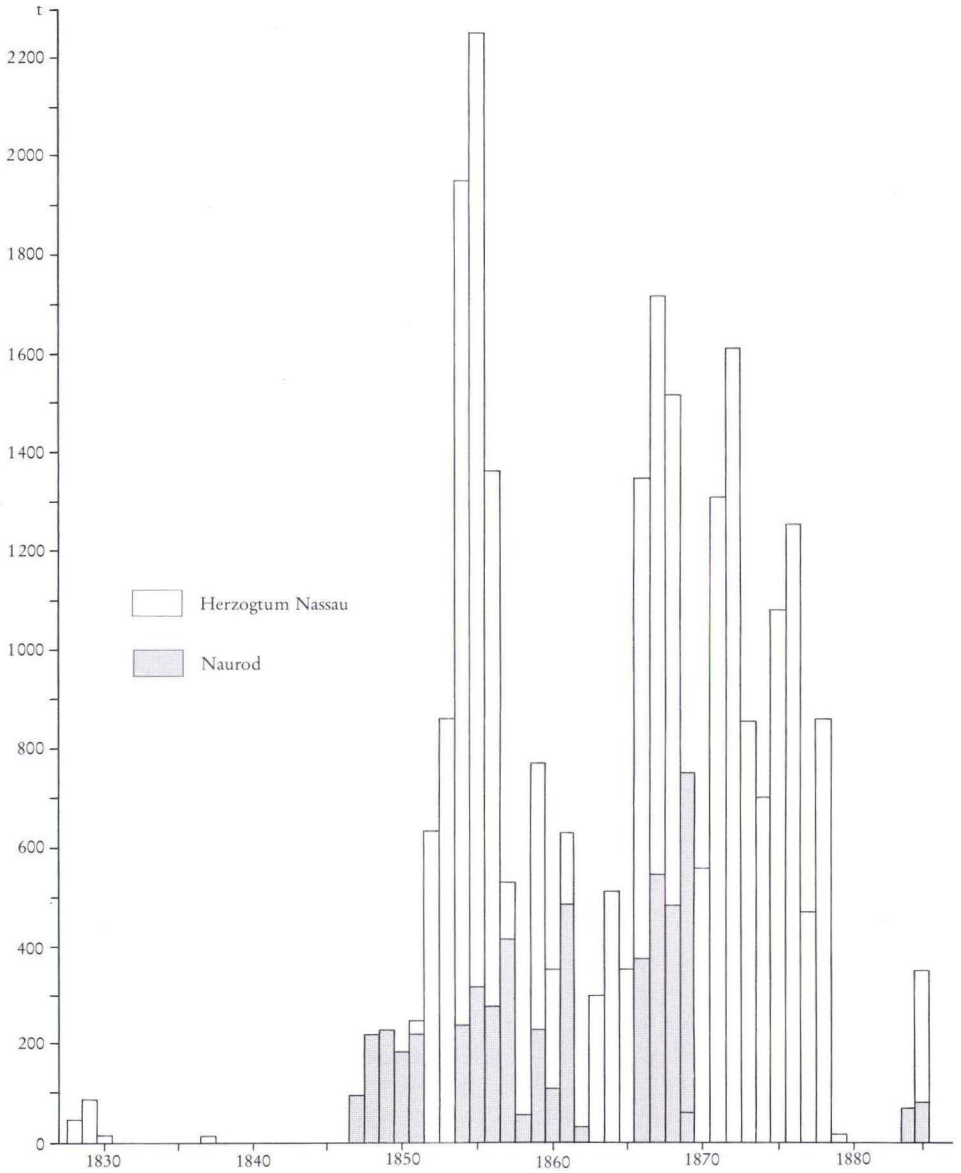


Abb. 3. Jahresförderung von Schwerspat im Herzogtum Nassau (1828–1865) und im Regierungsbezirk Wiesbaden, bestehend aus den Bergrevieren Dillenburg, Diez, Weilburg, Wiesbaden und Teilen des Bergreviers Wetzlar (1866–1885) im Vergleich zur Nauroder Förderung. Daten aus ODERNHEIMER (1863/67) und Z. Berg- Hütten- Salinen-Wesen preuss. Staate **16–34**, statist. Teil, Berlin 1868–1886. Da ab 22. 2. 1867 Schwerspat bergfreies Mineral war, enthält die Statistik ab diesem Zeitpunkt nur noch die Förderung der verliehenen Gruben.

3. Geologische und tektonische Situation

Der Schwerspat von Naurod tritt im Sericitgneis des Vordertaunus nahe dessen Grenze zum tieferen Unterdevon des Hochtaunus auf. Diese Störung trennt am Südrand des Taunus auf rd. 50 km Länge die Gesteine der Metamorphen Zone im SSE von denen des eigentlichen Rhenohercynikums im NNW.

Während die Einstufung der Gesteine des Hochtaunus in die Gedinne- und Siegen-Stufe des Unterdevons schon seit längerem mittels Fossilien möglich ist (vgl. ANDERLE 1987), war die Altersstellung der Gesteine der Metamorphen Zone lange ungeklärt. Denn diese bestehen zum größeren Teil aus grünschieferfaziell metamorphen, sauren bis intermediären Vulkaniten und zum kleineren Teil aus metamorphen Sedimenten. In einem Teil dieser Sedimente konnte erst REITZ (1989) Sporen des Unterdevons (Ems) nachweisen. Die Vulkanite besitzen nach jüngsten U/Pb-Datierungen (SOMMERMANN et al. 1992) ordovizisch – silurische Alter.

Bei Naurod grenzt der Sericitgneis an die Grauen Phyllite, marine Ablagerungen der Gedinne-Stufe des tiefsten Unterdevons. Diese Grenze verläuft vom S-Hang des Hellenbergs im ENE durch den N-Teil von Naurod zum S-Fuß des Kellerskopfes im WSW und ist durch Verwerfungen an der Linsenwiese und der Dörrwiese jeweils rechtshändig versetzt (Abb. 1). Entlang dieser Grenze besitzt der Sericitgneis hier auf einer Breite von mindestens 300 m ein Schergefüge, das sinistrale Seitenverschiebung entlang der Hauptschieferung anzeigt.

Diese durch Stoffsonderung und metamorphe Neubildungen erzeugte Hauptschieferung (s_1 nach ANDERLE 1976) ist beiden Einheiten gemeinsam. Die mit dem Höhepunkt der Metamorphose zusammenfallende erste Deformation besitzt nach K/Ar-Datierungen an neugebildeten Sericiten ein Alter von ca. 325 Mio. Jahren (AHRENDT et al. 1978), was nach MENNING (1989) etwa tiefstem Oberkarbon entspricht.

Im Südtanunus liegt das durchschnittliche Streichen von s_1 bei rd. 60° bei überwiegendem NNW-Einfallen. Gegenüber dieser Regel treten im Bereich von Naurod niedrigere Streichwerte auf. 110 Messungen in Naurod ergeben einen Mittelwert der Lagerung von $50/74$ NW.

Eine jüngere homoaxiale, mittelsteil NW-fallende zweite Schieferung (s_2) verformt die Hauptschieferung und erzeugt auf ihr ein typisches Runzellinear (δ_2).

Vor allem bedingt durch die Nähe zum Oberrhein-Graben ist das Gebiet von Naurod auch von jüngeren tektonischen Ereignissen betroffen worden. Dazu gehört eine Bruchschollen-Tektonik quer zum Streichen des varistischen Gebirges. Naurod und Auringen liegen in einem schmalen Graben, dessen westliche Schulter der Horst von Kellerskopf – Erbsenacker – Steinkopf, dessen östliche Schulter eine Zwischenscholle östlich des Aubaches bildet. Auf dieser Hochscholle ist ein Pseudomorphosenquarz-Gang (Grauer Stein von Naurod/Bremthaler Quarzgang) von der Abtragung als Felsmauer aus dem weicheren Nebengestein herauspräpariert worden. Ein zweiter solcher Quarzgang steckt in der Tiefscholle – wegen der hier schwächeren Reliefenergie – noch im Untergrund.⁴ Weiterhin hatte die Dehnungstektonik

⁴ Der Gang wurde schon von KOCH (1880a: 33) als Quarzgang „zwischen Naurod und dem dortigen Turnplatze“ erwähnt, wurde in der zweiten Auflage der Geol. Spezialkarte (LEPPLA et al. 1930) im Gegensatz zur ersten (KOCH 1880b) wegen „Geringmächtigkeit“ (MICHELS 1932: 40) allerdings nicht mehr verzeichnet. Ein Teilstück des dort 165 – 168/79 SW streichenden Ganges war im Sommer 1991 kurzfristig in einer Baugrube im östlichen Teil von Naurod aufgeschlossen (R 34 50 575/H 55 55 920). Hier fanden sich Kappenquarze und typische Pseudomorphosen von Quarz nach Baryt. Nordwestlich davon war der Gang beim Bau des Kanals in der Rudolf-Dietz-Str. im Sommer 1970 schon einmal angetroffen worden. Auch in streichender Verlängerung nach SE finden sich auf den Äckern Richtung Auringen entsprechende

im Alttertiär Basalt-Vulkanismus zur Folge. Davon zeugen die beiden Schlotte am Erbsenacker und einzelne Basaltgänge, die bei Bauarbeiten gelegentlich gefunden werden (vgl. ANDERLE et al. 1984). Einzelne Bruchschollen sind in diesem Gebiet verkippt, denn die Lage der varistischen Faltenachsen weicht vom regulären SW-Fallen durch geringere Einfallwerte oder sogar NE-Fallen ab.

4. Lagerstätte

4.1. Neue Aufschlüsse

Aufschluß A

In einer im Sommer 1991 geöffneten Baugrube bei R 34 50 085/H 55 56 000 war ein bis etwa 10 cm mächtiges Schwerspat-Gängchen im anstehenden Sericitgneis aufgeschlossen (Abb. 4). Die aufgeschlossene Höhe betrug ca. 1,5 m. Zweifelsfrei handelt es sich hier um eines der in den alten Akten mehrfach erwähnten Trümer im Liegenden der Hauptmasse des Schwerspats. Das Gängchen setzt sich fast bis zur Bodenschicht fort und besitzt 1 m unter der Oberfläche nur mehr eine Mächtigkeit von 5 cm. Nach unten setzt der Baryt etwa 2 m unter dem Bodenniveau aus; eine intensiv rotbraune und sich nach unten verschmälernde Zone kennzeichnet die Fortsetzung. Sie verliert sich knapp über dem untersten Aufschluß-Niveau, etwa 1 m unterhalb des Schwerspates, im Sericitgneis. Wenige cm neben dieser Zone steht ein Quarz-Gängchen gleicher Orientierung an, das in Höhe des Baryts auskeilt.

Die am Salband des Schwerspat-Trümchens gemessenen vier Streichwerte liegen zwischen 20 und 40°, die Fallwerte zwischen 68 und 86° NW. Das Streichen für s_1 im Nebengestein liegt bei 31–44°. Die Schieferung greift spitzwinklig (ca. 10°) mit ungefähr vertikaler Schnittkante in das Trümchen ein.

Eine starke Klüftung – \pm parallel zum Salband und \pm im rechten Winkel zum Salband als gebrochene Verlängerung der s_2 -Richtung – durchzieht das Gängchen und zerteilt es in handgroße und mehrere cm starke Platten und Blöcke. Alle Klüftungsflächen des Baryts weisen deutliche Lösungsspuren auf, alle Kanten sind leicht gerundet. Beweis für das Vorliegen eines verkarsteten Schwerspates liefert vor allem das abrupte Aussetzen des Gängchens: Die Unterfläche des Baryts ist ausgewaschen und weist einen durch Lösung geschaffenen Hohlkanal auf; im Liegenden findet sich in der Fortsetzung des Ganges ein roter Lehm, der Bruchstücke von Sericitgneis und (gerundetem) Milchquarz enthält, und somit eindeutig als Karstbildung anzusprechen ist. Eine röntgendiffraktometrische Untersuchung des Lehms ergab außer Quarz und Feldspat lediglich den Nachweis von Chlorit, \pm Kaolinit und Glimmer (Analyse Dr. G. HENTSCHEL v. 26. 9. 1992). Vergleichbare, ebenfalls parallel s_1 verlaufende Spaltenfüllungen im Aufschlußbereich bestehen aus einem rotbraunen, weichen, tonigen und leicht zerreibbaren Material.

Ausnahmslos alle Kluftoberflächen des Baryts weisen eine ockerfarbene bis rötliche limonitische Verfärbung auf. Gelegentlich sitzen auf der ausgewaschenen Oberfläche mm-große Kristalle einer jüngeren Baryt-Generation; bei mehreren Stücken sitzen auf diesen oder auf Kluftflächen dendritische Fe-Mn-Erze.

Lesesteine. Am Hang unterhalb des Ganges kommen in Baugruben immer wieder große, solifluidal verlagerte Blöcke aus Pseudomorphosenquarz zum Vorschein. KOCH (1880b) hatte den Gang demnach lediglich 100 m zu weit östlich und mit zu flachem Streichen eingetragen.

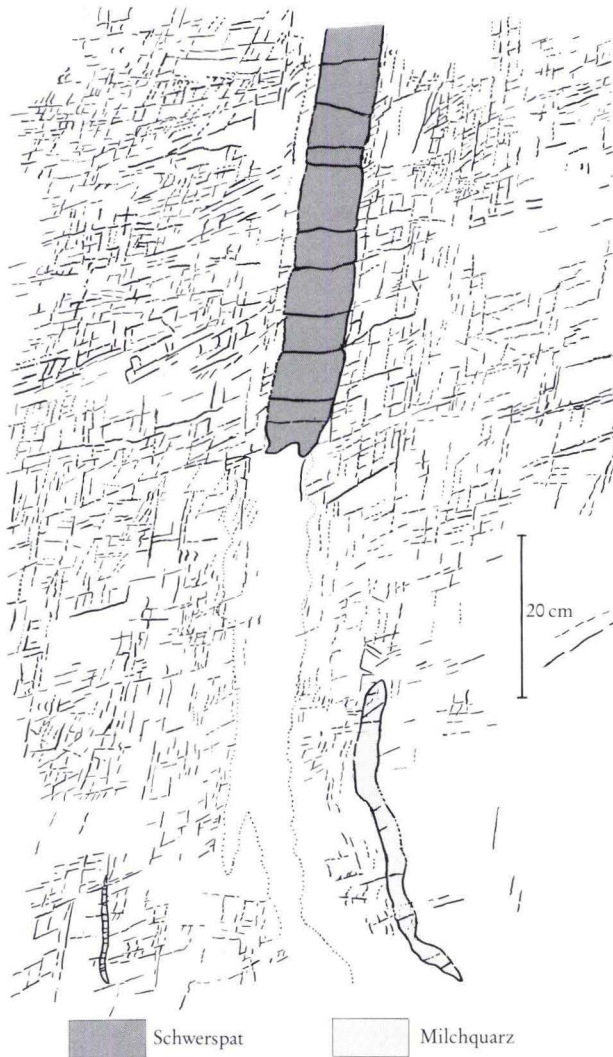


Abb. 4. Baryt-Trümchen in Sericitgneis der NE-Wand der Baugrube Odenwaldblick 24 (Aufschluß A).

In die feinkristalline Masse des Baryts schalten sich selten schwach spätige Partien, die bis zu 4 cm^2 große Spaltflächen erkennen lassen. Seine Farbe ist weiß bis gräulich, in randlichen Partien bräunlich, in dünnen Stücken gelegentlich durchscheinend. Vor allem spitzwinklig zu den Salbändern schließt er der ersten Schieferung parallele, bis zu 7 cm lange, gelblich verwitterte Sericit-Fetzen ein. Untergeordnet führt er Bleiglanz.

Etwa 1 m nordwestlich des Schwerspates steht ein zwischen 5 und 30 cm mächtiger Gang, bestehend aus Milchquarz mit Sericit-Einschlüssen, an. Auch seine Oberfläche erscheint ange-

löst; die Klüfte tragen teilweise Limonit-Besatz und an einer Stelle war eine kleine Spalte mit Lehm gefüllt.

Aufschlüsse B und C

Reichlich umgelagerter Baryt fand sich zudem in zwei weiteren Baugruben in der Fließerde (bei R 34 50 060/H 55 55 855 und R 34 49 995/H 55 55 970): Die Basis der Fließerde schloß zwischen 5 und 30 cm Durchmesser aufweisende, angerundet wirkende Stücke eines weißen, feinkristallinen Baryts, z. T. mit Quarz verwachsen, knapp über der aufgeschlossenen Grenze zum Sericitgneis ein. Ein Teil der Baryte enthält Sericit-Einschlüsse bis zu 10 cm Durchmesser. Ebenfalls im Solifluktionsschutt eingearbeitet fanden sich angerundete Milchquarz-Knauer ähnlicher Größenordnungen. Diese weisen starken Fettglanz auf und schließen ebenfalls Sericit ein. Quarz steht zudem in bis zu 5 cm mächtigen, s_1 parallelen Gängchen auch in Aufschluß C im Sericitgneis an.⁵

Aufschluß D

Wenige Meter neben dem Fundpunkt des Feldes „Kellerskopf“ konnten wir an der nord-westlichen Böschung der Straße von Naurod nach Niedernhausen mehrere Baryt- und Quarztrümchen in Sericitgneis freilegen (R 34 50 385/H 55 56 160). Sie befinden sich im Hangenden des seinerzeit von der Grube „Kellerskopf“ bebauten Ganges. Die 30° geneigte Böschung schneidet das Schieferungsgefüge im Streichen nahezu senkrecht.

Die Baryt-Trümmer verlaufen überwiegend in der Schieferung. An einigen Stellen schneiden sie die Schieferung jedoch im spitzen Winkel in konjugierter Anordnung. In diesen Bereichen setzt sich der Schwerspat mehrfach apophysenartig in die Schieferung fort. Außerdem treten schmale Quarzbänder und -linsen auf, die meist der Schieferung folgen, an zwei Stellen jedoch schaufelförmig in das Schieferungsgefüge eingreifen (Abb. 5).

4.2. Ausbildung der mineralisierten Zone

Übersicht

Da die Grubenbaue heutzutage unzugänglich sind, stützt sich die Beschreibung auf zwei Grubenpläne der Grube „Rohberg“ (von 1850 mit Nachträgen bis 1856; von 1858 mit Nachträgen bis 1869), die größtenteils erhaltenen Quartalsberichte und Betriebspläne, die oben mitgeteilten Beobachtungen an Übertageaufschlüssen sowie verstreute Angaben aus der Literatur. Wie eine Synopsis mit den detaillierten Angaben der Betriebsberichte zeigt, sind die Grubenpläne allerdings unvollständig und teilweise fehlerhaft.⁶

⁵ In dieser Baugrube war im übrigen im hangenden Lößlehm das würmeiszeitliche Eltviller Tuffband (vierlagig) aufgeschlossen.

⁶ Die den Akten und den beiden Grubenplänen entnommenen Streichwerte mußten um den Betrag der magnetischen Deklination korrigiert werden. Diese beträgt im Jahresmittel nach Messungen des Observatoriums München (FARKAS 1973: 12) für die Streichwerte bis zum Jahre

1853: – 16°

1861: – 15°

1870: – 14°.

Wir berichtigten generell um – 15°.

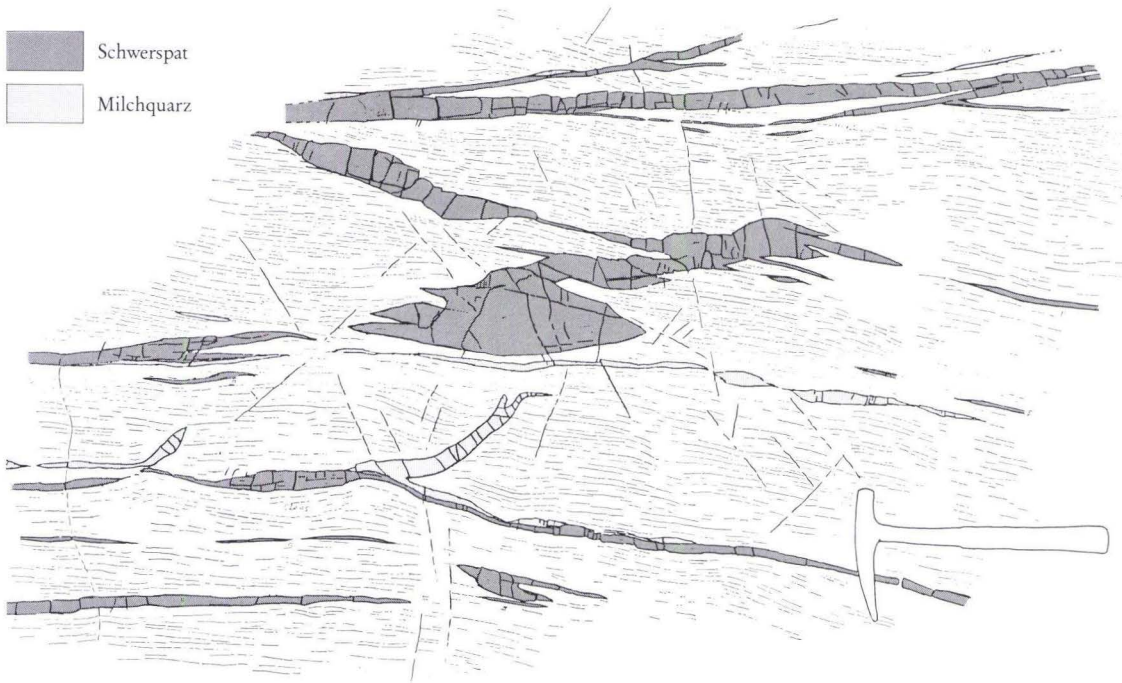


Abb. 5. Verband von Sericitgneis, Baryt und Milchquarz an der NW-Böschung der Straße Naurod–Niedernhausen (Aufschluß D).

Die Verbreitung des Schwerspats beschränkt sich auf einen ca. 200 m schmalen Streifen des vordevonischen Sericitgneises. Die mineralisierte Zone wurde durch Bergbau auf ca. 550 m Länge nachgewiesen, erstreckt sich jedoch, durch Funde von Lesesteinen angezeigt, noch weiter nach NE. Barytfunde aus der nordwestlich anschließenden Einheit (Graue Phyllite des Gedinnes) sind nicht bekannt, auch scheint der direkte Kontakt Vordevon/Unterdevon frei von Schwerspat zu sein (vgl. Abb. 2).

Abgebaut bzw. untersucht wurden mehrere gang- bis linsenförmige Barytkörper, die – fast immer mit Milchquarz verwachsen – sehr unregelmäßige Mächtigkeiten aufwiesen und schon im m- bis 10er m-Bereich aussetzten. Die höchsten Mächtigkeiten wies der Schwerspat nahe der Grenze Vordevon/Unterdevon auf (max. 4–5 m). Geringmächtige Gängchen, teils nur wenige cm mächtig, von den Bergleuten als „liegende Trümer“ bezeichnet, begleiten die Hauptmineralisation im SE und sind bis zu 200 m Entfernung (Luftlinie) von der Grenze zum Unterdevon anzutreffen. Zu den liegenden Trümmern zählen beispielsweise der Fundpunkt von Feld „Adolphus“ und Aufschluß A.

Der Ansicht von LUDWIG (1859: 56), MEIER (1925/26: 14), LEPPLA et al. (1930) und MICHELS (1932: 42), daß der Schwerspat auf der Grenze Sericitgneis–Graue Phyllite aufträte, kann demzufolge nicht zugestimmt werden. KOCH (1880b) und v. REINACH (o.J.) hatten demgegenüber die Lage des Schwerspat-Vorkommens korrekt angegeben.

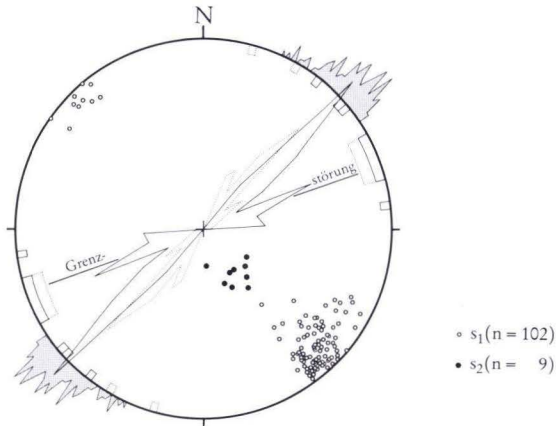


Abb. 6. Polpunktdarstellung der Schieferungen (s_1 und s_2) im Ortsbereich Naurod (Projektion der unteren Halbkugel) kombiniert mit den Streichrichtungen der Schwerspat-Trümer und der Hauptschieferung (s_1). Durchgezogene Linien: Gr. „Rohberg“. Gepunktete Linien: Gr. „Kellerskopf“. Streichrichtungsrosen: Gr. „Rohberg“: nach dem Grubenplan von 1858/69, Gr. „Kellerskopf“: Messungen der hangenden Trümer in Aufschluß D. Streichrichtungen am Innenrand des Kreises: Nach Angaben aus den Akten und der Literatur. Streichrichtungen am Außenrand des Kreises: Häufigkeitsverteilung von 102 s_1 in Naurod (siehe Polpunkte).

Wieviele Schwerspatkörper tatsächlich erschürft worden sind, läßt sich aufgrund der mangelnden Genauigkeit der alten Unterlagen nicht angeben, doch dürften es mindestens zehn gewesen sein.⁷ Wirtschaftliche Bedeutung besaßen lediglich zwei Vorkommen, das sog. Hauptlager der Grube „Rohberg“ sowie dessen Hangendes Trum. Die Mächtigkeiten dürften im zentralen Bereich durchschnittlich jeweils zwischen 0,5 und 1,0 m betragen haben, maximale Mächtigkeiten wurden lokal mit 4–5 m erreicht. Es ist zu beachten, daß die Mächtigkeitsangaben Quarz, gelegentlich auch noch eingeschlossenes Sericitgneis, einbeziehen. Randlich vertauben die Mineralisationen sehr schnell; die Bergleute sprachen dann von einem „verschnürten Trum“. Auf dem Grubenplan von 1858/69 sind diese Partien als „Lager in Nestern“ separat ausgeschieden worden. Die unregelmäßige Mächtigkeit und das häufige Aussetzen des Schwerspates kann in Grubenplänen und Quartalsberichten auch an der unregelmäßigen Anlage der Überhauen, dem Verfolgen einer lokal erhöhten Mächtigkeit, abgelesen werden. Bestätigt wird dies durch Berichte ehemaliger Bergleute, der Schwerspat sei „nesterweise“ in einzelnen „Linsen“ aufgetreten, die „etwa 10 m auseinander“ lagen (DORSTEWITZ 1922).

Das Streichen von s_1 (102 Messungen) im Ortsbereich von Naurod liegt zwischen 25 und 55° mit einer Häufung bei 35 bis 55°. Die Streichrichtungen des Schwerspates liegen in einem Sektor von 25 bis 90°. Das Hauptmaximum liegt mit 45° im Bereich der Häufung des s_1 -Streichens, das Nebenmaximum fällt in etwa mit der Richtung der Störung zwischen Sericitgneis und Grauen Phylliten zusammen (Abb. 6). Dieser Richtung folgen offenbar die mächtigsten Schwerspattrümer.

⁷ BRÜNING et al. (1893: 135) nennen „drei edle Mittel“, verzeichnen in der Karte aber vier Gänge. Man sollte der Revierverschreibung in diesem Punkt keine allzu große Glaubwürdigkeit einräumen, da sie zum Nauroder Schwerspat-Vorkommen mehrfach unseriöse Angaben macht.

Einzelbeschreibungen

Der südwestlichste Aufschluß (Grube „Leyermann“) erschloß den Schwerspat – auf ca. 27 m streichender Länge – in der hangenden Strecke in Mächtigkeiten von 45–75 cm und in der tiefen Strecke von 90 cm, wo er nach SW rasch „verschürte“. Sein Einfallen betrug 50–55° NW, sein Streichen lag zwischen 45 und 75°.

Eine südwestliche Fortsetzung ist unbekannt. Vermutlich wird die Mineralisation durch die von LEPPLA et al. (1930) verzeichnete NNW–SSE-Störung an der Dörrwiese abgeschnitten.

Im Grenzbereich zum östlich anschließenden Feld „Rohberg“ sollen – „im Hangenden“ des Vorkommens dieser Grube – „mehrere Schwerspattrümmer“ im ehemaligen Hohlweg Leyermannshohl (heute oberer Teil der Straße „Am Ruhwehr“) festgestellt worden sein (MEIER 1925/26: 17).

Ca. 125 m nordöstlich der Grube „Leyermann“ lag der Fundpunkt des Feldes „Rohberg“, zu dem genaue Angaben fehlen. Weitere 40 m ostnordöstlich war der Baryt im tonnlägigen Schacht No. 1 bis in eine Teufe von 19 m erschlossen. Der Schwerspat war lediglich im Ausgehenden und bei ca. 15 m Teufe „brauchbar“ und „zimlich rein“, ansonsten aber stark mit Quarz verwachsen. In 19 m Teufe war das „Schwerspattrümmchen“ fast ausgekeilt, Quarz herrschte vor. DUMONT (1848: 566) teilte folgendes Gangprofil mit (von SE nach NW, Teufenlage unbekannt):

Baryt	1,05 m
Metam. Schiefer	0,15 m
Baryt	0,12 m
Metam. Schiefer	0,20 m
Baryt	0,59 m

Während in den oberen Metern der Baryt mit 50–60° nach NW einfiel, versteilte er sich mit zunehmender Teufe (70°) und stand bei 15 m Teufe fast seiger. In einer nordöstlichen Feldstrecke zeigte sich das Lager „nach dem Hangenden geschwenkt“, verflachte also. Das durchschnittliche Streichen lag lt. Betriebsunterlagen bei 60–75°, in der Literatur werden Werte von 38/62 NW (DUMONT 1848: 565) und 82–83/55 N (SANDBERGER 1850: 26) mitgeteilt. Die durchschnittliche Mächtigkeit des Ganges wird mit 1,2–1,5 m im oberen und 1,5 m im tieferen Bereich des Abbaues angegeben. Maximalwerte wurden mit 1,8 und 2,1 m (DUMONT 1848: 566) erreicht.

Weitere 20 m nach ENE war der Grenzbereich Sericitgneis/Graue Phyllite im nördlichen Bereich der Baugrube Odenwaldblick 29 im Jahre 1980 aufgeschlossen (R 34 50 065/H 55 56 055). Es ist beachtenswert, daß die direkte Grenze Vordevon/Unterdevon hier durch mit varistischem Milchquarz verwachsenen Kalkspat, nicht aber durch Baryt mineralisiert worden ist.

Im Verlauf von weiteren 150 m nach ENE ist die Mineralisation durch Unter- und Übertageaufschlüsse der Grube „Rohberg“ bis 45 m Teufe nachgewiesen. Abgebaut wurden zwei Schwerspatkörper, ein Hangendes Trum im NW sowie das Hauptlager.

Beim Abteufen von Schacht No. 2 an einer Stelle, wo der Baryt „sehr versprechend zu Tage“ stieß, wurde in ca. 12,5 m Teufe das Hangende Trum „in sehr höflichen Anbrüchen“ etwa 2,1 m mächtig durchörtert und seinerzeit als Hauptlager angesprochen. Bei ca. 14,6 m Teufe war „das reine Liegende der sehr steil einfallenden Lagerstätte“ noch nicht erreicht, „wenigstens sind im Liegenden fast im unmittelbaren Anschluß an das Hauptlager schon

mehrere Trümmer durchsunken worden.“ Bei ca. 18,8 m wurde schließlich das Hauptlager durchörtert (1850 noch als „Schwerspattrum“ angesehen).

Das Hauptlager wurde in drei Sohlen in Mächtigkeiten von wenigen Zentimetern bis hin zu Maximalmächtigkeiten von 4–5 m abgebaut. Die durchschnittlichen Mächtigkeiten betragen in Sohle 4 ca. 0,6 m und in Sohle 3 ca. 0,9 m. Die westliche Strecke von Sohle 2 traf den Gang in Mächtigkeiten von ca. 0,9 m an, im E trat der Schwerspat nur mehr in unbauwürdigen Nestern in Mächtigkeiten von 15–45 cm auf. Das lokale Anschwellen der Mächtigkeit bis auf 8 m (BRÜNING et al. 1893: 135) kann durch die Akten nicht bestätigt werden.

Das Einfallen des Hauptlagers lag bei 55–60° N, verflachte aber auf der 4. Sohle (50° N). Die angegebenen Streichwerte schwanken von 60–75°.

An einer jüngeren Störung (10/61 W bzw. 0/57 W) E Schacht No. 2 wurden sowohl Hauptlager als auch Hangendes Trum linkshändig versetzt, z.T. sogar abgeschnitten. So wird berichtet, in der östlichen Feldstrecke der 1. Sohle, die das Hangende Trum verfolgte, habe vor Ort „eine mächtige Kluft das Lager durchsetzt“. Die Arbeiten in einem dort angesetzten Überhauen mußten ebenfalls „wegen der Klüfte in der oestlichen Strecke“ eingestellt werden. Im Bereich der 2. Sohle wurde der Schwerspat um ca. 7–8 m nach NNE versetzt. Etwa im Niveau der 2. Sohle wurde durch eine Firstenstrecke in einem Überhauen über der 3. Sohle die „bekannte Kluft, welche das Lager gänzlich abgeschnitten“, angetroffen. Die östliche Strecke der tiefsten Sohle wurde bei Erreichen des Kluftsystems ganz eingestellt. Der Plan von 1850/56 legt nahe, daß weiter westlich eine weitere Verwerfung den Schwerspat auf der 3. Sohle um einen geringen Betrag linkshändig verwirft.

Das Hangende Trum wurde in der ersten Betriebsperiode von Sohle 1 sowie um 1869 von einer neuen Strecke (etwa im Niveau der 2. Sohle), einem Versuchsschacht (No. 3) sowie im Tagebau im äußersten W abgebaut. Die Grubenpläne bezeichnen den Schwerspat als „edel“. Die Mächtigkeit reduzierte sich in der 1. Sohle von 2,1 m (im Schacht) nach W auf ca. 60 cm. Bei etwa 31 m wurde der Abbau eingestellt, da das Trum „verschnürt“ war. Während im Tagebau das Trum annähernd ENE–WSW einhielt, stellte es sich in der Teufe auf NE–SW-Streichen um. Das Einfallen lag zwischen 57° und 65–70°, möglicherweise bis 75° NW.

Folgende liegende Trümer sind bekannt:

- Beim Auffahren des Tiefen Stollens wurden 12 bzw. 15 m im Liegenden des Hauptlagers zwei Gängchen durchörtert. Sie wiesen Mächtigkeiten von 8 bzw. 13 cm auf. Überliefert sind die Lagerungswerte 48/52 NW bzw. 73/52 NW.
- 1856 wurde im Acker des JOHANN BECHT in einem ca. 8,4 m tiefen Schurfschacht ein ca. 8–10 cm starkes Schwerspat-„Trümmchen“ vorzüglicher Qualität aufgeschlossen (3 in Abb. 2).
- Aufschluß A (s. o.)
- Auch am Fundpunkt von Feld „Adolphus“ darf ein liegendes Trum vermutet werden, da hier Schwerspat „belehnungsfähig aufgeschlossen“ war (4 in Abb. 2). Genauere Angaben fehlen in den alten Unterlagen, ebenso wie über den
- Fund im Acker des GEORG CHRIST, auf den 1861 Mutung eingelegt wurde (2 in Abb. 2).
- Zahlreiche massive, bis 50 cm große, kantig-eckige Schwerspatbrocken in den Vorgärten der benachbarten Grundstücke legen nahe, daß bei dem in den Akten erwähnten Fund im Acker des FRANZ LÖW (5 in Abb. 2) der Schwerspat anstehend gefunden worden ist.

Etwa 180 m östlich des östlichen Ortsstoßes der 2. Sohle und etwa 300 m ENE Schacht No. 2 der Grube „Rohberg“ wurde in einem ca. 5,2 m tiefen Schächtchen am Fundpunkt der Grube „Kellerskopf“ ein 60/49 NW streichendes und ca. 4,2 m mächtiges Lager aus

„quarzigem körnigen Baryth“ angetroffen. Der Schwerspat trat „vorherrschend zertrümmert“ und mit Sericitgneis „stellenweise innig verwachsen“ auf. Nach MEIER (1925/26: 19) soll es sich um zwei je 0,9–1,2 m mächtige Trümer, getrennt durch ein ca. 1,5 m mächtiges Zwischenmittel aus „Taunus-Schiefern“ und „einzelnen schwachen Ausscheidungen von nicht brauchbarem Schwerspat“, gehandelt haben. Im Mutungsgesuch wurde das Streichen mit 30° angegeben.

Während des Abteufens des Schachtes, der zu diesem Zeitpunkt 19,5 m Teufe aufwies, wird das Streichen mit 60–75°, das Einfallen mit 50–60° N und die Mächtigkeit mit 1,5–1,8 m angegeben.

In ca. 22 m Teufe fiel das „Lager“, aus festem und kompakten Quarz und Baryt bestehend, bei ENE–WSW-Streichen mit 45–50° N ein und besaß nur mehr 0,6 m Mächtigkeit. Es wurde ca. 16 m nach E verfolgt und nahm in seiner Mächtigkeit kontinuierlich ab, um schließlich ganz auszukeilen. Ein Betriebsbericht hält fest: „Das Lager ist unedel und verschnürt“.

Ca. 9 m nordwestlich traten mehrere Trümer „reineren“ Baryts „guter Qualität“ von einem bis mehreren Zoll Mächtigkeit (1 Zoll: ca. 2,6 cm) auf. Sie wiesen nordöstliche Streichrichtungen auf (30/52 NW bzw. 60° NW) und wurden durch ein Absinken von ca. 3,3 m Teufe aufgeschlossen. Auch in einem Querschlag nach N von der Schachtohle aus wurde ein Trümchen mit 3 cm Mächtigkeit angefahren. Diese Trümchen entsprechen unserem Aufschluß D.

Aus der Nähe von Pkt. 306,0 m, etwa 180 m ostnordöstlich Grube „Kellerskopf“, stammt eine Barytstufe aus dem Museum Wiesbaden, gesammelt von GALLADÉ (G in Abb. 2). Die streichende Entfernung zum Fundpunkt „Leyermann“ beträgt ca. 710 m. DORSTEWITZ (1922) konnte den Schwerspat „auf mindestens 800 m nachweisen“.

Offensichtlich scheint sich die Mineralisation noch weiter nach NE fortzusetzen. Nach DUMONT (1848: 566) und G. & F. SANDBERGER (1850/56: 489) zieht sich das Vorkommen bis zum Bach in der Linsenwiese (W Steubenhof) hin. SANDBERGER (1850: Kt.) zeichnet sogar eine etwa 2,5 km lange Lagerstätte ein, deren NE-Ende etwa am S-Hang des Hellenbergs liegt. Hier – „jenseits des nach dem Grauen Stein zu liegenden Wiesenthal“, womit nur der Auh-Bach gemeint sein kann – zerschlägt sich der Baryt „aber in kleine Trümmer von c 2““ Mächtigkeit [6 mm] und dringt außerdem zwischen die Blätter des hier zu vollkommenem Talkschiefer gewordenen Taunusschiefers ein“ (SANDBERGER 1850: 8). Da hier Aufschlüsse fehlen, beziehen sich diese Aussagen offenbar auf Lesesteinbefunde.

4.3. Inhalt der Lagerstätte

In diesem Abschnitt erfolgt die makroskopische und mikroskopische Beschreibung der von uns gesammelten Proben, ergänzt durch Beobachtungen an 16 im Museum Wiesbaden aufbewahrten Barytstufen sowie durch Mitteilungen in der Literatur und den Betriebsakten.

Die im folgenden als Baryt I bezeichnete Hauptmasse des Schwerspats tritt generell derb auf. Auffälligstes Kennzeichen stellt die dichte bis feinkristallin-zuckerkörnige Ausbildung dar, die entfernt an einen Dolomit erinnern läßt. Nur stellenweise nimmt der Baryt die typische spätige Ausbildung mit bis 4 cm² großen Spaltflächen an. In Aufschluß B fand sich zudem eine eher dichte, hornsteinartig wirkende Varietät. Während die zuckerkörnigen Varietäten

unregelmäßige, rundliche Formen aufweisen, fanden sich die dichten Ausbildungen in plattigen Formen. Vorherrschende Farbe ist ein reines Weiß oder ein helles Grau mit einem Stich ins Bläuliche oder Grünliche, gelegentlich fanden sich auch bräunliche Farbschattierungen. Ein starker Perlmutterglanz zeigt sich an den Druckstellen frisch aufgeschlagener Stücke und in gröber kristallinen Bereichen. Graue und von makroskopisch sichtbarem Quarz freie Stücke sind kantendurchscheinend (im Gegensatz zu den weißen Varietäten).

Gelegentlich wurde sehr deutliche Lagen- bzw. Paralleltexur beobachtet. An Handstücken und Dünnschliffen ist zu erkennen, daß die Anisotropie durch eine Kornlängung von Baryt I parallel den Salbändern verursacht wird. Ein 30 cm mächtiges Gangstück aus dem Bereich der Grube „Rohberg“ zeigt im (ab)-Schnitt mm- bis cm-dicke Lagen und asymmetrische Schwerspat-Linsen mit Scherbändern, die auf Seitenverschiebung hinweisen (Abb. 7). Den gleichen Hinweis geben Harnische auf dem Salband verschiedener Stufen aus dem Museum Wiesbaden, ebenso selten auftretende S-C-Gefüge im Schlibfbereich (Abb. 8). An diesen Stücken verläuft s_1 spitzwinklig zum Salband.

Sowohl die im Solifluktionsschutt als auch im Anstehenden gefundenen Stücke besitzen eine matte, durch Lösung ausgewaschene Oberfläche und eine (sehr dünne) Verwitterungskruste, die in Aufschluß A und B rötlich-bräunliche Farbtöne annimmt und von rotbraunem Limonit besetzt wird. Die Lösung ist sehr schön erkenntlich an gelegentlich herauspräparierten Quarzbändern, -bestegen und -klüftchen. Einschlüsse von Quarz und Sericit wurden in allen Varietäten und Aufschlüssen beobachtet.

U. d. M. wird in allen Schliffen der Schwerspat von Quarz, untergeordnet auch von Sericit, begleitet. Alle drei Minerale treten in unterschiedlichen Größen- und Mengungsverhältnissen, immer aber eng miteinander verwachsen, auf.

Mengenmäßig überwiegt Schwerspat, doch kann das Volumenverhältnis Quarz/Baryt bis auf 1:1 ansteigen. Nebengesteins-Einschlüsse wurden nicht beobachtet. In senkrecht zur Schieferung orientierten Schliffen zeigen sich alle Körner mit ihrer Längsachse parallel zur Schieferung ausgerichtet (Abb. 8); s_1 äußert sich zudem in Lagen unterschiedlich großer Baryt- und Quarz-Körner. In Schliffen parallel zu s_1 ist keine bevorzugte Regelung zu erkennen, die Körner erscheinen \pm isometrisch. In Sericit-Schmitzen und -Bändern kann in ac-Schnitten s_2 auftreten.

Der durch seine Spaltbarkeiten und seine Chagrinierung gut vom Quarz zu unterscheidende Schwerspat besitzt, vor allem in größeren Körnern (Korngrößen längs 1,8–7,2 mm, quer 1,2–2,3 mm) eine fleckig-undulöse Auslöschung. Seltener wurden Deformationsbänder oder schachbrettmusterartige Auslöschung beobachtet. Die Grenzen (zu anderen Schwerspat-Körnern oder zu Quarz) sind häufig stark suturiert. Außerdem treten – ebenfalls undulös auslöschende – Subkörner auf. Nicht selten parallele Streifen von Einschlüssen als Zeugen verheilter Mikrorisse queren auch Subkorn Grenzen. An einem Gangstück der Gr. „Rohberg“ fanden sich im Rekrystallinat vereinzelte Bänderbaryte mit Längen zwischen 0,5 und 4 mm. Das maximale Längen-/Breitenverhältnis beträgt 12,8/1.

Die Rekrystallisation dieser Körner kann in allen Stadien beobachtet werden. Sie beginnt an Korngrenzen und Spaltrissen, im Endstadium ist das gesamte Korn durch ein Mikropflaster ersetzt. Das Rekrystallinat besitzt Korngrößen von 100–1000 μ längs und 20–550 μ quer und zeigt teilweise undulöse Auslöschung. Die meisten Körner sind parallel s_1 orientiert, gelegentlich auch schräg zur Hauptschieferung. Auch an deren Korngrenzen bildet sich wieder Rekrystallinat (Korngröße im μ - bis 10er μ -Bereich).

Quarz steht in s_1 parallelen Gängchen und Trümmern in Aufschluß A, C und D an, fand sich aber auch im Solifluktionsschutt von Lokalität A und B. Makroskopische Kristalle dieses Milchquarzes wurden nicht beobachtet, hingegen viele unregelmäßige Hohlräume. Häufig finden sich Einschlüsse von Sericit. Der Quarz zeigt einen charakteristischen Fettglanz; die Kluftoberflächen sind generell angeätzt, gelegentlich mit Limonit besetzt.

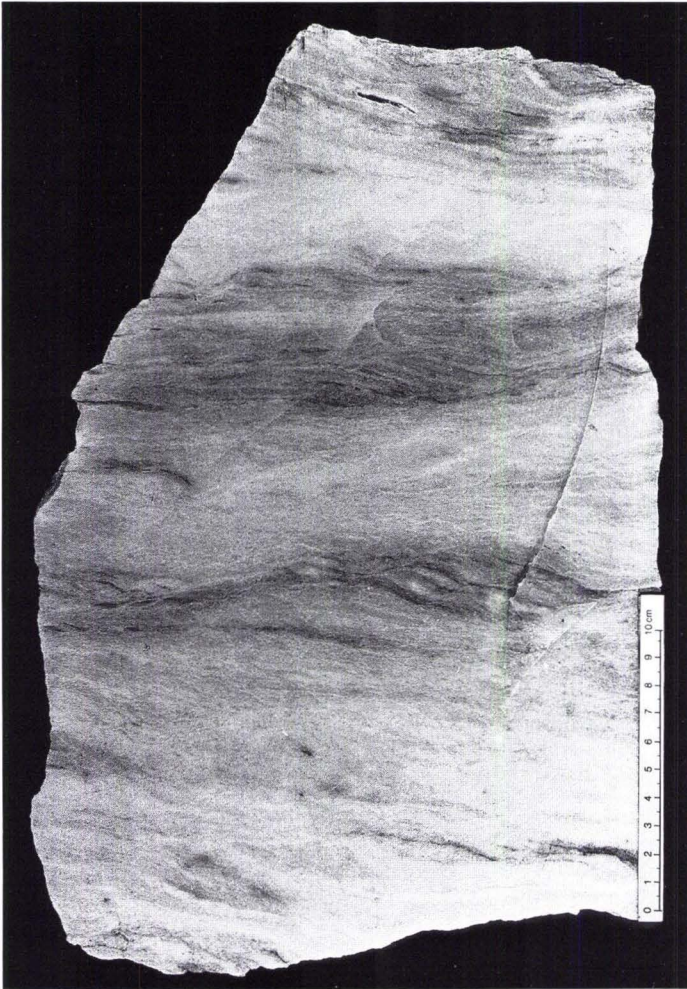


Abb. 7. (ab)-Schnitt durch ein 30 cm mächtiges Gangstück der Grube „Rohberg“. Scherbänder in den Linsen des überwiegend lagigen Gefüges. Aus der weißen Lage im oberen Drittel stammt Analyse 3 in Tab. 2 (Probe 25686).

In identischer Ausbildung – zusammen mit Sericit – findet sich der Quarz auch in Baryt I. Die häufig angetroffenen Verwachsungen mit Baryt lassen keinen Zweifel daran aufkommen, daß dieser Milchquarz gemeint ist, der in Schacht No. 1 der Grube „Rohberg“ die „Hauptmasse“ des Vorkommens bildete (G. & F. SANDBERGER 1850/56: 489), aber auch in den beiden streichenden Nachbarfeldern auftrat. Im westlichen Fortstreichen „wurde das Lager mehr und mehr quarzhaltig, so dass der Baryt am Stahle Funken gab und zuletzt nur reiner Quarz den Lagerraum ausfüllte“ (SANDBERGER 1852: 27–28; ähnlich SANDBERGER 1850: 8). Dem gelegentlichen Vorherrschen des Quarzes tragen diejenigen Betriebspläne und Quartalsberichte

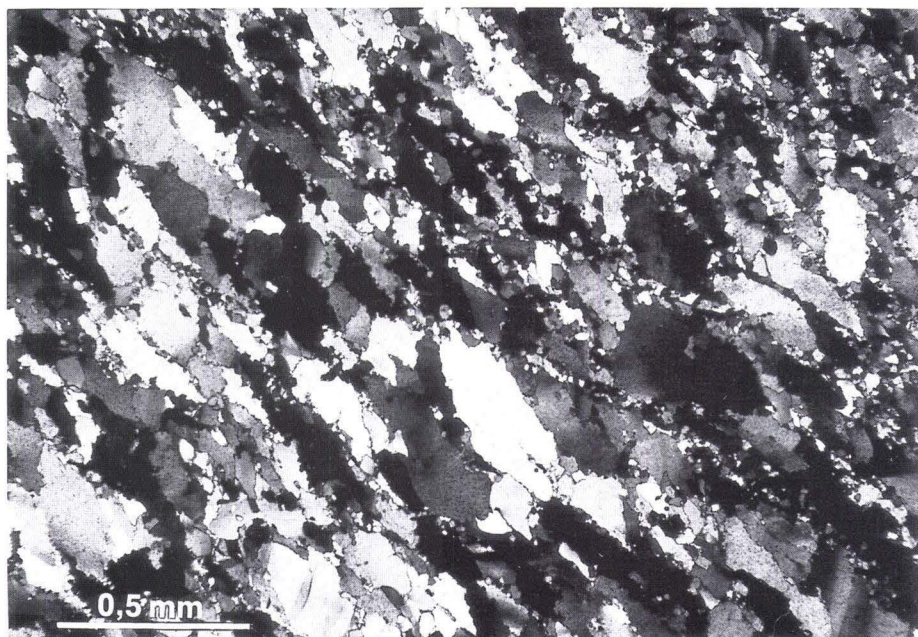


Abb. 8. Dünnschliff von Handstück 25669/2 (\times Nicols), Aufschluß A. Maßstab = 1 mm. Schwerspat, untergeordnet Quarz, mit deutlicher Kornformregelung parallel s_1 , in Schmitzen gelegentlich Sericit. S-C-Gefüge weist auf linkshändige Seitenverschiebung hin. (ab)-Schnitt, W oben.

Rechnung, die Quarz als „Gangart“ des Vorkommens nennen (z. B. Gr. „Kellerskopf“ 1852). Den teilweise erheblichen Quarzanteil (bis > 50 Gew.%) dokumentieren Tab. 2 und 3.

U.d.M. tritt in allen Schliffen Quarz eng verwachsen mit Schwerspat auf. Dies gilt selbst für jene Proben, in denen Quarz makroskopisch nicht in Erscheinung tritt. Quarzkörner zeigen die gleichen Deformations- und Erholungsgefüge wie der Schwerspat. Deren Rekristallite sind durchschnittlich kleiner als diejenigen des Schwerspates ($50-250 \mu$ längs und $35-125 \mu$ quer). Dünne Quarzadern im Baryt sind vollständig in ein Mikropflaster ($30-80 \mu$) umgewandelt. Dieses zeigt equilibrierte Korngrenzen mit Tripelpunkten.

Sämtliche Schliffe zeigen deutlich, daß Quarz den Schwerspat verdrängt (Abb. 9). Subkornbildung und Rekristallisation von Quarz und Schwerspat sind folglich jünger als diese Verdrängung. Wie schon SCHARFF (1860: 124) bemerkte, fehlen dem Nauroder Schwerspat die für die Pseudomorphosenquarz-Gänge des Taunus charakteristischen, cm- bis dm-großen Pseudomorphosen von Quarz nach Baryt jedoch vollständig.

Spärlich schalten sich Sulfide in den Schwerspat ein. Neben primärem Bleiglanz tritt sekundärer Cerussit und als Anzeiger für eine geringfügige Cu-Mineralisation Malachit auf.

In Aufschluß A fanden sich im anstehenden Baryt I an einer Stelle schnurartig aufgereichte, < 1 mm große Würfelchen von Bleiglanz. „Blätterige Parthien“ von Galenit im körnigen Baryt („sehr selten“) waren schon von SANDBERGER (1847: 82) erwähnt worden. Eingesprengten Bleiglanz – „in unendlich kleinen Parthien“ – führte der Baryt in Schacht No. 1 und 2 der Grube „Rohberg“, „und zwar da, wo der Baryt bereits zum Theil durch Quarz verdrängt erschien“ (SANDBERGER 1850: 8; 1883: 44; SANDBERGER in THEOBALD & RÖSSLER 1851: 192;

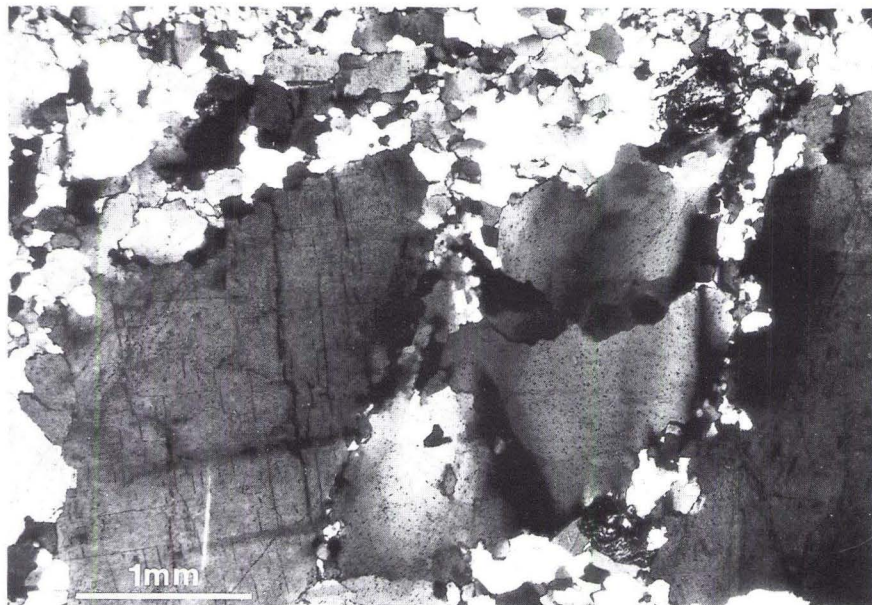


Abb. 9. Dünnschliff von Handstück 28769 d/q (\times Nicols), Aufschluß B. Maßstab = 1 mm. Quarz zwischen Schwerspat, diesen verdrängend. Reste von Schwerspat sind noch im Quarz erhalten. Quarz mit Einschlüßspuren, fleckiger Undulosität, Subkornbildung und randlicher Rekristallisation. Schwerspat mit deutlichen Spaltbarkeiten. Deformationsbänder parallel s_1 in beiden Mineralen. Oben: Mikropflaster aus Schwerspat und Quarz (und wenig Sericit) mit schwacher Kornformregelung parallel s_1 .

G. & F. SANDBERGER 1850/56: 489). Auch die Betriebspläne pro 1861 und 1862 der Grube „Rohberg“ erwähnen häufige „Schnürchen von Bleiglanz“ im Schwerspat.⁸

Als Bildung der Oxidationszone wird von SANDBERGER in THEOBALD & RÖSSLER (1851: 192) und G. & F. SANDBERGER (1850/56: 489) aus Schacht No. 1 und 2 der Grube „Rohberg“ in körnigen Baryt in „unendlich kleinen Parthien“ eingesprengter Cerussit erwähnt.

Indikator für einen geringen primären Kupfer-Gehalt des Nauroder Vorkommens (analog den bekannten varistischen Mineralisationen am Südrand des Taunus dürfte es sich hierbei um Kupferkies und/oder Bornit gehandelt haben) stellt der von SANDBERGER in THEOBALD &

⁸ Ein „taubeneigrosses Quarzstück“ mit Sericit und Bleiglanz – als Einschluß im Nauroder Basalt – brachte SANDBERGER (1883: 44) in Zusammenhang mit dem Nauroder Schwerspat-Vorkommen. Ein anderer Einschluß eines „körnigen Kalkes“ weist „grössere und kleinere Quarzeinmengenungen“ und Bleiglanz auf, der, „schon mit blossem Auge sichtbar“, „besonders an den Rändern des Einschlusses einzeln oder in zusammenhängenden Schnürchen eingesprengt“ vorkommt und im Inneren des Stückes „in Form zarter Dendriten“ auftritt (SANDBERGER 1883: 53). Die Entfernung von über 1 km diagonal zum Streichen zwischen Nauroder Baryt und Basalt spricht allerdings gegen die von SANDBERGER postulierte Verbindung. Zwar ist Bleiglanz aus dem dem Basalt unmittelbar benachbarten Kupfererz-Vorkommen „Krämerstein“ nicht bekannt geworden, aufgrund der Paragenese jedoch nicht auszuschließen; Calcit in grobkristalliner, wenn auch nicht in „körniger“ Form, fand sich auf dessen Halde als Gangart sowie – mit feinkristallinem Schwerspat verwachsen – in der Sammlung des Museums Wiesbaden.

RÖSSLER (1851: 192) erwähnte Malachit in Schacht No. 2 der Grube „Rohberg“ dar. Auch in der Sammlung des Mineralogisch-Petrologischen Instituts und Museums der Univ. Bonn findet sich ein Stück derben, weißen Baryts mit Malachit-Anflug aus Naurod (briefl. Mitt. von Dr. H.-M. HAMM, 3. 7. 1991).

Hämatit fand sich in nicht einmal stecknadelkopfgroßen Einschlüssen in Baryt I. U. d. M. zeigt sich Hämatit postdeformativ in Baryt-Rekristalliat eingewachsen.

Der Betriebsplan für 1862 der Grube „Rohberg“ gibt an, daß im Schwerspat neben Bleiglanz häufig „Schnürchen“ von Zinkblende gefunden worden seien. Da die isoliert stehende Behauptung nie wiederholt wird, dieses Mineral in der Literatur nie erwähnt wird, auch die eigenen Funde diese nicht bestätigen können, muß die Angabe stark bezweifelt werden. Möglicherweise handelt es sich um eine Verwechslung mit Hämatit.

Schon SANDBERGER (1852: 28) hatte aus stark verquarzten Bereichen des Lagers in Schacht No. 1 der Grube „Rohberg“ Sericit beschrieben, der sich auf Quarzklüften fand. Dennoch stellte es für uns eine große Überraschung dar, Sericit in bis 10 cm langen, z. T. gerunzelten Schmitzen in Baryt I oder an dessen Salbändern zu finden. Der Schwerspat schließt – parallel s_1 orientierten – lindgrünen bis grünlichgelben, seidig glänzenden (gelegentlich auch verwitterten) Sericit in isolierten Schuppen ein, doch wurden auch regelrechte Gemenge von Baryt und Sericit beobachtet. Goldbraun glänzende Sericit-Funken sitzen auch auf den Klüftflächen des Baryts. Entsprechende Beobachtungen wurden auch an den Schwerspaten der Sammlung des Museums Wiesbaden gemacht: Sericit findet sich parallel den Salbändern und spitzwinklig dazu. In entsprechender Ausbildung führen auch die Milchquarze im Solifluktionsschutt von Lokalität B und C sowie die im Sericitgneis anstehenden Quarz-Gänge (Lokalitäten A, C und D) Sericit.

Sericit tritt u. d. M. in Lagen und Schmitzen parallel s_1 auf. In Fünkchen findet er sich an Korngrenzen, aber auch in Baryt I und Quarz eingeschlossen.

Limonit – im Bereich der Verkarstungszone von Aufschluß A allgegenwärtig als Anflug auf Klüften – wurde aus Schacht No. 1 der Grube „Rohberg“ von SANDBERGER (1850: 8) erwähnt. Limonit befindet sich – den Beobachtungen im Gelände und an Stufen des Museums Wiesbaden zufolge – als ältestes Mineral auf Flächen von Quer-, Horizontal- und Vertikalklüften, kann aber auch Baryt II-Kristalle (s. u.) mit einer dünnen Haut bedecken (Aufschluß C).

Die Handstücke des Museums Wiesbaden belegen einen Bewuchs von mit Limonit besetzten Quer, Horizontal- und Vertikalklüften durch Manganomelan (früher: Psilomelan). Auf horizontalen und vertikalen Klüftflächen des verkarsteten Baryts I fand sich dieser dendritisch oder kugelig-schalig als Glaskopf auch in Aufschluß A, B und C (vgl. SANDBERGER 1850: 8; SANDBERGER in THEOBALD & RÖSSLER 1851: 192; G. & F. SANDBERGER 1850/56: 489). Im „Psilomelan“ von Schacht No. 2 der Grube „Rohberg“ wies SANDBERGER (1850: 8) Pb, Cu und Co nach.

Eine junge Schwerspat-Generation – im folgenden als Baryt II bezeichnet – sitzt auf Klüften von Baryt I und wurde an den Lokalitäten A, B und C beobachtet (horizontale Klüfte, vertikale Klüfte senkrecht und parallel zum Salband, aber auch auf dem Salband). Die bis zu 5 mm, durchschnittlich jedoch 1 mm langen weißelförmigen Kristalle sind farblos, gelblich-bräunlich oder grünlich und können von Manganomelan überkrustet oder mit einer dünnen Limonit-Haut bedeckt sein. Ein Handstück zeigt eine parallele Ausrichtung der Kriställchen.

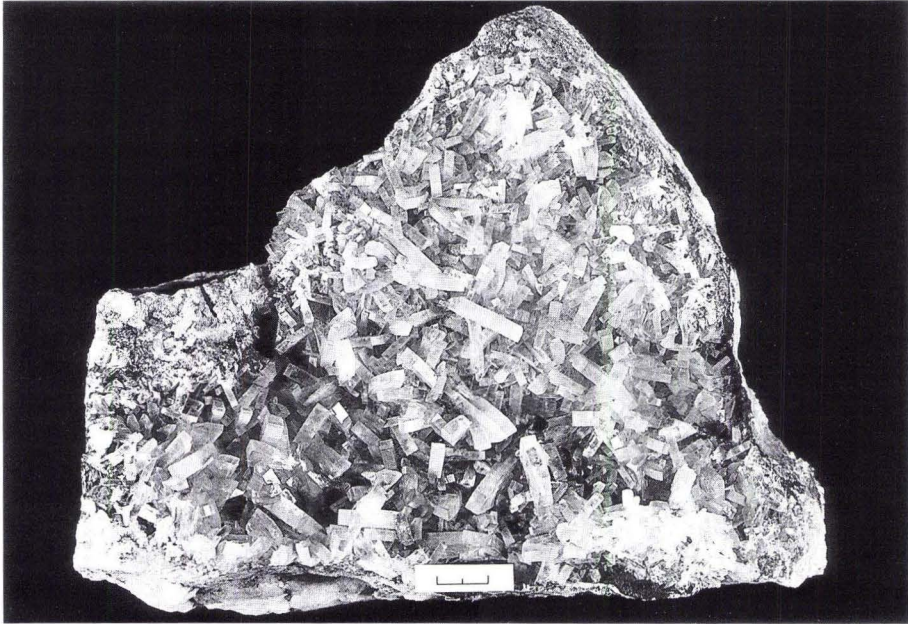


Abb. 10. Baryt II-Kristalle. Museum Wiesbaden (53.9.04). Maßstab = 1 cm.

Die Handstücke des Museums Wiesbaden zeigen, daß Baryt II auf Limonit und Manganomelan sitzen kann.

Prächtige wasserklare, weiße, seltener himmelblaue Kristalle dieser Generation, Größen von 3 cm und darüber erreichend und seinerzeit mit den berühmten Baryten von Felsöbánya verglichen, fanden sich während der Betriebszeit der Nauroder Gruben (Abb. 10). Sie waren für ihren Flächenreichtum bekannt (SANDBERGER 1850: 8; 1852: 27, 28; SANDBERGER in THEOBALD & RÖSSLER 1851: 192; G. & F. SANDBERGER 1850/56: 489; HEYMANN 1869: 96; WENCKENBACH 1879: 159). Vor allem in den quarzreichen Partien der Nauroder Lagerstätte fand sich „in kleinen Drusenräumen krystallisirter himmelblauer Barytspath“ (SANDBERGER 1852: 28). Die Kristalle saßen nicht nur auf den Klüften von Baryt I, sondern auch auf Sericit und Sericitgneis (SCHARFF 1860: 124).

SCHARFF (1860: 124) und RITTER (1887: 113) teilen die beobachteten kristallographischen Formen mit. Die von uns gefundenen Kristalle weisen — durch das Vorherrschen des II. Pinakoids $\{010\}$ — tafeligen Habitus auf und sind gestreckt nach $[001]$.

Möglicherweise ging Baryt II eine weitere Schwerspat-Generation voraus: Eine Stufe aus dem Museum Wiesbaden zeigt auf Baryt I wenige mm starke Partien eines weißen, undurchsichtigen, feinspätigen Schwerspates. Dieser ist stellenweise von Baryt I abgelöst und wird von Manganomelan und darauf Baryt II-Kristallen überwachsen. Baryt I kann auch brecciiert und von jüngeren Bildungen (Manganomelan, Baryt II) verheilt sein, wie ein weiteres Stück aus dem Museum zeigt.

Eine jüngere Manganomelan-Generation, schon von SCHARFF (1860: 124; 1872: 29) erwähnt, fand sich in den Aufschlüssen A und C sowie in Stufen des Museums Wiesbaden auf

Tab. 2. Elementgehalte Nauroder Baryte, eigene Messungen (Gew. %). Analyse Dr. H. KELTSCH, HLI/B.
 1: Probe 28769a (Aufschluß B) 2: Probe 28770 (Aufschluß A)
 3: Probe 25686 (Gr. „Rohberg“)

	1	2	3
BaSO ₄	95,56	46,20	96,60
SrSO ₄	0,83	0,40	2,02
SiO ₂	n.b.	51,40	0,23
Mn	—	0,008	0,014
Fe	—	0,045	0,126
Al	1,14	0,061	0,024
K	0,68	0,073	0,013
Ca	1,14	0,081	0,030
Mg	0,16	0,004	0,002
H ₂ O ⁺	n.b.	1,70	0,24
Summe	99,51	99,97	99,30
Pb [ppm]	1,0	24,0	9,0
Cu [ppm]	0,5	0,2	11,0
Zn [ppm]	0,4	1,5	1,2
Cr [ppm]	—	2,0	1,0
Cd [ppm]	—	0,4	< 0,1
Ni [ppm]	—	ca. 0,2	ca. 0,2
Co [ppm]	—	< 0,2	< 0,2

Baryt II (s. o.). Nach HEYMANN (1869: 96) werden die Baryt II-Kristalle von „einer jüngeren Psilomelan-Bildung überzogen, wobei die Form der Schwerspathkristalle recht scharf erhalten blieb, und also Umhüllungs-Pseudomorphosen nach Schwerspath entstehen“.

5. Genese und Alter

Schon in der frühesten Literatur des letzten Jahrhunderts wurde das Nauroder Schwerspat-Vorkommen abwechselnd als „Lager“ oder „Gang“ bezeichnet, auch DUMONT (1848: 565) gebraucht die Begriffe „couches ou filon couchés“. HEYMANN (1869: 96) bezeichnet es als „gangartiges Lager“. Vermutlich diese \pm schieferungsparallele Lagerung ließ KREBS & SCHAEFFER (1980: 21) eine Zugehörigkeit des Nauroder Vorkommens zu den massiv-stratiformen Sulfid-Baryt-Lagern des Rheinischen Schiefergebirges, repräsentiert durch die Vorkommen von Meggen, Günterod, Lohrheim und Eisen, vermuten. Doch bestehen mehrere Unterschiede:

1. Typisch für diese stratiformen Lagerstätten ist die Bindung der Mineralisation an dunkle, pyritreiche Tonschiefer der pelagischen Beckenfazies. Der Nauroder Schwerspat findet sich in varistisch überprägten sauren Vulkaniten.

2. Die genannten synsedimentären Barytlager treten in Zusammenhang mit Sulfiderzen auf, bei denen Pyrit überwiegt. Pyrit-Sphäroide, Hinweis auf eine ehemalige Gelstruktur, sind verbreitet. Der Nauroder Schwerspat zeichnet sich hingegen durch den fast vollständigen Mangel an Sulfiden aus; Pyrit konnte nicht nachgewiesen werden. Zudem gibt der geologisch-tektonische Rahmen in Naurod keinerlei Hinweise auf eine mögliche Abscherung von (massiven oder verteilten) Sulfiderzen.

Tab. 3. Elementgehalte Nauroder Baryte, fremde Messungen (Gew. %).

- 1: Grube „Rohberg“, Schacht No. 1 (aus FRESSENIUS 1846: 173).
 2: Naurod, Analyse Dr. FISCHER, Laboratorium der „Deutschen Baryt-Industrie“, 2.6.1910 (aus MEIER 1925/26: 21).
 3: Naurod, Analyse Dr. FISCHER, Laboratorium der „Deutschen Baryt-Industrie“, zwischen 1910 u. 1925 (aus MEIER 1925/26: 21).
 4 u. 5: Grube „Kellerskopf“.
 6: Grube „Leyermann“.
 7–12: Grube „Rohberg“.

Analysen 4–12 Dr. FISCHER, Laboratorium der „Deutschen Baryt-Industrie“, April 1925 (Archiv Deutsche Baryt-Industrie Dr. Rudolf Alberti & Co., Bad Lauterberg). n.b. = nicht bestimmt

	1	2	3	4	5		
BaSO ₄	89,47	84,89	85,62	76,47	89,26		
SrSO ₄	1,85	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		
SiO ₂	8,15	14,82	13,67	22,46	9,64		
Fe ₂ O ₃	0,29	0,13	0,37	0,43	0,41		
H ₂ O	0,08	n.b.	n.b.	0,38	0,45		
Summe	99,84	99,84	99,66	99,74	99,76		
	6	7	8	9	10	11	12
BaSO ₄	86,34	48,20	93,89	91,11	88,39	91,07	93,91
SrSO ₄	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
SiO ₂	13,24	49,50	5,85	8,30	11,34	8,52	5,50
Fe ₂ O ₃	0,18	1,56	0,22	0,37	0,29	0,21	0,37
H ₂ O	0,27	0,68	0,18	0,41	0,31	0,20	0,28
Summe	100,03	99,94	100,14	100,19	100,33	100,00	100,06

3. Der Schwerspat der stratiformen Vorkommen besitzt eine typische graue Farbe. Als Verursacher dieser Farbe werden eine Vielzahl von Pyrit-Einschlüssen sowie dunkle Tonsubstanz angegeben. Die graue Farbe ist dem Nauroder Schwerspat ebenso fremd wie die färbenden Bestandteile.

4. Die erwähnten sedimentären Baryte besitzen durchschnittlich niedrigere Sr-Gehalte als gangförmige Vorkommen. So fallen auch zwei der vier zur Verfügung stehenden Analysen Nauroder Schwerspats im BaSO₄- und SrSO₄-Verteilungsdiagramm von KRIMMEL & EMMERMANN (1980) in den Bereich der Gangbaryte, eine weitere liegt im Überlappungsbereich von Gangbaryten und stratiformen Vorkommen. Die vierte Analyse schließlich liegt aufgrund ihres hohen SiO₂-Gehaltes außerhalb der beiden Felder. Die Auswirkungen einer Erhitzung auf 300–330° bei einem Druck von ca. 6 kb, der der Nauroder Schwerspat ausgesetzt war (s. u.), auf das Ba-/Sr-Verhältnis sind uns unbekannt. Deswegen sollte die Aussagekraft des Sr-Gehaltes in Tab. 2 und 3 nicht überbewertet werden, zumal der Zusammenhang zwischen den zahlreichen Parametern, die den Sr-Gehalt von Gangbaryten steuern, bislang nur unzureichend bekannt ist.

Zahlreiche Indizien sprechen dafür, daß der Nauroder Schwerspat hydrothermalen Natur ist und ein prävaristisches Alter besitzt.

1. Das höhere Alter des Nauroder Schwerspats gegenüber der zweiten Deformation belegen die Beobachtungen, daß sich s₂ gebrochen im Baryt fortsetzt (vgl. Abb. 4), daß s₂ in Sericit-Lagen im Schwerspat auftritt und daß Sericit-Bestege auf den Salbändern gerunzelt sind.

2. Die Bildung von Scherbändern (Abb. 7) und gelegentlich zu beobachtenden S-C-Gefügen (Abb. 8) im Schwerspat sowie asymmetrisch geschwänzte Einsprenglinge (sogen. sigma-Kla-

sten) im Sericitgneis von Naurod belegen eine Beanspruchung durch sinistrale Seitenverschiebung auf der Hauptschieferung, die von ANDERLE et al. (1990: 129) zeitlich zwischen die erste und zweite Deformation eingeordnet wird.

3. Die mikroskopisch und teilweise makroskopisch sichtbaren Deformationsgefüge von Baryt I (Kornformregelung, Deformationsbänder, fleckige undulöse Auslöschung) belegen zudem ein höheres Alter des Schwerspats gegenüber der ersten Deformation. Weiterhin spricht dafür, daß Schwerspat aus diagonalen Trümchen apophysenartig in s_1 eingreift (vgl. Abb. 5). Hier hat bei der ersten Deformation Stoffumlagerung stattgefunden.

Reliktische Bänderbaryte belegen eine mylonitische Überprägung im Zusammenhang mit der benachbarten Überschiebung. Die synthetische Zerschierung eines Bänderbaryts („book-shelf-structure“) zeigt, daß dieser älter als die beschriebene Seitenverschiebung ist.

Für die gleichzeitige Metamorphose der Metavulkanite im Südtanunus werden die Temperaturen auf 300°C (höchstens 330°C) bei 6 kb Druck geschätzt (ANDERLE et al. 1990: 131 f.). Die Schwellentemperaturen für die Bildung der von uns an Quarz beobachteten Deformations-Mikrogefüge liegen nach ONCKEN (1991: 145, 147) zwischen 200 und knapp unter 300°C bei hohem Strain. Da der gemeinsam mit Quarz deformierte Schwerspat die gleichen Mikrogefüge wie dieser zeigt, müssen für ihn gleiche oder sehr ähnliche Umwandlungsbedingungen gelten. Dies ist ein weiteres Argument dafür, daß die beobachteten Gefüge nur varistisch entstanden sein können.

Die (heutigen) Gangrichtungen umfassen einen Bereich von 25 bis 90° (Abb. 6). Selbst unter der vorsichtigen Annahme einer Einengung von lediglich 50% (WUNDERLICH 1964) ergeben sich – bei Berücksichtigung der Internrotation – präkinematische Streichrichtungen von NNE bis ESE. Unter diesen Trennflächen sind von der Mineralisation zwei Sektoren bevorzugt: Neben der heutigen Richtung von 45° (parallel s_1) hielten die abbauwürdigen Trümer der Gruben „Rohberg“ und „Kellerskopf“ vorwiegend die (heutige) Richtung von 60–75° ein (die Mehrzahl der Angaben zur Streichrichtung in den Akten fallen in den Bereich von 60–75° und weichen somit von den Maxima der in Aufschluß D gemessenen und der aus dem Grubenplan von 1858/69 ermittelten Richtungen ab, cf. Abb. 6). Die mächtigeren Schwerspatfüllungen streichen also spitzwinklig zum heutigen B und parallel zur Störung zwischen Sericitgneis und Grauen Phylliten.

Die Mineralisation solcher Spalten während der varistischen Deformation im Südtanunus ist unwahrscheinlich, weil diagonale Trennflächen dabei geschlossen waren und Gänge auf Querspalten, die sich wegen der Querdehnung des Gebirges bevorzugt hätten bilden müssen, fehlen. Deshalb muß sich der Schwerspat vor der varistischen Deformation auf Spalten der sauren Effusiva (der Ausgangsgesteine des Sericitgneises) abgeschieden haben.

Das prävaristische Alter des Schwerspats widerlegt somit die Ansicht von MEIER (1925/26: 23–24) und MICHELS (1932: 42), die den Nauroder Baryt als einen Vertreter der im Tanunus zahlreich vertretenen Pseudomorphosenquarz-Gänge ansehen, bei denen „noch die ursprüngliche Schwerspatfüllung erhalten geblieben“ ist. Diese besitzen oberkretazisches bis alttertiäres Alter (ANDERLE 1984; KIRNBAUER 1984) und werden durch großdimensionierte, rhythmisch gebänderte „Kappenquarze“, cm- bis dm-große Pseudomorphosen von Quarz nach Schwerspat sowie fast ausschließliches NW-SE-Streichen charakterisiert. Sowohl die fehlenden Anzeichen einer varistischen Deformation in den Pseudomorphosenquarz-Gängen als auch die Tatsache, daß in Naurod trotz großer räumlicher Nähe von beiden Schwerspat-Mineralisationen lediglich der saxonische, NW-SE-streichende Schwerspatgang von Quarz verdrängt worden ist (s. o.), beweist die Zugehörigkeit des von uns untersuchten Schwerspat-Vorkommens zu einem anderen Mineralisationszyklus. Auch die später von MICHELS (1964: 39) geäußerte Ansicht, der Nauroder Schwerspat sei

„im Gefolge des SW-NO streichenden Thermalquellensystems im südlichsten Taunus“ entstanden, mithin also jünger als die Pseudomorphosenquarz-Gänge, muß demzufolge abgelehnt werden.

Für die Mineralisation mit Schwerspat steht theoretisch ein Zeitraum von 100 Mio. Jahren zwischen Erstarrung des vulkanischen Eduktes des Sericitgneises (425 Mio. Jahre, Ordoviz—Silur) und 1. Deformation (325 Mio. Jahre, Oberkarbon) zur Verfügung, über den im Südtan-nus keinerlei Informationen vorliegen.

Die Nauroder Barytmineralisation liegt in unmittelbarer Nähe einer bedeutenden Störung und ist von den damit verbundenen Deformationsvorgängen erfaßt worden. BEHR & HEIN-RICHS (1987) betrachten diese „Hunsrück-Taunus-Störung“ als Überschiebung der Nördlichen Phyllit-Zone auf den Südrand des Rhenohercynikums. In dem Duplex-Modell für die Taunus-kamm-Einheit von ONCKEN (1988) bildet sie die Hangend-Überschiebung. ENGEL et al. (1983) haben sie als die Deckenbahn für die Gießener Decke angesehen.

Die räumliche Nähe zwischen Mineralisation und Störung läßt uns vermuten, daß zwischen beiden ein genetischer Zusammenhang besteht. Es ist möglich, daß sich diese Störung in vorvaristischer Zeit in einer Dehnungsphase als Abschiebung entwickelt hat. Dabei können sich in der Hangendscholle vorhandene Trennflächen in den sauren Vulkaniten selektiv anti-thetisch geöffnet haben. Eine Mobilisierung des Bariums aus den Ausgangsgesteinen der vordevonischen Vulkanite ist denkbar, da der Ba-Gehalt der Sericitgneise des Vordertaunus — bei einem mittleren Gehalt von 924 ppm — zwischen 322 und 2145 ppm schwankt (Grundlage: 53 unveröffentl. Analysen von Dipl.-Min. G. STRECKER, HlfB).

Die so entstandenen Schwerspatgänge wurden dann internrotiert, als die varistische Defor-mation auch den Südtan-nus ergriff. Dabei erhielten die Gänge das oben beschriebene Mikroge-füge und ihr Winkel (gemessen über α) vergrößerte sich. Die nicht mineralisierten Trennflächen der Vulkanite gingen bei der Bildung des Schieferungsgefüges verloren. Die heute im Sericit-gneis vorhandenen Diagonalklüfte (Abb. 5 zeigt die Spuren solcher Klüfte) entstanden erst bei der Hebung und Entspannung des Gebirges. Sie bilden (gemessen über α) spitze Winkel ($40 - 50^\circ$).

Die stofflichen und strukturellen Veränderungen des Vorkommens im Laufe der varistischen Deformationen und der nachvaristischen Geschichte sind in Tab. 4 zusammengefaßt.

Die Vererzung der überwiegend „frühorogenen“, ganz sicher aber syntektonischen varisti-schen Sideriterzgänge des Siegerland-Wied-Distriktes erfolgte um die Wende Unter-/Oberkar-bon (WALTHER in FENCHEL et al. 1985: 124 — 125). Ähnliches Alter kommt dem Emser Gangzug zu (HANNAK 1964; HERBST & MÜLLER 1964; WALTHER in FENCHEL et al. 1985: 374 ff.). Der die Vererzung ermöglichende raumbildende Prozeß der Bildung der Schieferungsgänge von Holzappel/Lahn, Werlau/Rhein, Tellig und Altlay im Hunsrück wird hauptsächlich auf die zweite Schieferung („Schubklüftung“) zurückgeführt. Diese Gänge sind also, bezogen auf die Deformation, etwas jünger als die Vererzungen des Siegerland-Emser Gangtypus (TEIKE 1944; HANNAK 1964: 297). Im Vergleich mit den beiden varistischen Vererzungstypen kommt der Nauroder Mineralisation somit ein höheres Alter zu.

Die Schwerspat-Mineralisation der Grube „Horchberg“ bei Ehr im Westtan-nus wurde von HANNAK (1957: 136; 1964: 295) als Schieferungsgang angesehen. Unseren eigenen Beobach-tungen zufolge wurde dieser Baryt jedoch der ersten Deformation ausgesetzt, scheint also älter zu sein als die auf die zweite Deformation zurückgeführten Schieferungsgänge.

Die älteste Barytausscheidung im Siegerländer Erzbezirk (Baryt I) wurde in früheren Jahr-zehnten an das Ende der varistischen Hauptmineralisation (Sulfid-Phase) gestellt (so auch

Tab. 4. Ereignisabfolge

Zeitraum	Ereignis	Beobachtungen	
		makroskopisch	mikroskopisch
Ordoviz— Silur	Erstarrung rhyolithisch- rhyodacitischer Eruptiva		
	Kluft- und Spaltenbildung Hydrothermale Aktivität: Platznahme Baryt I ± Bleiglanz, Cu-Min.		
Ober-Karbon	Beginn der Deformation, Stoffumlagerung: Platznahme Quarz Höhepunkt 1. Deformation Rotation der Gänge Seitenverschiebung, linkshändig 2. Deformation	Verdrängung von Baryt I durch Quarz Apophysen Scherbänder Bildung von Calcit und Quarz an Hauptstörung	 s ₁ -Gefüge Neubildung von Sericit Kornformregelung Baryt I, Quarz Bänderbaryt synkinemat. Erholungs- und dynamische Rekristallisations-Gefüge S-C-Gefüge Sigma-Klasten im Sericitgneis s ₂ -Gefüge Runzelung von Sericit
nachvaristisch	Hebung, Bruchschollen- tektonik Kluft- und Spaltenbildung Verkarstung Oxidation Kaolinisierung des Nebengesteins	Breccierung von Baryt I Lösung Baryt I, Quarz Bildung von Cerussit, Malachit Bildung von Limonit, Manganomelan, Baryt II	

FENCHEL et al. 1985: Abb. 18). Dies wird heute zunehmend in Frage gestellt (WALTHER 1982: 677; GIES, HÜTTENHAIN & RAO in FENCHEL et al. 1985: 98). Vermutlich gehört Baryt I dort einer wesentlich jüngeren, postvaristischen Bildungsphase an. Schon BORNHARDT (1912: 350—354) sprach sich für ein tertiäres Alter des Schwerspats aus, wenn er auch in Einzelfällen eine varistische Bildung mangels geeigneter Beobachtungsmöglichkeiten nicht ausschließen mochte. Die uns bekannten Schwerspatmineralisationen dieses Bezirkes besitzen alle ein

postdeformatives Alter. Generell ist Schwerspat im Rheinischen Schiefergebirge immer eine der jüngsten Bildungen mit eindeutigem Schwerpunkt im Mesozoikum oder gar im Tertiär (z. B. BÄRTLING 1911). Für die varistische Mineralisation im westlichen Rheinischen Schiefergebirge stellen KRAHN & FRIEDRICH (1991: 25) explizit das Fehlen von Schwerspat fest.

Der Nauroder Schwerspat zählt damit zu den ältesten bekannten gangförmigen Barytmineralisationen des Rheinischen Schiefergebirges, wenn nicht sogar zu den ältesten in Deutschland überhaupt. Lediglich synsedimentären Schwerspatlagern wie Meggen, Günterod, Lohrheim, Eisen u.a. könnte ein höheres Alter zukommen, außer der Nauroder Baryt wäre die Füllung des Zufuhrkanals zu einem heute abgetragenen stratiformen Schwerspat-Vorkommen.

Danksagung: Für vielfältige Unterstützung danken wir: ALWIN BECHT (Geschichts- und Heimatverein Naurod), HARTWIG HEIN (Bergamt Weilburg), LOTHAR LEIFHEIT (Deutsche Baryt-Industrie Dr. Rudolf Alberti & Co., Bad Lauterberg), Dr. DIETER STOPPEL (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover), MAREIKE VEIT (Oberbergamt Wiesbaden), ERHARD ZENKER (Museum Wiesbaden) sowie dem Hessischen Hauptstaatsarchiv, Wiesbaden.

6. Schriftenverzeichnis

6.1. Archivalien

- Bergamt Weilburg. Berechtsamsakten KW-A14 (Gr. „Adolphus“), KW-K13 (Gr. „Kellerskopf“), KW-L8 (Gr. „Leyermann“), KW-R41 (Gr. „Rohberg“).
- Deutsche Baryt-Industrie Dr. Rudolf Alberti & Co., Bad Lauterberg. Bestand E8.
- DORSTEWITZ (1922): ohne Titel [Bericht über das Nauroder Schwerspat-Vorkommen nach einer örtlichen Besichtigung vom 22.4.1922]. – Abschrift durch E. RICKES, ehem. Geschäftsführer der Fa. Weber & Co., Gesellschaft für Bergbau, Wiesbaden, in einem Brief vom 17. 2. 1940 (Archiv Deutsche Baryt-Industrie Dr. Rudolf Alberti & Co., Bad Lauterberg).
- Hessisches Hauptstaatsarchiv Wiesbaden. Bestand Abt. 259, Nr. 53; Abt. 210, Nr. 2343; Abt. 433, Nr. 4119 + 4120.
- KREBS, W., & SCHAEFFER, R. (1980): Gutachten über höffige Zielgebiete für eine Exploration auf massiv-stratiforme Sulfid-Baryt-Lager in Sedimenten des Rheinischen Schiefergebirges. – 205 S., 58 Abb., 26 Tab.; Braunschweig (unveröfftl. Gutachten für ESSO Erz GmbH, Nürnberg).
- MEIER, C. (1925/26): Die geologischen Verhältnisse von Naurod im Taunus mit besonderer Berücksichtigung der Schwerspatgruben „Leyermann“, „Rohberg“ und „Kellerskopf“. – Geol. Meldearbeit, 3 Bl., 27 S., 1 Kt. [fehlt], 1 Profil; o.O. [Clausthal?] (Archiv der Deutschen Baryt-Industrie Dr. Rudolf Alberti & Co., Bad Lauterberg).
- Oberbergamt Wiesbaden. Berechtsamsakten B100 (Gr. „Adolphus“), B4659 (Gr. „Kellerskopf“), B5143 (Gr. „Leyermann“), B6847 (Gr. „Rohberg“).
- v. REINACH, A. (o.J.): Geol. Teilkartierung Bl. [5815] Platte (Archiv Hess. Landesamt f. Bodenforsch., Wiesbaden).

6.2. Literatur

- AHRENDT, H., HUNZIKER, J. C., & WEBER, K. (1978): K/Ar-Altersbestimmungen an schwach-metamorphen Gesteinen des Rheinischen Schiefergebirges. – Z. dt. geol. Ges., **129**: 229–247, 3 Abb., 2 Tab., 3 Taf.; Hannover.
- ANDERLE, H.-J. (1976): Der Südrand des Rhenohercynikums im Taunus. Vorläufige Mitteilung der Ergebnisse tektonischer Untersuchungen. – Geol. Jb. Hessen, **104**: 279–284; Wiesbaden.
- (1984): Postvaristische Bruchtektonik und Mineralisation im Taunus – Eine Übersicht. – Schriftenreihe Ges. dt. Metallh.- u. Bergleute, **41**: 201–217, 2 Abb.; Weinheim.
- (1987): Entwicklung und Stand der Unterdevon-Stratigraphie im südlichen Taunus. – Geol. Jb. Hessen, **115**: 81–98, 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- , BARGON, E., THIEL, E., & WEIDNER, E. (1984): Ein zersetzter Basaltgang in Wiesbaden-Sonnenberg – seine geologische Stellung und bodenkundliche Bedeutung. – Geol. Jb. Hessen, **112**: 199–217, 3 Abb., 4 Tab.; Wiesbaden.

- , MASSONNE, H.-J., MEISL, S., ONCKEN, O., & WEBER, K. (1990): Southern Taunus Mountains. — In: Field Guide Mid-German Crystalline Rise & Rheinisches Schiefergebirge. Int. Conf. on Paleozoic Orogens in Central Europe, Göttingen—Giessen, Aug.—Sept. 1990, S. 125—148, 17 Abb.; Göttingen—Giessen.
- BÄRTLING, R. (1911): Die Schwerspatlagerstätten Deutschlands in geologischer, lagerstättenkundlicher und bergwirtschaftlicher Beziehung. — VI + 188 S., 19 Abb.; Stuttgart (Union Dt. Verlagsges.).
- BEHR, H. J., & HEINRICHS, T. (1987): Geological interpretation of DEKORP 2-S: A deep seismic reflection profile across the Saxothuringian and possible implications for the Late Variscan structural evolution of Central Europe. — *Tectonophysics*, **142**: 173—202, 12 Abb.; Amsterdam.
- BORNHARDT, W. (1912): Über die Gangverhältnisse des Siegerlandes und seiner Umgebung (Tl. II). — *Archiv Lagerstättenforsch.*, **8**: I—VIII + 1—444, 57 Abb., 6 Tab., 14 Taf.; Berlin.
- BRÜNING, R., GIEBELER, W., HOLZAPFEL, E., KÖRFER, F., & ULRICH, F. (1893): Beschreibung der Bergreviere Wiesbaden und Diez. — II, 254 S., 5 Bl., 11 Taf., 1 Kt.; Bonn (Marcus).
- DUMONT, A. (1848): Mémoire sur les terrains ardennais et rhénane de l'Ardenne, du Rhin, du Brabant et du Condros. — 613 S.; Bruxelles (Académie Royale de Belgique).
- ENGEL, W., FRANKE, W., GROTE, C., WEBER, K., AHRENDT, H., & EDER, F. W. (1983): Nappe Tectonics in the Southeastern Part of the Rheinisches Schiefergebirge. — In: MARTIN, H., & EDER, F. W. (Hrsg.), *Intracontinental Fold Belts*, 267—287, 6 Abb., 1 Taf.; Berlin—Heidelberg—New York—Tokyo (Springer).
- FARKAS, T. (1973): Bestimmung der magnetischen Deklination und deren Säkularänderung in Baden-Württemberg. — *Dt. Geodät. Komm. b. d. Bayer. Akad. Wiss.*, **C 190**: 1—125, 31 Abb., 14 Tab., 13 Anl.; München.
- FENCHEL, W., GIES, H., GLEICHMANN, H.-D., HELLMUND, W., HENTSCHEL, H., HEYL, K. E., HÜTTENHAIN, H., LANGENBACH, U., LIPPERT, H.-J., LUSZNAT, M., MEYER, W., PAHL, A., RAO, M. S., REICHENBACH, R., STADLER, G., VOGLER, H., & WALTHER, H. W. (1985): Sammelwerk Deutsche Eisenerzlagerstätten. I. Eisenerze im Grundgebirge (Varistikum). 1. Die Sideriterzgänge im Siegerland-Wied-Distrikt. — *Geol. Jb.*, **D 77**: 3—517, 128 Abb., 38 Tab., 31 Taf.; Hannover.
- FRESENIUS, R. (1846): Analyse des Schwerspaths von Naurod im Herzogthume Nassau, nebst einigen Andeutungen, betreffend eine nothwendige und rationelle Correction bei Anwendung gewisser analytischer Methoden. — *Jahrb. Ver. Naturkd. Hgth. Nassau*, **3**: 170—173; Wiesbaden [wortgleicher Abdruck auch in: *Ann. Chemie Pharmacie*, **63**: 390—394; Heidelberg 1847].
- GIEBELER, W. (1865): Bericht über den Inspections-Bezirk der Bergmeisterei Wiesbaden. — In: *ODERNHEIMER 1863/67*, Bd. I, H. III: 369—400; Wiesbaden.
- HANNAK, H. (1957): Stratigraphie und Tektonik im Raume Holzappel—Nassau und ihre Beziehungen zu den dortigen Blei-Zinkerzen. — *Diss. Math.-Naturwiss. Fakt. FU Berlin*, VII + 154 S., 63 Abb., 8 Taf.; Berlin.
- (1964): Ergebnisse von Untersuchungen im Blei-Zink-Erzbezirk des südlichen Rheinischen Schiefergebirges. — *Erzmetall*, **17**: 291—298, 9 Abb., 1 Zahlentaf.; Stuttgart.
- HERBST, F., & MÜLLER, H.-G. (1964): Raum und Bedeutung des Emser Gangzuges. — 5 + 45 S., 26 Abb., 7 Tab.; Bad Ems (Gewerkschaft Mercur).
- HEYMANN, H. (1869): Einige Mineral-Vorkommen aus Nassau. — *Verh. naturhist. Ver. preuss. Rheinl. u. Westph.*, **26**, Sitzungsber.: 95—96; Bonn.
- KIRNBAUER, T. (1984): Der Quarzgang und das Eisen- und Manganerz-Vorkommen von Griedel/Wetterau. Ein Beitrag zum Alter der Pseudomorphosenquarz-Gänge des Taunus. — *Geol. Jb. Hessen*, **112**: 179—198, 9 Abb.; Wiesbaden.
- KOCH, C. (1880a): *Erl. geol. Specialkt. Preussen Thüring. Staaten 1:25.000*, Bl. [5815] Platte. — 37 S.; Berlin.
- (1880b): *Geol. Specialkt. Preussen Thüring. Staaten 1:25.000*, Bl. [5815] Platte. — Berlin.
- KRAHN, L., & FRIEDRICH, G. (1991): Zur Genese der Buntmetall-Vererzung im westlichen Rheinischen Schiefergebirge. — *Erzmetall*, **44**: 23—29, 10 Abb., 7 Zahlentaf.; Weinheim.
- KRIMMEL, M., & EMMERMANN, K.-H. (1980): Geochemische Untersuchungen an Baryten. Ein Beitrag zur Genese der Baryte in Rheinland-Pfalz. — *Mainzer geowiss. Mitt.*, **9**: 127—166, 17 Abb., 9 Tab.; Mainz.
- LEPPLA, A., MICHELS, F., & SCHLOSSMACHER, K. (1930): *Geol. Kt. Preußen benachbarten dt. Ländern 1:25.000*, Bl. [5815] Wehen (2. Aufl.). — Berlin.

- LUDWIG, R. (1859): Lagerungsverhältnisse des Quarzites und Sericitschiefers zwischen Auringen, Oberseelbach, Naurod. – Notizbl. Ver. Erdkd. u. verwandte Wiss. Darmstadt u. d. Mittelrhein. Geol. Ver. (II), 2, No. 27: 55–56; Darmstadt.
- MENNING, M. (1989): A synopsis of numerical time scales 1917–1986. – Episodes, **12**: 3–5, 1 Abb., 1 Beil.; Ottawa.
- MICHELS, F. (1932) [mit Beitr. v. SCHLOSSMACHER, K.]: Erl. Geol. Kt. Preußen benachbarten dt. Ländern 1:25.000, Bl. [5815] Wehen (2. Aufl.). – 56 S., 1 Abb.; Berlin.
- (1964): Von der Wiesbadener Thermalquellenspalte. – Jahrb. Nass. Ver. Naturkd., **97**: 37–40, 3 Abb.; Wiesbaden.
- ODERNHEIMER, F. [Hrsg.] (1863/67): Das Berg- und Hüttenwesen im Herzogthum Nassau (4 Hefte in 2 Bd.). – I: IV + 474 S., II: II + 173 S.; Wiesbaden (Kreidel).
- ONCKEN, O. (1988): Geometrie und Kinematik der Taunuskammüberschiebung – Beitrag zur Diskussion des Deckenproblems im südlichen Schiefergebirge. – Geol. Rdsch., **77**: 551–575, 14 Abb.; Stuttgart.
- (1991): Aspects of the structural and paleogeothermal evolution of the Rhenish Massif. – Ann. Soc. Géol. de Belgique, **113**: 139–159, 15 Abb.; Bruxelles.
- REITZ, E. (1989): Devonische Sporen aus Phylliten vom Südrand des Rheinischen Schiefergebirges. – Geol. Jb. Hessen, **117**: 23–35, 4 Taf.; Wiesbaden.
- RITTER, F. (1887): Zur Geognosie des Taunus. – Ber. Senckenberg. naturf. Ges. Frankfurt a.M., **1886/87**: 109–124; Frankfurt a.M.
- SANDBERGER, F. (1847): Uebersicht der geologischen Verhältnisse des Herzogthums Nassau. – VIII, 144 S., 1 Kt.; Wiesbaden (Kreidel).
- (1850): Ueber die geognostische Zusammensetzung der Umgegend von Wiesbaden. – Jahrb. Ver. Naturkd. Hgth. Nassau, **6**: 1–27, 1 Kt., 2 Taf.; Wiesbaden.
- (1851): Geognostische Skizze des Taunus. – In: Die nassauischen Heilquellen Soden, Cronthal, Weilbach, Wiesbaden, Schlangenbad, Schwalbach und Ems. Beschrieben durch einen Verein von Aerzten, nebst geognostischer Skizze und Karte des Taunus, S. 1–31, Wiesbaden (Kreidel).
- (1852): Ueber das Vorkommen des himmelblauen Barytspathes zu Naurod bei Wiesbaden. – Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., **3**: 26–28; Wien.
- (1883): Ueber den Basalt von Naurod bei Wiesbaden und seine Einschlüsse. – Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., **33**: 33–60; Wien.
- SANDBERGER, G., & SANDBERGER, F. (1850/56): Die Versteinerungen des Rheinischen Schichtensystems in Nassau. – Text-Bd. (1850–1856) 564 S., 1 Taf., 1 Kt., zahlr. Abb. + Atlas (1850–1855), 41 Taf.; Wiesbaden (Kreidel & Niedner).
- SCHARFF, F. (1860): Die Quarzgänge des Taunus. – Notizbl. Ver. Erdkd. verwandte Wiss. zu Darmstadt u. d. Mittelrhein. Geol. Ver. N.F., **2** (No. 39 + 40): 115–117, 123–126; Darmstadt.
- (1872): Die Fundstätten der Taunus-Mineralien. – Jahresber. Frankfurter Taunus-Club, **1**: 21–30; Frankfurt a.M.
- SOMMERMANN, A.-E., MEISL, S., & TODT, W. (1992): Zirkonalter von drei verschiedenen Metavulkaniten aus dem Südtanunus. – Geol. Jb. Hessen, **120**: 67–76, 6 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- STIFFT, C. E. (1831): Geognostische Beschreibung des Herzogthums Nassau, in besonderer Beziehung auf die Mineralquellen dieses Landes. – XII, 606 S., 1 Tab., 1 Kt.; Wiesbaden (Schellenberg).
- TEIKE, M. (1944): Über durch Schubklüftung verursachte Stauchung und Aufblätterung von Schiefen und eine daran geknüpfte Erzlagerstätte bei Altlay (Hunsrück). – Jahrb. Reichsanst. Bodenforsch., **63**: 413–423, 6 Abb.; Berlin.
- THEOBALD, G., & RÖSSLER, C. (1851) [mit Beitr. von LUDWIG, R. und SANDBERGER, F.]: Uebersicht der wichtigsten geognostischen und oryctognostischen Vorkommnisse der Wetterau und der zunächst angrenzenden Gegenden. – Jahresber. Wetterauischen Ges. f. d. ges. Naturkd., **1850/51**: 75–195; Hanau.
- WALTHER, H. W. (1982): Die varistische Lagerstättenbildung im westlichen Mitteleuropa. – Z. dt. geol. Ges., **133**: 667–698, 4 Abb.; Hannover.
- WENCKENBACH, F. (1879): Übersicht über die in Nassau aufgefundenen einfachen Mineralien. – Jahrb. Nass. Ver. Naturkd., **31/32**: 147–219; Wiesbaden.
- WUNDERLICH, H. G. (1964): Mass, Ablauf und Ursachen orogener Einengung am Beispiel des Rheinischen Schiefergebirges, Ruhrkarbons und Harzes. – Geol. Rdsch., **54**: 861–882, 5 Abb.; Stuttgart.

Trinkwasserversorgung aus Grubengebäuden des ehemaligen Roteisensteinbergbaus im Lahn – Dill-Kreis (Rheinisches Schiefergebirge)

Von

WITIGO STENGEL-RUTKOWSKI*

Kurzfassung: Im grundwasserarmen Rheinischen Schiefergebirge Westhessens spielen Entnahmen aus Wasserlösestollen und Grubenspeichern des stillgelegten Bergbaus, insbesondere des Roteisensteinbergbaus eine bedeutende Rolle bei der Trinkwasserversorgung. Fassungstechniken, Leistungsfähigkeit und Grundwasserbeschaffenheit werden vorgestellt. Die Risiken des unkontrollierten Eintrags von Verunreinigungen in Bergbauebenen, die Grundwasserneubildung und Erfahrungen mit Trinkwasserschutzgebieten werden erörtert.

Résumé: Pour l’approvisionnement de l’eau potable dans la montagne rheno-hercynien de l’Hesse de l’ouest la prise d’eau des mines fermés joue un rôle croissant important, particulièrement la prise d’eau des mines au minerai de fer. La technique du captage, la capacité de rendement et la qualité de l’eau souterraine sont présentés; les risques de la contamination pas contrôlée sur les superficies des régions minières, le renouvellement de l’eau souterraine consommée et les expériences avec les protectorats de l’eau potable sont discutés.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	125
2. Überblick über den für die Trinkwasserversorgung wichtigen Roteisensteinbergbau	126
3. Hydrogeologische Erfahrungen (Tab. 1)	127
3.1. Fassungstechniken	127
3.1.1. Ausbau der Grube „Königsberg“	133
3.1.2. Ausbau der Grube „Vereinigte Constanze“	133
3.1.3. Ausbau der Grube „Allerheiligen“	134
3.1.4. Ausbau der Grube „Georg-Joseph“	134
3.1.5. Ausbau der Grube „Krumm“	134
4. Grundwasserneubildung über Grubengebäuden	135
5. Hydrochemische Erfahrungen mit Grundwasser aus Grubengebäuden (Tab. 2)	135
6. Trinkwasserschutzgebiete	137
7. Aussichten für die zukünftige Trinkwasserversorgung	139
8. Schriftenverzeichnis	139

1. Einleitung

Die Armut an Grundwasser für die Trinkwasserversorgung im östlichen Rheinischen Schiefergebirge hat schon früh den Blick auf die oft ausgedehnten unterirdischen Hohlräume von

* Dr. W. STENGEL-RUTKOWSKI, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 65193 Wiesbaden. Gewidmet Herrn Kollegen FRITZ STIBANE, Gießen/Biebertal, zum 65. Geburtstag.

Grubengebäuden, vor allem auf die früheren Wasserlösestellen gelenkt. Heute werden in Westhessen mehr als 40 Stollen und Grubengebäude des ehemaligen Roteisensteinbergbaus, acht ehemalige Buntmetallergruben, drei Schiefergruben (im Rheingau-Taunus-Kreis), eine Schwerspatgrube (Bad Endbach-Hartenrod) und fünf Wasserlösestellen früheren Braunkohlenbergbaus im Liegenden der Basaltdecken des Hochwesterwaldes für die öffentliche Trinkwasserversorgung genutzt. Städte wie Haiger, Herboren und Weilburg werden zu großen Teilen auf diese Weise versorgt. Selbst die Stadt Wetzlar bezieht noch aufgrund alter Wasserrechte Grundwasser aus der heute als Besucherbergwerk genutzten Grube „Fortuna“ bei Solms-Oberbiel. Die entsprechend ausgebaute Grube „Georg-Joseph“ bei Runkel-Wirbelau ist die Grundlage eines Wasserverbandes, der drei Großgemeinden im Kreis Limburg-Weilburg versorgt. Und noch immer werden Grubengebäude vor allem des Roteisensteinbergbaus auf ihre Nutzungsmöglichkeiten für die Trinkwasserversorgung ins Gespräch gebracht.

Da die meisten als Trinkwassergewinnungsanlage dienenden Stollen und Grubengebäude dem örtlich bis in vorgeschichtliche Zeit reichenden, vor allem aber zwischen 1850 und 1960/70 aktiven Roteisensteinbergbau (Lahn – Dill-Typ) zu verdanken sind, sollen hier einige Probleme, die mit ihm und der an ihn geknüpften Wasserversorgung verbunden sind, vorgestellt werden.

2. Überblick über den für die Trinkwasserversorgung wichtigen Roteisensteinbergbau

Der begehrte Rohstoff Roteisenerz ist (LIPPERT 1951 u. 1953) eine submarine Ausfällung, die an die vor allem basischen Vulkanite des oberen Mitteldevons, vor allem an den Schalstein gebunden ist, wobei das sog. „Grenzlager“ im Grenzbereich Mittel-/Oberdevon die größte Bedeutung, das sog. Schalsteinlager im oberen Mitteldevon eher lokale Bedeutung erlangt haben. Die größten Lagerstätten finden sich somit im Zentrum von Lahn- und Dill-Mulde, während randlich mit dem Übergang zu anderen Fazies des Mittel-, vor allem aber des Oberdevons (z. B. Schwarzschieferfazies der südlichen Lahn-Mulde nach AHLBURG in KEGEL 1922) in der Regel kleine Lagerausbisse und nicht sehr große Grubengebäude vorhanden sind, ja oft nur Bergbauversuche vorgenommen worden sind. Freilich gibt es Ausnahmen, wie z. B. die große Grube „Lindenberg“ der Fa. Harz – Lahn-Erzbergbau AG bei Selters-Münster im Krs. Limburg – Weilburg, die aber hydrogeologisch vor allem wegen des mehrere Gruben verbindenden „Münsterstollens“ Bedeutung hat.

In der **Lahnmulde** ist es vor allem der Schalstein-Hauptsattel (nach AHLBURG 1918 und KEGEL 1922) südöstlich der zentralen Lahnmulde mit der Limburg – Weilburger Oberdevon-Mulde, der die größten Grubengebäude an sich gebunden hat, der sich nach Nordosten durch die Braunfels-Wetzlarer Oberdevon-Mulde in zwei Äste aufgabelt, von denen der nordwestliche Ast mit Niederbiel – Aßlarer Unterdevonsattel und Aßlarer Mitteldevondecke mehr und mehr in Form zerrissener Großschuppen vorliegt, die wohl unter den Druck der Gießener Grauwacken-Decken geraten sind. Auch der südöstliche Ast gerät unter die Wetzlarer Hauptüberschiebung, die wieder von den Gießener Decken überfahren wird, und wird dabei stark deformiert.

Bedeutendste Roteisensteingruben sind die Gruben „Georg Joseph“ bei Runkel-Wirbelau, „Waldhausen“ bei Weilburg-Waldhausen, „Richhardzeche“ bei Solms-Niederbiel, „Fortuna“ bei Solms-Oberbiel, „Heinrichsseggen“ bei Ehringshausen und „Königsberg“ bei Biebertal-Königsberg.

Im Südosten des Schalsteinhauptsattels sind eine große Zahl kleinerer Gruben bekannt geworden, die von „Schöne Aussicht“ bei Weilmünster-Laubuseschbach über „Charon“ bei Weilmünster, mehrere Gruben um Weinbach und Esserhausen zur Grube „Krumm“ bei Braunfels-Bonbaden führen.

Eine Reihe wichtiger Gruben liegt auch an den Rändern der Braunfels-Wetzlarer Oberde- von-Mulde, unter denen vor allem die Gruben „Otilie“ und „Eisenfeld“ bei Braunfels-Philipp- stein und die zahlreichen Gruben zwischen Solms-Albshausen und Schöffengrund-Laufdorf („Ferdinand“, „Prinz Alexander“ bis „Juno“ und „Amanda“ bei Wetzlar-Nauborn) zu nennen sind.

In der **Dill-Mulde**, die durch die südöstlich gelegene Hörre-Zone von der Lahn-Mulde getrennt wird, sind die wichtigsten Gruben ebenfalls im Zentrum gelegen, nämlich am Süd- ostrand der Eibacher Mulde und an die mehrfache Wiederholung des Grenzlagers durch die ihn überschiebenden Großschuppen, von Nordwest nach Südost die Uckersdorfer-, Schelder- und Eiserne-Hand-Schuppe an ihrem Mitteldevon-Oberdevon Ausbiß gebunden.

Wichtigste Gruben sind die Gruben „Falkenstein“, „Auguststollen“, „Prinzkessel“, „Königs- zug“ (mit 500 m tiefste Roteisenerzgrube, konsolidiert aus einer größeren Zahl im Schelder Wald verteilter Gruben), „Neue Lust“ (alle um Dillenburg-Oberscheld, Dillenburg-Eibach und Dillenburg-Nanzenbach gelegen). Gruben am Südostrand der Dill-Mulde haben stets nur geringe Ausdehnung gehabt, wie z. B. die Gruben „Neuschweden“ und „Heinrichsseggen“ bei Herborn-Schönbach oder „Rotland“ bei Mittenaar-Offenbach. Gruben am Nordwestrand der Eibacher bzw. der Dill-Mulde überhaupt (z. B. Galgenbergmulde) haben dagegen auch als Speicher von größeren Grundwassermengen Bedeutung, so die Grube „Vereinigte Constanze“ bei Haiger-Langenaubach oder die Grube „Laufender Stein“ östlich des Bahnhofes Dillen- burg.

Jede Roteisensteingrube hat ihre Geschichte, ihre stratigraphisch-faziellen und tektonischen Besonderheiten. Auf Einzeldarstellungen soll hier verzichtet werden. Einen Überblick über die Lage der als Trinkwassergewinnungsanlagen genutzte Gruben und Stollen gibt Abb. 1 sowie Tab. 1.

3. Hydrogeologische Erfahrungen (Tab. 1)

Einen Überblick über Art, Leistung, Inbetriebnahme als Wassergewinnungsanlage gibt die beigegefügte Tabelle 1.

Die Erfahrungen mit den Grubenwasserversorgungen sollen aufgegliedert werden in fas- sungstechnischen Erfahrungen, Fragen der Grundwasserneubildung über Grubengebäuden, hydrochemische Fragen und geohygienische Fragen, d. h. die Fragen von Schutzgebieten sowie Altlasten und Schadensfälle in Schutzgebieten für solche Anlagen.

3.1. Fassungstechniken

In der Regel sind nach Aufgabe der Bergwerke Gestattungsverträge zur Nutzung des aus den Wasserlöseestollen mit freiem Gefälle auslaufenden (Grund-)Wassers mit dem Bergwerks- eigentümer abgeschlossen worden. Oft handelt es sich nur um Versuchsstollen, die den Verlauf des Lagers erkunden sollten und dabei verhältnismäßig viel Kluftgrundwasser erschlossen haben. Auch reine Prospektionsbohrungen sind gelegentlich zu Bohrbrunnen ausgebaut oder in ihrer unmittelbaren Nähe abgeteufelt worden [z. B. Brunnen Braunfels-Neukirchen (1953;

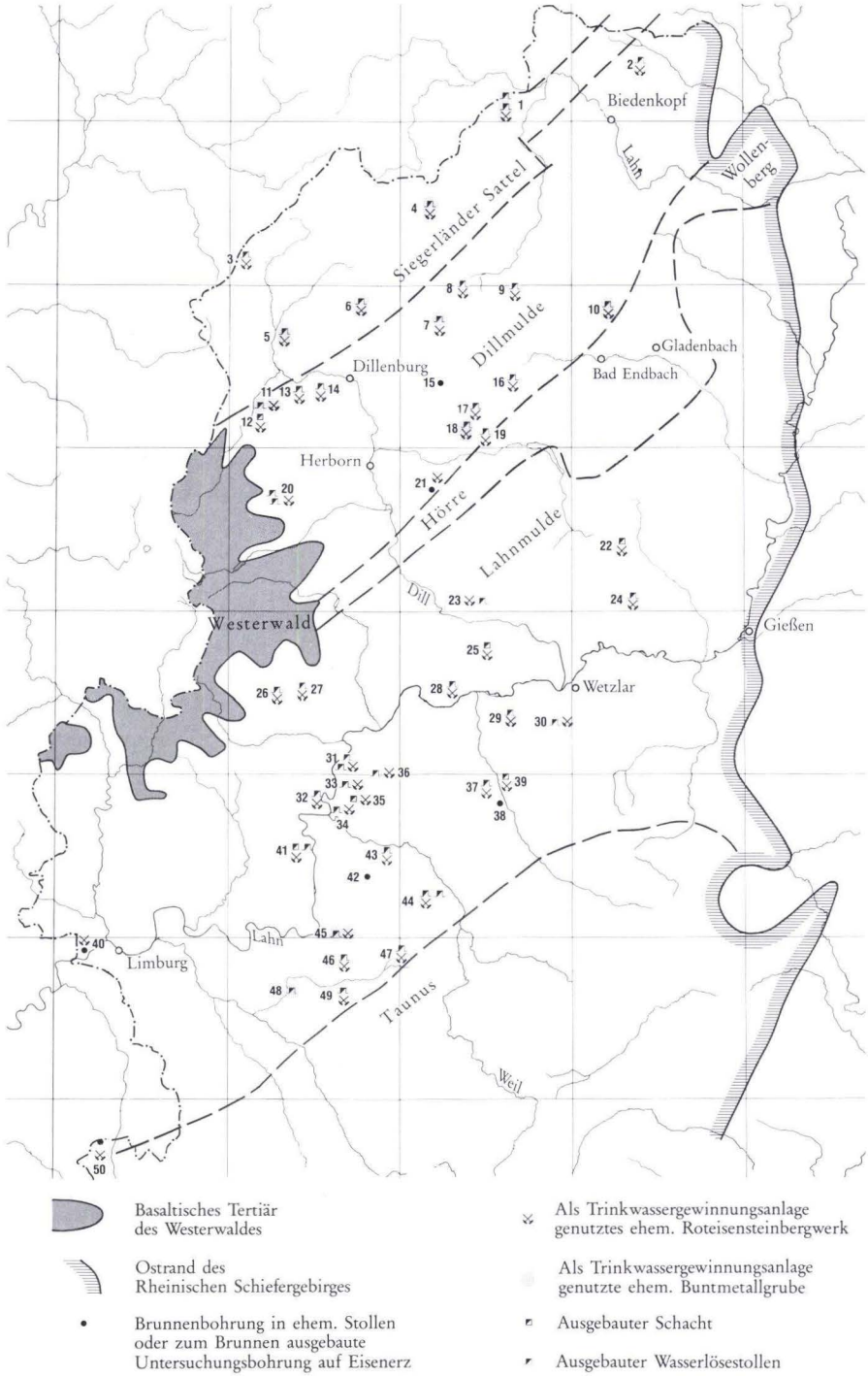


Abb. 1. Übersichtskarte der als Trinkwassergewinnungsanlagen genutzten Gruben und Stollen.

Legende zu Abb. 1

1. Stollen „Hangelberg“, Biedenkopf-Breidenstein (Buntmetall)
2. Stollen Grube „Hassenroth“, Biedenkopf-Dexbach
3. Stollen Grube „Neufund“, Haiger-Dillbrecht
4. Stollen Grube „Gottesgabe“, Eschburg-Roth (Buntmetall)
5. Stollen Grube „Peterszeche III“ Haiger-Rodenbach (Buntmetall)
6. Stollen Grube „Ludwigs Zuversicht“, Dillenburg-Frohnhausen (Buntmetall)
7. Stollen „Ferdinand“, Dillenburg-Nanzenbach (Roteisen und Buntmetall)
8. Stollen „Schöne Hoffnung“, Eschenburg-Hirzenhain
9. Stollen „Waldecke“, Angelburg-Frechenhausen
10. Stollen Grube „Wiederhoffnung“, Gladenbach-Rachelshausen (Buntmetall)
11. Stollen „Alte Hoffnung“, Haiger-Langenaubach (Buntmetall)
12. Schacht der Grube „Vereinigte Constanze“, Haiger-Langenaubach
13. Stollen „Hachelbach“, Haiger (Dillstollen)
14. Stollen „Schindelbach“, Haiger-Sechshelden
15. Brunnen Irrschildetal (Grube „Ypsilanta“), Dillenburg-Oberschild
16. Stollen „Lenzgrube“, Siegbach-Eisemroth
17. Stollen Grube „Castor“, Siegbach-Eisemroth
18. Stollen Grube „Alte Constanze“, Mittenaar-Bicken (Buntmetall)
19. Stollen Grube „Rotland“, Mittenaar-Offenbach
20. Stollen Grube „Neuschweden“ und „Heinrichsseggen“, Herborn-Schönbach
21. Brunnen in Stollen der Grube „Scheppengraben“, Mittenaar-Ballersbach
22. Schacht der Grube „Königsberg“, Biebertal-Königsberg
23. Stollen der Grube „Schöner Anfang“, Ablar-Werdorf
24. Stollen der Grube „Morgenstern“, Lahнау-Waldgirmes
25. Schacht der Grube „Fortuna“, Solms-Oberbiel
26. Stollen der Grube „Schiefer“, Mengerskirchen-Dillhausen
27. Stollen der Grube „Epstein“, Löhnberg-Niedershausen
28. Riemann- und Hugostollen der Grube „Richardzeche“, Solms-Niederbiel
29. Friedrich-Alfred-Stollen, Solms-Albshausen
30. Stollen der Grube „Amanda“, Wetzlar-Nauborn
31. Stollen der Grube „Buchwald“, Weilburg-Ahausen
32. Moritz-Stollen der Grube „Hohe Gräben“, Stadt Weilburg
33. Otto-Stollen, Stadt Weilburg
34. Graf Adolf-Erbstollen, Stadt Weilburg
35. Schacht der Grube „Allerheiligen“, Stadt Weilburg
36. Adolfstollen, Weilburg-Drommershausen
37. Stollen „Friedrichswonne“, Braunfels-Bonbaden
38. Brunnen als ausgebaute Erzuntersuchungsbohrung, Braunfels-Neukirchen
39. Schacht der Grube „Krumm“, Braunfels-Bonbaden
40. Brunnen auf Stollen der Grube „Eckardsgraben“, Limburg-Staffel (Phosphorit)
41. Schacht der Grube „Georg-Joseph“, Runkel-Wirbelau
42. Brunnen nahe Eisenerz-Untersuchungsbohrung, Weinbach
43. Stollen der Grube „Fritz“, Weilmünster-Essershausen
44. „Buderusstollen“ und Stollen der Grube „Charon“, Weilmünster
45. Stollen „Lisette“, Villmar-Aumenau
46. Hedwigschacht-Siegmundstollen der Grube „Altermann“, Villmar-Langhecke (Buntmetall)
47. Stollen der Grube „Schöne Aussicht“, Weilmünster-Laubuseschbach
48. Stollen der Grube „Alte Hoffnung“, Villmar-Weyer (Buntmetall)
49. „Münsterstollen“ der Grube „Lindenberg“, zur Nutzung vorgesehen
50. Stollen der Grube „Bonscheuer“, Aarbergen-Rückershausen

Tab. 1. Übersicht über die als Trinkwassergewinnungsanlagen genutzten ehem. Roteisensteingruben

Name (f. Wassergewinnung ausgebaut)	Öff. Nutzer Gemeinde/OT od. ST	TK 25 Nr.	R H	Höhe ü. NN (m)	Art der Fassung	Schüttung (Stollen) Pumpleistung (Schacht)
Hassenroth (1964)	Biedenkopf-Dexbach	5117	346983 564450	rd. 460	Stollen	1,5 l/s
Waldecke (1965)	Angelburg-Frechenhausen	5116	346095 562963	513	Stollen; Staumauer 82,5 m südlich Einstiegsschacht	1,2 l/s
Schindelbach (um 1900)	Haiger-Sechshelden	5215	344633 562226	358,60	Stollen; Staumauer 94 m südlich Mundloch	1,2 l/s
Constanze (1963)	Haiger	5215	344322 562012	417,21	Schacht, ausgebaut bis oberhalb 200 m-Sohle	42 l/s
Hachelbach (1963)	Haiger	5215	344593 562286	253,70	Dillstollen; Staumauer 600 m südwestlich Stollenmundloch	18 l/s
Schöne Hoffnung	Eschenburg-Hirzenhain	5216	345747 562901	508	Stollen	1 l/s
Nachtigall (1946/47)	Dillenburg-Oberscheld	5216	345460 562247	278	Stollen; Staumauer 126 m südöstlich Mundloch	0,7 l/s
Ypsilanta (1967)	Dillenburg-Oberscheld	5216	345543 562338	301	49 m Bohrbrunnen in Stollen (96-m-Sohle) (Feld „Steinigter Boden“)	20 l/s
Tiefe Grube (1955)	Dillenburg-Oberscheld	5216	345513 562338	310	Stollen 220 m; Staumauer 11 m nördlich	2 l/s
Rotland (1946)	Mittenaar-Offenbach	5216	345858 561937	298,76	Stollen; Staumauer 110 m nordwestlich	4 l/s
Castor (1963)	Siegbach-Eisemroth	5216	345744 562102	326,60	Stollen (50 m-Sohle); Staumauer 58 m nordnordöstlich	2–3 l/s
Lenzgrube (1947–1949)	Siegbach-Eisemroth	5216	346030 562340	403,16	Stollen; Staumauer 66 m östlich	1 l/s
Scheppengraben (1963)	Mittenaar-Ballersbach	5316	345496 561625	256,32	40 m Bohrbrunnen in Stollen	5 l/s
Heinrichsegen (1965)	Breitscheid-Schönbach	5315	344412 561538	399	Stollen; Staumauer 170 m nordwestlich	1,2 l/s
Neuschweden (1960)	Breitscheid-Schönbach	5315	344417 561542	400	Stollen; Staumauer 118,5 m nördlich	2 l/s
Neufund (1959/60)	Haiger-Dillbrecht	5115	344210 563106	433	Stollen; Staumauer 20 m südwestlich	1–2 l/s

Schöner Anfang (1956)	Aßlar-Werdorf	5316	34 58 43 56 08 16	200,50	Stollen, Staumauer 172 m nordnordöstlich	5 l/s
Morgenstern	Lahnau-Waldgirmes	5317	34 68 04 56 08 12	223	Stollen, Staumauer 22 m nordöstlich	0,7 l/s
Königsberg (1970)	Zweckverband Mittelhess. Wasserwerke	5317	34 68 10 56 11 77	285,50	Schacht, ausgebaut bis 8 m unter 210 m-Sohle als Notwasserversor- gung	mehr als 80 l/s
Fortuna	Stadtwerke Wetzlar	5416	34 58 94 56 04 64	250	unausgebauter Schacht, Pumpen- sumpf	mehr als 30 l/s
Amanda (1951)	Wetzlar-Nauborn	5416	34 63 88 55 99 57	172,10	Stollen, Staumauer 200 m westnordwestlich	7–12,5 l/s
Krumm (1963/64)	Braunfels-Bonbaden	5516	34 59 86 55 95 98	201	Schacht, unausgebaut	6,4 l/s
Friedrichswonne (1954/55)	Braunfels-Bonbaden	5516	34 57 83 55 94 94	200	Stollen	1 l/s
Epstein (1960)	Löhnberg-Niedershausen	5415	34 46 12 56 02 61	220,53	Stollen	2 l/s
Schiefer (1930)	Mengerskirchen-Dillenhausen	5415	34 44 74 55 01 97	257,76	Stollen	1 l/s
Graf-Adolf-Erbstollen (1945)	Weilburg	5515	34 48 21 55 93 92	136	Stollen; Staumauer 1035 m nordöstlich	
Allerheiligen (1960)	Weilburg	5515	34 49 43 55 94 60	262	Schacht, ausgebaut bis 160 m-Sohle	8,3 l/s
Ottostollen (1972/73)	Weilburg	5415	34 48 92 55 95 68	143,30	Stollen, 110 m-Sohle Grube Aller- heiligen; Staumauer 168 m östlich	25 l/s, zurückge- gangen auf 8 l/s
Georg-Joseph (1970)	WV Georg-Joseph-Runkel	5515	34 45 61 55 91 24	210,57	Schacht (Groebler-), ausgebaut bis unter 220 m-Sohle	42 l/s bei Total- sümpfung
			34 46 64 55 90 96	132,40	Wittekind-Stollen	25 l/s
Schöne Aussicht (1921)	Weilmünster-Laubuseschbach	5616	34 53 22 55 84 57	305	Stollen, 680 m Stollenmundloch Staumauer	6 l/s
Theodor (1992/93)	Weilmünster-Laubuseschbach	5615	34 51 32 55 84 20	316	Schacht, 50 m tief	4,2 l/s
Charon (1949/50)	Weilmünster	5516	34 55 30 55 87 82	199	Entnahme aus Schacht 27 m östlich Stollenmundloch, 30 m tief	4–5 l/s (1,6 l/s)
Buderusstollen, Feld „Stollberg“ (1920)	Weilmünster	5516	34 54 30 55 88 04	228,65	Stollen; Staumauer 165 m westlich	1,6–2,3 l/s
Bonscheuer (1977/78)	Aarbergen (Rückershausen)	5714	34 31 45 55 70 87	235	durch 49 m tiefen Bohrbrunnen angefahrener Wasserlösestollen	ca. 5 l/s

50 m tief, 3,5 l/s Leistung), Brunnen der Gemeinde Weinbach in der Nähe des Bohrlochs „Erzengel 14“ (1952, Brunnen der Gemeinde Weinbach 1959, 64 m tief, Leistung: 20 l/s)].

Die Wasserlösestollen, unterschiedlich lang, wurden mit einem Dammverschluß versehen, das Wasser hinter ihm im Einzelfall bis zur nächst höheren Sohle (Sohlenabstand 30 bis 35 m) aufgestaut und von dort in den Hochbehälter gefördert. So erfolgte 1974 z. B. die Fassung des „Riemannstollens“ der Grube „Richardzeche“ bei Solms-Niederbiel.

Besonders lang ist der sog. „Dillstollen“ mit rd. 4 km, über den Überlauf aus dem Grubengebäude der Grube „Vereinigte Constanze“ bei Haiger-Langenaubach durch die Gemarkung Dillenburg-Donsbach unter Aufnahme von Zulauf aus mehreren anderen, z. T. auch Buntmetallgruben bis zur Fassung in das Hachelbachtälchen östlich Haiger. Hier erfolgt ein Aufstau rd. 600 m südwestlich seines Auslaufs in das Dilltal und 180 m oberhalb des mit ihm durchschlägigen Schachtes der 1941 stillgelegten kleinen Roteisensteingrube „Hachelbach“ bis 48 m über Sohle Dillstollen, so daß der Auslauf über den „tiefen Stollen Gnade Gottes“ erfolgt.

Ein großes Bergbaugebiet entwässert auch der „Friedrich-Alfred-Stollen“ südlich Solms-Albshausen. Er wurde 1903–1909 3,4 km lang aufgefahren, zunächst 400 m nach Süden, dann 3 km nach Ostsüdost Richtung Grube „Juno“ bei Nauborn mit zwei rd. 1,4 und 1,1 km langen Querschlägen nach Süden zu den Feldern „Prinz Alexander“, „Helfenstein“ und „Uranus“ bzw. in das Feld „Margaretha“ bei Laufdorf. Im Jahr 1962 wurde die Grube „Laubach“, zu der der Stollen ursprünglich gehörte, geschlossen. Seither laufen zwischen 4 und 13 l/s frei aus. Inzwischen wurde er seitlich angefahren, weil er im vorderen Teil verstürzt ist, und dient dem Stadtteil Albshausen der Stadt Solms als Trinkwassergewinnungsanlage.

Als Wasserlösestollen der kleinen Grubengebäude „Heide“ und „Diana“ diente seit 1937 der 1,7 km lange Graf Adolf-Erbstollen in Weilburg, der im Jahr 1945 als Trinkwassergewinnungsanlage für die Stadt Weilburg in Betrieb genommen worden ist. Die zunächst 200 m nordöstlich des Mundloches bei R 344821, H 559392, 136 m über NN, installierte Staumauer wurde 1968 bis 1035 m nordöstlich Stollenmundloch verlegt, um einen Einfluß der Stadtbebauung auf die Wasserbeschaffenheit auszuschließen. Dem Stollen konnten bisher im Mittel 6,6 l/s zufließen.

Die Stadt Dillenburg untersucht z. Zt. den „Wilhelmstollen“ der ehem. Grube „Beilstein“ oberhalb Oberscheld im Scheldetal, der als tiefer Wasserlösestollen des riesigen konsolidierten Grubensystems im Schelder Wald mit der Grube „Königszug“ rd. 30 l/s schüttet (TK 25 Bl. 5216 Oberscheld, R 345414, H 563363, 279 m über NN).

Noch ungenutzt fließen 30 l/s (Mittelwert) aus dem 2,96 km langen „Münsterstollen“ der 1941 aufgefahrenen, 1970 geschlossenen, von der Fa. Harz-Lahn-Erzbergbau AG betriebenen Grube „Lindenberg“ (DENGLER 1959) in das Leistenbachtal bei R 344802, H 558436, 178,7 m über NN aus. Der Förderschacht (Rasenhängebank bei R 344958, H 558185, 324,31 m über NN) ist 250 m tief. Das in dem ausgedehnten Grubengebäude zusammenlaufende Wasser wurde auf die 120 m-Sohle gefördert und gelangte über sie zum „Münsterstollen“, der zunächst das Laubustal, dann den Bergrücken zwischen Laubus- und Leistenbachtal unterfährt und dabei Zuläufe aus den älteren Roteisengruben „Eisensegen“, „Strichen“, „Ebelslust“ und „Sophie“ erhält. Das Wasser des „Münsterstollens“ enthält beachtliche Sulfatmengen (um 300 mg/l).

Die meisten Stollen sind allerdings nur kurze Wasserlösestollen und schütten 1 bis 3 l/s. Sie sind durch 1 m hohe Sperrmauern mit dahinter liegendem Bassin oder nur durch eine Betonschwelle als Trinkwassergewinnungsanlage ausgebaut worden (s. Tab. 1).

In einigen Fällen wurden Stollen durch Bohrbrunnen von Tälern aus angebohrt und ihr Dargebot auf diese Weise genutzt, so ein mit der Grube „Ypsilanta“ in Verbindung stehender Stollen im Irrschildetal nordöstlich Oberschild und ein verstürzter Wasserlösestollen der Grube „Bonscheuer“ NW Aarbergen-Rückershausen (Rheingau-Taunus-Kreis).

Erheblichen Aufwand bedeutete die Fassung der Förderschächte von Roteisensteingruben. Beispiele liegen mit folgenden Gruben vor:

- Förderschacht der Grube „Königsberg“ bei Biebertal,
- Förderschacht der Grube „Vereinigte Constanze“ bei Haiger-Langenaubach,
- Förderschacht der Grube „Allerheiligen“ bei Weilburg,
- Förderschacht der Grube „Georg-Joseph“ bei Runkel-Wirbelau,
- Förderschacht der Grube „Krumm“ bei Braunfels-Bonbaden.

3.1.1. Ausbau der Grube „Königsberg“

Nur 10 Jahre war die Grube „Königsberg“ westlich des Dünsberges durch die Fa. Mannesmann AG betrieben worden. Sie hatte in dieser Zeit zwei schwere Einbrüche von Grundwasser und wohl auch oberirdischem Abfluß erlebt, als sie vom Zweckverband Mittelhessische Wasserwerke, Gießen, erworben und ihr Förderschacht im Rahmen des 2. Sicherstellungsgesetzes des Bundes zur Notwasserversorgung ausgebaut worden ist. Der Ausbau erfolgte mit HAGUSTA Filterrohren DN 800 von 285,07 m über NN bis 70 m über NN, wobei offene Filter bei 70 m – 76 m, 155,70 m – 175,70 m und bei 200 m – 212 m u. Gel. eingebaut worden sind. Die 60 m-Sohle, 160 m-Sohle und 210 m-Sohle wurden am Schacht vermauert. Der Ruhewasserspiegel im Schacht steht bei 221,07 m über NN knapp unter der 60 m-Sohle. Während der Betriebszeit 1953 bis 1963 wurden zur Trockenhaltung der Grube bis unterhalb der 210 m-Sohle bis zu 104 l/s gefördert, wobei Strupbach, Dünsbergbach und der obere Bieberbach ebenso trockenfielen wie der am Zusammenfluß gelegene flache Brunnen der Gemeinde Fellingshausen. Aus Sorge um Auswirkungen der Entnahme auf die oberirdischen Gewässer und das Karstgrundwasservorkommen im mitteldevonischen Massenkalk wurde der ausgebaut Schacht bisher kaum für die öffentliche Trinkwasserversorgung genutzt. Eine Darstellung der Grube vermittelt BOTTKE (1982).

3.1.2. Ausbau der Grube „Vereinigte Constanze“

Als am 31. 3. 1963 die Grube „Vereinigte Constanze“ der Fa. Mannesmann Bergbau AG die Förderung eingestellt hatte, konnte allein die Stadt Haiger die Mittel bereitstellen, den Schacht der bis unter die 310 m-Sohle reichenden Grube zum Brunnen auszubauen, und zwar vom 200 m langen Förderstollen, der 3. Stollensohle, bei 370,19 m über NN aus. Der Schacht wurde bis zur 200 m-Sohle verfüllt, dort ein Betonsockel installiert, über dem 2 m Sumpfrohr, 45 m Filterrohr (DN 600; polyethylenüberzogene Stahlrohre), 9 m Aufsatzrohr, 6 m Filterrohr und wieder 118 m Aufsatzrohr eingebaut worden sind, d. h. bis zur 18 m-Sohle bei 355,16 m über NN. Die Pumpe hängt bei 231,5 m über NN, rd. 9 m unterhalb der 135 m-Sohle. Betriebserfahrungen liegen bis heute nicht vor, weil die Stadt durch die Entnahme aus dem Dillstollen via Hachelbach (s. o.) bis heute ausreichend versorgt wird. Aus der Betriebszeit der Grube rechnet man mit etwa 33 l/s. Der komplizierte Schuppenbau des Untergrundes wird von WIEGEL (1956) ausführlich beschrieben.

3.1.3. Ausbau der Grube „Allerheiligen“

Die Schachtoberkante liegt unmittelbar nördlich der alten B 49 östlich oberhalb der Stadt Weilburg bei R 344973, H 559460, 258 m über NN. Der 4 × 2 m breite Schacht wurde nach Stilllegung der Grube im Jahr 1960 mit einem Filterrohr DN 350 (HAGUSTA) bis zur tiefsten Sohle (160 m-Sohle) versehen, wobei offene Filterrohre bei 118 – 123 m, 128 – 143 m und 148 – 158 m liegen. Die Filterrohre wurden bis 98 m u. Rasenhängebank mit Filterkies umschüttet; darüber wurde eine Beton- und eine rd. 10 m mächtige Tonabdichtung eingebracht. Der Rest des Schachtes wurde bis zur Oberkante mit Abraum verfüllt. Wenn kein Wasser gefördert wird, steigt der Wasserspiegel bis zur 110 m-Sohle an und fließt über das Stollensystem in das Grundbachtal, wo der Überlauf mit dem Otto-Stollen, der ebenfalls als Trinkwassergewinnungsanlage ausgebaut worden ist, gewonnen werden kann. In jüngster Zeit hat der Otto-Stollen stark in seiner Schüttung nachgelassen, vermutlich, weil Stollen im Streckennetz zwischen ihm und dem ausgebauten Schacht der Grube „Allerheiligen“ zu Bruch gegangen sind.

3.1.4. Ausbau der Grube „Georg-Joseph“

Nach der Stilllegung (1966) der von der Fa. Hess. Berg- und Hüttenwerk AG betriebenen Grube wurde im Jahr 1970 der Wasserbeschaffungsverband „Georg Joseph“ mit Sitz in Runkel gegründet. Die Grube war durch den 1912 – 1920 abgeteuften Gröbler Schacht (3,50 m Durchmesser) bei R 344561, H 559124, 210,57 m über NN erschlossen. Der Schacht reichte bis zur Tiefe 93,20 m über NN. Mit der 135 m-Sohle führte als Wasserlösestollen der Wittekind-Stollen rd. 1 km nach Osten in das Lahntal. Von der sog. „Bunkersohle“ bei 162,40 m über NN aus wurde eine 1 m mächtige Stahlbetondecke in den Schacht gelegt, durch die ein Stahlschutzrohr DN 800 geführt wurde. Über der Betonplatte wurde das Schutzrohr mit Kies umschüttet. Durch das Schutzrohr wurde eine Unterwasserpumpe in den sonst nicht weiter ausgebauten Schacht gehängt, die bei einer Entnahme zwischen 18 und 34 l/s den Wasserspiegel unterschiedlich weit unter Sohle Wittekindstollen absenkt. Langfristig können ohne Eingriff in den Grubenspeicher nur 25 l/s gefördert werden; bei Trockenlegung auch der tiefsten Sohlen konnten während der Bergbauzeit im Mittel 41,5 l/s gefördert werden.

3.1.5. Ausbau der Grube „Krumm“

Der 40 m über dem Solmsbachtal ansetzende (R 345986, H 559598, 209 m über NN) 70 m tiefe Förderschacht verbindet eine 30 m-Sohle (Wasserlösestollen) mit der 70 m-Sohle als wichtiger Sohle für den Abbau („Läuskopp-Strecke“; sie führt vom Schacht 460 m nach Süden). Die Wasserhaltung erbrachte 33 bis 40 l/s. Nachdem die Grube stillgelegt worden war (Betreiber: Fa. Mannesmann Erzbergbau AG), wurde der Förderschacht ab 1963/64 durch die damals noch selbständige Gemeinde Bonbaden als Trinkwassergewinnungsanlage in Betrieb genommen. Der Wasserspiegel hatte sich bei rd. 178 m über NN eingestellt. Aus dem unausgebauten Schacht mitten im Ort werden etwa 6,5 l/s entnommen, wobei der Wasserspiegel nur geringfügig abgesenkt wird. Das Wasser dürfte vor allem aus den z. T. vererzten oberdevonischen Plattenkalken (FALKE 1952; HENNINGSEN & QUADE 1962) stammen, die unter anderen von jungen Dehnungsbrüchen durchzogen werden, denen das Solmsbachtal von Süden nach Norden folgt.

Der Ausbau der Schachtanlagen stand in der Regel unter Zeitdruck und fiel entsprechend uneinheitlich aus. In mehreren Fällen wird das Grundwasser aus dem unausgebauten Schacht entnommen. Als Erfahrung stehen bis heute vor allem die Erfahrungen aus der aktiven Bergbauzeit zur Verfügung, d.h. welche Gewässer durch den Entnahmetrichter der Gruben während der Totalsümpfung trockengelegt oder beeinträchtigt worden sind.

4. Grundwasserneubildung über Grubengebäuden

Manche der frei auslaufenden Wasserlösestollen können als Quasi-Lysimeter für die Grundwasserbilanz einer Region herangezogen werden. Dabei ist einerseits zu berücksichtigen, daß die Grubengebäude in der Regel in wenig durchlässigen Kluftgesteinen stehen, über deren Wert für die Grundwasserneubildung schon einschlägige Erfahrungen bestehen. Andererseits können durch den in die Tiefe fortschreitenden Bergbau mit Sprengung und Bergsenkung künstliche Durchlässigkeiten entstanden sein, die sich nicht über größere Flächen übertragen lassen.

Aus dem immerhin rd. 4,5 km² unterfahrenden Grubengebäude der konsolidierten Grube „Königszug“ wurden während der aktiven Bergbauperiode zwischen 28 l/s und 67 l/s Grundwasser gelöst, wobei der Wasserspiegel bis zur 500 m-Sohle abgesenkt worden ist. Für den jetzigen Zustand der aufgefüllten Grube „Königszug“ kann die Schüttung des „Wilhelmstollens“ mit rd. 30 l/s als Maßstab gelten. Niederschläge brauchten 3 bis 7 Tage, bis sie sich auf der 500 m-Sohle durch höhere Pumpleistung dort bemerkbar machten. Während die Grundwasserneubildung im Rheinischen Schiefergebirge, von Massenkalkvorkommen abgesehen, bei maximal 2 l/s km² liegen dürfte, können in aktiven Bergbaugebieten 6 l/s km² und (bei Grube „Königsberg“ z. B.) mehr angenommen werden. Bei nicht sehr großen Grubengebäuden können jedoch recht brauchbare Werte für die örtlich anzunehmende Grundwasserneubildung gewonnen werden.

5. Hydrochemische Erfahrungen mit Grundwasser aus Grubengebäuden (Tab. 2)

Während die meisten Stollenfassungen in der zentralen Lahn- und Dill-Mulde ein der örtlichen Norm entsprechendes Grundwasser liefern, das aufgrund von ausreichendem Gehalt an gelöstem freien Sauerstoff nicht einmal Eisen oder Mangan gelöst enthält, kann es bei Grundwasser in größeren Grubengebäuden durchaus zu Problemen kommen, weil bei längerer Verweilzeit das Grundwasser an gelöstem freien Sauerstoff durch Abgabe an oxidierbare Verbindungen im Gestein oder an verrottendes Holz aus dem Grubenbau verarmt. Hier sind in der Regel Aufbereitungstechniken gefragt (Belüftung; z. B. in Weilburg Kaskadenbelüftung). Der Mangel an gelöstem freien Sauerstoff führt wiederum zur Lösung von **Eisen- und Manganverbindungen**. Nicht selten übersteigt der Mangangehalt den Eisengehalt des Wassers.

Ein Zulauf von thermalem **Natrium-Chlorid**-Wasser (22 bis 24°C) wurde aus einer Nord-Süd verlaufenden Kluft, die mit der 150 m Sohle (82 m über NN) angeschlagen worden war, im Jahr 1937 von der Grube „Laufender Stein“ in Dillenburg (Lage: TK 25 Bl. 5215 Dillenburg, R 345041, H 562240, 275,3 m über NN; endgültige Stilllegung 1946; tiefste Sohle: 250 m-Sohle mit sehr starken Wassereinbrüchen) gemeldet.

Zur Prüfung der Möglichkeit der Verwendung des Grubenwassers für eine Industrierwasserversorgung wurde vom 31. 8. – 15. 10. 1992 ein Pumpversuch im aufgelassenen Förderschacht

Tab. 2. Grundwasserbeschaffenheit aus Grubengebäuden und Wasserlösestollen

Anlage	pH	°d C-Härte	°d G-Härte	mg/l O ₂ frei	mg/l Fe	mg/l Mn	mg/l NO ₃	mg/l Cl	mg/l SO ₄	mg/l CO ₂ frei	Analytiker	Analysedatum
<i>Grube (Schacht)</i>												
Vereinigte Constanze	7,15	11,2	15,1	1,7	0,19	n.n.	n.n.	9,9	100,5	22	MUA Dillenburg	19. 9. 1963
Allerheiligen	7,1	16,5	17,4	2,2	0,08	0,06	5	13,5	27	57,2	MUA Dillenburg	18. 1. 1977
Georg-Joseph	7,3	16,0	17,2	9,9	0,04	n.n.	6	13,0	20	n.b.	Fresenius	29. 8. 1966
Krumm	7,14	17,2	20,0	0,6	0,01	0,11	2	40,0	40	210	MUA Dillenburg	23. 3. 1965
Lindenberg	6,85	28,7	118,7	1,3	2,28	6,40	0,6	19,8	1660	61,6	MUA Dillenburg	2. 3. 1973
<i>Wasserlösestollen</i>												
Graf Adolf-Erbstollen	7,4	14,6	16,0	9,2	0,02	n.n.	4,1	17,8	53	29	MUA Dillenburg	17. 1. 1977
Riemann-/Hugo-Stollen	7,1	18,3	19,6	0,9	1,01	0,81	2,6	7,1	21	79,2	MUA Dillenburg	15. 2. 1973
Friedrich-Alfred-Stollen	7,15	17,8	20,1	8,1	0,21	0,18	n.b.	8,5	97	n.b.	MUA Dillenburg	26. 2. 1988
Otto-Stollen	7,88	13,0	14,3	9,1	0,06	n.n.	4,6	10,6	25	13,2	MUA Dillenburg	17. 1. 1977
Münsterstollen	7,63	16,0	28,6	5,2	0,14	0,28	3,0	24,9	288	18,8	St. Chem. UA. Wiesb.	26. 9. 1978
Charon-Stollen (Weilmünster)	7,28	10,6	16,4	1,72	0,07	0,19	9,2	17,2	42,6	n.b.	MUA Dillenburg	22. 8. 1989
Hachelbach-Haiger	7,40	9,0	11,2	3,8	0,03	n.n.	6,6	11,8	32,0	9,6	MUA Dillenburg	16. 8. 1974
Bonscheuer	6,67	13,7	21,5	n.b.	1,9	10,5	n.n.	5,0	100,0	n.b.	Fresenius	27. 10. 1977

von der Sohle des „Neuen Stollen“ bei 230,4 m über NN aus durchgeführt. Dabei wurden 42 l/s bei Absenkung des Wasserspiegels von rd. 225 m über NN auf rd. 157 m über NN gefördert. Das Wasser wies bis 310 mg/l Chlorid und bis 12,6°C auf, so daß der Befund von 1937 damit erneut eingetreten ist. Das Vorkommen fügt sich in die das östliche Rheinische Schiefergebirge von Wiesbaden über Selters/Taunus, Löhnberg-Selters/Lahn in den Raum Dillenburg durchziehende Aufstiegszone thermaler Kochsalzwässer ein (vgl. STENDEL-RUTKOWSKI 1967, S. 199).

Häufig ist auch ein hoher **Sulfatgehalt**, insbesondere wenn ein Grubengebäude frisch geflutet worden ist, so daß nun eine Reaktion des Wassers mit dem im Staub feinverteilten Schwefeleisen (Pyrit) erfolgt.

So wurden im Wasser des ausgebauten Förderschachtes der Grube „Vereinigte Constanze“ mehr als 100 mg/l Sulfat, im Wasser des Hachelbach-Stollens sogar 434 mg/l (23. 8. 1963) Sulfat nachgewiesen. Der Sulfatgehalt ging aber rasch auf Werte um 30 mg/l zurück.

Beständiger im Sulfatgehalt sind die Wässer aus Gruben in der Schwarzschieferfazies des Oberdevons der südlichen Lahn-Mulde. So zeigt der Friedrich-Alfred-Stollen ein Wasser mit rd. 100 mg/l Sulfat. Die höchsten bekannten Sulfatgehalte sind aus der Grube „Lindenberg“ bei Selters/Ts.-Münster und aus Abschnitten des „Münsterstollens“ bekannt. Das Wasser aus den tiefen Sohlen der Grube „Lindenberg“ enthielt bis zu 1710 mg/l Sulfat; aus dem Feld „Ebelslust“ strömt in den „Münsterstollen“ ein Wasser mit fast 1000 mg/l Sulfat, aus dem Feld „Strichen“ (nördlicher Abzweig) ein Wasser mit 672 mg/l Sulfat. Nach einer Meldearbeit von V. MÜLLER, Clausthal, vom 15. 4. 1965 führte die Grube „Waldhausen“ bei Weilburg (Fa. Harz – Lahn Erzbergbau AG) auf der 50 m-Sohle im Wasser bis 252 mg/l Sulfat, während die 75 m-Sohle nur noch geringen Sulfatgehalt zeigte.

Seltener sind Mineralwässer, insbesondere **gasförmige Kohlensäure** im Wasser von Roteisenerzgruben aufgetreten. Als Beispiel sei die Grube „Philippswonne“ bei Wetzlar-Garbenheim genannt, von deren 75 m-Sohle KEGEL (1929) in den Erläuterungen zur GK 25 Bl. 5417 Wetzlar einen Kohlensäuerling nennt. Ähnlich scheint der Gehalt an freier Kohlensäure im Wasser der Grube „Krumm“ (Tab. 2) auf den Zutritt von gasförmiger Kohlensäure aus dem Solmsbachtal folgenden jungen Störungen zurückzugehen.

Die Hydrochemie des Grubenwassers aus Roteisensteingruben stellt in der Regel für die Nutzung als Trinkwasser kein Problem dar.

6. Trinkwasserschutzgebiete

Während bei Stollenfassungen die Abgrenzung einer Schutzzone I (Fassungsbereich) in der Regel entfallen kann, weil die Fassung unterirdisch und für anthropogene Vorgänge unerreichbar angelegt ist, ist ein zutage durchschlägiger Schacht wie ein Bohrbrunnen zu behandeln. Das führt bereits zu Problemen, weil häufig die Gebäude des ehemaligen Bergwerksunternehmens um den Schacht in fremde Hände gelangen, z. B. an Gewerbebetriebe, deren Einfluß auf das Wasserwerk nachteilig sein kann, oder an „beschützende“ Werkstätten, wie um den Schacht der Grube „Königsberg“ oder der Grube „Florentine“ westlich Braunfels. Der Schacht muß also besonders gut gegen Einflüsse von der Oberfläche geschützt werden.

Problematisch für die Wirksamkeit einer Zone II, in der abbaubare organische und bakteriologische Verunreinigungen zu vermeiden sind, ist oft die historische Entwicklung des Bergbaus über Pingenfelder, Tagebau, flachen und tiefen Untertagebau, durch die eine Fülle von Natur

aus nicht gegebener Durchlässigkeiten geschaffen worden ist. Oft wurden Tagebaue und Einbrüche über flachen Stollen jahrelang für die Abwasser- und Abfallentsorgung genutzt; es wurden Tierkadaver ebenso wie problematische chemische und technische Abfälle auf diese Weise beseitigt. Der trichterförmige Einbruch des früheren Maschinenschachtes der Grube „Glückstern“ (TK 25, Bl. 5216; R 345665, H 562800) wurde über längere Zeit mit den Fäkalien der Gemeinde Hirzenhain (heute: Eschenburg-Hirzenhain) beschickt. Die Grube „Glückstern“ ist aber mit der einige 100 m im Grundwasserunterstrom (südlich) gelegenen Grube „Amalie“ durchschlägig (WEG 1934), aus deren Stollensystem ein Heim der Luftsportjugend bisher unbeanstandetes Trink- und Brauchwasser entnimmt, und mit dem noch weiter im Unterstrom gelegenen „Ferdinandstollen“ des Wasserverbandes Wasserwerke Dillkreis-Süd, der das Wasser für die öffentliche Wasserversorgung aufbereitet.

Über dem „Burger Stollen“ der Grube „Auguststollen“ östlich Oberscheld (TK 25, Bl. 5216, R 345592, H 562302, 349 m über NN) liegt die zentrale Abfalldéponie „Schelder Wald“. Der „Burger Stollen“ führt zwar vor allem Überlauf aus der „grundwasserreichen“ Grube „Sahlgrund“ rd. 400 m südöstlich, erhält aber auch Zulauf von offensichtlich belastetem Sickerwasser aus dem Deponiebereich, so daß an eine Nutzung dieses verhältnismäßig bedeutenden Wasserlösestollens unter den jetzigen Umständen nicht gedacht werden kann.

Der Wasserlösestollen der Grube „Amanda“ bei Wetzlar-Nauborn wurde jüngst durch chlorierte Kohlenwasserstoffe verunreinigt. Er unterfährt Teile der Ortschaft.

Die über dem großen Grubengebiet des Schelder Waldes (TK 25, Bl. 5216) verstreuten Wohnstellen (alte Steigerhäuser und Gehöfte) ohne Abwasserentsorgung, aber auch die geschlossenen Siedlungen über den Grubengebäuden (z. B. Stadt Weilburg; Stadtteil Bonbaden der Stadt Braunsfels mit der Grube „Krumm“) erweisen sich bei der Ausweisung eines Wasserschutzgebietes als Gefahrenpunkte, die nur sehr kostenaufwendig gemildert werden können. Im Fall des großen, bis 500 m tiefen Grubengebäudes der Grube „Königszug“ ist wegen der geohygienischen Unsicherheit darauf verzichtet worden, den Grubenspeicher selbst zu nutzen. Zwei 150 m tiefe Bohrbrunnen im Scheldetal im Randbereich der Grube haben nur bescheidene Leistungen erbracht. Noch immer wird z. Zt. darüber nachgedacht, das aus dem „Wilhelmstollen“ ablaufende Wasser (s. o.) für die öffentliche Trinkwasserversorgung zu nutzen.

Ähnliche Bedenken bestanden gegenüber der Nutzung des in der Grube „Königsberg“, Gemeinde Biebertal, zusammenlaufenden Wassers, weil bereits geringfügige Absenkung des Wasserspiegels in der Grube zum Versinken der beiden, das Grubengebiet überfließenden Bäche Dünsbergbach und Strupbach geführt hatten.

Da die Stollen, vor allem die Wasserlösestollen meist örtliche Wasserscheiden unterfahren und damit benachbarte Einzugsgebiete miteinander verbinden, können Wasserschutzgebiete für als Trinkwassergewinnungsanlagen genutzte Grubengebäude erhebliche Ausdehnung haben und auch auf den ersten Blick nicht schlüssig erscheinen.

Den besten Überblick über auch vom Förderschacht entfernte Durchlässigkeiten zwischen Grubengebäude und Oberfläche vermitteln die Aufzeichnungen über Wassereinbrüche, Fördermengen von Wasser und Schadensersatzgewährung an Wasserrechtsinhaber während der Betriebszeit. So legte z. B. die Grube „Falkenstein“ im Schelder Wald südöstlich Oberscheld nach einem Wassereinbruch am 20. 2. 1960 und einer Wasserförderung von 8,5 l/s, später 5 l/s, die Rinkenbachquelle der Gemeinde Oberscheld trocken. Im Schelder Wald gibt es zahlreiche Talabschnitte, in denen oberirdische Gewässer in unterirdischen Bergbau übertreten. Die Grube „Fortuna“ ließ Quellen im oberen Grundbachtal trockenfallen.

Ein Teil der Wasserschutzgebiete ist auch deshalb gegen rechtliche Einwendungen von Benachteiligten nicht durchsetzbar. In einigen Fällen sind vorgeschlagene Wasserschutzgebiete trotzdem rechtskräftig festgesetzt worden. Hier ist freilich ihre Wirksamkeit in Frage gestellt.

7. Aussichten für die zukünftige Trinkwasserversorgung

Die zunehmende Wasserknappheit im rechtsrheinischen Schiefergebirge, nicht zuletzt auch der Ausfall traditioneller Trinkwassergewinnungsanlagen durch Belastung mit Schadstoffen, die noch im $\mu\text{g/l}$ -Bereich und darunter infolge bestehender Grenzwerte nicht mehr ohne Aufbereitung genutzt werden können, bringt immer wieder Grubengebäude der vergangenen Eisenerz- oder auch Buntmetallgewinnung als Grundwasserspeicher ins Gespräch. Dabei ist grundsätzlich zu bedenken, daß diese Grundwasserspeicher in der Regel nicht gut vor dem Einfluß belasteter Sickerwässer geschützt sind und die Ausweisung von angemessenen Wasserschutzgebieten schwierig ist. Somit scheiden jedenfalls Untertagespeicher aus, die in der Nähe sich ausbreitender Siedlungsgebiete liegen. Andere Speicher können wegen der geogen ungünstigen Beschaffenheit des gespeicherten Grundwassers (z. B. ehem. Grube „Lindenberg“) nicht genutzt werden, weil ihr Gehalt an Sulfat alle Grenzwerte weit übersteigt. Eine Prüfung aller vorhandener Grubenspeicher auf ihre Nutzbarkeit steht bisher noch aus.

Am günstigsten erscheint die Nutzung von leistungsstarken Wasserlösestellen. Hier sind noch manche einer näheren Prüfung zu unterziehen (z. B. „Münsterstollen“ im OT Langhecke der Gemeinde Villmar; „Wilhelmstollen“ der mit der Grube „Königszug“ konsolidierten Grube „Beilstein“ bei Dillenburg-Oberscheld). Es ist allerdings zu bedenken, daß diese Stollen oft über längere Strecken durch Schalstein führen und hier durch Quellvorgänge im Schalstein bei Kontakt mit dem Grundwasser verstürzen können (z. B. „Dillstollen“ zwischen Haiger-Langenaubach und Hachelbach, s. o.; „Annastollen“ als tiefster oberirdisch ausmündender Stollen der konsolidierten Grube „Königszug“ im Schelder Wald in der Gemarkung Dillenburg-Eibach; „Burger Stollen“ teilweise). Ihre Leistung läßt nach dem Verbruch schlagartig nach. Die gefährdeten Strecken müssen ggf. vorher gesichert werden.

Z. Zt. wird eine Grundwasserentnahme aus dem Schacht (52 m tief, Baujahr 1927) der Grube „Theodor“ bei Weilmünster-Laubuseschbach (R 345132, H 558420, 316 m über NN; Bl. 5615 Villmar) projektiert.

In jedem Fall bedarf es umsichtiger Voruntersuchungen, bevor eine ehemalige Erzgrube als Trinkwassergewinnungsanlage in Betrieb genommen werden kann. Die Nutzung der meisten als Trinkwassergewinnungsanlagen genutzten Grubengebäude erfolgt seit vielen Jahren problemlos.

8. Schriftenverzeichnis

- AHLBURG, J. (1912): Die Grube „Schöner Anfang“ bei Breitenbach, Krs. Wetzlar. — Jb. preuß. Geol. L. A. - f. 1909, **30**, 345—363; Berlin.
- (1918): Erl. zur Geol. Kte. von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Lfg. **208**, Bl. Weilmünster, 77 S., 13 Abb., 1 Taf.; Berlin.
 - (1918): Erl. zur Geol. Kte. von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Lfg. **208**, Bl. Weillburg, 154 S., 7 Taf., 30 Abb.; Berlin.
 - (1918): Erl. zur Geol. Kte. von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Lfg. **208**, Bl. Braunfels, 118 S., 5 Taf., 14 Fig.; Berlin.
 - (1918): Erl. zur Geol. Kte. von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Lfg. **208**, Bl. Merenberg, 128 S., 18 Abb., 4 Taf.; Berlin.

- BOTTKE, H. (1982): Die Geologie der Lagerstätten. In: Der Dünsberg und das Biebental, 2. Aufl., 90–145; Dünsberg-Verein Biebental e. V. (Brühl'sche Universitätsdruckerei Gießen).
- DENGLER, H. (1959): Neue Ergebnisse über Entstehung und Bau der Eisenerzlagerstätte Lindenberg bei Münster, Oberlahnkreis. — Z. deutsch.-geol. Ges., **111**: 772–773; Hannover.
- FALKE, H. (1952): Die stratigraphischen-tektonischen Verhältnisse der Roteisensteingrube „Krumm“ bei Bonbaden (Lahnmulde). — Notizbl. Hess. L. Amt Bodenforsch. (VI), **3**: 176–185; Wiesbaden.
- GEORG, R., HAUS, R., & POREZAG, K. (1985): Eisenerzbergbau in Hessen — historische Fotodokumentation mit Erläuterungen 1870–1983. — Förderverein Besucherbergwerk Fortuna e. V.; Wetzlar.
- KEGEL, W. (1922): Abriss der Geologie der Lahnmulde. Zu einer von J. AHLBURG hinterlassenen Übersichtskarte und Profildarstellung der Lahnmulde. — Abh. Preuß. geol. L.A., N.F., **86**, 81 S.; Berlin.
- (1934): Geologie der Dillmulde. — Abh. preuß. geol. L.A., N.F., H. **160**, 48 S.; Berlin.
- LIPPERT, H. J. (1951): Zur Gesteins- und Lagerstättenausbildung in Roteisensteingruben des östlichen Dill-Gebietes. — Abh. Senckenberg Naturforsch. Ges., **485** (RUDOLF-RIECHTER-Festschrift); Frankfurt a. M.
- (1953): Das Roteisensteingrenzlager von der Wende Mittel-Oberdevon in der Dillmulde. — Beobachtungen und Gedanken zur Entstehung von Erz und Nebengestein. — Z. deutsch. Geol. Ges., **104**: 250–276, 1 Abb., Taf. 10 und 11; Hannover.
- et al. (1970): Erl. geol. Kte. Hessen 1:25000, Bl. 5215 Dillenburg. — 2. Aufl., 550 S., 18 Abb., 56 Tab., 6 Taf., 3 Beibl.; Wiesbaden.
- MICHELS, F. (1922): Die Grube „Altenberg“ bei Laubuseschbach im Taunus. — Z. prakt. Geol., **30**: 13–15; Halle (Saale).
- QUADE, H. (1963): Entstehung und Ausbildung der Roteisensteinlagerstätte Eisenfeld bei Phillipsstein im Oberlahnkreis. — Diss. Univ. Gießen, 41. S., 11 Abb.; Gießen.
- SCHEIBE, E. A. (1950): Die Eisenerze des Lahn–Dill-Gebietes. — Ber. 55 Erzausschuß d. VDE Stahl u. Eisen, **70**: 954–956; Düsseldorf.
- STENGEL-RUTKOWSKI, W. (1967): Einige neue Vorkommen von Natrium-Chlorid-Wasser im östlichen Rheinischen Schiefergebirge. — Notizbl. Hess. L.-Amt Bodenforsch., **95**: 190–212, 6 Abb.; Wiesbaden.
- STIBANE, F. (1963): Stratigraphie und Magmatismus des Mittel- und Oberdevons bei Werdorf-Berghausen (Lahn-Mulde des Rhein. Schiefergebirges). Notizbl. Hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**: 119–142; Wiesbaden.
- WEG, E. (1934): Bericht über die Lehrausflüge anschließend an die Eisenerztagung in Dillenburg; 2. Dillgebiet; Befahrung der Grube Amalie-Glückstern. — Z. deutsch. geol. Ges., **86**: 377, Taf. 29; Stuttgart.

Manuskript eingegangen am 13. 11. 1992

Böden und Windwurfschäden in Wäldern des Vortaunus

Von

ARNO SEMMEL *

Kurzfassung: Die Kartierung von Windwurfschäden in einem ausgewählten Gebiet des Vortaunus ergab, daß im wesentlichen flächenhafte Schäden bei Fichtenbeständen vorkommen. In der Hauptsache sind es staunasse Böden, die den flachwurzelnden Fichten wahrscheinlich wenig Halt im Spätwinter 1990 boten, weil die Vernässung die Scherfestigkeit des Bodens vermindert hatte. Windwürfe können auch durch historische Bodenerosion gefördert worden sein, weil diese das Solum reduziert hat und damit die heutige Durchwurzelung einschränkte.

Summary: Forest damages caused by strong winds were mapped in a selected area of the Vortaunus. It could be shown that areal damages were usually related to stands of firs. It is supposed that, above all, pseudogley soils caused the instability of the shallow-rooting firs, as the shear-strength of the soils was reduced by the wet conditions of the late winter of 1990. Windfall could also be accelerated by historical soil erosion, which reduced the thickness of the solum and thus limited the present space available for the roots.

Inhaltsverzeichnis

1. Fragestellung	141
2. Geoökologische Faktorenkonstellation im Untersuchungsgebiet	142
3. Die Böden unter flächenhaften Windwurfschäden	143
4. Böden unter vereinzelt Windwürfen	148
5. Schriftenverzeichnis	149

1. Fragestellung

Im Spätwinter des Jahres 1990 sind wie in weiten Teilen der Bundesrepublik so auch in den Taunuswäldern durch mehrere orkanartige Stürme große Windwurfschäden entstanden. Flächenhaft betroffen wurden dabei vor allem ältere Fichtenbestände (ab ca. 40 Jahre), weniger oft Lärchen und Kiefern, relativ selten Laubbäume. Schon bei flüchtiger Betrachtung stellt sich der Eindruck ein, daß offensichtlich die Bodenverhältnisse von Bedeutung für die Windwurfanfälligkeit waren. Um diesen Eindruck zu überprüfen, wurden die Windwürfe in einem größeren Gebiet kartiert und die Bodenverhältnisse aufgenommen. Die in den Sommern 1990 und 1991 ausgeführte Kartierung umfaßte Teile der Forstamtsbezirke Hofheim a. Ts. und Wiesbaden (Abb. 1). Herrn Oberforstrat TREFFENSTÄDT, dem Leiter des Hessischen Forstamtes Hofheim a. Ts., bin ich für hilfreiche forstwirtschaftliche Informationen dankbar.

* Prof. Dr. Dr. A. SEMMEL, Theodor-Körner-Str. 6, 65719 Hofheim.

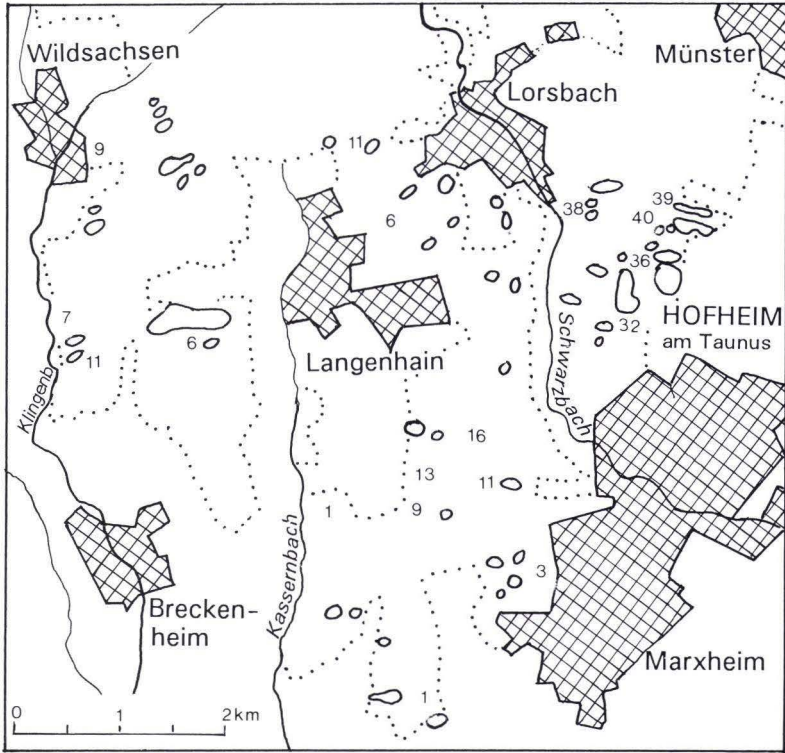


Abb. 1. Übersicht über das Kartiergebiet. Die Windwurfflächen sind mit einer geschlossenen Linie umgrenzt. Die Waldgrenze ist gepunktet. Zahlen geben die im Text erwähnten Forstabteilungen an.

2. Geoökologische Faktorenkonstellation im Untersuchungsgebiet

Das kartierte Gebiet umfaßt den größten Teil des sogenannten Eppsteiner Horstes, einer tektonischen Hochscholle, die weit nach Süden in das Mainzer Becken vorspringt. Sie weist sowohl geologisch als auch geomorphologisch und bodenkundlich Charakteristika auf, die auch weitgehend für den übrigen Vortaunus zwischen Wiesbaden und Bad Homburg zutreffen. Eine Ausnahme stellt lediglich das Rotliegende dar, das im Eppsteiner Horst im Gegensatz zur weiteren Umgebung größere Teile des Untergrundes einnimmt. Jedoch sind die Böden, die auf dem Rotliegenden unter Windwurfschäden vorkommen, den Böden aus tonigen Sedimenten des tertiären Hofheimer Kiesel sehr ähnlich, die im Vortaunus weit verbreitet sind. Nur die auf steileren Talhängen ausgebildeten flachgründigen Braunerden auf groben Konglomeraten des Rotliegenden stellen einen besonderen Standort dar, auf dem indessen kaum flächenhafte Windwurfschäden vorkommen. Ansonsten steht im nördlichen Teil des Kartiergebietes vor allem der vordevonische Phyllit oberflächennah an. Nach Süden schließen die oligozänen Hofheimer Kiese an, an die nördlich von Diedenbergen altpleistozäne Kiese grenzen (KÜMMERLE & SEMMEL 1969). Die angeführten Gesteine haben auf die Bodenent-

wicklung unter Waldbeständen des Kartiergebietes zwar großen Einfluß, noch bedeutsamer aber sind typisch periglaziale Sedimente wie Schuttdecken und Löß. Ihre Verbreitung ist hauptsächlich reliefabhängig.

Das Relief des Kartiergebietes ist durch intensive Zertalung gekennzeichnet, die von der unmittelbaren Nachbarschaft der Oberrheinischen Tiefebene ausgeht. In den höchsten Lagen oberhalb ca. 280 m ü. NN gibt es noch Reste tertiärer Verebnungen mit tonigen Verwitterungsdecken, so vor allem in der Umgebung von Langenhain (WERNER 1977), sonst dominiert aber unter Wald hängiges Gelände, das die für Mittelgebirge typische Zerdellung aufweist. Die Dellen differenzieren nicht nur das Relief, sondern zugleich auch die Bodenverteilung, denn in ihnen verändern sich die Verhältnisse von Untergrundgestein, Schutt und Löß je nach Exposition und damit entscheidende Faktoren des Nährstoff- und Wasserhaushalts (SEMMELE 1970, FICKEL & ZAKOSEK 1974).

Unter Wald sind im Untersuchungsgebiet überwiegend Braunerden, Parabraunerden und Pseudogleye aus periglazialen Schuttdecken zu finden. Auf Rücken, an Dellenkanten und ähnlichen exponierten Stellen kommen meist Braunerden aus Deckschutt, dem oberen Schuttdeckenglied (SEMMELE 1964), auch als Decklage bezeichnet (WITTMANN 1991), vor. Darunter liegt tertiärer oder pleistozäner Kies beziehungsweise Phyllit. Diese Gesteine sind oft als Basisschutt solifluidal verlagert. Auf flachen Hängen und in Dellen, also in Schutzlagen, sind vorwiegend Parabraunerden und Pseudogleye vertreten, bei denen unter dem Deckschutt der stark lößlehmhaltige Mittelschutt folgt. In ausgesprochenen Leelagen unterhalb 300 m NN überwiegen Parabraunerden aus Löß.

3. Die Böden unter flächenhaften Windwurfschäden

Die Kartierung der Windwurfschäden ergab, daß an fast 30 Stellen der gesamte Bestand geworfen wurde. Wie schon betont, handelt es sich dabei fast nur um Fichtenbestände (90%). Die vorherrschende Windrichtung war Südwest bis West. Neben deutlichen Luvlagen sind auch Leelagen vertreten, so beispielsweise in der Forstabteilung 6 südwestlich Lorsbach oder auf dem Kapellenberg nördlich Hofheim. Eine eindeutige Beziehung zu einer bestimmten Bodeneinheit der Bodenkarten von Hessen 1:25000, Bl. 5916 Hochheim a. Main und 5816 Königstein i. Taunus, scheint nicht zu bestehen, denn es kommen sowohl Braunerden und Parabraunerden als auch Pseudogleye unter den Windwurfflächen vor und damit Böden, die die größten Teile der Blattbereiche der angeführten Karten einnehmen. Bei näherer Betrachtung zeigt sich jedoch, daß doch bestimmte Böden häufiger unter den flächenhaften Windwürfen anzutreffen sind.

Besonders gilt das für staunasse Böden (Pseudogleye und pseudovergleyte Parabraunerden). Als Beispiel sei auf die Windwurfflächen südwestlich Langenhain (Forstabteilung 6), nordwestlich Diedenbergen (Forstabteilung 1) und nördlich Hofheim, südlich der Viehweide (Forstabteilung 36, 39, 40) verwiesen. Diese staunassen Böden sind aus Deckschutt und Mittelschutt hervorgegangen. Die Schuttdecken liegen in Dellen auf flachen Hängen. Den Untergrund bildet meist der Hofheimer Kies, manchmal auch Rotliegendes. Darüber folgt ein unterschiedlich mächtiger Basisschutt, der nur aus solifluidal verlagertem Material der genannten Gesteine besteht. Dieser Schutt enthält häufig viel tonigen Lehm, der überwiegend aus tonigen Lagen des Hofheimer Kieses, seltener aus Tonsteinen des Rotliegendes stammt. Das dichtgelagerte Material ist durch Staunässeeinwirkung rost- und graustreifig (marmoriert). Über ihm liegt

der Mittelschutt, der durch seinen hohen Lößlehmgehalt charakterisiert ist. Er wird kaum jemals mächtiger als ein bis zwei Meter. Seine Grundfarbe ist braun, jedoch wird diese durch Staunässe stark marmoriert, die sich in dem dichtgelagerten und relativ tonreichen Material eingestellt hat. Über dem Mittelschutt folgt schließlich der 40 bis 60 cm starke Deckschutt. Er enthält weniger Lößlehm als der Mittelschutt und ist außerdem weniger dichtgelagert und tonärmer. Das Grobmaterial besteht in allen Schuttdecken aus Geröllen des Hofheimer Kieses und des Rotliegenden, wobei zu beachten ist, daß die Gerölle im Hofheimer Kies vorwiegend aus Rotliegendkonglomeraten stammen.

Einen ähnlichen Aufbau besitzen die pseudovergleyten Parabraunerden und Pseudogleye über Phyllit, auf denen flächenhafte Windwürfe vorkommen (z. B. Forstabteilung 9 östlich Wildsachsen). Die Schuttbestandteile bestehen hier aus Phyllit, im Basisschutt hat toniger Zersatz einen hohen Anteil. Solche Zersatzbeimengungen erhöhen meist auch den Tongehalt im Mittelschutt und damit dessen Stauwirkung.

Für den Wasserhaushalt der vorstehend skizzierten Böden ist entscheidend, daß der Deckschutt wesentlich durchlässiger ist als der Mittelschutt. Die Grenze zwischen beiden Schuttdecken stellt zugleich die Grenze zwischen Staunässeleiter (Sw-Horizont) und Staunässesole (IISd-Horizont) dar. Solche typischen Pseudogleye wechseln mit Böden, in denen die Staunässe geringer wirkt und die deshalb als Pseudogley-Parabraunerden bezeichnet werden. In diesen Böden bildet der Deckschutt den tonärmeren Oberboden (S AI) und der Mittelschutt den tonreicheren Unterboden (IISBt). In dem hier zu diskutierenden Rahmen erscheint die Frage, ob es sich dabei um echte, durch vertikale Tonverlagerung entstandene Parabraunerden oder um sogenannte Phänoparabraunerden handelt (BARGON et al. 1971: 366 f.) von sekundärer Bedeutung. In jedem Fall sind es typische „Zweischichtböden“ und damit Böden, die als windwurffördernd gelten.

Es fällt indessen auf, daß weitgehend nur Fichtenbestände auf diesen Böden flächenhafte Windwürfe aufweisen. Von der flachwurzelnden Fichte ist bekannt, und das bestätigen sämtliche untersuchte Windwurfschäden, daß sie nur im Deckschutt wurzelt. Bei staunassen Böden dringen aber auch die übrigen Bäume kaum oder nur wenig in den dichten, sauerstoffarmen Mittelschutt ein. Daß sie dennoch größtenteils die Stürme überstanden haben, ist wohl auf den geringen Luftwiderstand, den sie im Vergleich zur Fichte im Winter bieten, zurückzuführen. Für die Kiefer gilt unabhängig von den Jahreszeiten, daß sie generell geringeren Luftwiderstand als die Fichte aufweist. Wenn dennoch Kiefern mitgeworfen wurden, handelt es sich meist um ältere Bäume, die größeren Luftwiderstand boten und im dichten Unterboden kein äquivalentes Wurzelwerk entwickeln konnten.

Auf manchen Windwurfflächen fällt auf, daß Streifen von Fichten stehen blieben, so zum Beispiel in der Forstabteilung 38 auf dem Rücken des Kapellenberges zwischen Hofheim und Lorsbach oder in der Forstabteilung 36 östlich des Kapellenberges. An solchen Stellen liegt eine größere Hangneigung vor, die durch das Einscheiden einer jüngeren Hohlform, meist einer Sekundärdelle, entstand. Damit hat sich die Drainage deutlich verbessert, statt des staunassen Bodens bildet nunmehr eine unvernäbte Parabraunerde aus Deckschutt über Mittelschutt den Untergrund, oder es fehlt sogar der Mittelschutt, und der Deckschutt liegt auf Basisschutt beziehungsweise direkt auf dem Hofheimer Kies (Abb. 2). An solchen steileren Abschnitten sind Tongehalt und Lagerungsdichte oft deutlich geringer, weil der kiesige Untergrund direkt angeschnitten wird. Als Boden hat sich eine Braunerde aus Deckschutt entwickelt, ein trockener Standort ohne dichten Unterboden. Dennoch wurzeln die Fichten selbst hier

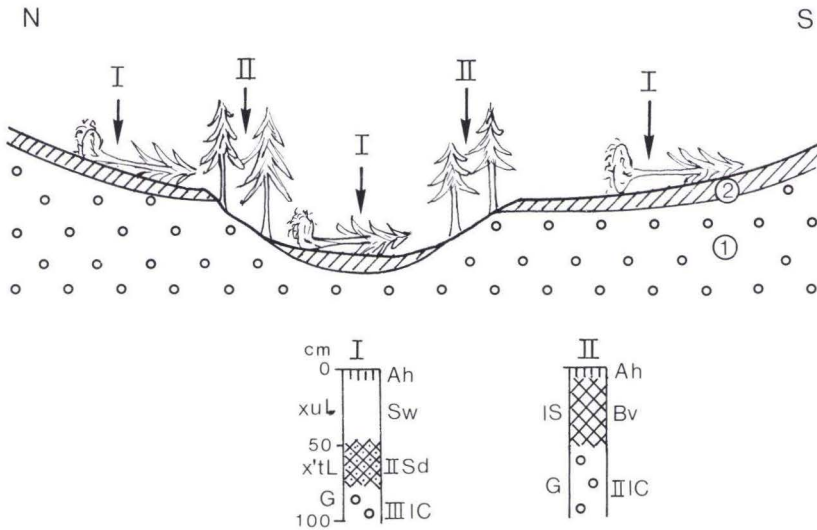


Abb. 2. Windwürfe in Abhängigkeit von der Staunässe.

1 = Hofheimer Kies; 2 = stark löblehmhaltige Schuttdecke (Mittelschutt)

I = Pseudogley aus Deckschutt über Mittelschutt; II = Braunerde aus Deckschutt über Hofheimer Kies.

nur im Deckschutt, der durch seine Löblehmkomponente Verbesserungen hinsichtlich der Nährstoff- und Wasserversorgung im Vergleich zum sterilen Kies oder Basisschutt aufweist.

Unabhängig von solchen offensichtlich trockeneren Standorten fällt bei genauerem Vergleich auf, daß nichtstaunasse Parabraunerden aus Deckschutt über Mittelschutt ebenfalls keine flächenhaften Windwurfschäden zeigen. Beispiele findet man in der unmittelbaren Umgebung der Windwurfflächen nordwestlich Diedenbergen (Forstabteilung 1) oder nördlich Breckenheim (Forstabteilung 11). Wenn trotz der gleichen Flachwurzelung an den trockenen Standorten der Windwurf ausblieb, liegt es nahe, die Gründe dafür in der Durchfeuchtung zu suchen. Diese war und ist im Spätwinter ohne Frage in den gut drainierten Braunerden geringer als auf den staunässebeeinflussten Standorten. Im weitgehend wassergesättigten oder auch nur gut durchfeuchteten Substrat vermindert sich die Scherfestigkeit erheblich, die Anfälligkeit gegenüber Windwurf steigt. So ließe sich relativ zwanglos erklären, weshalb gerade auf staunassen Standorten die Sturmschäden in Fichtenbeständen so umfangreich wurden, zumal der Februar 1990 sich auch hier durch hohe überdurchschnittliche Niederschläge auszeichnete (Amtsblatt Deutscher Wetterdienst, Monatliche Witterungsberichte, 38. Jg.: 21–31; Offenbach).

HEINRICH (1991:148) kommt aufgrund seiner Untersuchungen über Windwurfschäden in Buchenbeständen des Bergsträßer Odenwaldes zu dem Ergebnis, daß die Bäume auf nährstoffreichen Standorten mit günstigem Wasserhaushalt nur kleine Wurzelsteller entwickeln und deshalb besonders windwurfanfällig seien. Die oben beschriebenen staunässebeeinflussten Standorte sind für Fichten durchaus auch als „günstige“ Standorte anzusehen. Nährstoff- und Wasserversorgung können in der Regel ohne überdurchschnittliche Wurzelentwicklung

gesichert werden. Als zumindest nicht ungünstigere Fichtenstandorte sind aber auch die nicht staunassen Parabraunerden aus Deckschutt über Mittelschutt einzuschätzen, auf denen flächenhafter Windwurf fehlt. Nur bei sehr sandigen Varianten wird die nutzbare Feldkapazität geringer und in niederschlagsarmen Sommern können Wasserstreß-Situationen vorkommen.

Der Folgerung, Staunässe sei ein ausschlaggebender Faktor für die Windwurfschäden in Fichtenbeständen des Vortaunus, scheinen flächenhafte Windwürfe auf Böden zu widersprechen, die zum Beispiel auf der Bodenkarte Hochheim a.M. als Braunerden mit geringer bis mittlerer Feldkapazität ausgegrenzt wurden (Kartiereinheit Nr. 24). Bei diesen Böden liegt unter dem Deckschutt in der Regel durchlässiger Kies. Es fehlen Staunässemerkmale. Die Windwurfschäden sind jedoch dort verbreitet, wo unter dem Deckschutt tonige Lagen oder stark verbackener Kies die Durchlässigkeit erheblich einschränken. Das Substrat ist stark marmoriert. Die Horizontabfolge lautet nicht wie bei der Braunerde über durchlässigen Kies Ah-Bv-IIIC, sondern Ah-Bv-IISd. Der Bv-Horizont weist indessen kaum Anzeichen von Staunässe auf. Es wäre deshalb naheliegend, den Sd-Horizont als reliktsche Bildung anzusehen, zumal solche Horizonte hauptsächlich auf älteren Relieftteilen, also tertiären Flächenresten oder altpleistozänen Terrassen, vorkommen. Zweifellos ist das Material des öfteren solifluidal verlagert worden, aber die derzeit sichtbaren Staunässeleitbahnen sind ungestört, müssen also holozänen Alters sein.

Neben den Bodenverhältnissen verdient hier das Relief besondere Beachtung. Die Windwurfschäden sind auf diesen Böden im wesentlichen auf steileren südwestexponierten Kanten von Dellen zu beobachten. Die Bestände waren hier somit stärker den Weststürmen ausgesetzt. Entsprechende Beispiele gibt es hauptsächlich in den Forstabteilungen 3, 9 und 16 westlich Hofheim. Auf Abb. 3 ist ein Beispiel aus der Forstabteilung 9 dargestellt. Dieses weist eine zusätzliche den Windwurf fördernde Eigenschaft auf: Durch mittelalterliche Beackerung sind hier große Teile des Deckschutts erodiert worden. Die Fichten wurzeln extrem flach in den 10 bis 15 cm mächtigen Resten des Deckschuttes, ohne in den dichten IISd-Horizont einzudringen, der aus gelbbraunem tertiärem Ton besteht. Sie haben zum Ausgleich für den knappen vertikalen Wurzelraum große Wurzelteller entwickelt.

Ähnlich erodierte Böden gibt es auch auf dem Kapellenberg nördlich Hofheim im Bereich des keltischen Ringwalles. Hier ist ein mit Kiefern und Lärchen durchsetzter Fichtenbestand in Leelage den Stürmen zum Opfer gefallen, unter dem der Deckschutt an mehreren Stellen deutlich reduziert ist. Immer wieder kommen lehmig-tonige und verdichtete Lagen des Hofheimer Kieses nahe an die Oberfläche. Als Folge der früheren Bodenerosion ist ein Steinpflaster entstanden, in dem Podsolierung eingesetzt hat. Diese beeinflußt die Windwurfanfälligkeit offensichtlich nicht.

Insgesamt gesehen widersprechen die Befunde von den Braunerde-Standorten nicht der These, daß die Windwürfe in den Fichtenbeständen auf feuchteren Böden gefördert wurden. Im Zusammenhang damit sei noch auf langjährige Beobachtungen verwiesen, die die kurzfristige intensive Durchfeuchtung solcher Böden nach kräftigen Niederschlägen belegen. Die Stürme im Spätwinter 1990 waren von solchen Regenfällen begleitet.

Ähnliches läßt sich schließlich für die Braunerden feststellen, die auf exponierten Rücken und Hängen im Phyllitgebiet des Vortaunus zu finden sind. Die flächenhafte Ausdehnung der Windwurfschäden in Fichtenbeständen nimmt hier wieder zu, so etwa in den Forstabteilungen 7 südlich Wildsachsen und 11 westlich Lorsbach. In der Regel liegt hier ein ca. 40–50 cm

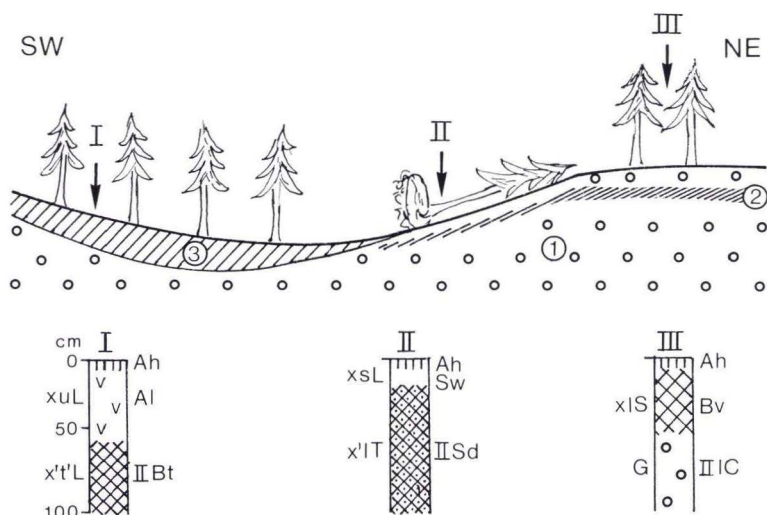


Abb. 3. Windwürfe auf Flurwüstungen.

1 = Hofheimer Kies; 2 = Tonlagen im Hofheimer Kies; 3 = stark lößlehmhaltige Schuttdecke (Mittelschutt); I = Parabraunerde aus Deckschutt über Mittelschutt; II = erodierter Pseudogley aus Deckschutt über tonigem Basisschutt; III = Braunerde aus Deckschutt über Hofheimer Kies.

mächtiger schluffiger Deckschutt (mitteltoniger Schluff nach Kartieranleitung Bodenkunde 1982) über Phyllit, dessen Gefüge gelockert ist. Der Boden weist also ein Ah-Bv-IIcV-Profil auf und entspricht weitgehend der Braunerde, wie sie Profil 14 in MÜCKENHAUSEN (1977) wiedergibt, dort allerdings nicht als Zweischichtprofil gedeutet. Die Fichten wurzeln auch hier nur im Deckschutt. Dessen Phyllitbrocken sind meist grau und rostfleckig, möglicherweise äußert sich darin ein gewisser Staunässeffekt, indessen kommen ähnliche Erscheinungen auch in rezenten periglazialen Fließerden vor (SEMMELE 1969: 50ff.) so daß es sich hier im Taunus um entsprechende Relikte handeln könnten. Unabhängig davon ist nicht zu bezweifeln, daß die schluffreichen Braunerden kurzfristig bei kräftigen Niederschlägen vernässen. Das gilt insbesondere für die Standorte, wo auf dem Phyllit noch ockerfarbene Reste tertiärer toniger Verwitterungsreste liegen. Aber selbst wenn unter dem schluffigen Deckschutt unmittelbar der aufgelockerte und deshalb durchlässige Phyllit ansteht, muß damit gerechnet werden, daß Haftnässe im Deckschutt entsteht, weil die Sickerwasserfront an der Grenze zum durchlässigen gelockerten Phyllit abreißt. Gleichwohl ist auf diesen weniggründigen Standorten eine generell hohe Windwurfanfälligkeit bei Fichten anzunehmen.

Bei anderen Baumarten zeichnen sich flachgründige Standorte oft durch geringe Windwurf-schäden aus. So sind in den Buchenbeständen der Forstabteilung 28 südwestlich und 7 südöstlich Eppstein (beide außerhalb des engeren Untersuchungsgebietes) die schlechten Bonitäten auf den flachgründigen Böden der steileren Hänge und Kuppen stehen geblieben, während die guten Bonitäten auf mittelgründigen Parabraunerden aus Deckschutt über Mittel-schutt flächenhaften Windwurf aufweisen. Diese Befunde decken sich mit denen HEINRICHS (1991) aus dem Bergsträßer Odenwald. Eichen sind dagegen wiederholt auf extrem exponierten

und flachgründigen Standorten, beispielsweise am Hahnenkopf nördlich Lorsbach, von flächenhaftem Windwurf betroffen. Die nur vereinzelt zu diesem Problem gewonnenen Befunde erlauben keine Aussage darüber, inwieweit hier Bodeneigenschaften eine entscheidende Rolle spielen.

4. Böden unter vereinzelt Windwürfen

Im Gegensatz zu den flächenhaften Sturmschäden in den Fichtenbeständen sind in den anderen Beständen des Untersuchungsgebietes hauptsächlich einzelne Windwürfe zu finden. Auch dabei lassen sich Einflüsse der Bodenverhältnisse erkennen. Im folgenden werden dazu Beispiele aus Buchen- und Eichenbeständen angeführt, die zeigen, daß solche Einflüsse sehr verschieden sein können. Neben stark vernäbten Standorten spielen vor allem Böden eine Rolle, die durch historische Bodenerosion geschädigt wurden. Zu diesem Thema ist Näheres bei BAUER (1993) zu finden.

In der Forstabteilung 1 zwischen Breckenheim und Hofheim gibt es vereinzelte Windwürfe von Eichen, die auf Braunerden aus Deckschutt über Hofheimer Kies stocken. Auch hier sind stellenweise die oberen Partien des Kieses stark verlehmt und verdichtet. Die Eichen sind nicht in der Lage, dieses Substrat zu durchwurzeln. Sie bilden keine größeren Tiefwurzeln aus, sondern entwickeln statt dessen einen größeren Flachwurzelteller im Deckschutt. An Stellen, wo durch frühere Ackernutzung der Deckschutt entsprechend reduziert wurde, beschränkt sich die Durchwurzelung auf die Reste des Deckschutts und beträgt somit oft nur 10 bis 15 cm. Eine solche extreme Flachwurzelung erhöht die Windwurfgefährdung beträchtlich.

Geringe Durchwurzelungstiefe ist vielfach auch bei Einzel-Windwürfen in Buchenbeständen zu finden (Abb. 4). Beispiele sind unmittelbar östlich der Landstraße Diedenbergen – Langenhain (Forstabteilung 9 und 13) zu finden. Die dortigen Löß-Parabraunerden besitzen eine Solumtiefe von ca. einem Meter. Die Buchen durchwurzeln das entkalkte Solum bis zum kalkhaltigen Löß. An der Grenze zu diesem hat sich meist ein kräftiger Wurzelfilz („Wurzelbeisen“) von Feinwurzeln ausgebildet, der wahrscheinlich die hier vorkommende Haftnässe nutzt. Auch an den Stellen, wo durch frühere Bodenerosion das Solum bis auf 30 bis 50 cm abgetragen wurde, bleibt die Durchwurzelung auf das reduzierte Solum beschränkt. Es überrascht nicht, daß gerade solche Verhältnisse bei den Windwürfen anzutreffen sind.

Im totalen Gegensatz dazu gibt es Windwürfe bei Buchen mit ausgesprochen großer Durchwurzelungstiefe. Beispiele dafür findet man in der Forstabteilung 11 südlich der Straße Hofheim – Langenhain. Dort haben sich – wie an vielen anderen Stellen in den heutigen Wäldern auch – Kolluvien der Bodenerosion in Dellen oder an ehemaligen Ackerrainen angesammelt. Solche Sedimente sind meist humus- und nährstoffreicher sowie locker gelagert und gut durchlüftet. Sie bieten optimale Bedingungen für die Wurzelentwicklung der Buchen. Daß es trotzdem gerade an solchen Standorten zu Windwürfen kommt, mag an der Lockerheit des Substrats liegen, das wenig Halt bietet. Außerdem ragen die Buchen hier wegen ihrer besseren Bonität über die benachbarten Bäume heraus und sind deshalb der Windwirkung stärker ausgesetzt. Gegen diese Interpretation ließe sich einwenden, daß die Bonität bestimmter Bäume auch aus anderen Gründen verbessert sein kann, etwa durch Hochdurchforstungen, wie sie SWOBODA (1990:89f.) aus dem Hochtaunus beschreibt, doch spricht der Zusammenhang zwischen kolluvialem Standort und Windwurf wohl dafür, daß tatsächlich die Bodenverhältnisse ausschlaggebend waren und damit in diesem Fall die Veränderung der Standorte durch historische Bodenerosion. Im übrigen sei darauf verwiesen, daß nicht nur die Windwurfanfäll-

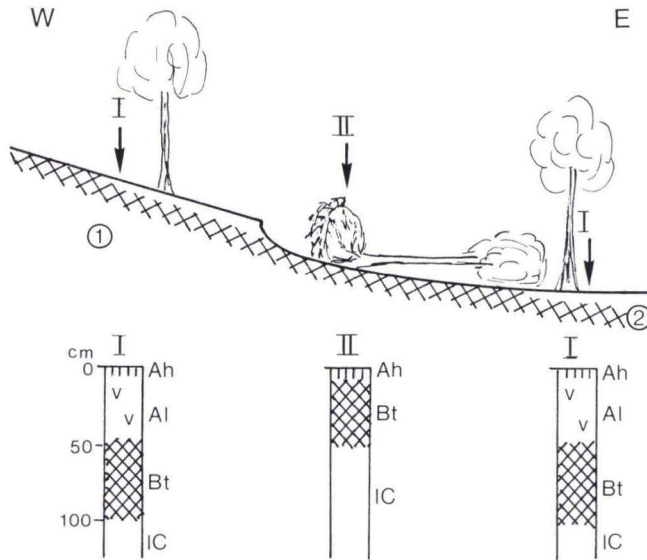


Abb. 4. Einzelner Windwurf auf historisch stark erodierten Böden.

1 = Löß; 2 = Parabraunerde aus Löß; I = nicht erodierte Parabraunerde aus Löß; II = stark erodierte Parabraunerde aus Löß.

ligkeit von den Auswirkungen der historischen Bodenerosion betroffen ist, sondern daß auch die „neuartigen Waldschäden“ in Beständen schlechterer Bonität, wie sie sich auf stark erodierten Böden einzustellen pflegen, deutlicher ausgeprägt sind (SEMMELE 1990:14).

5. Schriftenverzeichnis

- BARGON, E., FICKEL, W., PLASS, W., REICHMANN, H., SEMMEL, A., & ZAKOSEK, H. (1971): Zur Genese und Nomenklatur braunerde- und parabraunerdeähnlicher Böden in Hessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **99**:361–372; Wiesbaden.
- BAUER, A. W. (in Druckvorbereitung): Bodenerosion in den Waldgebieten des östlichen Taunus in historischer und heutiger Zeit — Ausmaß, Ursachen und geoökologische Auswirkungen. Erscheint in: Frankf. geowiss. Arb., **D14**; Frankfurt a. M.
- FICKEL, W., & ZAKOSEK, H. (1974): Bodenkarte von Hessen 1:25.000, Bl. 5816, Königstein i. Ts.; Wiesbaden.
- HEINRICH, J. (1991): Ursachen von Sturmschäden in Buchenbeständen aus bodengeographischer Sicht. — Allg. Forst- und Jagdz., **162**. Jg.: 145–149; Frankfurt a. M.
- KÜMMERLE, E., & SEMMEL, A. (1969): Geologische Karte von Hessen 1:25.000, Bl. 5916, Hochheim a. Main; Wiesbaden.
- MÜCKENHAUSEN, E. (1977): Entstehung, Eigenschaften und Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland. — 300 S.; Frankfurt a. M.
- SEMMELE, A. (1964): Junge Schuttdecken in hessischen Mittelgebirgen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**:275–285, 3 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- (1969): Verwitterungs- und Abtragungerscheinungen in rezenten Periglazialgebieten (Lappland und Spitzbergen). — Würzb. geogr. Arb., **26**, 82 S.; Würzburg.
- (1970): Bodenkarte von Hessen 1:25.000, Bl. 5916, Hochheim a. M.; Wiesbaden.

- (1990): Geoökologische Auswirkungen der Bodenerosion im Frankfurter Umland. — Rhein-main. Forsch., **107**:9–23; Frankfurt a. M.
- SWOBODA, J. (1990): Reliefabhängige Windverhältnisse und deren mögliche Auswirkungen auf Buchenschäden im Hochtaunus bei Köppern. — Geoökodyn., **11**:87–96; Bensheim.
- WERNER, R. (1977): Geomorphologische Kartierung 1:25.000, erläutert am Beispiel des Blattes 5816 Königstein im Taunus. — Rhein-main. Forsch., **86**, 164 S.; Frankfurt a. M.
- WITTMANN, O. (1991): Berichte aus dem Arbeitskreis für Bodensystematik der DBG. — Mitt. deutsch. bodenkdl. Ges., **66**:69–74; Oldenburg.

Manuskript eingegangen am 30. 7. 1992

Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung Digitaler Höhenmodelle für ein Bodeninformationssystem in Hessen

Von

KLAUS FRIEDRICH *

Kurzfassung: Ein Digitales Höhenmodell (DHM) muß als ein wichtiger Bestandteil eines Bodeninformationssystems (BIS) angesehen werden. Die Anforderungen werden insbesondere von Seiten eines Fachinformationssystems Bodenkunde formuliert.

In Hessen wird ein flächendeckendes DHM mit einer Auflösung von 40 × 40 m Rasterzellengröße vorgehalten. Dieses wurde jedoch aus qualitativ heterogenen Ursprungsdaten hergestellt. Anhand von DHM'en unterschiedlicher Rohdatenherkunft werden Qualität und Nutzungsmöglichkeiten im Rahmen eines BIS diskutiert.

Es zeigt sich, daß das zur Zeit vorgehaltene DHM des Hessischen Landesvermessungsamtes für einen Einsatz im Hessischen Bodeninformationssystem nicht geeignet ist.

Abstract: Digital Terrain Modells (DTM) are important data components of Geo-Information-Systems in soil science, geology, hydrology and environmental management. The DTM has to meet the requirements of the Soil-Information-System.

The Federal State of Hessen disposes of a DTM with a grid having a resolution of 40 × 40 m. This DTM, however, resulted from qualitatively heterogeneous data.

DTMs form different sources are discussed regarding quality and utilization in a Soil-Information-System. The results point out that the present DTM of the HLVA (surveyor's office of the state of Hessen) is not suitable for the Hessen Soil-Information-System.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	151
2. Das Digitale Höhenmodell	152
3. Aufbereitung von Höhendaten	155
4. Zum Stand verfügbarer Digitaler Höhenmodelle für Hessen	156
4.1. Bewertung unterschiedlicher Datengrundlagen des hessischen DHM	161
4.2. Vergleich des DHM mit unterschiedlichen topographischen Grundlagen	165
5. Ergebnisse	165
6. Schriftenverzeichnis	167

1. Einleitung

Mit dem Einzug hybrider Geographischer Informationssysteme und den immer leistungsfähigeren, heute schon relativ kostengünstigen graphischen Arbeitsplätzen, bekommt die Nutzung digitaler Höhenmodelle (DHM) für eine Vielzahl von geowissenschaftlichen Fragestel-

* Dipl.-Geogr. K. FRIEDRICH, Untergasse 10, 65232 Taunusstein.

lungen in Forschung und Anwendung eine immer größere Bedeutung. Die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten im Rahmen des geplanten Bodeninformationssystems im Hessischen Landesamt für Bodenforschung machen ein DHM zu einem wichtigen und unverzichtbaren Bestandteil der Datenbasis.

Das in der Aufbauphase befindliche hessische Bodeninformationssystem (HESBIS) ist in unterschiedliche Fachinformationssysteme gegliedert, die bei Zugriff auf einen gemeinsamen sowie lokalen Datenbestand die fachspezifischen Aufgabenstellungen bearbeiten. Eine Beschreibung des Aufbaus und der Aufgabenteilung des HESBIS ist bei VORDERBRÜGGE (1992) zu finden.

Die Intention liegt dabei primär nicht in der Darstellung der amtsintern geschaffenen Datengrundlagen, d.h. einer Bereitstellung digitaler geologischer und bodenkundlicher Kartenwerke und Kennwerte, sondern vielmehr in fach- und umweltbezogenen Aufgabenstellungen, deren Lösung den Einsatz rechnergestützter Auswertungs- bzw. Bewertungsmodule, sowie Modelle erfordert. Eine Zugriffsmöglichkeit auf externe räumliche Fachdaten ist zur Bearbeitung von vielen Fragestellungen unumgänglich. Für bodenkundliche Aufgabebereiche sind dies vor allem Relief-, Klima- und Flächennutzungsdaten. Ein vom Hessischen Landesvermessungsamt (HLVA) beziehbares DHM kann dabei durch vorhandene Auswertungsmodule für die fachbezogenen Aufgabestellungen ausgewertet werden.

Der Datenzugriff von geowissenschaftlichen Auswertungs- oder Bewertungsmodulen, Modellen, Statistikprozeduren und graphischer Datenverarbeitung auf unterschiedliche Fachdatenebenen soll über ein Kernsystem gesteuert werden. Das Digitale Reliefmodell wird dabei nur ein Datenbestand im Bereich aufbereiteter externer Grundlagendaten darstellen. Die zukünftige Stellung dieser Datengruppe im HESBIS ist in Abb. 1 verdeutlicht.

Im Rahmen des DFG-Forschungsprojektes „Automatisierte Kartierung von Deckschichten“¹ wurden vom Hessischen Landesvermessungsamt DHM-Daten zur Verfügung gestellt (Az. K5246-LA12-1/89). Die Bewertung der DHM-Daten erfolgt im Hinblick auf die Anforderungen (zur Verwendung im HESBIS), die über die Nutzungsmöglichkeiten der topographischen Kartenwerke hinausgehen. Die Beurteilung wurde auf Grundlage von umfangreichen morphometrisch/morphographischen sowie bodengeographischen Auswertungen vollzogen.

2. Das Digitale Höhenmodell

Der Begriff Digitales Höhenmodell wird in der Literatur unterschiedlich verwendet. Allgemein kann ein DHM als eine digitale Vorhaltung von Höhenwerten über NN in einem Landschaftsausschnitt beschrieben werden. Diese können als mehr oder weniger unregelmäßig verteilte Punktdaten in einem Koordinatensystem vorliegen, oder als rasterorientierte Daten aufbereitet sein. Neben den punkt- oder rasterbezogenen Höhendaten können linienhafte Elemente zur Beschreibung von Geländekanten, Felsausbissen, Dämmen, Gräben etc. Berücksichtigung finden. Die Vermessungsverwaltung spricht dann von einem digitalen Geländemodell (DGM). In den Geowissenschaften wird aber häufig erst von einem DGM gesprochen, wenn durch Nachbarschaftsbeziehungen weitere Attribute wie bspw. Hangneigung und Exposition abgeleitet sind.

¹ Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei an dieser Stelle für die finanzielle Unterstützung gedankt.

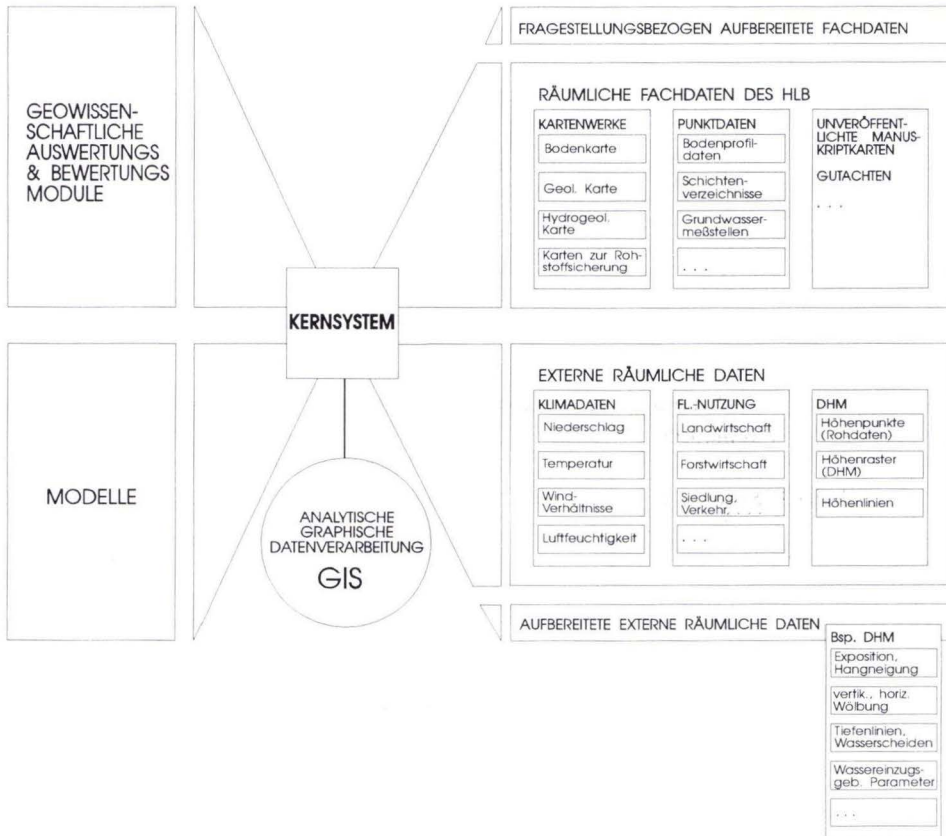


Abb. 1. Stellung des DHM/DGM im hessischen Bodeninformationssystem.

Das DHM als dreidimensionales System mit XYZ-Daten ist ein Oberflächenmodell mit einer einzigen Z-Koordinate an einem Punkt. Es wird häufig als „2.5D-Modell“ bezeichnet, da eine echte dritte Dimension als Tiefenfunktion nicht vorhanden ist.

Für die morphometrisch/morphographische Beschreibung von Reliefeinheiten, der reliefabhängigen Auswertung räumlicher Fachdaten, der Berechnung von Einzugsgebietsparametern, Eingangsdaten für Modellanwendungen etc. müssen eine ganze Reihe von Reliefattributen zur Verfügung gestellt werden. Die Berechnung morphometrischer Parameter wird im Rahmen des Forschungsprojektes durch eine Sammlung von Fortran-Routinen ermöglicht, die auf dem Digitalen Reliefmodell von BAUER (o.J.) aufbauen und durch Erweiterungen ergänzt wurden. Eine Zusammenfassung abgeleiteter Reliefattribute ist in Übersicht 1 vorgenommen.

Die Einsatzmöglichkeiten von Reliefdaten sind im gesamten geowissenschaftlichen Bereich sowie in den raumbezogenen Fachgebieten der Forstwirtschaft, Landwirtschaft und Umweltplanung zu sehen. Für die Aufgabenbereiche im HLFB stellen digitale Höhendaten einen wichtigen Datenbestand für alle Fachinformationssysteme (FIS) dar. Hierzu zählen bspw. die

Übersicht 1 Zusammenstellung abgeleiteter Reliefattribute

-
- Hangneigung
 - Exposition
 - vertikale/horizontale Wölbung (Radius und Krümmung)
 - Bestimmung von Einzugsgebieten und Einzugsgebietsparametern
 - Bestimmung von Tiefenlinien und Wasserscheiden (Raster und Vektoren)
 - kleinste und größte Entfernung von Rasterzellen zur nächsten Tiefenlinie und Wasserscheide
 - Höhendifferenz einer Rasterzelle zur nächsten Tiefenlinie bzw. Wasserscheide
 - relative Hangposition (Tiefenlinie – Wasserscheide)
 - nachbarschaftsbezogene deskriptive Statistik (Filter etc.)
-

FIS-übergreifende Aufbereitung von punktuellen Klimadaten zur reliefabhängigen Modellierung flächenhafter klimatischer Größen oder der Bedarf an äquidistanzunabhängigen Höhenlinien.

Bezüglich des FIS-Bodenkunde ergeben sich Möglichkeiten z. B. zur morphometrisch/morphographischen Reliefanalyse der räumlichen Bodenvarietäten oder zur Charakterisierung lagespezifischer Standorteigenschaften. Eine bedeutende Datenbasis sind reliefbeschreibende Attribute als Eingangsparameter in Rechenmodelle. Wichtige Anwendungsbereiche sind hierbei die Berechnung des Bodenwasserhaushaltes oder der Grundwasserneubildung, die unverzichtbare Größen zur Bestimmung einer möglichen Nitratauswaschung darstellen. Für die Bestimmung von erosionsgefährdeten Standorten können Hangneigung, Wölbung und Hangposition als Reliefattribute in Rechenmodelle eingehen.

Für viele Fragestellungen in Forschung und Anwendung setzt dies eine Bereitstellung geeigneter digitaler Daten durch einen Anbieter voraus, da die Datenerhebung und Datenpflege aufgrund des hohen Erhebungsaufwandes vor allem für Einzelanwender zu aufwendig ist. Für das HESBIS müssen grundlegende Anforderungen an ein DHM gestellt werden. Sie resultieren aus den unterschiedlichen Fragestellungen des BIS. Da sich die einzelnen FIS derzeit in einem unterschiedlichen Stand der Aufbauphase befinden, beziehen sich die im folgenden beschriebenen Anforderungen auf die Bedürfnisse des FIS-Bodenkunde.

Während die Auflösung sowie die Qualitätsanforderungen an die Rohdaten und die Lage-treue einen dringlichen Bedarf darstellen, kann die Bereitstellung von Strukturelementen derzeit noch zurückgestellt werden.

Übersicht 2 Anforderungen an ein DHM

-
- Hochauflösendes DHM mindestens mit 20×20 m Rasterzellengröße (es werden nur Höhendaten benötigt – weitere Bearbeitung erfolgt im HLFb nach Bedarf)
 - gleichbleibende Qualität der Daten (Daten sollten vom HLVA von Fehlern bereinigt sein)
 - Verwendung von morphologisch sinnvoll erfaßten Rohdaten hoher Dichte
 - Verwendung eines Relief-unterstützenden Interpolationsverfahrens
 - hohe absolute Genauigkeit der Höhendaten
 - lagetreue Höhenabbildung zu analogen Kartenwerken (TK 5)
 - Einbindung bzw. Bereitstellung von Strukturelementen (Gräben, Dämme, Geländekanten, Felsausbisse etc.)
-

3. Aufbereitung von Höhendaten

Die Verwendung digitaler Höhenmodelle als flächenhafte Bereitstellung von Höhendaten erfolgt im wesentlichen durch die Verfahren der Triangulation und Rasterinterpolation. Beide Verfahren bieten, je nach Verwendungszweck, Vor- und Nachteile für den Nutzer. TIN-Modelle (triangulated irregular network) bauen auf der ursprünglich erhobenen Datenstruktur auf, wobei durch Dreiecksvermaschung eine flächenhafte Abbildung von Höhenpunkten zustande kommt. Hier wird in Abhängigkeit der Reliefkomplexität eine Variation der Datendichte ermöglicht. Je nach Erfordernis der Reliefkomplexität kann so der Datenaufwand möglichst gering gehalten werden. Darüber hinaus ist eine direkte Integration von Strukturelementen möglich.

Gitter raster dagegen beinhalten, bedingt durch ihre Matrizenstruktur, eine konstante Datendichte. Für hochauflösende Geländemodelle führt dies zu einem hohen Speicherplatzbedarf, da für enggründig komplexe wie auch für großflächig einfache Reliefbereiche die gleiche Datendichte eingehalten wird. Durch die regelmäßige Anordnung der Höhenwerte kann jedoch auf eine punktbezogene Lagebeschreibung verzichtet werden. Die Matrix der zeilen-/spaltenorientierten Daten bietet eine dem Rechner integrierte Struktur, die zwar nicht geometrisch, dafür aber vielfach programmtechnisch Berechnungen, wie z. B. die Analyse von Nachbarschaftsbeziehungen, erleichtert.

Die für viele Anwendungen einfache Handhabung von Rasterdaten führte in den Geowissenschaften vor allem zur Entwicklung von Rechenmodellen auf Basis der Rasterstruktur. Für fachbezogene Aufgabestellungen wird der Anwender mit einem Bodeninformationssystem häufig auf Rasterdaten zurückgreifen. Der Einsatz eines hybriden Geographischen Informationssystems ist daher unverzichtbar, zumal es die Vorzüge der vektoriiellen und rasterorientierten Verarbeitung räumlicher Fachdaten vereint.

Als Datengrundlage für Höhenmodelle stehen allerdings selten rasterorientierte Daten zur Verfügung. Daher setzt die Verwendung von Gitterrastern eine Interpolation der i. d. R. ungleichmäßig in der Fläche verteilten Datenpunkte voraus. Die Eigenschaften der Ausgangsdaten, das Interpolationsverfahren und die berechnete Rasterweite bestimmen die Qualität des Höhenmodells.

Als Interpolationsverfahren für das Gitter raster wird vom Hessischen Landesvermessungsamt das Programmsystem HIFI-P eingesetzt, das als Basis ein Finite-Elemente-Modell verwendet. Dieses Programm-System lieferte bei der Interpolation von Höhendaten auf Grundlage der TK 5-Höhenlinien brauchbare Ergebnisse. Die Linieninterpolation eines berechneten Rasters (20×20 m) am Beispiel von TK 5-Blattschnitten ergab relativ geringe Abweichungen zu den Höhenlinien der analogen Kartenbasis. Die Punktdichte bzw. die Anzahl der Rasterzellen von berechneten Höhenmodellen war dabei meist vergleichbar z.T. aber auch deutlich höher als die Datendichte der Ausgangsdaten.

Insgesamt steht mit einem hochauflösenden Höhen raster (min. 20×20 m Rasterzellengröße) prinzipiell eine Datenbasis zur automatisierten äquidistanzunabhängigen Höhenlinienerzeugung zur Verfügung, die das Kriterium der Vergleichbarkeit digitaler und analoger Kartenbasen erfüllt (vergl. Kap. 3.2). Eingeschränkt wird dies durch Siedlungs- wie sonstigen Fehlflächen, wo die Höhenlinien ausgespart sind und daher keine realistischen Werte interpoliert werden können.

Bei einem Vergleich von unterschiedlichen Interpolationsverfahren kommt HÖPFNER (1990: 319f.) zu dem Ergebnis, daß der Qualität und Dichte der Ausgangsdaten gegenüber den verwendeten Interpolationsverfahren die größere Bedeutung zukommt. Dies trifft auch für die hier untersuchten Datengrundlagen zu. Bei einer relativ hohen Datendichte auf Basis digitalisierter Höhenlinien der TK 5 muß dies jedoch eingeschränkt werden. Ein Vergleich der interpolierten Daten unter Verwendung unterschiedlich aufwendiger Interpolationsverfahren ergab bei der Höhenlinieninterpolation mit den errechneten Rastern z. T. starke Abweichungen vom Original. Die Ergebnisse zweier im Modellaufwand stark differierender Interpolationsverfahren sind in Abb. 2 dargestellt.

Die Unterschiede werden bei der Weiterverarbeitung der Höhenraster zu Reliefattributen erster und zweiter Ableitung noch verstärkt. Die Höheninterpolation mit HIFI-P führt zu guten Ergebnissen bei der Verwendung von Höhenlinienstützpunkten der digitalisierten Höhenlinien als Rohdaten. Die Komplexität des Reliefs wird in bezug zur TK 5 ausreichend abgebildet, könnte jedoch bei Verwendung eines 10×10 m Rasters noch verbessert werden. Die einfache entfernengewichtete Interpolation erzeugt ein sehr unruhiges Höhenlinienbild. Eine anschließende Glättung der Höhendaten bringt diesbezüglich zwar eine Verbesserung, führt aber zu einer Generalisierung kleinräumiger morphologischer Einheiten.

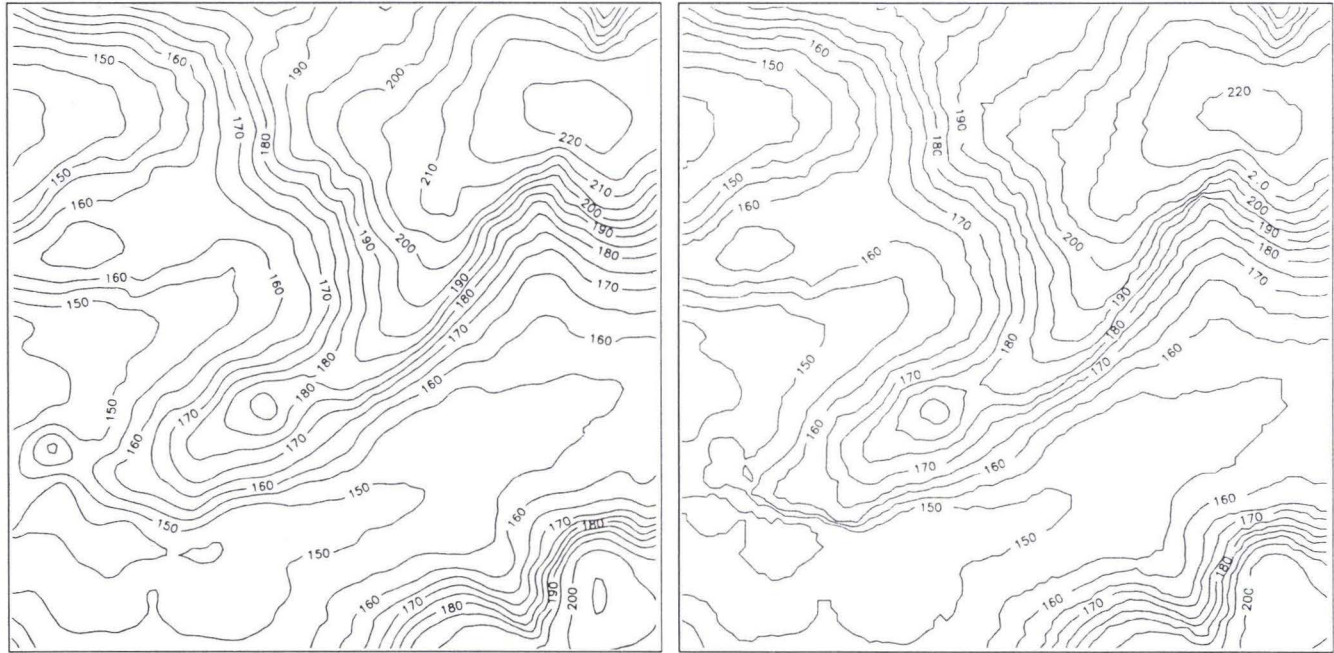
Die zu verwendende Rasterweite eines Höhenmodells hängt also im wesentlichen von der Fragestellung, dem Arbeitsmaßstab und der zugrundeliegenden Datenbasis ab. Die von den Landesvermessungsämtern beziehbaren Höhenmodelle sind dagegen größtenteils nur mit festen Rasterweiten oder als Rohdaten zu beziehen. Die einzelnen Bundesländer verwenden darüber hinaus z. T. unterschiedliche Gitterabstände, Ausgangsdatenquellen bzw. Erhebungsmethoden und Interpolationsmethoden. Eine Zusammenstellung der derzeit bundesweit verfügbaren Höhen- bzw. Geländemodelle ist in AK TOP der ADV (1991) und bei LEHMEIER (1991) veröffentlicht.

4. Zum Stand verfügbarer Digitaler Höhenmodelle für Hessen

In Hessen werden derzeit landesweit Höhendaten vom Landesvermessungsamt vorgehalten. Sie können in 4-km^2 -Gauß-Krüger-Quadranten mit einer Rasterweite von 40×40 m bezogen werden. Zusätzlich werden die Rohdaten angeboten.

Das im Vertrieb landesweit einheitlich vorgehaltene Höhenmodell setzt sich jedoch aus unterschiedlichen Ursprungsdaten für die Interpolation der Höhenraster zusammen. Der überwiegende Teil stammt aus der digitalen Umsetzung von Gravurplatten aus der Orthophotoherstellung. Diese Daten werden sukzessive, mit dem Fortschreiten der Digitalisierung der Höhenlinien aus der stereoskopischen Auswertung von Luftbildern (1:13000) für die TK 5, ersetzt. Die beiden genannten Datengrundlagen decken den weitaus größten Teil der Landesfläche ab. Gebietsweise wurden zudem Daten von Städten, Kreisen und Planungsverbänden übernommen. An der Landesgrenze sind darüber hinaus von den Nachbarländern Daten aufbereitet worden, die unterschiedliche Erhebungsmethoden vorweisen. Hierbei handelt es sich i. d. R. sogar um eine Zweitinterpolation auf Grundlage der im benachbarten Bundesland üblichen Höhenmodelle. Eine Zusammenstellung der Datenherkunft für das hessische DHM zeigt Abb. 3.

Die Ausgangsdaten für die Interpolation des hessischen DHM weisen somit erhebliche Unterschiede bezüglich Erhebungsaufwand, Datendichte und -qualität auf. Es besteht zwar



HIFI P
finite Elemente

Interpol (Estman 1990)
einfache entfernungsgewichtete Interpolation

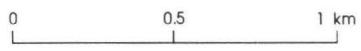


Abb. 2. Höhenliniendarstellung bei Verwendung unterschiedlicher Interpolationsverfahren.
Datengrundlage: TK 5, F 2-9690, Stützpunkte der Höhenlinien (Rasterzellengröße 20 × 20 m).

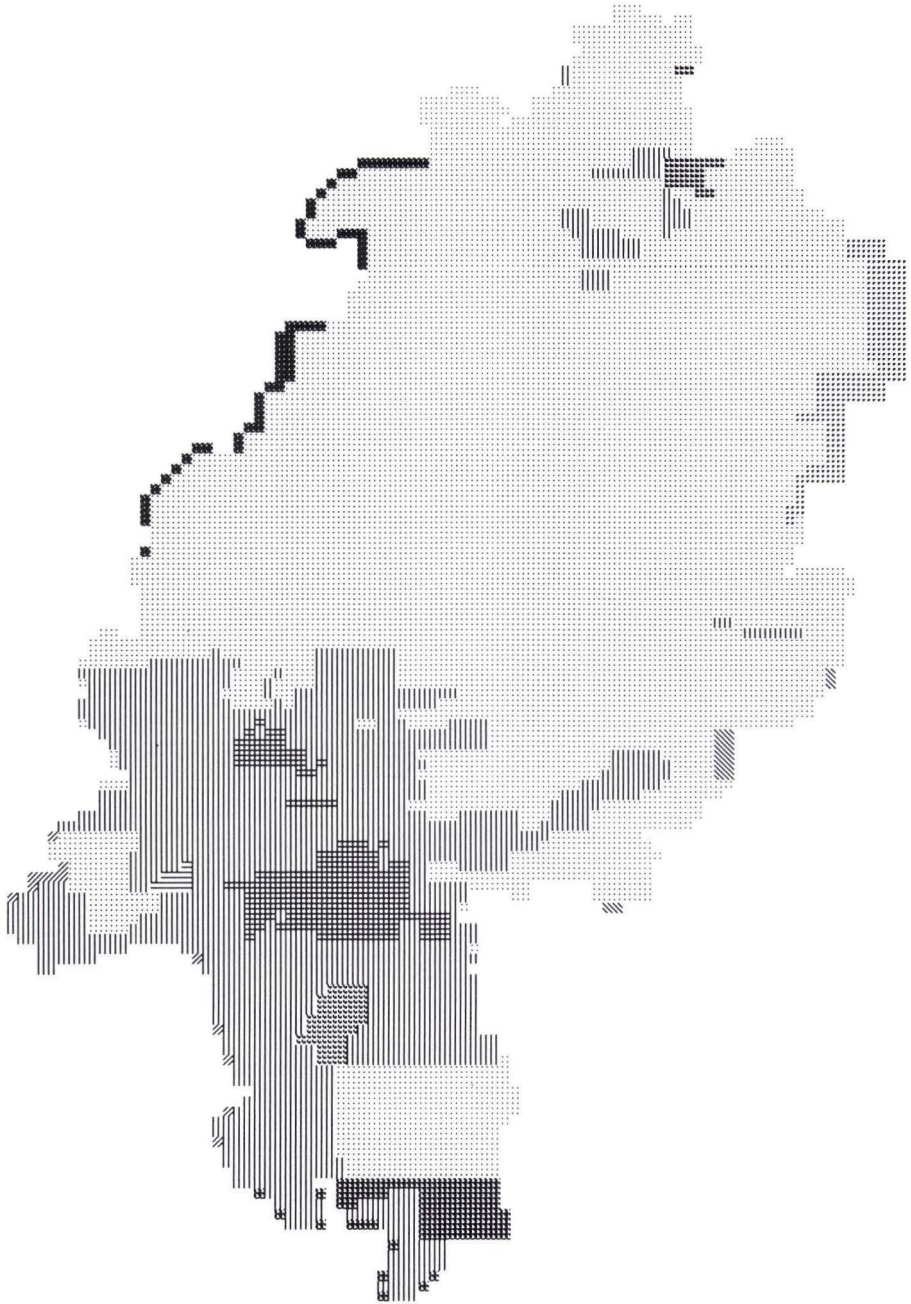
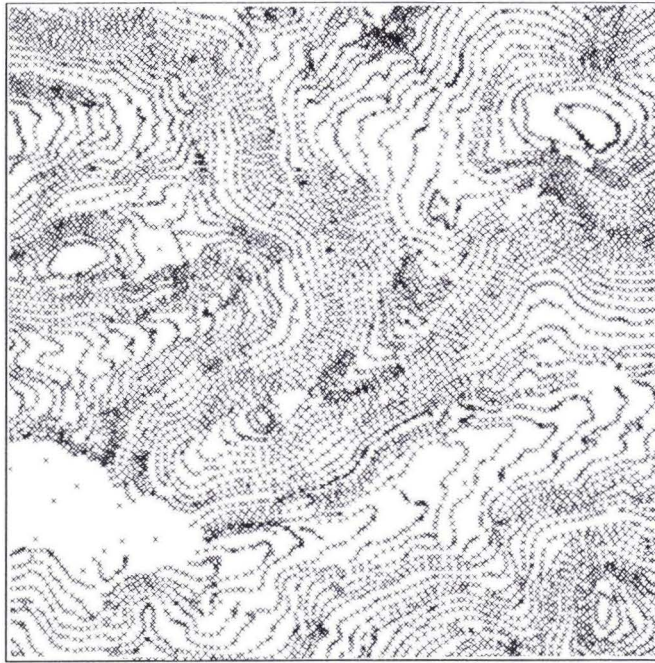


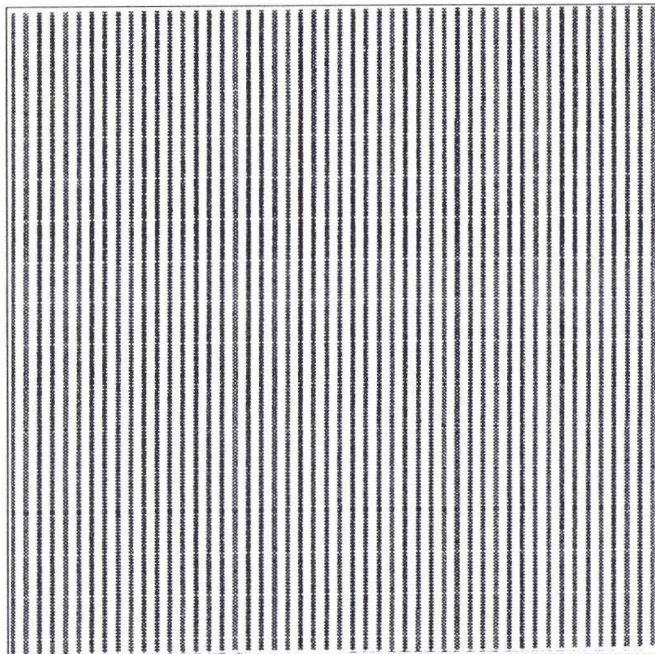
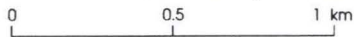
Abb. 3. Datenquellen des DHM in Hessen.
(Quelle: Hessisches Landesvermessungsamt, Stand Juli 1992).

-  Profildaten im 40 m Abstand (HLVA)
photogr. Messung 1:13 000
-  Höhenlinien und Höhenwerte der TK 5
-  Höhenlinien und Höhenwerte der TK 10 (Thüringen)
-  Höhenlinien der Stadtkarte Wiesbaden (1:10 000)
-  Höhenprofile der Stadt Darmstadt
(photogr. Messung 1:24 000)
-  Höhenpunktdaten des UVF aus der Orthophotoherstellung
z.T. Höhenlinien der Stadtkarte Frankfurt
-  DGM Niedersachsen (12.5 m Rasterzellengröße)
(DGK 5 Höhenlinien, Höhenpunkte)
-  DHM Bayern (50 m Rasterzellengröße)
(photogr. Messung 1:23 000)
-  DHM Baden Württemberg (50 m Rasterzellengröße)
(photogr. Messung, z.T. Digitalisierung der TK 5)
-  DHM Rheinland Pfalz (40 m Rasterzellengröße, z.T. 20 m)
(photogr. Messung 1:34 000, z.T. TK 5 Höhenlinien)
-  DHM Nordrhein-Westfalen (Rohdaten aus Profilmessungen,
photogr. Messung 1:12 000, z.T. Rasterdaten)



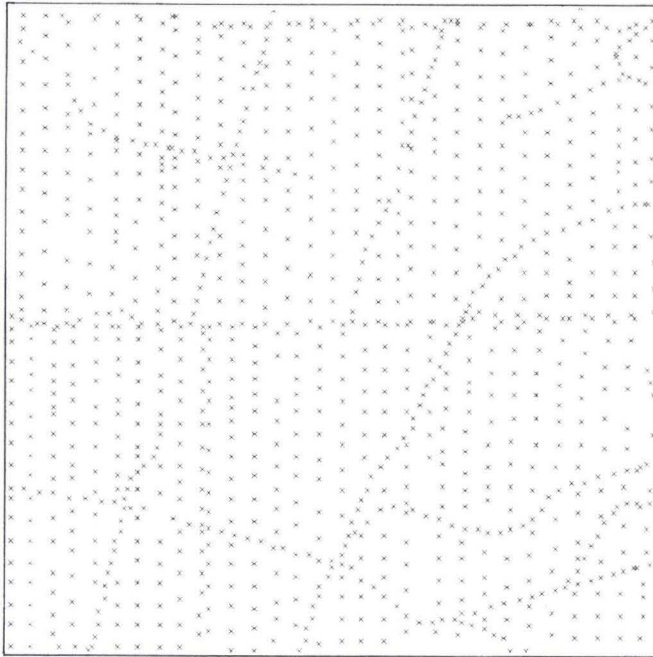
a)

Stützpunkte digitalisierter Höhenlinien
 und Höhenpunkte der TK5
 F 2-9690 (349600/559000-349800/559200)



b)

Ausgedünnte Profildaten aus der
 Orthophotoherstellung (HLVA)
 (ee4828, 354800/562800 - 355000/563000)



c)

Höhenpunkte
erhoben für die Orthophotoherstellung
des Umlandverband Frankfurt
(346900/557500-347100/557700)

Abb. 4 a–c.

eine einheitliche Struktur des DHM, jedoch sind diese Daten in den Möglichkeiten ihrer Anwendung unterschiedlich zu bewerten.

4.1. Bewertung unterschiedlicher Datengrundlagen des hessischen DHM

Die oben beschriebenen unterschiedlichen Datengrundlagen des hessischen DHM wurden bezüglich ihrer Eignung als Datenquelle in einem BIS untersucht. Aus der Fülle verschiedener Rohdatenquellen wurden die zwei wichtigsten Datenquellen des HLVA, d. h. Profillinien bzw. TK 5-Höhendaten und die hieraus resultierenden Rasterinterpolationen herausgegriffen. Als extern bezogene Datenquelle des HLVA wurden Daten eines regionalen Planungsverbandes (Umlandverband Frankfurt) untersucht, die als Basisdaten in das hessische DHM eingegangen sind.

Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag dabei auf der morphometrisch/morphographischen Reliefauswertung. Die tatsächliche Genauigkeit der Daten in Bezug zur realen Höhe hat dabei gegenüber der Abbildung der Landschaft aus morphologischer Sicht eine geringere

Bedeutung. Die Genauigkeit der Daten bezüglich der Höhentreue wurde daher nicht untersucht. Entscheidend für viele landschaftbezogene Fragestellungen, die sich mit dem Relief der Erdoberfläche sowie Wasser- und Stofftransporten beschäftigen, ist vornehmlich die möglichst exakte Abbildung des Standortes in seiner umgrenzenden sowie prozeßverbundenen Nachbarschaft. Dies erfordert zwar auch eine Detailtreue der absoluten Höhe, stellt aber vor allem Anforderungen an die exakte Abbildung des Reliefs in seiner räumlichen Komplexität. Für solche Fragestellungen muß ein DHM inhaltsrelevante Reliefeinheiten abbilden können. Daher ist grundlegend festzustellen, daß eine Auflösung von 40×40 m bestenfalls Flächenelemente mit einer räumlichen Ausdehnung von mehr als 120 m abbilden kann. Bedingt durch die große Rasterweite gehen kleinere Reliefelemente wie Dellen, Rücken, Hangdiskontinuitäten etc. verloren. Für viele bodenkundliche und morphologische Fragestellungen sind aber gerade diese Reliefstrukturen bzw. Reliefelemente von herausragender Bedeutung.

Die Höhenlinien der TK 5 werden aus Luftbildern (Maßstab 1:13000) stereoskopisch ausgewertet. Bei aufnahmetechnisch abgeschlossenen TK 5-Blättern werden die Höhenlinien z. Z. noch handdigitalisiert. In Bearbeitung befindliche Blattschnitte werden analog und z. T. direkt digital aufgezeichnet. Als Datengrundlage werden die Stützpunkte der Höhenlinien sowie zusätzlich digitalisierte Höhenpunkte verwendet. Die Datendichte liegt bei dem hier untersuchten Randbereich Mittelgebirge – Beckenlandschaft bei etwa 2000 bis 3000 Datenpunkten je km^2 .

Die bereits angesprochene Abhängigkeit der Abbildungsqualität des Reliefs vom Grad der Auflösung wird bei dieser relativ guten Datengrundlage am deutlichsten. Die vorgehaltenen Interpolationen mit einer Rasterzellengröße von 40×40 m konnten durch eine auflösungsbedingte Generalisierung die Detailtreue der TK 5 nicht wiedergeben. Die Berechnung einer 20×20 m Interpolation brachte hingegen eine deutlich bessere Reliefdarstellung. Dies wird beispielhaft in Abb. 5 für kleinere Hangdellen aufgezeigt (siehe gerasterte Flächen). Bei einem Vergleich der beiden Auflösungen ist festzuhalten, daß Reliefelemente im 40×40 m Raster verloren gehen, die im Bearbeitungsmaßstab 1:25000 noch eine Rolle spielen. Da es sich hierbei um den wichtigsten Darstellungsmaßstab der Kartenwerke des HLFb und damit auch innerhalb des HESBIS handelt, muß festgehalten werden, daß unabhängig von der Rohdatenherkunft das derzeit verfügbare hessische DHM für den breiten Einsatz im HESBIS aufgrund der geringen Auflösung qualitativ unzureichend ist. Für den Bezug von Rohdaten und die Weiterverarbeitung zu einem DHM im HLFb sind derzeit keine geeigneten Interpolationsverfahren verfügbar.

Bei der Auswertung der 20×20 m-Interpolation konnte hingegen bis auf kleinere, eindeutig auf die Digitalisierung zurückzuführende Fehler, eine gute Übereinstimmung interpolierter Höhenlinien mit dem Original (TK 5) festgestellt werden. Auch die abgeleiteten morphometrischen Parameter konnten im Geländevergleich als brauchbar angesehen werden. Bei der Ausgrenzung von morphologischen und bodenkundlichen Reliefelementen konnten sinnvolle Abgrenzungen erzeugt werden.

Ähnliche Ergebnisse zeigen auch KÖTHE & LEHMEIER (1991) auf. Das in Niedersachsen schon großflächig vorhandene DGM mit einer Rasterweite von 12,5 m wurde bei der Reliefanalyse zum Herausarbeiten von Hangdiskontinuitäten und Reliefelementen genutzt. Die hohe Auflösung ermöglicht ihnen eine großmaßstäbig detaillierte Gliederung des Reliefs.

Als zweite Datengrundlage des hessischen DHM wurden DHMe auf Basis von Profildaten untersucht. Diese stellen ein Sekundärprodukt aus der Orthophotoherstellung dar. Grundla-

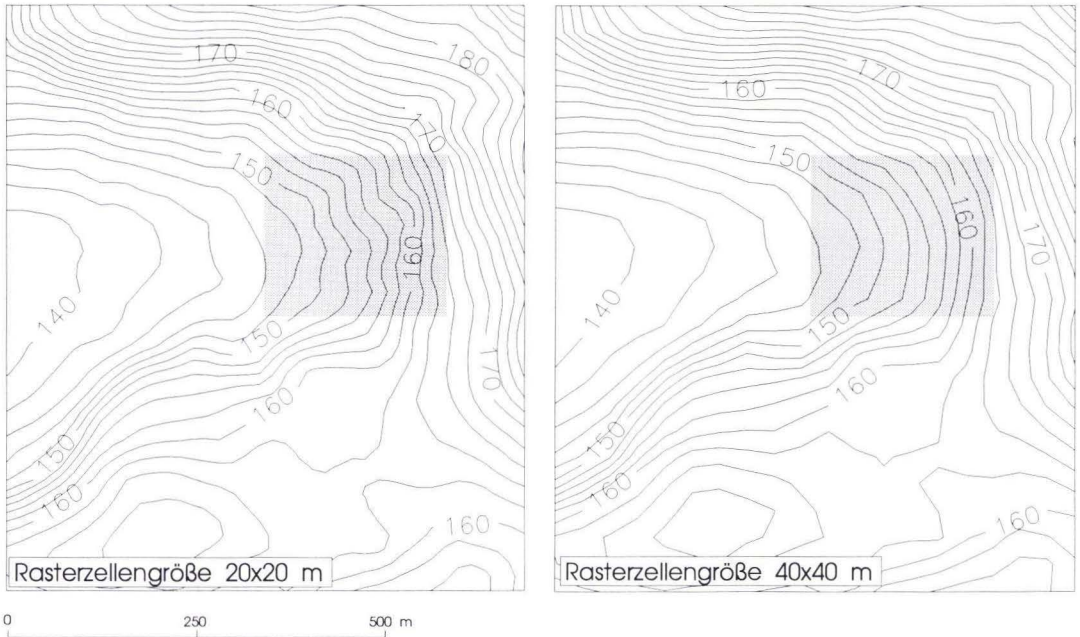


Abb. 5. Einfluß der Rasterzellengröße auf die Reliefabbildung. Detailausschnitt TK 5, F 2-9690, DHM HLVA, Interpolation HIFI P.

gen bilden die Gravurplatten zur differentiellen Entzerrung von Luftbildern. Diese bilden Profillinien im 40 m Abstand ab. Sie wurden digital erfaßt, entlang der Profillinie auf 10 m Abstand ausgedünnt und auf ein gleichmäßiges 40×40 m Raster interpoliert.

Eine Interpolation auf ein 20×20 m Raster oder enger kann zu keiner Verbesserung der Geländeabbildung führen, da die Abstände der gemessenen Profile schon 40 m betragen. Die Ableitung eines hochauflösenden DHM ist folglich nicht möglich.

Die interpolierten Rasterdaten, basierend auf abgeleiteten Höhendaten aus Profillinien, weisen eine ganze Reihe von Mängeln auf, die eine Nutzung stark einschränken. Hierzu zählt das Vorkommen von meist 40 bis 80 m breiten Gräben oder Graten (in der realen Landschaft nicht vorhanden), die vermutlich ein Randeffekt der Bearbeitungsausschnitte darstellen. Darüber hinaus treten dellen- und rückenartige Strukturen in Hanglagen, besonders bei stärkeren Hangneigungen auf, die nach KÖHLER (HLVA, freundl. mündl. Mitt.) durch einen verzögernden „Schleppfehler“ beim dynamischen Auswerten der Profillinien hervorgerufen werden. Diese kommen jedoch nicht systematisch vor, so daß eine DV-technische Bereinigung der Daten nicht möglich ist (vgl. hierzu Abb. 6).

Reliefverzerrende Fehler werden auch von MÜLLER & RASCHKE (1991) festgestellt. Sie beschreiben „abwechselnd positive und negative Höhendifferenzen im Meterbereich“, die zu einer „Streifigkeit“ der Höhenlinien führen.

Hinzu kommt eine deutliche Lageuntreue gegenüber der TK 5- sowie der TK 25-Topographie (s. Kap. 3.2).

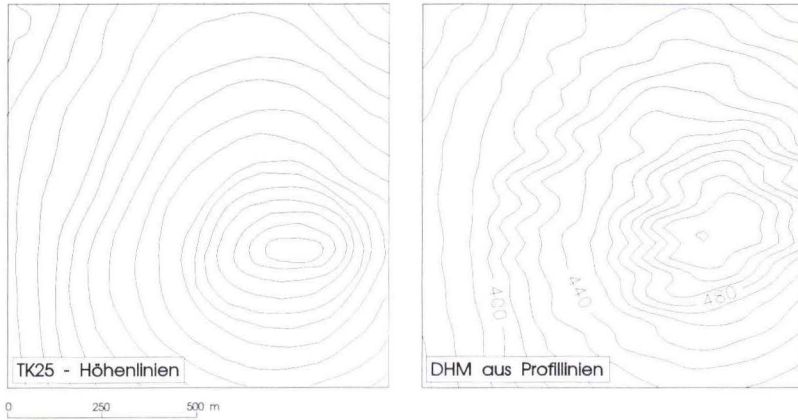


Abb. 6. Vergleich Topographische Karte und DHM aus Profildaten mit Schleppfehler. Detailausschnitt TK 25, Blatt 5224 Eiterfeld (355 700/562 250 – 355 800/562 350), Interpolation HIFI P (Rasterzellengröße 40×40 m).

Die Höhenraten des Umlandverbandes Frankfurt stellen ebenfalls ein Sekundärprodukt dar. Im Gebietsbereich des Verbandes wurden mittels stereoskopischer Luftbildauswertung für die Entzerrung zu Orthophotos (im Gegensatz zu den Profildaten des HLVA) punktuell Höhenraten erfaßt, die in ihrer Datendichte auf die Entzerrung von Luftbildern abgestimmt sind. Hierbei handelt es sich um mehr oder weniger rasterartig angeordnete Punktdaten mit Abständen von meist $40\text{--}80$ m, wobei eine deutliche Verdichtung der Meßpunkte an Böschungen, Dämmen, Wegen etc. zu erkennen ist. Natürliche Reliefformen wurden weniger berücksichtigt, so daß kleinere Dellen und Rücken häufig gar nicht in Erscheinung treten. Eine Interpolation dieser Daten auf ein 40 m Raster stellt ebenfalls die am höchsten zu erzielende Auflösung dar. Vielfach wird dabei die Datendichte gegenüber den Ausgangsdaten schon erheblich überschritten. Systematische Fehler konnten für die untersuchten Flächen nicht nachgewiesen werden. Das Relief erscheint sehr weich, ohne größere Unregelmäßigkeiten. Kleinere Strukturen sind generalisiert. Diese Rasterdaten eignen sich daher gut für die Bearbeitungen im Maßstab $1:50000$ bis $1:200000$. Allerdings tritt auch hier eine Lageuntreue gegenüber den analogen Kartenwerken TK 25 und TK 5 auf.

Die Höhenraster der drei untersuchten Datengrundlagen zeigen somit sehr unterschiedliche Qualitäten auf. Die Sekundärprodukte aus der Orthophotoherstellung können den fragestellungsorientierten Ansprüchen eines BIS nicht genügen. Auch die Standardauflösung von 40×40 m ist für eine Vielzahl von Aufgabenstellungen nicht ausreichend. Die vorgehaltenen Daten des HLVA sind nicht auf Fehler kontrolliert. Auch nach einer Dokumentation von fehlerhaften Daten kann derzeit kein kurzzeitig verbesserter Datenbestand nachgeliefert werden. Für den Regeleinsatz bedeutet dies eine zeitintensive Kontrolle der zu verwendenden DHM. Zum Teil müssen Blattsnitte aufgrund schwer korrigierbarer Fehlerquellen neu bearbeitet werden. Daher kann unter den gegebenen Bedingungen keine routinemäßige Einbindung in das HESBIS erfolgen, sondern allenfalls eine Verwendung für Einzelprojekte befürwortet werden.

4.2. Vergleich des DHM mit unterschiedlichen topographischen Grundlagen

Die Qualität eines großmaßstäbig genutzten DHM zeigt sich zunächst natürlich in der Genauigkeit der Abbildung des realen Gegenstandes „Landschaft“. Für die routinemäßige Anwendung digitaler Geländemodelle innerhalb eines Bodeninformationssystems spielt jedoch die Übereinstimmung abgeleiteter Höhenlinien oder reliefbeschreibender Merkmale mit bestehenden analogen Kartengrundlagen unterschiedlicher Maßstäbe eine entscheidende Rolle.

Als Basiskartenwerke des Hessischen BIS dienen Bodenkarte, Geologische Karte, Hydrogeologische Karte u.a. vor allem im Maßstab 1:25000. Darüber hinaus werden auch Manuskriptkarten bis zum Maßstab 1:5000 sowie Übersichtskarten bearbeitet. Hieraus ergibt sich eine breite Anforderungspalette an ein DHM.

Bei der Auswertung von punkt- und flächenbeschreibenden Raumdaten, die auf Basis der TK 25 erhoben wurden, ist häufig eine deutliche räumliche Abweichung zum DHM festzustellen. Die Unterschiede sind nicht nur in einer Generalisierung des Reliefs auf Basis verschiedener Maßstäbe begründet, sondern auch in der räumlichen Verschiebung bzw. Lageungenauigkeit von Reliefeinheiten zu sehen. Am offensichtlichsten läßt sich dieser Sachverhalt an kleinen Tälern aufzeigen (s. Abb. 7), wo häufig bodenkundliche Flächeneinheiten, die an Talformen gebunden sind, eine deutliche Lageverschiebung vom analogen Topographischen Kartenwerk zum DHM aufweisen. Durch diesen Sachverhalt wird eine digitale Auswertung flächenhafter Fachdaten mit dem DHM praktisch unmöglich. Bei der Umsetzung von Karteninhalten auf Karten unterschiedlicher Kartengrundlagen gleichen oder kleineren Maßstabs kann bei der derzeit üblichen analogen Bearbeitung diese Diskrepanz noch durch geomorphologisch interpretierte Anpassung weitestgehend eliminiert werden.

Mit der Forderung einer möglichst lagetreuen Darstellung von geowissenschaftlichen Fachdaten sollte mittelfristig eine großmaßstäbige Kartengrundlage in einheitlicher Qualität in digitaler (Höhendaten) und analoger Form verwendet werden. Hierzu eignet sich grundsätzlich die TK 5, die allerdings auch für den mittelfristigen Bedarf nicht flächendeckend vorliegen wird.

Für die Verarbeitung kleinerer Maßstäbe muß diese Datenbasis maßstabsadäquat überarbeitet werden. Die Generalisierung muß den maßstabsorientierten Flächeninhalt der Fachdaten angepaßt sein. Das heißt, Reliefeinheiten, die aus fachlicher Sicht darstellungsrelevant sind, müssen in der Kartengrundlage vorhanden sein und mit steigender Generalisierung der Fachdaten digital gefiltert werden.

Zur automatisierten Reliefgeneralisierung digitaler Höhendaten liegen bereits unterschiedliche Lösungsansätze vor (vergl. WU, HE-HAI 1981, WEIBEL 1989).

5. Ergebnisse

Auf den Einsatz eines Digitalen Reliefmodells innerhalb eines Bodeninformationssystems kann man für die Anwendung von Modellen, Aus- und Bewertungsmodulen unterschiedlicher fachlicher Ausrichtung sowie als topologische Grundlage kurz- bis mittelfristig nicht verzichten. Die Bedeutung dieser Datengrundlage ist dabei für das Bodeninformationssystem deutlich höher einzuschätzen als der derzeit in Hessen im Aufbau befindliche digitale Datenkomplex im ATKIS-Bereich. Die Anforderungen an ein DHM können in bezug auf Datenqualität und

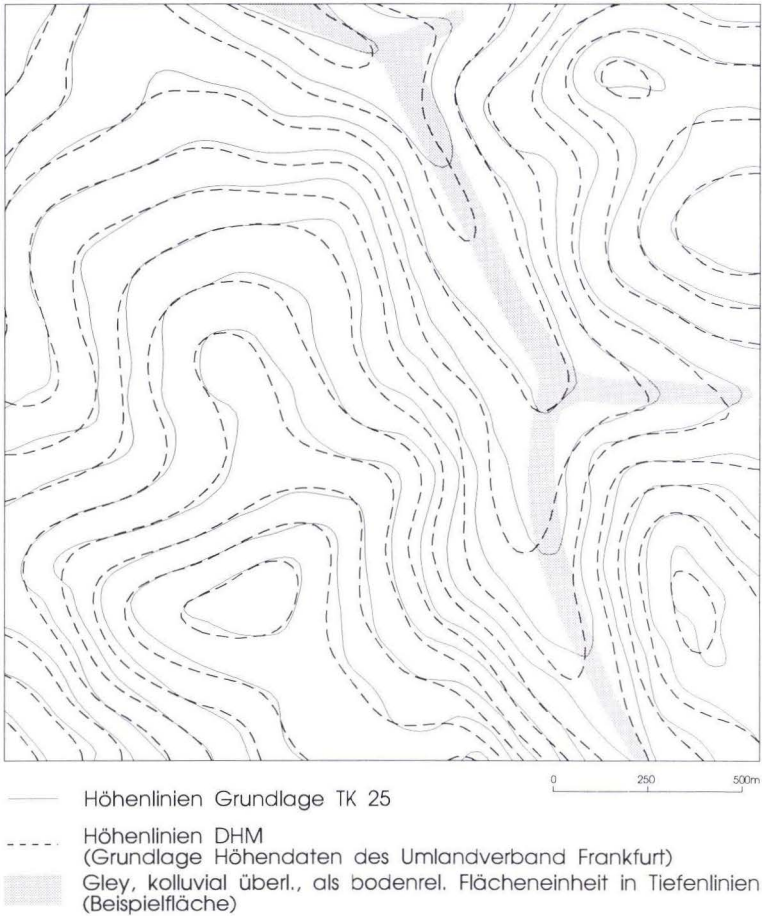


Abb. 7. Lageuntreue eines DHM zum analogen Kartenwerk TK 25.
Detailausschnitt Blatt 5716 Oberreifenberg.

Auflösung aus fachlicher Sicht definiert werden. Der Anspruch an die Qualität der Daten ist hoch, aber durchaus realisierbar.

Das DHM kann nach fachlicher Ausrichtung in reliefbeschreibende Ableitungen überführt werden, die als Eingangsparameter für Auswertungsmodul und Rechenmodelle zur Verfügung stehen.

Vom Hessischen Landesvermessungsamt wird derzeit flächendeckend für Hessen ein DHM mit einer Rasterauflösung von 40×40 m vorgehalten, dessen Datengrundlagen qualitativ sehr heterogen sind. Für die Herstellung des DHM-Rasters wurden Profildaten aus der Orthophotoherstellung, digitalisierte Höhenlinien aus der TK 5 sowie z.T. externe Datenbestände genutzt. Das Höhenmodell kann nach seinen Ursprungsdaten auf seine Qualität und

den eventuellen Verwendungszweck bewertet werden. Die Daten sind grundlegend nicht von Fehlern bereinigt, so daß eine zeitaufwendige Kontrolle notwendig ist.

Die standardmäßig vorgehaltene Auflösung des hessischen DHM ist für die meisten Anwendungen im HESBIS als nicht ausreichend anzusehen. Zur großmaßstäbigen Abbildung des Reliefs, wie auch als Eingangsparameter in Rechenmodellierungen wird hier i. d. R. eine Auflösung von 20×20 m oder enger benötigt.

Für Arbeitsmaßstäbe 1:50000 und kleiner wäre der Einsatz eines 40 m Rasters akzeptabel. Jedoch sind die größten Flächenanteile des hessischen DHM aufgrund der fehlerhaften Rohdaten auch für diesen Bereich nicht anwendbar.

Für den bedingten Einsatz eignet sich das Höhenmodell auf Basis der TK 5. Die Nutzung von Höhenmodellen, basierend auf der Datengrundlage von Profillinien, UVF-Daten sowie anderer derzeit genutzter Datengrundlagen, ist für den Einsatz im HESBIS zu vermeiden.

Die Lageverschiebungen vom DHM vor allem zum Topographischen Kartenwerk 1:25000 bringen erhebliche Probleme für die reliefbezogene digitale Bearbeitung von räumlichen Fachdaten auf der Kartengrundlage TK 25. Im Rahmen des HESBIS ist daher mit einem enormen Arbeitsaufwand für die Anpassung der räumlichen Fachdaten an eine lagetreue topographische Grundlage zu rechnen.

Für die standardmäßige Einbindung eines Digitalen Geländemodells in das im Aufbau befindliche Bodeninformationssystem des HLFb sollte in Zusammenarbeit mit dem Hessischen Landesvermessungsamt eine Kooperation angestrebt werden, die mittelfristig die Bereitstellung eines hochauflösenden Digitalen Höhenmodells bzw. Geländemodells ermöglicht. Die DHM-Rohdaten auf Basis der TK 5 stellen dafür sicherlich einen relativ hochwertigen Datenbestand dar, der vor allem für den südhessischen Bereich zur Verfügung steht. Bezüglich des Einsatzes des DHM bzw. DGM in den einzelnen FIS des HESBIS besteht noch ein nicht unerheblicher Koordinations- sowie Forschungsbedarf.

6. Schriftenverzeichnis

- ADAM, F., & KANTELHARDT H. (1987): Das Konzept für ein digitales Geländemodell in Hessen. — *Allg. Vermess.-Nachr.*, (8) 9:294–298; Karlsruhe.
- AK TOP der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder (1991): Standardisierung bei der Abgabe von topographischen Höhendaten. — *Vorbericht AK TOP zum TOP 2.1 der 40. AK TOP-Tagung*; Bonn.
- BAUER, J. (o.J.): *Digitales Reliefmodell (DRM), Benutzerhandbuch*. — unveröff. Manusk. Fachber. Region. Bodenk., TU Berlin, 26 S.; Berlin.
- EASTMAN, J. R. (1990): *Idrisi A Grid-Based Geographic Analysis System*. — *Revision/Update Information Version 3.2*; Clark University Worcester.
- HÖPFNER, J. (1990): *Methoden zur Höheninterpolation in digitalen Reliefmodellen*. — *Vermessungstechnik*, 38. Jg., 9:317–320; Berlin.
- Hessisches Landesvermessungsamt (o.J.): *Digitales Höhenmodell*. — *Informationsblatt zum DHM Hessen*, 5 S.; Wiesbaden.
- KÖTHE, R., & LEHMEIER, F. (1991): „Digitale Reliefanalyse“ — Ein Projekt zur geomorphologischen Auswertung Digitaler Geländemodelle (DGM). — *GIS in der Geogr., Freib. Geogr. H.*, 34:99–109; Freiburg.
- LEHMEIER, F. (1991): *Vergleichende Zusammenstellung der digitalen Geländemodelle (DGM) der deutschen Bundesländer (Stand 1990/91)*. — *GIS in der Geogr., Freib. Geogr. H.*, 34:77–80; Freiburg.
- MÜLLER, K.H., & RASCHKE, N. (1991): *Geographische Inventur*. — In *BMFT-Forschungsvorhaben Modellhafte Erarbeitung eines ökologisch begründeten Sanierungskonzeptes für die Lahn, Teilpr. 3: Flächenbezogene Nutzungen, 1. Zwischenbericht*, unveröff. Manusk., 9–16; Gießen.

- VORDERBRÜGGE, TH. (1992): Das Bodeninformationssystem Hessen. — Ökologie-Forum Hessen, Böden in Hessen, Kenntnisstand und Forderungen an ein Bodenschutzgesetz, 49–55; Wiesbaden.
- WEIBEL, R. (1989): Konzepte und Experimente zur Automatisierung der Reliefgeneralisierung. — Diss. Univ. Zürich, Geopr. Rh., **15**, 218 S.; Zürich.
- (1990): Verarbeitung und Anwendung digitaler Geländemodelle im Bereich der Geographie. — Geographica Helv., **4**:145–153; Basel.
- WU, HE-HAI (1981): Prinzip und Methode der Automatischen Generalisierung der Reliefformen. — Nachr. Kart. Vermess., Rh. I, **85**:163–174; Frankfurt a. M.

Manuskript eingegangen am 16. 11. 1992

Halbquantitative Bestimmung des Lößlehmanteils in Böden und seine Bedeutung als Quelle geogener Schwermetalle

Von

RALF-DIETER BECK*

Kurzfassung: Die vorliegende Arbeit beschreibt eine Methode zur halbquantitativen Bestimmung des Löß- bzw. Lößlehmanteils in periglazialen Solifluktsdecken. Grundlage bilden dabei typische Konzentrationsverhältnisse einiger Schwermetalle (Zr, Cr, V, Nb) im Löß und dem anstehenden Gestein (Diabas und Tonschiefer). Mit Hilfe künstlicher Mischreihen aus Löß und Anstehendem konnten Eichkurven erstellt werden, aus denen der Lößlehmanteil einer jeweiligen Bodenprobe nach Ermittlung ihres Schwermetallgehaltes direkt abgelesen werden kann. Vergleiche mit photosedimentometrisch durchgeführter Korngrößenanalytik brachten eine gute bis sehr gute Übereinstimmung der Ergebnisse bei Böden mit mittlerem bis hohem Lößanteil.

Abstract: This paper describes a method for semiquantified determination of loess quota or loess lime quota respectively in periglacial solifluction sheets. This method uses the fundamental principles of typical ratios of heavy metal concentrations such as Zr, Cr, V, Nb, found in loess, clay-schist and "Diabas". With the help from artificial mixes layers of these components one can carry out a calibration from the heavy metal contents to determinate the loess lime parts of a soil sample which can then be directly read from a diagram. When one compares these results with photosedimentometric accomplished grain size analysis, this shows a good to very good consistency by soil samples with middle to high loess parts.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	169
2. Geologie des Arbeitsgebietes	170
3. Arbeitsmethode	170
4. Ergebnisse der verschiedenen Bodenprofile	171
5. Diskussion der Ergebnisse	179
6. Schriftenverzeichnis	180

1. Einleitung

Der weitaus größte Teil der deutschen Mittelgebirgslandschaft wird von Böden bedeckt, die auf periglazialen Solifluktsdecken entstanden sind und deren Schwermetallgehalte in den verschiedenen Horizonten oft keine direkte Beziehung zum anstehenden Gestein erkennen lassen (RUPPERT & SCHMIDT 1987, SABEL 1989). Zum Teil können z. B. „Verdünnungen“ mit der Beimengung von schwermetallärmerem Löß bzw. Lößlehm erklärt werden. Genaue Angaben über die Menge des zugemischten Substrates sind jedoch bisher nicht möglich. Erst

* Dipl.-Geol. R.-D. BECK, Birkenwaldstr. 20, 63179 Obertshausen.

wenn die Anteile und Metallkonzentrationen der einzelnen Substrate hinreichend bekannt sind, lassen sich genaue Angaben über Art, Höhe und Verhalten einer geogenen Grundlast und anthropogenen Zusatzbelastung der Böden machen. Dies ist auch im Hinblick auf ein gestiegenes öffentliches Interesse an solchen Fragestellungen erforderlich.

2. Geologie des Arbeitsgebietes

Das Arbeitsgebiet liegt im äußersten SW der Hahnstätter Mulde, die zusammen mit der sich im NW anschließenden Katzenelnbogener Schwelle (sowie der Katzenelnbogener Mulde) den SW-Rand der Lahn-Dill-Mulde bildet (FLICK et al. 1988). Letztere ist Teilstück der rhenoherynischen Zone des mitteleuropäischen Varisciums und gehörte zum offenermarinen Schelfbereich des Old Red-Kontinents. Im kartierten Areal finden sich neben tertiären Kiesen und quartären Sedimenten größtenteils Gesteine des Mitteldevons. In geringer Ausbreitung treten ebenso oberdevonische Schiefer als laterale Vertretung des Massenkalkes (BECK 1988) auf. Die Basis der kartierten Abfolge bilden Silt- und Tonsteine des Eifelium mit quarzitischer Einschaltungen. Im Hangenden folgen die basischen Pyroklastite (Schalstein) des Givet. Als Lagergänge treten in dieser Serie in unterschiedlichen Niveaus ehemals alkalibasaltische Gesteine auf (FLICK et. 1988), die im Zuge einer schwachen Regionalmetamorphose sowie der Diagenese zu Spiliten umgewandelt wurden. Diese bilden im folgenden als chemisch gut von der Umgebung differenzierbare Einheiten den Ausgangspunkt der Untersuchungen.

3. Arbeitsmethode

Die hier verwendete Arbeitsmethode benutzt die deutlichen Konzentrationsunterschiede an Schwermetallen in den einzelnen, die Bodenhorizonte aufbauenden Komponenten (äolische Fremdkörperkomponente, anstehendes Gestein). Im vorliegenden Fall besitzt der eingewehte Lößlehm hohe Zr- und niedrige Cr-, Nb- und V-Konzentrationen, während das spilitische Ausgangsgestein dagegen höhere Cr-, V-, Nb- sowie niedrigere Zr-Konzentrationen enthält. Lößlehm besitzt demnach ein hohes Verhältnis von Zr zu Cr, Nb und V, während das spilitische Ausgangssubstrat niedrigere Quotienten aus Zr/Cr, Zr/V und Zr/Nb aufweist. Ein Substrat mit hohem Lößlehm- und geringem Spilit-Verwitterungsschuttanteil nähert sich folgerichtig den Quotienten des reinen Lösses, während die Quotienten für lößlehmarme Gemische zu dem des Ausgangsgesteines tendieren. Um Gesetzmäßigkeiten aufzeigen zu können, wurden Mischreihen mit genau definierten Gewichtsanteilen der einzelnen Substrate (Löß sowie Fraktion > 2 mm des zu untersuchenden Horizontes) hergestellt und hinsichtlich ihrer Elementquotienten überprüft. Somit läßt sich ein Diagramm erstellen, bei dem der Quotient gegen den Gewichtsanteil des Lösses aufgetragen wird. Im vorliegenden Fall wurden Diagramme für die Quotienten von Zr/Cr, Zr/V und Zr/Nb erstellt. Auf dieser Basis lassen sich nun für Substrate mit unbekanntem Mischungsverhältnissen über die gemessenen Elementquotienten direkt Lößanteile in Gewichtsprozent zuordnen. Ausgangspunkt für alle Untersuchungen ist eine künstlich hergestellte Mischreihe aus Löß und dem in der Solifluktuationsdecke eingearbeiteten Anstehenden. Die dabei erzielten Wiederfindungsraten brachten sehr gute Ergebnisse, so daß von einem nahezu linearen Mischungsverhalten beider Substrate ausgegangen werden kann (Abb. 1).

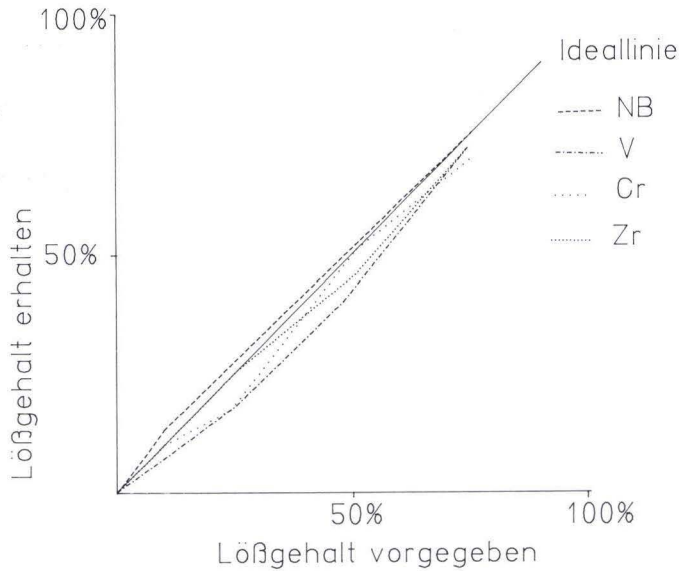


Abb. 1. Wiederfindungsrate der künstlich erstellten Mischreihe.

Alle Schwermetallbestimmungen wurden mit Hilfe der Röntgenfluoreszenzanalyse gemacht. Die Ermittlung der Korngrößenverteilung erfolgte mittels Photosedimentometer, dessen Ergebnisse mit Hilfe von speziellen Korrelationstabellen in Angaben nach DIN umgerechnet wurden (HARNISCHMACHER 1989).

4. Ergebnisse der verschiedenen Bodenprofile

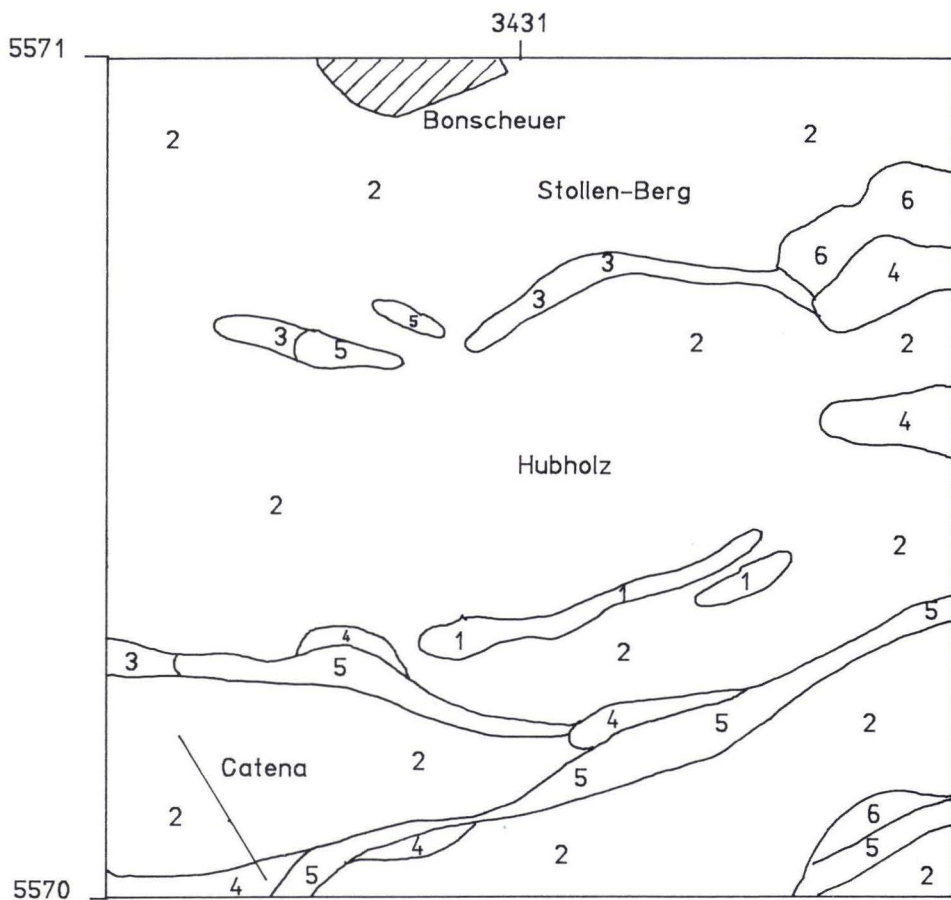
Die einzelnen Bodentypen (Abb. 2)

Braunerde

Braunerden besitzen den weitaus größten Verbreitungsgrad im Arbeitsgebiet. Bei diesem Bodentyp sind die primären Silikate der Silt- und Tonfraktion z. T. zu Tonen der Illit-Gruppe verwittert (MÜCKENHAUSEN & ZAKOSEK 1984). Der Skelettanteil der Böden sowie ihre Entwicklungstiefe sind vom Relief und der Ausprägung der Solifluktonsdecke abhängig und stark schwankend. Alle erbohrten Braunerden waren kalkfrei.

Braunerde-Kalkgley

Dieser Bodentyp tritt nur stellenweise als schmale Übergangszone im Talbereich auf. In der Regel ist er im Grundwasserschwankungsbereich kalkhaltig (Kalkkonkretionen bis 5 mm Ø).



- 1 Braunerde mit geringer Entwicklungstiefe
- 2 Braunerde mit mittlerer Entwicklungstiefe
- 3 Braunerde mit großer Entwicklungstiefe
- 4 Parabraunerde aus Lößlehm
- 5 Gley (mit Naßgley)
- 6 Auenboden

Abb. 2. Bodenkarte.

Parabraunerde

Parabraunerden entstehen aus Lößlehm oder ähnlich feinkörnigen Ausgangssubstraten durch Kolloidverlagerung (MÜCKENHAUSEN & ZAKOSEK 1984). Durch den Einfluß des Hangwassers kommt es im Westen des Arbeitsgebietes zur Entstehung von Parabraunerde-Pseudogley bzw. Pseudogley-Parabraunerde. Hier staut sich das Hangwasser über dem mit Ton angereicherten Horizont, so daß im Oberboden zeitweise reduzierende Bedingungen herrschen. Im Arbeitsgebiet finden sich Parabraunerden auf ca. 5% der Fläche an Hängen mit schwächerer bis mittlerer Neigung.

Parabraunerde-Kalkgley

Auf kleinen Arealen treten Übergänge zwischen Parabraunerde und Kalkgley auf. Deutlich erkennbar ist der unter dem Bt-Horizont beginnende Gr-Horizont sowie Kalkkonkretionen im Grundwasserschwankungsbereich.

Naßkalkgley

Dieser Bodentyp tritt im Bereich der Mineralquelle am Mattenbach auf. Der Oxidationshorizont ist nur in geringer Mächtigkeit ausgebildet; schon ca. 15 cm unter GOK beginnt das reduzierende Milieu. Über das gesamte Profil finden sich Kalkkonkretionen.

Kalkgley

Im Gegensatz zum Naßgley sinkt der Gr-Horizont des Kalkgleys bis in eine Tiefe von mehr als 0,6 m ab. Er tritt in der Nähe von Quellen und Bachläufen auf. Sein Flächenanteil beträgt etwa 5%.

Im Rahmen dieser Arbeit sollen fünf Einschlüge einer Catena mit ihren geochemischen Eigenschaften genauer untersucht werden.

Lage der Einschlüge

Die im folgenden beschriebenen Einschlüge liegen an einem nach SE geneigten Hang, dessen Kuppe von einem Spilitgang gebildet wird (Abb. 2. Catena). Auf dieser Kuppe beginnt die Catena und setzt sich über Mittel- und Unterhang nach SE hin fort.

Einschlag 1: Braunerde aus Decklage über Basislage.

Die geochemische Ausgangssituation zeigt Tab. 1. Zur Messung wurde neben dem Feinanteil des Ah-, Bv- und C-Horizontes ebenso dessen Grobfraction sowie ein größeres, relativ unverwittertes Spilitstück herangezogen.

Tab. 1. Chemische Daten der Braunerde 1

E1	pH	Cr	Zr/Cr	V	Zr/V	Nb	Zr/Nb	Zr
Ah	3,40	162	2,1	116	2,9	38	8,8	337
Bv	3,70	204	1,9	231	1,6	67	5,7	382
II Cv	4,25	243	1,5	251	1,4	76	4,7	359
C	0,00	224	1,6	211	1,7	79	4,4	351

Ein chemischer Vergleich zwischen Grobfraktion des Cv-Horizontes und des Gesteinstückes dient der ungefähren Abschätzung der Mobilität aller zur Untersuchung herangezogenen Elemente im Zuge der Verwitterung. Sie brachte keine nennenswerten Verschiebungen der Konzentrationen. Weiter wird im folgenden von einer fehlenden Beeinflussung der Basislage durch äolische Sedimente ausgegangen (SABEL mündl. Mitteilung 1990). Aufgrund nicht exakt faßbarer Beeinflussungen u. a. durch biogene Verlagerung und Mobilisierung aufgrund niedriger pH-Werte wurden die Ah-Horizonte nicht in die Betrachtung mit einbezogen.

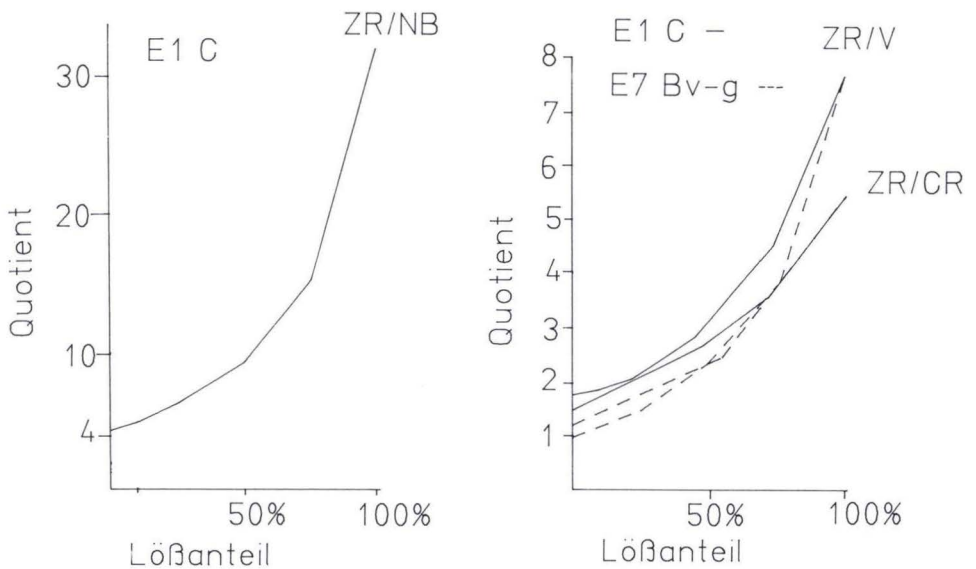


Abb. 3. Die Quotienten der bearbeiteten Elemente, aufgetragen gegen den zugehörigen Lößlehm-Gehalt.

Einzelbetrachtung der Elemente:

Alle beschriebenen Elemente mit Ausnahme des gegenläufig reagierenden Zr zeigen eine Konzentrationsabnahme vom Cv- zum Bv-Horizont. Ursache ist eine Verdünnung des Ausgangssubstrates mit Lößlehm.

Die Elementverhältnisse Zr/Cr, Zr/V, Zr/Nb (Abb. 3):

Zr/Cr:

Der Ausgangsquotient Zv/Cr steigt vom Cv- zum Bv-Horizont leicht an (von 1,47 auf 1,87). Die Größenordnung der Steigerung liegt deutlich über einem möglichen Meßfehler. Aus der entsprechenden Grafik läßt sich für den Quotienten 1,87 ein Lößanteil von 17 Gew.% ablesen.

Zr/V:

Auch hier verschiebt sich der Quotient des Cv-Horizontes zum Bv-Horizont hin (1,4 auf 1,6). Dies ergibt einen Lößanteil von 9 Gew.%.

Zr/Nb:

Wie schon bei Zr/V und Zr/C steigt auch der Quotient Zr/Nb zum Bv-Horizont leicht an. Hier kann aus Abb. 3 ein Lößanteil von 17 Gew.% abgelesen werden.

Zusammenfassung:

Die ermittelten Beimengungen äolischer Komponenten liegen sicher im Bereich zwischen 9 und 17 Gew.%. Genauere Aussagen sind aufgrund des geringen Lößlehnteils nicht möglich. Auch wirken sich hier evtl. auftretende Meß- und Präparationsfehler deutlicher aus als in Substraten mit hohem Anteil äolischer Komponenten. Ein Vergleich der Elementkonzentrationen mit den Daten der künstlich hergestellten Mischreihe bestätigt jedoch die Aussagekraft der ermittelten Daten.

Tab. 2. Vergleich der theoretisch und praktisch ermittelten Elementkonzentrationen

	Cr	V	Nb	Zr
Konzentration C-Horizont:	224	211	79	351
10% Lößlehm-Beimengung:	224	198	72	370
25% Lößlehm-Beimengung:	202	186	61	402
50% Lößlehm-Beimengung:	160	152	46	441
75% Lößlehm-Beimengung:	138	109	32	494
Konzentration (Bv-Horizont)	204	231	67	382

Ein mögliche Elementanreicherung durch die erfolgte Entkalkung liegt noch innerhalb der Meßtoleranz.

Einschlag 2: Braunerde aus Decklage über Basislage.

Einschlag 2 liegt ca. 20 m unterhalb von Einschlag 1 an einem Holzabfuhrweg. Die Untersuchungsergebnisse sind in Tab. 3 aufgeführt.

Einzelbetrachtung der Elemente:

Auch in Einschlag 2 zeigen Konzentrationsänderungen eine Lößlehmbeimengung an. Deutlich fällt die übermäßige Gehaltszunahme von Niob im Bv-Horizont auf. Ursache ist wahrscheinlich die Beimengung der Laacher-See-Tephra. Aufgrund unzureichender Quantifizie-

Tab. 3. Chemische Daten der Braunerde 2

E2	pH	Cr	Zr/Cr	V	Zr/V	Nb	Zr
Ah	2,9	158	2,2	155	2,3	69	355
Bv	2,9	166	2,6	157	2,7	81	431
Bvg	0,0	185	1,7	203	1,6	70	326
II Cv1	3,1	96	4,9	112	4,3	101	478
II Cv2	3,6	106	1,8	132	1,5	23	195
C1	0,0	99	4,9	112	4,3	102	485
C2	0,0	95	1,6	114	1,3	17	151

rungsmöglichkeiten dieser zusätzlichen äolischen Komponente fällt Niob zur Lößlehmanteilsbestimmung für diesen Einschlag aus (Laacher-See-Tephra enthält überproportional viel Niob, so daß sich durch dessen vermehrter Beimengung der ursprüngliche Quotient (Zr/Nb) des Lößlehms im nicht bekannten Maße verändert (HINDEL & FLEIGE 1989).

Die Elementverhältnisse Zr/Cr und Zr/V:

Auch hier wird der Ah-Horizont aus den schon erwähnten Gründen nicht in die Betrachtung einbezogen. Der Quotientenanstieg (Zr/Cr) von 1,7 in der Grobfraction des Bv-Horizontes auf 2,6 im Bv-Feinkornanteil ergibt eine Lößlehmbeimengung von 36 Gew.%. Ebenso deutlich zeigt sich die Verdünnung des Ausgangsmaterials durch äolisches Material anhand des Zr/V-Quotienten. Sein Anstieg von 1,6 (Grobfraction Bv) auf 2,7 (Feinkornanteil Bv) zeigt 41 Gew.% Lößlehmbeimengung.

Zusammenfassung:

In Einschlag 2 kann ebenfalls mit Hilfe der Einzelkonzentrationen einer künstlich erstellten Mischreihe eine relativ gute Übereinstimmung mit den Daten der im Gelände genommenen Proben aufgezeigt werden. Dies legt den Schluß nahe, daß der Lößlehmgehalt mit hoher Wahrscheinlichkeit zwischen 36 und 41 Gew.% liegt. Niob dient hier als quantitativer Anzeiger für die Beimengung Nb-reicher Tephra. Eine besondere Berücksichtigung möglicher Konzentrationszunahmen aufgrund erfolgter Entkalkungsprozesse ist nicht nötig, da die Gehaltsunterschiede kleiner als der Toleranzbereich der Meßwerte sind.

Einschlag 3: Parabraunerde aus Decklage über Mittellage über Basislage.

Dieses Bodenprofil ist ca. 40 m SSE von Einschlag 2, ebenfalls an einem Forstweg, abgeschlossen. Tab. 4 zeigt die ermittelten Elementkonzentrationen und Quotienten im Überblick.

Profilbildend wirken sich hier die drei verschiedenen pleistozänen Schuttdecken aus. Da neben dem Anstehenden mit zwei weiteren unterschiedlich zusammengesetzten Ausgangssubstraten zu rechnen ist, wurde – wie auch schon bei Einschlag 2 – die Grobfraction der einzelnen Horizonte als deren jeweiliges Ausgangssubstrat betrachtet. Die schon in der Übersicht erkennbaren Zirkonium-Konzentrationen von bis zu 550 ppm lassen einen hohen Lößlehmanteil erwarten. Die Elementquotienten der Basislage werden aufgrund der fehlenden Beeinflussung der Basislage durch äolische Komponenten nicht berücksichtigt. Dies gilt in gleicher Weise für die nachfolgenden Einschläge 4 und 5.

Tab. 4. Chemische Daten der Parabraunerde

E3	pH	Cr	Zr/Cr	V	Zr/V	Nb	Zr/Nb	Zr
Ah	3,10	141	3,26	108	4,35	53	8,8	470
Al	3,20	154	3,17	115	4,25	52	9,4	489
Alg	0,00	185	1,50	198	1,40	55	5,0	276
II Bt	3,25	188	2,70	134	3,70	50	10,0	504
Btg	0,00	255	1,40	236	1,50		4,6	
III Cv	3,90	154	2,30	146	2,30	34	9,8	335

Die Elementquotienten der Mittellage:

Der Quotient Zr/Cr steigt von 1,4 auf 2,7. Dies entspricht einem Lößlehmgehalt von 53 Gew.%. Die Steigerung des Zr/V-Quotienten von 1,5 auf 3,7 kann mit einer Lößlehmbeimengung von 63 Gew.% erklärt werden. Wie schon in Einschlag 2 deuten überhöhte Nb-Konzentrationen auf die Beimengung von Laacher-See-Tephra hin. Eine Auswertung mit Hilfe dieses Elementes entfällt somit auch hier.

Die Elementquotienten der Deckenlage:

57 Gew.% äolische Komponente im Al-Horizont können aus der Quotientensteigerung Zr/Cr von 1,5 auf 3,2 abgelesen werden. Der entsprechende Gehalt für den Quotienten Zr/V liegt bei 65 Gew.% im Al-Horizont (Steigerung von 1,4 auf 4,25).

Zusammenfassung:

Die Ursache für die Schwankungen der ermittelten Lößlehmgehalte liegt hauptsächlich in der Tendenz des Cr, sich im Bt-Horizont anzureichern. Dadurch wird der Verdünnungsgrad etwas abgemindert. Aus diesen Grund liegen die Lößlehmgehalte mehr im Bereich der mit Hilfe des Zr/V-Quotienten ermittelten Größenordnung (65 Gew.%).

Einschlag 4: Parabraunerde-Pseudogley aus Decklage über Mittellage über Basislage.

Einschlag 4 liegt 10 m unterhalb von Einschlag 3 im Bereich des Hangfußes. Hangwasser ist hier bereits bei der Ausbildung der Bodenform mitbestimmend. Auch im Einschlag 4 ist Laacher-See-Tephra beigemischt, so daß eine Auswertung des Zr/Nb-Quotienten zu einem verfälschten Ergebnis führen würde (Tab. 5).

Tab. 5. Chemische Daten des Parabraunerde-Pseudogley

E4	pH	Cr	Zr/Cr	V	Zr/V	Nb	Zr
Ah	3,0	107	4,3	72	6,4	33	464
AlSw	3,1	123	4,3	78	6,6	36	515
AlSwg	0,0	122	1,6	120	1,6	26	191
II BtSd	3,4	165	2,7	118	3,7	31	441
BtSdg	—	225	0,9	127	1,6	27	201
III Cv	—	147	2,0	130	2,2	27	292
C	—	107	1,2	112	1,2	16	129

Die Elementquotienten der Mittellage:

Die Quotientenverschiebung Zr/Cr von 0,9 auf 2,7 deutet auf einen 61%igen Gewichtsanteil von Lößlehm hin. 48 Gew.% lassen sich aus der Erhöhung des Zr/V-Quotienten ablesen. Hier spielt eine nur sehr geringfügige Vanadium-Abnahme in der Feinkornfraktion des BtSd-Horizontes gegenüber der des Grobanteils eine Rolle. Die Ursache könnte in der Inhomogenität des Probenmaterials zu suchen sein.

Die Quotienten der Decklage:

86 Gew.% Lößlehmanteil werden durch den Anstieg des Zr/V-Quotienten von 1,6 auf 6,6 angezeigt. 70 Gew.% sind mit der Änderung des Zr/Cr-Quotienten zu ermitteln.

Zusammenfassung:

Die differierenden Ergebnisse in den jeweiligen Horizonten können unterschiedliche Ursachen haben. Zum einen könnte die Tendenz von Cr, sich im Bt-Horizont anzureichern, geringe Verschiebungen ergeben, zum anderen sind Inhomogenitäten im Ausgangssubstrat bzw. Konzentrationsverschiebungen durch die Entkalkung des Lösses nicht ganz auszuschließen.

Einschlag 5: Pseudogley-Parabraunerde aus Decklage über Mittellage über Basislage.

Die in Tab. 6 mit aufgelisteten geochemischen Daten zeigen im Vergleich zu Einschlag 4 eine noch größere, die Profilbildung beeinflussende Wirkung des Hangwassers. So tritt der Bodenskelettanteil so stark zurück, daß schon optisch ein hoher Lößlehmanteil erkennbar ist. Der Schutt besteht aus einer Mischung von Tonschiefer- und Spilitresten. Aufgrund der großen Mächtigkeit des II SdBt-Horizontes wurde dieser in 2 Abschnitte geteilt, um mögliche Unterschiede (geringere Tonverlagerung im Basisbereich) erkennen zu können.

Tab. 6. Chemische Daten der Pseudogley-Parabraunerde

E5	Cr	Zr/Cr	V	Zr/V	Nb	Zr	pH
Ah	162	3,1	92	5,4	40	498	3,3
SwAl	164	3,0	106	4,7	42	498	3,4
II SdBt 1	147	3,4	100	4,9	41	493	4,0
II SdBt 2	159	3,0	111	4,2	37	473	4,6
SdBtg	191	1,4	184	1,5	45	267	—
III Cvg	199	1,6	193	1,7	64	325	—
Cg	190	1,6	241	1,3	64	304	—

Ergebnisse der Mittellage:

Für den Quotienten Zr/Cr ergibt sich ein Anstieg von 1,6 im III Cv auf 3,0 im unteren SdBt (SdBt2) bzw. auf 3,4 im oberen SdBt (SdBt1). Daraus lassen sich 58 Gew.% sowie 64 Gew.% Lößlehmanteil im II SdBt-Horizont ableiten. Mit Hilfe des Quotienten Zr/V konnten 65 Gew.% (II SdBt 1) und 77 Gew.% (II SdBt 2) ermittelt werden. Die Betrachtung von Nb entfällt auch hier aus den oben genannten Gründen.

Ergebnisse der Decklage:

Der Zr/Cr-Quotient ergibt 54%, während das Zr/V-Verhältnis auf 73% Lößlehmanteil schließen läßt.

Wertung der verschiedenen Daten:

Die Lößlehmkonzentrationen der Mittellage schwanken zwischen 58 und 77 Gew.%. Diese relativ große Differenz entsteht vor allem durch die Cr-Konzentrationen im II SdBt 2-Horizont. Abgesehen von dieser Ausnahme bewegen sich die potentiellen Lößlehmanteile der Mittellage zwischen 64% und 77 Gew.%. Auch hier spielt die Tendenz von Cr, sich im Bt-Horizont geringfügig anzureichern, mit Sicherheit eine Rolle. In der Decklage muß auch mit anthropogenen Schwermetalleinträgen (Cr!) gerechnet werden, so daß die reale Lößlehmkonzentration etwas zu gering wiedergegeben ist.

5. Diskussion der Ergebnisse

Die Auswertung der in Kapitel 4 beschriebenen Ergebnisse läßt die folgenden Schlüsse zu:

- In Böden mit hohem Feinkornanteil (= hoher Gehalt äolischer Komponenten) liegen die mit den unterschiedlichen Quotienten ermittelten Lößlehmgehalte relativ dicht zusammen. Die photosedimentometrisch bestimmte Bodenart bestätigt einen ansteigenden Gehalt an Feinkornanteil mit zunehmenden äolischen Komponenten.
- In Böden mit mittlerem Feinkornanteil ist die Übereinstimmung etwas schlechter. Dennoch erlauben die Differenzen eine relativ genaue Abschätzung des Lößlehmanteils.
- In Böden mit geringem Feinkornanteil ist eine Bestimmung des Lößlehmgehaltes nur mit noch größerer Ungenauigkeit durchführbar. Dies liegt zum einen daran, daß die möglichen Meßwert- und Präparationschwankungen mehr Gewicht erhalten, zum anderen spielen Mobilisierungsprozesse sowie anthropogene Stoffeinträge eine größere Rolle. Eine Aussage über den Anteil der eingewehten Komponenten kann jedoch auch hier noch getroffen werden. Weiter besteht die Möglichkeit, mit Hilfe der vorgestellten Arbeitsmethodik auf relativ einfache Weise das Vorhandensein von Laacher-See-Tephra als Gemeinteil der äolischen Komponente nachzuweisen.

Tab. 7. Lößlehmgehalte aller Bodenhorizonte im Vergleich anhand der Schwermetallverhältnisse

	Zr/V	Zr/Cr	Zr/Nb
E1 Bv	9%	17%	17%
E2 Bv	41%	36%	—
E3 Al	65%	57%	—
E3 Bt	53%	63%	—
E4 Al	86%	70%	—
E4 Bt	48%	61%	—
E5 Al	73%	54%	—
E5 Bt	65/77%	56/64%	—

Zur besseren Übersicht seien die wichtigsten Vor- und Nachteile der gewählten Arbeitsmethode stichpunktartig zusammengefaßt.

Vorteile:

- kurze Bearbeitungszeit
- relativ geringer Aufwand sowohl im Gelände als auch im Labor
- präzise Meßmethode
- unkomplizierte Auswertung

Nachteile:

- geringe Datenfülle
- unvollständige Kenntnisse über das Verhalten der ausgewählten Schwermetalle im Laufe der Verwitterung sowie ihrer Mobilisierung
- mögliche Inhomogenitäten im Ausgangsgestein können aufgrund der geringen Datenmenge nicht immer erkannt werden

6. Schriftenverzeichnis

- BECK, R. D.: Zur Geologie im Raum Balduinstein (Lahn), unveröffentl. Fortgeschrittenenkartierung, 34 S., 14 Abb.; Mainz.
- FLICK, H., et al. (1988): Das Devon der SW-Lahnmulde auf Blatt 5613 Schaumburg (Exkursion am 9. 4. 1988). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F., **70**, 16 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- & NESBOR, H. D. (1988): Der Vulkanismus in der Lahnmulde. – Jber. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F., **70**, 411–475, div. Abb., 2 Tab.; Stuttgart.
- HARNISCHMACHER, G. (1989): Korngrößenanalysen an Lössen: Vergleich zwischen Pippettier- und Photosedimentometer; Methode. – unveröffentl. Diplomarbeit; Köln.
- HINDEL, R., & FLEIGE, H. (1988): Schwermetallverteilung in Bodenprofilen aus verschiedenen Ausgangsgesteinen und Unterscheidungskriterien zur Abgrenzung lithogener, pedogener und anthropogener Anteile. – Abschlußbericht Arbeitsblock 1, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, im Auftrag der Umweltbundesamtes; Hannover.
- MÜCKENHAUSEN, E., & ZAKOSEK, H. (1984): Bodenkundliche Untersuchungsmethoden. – aus: BENDER: Angewandte Geowissenschaften Bd. 1; Stuttgart (Enke Verlag).
- ROSENBERG, F. (1987): Kap. Geochemie. – aus: Erläuterungen zur geologischen Karte Blatt 5621 Wenings; Wiesbaden.
- (1991): Kap. Geochemie. – aus: Erläuterungen zur geologischen Karte Blatt 5715 Idstein; Wiesbaden.
- RUPPERT, H., & SCHMIDT, F. (1987): Natürliche Grundgehalte und anthropogene Anreicherungen von Schwermetallen in Böden Bayerns. – GLA-Fachberichte **2**, 97 S.; München.
- SABEL, K. J. (1989): Schwermetallgehalte der Böden zwischen Rhein-Main-Gebiet und Vogelsberg – Jber. Wetterau. Ges. ges. Naturkunde, **140–141 Jg.**: 5–13, 1 Abb., 7 Tab.; Hanau.

Manuskript eingegangen am 5. 1. 1993

Die Schwermineralführung des Würmlößprofils Mainz-Weisenau

Von

HEINRICH THIEMEYER *

Kurzfassung: Anhand einer Probenserie aus der Würmlößdecke des Steinbruchs Mainz-Weisenau wird die Schwermineralführung untersucht. An vulkanischen Einschaltungen konnten nur der Eltviller Tuff und der Laacher Seetuff sicher analysiert werden. Im Mosbacher Humuszonenkomplex hingegen ließen sich keine Tuffeinschaltungen erkennen.

Abstract: From the Würm loess cover of the Mainz-Weisenau quarry the association and distribution of the heavy minerals have been analysed. The volcanic ash layers of „Eltviller Tephra“ and „Laacher See-Tephra“ could clearly be found in the upper parts. There was, on the other hand, no indication of volcanic influence in the lower humic zone complex („Mosbacher Humuszonen“).

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	181
2. Die Schwermineralführung der Würmlößdecke	182
3. Schriftenverzeichnis	186

1. Einleitung

Im Zuge des fortschreitenden Abbaues durch die Portland Zementwerke war im Steinbruch Mainz-Weisenau beim Abräumen der Lößdecke zeitweise ein Würmlößprofil aufgeschlossen, das sich im basalen Teil durch einen besonders deutlich ausgeprägten Mosbacher Humuszonenkomplex auszeichnet. Der untersuchte Abschnitt des Profils befindet sich im Bereich eines angeschnittenen Riedels, der von zwei Dellen flankiert wird. Ursprünglich zog hier jedoch ein Dellentälchen herab, dessen Morphologie von den Humuszonen nachgezeichnet wird [Abb. 2; eine ausführliche Beschreibung erfolgt an anderer Stelle (SEMMELE i. Vorb.)]. Aufgrund dieser Dellsituation besteht der obere Teil der unteren und mittleren Humuszone jeweils aus umgelagertem, z.T. sandstreifigem Humusmaterial, wodurch sie besonders mächtig erscheinen. Die Humuszonen sind darüber hinaus durch Lößstraten deutlich voneinander getrennt. Der Humuszonenkomplex wird von der Niedereschbacher Zone gekappt. Im Hangenden folgt im wesentlichen Jungwürmlöß mit den Erbenheimer Böden E₂, E₃ und E₄. Zwischen den beiden letztgenannten konnte der Eltviller Tuff über größere Entfernungen in z.T. zweigeteilter Ausbildung (vgl. SEMMELE 1967) verfolgt werden. Den Abschluß bildet der holozäne Boden, der in den flankierenden Dellen als Schwarzerde ausgebildet ist, im übrigen

* Dr. H. THIEMEYER, Institut für Physische Geographie, Senckenberganlage 36, 60054 Frankfurt a.M.

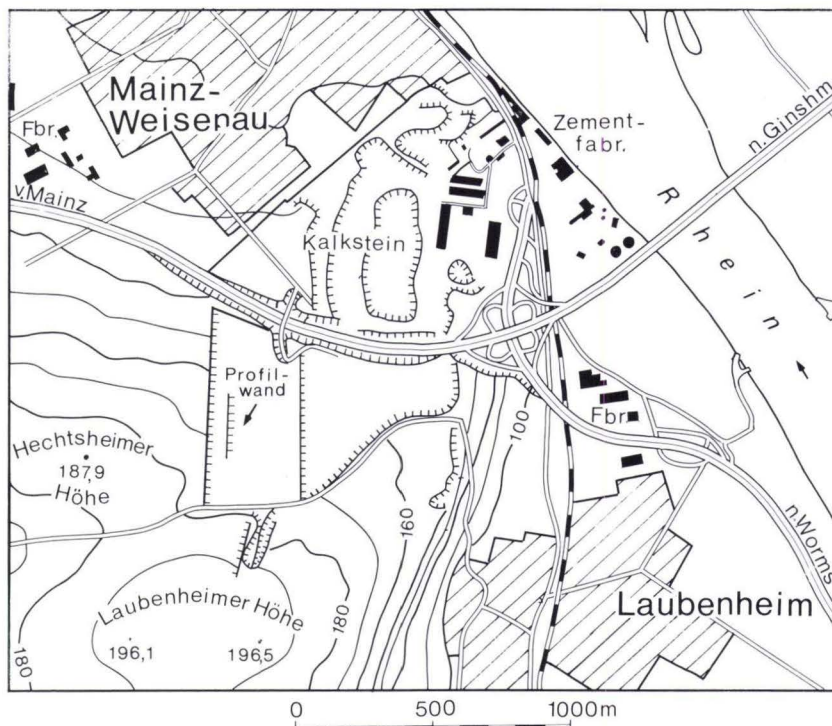


Abb. 1. Lage der Untersuchungsstelle.

Bereich aber durch ackerbaulich bedingte Bodenerosion nur noch durch deren Erosionsstadien bis hin zur Pararendzina vertreten ist.

Da an vielen Stellen bereits wiederholt vulkanisches Material in den Humuszonen gefunden wurde (vgl. SEMMEL 1991:291; RÖSNER 1990:222ff.; BIBUS & SEMMEL 1977:143ff.; BOSINSKI et al. 1985), bot sich eine schwermineralogische Untersuchung dieser Würmlößstraten an¹. Nach THIEME et al. (1981) waren die Eifelvulkane in den Anfangsstadien der Kaltzeiten relativ häufig aktiv. So wurde z. B. auch im Weilbacher Humuszonenkomplex vulkanisches Material gefunden, etwa in der ehemaligen inzwischen leider nicht mehr zugänglichen Ziegeleigrube Bad Soden (frdl. mdl. Mitt. Prof. SEMMEL). In die vorliegende Untersuchung wurden der Humuszonenkomplex sowie im Vergleich dazu der Jungwürmkomplex einbezogen.

2. Die Schwermineralführung der Würmlößdecke

Aus den Humuszonen, den Naßböden sowie den dazwischen liegenden Lößstraten und der holozänen Schwarzerde wurden Mischproben entnommen und die Schwerminerale in der Fraktion 200–100 µ abgetrennt. Die Proben wurden mit Salzsäure vorbehandelt, um Oxid- und Kalküberzüge zu entfernen.

¹ Herr Prof. Dr. Dr. h. c. ARNO SEMMEL regte diese Untersuchung an. Dafür und für gemeinsame Geländebegehung und Diskussion sei ihm herzlich gedankt.

			Korngrößenverteilung						CaCO ₃	Humus	pH (KCl)	
			T	fU	mU	gU	fS	mS				gS
W14		holozäne Schwarzerde										
W13		Löß	24,0	0	19,2	50,9	4,8	1,0	0,1	26,8	7,7	
W12		E ₄	18,6	4,4	17,7	52,4	5,8	0,9	0,2	23,9	7,7	
W11		Löß	14,7	5,7	20,0	53,5	5,4	0,6	0,2	22,4	7,7	
		Eltviller Tuff										
W10		E ₃	11,8	2,4	19,4	60,7	5,5	0,2	0	19,2	7,8	
W9		E ₂	16,1	3,3	19,1	54,3	6,9	0,2	0	17,6	7,8	
W8		Löß	14,0	3,9	20,4	55,7	5,9	0,2	0	19,5	7,9	
		(Beprobungslücke)										
W7		Niedereschbacher Zone										
		Löß										
W6		obere Humuszone	22,9	5,1	12,5	45,8	12,1	1,0	0,6	15,1	0,8	7,8
W5		Löß	23,2	5,8	14,2	44,4	11,5	0,8	0,2	8,5		7,7
		umgelagerte Humuszone										
W4		mittlere Humuszone	26,7	6,1	13,9	41,7	10,5	0,9	0,2	0,8	0,45	7,5
W3		Löß	17,8	4,6	9,4	55,6	11,2	0,8	0,3	23,3	0,2	7,8
		umgelagerte Humuszone										
W2		untere Humuszone	27,4	5,9	14,7	42,8	8,2	1,0	0,1	1,1	0,6	7,5
W1		Basislöß	14,8	4,1	9,7	41,1	23,5	5,2	1,5	34,2		8,0

Abb. 2. Schematisches Profil mit Probeentnahmepunkten und einigen bodenkundlichen Kennwerten.

Tab. 1. Schwermineralverteilung in der Lößdecke im Steinbruch Mainz-Weisenau; Probennummern vgl. Abb. 2; Angaben in %, +: vereinzelte Minerale vorhanden

Probenummer	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14
Anatas	1		1	+	1	1	1	1	3	2	1	+	+	+
Andalusit				+			+		+	+	+		+	
Augit	2	1		+		2		+	+	+	3	23	1	21
Brookit													+	
Disthen		+	+		1	1		+	1	+				
Epidot	45	50	52	41	51	53	32	45	44	45	39	22	40	22
Glaukophan	+	+			+	+		+	+					
Granat	25	26	18	19	13	14	6	20	18	16	18	4	24	10
Hornblende grün	17	13	20	33	27	24	56	15	25	21	26	11	27	2
Hornblende braun		+	+	1	+	+			+			30	1	31
Rutil	2	1	1	+	1		1	1	2	2	2	2	1	1
Sillimanit				+										
Spinell										1	+		1	
Staurolith	1	1	1	1	+	+		1		+			+	
Titanit		+		+			+	+	1		+	2		2
Turmalin	3	4	4	4	2	3	2	6	3	5	6	1	4	4
Zirkon	4	3	3	1	4	2	+	9	3	5	4	4	1	7
Opake	23	17	22	10	12	16	9	27	26	26	25	15	29	15
% SM am Feinsand	0,10	0,07	0,04	0,13	0,13	0,15	0,09	0,15	0,16	0,10	0,25	0,41	0,20	0,20

Dabei wurde in Kauf genommen, daß bestimmte Minerale (z. B. Apatit und Olivin) aus dem Spektrum verschwinden oder nur noch teilweise erhalten geblieben sind. Die Abtrennung wurde in der Zentrifuge mit einer Natriumpolywolframatlösung ($d = 2,9$) vorgenommen und die abgetrennten Minerale in MOUNTEX ($n = 1,67$) eingebettet. Es wurden mindestens 200 durchsichtige Minerale ausgezählt. Die Ergebnisse sind in Tab. 1 dargestellt.

Alle Würmlößstraten werden durch die Minerale Epidot/Zoisit, Granat und grüne Hornblende dominiert. Daneben treten durchgängig die stabilen Minerale Turmalin, Zirkon und Rutil auf, deren Anteil aber überwiegend unter 10% liegt.

Obwohl die Humuszonen aufgrund ihrer Reliefposition gut erhalten sind, waren im Gegensatz zu anderen Gebieten keine Anzeichen von Tuffeinlagerungen zu finden. Zwar ist im Basislöß sowie in den Humuszonen Augit mit geringen Prozentsätzen vertreten, diese Vorkommen sollten jedoch nicht als eigenständige Tuffeinschaltungen interpretiert werden. Gleiches gilt für das vereinzelte Auftreten von brauner Hornblende und Titanit im Humuszonekomplex (Tab. 1: W2–W6).

Andererseits ist von LÖHR & BRUNNACKER (1974) innerhalb der Mosbacher Humuszonen ein Bimstuff beschrieben und als „Metternicher Tuffhorizont“ bezeichnet worden (s. a. BRUNNACKER et al. 1979: 23; WINDHEUSER 1977), mit dessen Auftreten auch hier gerechnet werden müßte. Eine ähnliche Bimstufflage wurde von BIBUS & SEMMEL (1977) wie vorher schon von BRUNNACKER et al. (1975: 106) aus dem Würmlößprofil Ariendorf beschrieben, die stratigraphische Position jedoch in jüngster Zeit von SEMMEL (1991: 291) aufgrund neuer Datierungen in Zweifel gezogen. Im entsprechenden Abschnitt, d. h. direkt oberhalb der mittleren Mosbacher Humuszone sind in Mainz-Weisenau aber keine signifikant höheren Anteile vulkanischer Minerale zu finden gewesen. Eine von Prof. SEMMEL entnommene Vergleichsprobe aus dem hangenden umgelagerten Teil der mittleren Humuszone wies mit nur je 1% Augit und Titanit ebenfalls einen (nach Meinung des Autors) für einen eindeutigen Nachweis zu geringen Anteil auf. Somit lassen sich im Humuszonekomplex des untersuchten Profils von Mainz-Weisenau keine eindeutig eigenständigen Tuffeinschaltungen nachweisen.

Im Jungwürmabschnitt, der v. a. durch die Naßböden E_2 , E_3 und E_4 charakterisiert wird, ist der Eltviller Tuff die augenfälligste Erscheinung. Da die Jungwürmstraten nahezu vollständig erhalten sind, ist die stratigraphische Position zweifelsfrei feststellbar. Die Schwerminerale des Eltviller Tuffs bestehen überwiegend aus Titanaugiten mit ausgeprägter Dispersion und häufigem Zonarbau (Tab. 2).

In der holozänen Schwarzerde (Tab. 1: W13) wird das Schwermineralspektrum erwartungsgemäß vom mittelallerödzeitlichen Laacher See-Tuff mit den charakteristischen Mineralen Augit (mit Ägirinaugit), braune Hornblende und untergeordnet Titanit dominiert.

Ein zunächst überraschender Befund zeigt sich etwa 1 m unter Geländeoberfläche direkt oberhalb des deutlich ausgebildeten E_4 -Naßbodens (Tab. 1: W11). Dort trat ein dem Laacher See-Tuff nahezu identisches Schwermineralspektrum auf, das in dieser Position bislang einma-

Tab. 2. Schwermineralverteilung des Eltviller Tuffs

Ana	Augit	Epi/Zoi	Granat	grüne Hornb.	Ti	Tu	Zi	Glas	Silli
1	88	3	4	2	1	+	1	1	+

lig ist. Bei genauerer Überprüfung des Geländebefundes stellte sich jedoch heraus, daß die Probe W11 aus einem größeren Tierbau (Fuchsbau o.ä.) stammte, in den der Laacher See-Tuff offenbar ziemlich bald nach der Sedimentation vermischt mit Löß hineingespült worden war und somit in tiefere Lößschichten gelangte. Die Füllung des Tierbaues zeichnete sich zudem durch einen etwas höheren Kalkgehalt aus, der in Form von weißlichen Kalküberzügen auch makroskopisch zu erkennen ist und den fossilen Charakter des Tierbaues betont.

Der Rambacher Tuff, stratigraphisch oberhalb des Lohner Bodens gelegen (SEMMELE 1967), ließ sich schwermineralogisch nicht nachweisen, obwohl an einigen Stellen im Aufschluß in dieser Position ein dunkles Bändchen im Löß zu verfolgen war. Die Schwermineralanalyse erbrachte in zwei untersuchten Proben (1 bzw. 3% Augit) keine signifikanten Unterschiede zum umgebenden Löß.

3. Schriftenverzeichnis

- BIBUS, E., & SEMMEL, A. (1977): Stratigraphische Leithorizonte im Würmlöß des Mittelrheingebietes. — Geol. Jb. Hessen, **105**: 141–147; Wiesbaden.
- BOSINSKI, G., BRUNNACKER, K., KRUMSIEK, K., HAMBACH, U., TILLMANN, S., & URBAN-KÜTTEL, B. (1985): Das Frühwürm im Lößprofil von Wallertheim/Rheinessen. — Geol. Jb. Hessen, **113**: 187–215, 12 Abb., 2 Tab., 3 Taf.; Wiesbaden.
- BRUNNACKER, K., BOSINSKI, G., & WINDHEUSER, H. (1979): Bimstufe als Leithorizonte im Quartär am Mittelrhein. — Mainzer Naturw. Arch., **17**: 13–28, 3 Abb.; Mainz.
- LÖHR, H., PUISSEGUR, J. J., & POPLIN, F. (1975): Quartäraufschlüsse bei Ariendorf am unteren Mittelrhein. — Mainzer Naturwiss. Arch., **14**: 93–141; Mainz.
- LÖHR, H., & BRUNNACKER, K. (1974): Metternicher und Eltviller Tuffhorizont im würmglazialen Löß am Mittel- und Niederrhein. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **102**: 168–190; Wiesbaden.
- RÖSNER, U. (1990): Die mainfränkische Lößprovinz. — Erlanger geogr. Arb., **51**, 306 S., 58 Abb., 14 Tab., 24 Fotos, 27 Beil.; Erlangen.
- SEIDENSCHWANN, G., & JUVIGNÉ, E. (1986): Fundstellen mittelpleistozäner Tephralagen im Randbereich des Kristallinen Vorspessarts. Ein Beitrag zur Schwermineralogie und Stratigraphie quartärer Tephren. — Z. dt. geol. Ges., **137**: 625–655, 10 Abb.; Hannover.
- SEMMELE, A. (1991): Die Lößdecke des Plaidter Hummerich (Neuwieder Becken) und Fragen ihrer regionalstratigraphischen Bedeutung. — Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln, **82**: 283–292; Köln.
- (1983): Die plio-pleistozänen Deckschichten im Steinbruch Mainz-Weisenau. — Geol. Jb. Hessen, **111**: 219–233, 2 Abb., 4 Tab.; Wiesbaden.
- (1974): Der Stand der Eiszeitforschung im Rhein-Main-Gebiet. — Rhein-Main. Forsch., **78**: 9–56; Frankfurt a. M.
- (1976): Neue Fundstellen von vulkanischem Material in hessischen Lössen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **95**: 104–108, 1 Abb.; Wiesbaden.
- THIEME, H., BRUNNACKER, K., & JUVIGNÉ, E. (1981): Petrographische und urgeschichtliche Untersuchungen im Lößprofil Rheindahlen/Niederrheinische Bucht. — Quartär **31/32**: 41–67; Bonn.
- WINDHEUSER, H. (1977): Die Stellung des Laacher Vulkanismus (Osteifel) im Quartär. — Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln, **31**, 223 S.; Köln.
- & BRUNNACKER, K. (1978): Zeitstellung und Tephrostratigraphie des quartären Osteifel-Vulkanismus. — Geol. Jb. Hessen, **106**: 261–271, 5 Abb.; Wiesbaden.

Manuskript eingegangen am 24. 11. 1992

Das internationale geomagnetische Referenzfeld (IGRF 1990) in Hessen für 1993.0

Von

RAINER BLUM*

Kurzfassung: Eine Revision des geomagnetischen Referenzfeldes in Hessen wird für die Periode 1993.0 vorgestellt.

Abstract: An update for the geomagnetic reference field in Hessen is presented for the period 1993.0.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	187
2. Das IGRF 1990 und seine Änderungen in Hessen für 1993	187
3. Schriftenverzeichnis	188

1. Einleitung

Für die Periode 1989.5 war das geomagnetische Referenzfeld für Hessen in 300 m ü. NN bestimmt worden (BLUM 1989). Es basierte auf dem damals gültigen internationalen geomagnetischen Referenzfeld von 1985 (IGRF 1985) und der dabei prognostizierten Säkularvariation. Die inzwischen eingetretenen Veränderungen sind durch Satellitenmessungen erfaßt worden und führten zur Aufstellung eines neuen Referenzfeldes IGRF 1990 (International Association of Geomagnetism and Aeronomy 1992). Der merkliche Unterschied gegenüber dem IGRF 1985 erforderte auch für Hessen eine Neuberechnung des Referenzfeldes. Die daraus resultierende Revision wird für die Höhe 300 m ü. NN und die Periode 1993.0 vorgestellt. Die Berechnungsgrundlagen sind in BLUM (1989) beschrieben.

2. Das IGRF 1990 und seine Änderungen in Hessen für 1993

Die Karte in Tafel 1 zeigt die Isolinien für das Totalfeld in nT, die Deklination D (Abweichung der Horizontalintensität gegen geographisch N, nach E positiv gezählt) und die Inklination (Neigung der Totalintensität gegen die Horizontale).

Die Totalintensität steigt von 47800 nT im S auf 48400 nT im N an. Bei 100 m Höhenzunahme nimmt sie um 2,2 nT ab, was bedeutet, daß die Höhenabhängigkeit in Hessen in der

* Dr. R. BLUM, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 65193 Wiesbaden.

Regel zu vernachlässigen ist. Die zeitliche Änderung pro Jahr beträgt +22,6 nT im N und +23,6 nT im S. Im Mittel ergeben sich somit +23,1 nT/Jahr.

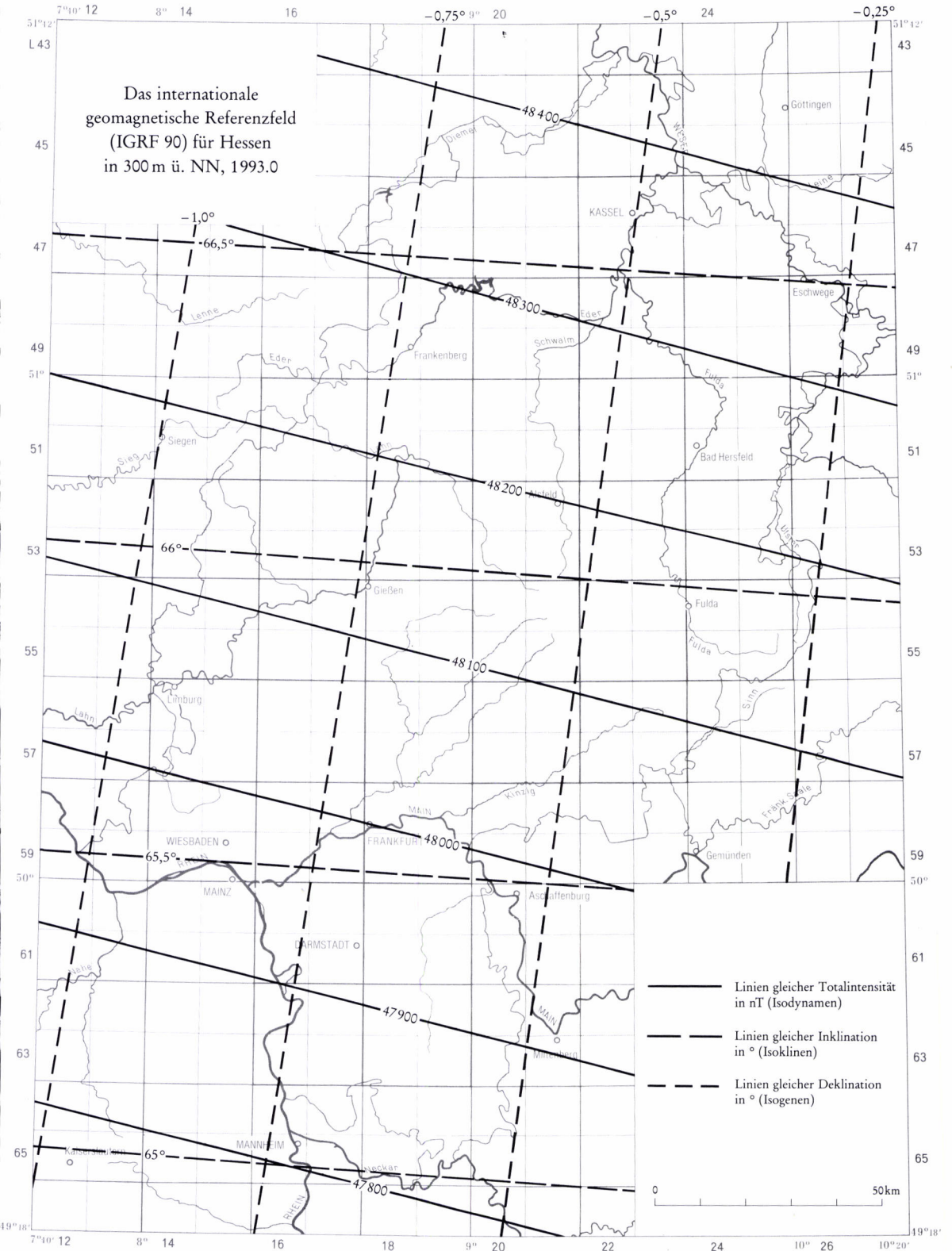
Die Inklination steigt von 65° im S auf ca. $66,5^\circ$ im N an. Ihre Änderung von $0,014^\circ$ spielt in der Praxis keine Rolle. Die Deklination liegt zwischen -1° im W und ca. $-0,5^\circ$ im E. Ihre zeitliche Änderung beträgt durchschnittlich $0,092^\circ/\text{Jahr}$.

3. Schriftenverzeichnis

- BLUM, R. (1989): Das internationale geomagnetische Referenzfeld (IGRF 85) von 1989.5 für Hessen in 300 m ü. NN. — Geol. Jb. Hessen, **117**:251–253, 1 Taf.; Wiesbaden.
International Association of Geomagnetism and Aeronomy (Working Group V-80) (1992): IGRF, 1991 revision. — EOS, **73**, no. 16:182; Washington.

Manuskript eingegangen am 30. 6. 1992

Das internationale
geomagnetische Referenzfeld
(IGRF 90) für Hessen
in 300 m ü. NN, 1993.0



Geol. Jb. Hessen	121	S. 191–205	8 Abb.	Wiesbaden 1993
------------------	------------	------------	--------	----------------

Die magnetische Totalintensität am Meißner

Von

RAINER BLUM*

Kurzfassung: Das Basaltmassiv des Meißners in Nordhessen wurde magnetisch neu vermessen. Die beobachteten Anomalien bestätigen im großen und ganzen die in der geologischen Karte dargestellte laterale Basaltverteilung. Aufgrund von Modellrechnungen lassen sich nach der Magnetik drei Mulden, (Bransroder-, Schwalbenthaler- und Fürbacher-Mulde) sowie ein Hauptfördergang im SW auseinanderhalten. Im NE manifestiert sich ein gegenüber dem Hauptmassiv abgesenkter Block. Insgesamt ergänzen und präzisieren die magnetischen Daten die geologische Kartierung des Meißners.

Abstract: Magnetic total field anomalies have been observed at the basalt massif of the Meißner in northern Hessen. They generally confirm the lateral extent of the basalt, as shown in the geological map. Mathematically modelling the structure resulted in 3 synclines, (of Bransrode, Schwalbenthal, and Fürbach) and an intrusion dike in the SW. In the NE the interpretation shows a downward displacement of a basalt block. Besides that, the magnetic data supplement and correct the mapping results.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	191
2. Ziele der magnetischen Neuvermessung	192
2.1. Geologischer Kenntnisstand	192
2.2. Offene Fragen	192
3. Magnetische Ausgangsdaten	194
4. Die magnetische Neuvermessung und ihre Ergebnisse	195
4.1. Meßdurchführung	195
4.2. Meßergebnis	195
5. Interpretation	197
5.1. Verfahren	197
5.2. Magnetisches Modell	197
6. Folgerungen	204
7. Danksagung	204
8. Schriftenverzeichnis	205

1. Einleitung

Das landschaftlich eindrucksvolle Massiv des Meißners steht aus Gründen der Lagerstättenwirtschaft, der geologischen Landeskunde, der Hydrogeologie und des Naturschutzes immer wieder im Mittelpunkt des geologischen Interesses in Nordhessen. Trotzdem sind die Kenntnisse über seinen Aufbau noch mangelhaft. Die bis heute verfügbaren Informationen sind von

* Dr. R. BLUM, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 65193 Wiesbaden.

HENTSCHEL (1978) und FINKENWIRTH (1978) auf der Grundlage der Kartierung von PFLANZL (1953) zusammengestellt worden. Die PFLANZLsche Kartierung ist auch in der geologischen Karte des Meißners (KUPFAHL, H. G., LAEMMLEN, M. & PFLANZL, G. 1979) veröffentlicht.

Bereits 1950 sollten magnetische Messungen der Vertikalintensität durch KUTSCHER (unveröffentlicht) einen vertieften Einblick in Mächtigkeit und Gliederung des Basaltkomplexes am Meißner gewähren. Die vollständigen Meßergebnisse dieser ersten zusammenhängenden magnetischen Meißnervermessung liegen in keiner auswertbaren Form vor. Vorläufige Ergebnisse daraus hat KUTSCHER (1953) präsentiert und damals schon weitere, verfeinerte Untersuchungen gefordert. Die inzwischen erfolgten instrumentellen Fortschritte in der Magnetik legten eine völlig neue, stark verdichtete magnetische Vermessung nahe, die im folgenden vorgestellt werden soll.

2. Ziele der magnetischen Neuvermessung

2.1. Geologischer Kenntnisstand

Nach HENTSCHEL (1978) und FINKENWIRTH (1978) sind die Basaltmassen des Meißners im Miozän in tertiäre Sedimente vermutlich eingedrungen oder eventuell auf sie ausgeflossen. Dabei haben sie sich den prätertiär angelegten Strukturen angepaßt. Dies zeigt sich in den im wesentlichen drei Mulden, die die Basaltunterkante nachzeichnet, nämlich von N nach S die Bransroder-, die Schwalbenthaler- und die Fürbacher-Mulde.

Wenn auch die Frage nach Förderzonen nicht endgültig geklärt ist, so wird im allgemeinen (z. B. KUTSCHER 1953) eine langgezogene, von der Kitzkammer zu den Seesteinen ziehende Spalte als Hauptzufuhr des Basalts angenommen. Die Seesteine selbst können nach HENTSCHEL (1978) aus petrographischen Gründen nicht zu diesem Fördergang gehören.

Die Kenntnisse über die dreidimensionale Gestalt des Meißners, d. h. die Gliederung in drei Mulden mit Basaltmächtigkeiten von bis zu 150 m, beruhen auf mehreren Bohrungen (s. Abb. 1) und zahlreichen Stollen, die wegen des Kohleabbaus unter dem Basalt vorgetrieben worden sind.

2.2. Offene Fragen

1. Grundaufgabe der Magnetik ist selbstverständlich die flächenhafte Erfassung der Basaltverbreitung. Sie darf den Kartierergebnissen nicht widersprechen, kann sie aber ergänzen, indem sie z. B. unter kartiertem Basaltschutt massiven Basalt zeigt oder umgekehrt bei kartiertem Basalt eine allenfalls dünne Basaltschicht nachweist.

2. Die Basaltmächtigkeit soll anhand des magnetischen Bildes eingengt werden. Grundsätzlich eignet sich die Magnetik zur Lösung dieser Fragestellung nur mit begrenzter Genauigkeit. Größere Sprünge in der Basaltunterkante, wie z. B. von KUTSCHER (1953) im Zentrum vermutet, sollten aber erkennbar sein.

3. Der Frage nach Förderzonen, zumindest den wichtigsten, sollte ebenfalls magnetisch nachgegangen werden, auch um die von FINKENWIRTH (1978) aufgeworfene Frage nach einem Schlot unter der Nordkuppe, wie von MOESTA (1867) vermutet, zu klären. BEYSCHLAG (1886) hatte das hier beobachtete allseitige Abfallen der Basaltunterkante einfach durch eine Depression im Liegenden erklärt.

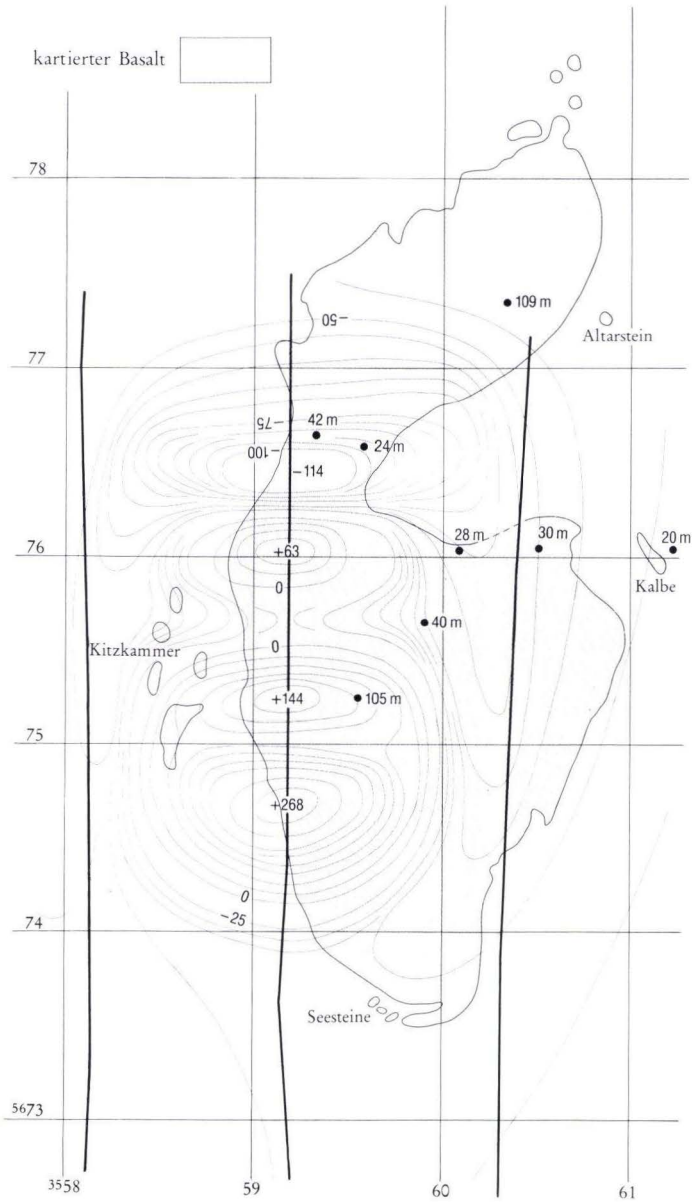


Abb. 1. Ausschnitt der aeromagnetischen Karte der Bundesrepublik (BGR 1976) mit Basaltverteilung nach PFLANZL in PFLANZL et al. (1979). Bohrungen sind mit Mächtigkeit des durchteuften Basalts eingetragen.

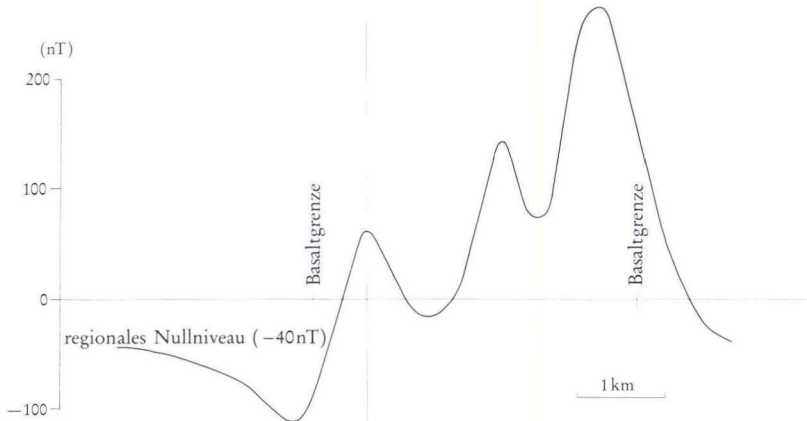


Abb. 2. Zentrales Meßprofil der Aeromagnetik.

4. Im selben Zusammenhang kann das Problem der Kalbestruktur gesehen werden, wo FINKENWIRTH (1978) aufgrund petrographischer, felsmechanischer und früherer magnetischer Befunde eine eigene Förderzone annimmt, die HENTSCHEL (1978) aus petrographischen Gründen ablehnt.

3. Magnetische Ausgangsdaten

Als Grundlage der neuen magnetischen Vermessung bietet sich die aeromagnetische Karte der Bundesrepublik Deutschland (BGR, 1976) an. Der entsprechende Ausschnitt ist in Abb. 1 mit der geologischen Kartierung zusammen dargestellt.

Die magnetische Karte enthält die Anomalien der Totalintensität in bezug auf ein Normalfeld. Wesentlich für ihre Beurteilung sind die Aufnahmeparameter: Die Beobachtung erfolgte in 1000 m ü. NN auf N-S-Profilen (in Abb. 1 eingetragen) von 2,2 km Abstand mit einem Punktabstand von 110 m. Die daraus resultierende unterschiedliche Punktdichte in E-W und N-S-Richtung muß bei der Beurteilung der Anomalien berücksichtigt werden. Kleine Störkörper mit vorwiegend N-S-Erstreckung können hierbei durch die Maschen des Beobachtungsnetzes schlüpfen. Im vorliegenden Fall verläuft ein Profil über den basaltischen Störkörper, wenn auch nicht exakt über sein Zentrum. Die beidseitig benachbarten Profile liegen bereits in den seitlichen Minima und sind somit nur noch wenig aussagekräftig.

Die gesamte Information beruht demnach auf drei Profilen. Das in der Karte gezeichnete Anomalienbild stellt eine Interpolation dieser Liniendaten dar. Die E-W-Ausdehnung des Basalts ist deshalb daraus nur grob einzugrenzen. Die N-S-Erstreckung läßt sich dagegen klar aus dem Anomalienbild ableiten. Die N-Grenze liegt für eine normal magnetisierte Struktur in unseren Breiten am Übergang von positiven zu negativen Werten, die S-Grenze am Ort des stärksten Abfalls vom Maximum nach S. Besonders deutlich ist dieser Befund an der Profildarstellung der Abb. 2 zu sehen, wo die kartierten Basaltgrenzen ebenfalls eingetragen sind. Diese Darstellung zeigt auch schon klar die Gliederung in drei Einzelanomalien, die

jeweils aus einem Maximum und nördlich vorgelagertem Minimum bestehen. Sie bestätigt so schon grob die Annahme der drei basaltgefüllten Mulden als Störkörper. Zusätzlich zeigt die Profildarstellung klar das regionale Nullniveau bei -40 nT.

Der Vorteil der aeromagnetischen Vermessung, die Beobachtung in einer konstanten Höhe, die bei ausreichendem Abstand vom Untersuchungsobjekt den Einfluß lokaler Inhomogenitäten abklingen läßt, wird durch die mangelhafte Beobachtungspunktverteilung stark eingeschränkt. Deshalb durfte von einer dichten, flächenhaften Vermessung am Boden eine vertiefte Kenntnis über das magnetische Bild des Meißners erwartet werden.

4. Die magnetische Neuvermessung und ihre Ergebnisse

4.1. Meßdurchführung

In den Sommern von 1987 bis 1990 sind im Gebiet des Meißners 4939 Punkte magnetisch vermessen worden. Während im allgemeinen der absolute Wert T der Totalintensität mit einem Protonenpräzessionsmagnetometer beobachtet wurde, war dies in der Umgebung der Sendestation wegen zu großer Störeinflüsse nicht möglich. Hier wurden deshalb an 693 Punkten nur Relativwerte der Vertikalintensität Z mit einer Torsionsfeldwaage der Firma Askania gemessen. Sämtliche Werte sind auf eine Basis in magnetisch ungestörtem Gelände bezogen. Mit der dort beobachteten Intensität von ca. 48 140 nT wurden die Anomalien ΔT bestimmt. Eine Zeitkorrektur anhand der Basisdaten ist zwar durchgeführt worden, sie ist aber bei den hohen Anomalienwerten unerheblich.

4.2. Meßergebnis

In Abb. 3 sind die Meßergebnisse als Anomalienkarte zusammengestellt. Um den geologischen Bezug zu verdeutlichen, ist die Basaltverteilung aus Abb. 1 mit eingezeichnet.

Auf den ersten Blick passen die Verbreitung der positiven Anomalien und das kartierte Basaltgebiet gut zusammen. Starke, negative Anomalien umrahmen die Basalte im W, N und E, wie für Anomalien normal magnetisierter Körper in unseren Breiten zu erwarten ist. Sie fallen besonders stark da aus, wo als Folge der Topographie magnetisierte Massen vorwiegend über dem Beobachtungspunkt liegen. Dies erklärt auch die negativen Anomalien am S-Rand. Insgesamt wird das herausgehobene Basaltmassiv des Meißners so besonders deutlich herauspräpariert.

Im einzelnen erkennt man im Gebiet der positiven Anomalien drei ausgedehnte, zusammenhängende Maxima:

Das nördlichste im Bereich der Kasseler Kuppe erreicht Werte über 1000 nT.

Im Bereich Viehhaus steigt die hier beobachtete Z -Anomalie auf über 1500 nT an.

Im Raum zwischen der südlichen Kuppe und den Seesteinen werden weiträumig mehr als 1000 nT überschritten.

Zwischen diesen Maxima liegen magnetisch ruhige Gebiete, teilweise schwache Minima.

Ein genauer Vergleich der kartierten Basaltgrenzen mit dem magnetischen Bild ergibt über weite Strecken eine genaue Übereinstimmung. Deutliche Abweichungen treten an drei Stellen auf:

1. Im SW zwischen Seesteinen und Kitzkammer reichen die positiven Anomalien über die kartierten Basalte hinaus.

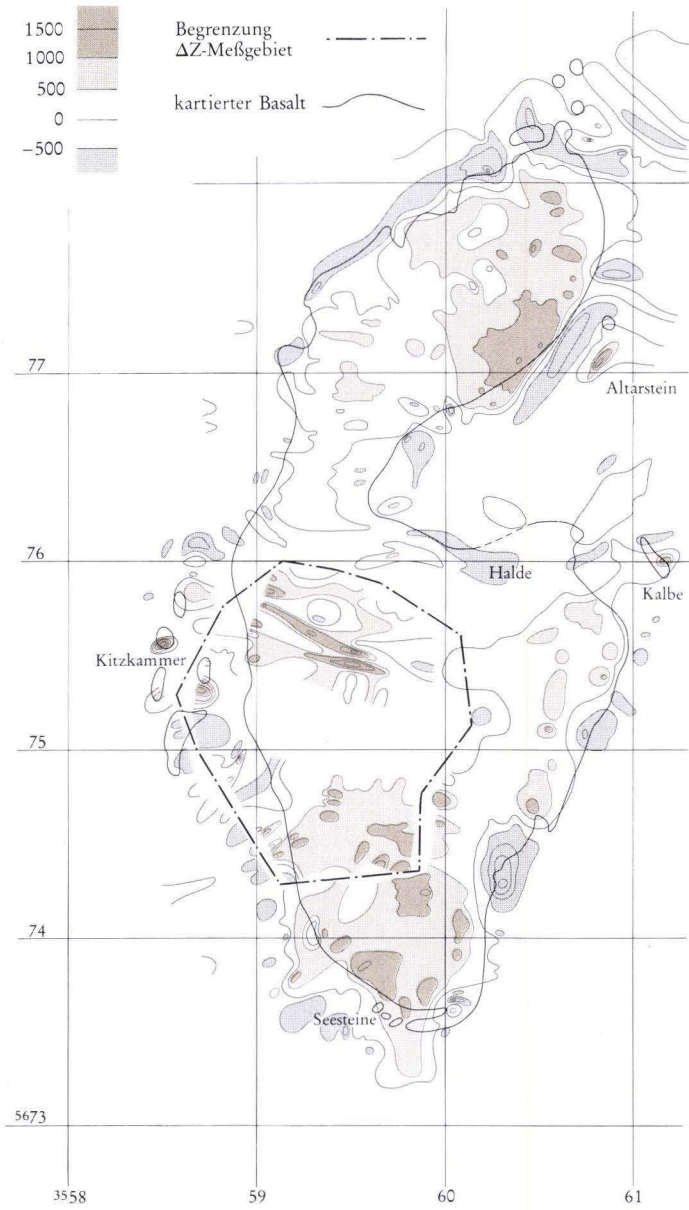


Abb. 3. Magnetische Beobachtungen in Isanomalendarstellung von T, im eingerahmten Gebiet Z, überlagert mit Basaltverteilung aus Abb. 1.

2. Im SE, von den Seesteinen nach N gehend verläuft die magnetisch ableitbare Grenze innerhalb der kartierten Grenze.

3. Am N-Ende liegen kartierte Basalte in magnetisch ungestörtem Gebiet. Daran östlich anschließend reichen die magnetischen Störungen dagegen über den kartierten Basalt hinaus.

Weitere kleinere Differenzen treten im Bereich der Kitzkammer im W, des Altarsteins im NE und an der NW-Grenze auf:

An der Kitzkammer fallen die deutlichsten Maxima nicht exakt mit den einzelnen Basaltkörpern zusammen.

Am topographisch herausragenden Altarstein weist die Kartierung basaltischen Blockschutt aus. Das hier beobachtete magnetische Maximum legt aber zumindest eine größere, zusammenhängende Basaltmasse nahe.

Die Kalbe scheint magnetisch mit dem übrigen Basaltgebiet zusammenzuhängen.

Im NW ragt ein schwaches Minimum ca. 200 m in die zusammenhängende Basaltmasse hinein.

Die Interpretation der magnetischen Karte muß nun das Anomalienbild erklären, ohne der an der Oberfläche erkannten Basaltverteilung und den Erkenntnissen aus Stollen und Bohrungen zu widersprechen.

5. Interpretation

5.1. Verfahren

Eine weithin gebräuchliche Art der Inversion magnetischer Daten ist es, die magnetische Anomalie für einen aus den Vorkenntnissen entwickelten Modellkörper zu berechnen und die so bestimmte Anomalie mit der beobachteten zu vergleichen. Der Modellkörper wird dann so lange verändert, bis seine theoretische Anomalie die tatsächliche befriedigend annähert.

Im vorliegenden Fall wurden die theoretischen Anomalien nach der Methode von TALWANI (1965) in einer weiterentwickelten Form (BLUM 1989) berechnet. Wesentliches Merkmal der Methode ist, daß der Modellkörper in horizontale Schichten mit polygonförmiger Umrandung aufgeteilt wird, um seine magnetische Wirkung im Fall einer homogenen Magnetisierung zu berechnen.

Eine tatsächliche geologische Struktur kann in mehrere, möglichst einfache Einzelkörper aufgeteilt werden, um die Genauigkeit der numerischen Integrationen zu erhöhen (s. BLUM 1989). Die für einen Aufpunkt resultierende Totalfeldanomalie entspricht dann einfach der Summe der Einzelanomalien, da diese jeweils die Projektion des Störungsvektors auf den Vektor des Erdfelds darstellen.

5.2. Magnetisches Modell

Für den Fall des Meißners wurde eine homogene Magnetisierung parallel zum Erdfeld angenommen, wie durch die Form von aero- und bodenmagnetischer Anomalie nahegelegt wird. Der Magnetisierung wurde eine Suszeptibilität von 0,01 cgs-Einheiten zugrunde gelegt, was eine Magnetisierung von 480 nT ergibt.

Das Gesamtmassiv wurde dann zunächst in drei Teilkörper, N-Kuppe, Raum Viehhaus und S-Kuppe, aufgeteilt, um die Einzelschichten möglichst einfach zu gestalten und so die Fehler

bei der numerischen Integration klein zu halten. Die Modellkörper wurden dabei im ersten Schritt einfach nach der kartierten Basaltverteilung geformt. Ihre Oberflächen sind durch die topographische Karte definiert, die Unterkanten durch Bohrungen und Teufenangaben aus Stollen eingegrenzt.

Es war von Anfang an klar, daß es nicht Ziel der Modellierung sein kann, die gemessenen Anomalien exakt zu duplizieren; dies erlaubte schon nicht die Annahme einer homogenen Magnetisierung. Die grobe Gestalt der Anomalien sollte aber doch qualitativ angenähert werden.

Dieses erste Modell stellte bereits eine gute Näherung der tatsächlichen Verhältnisse dar. Aber sowohl das aeromagnetische Zentralprofil, als auch die Bodenmagnetik verlangten im SW klar merkbare zusätzliche magnetische Massen. Diese wurden durch einen weiteren Körper in Form eines 40 m mächtigen, nach SW einfallenden Gangs eingeführt.

Die weiteren in Abschnitt 4.4. beschriebenen Diskrepanzen zwischen magnetischem Bild und geologischer Kartierung wurden beim Modellieren so berücksichtigt, daß beide nach Möglichkeit kompatibel blieben. So wurde an Stellen, wo die positiven Anomalien klar über den kartierten Basalt hinausreichen, eine entsprechende Ausdehnung des Modells unter der Schuttbedeckung angenommen, z. B. im SW. Im SE dagegen mußte die Basaltausdehnung etwas zurückgenommen werden, um das magnetische Bild zu befriedigen. Insgesamt schmiegt sich die Basaltunterkante hier dann besser an die Isohypsen an.

Im gesamten Mittelbereich stimmten magnetisches Modell und Kartierung von Anfang an gut überein. Lediglich die Kalbe muß nach dem magnetischen Befund nicht so deutlich vom Hauptmassiv abgetrennt sein wie die geologische Karte vorschlägt. Im Tagebaugelände konnte zwar weitgehend nicht gemessen werden, das im N beobachtete Minimum legt eine Verbindung zwischen Kalbe und Hauptbasalt aber doch nahe.

Das nördlichste Ende zeigt sich in der Magnetik gegenüber der Kartierung etwas reduziert, daran östlich anschließend muß dagegen unter der Bedeckung aus Blockschutt eine merkliche basaltische Masse angenommen werden. Diese reicht hier auch mit ca. 600 m ü. NN klar tiefer als unter der übrigen Nordkuppe, wo nur 640 m ü. NN erreicht werden. Dies paßt zu dem im Friedrichstollen beobachteten Abtauchen der Basaltunterkante (FINKENWIRTH 1978). Eine zusätzliche Förderzone ist zur Erklärung der magnetischen Anomalie hier nicht nötig.

Das gesamte Modell ist als Aufriß der Schichtenpolygone in Abb. 4 zusammengestellt. Zum besseren räumlichen Verständnis sind in Abb. 5 vier Schnitte durch die Struktur dargestellt. Sie zeigen anschaulich die drei aus der Topographie und Bohrdaten abgeleiteten Mulden und die beiden dazwischenliegenden Sättel, den südlichen unter der Rundfunkstation, den nördlichen im Raum „Weiberhemd“. Der Schnitt längs Profil 4 zeigt die angenommene Förderzone und ihre Lage zum Basaltmassiv.

Die Karte der aus diesem Modell resultierenden Anomalien ist in Abb. 6 enthalten. Zum Vergleich mit der aeromagnetischen Beobachtung in Abb. 1 wurde auch die von diesem Modell in 1000 m ü. NN erzeugte Anomalie der Totalintensität berechnet, sie ist in Abb. 7 dargestellt. Beide Karten (Abb. 6 und Abb. 7) zeigen eine befriedigende Übereinstimmung mit der Beobachtung (Abb. 3): Die Ausdehnung der Anomalien stimmt gut überein, ebenso die Verteilung von positiven und negativen Gebieten sowie die Verhältnisse der Maxima zueinander.

Einige Unterschiede beruhen auf Vereinfachungen des Modells: Der Altarstein, der sich bei den Beobachtungen als unabhängige Anomalie manifestiert, wurde bei den Modellrechnungen

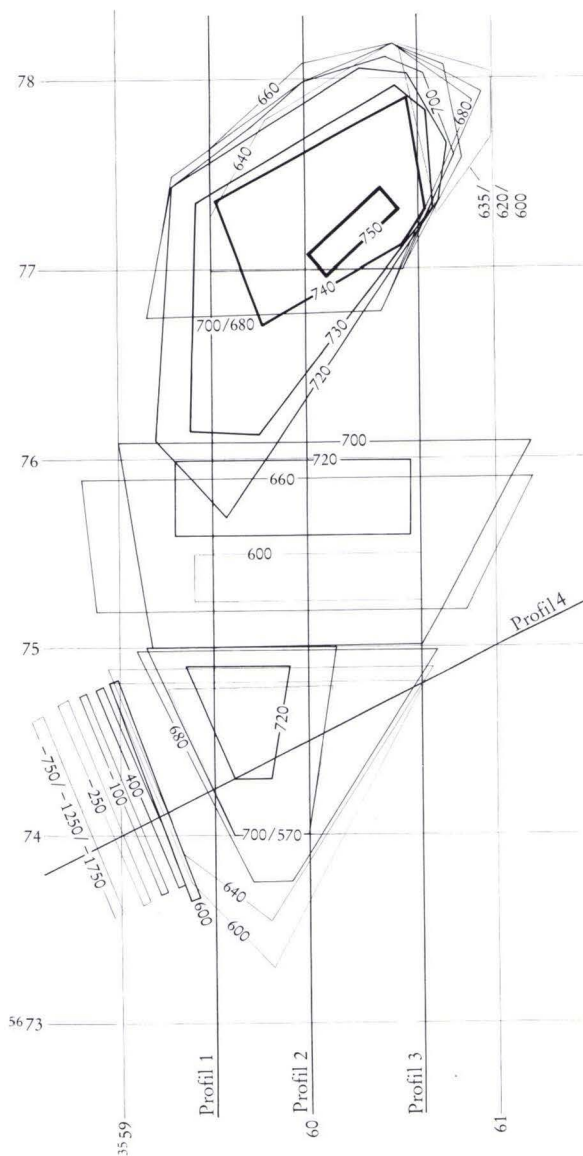


Abb. 4. Modell zur Berechnung der magnetischen Anomalien des Meißners im Aufriß.

nicht berücksichtigt. Eine Deutung als abgerutschte Basaltscholle erscheint magnetisch plausibel.

Die einzelnen Basaltvorkommen im Bereich der Kitzkammer wurden bei der Modellierung ebenfalls weggelassen. Bis auf das südlichste und größte decken sich Magnetik und Kartierung befriedigend. Das südlichste Hauptvorkommen ist geländebedingt nur unzureichend vermes-

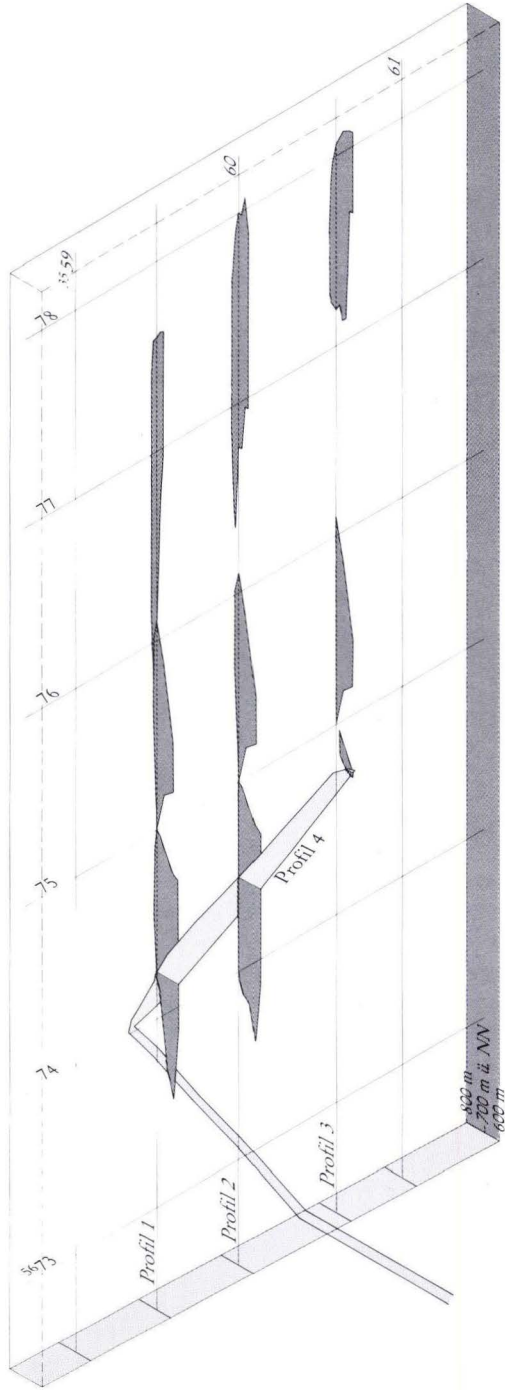


Abb. 5. Schnitte des Meißnermodells aus Abb. 4.



Abb. 6. Für das Modell berechnete Isanomalienkarte ΔT , im umrahmten Gebiet ΔZ , am Boden.

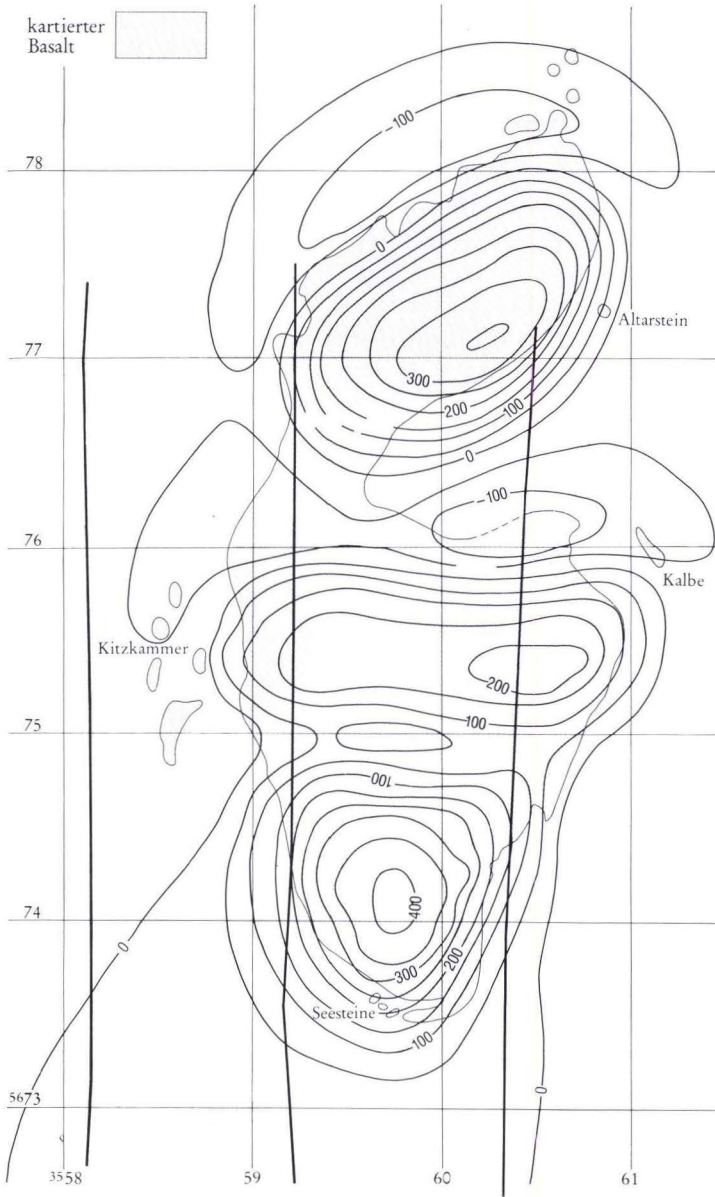


Abb. 7. Für das Modell berechnete Isomalenkarte ΔT in 1000 m ü. NN, mit Lage der Meßprofile aus Abb. 1.

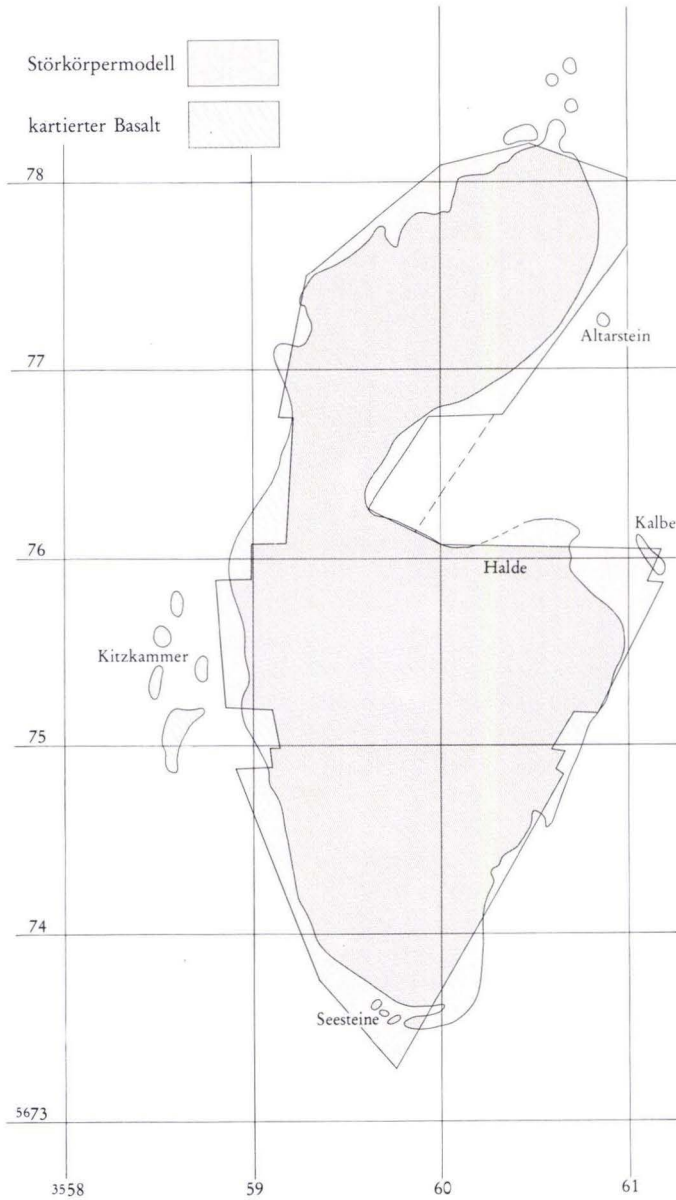


Abb. 8. Vergleich zwischen magnetischer Interpretation und geologischer Karte.

sen und liegt zudem im starken Minimum der Hauptanomalie. Die scharfe Begrenzung der übrigen Maxima in diesem Gebiet läßt auf in der Tiefe allenfalls sehr dünne Förderzonen schließen, sie können als Nebenäste der Hauptförderzone aufgefaßt werden.

In Abb. 8 werden geologische Kartierung und das der berechneten Anomalie von Abb. 6 zugrundeliegende Störkörpermodell direkt verglichen. Die Umrandung des Störkörpers bezeichnet hierbei jeweils die am weitesten außen liegende Höhenlinie. Wie oben betont, kann sie unter der Geländeoberfläche liegen, so daß Kartierung und Magnetik sich nicht widersprechen. Die hier dargestellte Störkörperumrandung ist anschaulich auch aus dem Bild der beobachteten Anomalien in Abb. 3 abzuleiten.

Eine Diskrepanz am E-Rand im Bereich des „Weiberhemds“ wurde aus rechentechnischen Gründen nicht mehr beseitigt. Die Modellgrenze (gestrichelte Linie) liegt hier ca. 300 m zu weit nach SE verschoben. Wegen der geringen Mächtigkeit des Modells in diesem Gebiet wird die Gesamtanomalie dadurch nicht beeinflusst. Die theoretische Anomalie (Abb. 6) ist deshalb jedoch gegen die Beobachtung (Abb. 3) um diese 300 m versetzt .

Im großen und ganzen werden die beobachteten Anomalien der Abb. 3 durch das Modell gut erklärt. Es muß aber betont werden, daß die Unterkante im Vergleich zur Oberkante das theoretische Anomalienbild nur schwächer beeinflusst, so daß diesbezüglich auch nur grobe Merkmale als gesichert gelten können. Die wesentlichen Ergebnisse werden im folgenden zusammengefaßt.

6. Folgerungen

1. Das Meißnermassiv gliedert sich magnetisch deutlich in drei Körper, nämlich Bransroder-, Schwalbenthaler- und Fürbacher-Mulde.
2. Eine nach SW einfallende Hauptförderzone zwischen Kitzkammer und Seesteinen wird von der Magnetik nahegelegt.
3. Zusätzliche ausgedehntere Förderzonen werden von der Magnetik nicht gefordert.
4. Im NE ist ein über die kartierte Grenze hinausragender Basaltblock deutlich gegenüber dem übrigen Massiv abgesenkt. Weitere Sprünge in der Basaltunterkante, wie z.B. von KUTSCHER (1953) im Zentrum vermutet, sind magnetisch nicht erkennbar.
5. Die Kalbe muß aus magnetischer Sicht nicht vom Hauptmassiv abgetrennt sein, eine eigene Förderzone konnte hier nicht nachgewiesen werden.
6. Der Nordzipfel wird nach dem magnetischen Befund etwas reduziert.
7. Zwischen Kitzkammer und Seesteinen im SW reicht der Basalt im Untergrund über die kartierte Grenze hinaus.
8. Die Seesteine stellen sich magnetisch als Teil des Hauptmassivs dar.
9. Im SE muß die Grenze des kartierten Basalts nach innen verschoben werden.

Insgesamt haben die magnetischen Messungen so ein grobes Bild des Meißnermassivs vermittelt. Sie haben dabei die geologische Kartierung über weite Strecken bestätigt, teilweise aber auch ergänzt.

7. Danksagung

Die Feldmessungen in dem teilweise sehr schwierigen Gelände sind von P. DIEZ und W. TERME durchgeführt worden, ebenso die Zusammenstellung der Anomalien. Die Rechenarbeiten erfolgten auf der Rechenanlage Bull-DPX-2000 des HLFB.

8. Schriftenverzeichnis

- BEYSCHLAG, F. (1886): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preußen und den Thüringischen Staaten. XXIII Lfg., Blatt Allendorf; Berlin.
- BGR (1976): Karte der Totalintensität des erdmagnetischen Feldes in der Bundesrepublik Deutschland 1:500000; Hannover (B.-Anst. Geowiss. u. Rohstoffe).
- BLUM, R. (1989): Spline Approximation for Talwani's Method of Magnetic Anomaly Computation. — PAGEOPH, **130**(4):699–709, 4 Abb.; Basel.
- FINKENWIRTH, A. (1978): Die Braunkohle am Meißner. — Der Aufschluß, Sonderband **28**:229–236, 3 Abb.; Heidelberg.
- HENTSCHEL, H. (1978): Der Basalt des Meißner. — Der Aufschluß, Sonderband **28**:208–228, 4 Abb.; Heidelberg.
- KUPFAHL, H. G., LAEMMLEN, M., & PELANZL, G. (1979): Geologische Karte des Meißner 1:25000. — Hess. L.-Amt Bodenforsch.; Wiesbaden.
- KUTSCHER, F. (1953): Angewandte erdmagnetische Messungen in Hessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **81**:301–367, 9 Abb.; Wiesbaden.
- MOESTA, A. FR. (1867): Geologische Schilderung der Gegend zwischen dem Meißner und dem Hirschberge in Hessen. — Diss. Univ. Marburg; Marburg/Lahn.
- PELANZL, G. (1953): Die Geologie des Meißners in Hessen. — Diss. Univ. Marburg; Marburg/Lahn.
- TALWANI, M. (1965): Computation with the help of a digital computer of magnetic anomalies caused by bodies of arbitrary shape. — Geophysics, **30**:797–817; Tulsa.

Manuskript eingegangen am 8. 2. 1993

Von der geowissenschaftlichen Landesaufnahme zu den Informations- und Bewertungsgrundlagen für einen regionalisierenden Boden- und Grundwasserschutz

Von

OTTO WITTMANN*

Vortrag am 5. Juli 1993 in Hünstetten-Limbach anlässlich der Verabschiedung des stellvertretenden Leiters des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, Herrn Dr. J.-D. THEWS

Mit der *Geognostischen Landesdurchforschung* stehen die deutschen Länder in einer Tradition, die weit in das letzte Jahrhundert, in das beginnende Industriezeitalter zurückreicht. Einige der Geologischen Dienste der Bundesrepublik zählen sogar zu den ältesten der Welt. Erforschung des Baus und Inhalts der Erdrinde, Erkundung nutzbarer Mineralien und Rohstoffe für den Bergbau und den Hüttenbetrieb, für die Feuerung, für das Gewerbe, namentlich des Bauwesens – so oder ähnlich ist es in Gründungserlassen formuliert.

Auch heute noch sind die Aufgaben eines Geologischen Landesamtes auf diese originären Tätigkeiten ausgerichtet. Auf dem inländischen Rohstoffsektor vollzog sich allerdings innerhalb der letzten Jahrzehnte ein deutlicher Rückgang der Gewinnung „klassischer Rohstoffe“ – Erze, Energierohstoffe, manche Industriemineralien – und eine Zunahme der Bedeutung derjenigen Rohstoffe, die mit dem Begriff „Steine und Erden“ zusammenzufassen sind. Die Akzente haben sich dadurch weitgehend auf die Prospektion dieser Massenrohstoffe verlagert mit dem Ziel der landesplanerischen Sicherung von Gewinnungsarealen gegen konkurrierende Nutzungen. Gezielte Bemühungen zur *langfristig vorausschauenden Rohstoffsicherung sind ebenso Daseinsvorsorge wie Maßnahmen des Umweltschutzes*. Gleiches gilt für die weitere Erkundung unserer Grundwasserlandschaften und die Bewirtschaftung unserer Grundwasservorräte.

An der *Notwendigkeit der geowissenschaftlichen Landesaufnahme*, ihrer Intensivierung und Präzisierung in der Fläche wie in der Tiefe hat sich nichts geändert. Im Gegenteil: geologische, hydrogeologische sowie bodenkundliche Karten und Basisinformationen werden dringender gebraucht denn je, weil Boden, Untergrund und Grundwasser in den letzten Jahrzehnten zunehmenden anthropogenen Aktivitäten, Beanspruchungen und Belastungen ausgesetzt sind und weil die regionale Beurteilung der daraus sich ergebenden geowissenschaftlichen Umweltprobleme weitgehend von der Qualität solcher Karten und ihrer Inhalte bestimmt wird.

Es läßt sich nicht leugnen, daß nun in einzelnen Ländern die Versäumnisse der letzten Jahrzehnte deutlich werden – Versäumnisse, die nicht von den Geologischen Ämtern zu

* Anschrift des Autors: Präsident a.D. des Bayerischen Geologischen Landesamtes Dr. O. WITTMANN, Föhrenstr. 9, 85640 Putzbrunn.

vertreten sind, sondern auch darin ihre Ursachen haben, daß man die Bedeutung der geowissenschaftlichen Landesdurchforschung in ihrem vollen heutigen Umfang und vor allem in ihrer heutigen Richtung nicht erkennen und auch nicht vorhersehen konnte.

Die *Belastungen*, die auf *Boden, Untergrund, Grundwasser und tieferen Untergrund* wirken, sind vielfältiger Art und in diesem Kreis bekannt. Sie reichen von der Düngung über Pflanzenschutzmittel zu den Schadstoffeinträgen über Luft, Wasser, aus Deponien, Halden, Altlasten usw. bis zu Bodenverdichtung, Oberflächenversiegelung und Erosionen. Nicht vergessen werden dürfen die Beanspruchungen, die durch die Nutzung von Grundwasser und Rohstoffen entstehen.

Boden, Untergrund und Grundwasser werden dadurch zu schutzbedürftigen Bereichen. Mit der Erarbeitung, Durchdringung und Beherrschung von Informationen über diese Bereiche, mit der Kenntnis über ihre Wechselwirkungen und Wechselbeziehungen, die ja bereits von der Atmosphäre und von der Pflanzendecke ausgehen, fällt den Geologischen Landesämtern eine Art Sachwalterfunktion zu, die sie fordert, *Beiträge zu Schutzkonzeptionen* zu entwickeln und an der Erhaltung des gesamten Geopotentials mitzuwirken.

Solche Konzeptionen müssen sich demnach erstrecken

1. auf den *Schutz des Bodens* mit seiner Produktions-, Filter-, Puffer- und Abbauleistung,
2. auf den *Schutz des Grundwassers* vor Nitrat- und Schadstoffbelastung und Sicherung einer entsprechenden Grundwasserneubildung (z. B. durch Vermeidung von Bodenverdichtung),
3. auf die *Sicherung mineralischer Rohstoffe* im Vorfeld der Wirtschaft,
4. auf die Erkundung der *Schutzwürdigkeit des tieferen Untergrunds* im Hinblick auf geothermische Nutzung, auf Untertagespeicherung, auf die Möglichkeiten zur Tiefenversenkung und Tiefenlagerung zur unschädlichen Entsorgung von Abfallstoffen und schließlich
5. auf den *Schutz von wertvollen Geotopen*.

Bodenschutz in diesem Sinne ist demnach eine umfassende Aufgabe für die gesamten Geowissenschaften.

Das EDV-gestützte *Bodeninformationssystem* soll für alle Fragen zu den genannten Problemfeldern das Datenmaterial bereitstellen und handhabbar machen bis hin zur wissenschaftlich fundierten Risikovorhersage und Risikobewertung. In der Gesamtdimension ist dieses Bodeninformationssystem zwar eine fach- und ressortübergreifende Angelegenheit, in seinem geowissenschaftlichen Kern jedoch nichts anderes als die *Fortführung und Weiterentwicklung der traditionellen Landesaufnahme und der angewandten Landesamtsaufgaben mit modernen Mitteln*. Zukünftige Entwicklungen einbezogen, wird durch die EDV dem Flächenbild der Karte, insbesondere der geologischen Karte, die dritte Dimension zugeführt, wenn es um den Zeitfaktor von Verlagerungsvorgängen geht, sogar die vierte. Das sind beeindruckende Perspektiven!

Um den Anforderungen unserer Zeit gerecht zu werden, ist allerdings eine *erweiterte Datenbasis* nötig. In Ergänzung der konventionellen Kartierung sind die Böden, Gesteine und Grundwässer unserer Landschaften nach Zusammensetzung, nach chemisch-physikalischen Eigenschaften und nach ihrem Stoffbestand umfassend zu charakterisieren und zu systematisieren. Der *geogene oder wenigstens naturnahe Zustand* steht bei dieser „Grundinventur“ im Vordergrund (z. B. im Fall der Böden ihre ursprüngliche Beschaffenheit unter Wald), denn das Erkennen und die Beurteilung anthropogen bedingter Veränderungen ist nur vor dem

objektiven Hintergrund der natürlichen Beschaffenheit der Substrate und Medien möglich. Die Kenntnis des Geogenzustandes dient dabei besonders in den Fällen der Objektivierung der Diskussion, in denen von Natur aus höhere Gehalte, z. B. an Schwermetallen, oder geogene Verdichtungen, wie z. B. in Fließerden vorliegen. Die *Geogenzustände unserer Böden, Gesteine und Grundwässer stellen ganz wesentliche Normwerte für den Umweltschutz dar*. Ich möchte sie als *die* maßgeblichen *Normalwerte* bezeichnen, denn es muß ein herausragendes Ziel des Boden- und Grundwasserschutzes sein, den naturnahen Zustand möglichst zu erhalten, oder zumindest den Zustand, wie ihn im Fall der Böden eine gebietsweise mehr als 2000 Jahre alte konventionelle Landwirtschaft hinterlassen hat – übrigens meist unter beträchtlicher Mehrung der Bodenfruchtbarkeit!

Vor dem Hintergrund dieser naturgesetzlich bestimmten Grundinventur ist es zusätzlich nötig, den *Zustand der Böden, Gesteine und Grundwässer* zu dokumentieren, wie er *aus abgelaufenen Nutzungen und Belastungen* resultiert, z. B. anthropogen verursachte Anreicherung von Schwermetallen, von organischen Schadstoffen, erosionsbedingte Bodenprofilverkürzung, Bodenverdichtung, Humusschwund und Bodenversauerung.

Da die anthropogenen Einflüsse in ihrer räumlichen Verteilung mehr oder weniger zufällig sind, also qualitativ wie quantitativ meist nicht oder nur untergeordnet von natürlichen Gesetzmäßigkeiten abhängen, bedeutet ihre Erfassung im Vergleich zur natürlichen Ausstattung einen ungeheuren Mehraufwand an Meßnetzdichte, Probenahme und Analytik. Auch wenn es sich dabei letztlich um die Erfassung und Regionalisierung von Umweltauswirkungen und um Beweissicherung handelt, ist die Kenntnis der Geogenbasis und damit der Sachverstand des Geowissenschaftlers unabdingbar.

Ein wesentliches Ziel des Bodeninformationssystems ist die *Vorhersage und Bewertung der Risiken*, die durch bestimmte Nutzungen und Belastungen für unsere Geosysteme entstehen. Solche Erkenntnisse sind Maßstab für eine langfristig ausgewogene Nutzung und Beanspruchung des obersten Bereichs der Lithosphäre, liefern Entscheidungshilfen im Fall von Nutzungskonflikten und sind Voraussetzung für vorbeugende Maßnahmen der Normwertsetzung und des Verwaltungsvollzugs zum Schutz der genannten Bereiche (Bund-Länder-Sonderarbeitsgruppe Informationsgrundlagen Bodenschutz). Angestrebt wird die flächenhafte und sofern nötig tiefenbezogene Vorhersage von

- Erosion, einschließlich des Massenversatzes und der Hanglabilität im Gebirge
- Bodenverdichtung (insbesondere des Unterbodens)
- Humusschwund
- Versauerung
- Akkumulation von Schadstoffen in der Wurzelzone
- Lösung und Verlagerung von Schadstoffen, einschließlich Nitrat und Radionukliden
- Eintrag bzw. Anreicherung und Ausbreitung von Schadstoffen in Grundwasser und Gestein.

Synergetische Prozesse werden sich ebenfalls vorhersagen lassen, wie z. B. das Zusammenwirken von Bodenversauerung und Schwermetallmobilität.

Wie wir mit unseren „Atlas der Erosionsgefährdung in Bayern“ aufzeigen konnten, sind in die *Risikovorhersage*, wenn sie mit Hilfe geeigneter mathematischer Modelle oder zunächst auch mit geeigneten einfacheren Methoden erfolgt, die standort- und nutzungsspezifische *Risikobewertung* sowie die *Ursachenanalyse* integriert. In vielen Bereichen werden sich brauchbare Normwerte – Normal-, Vorsorge-, Richt- und Grenzwerte – überhaupt erst auf diesem

Wege ermitteln lassen, wobei die Größen *Empfindlichkeit*, *Belastung*, *Belastbarkeit* und *Risiko* qualifizierend und quantifizierend getrennt werden müssen – nicht nur insgesamt, in ihrer Summe, sondern für die Ursachenanalyse auch hinsichtlich der Wirksamkeit der einzelnen beeinflussenden Faktoren. Das gilt ganz sicher dann, wenn sich solche Werte auf das komplexe System Atmosphäre – Pflanze – Boden – Untergrund – Grundwasser beziehen.

Beispielsweise wird in der Bodenabtragungsgleichung nach WISCHMEIER, die dem bayerischen Erosionsatlas zugrunde liegt, die Empfindlichkeit bestimmt von der Erodibilität des Bodens, von der Erosivität des Regens und von der Hangneigung, also ausschließlich von Geofaktoren. Als anthropogen veränderliche Belastungsgrößen wirken die Vegetationsbedeckung oder besser die Vegetations-Nicht-Bedeckung, die Hang- oder besser die Schlaglänge und eventuelle Erosionsschutzmaßnahmen. Die Belastbarkeit hängt von den verfügbaren Bodenreserven, also von der Gründigkeit ab. Sie ist in diesem Fall eine konventionell festgelegte Größe. Das Risiko resultiert aus Empfindlichkeit und Belastung in ihrem Verhältnis zur Belastbarkeit. Es empfiehlt sich, schrittweise vorzugehen und mit der Empfindlichkeit zu beginnen.

Die *Empfindlichkeit* oder *Sensitivität* kennzeichnet die natürliche Disposition gegenüber allen möglichen Belastungen. Im Fall der Belastungen, die zu den genannten Risiken, wie Erosion, Versauerung, Schadstoffverlagerung usw. führen, wird die *Empfindlichkeit von Geosystemen immer allein von Geofaktoren, also von Boden, Gestein, Klima und Relief bestimmt*. Bezogen auf einen bestimmten Zustand dieser Medien, z. B. auf einen bestimmten Grad der Versauerung, ist die jeweilige *Empfindlichkeit eine feste Größe, eine Geokonstante*. Diese Geokonstanten für die Vielfalt unserer komplizierten Geosysteme zu ermitteln, sehe ich im wesentlichen als eine ureigene und zugleich äußerst dringende Aufgabe der geowissenschaftlichen Landesdurchforschung an. Auch darin wird deutlich, daß das Bodeninformationssystem in seinem geowissenschaftlichen Kern nichts anderes ist, als die hoch aktualisierte Weiterentwicklung der geowissenschaftlichen Landesaufnahme.

Empfindlichkeit ist nicht gleich *Belastbarkeit*, wengleich auch die Belastbarkeit der Medien Boden und Gestein ebenfalls von boden- und gesteins-eigenen Faktoren bestimmt wird, soweit sie diese Medien unmittelbar betrifft, wie z. B. beim Puffervermögen gegen Versauerung oder beim Porenvolumen im Fall der Verdichtung. Für solche Art von *Belastbarkeit* ist immer die *hinnehmbare Wert- oder Funktionsminderung* des Geosystems das Maß. Im Fall der Verdichtung wird sie durch die Frage bestimmt: Wieviel Grobporenvolumen muß für pflanzenphysiologisch ausreichende Durchlüftung oder für die Grundwassererneuerung sichernde Durchlässigkeit in bestimmten Böden und Unterböden mindestens zur Verfügung bleiben?

Anders ist es, wenn *Grenzwerte für Schadstoffe in Nutzpflanzen oder im Grundwasser* bestimmend im Vordergrund stehen. Dann müssen bei der Festlegung von Belastbarkeitswerten für Boden und Untergrund vor allem die *schadstoffspezifischen Transferfaktoren in die Pflanze, in den Untergrund* berücksichtigt werden. Das begrenzende Maß wird dann von dem am wenigsten belastbaren Glied des Systems bestimmt, und das kann immer auch noch das Geosystem selbst sein.

Im Fall der Bewertung der Erosion ist die Belastbarkeit, wie ich schon gesagt habe, eine konventionelle Größe, die sich an den vorhandenen Bodenreserven mißt, erst in zweiter Linie am Bodenneubildungsvermögen, das für Zeiträume von 500 oder 1000 Jahren, mit denen wir hier kalkulieren müssen, praktisch vernachlässigbar ist.

In anderen Fällen könnten die Belastbarkeiten durch Modellrechnungen an einer größeren Zahl verschiedener Einzelstandorte, die die landschaftstypische Streuung der naturräumlichen Ausstattung repräsentieren, ermittelt werden, und zwar auf der Basis der Empfindlichkeit unter Einbeziehung zunehmender fiktiver Belastungsgrößen. Dabei sollte man differenzieren

zwischen *Grenzbelastbarkeit*, z. B. als Maß für critical loads, und der *Gleichgewichtsbelastbarkeit* – wie ich sie bezeichnen möchte. Letztere hat die Erhaltung dauerhafter Gleichgewichtszustände ohne wesentliche Minderung der ökologischen Funktionalitäten zum Ziel – im Optimum mit dem geschilderten Normalwert als Zielgröße. Hier zeichnet sich ein Weg ab, der zu standortdifferenzierten Normwerten führen und zugleich einen Überblick über die Belastbarkeit unserer Landschaften liefern könnte. Damit wäre eine wesentliche Voraussetzung geschaffen für die anzustrebende Abschätzung und Erfassung der Spielräume und Grenzen der landschaftsweise sehr unterschiedlichen standortspezifischen Beanspruchungs- und Belastungsmöglichkeiten mit dem Ziel, diese auszunützen und schwächere Gebietsteile entsprechend zu schonen.

An dieser Stelle muß betont werden, daß Verordnungen oder auch allein Empfehlungen zum Bodenschutz nur dann wirklich sinnvoll sind, wenn vertretbare Normwerte dahinterstehen. Die Geologischen Ämter als beste Kenner unserer vielfältigen Geosysteme sind gefordert, ihren Teil dazu beizutragen in Zusammenarbeit mit den Institutionen, die die Faktoren Nutzung, Beanspruchung und Belastung nach Art und Größenordnung zu vertreten haben, z. B. Landwirtschaft, Umweltschutz und Wasserwirtschaft.

Das Bayerische Geologische Landesamt hat im vergangenen Jahr den ersten Band des Datenhandbuchs Böden, das Tertiärhügelland und das Donaualt umfassend, herausgebracht. Dieses Datenhandbuch dokumentiert die Bodenformen des genannten Gebietes und die große Fülle ihrer Eigenschaften. Es ist prädestiniert, hinsichtlich der Geokontanten Empfindlichkeit und Belastbarkeit aller Bodenformen und Standorteinheiten ergänzt zu werden. Wir sind dabei, das zu tun, und werden diese Arbeiten abschließen können, wenn die Abschätzungs- und Berechnungsmöglichkeiten dafür in vollem Umfang vorliegen.

Zur eigentlichen Risikobeurteilung ist jedoch noch ein weiterer Schritt nötig. Das *Risiko*, letztlich die *Gefahr einer Wert- oder Funktionsminderung* und deren relative Größenordnung, stellt sich als das *Verhältnis der festen Größe Empfindlichkeit und der variablen Größe Belastung* auf der einen Seite zur *festgelegten Größe Belastbarkeit* auf der anderen Seite dar. Ein höchst empfindliches System, das nicht belastet wird, ist auch keinem Risiko, keiner Gefahr ausgesetzt.

Ein großes Problem besteht jedoch darin, daß *geeignete Modelle* mathematischer Art, die der Vielfalt unserer Geosysteme gerecht werden, fehlen. Die Erosionsformel nach WISCHMEIER, in über drei Jahrzehnten in den USA empirisch entwickelt und für bayerische Verhältnisse vom Lehrstuhl für Bodenkunde der TU in Weihenstephan angepaßt, erweist sich als Glücksfall. Bei den anderen Risiken wird man zunächst versuchen müssen, mit einfacheren Methoden zu einem qualifizierenden und quantifizierenden Abschätzen der Kausalzusammenhänge bis hin zur Risikobewertung zu kommen, wie es derzeit zum Teil bereits geschieht.

In diesem Zusammenhang darf ich an den Auftrag des Direktorenkreises der Geologischen Ämter und des Bund-Länderausschusses Bodenforschung erinnern, möglichst rasch einheitliche Modellier- und Schätzverfahren für die Empfindlichkeit und wenn möglich für die Belastbarkeit aus der Fülle des Vorhandenen auszuwählen, handhabbar zu machen und weiterzuentwickeln. Für den bodenkundlichen Bereich werden diese Arbeiten noch in diesem Jahr vorläufig abgeschlossen werden können. Der Untergrund sollte möglichst bald folgen, denn im Rahmen der aktuellen Bodenschutzprobleme kommen der Sickerwasserbewegung in Boden und ungesättigter Zone, dem Stoffverhalten und vor allem der Stoffverlagerung in den Untergrund und dem Eintrag in das *Grundwasser* die *zentrale Bedeutung* zu.

Boden, Untergrund und Grundwasser sind somit als *eine Einheit* zu sehen und auch als solche zu behandeln. Die einzigartige Struktur der Geologischen Ämter der Bundesrepublik erweist sich hier eindeutig als überlegen, weil alle geforderten Disziplinen jeweils in einem Haus vereinigt sind.

Es sollte keinen Zweifel geben, daß allein die Geologischen Landesämter die Institutionen sein können, die die Grundlagen-Informationen über die kompliziert-komplexen Geosysteme unserer vielfältigen Landschaften erarbeiten, bereitstellen und für den angewandten Boden- und Umweltschutz aufbereiten.

Dafür gibt es zwingende Gründe:

1. Regionalisierende Aussagen – und nur solche bringen uns letztlich weiter – sind nur auf der Basis der geowissenschaftlichen Landesaufnahme möglich. Da die Qualität solcher Aussagen von der Qualität der Kartenbasis bestimmt wird, zwingen hohe Anforderungen des Umweltschutzes ganz sicherlich zu einer Intensivierung und Präzisierung, hoffentlich auch zu einer Beschleunigung der geowissenschaftlichen Landeserkundung. All das bedeutet zugleich Pflege und Fortschreibung des Bodeninformationssystems.

2. Bei allem Vertrauen in die EDV und in die Künste der Modellentwickler wissen wir, daß die Ergebnisse von Auswertungen und Vorhersagen zunächst mit Skepsis betrachtet werden müssen. Sie bedürfen in jedem Fall, also ausnahmslos, der Überprüfung und Interpretation durch den geländeerfahrenen, regionalkundigen Geowissenschaftler.

Auf diese Weise sichert die wissenschaftsbetonte Stellung eines Geologischen Landesamtes Informationen, die als unentbehrliche, wissenschaftlich-objektive Entscheidungshilfen für den angewandten und vorbeugenden Umweltschutz und für die Landesplanung nicht hoch genug eingeschätzt werden können und die in ihrer Wertneutralität bis in die politische Ebene hineinwirken – jetzt schon und ganz sicher noch mehr in der Zukunft.

Hessisches Geologisches Schrifttum 1991 mit Nachträgen aus den Jahren 1985 – 1990

Bearbeitet von

HARTMUT POSCHWITZ*

Inhaltsverzeichnis

1. Paläontologie, Stratigraphie u. Tektonik	213
2. Petrologie u. Geochemie	217
3. Bodenkunde	218
4. Lagerstätten u. Bergbau	219
5. Geophysik	220
6. Luftbildgeologie	221
7. Ingenieurgeologie	222
8. Hydrogeologie	222
9. Landesplanung, Umweltgeologie, Altlasten (s.a. Hydrogeologie, Geochemie u. Bodenkunde)	224
10. Sonstiges	226

1. Paläontologie, Stratigraphie und Tektonik

Nachtrag aus dem Jahre 1988

ROTHAUSEN, K. (Hrsg.) (1988): Das Kalktertiär des Mainzer Beckens Oberoligozän – Untermiozän. — Geol. Jb., **A 110**, 398 S., div. Abb., div. Tab., div. Taf.; Hannover.

Nachträge aus dem Jahre 1989

AHNERT, F. (Hrsg.) (1989): Landforms and Landform Evolution in West Germany. — Catena Suppl., **15**, 347 S., 129 Abb., 28 Tab., 21 Fot.; Cremlingen (Catena).

ANDRES, W. (1989): The Central German Uplands. — Catena, Suppl., **15**: 25–44, 9 Abb.; Cremlingen (Catena).

BÄR, W.-F., FUCHS, F., & NAGEL, G. (1989): Beiträge zum Thema Relief, Boden und Gestein. — Frankfurter geowiss. Arb., Ser. D: phys. Geogr., **10**: 1–256, 66 Abb., 7 Tab.; Frankfurt a. M.

BREMER, H. (1989): On the geomorphology of the south Germany scarplands. — Catena, Suppl., **15**: 45–67, 11 Abb.; Cremlingen (Catena).

* Biol. H. POSCHWITZ, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 65193 Wiesbaden.

- CLAUSEN, C.-D., DEUTLOFF, O., KNAPP, G., KÖHN-VELTEN, H., MICHEL, G., MÜLLER, H., & SKUPIN, K. (1989) Erläuterungen zu Blatt C 4718 Korbach. — Geol. Landesamt Nordrhein-Westfalen, 104 S., 22 Abb., 3 Tab., 1 Geolog. Karte (1:100000); Krefeld.
- FROMM, K. (1989): Paläomagnetische Datierung hochgelegener Sand-Kies-Terrassen der Weser. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **39**: 57–61, 4 Abb.; Öhringen.
- HANSEN, R. (1989): Stratigraphie und Tektonik des Blattes 5425 Kleinsassen (Rhön) unter besonderer Berücksichtigung der Xenolithe in den tertiären Vulkaniten. — Nachr. dt. geol. Ges., **40**: 100–101; Hannover.
- HEINRICH, J. (1989): Geomorphologische und geoökologische Ursachen von Gefügespuren (Photolineationen) im Festgestein. — Bayreuther geowiss. Arb., **14**: 191–202, 7 Abb., 1 Tab.; Bayreuth. [Hess. Senke]
- KROHE, A. (1989): Variszische Krustenbewegungen im Odenwald. — Zbl. Geol. Paläontol., Teil I, 1989, Nr. 1–2: 377; Stuttgart.
- LAUER, W., & FRANKENBERG, P. (1989): Klimazeitreihen zur „kleinen Eiszeit“ in Südwest-Deutschland nach Weinernte-Daten. — In: Klimaforschungsprogramm, 508–513, 3 Abb.; München.
- LINGEMANN, H. (1989): Die Geologie des Horloffgrabens — Tektonik und Schichtenaufbau der Wetterauer Braunkohlenlagerstätte. — Braunkohle, **41** (4): 76–77, 1 Abb.; Düsseldorf.
- LUKAS, V. (1989): Faziesmodell der Terebratel-Bänke (Unterer Muschelkalk, Trias) Hessens. — Zbl. Geol. Paläontol., Teil I, 1988, 7–8: 885–896, 3 Abb.; Stuttgart.
- & ORTMANN, D. (1989): Sind die Leitbank-Horizonte des Unteren Muschelkalk Zeitmarken? — Nachr. dt. geol. Ges., **41**: 107–108; Hannover.
- MÜLLER, W. B. (1989): Der Naturraum der Freigerichter Senke und seine Nutzung durch den Menschen — eine Unterrichtseinheit im Erkundungsunterricht der gymnasialen Oberstufe. — Frankfurter geowiss. Arb., Ser. D: phys. Geogr., **10**: 207–217, 5 Abb., 2 Tab.; Frankfurt a. M.
- ONCKEN, O. (1989): Die Deformationsmechanismen im Rheinischen Schiefergebirge. — In: Kurzfassungen, 5. Rundgespräch „Geodynamik des europäischen Variszikums“, S. 41; Braunschweig (Univ. Braunschweig).
- (1989): Deckengeometrie und -kinematik im Grenzbereich Saxothuringikum-Renoherzynikum. — Zbl. Geol. Paläontol., Teil I, 1989, 1–2: 390; Stuttgart.
- RATSCHBACHER, L., MESCHEDÉ, M., FRISCH, W., BÜRGMANN, R., OTT, R., RICHTER, C., STRECK, M., & WECH, A. (1989): Personal-Computer in Strukturgeologie und Tektonik. — Z. dt. geol. Ges., **140**: 219–229, 5 Abb.; Hannover.
- REQUADT, H., & BUHR, R. (1989): Gliederung und Paläogeographie der tertiären „Vallendarer Schotter“ im Hintertaunus. — Z. dt. geol. Ges., **140**: 333–342, 7 Abb.; Hannover.
- SCHMID, M. (1989): Der Stockwerkbau des Unterwerra-Sattels. — Zbl. Geol. Paläontol., Teil I, 1989, 1–2: 396–397; Stuttgart.
- SEIDENSCHWANN, G. (1989): Zur jungpleistozän-holozänen Entwicklung der Kahl. — Frankfurter geowiss. Arb., Ser. D: phys. Geogr., **10**: 17–29, 4 Abb.; Frankfurt a. M.
- TRAPPE, H., & BITTNER, R. (1989): Estimation of interval velocities within the Earth's crust. — Tectonophysics, **157**: 59–68, 8 Abb.; Amsterdam (Elsevier). [Frankfurt a. M.]
- WEVER, TH. (1989): The Conrad discontinuity and the top of the reflective lower crust — do they coincide? — Tectonophysics, **157**: 39–58, 9 Abb., 2 Tab.; Amsterdam (Elsevier). [Frankfurt a. M.]
- WILLISER, O. H., GROOS-UFFENORDE, H., SCHINDLER, E., & ZIEGLER, W. (1989): On the Upper Kellwasser Horizon (Boundary Frasnian/Famennian). — Courier Forschungsinst. Senckenberg, **110**: 247–256, 6 Abb.; Frankfurt a. M. [Bad Wildungen]
- ZIEGLER, M. A. (1989): North German Zechstein facies patterns in relation to their substrate. — Geol. Rdsch., **78** (1): 105–127, 16 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- ZIENERT, A. (1989): Geomorphological aspects of the Odenwald. — Catena, Suppl., **15**: 199–210, 4 Abb.; Gießen.

Nachträge aus dem Jahre 1990

- DITTMAR, U., ELBERT, W., FUNKE, D., HAMMERLINDL, K., JACOBSEN, J., & ONCKEN, O. (1990): Bilanzierte Querprofile entlang der Bopparder Überschiebungszone (Moselmulde, Rheinisches Schiefergebirge). — Zbl. Geol. Paläont., Teil I, **4**: 352; Stuttgart.

- FELIX-HENNINGSEN, P. (1990): Die mesozoisch-tertiäre Verwitterungsdecke (MTV) im Rheinischen Schiefergebirge. Aufbau, Genese und quartäre Überprägung. — Relief, Boden, Paläoklima, **6**, 192 S., 50 Abb., 53 Tab., 27 Fot.; Berlin—Stuttgart (Borntraeger).
- Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen (1990): Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1:25000, Bl. 5115 Ewersbach; Krefeld.
- MARTINI, E. (1990): The Rhinegraben system, a connection between northern seas in the European Tertiary. — Veröff. Übersee-Museum, **A 10**: 83–98, 208–211, 7 Abb.; Bremen.
- OSCHMANN, W. (1990): Environmental cycles in the late Jurassic northwest European epeiric basin: interaction with atmospheric and hydrospheric circulations. — *Sedimentary Geology*, **69**: 313–332, 17 Abb.; Amsterdam (Elsevier).
- SCHAAL, S., & ZIEGLER, W. (Hrsg.) (1990): Messel — ein Schaufenster in die Geschichte der Erde und des Lebens. — Senckenberg-Buch Nr. **64**, 2., unveränderte Aufl., 315 S., 400 Abb.; Frankfurt a. M.
- SOEMMERING, S. T. (1990): Schriften zu Paläontologie. — In: SAMUEL THOMAS SOEMMERING Werke, **14**, 434 S., div. Abb., 4 Taf.; Mainz—Stuttgart—New York.
- THÜNKER, M. (1990): Erläuterungen zu Blatt 5115 Ewersbach. — Geol. Landesamt Nordrhein-Westfalen, 104 S., 15 Abb., 7 Tab., 3 Taf.; Krefeld.
- TIETZE, W., BOESLER, K.-A., KLINK, H.-J., & VOGEL, G. (Hrsg.), mit Beiträgen von HAVLIK, D., HORSTMANN, K., HÜTTERMANN, A., KESSLER, H.-G., SPITZER, H. u. Mitarb. von UFFMANN, J., & BROMANN, U. (1990): Geographie Deutschlands: Bundesrepublik Deutschland. Staat — Natur — Wirtschaft. — XII + 687 S., 127 Abb., 176 Tab.; Berlin—Stuttgart (Borntraeger).

1991

- ANDERLE, H.-J. (1991): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Bl. 5715 Idstein, 2. Aufl. mit Beiträgen von ABEL, H., BÄRWALD, R., BLUM, R., FICKEL, W., HOLTZ, S., HOTTENROTT, M., KIRNBAUER, T., LUX, P., MITTMEYER, H.-G., QUADFLIEG, A., REITZ, E., ROSENBERG, F., STENGLER-RUTKOWSKI, W., & WOLF, M. — 239 S., 32 Abb., 21 Tab., 1 Taf., 1 Beibl.; Wiesbaden.
- (1991): Geologische Karte von Hessen 1:25000, Bl. 5715 Idstein, 2. Aufl.; Wiesbaden.
- ARCHINAL, A. (1991): Neudefinition der Untergattung *Semiproetus* und *Proliobole* (Trilobita, Ober-Devon und Unter-Karbon). — *Senckenbergiana lethaea*, **71 (3/4)**: 189–202, div. Abb., div. Tab.; Frankfurt a. M.
- BECKER, G., & BOLZ, I. (1991): Auf den Spuren von FRIDOLIN SANDBERGER und REINHARD RICHTER: Großwüchsige Ostracoden im „rheinischen“ Unterdevon. — *Jb. Nass. Ver. Naturk.*, **113**: 7–31, 8 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- KRAUSE, C., & SCHWARZ, J. (1991): Beiträge zur Biostratigraphie von Hessen. — *Geol. Abh. Hessen*, **93**, 81 S., 15 Abb., 5 Tab., 11 Taf.; Wiesbaden.
- BECKER, R. E. (1991): Ferricretes in Al Kufrah Area, Libya. — *Tagungsband Eurolat*, **91**: 40–44, 2 Abb., 2 Tab.; TU Berlin.
- BEHRMANN, J., DROZDZEWSKI, G., HEINRICHS, T., HUCH, M., MEYER, W., & ONCKEN, O. (1991): Crustal-scale balanced cross sections through the Variscan fold belt, Germany: the central EGT-segment. — *Tectonophysics*, **196**: 1–21, 7 Abb.; Amsterdam (Elsevier).
- BLUMENSTENGEL, H. (1991): Regionale und überregionale Ereignisse während des Oberdevons im Thüringer Schiefergebirge. — *Zbl. Geol. Paläont.*, Teil I, **5**: 1288–1289; Stuttgart.
- BRAUN, A. (1991): Biochronologie paläozoischer Radiolarien und die Möglichkeit ihrer Anwendung. — *Zbl. Geol. Paläont.*, Teil I, **5**: 1298–1299; Stuttgart.
- BUGGISCH, W. (1991): The global Frasnian-Famennian „Kellerwasser Event“. — *Geol. Rundschau*, **80/1**: 49–72, 12 Abb.; Stuttgart. [Lahn—Dill-Gebiet]
- EHRENBERG, K.-H., KULICK, J., & HOTTENROTT, M. (1991): Basalt, Pliozän und Pleistozän bei Fritzlar (Exkursion B am 2. April 1991). — *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver.*, N. F., **73**: 49–56, 1 Tab.; Stuttgart.
- ENGESSER, W., & MÜNZING, K. (1991): Molluskenfaunen aus Bohrungen im Raum Philippsburg—Mannheim und ihre Bedeutung für die Quartärstratigraphie des Oberrheingrabens. — *Jb. geol. Landesamt Baden-Württemberg*, **33**: 97–117, 4 Abb., 5 Tab., 1 Taf.; Freiburg im Breisgau.
- FELDMANN, R. (1991): Buckelweiden — Buckelraine — Buckelwälder, biogene Kleinreliefbildung in der Kulturlandschaft. — *Natur und Museum*, **121**: 204–210, 3 Abb.; Frankfurt a. M. [Offdilln/Hessen]

- FRANKE, W. (1991): Devon und Unterkarbon des Waldecker Landes – Ein Paläogeographischer Querschnitt (Exkursion C am 4. April 1991). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., **73**: 57–78, 10 Abb.; Stuttgart.
- & KULICK, J. (1991): Umgebung von Bad Wildungen (Exkursion A am 2. April 1991). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., **73**: 41–48, 7 Abb.; Stuttgart.
- GRIMM, K. I. (1991): Biostratigraphie, Paläogeographie und Paläoökologie des Fischeschiefers (Mittlerer Rupelton/Mitteloligozän) im Mainzer Becken. – Mainzer geowiss. Mitt., **20**: 249–278, 15 Abb., 2 Taf.; Mainz.
- HAAG, T., FRIEDRICH, W., & EULER, H.-J. (1991): Die geologischen Naturdenkmale des Main–Kinzig-Kreises – interessante Kleinode. – Jber. wetterau. Ges. ges. Naturkunde, **142–143**: 149–163, 3 Abb.; Hanau.
- HORN, M. (1991): Buntsandstein und Muschelkalk am Westrand der Hessischen Senke (Exkursion H am 6. April 1991). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., **73**: 155–176, 5 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- HÜTTNER, R. (1991): Bau und Entwicklung des Oberrheingrabens. Ein Überblick mit historischer Rückschau. – Geol. Jb., **E 48**: 17–42, 10 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- JOWETT, E. C. (1991): Palaeo-flow directions of basinal fluids determined from metal ratios, Richelsdorf Hills, F.R.G. – Zbl. Geol. Paläont. Teil I, **4**: 1017–1027, 10 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- KNIPPING, B. (1991): Basaltische Gesteine in Zechsteinevaporiten. – Zbl. Geol. Paläont. Teil I, **4**: 1149–1163, 7 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.
- KÖNIGSHOF, P. (1991): Anwendungsmöglichkeiten des „Conodont Alteration Index (CAI)“ im Rheinischen Schiefergebirge. – Zbl. Geol. Paläont. Teil I, **5**: 1331; Stuttgart.
- KOPP, K.-O. et al. (1991): Geologische Blockbild-Karte 1:800000 von Deutschland und Nachbarländern mit Erläuterungen und Legende. – 28 S., 1 Abb., div. Karten; Garching (Relief & Profil Vlg.).
- KULICK, J. (1991): Die Randfazies des Zechsteins in der Korbacher und in der Frankenberger Bucht (Exkursion E am 4. April 1991). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., **73**: 85–113, 9 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- LAEMMLEN, M. (1991): Subrosionsschlote – Vulkanschlote – einige Beispiele aus Osthessen. – Geol. Jb., **A 124**: 31–58, 16 Abb.; Hannover.
- LANGER, W. (1991): Der Paläontologe und Geologe CARL FERDINAND ROEMER. – Natur und Museum, **121**: 381–386, 6 Abb.; Frankfurt a. M.
- MEHRNUSCH, M. (1991): Die Bolivinen (Foraminifera) des Tertiärs (Rupelton bis Hydrobienschichten) im Oberrheingraben und in der Wetterau. – Mainzer geowiss. Mitt., **20**: 55–74, 3 Abb., 2 Taf.; Mainz.
- MEISCHNER, D. (1991): Kleine Geologie des Kellerwaldes (Exkursion F am 5. April 1991). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., **73**: 115–142, 10 Abb.; Stuttgart.
- NÖTH, S. (1991): Die Conodontendiagenese als Inkohlungsparameter und ein Vergleich unterschiedlich sensibler Diageneseindikatoren am Beispiel von Triassedimenten Nord- und Mitteldeutschlands. – Bochumer geol. u. geotechn. Arb., **37**, 169 S., 46 Abb., 14 Tab., 3 Taf.; Bochum.
- RADTKE, G. (1991): Die mikroendolithischen Spurenfossilien im Alt-Tertiär West-Europas und ihre paläo-ökologische Bedeutung. – CFS, **138**, 185 S., 66 Abb., 14 Taf.; Frankfurt a. M. [Kasseler-Bucht]
- REMANN, M. (1991): Zur Vergipung der Zechsteinanhydrite Nordwestdeutschlands. – Zbl. Geol. Paläont., Teil I, **4**: 1201–1210, 8 Abb.; Stuttgart.
- REQUADT, H. (1991): Fazies und Paläogeographie des Devons in der südwestlichen Lahnmulde (Rheinisches Schiefergebirge). – Mainzer geowiss. Mitt., **20**: 229–248, 4 Abb.; Mainz.
- ROATZSCH, T. (1991): Knochenfunde aus dem Werrakies bei Eschwege. – Aufschluß, **42**: 39–46, 7 Abb.; Heidelberg.
- SCHALLREUTER, R. (1991): Mikrofossilien aus dem Ostracodenkalk (Silur) der Lindener Mark bei Gießen (Hessen): – N. Jb. Geol. Paläont., Mh. **1991**: 105–118, 6 Abb.; Stuttgart.
- SCHMIDT, M. (1991): Die Koproolithen mitteleozäner Vertebraten aus der Grube Messel bei Darmstadt. – CFS, **137**, 199 S., 14 Abb., 20 Taf.; Frankfurt a. M.
- SEMMEL, A. (1991): Neotectonics and geomorphology in the Rhenish Massif and the Hessian Basin. – Tectonophysics, **176**: 291–297; Amsterdam–Oxford–New York–Tokyo.

2. Petrologie und Geochemie

Nachträge aus dem Jahre 1989

- EDEL, J.-B. (1989): Die basischen Plutonite und Vulkanite des Saxothuringikums: Kartierung, magnetische und gravimetrische Eigenschaften. — Zbl. Geol. Paläontol., Teil I, **1–2**: 366; Stuttgart. [Odenwald]
- FLEHMIG, W., GEHLKEN, P.-L. (1989): Zum Seladonitmolekül in Illiten paläozoischer Sedimente, seiner genetischen Beziehung und mineralogischen Auswirkungen. — Z. dt. geol. Ges., **140**: 343–353, 3 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.
- HESS, J. C. (1989): Die Altersstellung der Kataklyse im Odenwald. — Zbl. Geol. Paläontol., Teil I, **1–2**: 374; Stuttgart.
- HORN, M., KUBANEK, F., NÖLTNER, T., & ZIMMERLE, W. (1989): Zur Genese der unterkarbonischen Kieselschiefer im Rheinischen Schiefergebirge und im Harz. — In: Kurzfassungen, 5. Rundgespräch „Geodynamik des europäischen Variszikums“, 29–30; Braunschweig (Univ. Braunschweig).
- KLOTZ, W. (1989): Fluoreszenzmikroskopische Untersuchungen an Karbonatdünnschliffen des Unteren Muschelkalk (Trias) in Hessen. — Zbl. Geol. Paläontol., Teil I, **7–8**: 897–904, 1 Abb., 2 Taf.; Stuttgart.
- KNIPPING, B. (1989): Basalt intrusions in evaporites. — Lect. Notes Earth Sci., **24**: 1–131, 31 Abb., 17 Tab., 54 Analysen; Berlin-West. [Hess. Senke]
- KOBER, B., LIPPOLT, H. J., & KIRSCH, H. (1989): Intrusionsalter und Abkühlungsgeschichte des variscischen Gabbros „Frankenstein“ (Odenwald) mit der $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -Technik und mit Radiogenbleianalysen an einzelnen Zirkonen. — Zbl. Geol. paläontol., Teil I, **1–2**: 376; Stuttgart.
- KULICK, J., LEIFELD, O., & THEUERJAHR, A.-K. (1989): A geochemical and petrofacies study of the Kupferschiefer in Hesse. Republic of Germany. — In: Sedimenthosted Stratiform Copper Deposits, 567–570; Geological Association of Canada (Special Paper 36).
- NESBOR, D. (1989): Submarine Vulkangebäude im Devon der Lahnmulde — Zusammenhänge zwischen Vulkanismus und Lagerstätten bildenden Prozessen. — Zbl. Geol. Paläontol., Teil I, **1–2**: 380–381; Stuttgart.
- PLATEN, K., EMMERMANN, R., & FRANKE, W. (1989): Devonische MOR-Typ Metabasalte in Rhenoherynykum. — In: Kurzfassungen, 5. Rundgespräch „Geodynamik des europäischen Vasriszikums“, 42; Braunschweig. [Hess. Senke]
- SUNKEL, G., & SCHMINCKE, H. U. (1989): Submariner Vulkanismus im Rhenoherynykum. — In: Kurzfassungen, 5. Rundgespräch „Geodynamik des europäischen Variszikums“, 50–51; Braunschweig. [Kellerwald]
- ZÖLLER, L. (1989): Geomorphologische und geologische Interpretation von Thermolumineszenz-Daten. — Bayreuther geowiss. Arb., **14**: 103–112, 1 Abb., 1 Tab; Bayreuth.

Nachträge aus dem Jahre 1990

- FLICK, H., HORN, M., & NESBOR, H. D. (1990): Lagenbau eines doleritischen Lagergangs in der nordöstlichen Dill-Mulde. — Zbl. Geol. Paläontol., Teil I, **4**: 356–357; Stuttgart.
- & NESBOR, H. D. (1990): Paläozoischer Vulkanismus im Lahn–Dill-Gebiet (Rheinisches Schiefergebirge) — Zeitliche, stoffliche und räumliche Entwicklung. — Zbl. Geol. Paläont., Teil I, **4**: 357–358; Stuttgart.

1991

- BEHNISCH, R., FLICK, H., HORN, M., & NESBOR, H. D. (1991): Paläogeographische Rekonstruktion submariner Vulkankomplexe im Devon des Lahn–Dill-Gebietes (südliches Rheinisches Schiefergebirge). — Nachr. dt. geol. Ges., **46**: 13; Hannover.
- — — — (1991): Korngrößenanalysen als Beitrag zur genetischen Interpretation submariner Pyroklastite im Devon der Lahnmulde (Rheinisches Schiefergebirge). — Nachr. dt. geol. Ges., **46**: 12–13; Hannover.

- BLESSING, C., & POCK, R. (1991): Mineralbildungen in Schlacken auf dem Gelände der ehemaligen Kupferwerke in Frankfurt/M.-Hedderheim. — Aufschluß, **42**: 339–357, 40 Abb.; Heidelberg.
- FLICK, H., HORN, M., NESBOR, H. D., & WENGERT, N. (1991): Eine subvulkanische Magmenkammer des devonischen Vulkanismus (Givet/Adorf-Phase) am Nordwestrand der Dillmulde, Rheinisches Schiefergebirge. — Geol. Jb. Hessen, **119**: 46–76, 18 Abb., 3 Tab.; Wiesbaden.
- KIRNBAUER, T. (1991): Geologie, Petrographie und Geochemie der Pyroklastika des Unteren Ems/Unter-Devon (Porphyroide) im südlichen Rheinischen Schiefergebirge. — Geol. Abh. Hessen, **92**, 228 S., 52 Abb., 4 Tab., 5 Taf., 2 Kt.; Wiesbaden.
- KROHE, A. (1991): Emplacement of synkinematic plutons in the Variscan Odenwald (Germany) controlled by transtensional tectonics. — Geol. Rundschau, **80(2)**: 391–409, 12 Abb.; Stuttgart.
- MENGEL, K., SACHS, P. M., STOSCH, H. G., WÖRNER, G., & LOOCK, G. (1991): Crustal xenoliths from Cenozoic volcanic fields of West Germany: Implications for structure and composition of the continental crust. — Tectonophysics, **176**: 271–289, 4 Abb., 4 Tab.; Amsterdam—Oxford—New York—Tokyo. [Nordhessen]
- MITTELBACH, G. (1991): Bestimmung aktivierter Oberflächen-Komplexe und deren Einfluß auf den Lösungsprozeß silikatischer Minerale. — Berichte — Reports, Geol.-Paläont. Inst. Univ. Kiel, **44**, 145 S., 38 Abb., 16 Tab.; Kiel.
- MOECHER, D. P., & ESSENE, E. J. (1991): Calculation of CO₂ activities using scapolite equilibria: constraints on the presence and composition of a fluid phase during high grade metamorphism. — Contrib. Mineral. Petrol., **108**: 219–240, 4 Abb., 5 Tab.; Berlin—Heidelberg (Springer). [Eifel]
- NESBOR, H. D., BEHNISCH, R., FLICK, H., & HORN, M. (1991): Vertical development of submarine volcanic complexes in the Devonian of Mid-European Variscides. — Terra abstracts, **3(1)**: 216; Oxford.
- PÜTTMANN, W., MERZ, C., & SPECZIK, S. (1991): Oxidation of organic material in the Kupferschiefer and its relation to mineralization processes. — Zbl. Geol. Paläont., Teil I, **4**: 957–974, 9 Abb., 3 Tab.; Stuttgart. [Richelsdorf, Spessart, Rhön]
- SCHNORRER-KÖHLER, G. (1991): Mineralogische Notizen V. — Aufschluß, **42**: 155–171, 21 Abb.; Heidelberg.
- WILLNER, A. P., MASSONNE, H.-J., & KROHE, A. (1991): Tectono-thermal evolution of a part of a Variscan magmatic arc: the Odenwald in the Mid-German Crystalline Rise. — Geol. Rundschau, **80(2)**: 369–389, 4 Abb., 6 Tab.; Stuttgart.
- WINTER, J. (1991): Identifizierung und Korrelation stratiformer keratophyrischer Vulkanite des Rhenozynikums durch die Kristallmorphologie ihrer akzessorischen Zirkone. — Zbl. Geol. Paläont., Teil I, **5**: 1391–1395, 4 Abb.; Stuttgart.

3. Bodenkunde

Nachtrag aus dem Jahre 1988

- ELSPASS, R. (1988): Mobile und mobilisierte Schwermetallfraktionen in Böden und im Bodenwasser — dargestellt für die Elemente Blei, Cadmium, Eisen, Mangan, Nickel und Zink unter landwirtschaftlichen Nutzflächen. — Marburger Geographische Schriften, **109**, 157 S., 41 Abb., 43 Tab.; Marburg.

Nachträge aus dem Jahre 1989

- BEHRENS, D., & WIESNER, J. (1989): Beurteilung von Schwermetallkontaminationen im Boden. — DE-CHEMA, 1–385, 100 Abb., 74 Tab., 51 Analysen; Frankfurt a. M.
- FILIPINSKI, M. (1989): Pflanzenaufnahme und Lösbarkeit von Schwermetallen aus Böden hoher geogener Anreicherung und zusätzlicher Belastung. — Diss. Univ. Göttingen, Fachber. Agrarwiss. (Landwirtsch. Fak.), 1–139, 12 Abb., 60 Tab., 83 Analysen; Göttingen. [Hess. Senke]

- HEINRICH, J. (1989): Sedimente, Bodenbildungen und Vegetation am westlichen Odenwaldrand (Bergsträßer Odenwald). — Frankfurter geowiss. Arb., Ser. D: phys. Geogr., **10**: 43–54, 5 Abb., 2 Tab., 8 Analysen; Frankfurt a. M.
- MÖRSCHER, J., SCHMITT, R., & BAUDENDISTEL, M. (1989): Durchfahren tertiärer Böden bei geringer Überdeckung im Rengershaustunnel der DB-Neubaustrecke Hannover–Würzburg. — Felsbau, **7**: 121–127, 13 Abb.; Essen.
- SEMMELE, A. (1989): The importance of loess in the interpretation of geomorphological processes and for dating in the Federal Republic of Germany. — Catena, Suppl., **15**: 179–188, 6 Abb.; Cremlingen. [Taunus]
- THIEMEYER, H. (1989): Holozäne Dellenentwicklung durch Bodenerosion — Beispiele aus Lößgebieten. — Bayreuther geowiss. Arb., **14**: 95–102, 9 Abb., 1 Tab.; Bayreuth.
- (1989): Landschaftsgeschichtliche und bodenkundliche Befunde eines bandkeramischen Siedlungsplatzes bei Bruchenbrücken/Wetterau. — Frankfurter geowiss. Arb., Ser. D: phys. Geogr., **10**: 31–42, 3 Abb.; Frankfurt a. M.
- (1989): Schwermetallgehalte von typischen Böden einer Toposequenz im Hessischen Ried. — Geoökodynamik, **10**: 47–62, 8 Abb., 14 Tab.; Bensheim.
- WALDMANN, F. (1989): Beziehungen zwischen Stratigraphie und Bodenbildung aus spätglazialen und holozänen fluviatilen Sedimenten in der nördlichen Oberrheinebene. — Diss. Univ. Freiburg, Geowiss. Fak., 53 Abb., 13 Tab., 58 Analysen, 1 Index-Karte (1:100000); Freiburg.

Nachträge aus dem Jahre 1990

- PETER, M., STEINBRÜCKEN, U., HARRACH, T., & VORDERBRÜGGE, TH. (1990): Flächenhafte Erfassung von Boden- und Bewirtschaftungsdaten in einem Trinkwasserschutzgebiet als Grundlage für die Reduzierung der Nitratbelastung. — In: VDLUFA-Schriftenreihe, **32**: 223–228; Darmstadt.
- ZAKOSEK, H. (1990): Zur Genese und Gliederung des Rheintal-Tschernosems im nördlichen Oberrheingraben. — Mainzer geowiss. Mitt., **20**: 159–176, 6 Tab.; Mainz.

1991

- FECHNER, F. (1991): Geotechnische und umweltgeologische Untersuchungen zur Erfassung des Gefährdungspotentials von schwermetallbelasteten Böden und Sedimenten. — Gießener Geologische Schriften, **45**, 386 S., div. Abb., div. Tab.; Gießen.
- HARRACH, T., & VORDERBRÜGGE, TH. (1991): Die Wurzelentwicklung von Kulturpflanzen in Beziehung zum Bodentyp und Bodengefüge. — In: Berichte über Landwirtschaft, N. F., **204**: 69–82; Hamburg.

4. Lagerstätten und Bergbau

Nachträge aus dem Jahre 1989

- BOESLER, K.-A., & BREUER, H. (1989): Standortrisiken und Standortbedeutung der Nichteisen-Metallhütten in der Bundesrepublik Deutschland — Wechselwirkungen zwischen Ressortpolitik, Industriestruktur und Raum. — Zentralausschuß dt. Landeskunde, **233**, 141 S., 36 Abb., 34 Tab. u. Anh.; Trier.
- FRANZ, H. (1989): Die Ursachen des Grubenunglücks im Braunkohlentiefbau Stolzenbach am 1. Juni 1988. — Braunkohle, **41** (12): 417–420, 5 Abb.; Düsseldorf. [Hess. Senke]
- Hessisches Ministerium für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz — Landentwicklung (1989): Standortkarte von Hessen — Rohstoffkarte 1:50000, Bl. L 5916 Frankfurt a. M. West; Wiesbaden.
- KAMMER, H. R. (1989): Der Abbau des Wetterauer Braunkohlenvorkommens. — Braunkohle, **41** (4): 81–85, 5 Abb., 2 Tab.; Düsseldorf.
- KRETZSCHMAR, H.-J., KAMMEL, D., & ZEEH, V. (1989): Reservoirmechanisches Simulationsmodell der Methanentgasung aus Steinkohlenflözen. — Erdöl Erdgas Kohle, **105** (6): 268–274, 16 Abb.; Hamburg.

- Land Hessen (1989): Verordnung zur Änderung der Bergverordnung des Hessischen Oberbergamtes für Tiefbohrungen, Tiefspeicher und für die Gewinnung von Bodenschätzen durch Bohrungen (Tiefbohrverordnung – BVT) vom 25. April 1988 (Staatsanzeiger für das Land Hessen: 1059). – Z. Bergr., **130 (1)**: 5; Köln–Bonn–Berlin.
- (1989): Verordnung zur Änderung der Verordnung über Feldes- und Förderabgaben (FVO) vom 29. April 1988 (Gesetzes- und Verordnungsblatt für das Land Hessen, Teil I: 231). – Z. Bergr., **130 (4)**: 296–297; Köln–Bonn–Berlin.
- (1989): Zweite Verordnung zur Änderung der Verordnung über Feldes- und Förderabgaben vom 17. März 1989 (Gesetzes- und Verordnungsblatt für das Land Hessen, Teil I: 120). – Z. Bergr., **130 (4)**: 299–300; Köln–Bonn–Berlin.
- LIEBSCHER, S. (1989): Tagebauplanung der Wölfersheimer Bergbaubetriebe der Preussen-Elektra unter Berücksichtigung der gebirgsmechanischen Verhältnisse. – Braunkohle, **41 (4)**: 77–80, 2 Abb.; Düsseldorf.
- PFLUG, B. (1989): Zur Verbreitung kieseliger Gesteine in der Rhön und ihrer Verwendung im Paläo- bis Neolithikum. – Nachr. dt. geol. Ges., **40**: 94; Hannover.

Nachtrag aus dem Jahre 1990

Hessisches Ministerium für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz – Landentwicklung (1990): Standortkarte von Hessen – Rohstoffkarte 1:50000, Bl. L 5318 Amöneburg, L 5520 Schotten; Wiesbaden.

1991

- HENTSCHEL, G. (1991): Steinbrüche in Basalten des Vogelsberges. – Begleitheft zur VFMG-Sommertagung 13.–16. 9. 1991, 59–72, 32 Abb.; Gelnhausen (Kinzigtaler Mineralienclub).
- KIND, H.-J. (1991): Die Untertagedeponie Herfa-Neurode. – Glückauf, **127**: 922–926, 4 Abb.; Essen.
- LORENZ, J. (1991): Die Mineralien im Rhyolithsteinbruch von Sailauf – eine Ergänzung. – Aufschluß, **42**: 1–38, 34 Abb.; Heidelberg.
- MÜLLER, D. (1991): Die gangförmigen Buntmetallvererzungen (Pb, Cu, Zn und Ag) im Bereich des ehemaligen Bergwerks Hannibal bei Heftrich im Rheinischen Schiefergebirge (Taunus). – Jb. Nass. Ver. Naturk., **113**: 33–44, 9 Abb.; Wiesbaden.
- RAMBOW, D., & SCHMEISKY, H. (1991): Aufgelassener Braunkohlenbergbau bei Borken (Hessen), (Exkursion D am 4. April 1991). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., **73**: 79–84, 1 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- SCHARBRODT, T., & BAUMANN, L. (1991): Beziehungen des variszischen Grundgebirges zu sedimentogenen Lagerstättentypen im sächsisch-thüringischen Raum. – Zbl. Geol. Paläont., Teil I, **5**: 1351–1358, 5 Abb.; Stuttgart. [Richelsdorfer Gebirge]
- SCHWERTER, R. (1991): Die Bekämpfung von Salzlösungszuflüssen in Grubenfeldern des Kalibergbaus Thüringens und Sachsen-Anhalts durch Injektion. Ein Beitrag zur Minderung hydrogeologischer Gefahren im Bergbau. – Bergakademie Freiberg, 100 S.; Freiberg/S.
- & KOCH, G. (1991): Die Beherrschung von Liegendzuflüssen im Werra-Kalirevier. – Tagungsband zum Kolloquium „Spezialverfahren im Bergbau und Bauwesen“ in Freiberg/S., 273–283; Freiberg/S.

5. Geophysik

Nachträge aus dem Jahre 1989

AHORNER, L. (1989): Seismologische Untersuchung des Gebirgsschlages am 13. März 1988 im Kalisalzbergbau bei Völkershäusen, DDR. – Glückauf Forsch.-H., **50(4)**: 224–230, 11 Abb., 2 Tab.; Essen.

- SCHRUTH, P. K., BÜRGER, P. J., STRACK, K.-M., & WOLFRAM, P. A. (1989): Bestimmung der Leitfähigkeitsstruktur unter Basaltbedeckung mit der LOTEM-Methode. — 49. Jahrestagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft gemeinsam mit der Arbeitsgemeinschaft Extraterrestrische Physik, **49**: 125; Stuttgart. [Vogelsberg]

Nachträge aus dem Jahre 1990

- Eugemi Working Group (1990): The European Geotraverse seismic refraction experiment of 1986 from Genova, Italy, to Kiel, Germany. — *Tectonophysics*, **176**: 43–57, 9 Abb.; Amsterdam—Oxford—New York—Tokyo.
- ZEIS, ST., GAJEWSKI, D., & PRODEHL, C. (1990): Crustal structure of southern Germany from seismic refraction data. — *Tectonophysics*, **176**: 59–86, 19 Abb.; Amsterdam—Oxford—New York—Tokyo.

1991

- BACHMANN, G. H., & SIPOS, Z. (1991): Seismisches Erscheinungsbild des Plattform-Randes von Werra-Anhydrit und Hauptdolomit (Zechstein, Norddeutschland). — *Zbl. Geol. Paläont., Teil I*, **4**: 867–872, 3 Abb.; Stuttgart.
- BOSUM, W., & WONIK, T. (1991): Magnetic anomaly pattern of Central Europe. — *Tectonophysics*, **176**: 253–259, 3 Abb.; Amsterdam—Oxford—New York—Tokyo.
- CERMAK, V., BODRI, L., SCHULZ, R., & TANNER, B. (1991): Crustal temperatures along the Central Segment of the European Geotraverse. — *Tectonophysics*, **176**: 241–251, 9 Abb., 1 Tab.; Amsterdam—Oxford—New York—Tokyo.
- DEKORP Research Group (1991): Results of the DEKORP 1 (BELCORP—DEKORP) deep seismic reflection in the western part of the Rhenish Massif, mit Beiträgen von ANDERLE, H.-J., BITTNER, R., BORTFELD, R., BOUCKAERT, J., BÜCHEL, G., DOHR, G., DÜRBAUM, H.-J., DURST, H., FELITZ, W., FLÜH, E., GUNDLACH, T., HANCE, L., HENK, A., JORDAN, R., KLÄSCHEN, D., KLÖCKNER, M., MEISSNER, R., MEYER, W., ONCKEN, O., REICHERT, C., RIBBERT, K. H., SADOWIAK, P., SCHMINCKE, H.-U., SCHMOLL, J., WALTER, R., WEBER, K., WEIHRACH, U., & WEVER, T. — *Geophys. J. Int.*, **106**: 203–227, 24 Abb., 1 Tab.; Oxford.
- PLAUMANN, S. (1991): Die Schwerekarte 1: 500000 der Bundesrepublik Deutschland (Bouguer-Anomalien). Blatt Mitte. — *Geol. Jb.*, **E 46**: 3–16, 1 Tab., 1 Taf.; Hannover.

6. Luftbildgeologie

Nachtrag aus dem Jahre 1989

- HEINRICH, J. (1989): Geoökologische Ursachen luftbildtektonisch kartierter Gefügespuren (Photolineationen) im Festgestein. — *Frankfurter geowiss. Arb. Ser. D: phys. Geogr.*, **9**: 1–203, 51 Abb., 18 Tab., 42 Analysen; Frankfurt a.M.

1991

- MÖSSEL, M., & HEINRICH, G. (1991): Trinkwasserüberwachung durch Fernerkundung. — *Wasserwirtschaft*, **81**: 408–414, 5 Abb.; Stuttgart.

7. Ingenieurgeologie

Nachträge aus dem Jahre 1989

- FRANTZ, H. (1989): Festigkeitsuntersuchungen an Gesteinen des Mittleren Buntsandsteins mit Hilfe des Betonprüfhammers System SCHMIDT. — *Meyniana*, **41**: 47–66, 6 Abb., 4 Tab., 1 Taf.; Kiel. [Hess. Senke]
- KOCH, G., & GAITZSCH, H. (1989): Speicherraumbildung in Salzlösungsvorkommen im Salinar des Werra-Kaligebietes und ihre Bedeutung für Abdichtungsinjektionen. — *Z. Angew. Geol.*, **35** (6): 175–179, 10 Abb.; Berlin/DDR.
- PETERS (1989): Verdichtungskontrollen bei Felsschüttungen. — *Erfahrungsaustausch Erdarb. Straßenbau*, **29**: 60–78, 15 Abb.; Köln.
- TRISCHLER, J., & DÜRRWANG, R. (1989) Böschungen im Buntsandstein: Standsicherheit, Konstruktives, Erfahrungen. — *Felsbau*, **7** (4): 208–211, 10 Abb.; Essen.

Nachtrag aus dem Jahre 1990

- ENGELBACH, G. (1990): Planung und Bau der Umgehungsstraße Eltville/Walluf im Zuge der B 42 im Rheingau. — *Straße u. Autobahn*, **41** (1): 8–13, 12 Abb.; Bonn-Bad Godesberg.

1991

- BERNHARD, H. (1991): Geologisch bedingte Schäden an historischen Bauwerken aus Naturstein (Basalt-Tuff) im Staatspark Kassel-Wilhelmshöhe und deren Sanierung (Exkursion I am 6. April 1990). — *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F.*, **73**: 177–186, 3 Abb.; Stuttgart.
- BRÄUTIGAM, F., LAEMMLEIN, M., & SIEBEN, T. (1991): Stratigraphisch-tektonische Auswertung der bau-geologischen Dokumentation des Eisenbahntunnels bei Kirchheim (Osthessen). — *Geol. Jb.*, **A 124**: 3–29, 8 Abb., 1 Taf.; Hannover.
- DEINHARD, M., PRINZ, H., & ZEIDLER, K. (1991): Oberrieden Road Tunnel, Variations on an NATM theme. — *Tunnels & Tunnelling*, 49–51, 4 Abb.; London (Construction Press).
- LAEMMLEIN, M. (1991): Subrosionsschlote – Vulkanschlote – einige Beispiele aus Osthessen. — *Geol. Jb.*, **A 124**: 33–60, 16 Abb.; Hannover.
- PRINZ, H. (1991): Abriß der Ingenieurgeologie – mit Grundlagen der Boden- und Felsmechanik, des Erd-, Grund- und Tunnelbaus sowie der Abfalldeponien. — 2. neu bearb. u. erweiterte Aufl., 466 S., 352 Abb., 74 Tab.; Stuttgart (Enke).

8. Hydrogeologie

Nachtrag aus dem Jahre 1985

- KOPP, K. (1985): Wasser von Taunus, Rhein und Ried. — 327 S., div. Abb., div. Tab.; Wiesbaden (ESWE). — (o. J.): Wiesbadens „Trinkwasser-Bergwerke“ in den Ausläufern des Taunus. Ein interessanter Aspekt der Wiesbadener Wasserversorgung. — 49 S., div. Abb.; Wiesbaden (ESWE).

Nachträge aus dem Jahre 1989

- LIEBSCHER, H.-H., KRAHE, P., & WITTE, W. (1989): Zusammenfassender Ergebnisbericht zum BMFT-Forschungsvorhaben LOF 10/85. Rekonstruktion der Witterungsverhältnisse im Mittelrheingebiet von

1000 n. Chr. bis heute anhand historischer hydrologischer Ereignisse. — In: Klimaforschungsprogramm, 537–540, 2 Abb.; München.

WOHLNICH, S. (1989): Auswirkungen der vertikalen Umschließung der Deponie Dreieich-Buchschlag auf das Grundwasser. — *Oberrhein. geol. Abh.*, **35 (1–4)**: 129–148, 10 Abb.; Karlsruhe.

Nachträge aus dem Jahre 1990

DREHER, T. (1990): Ausgewählte graphische und statistische Methoden zur Auswertung hydrochemischer Grundwasserdaten. — *Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz*, **94**: 50–72, 12 Abb.; Wiesbaden (HLfU).

— V. PAPE, W.-P., & TOUSSAINT, B. (1990): Staatliche Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit in Hessen — Arbeitsergebnisse 1984/89. — *Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz*, **98**, 150 S., 50 Abb., 13 Tab.; Wiesbaden (HLfU).

Hessisches Ministerium für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz — Landentwicklung (1990): Standortkarte von Hessen — Hydrogeologische Karte 1:50000; Wiesbaden:

- : L 5520 Schotten,
- : L 5522 Herbstein,
- : L 5920 Alzenau i. Ufr.,
- : L 5922 Rieneck.

1991

BODEM, M. (1991): Auswirkungen saurer Depositionen auf Grundwasser und Stoffbilanz im Buntsandstein Nordhessens. — *Forschungsberichte Hessische Forstliche Versuchsanstalt*, **14**, 125 S., 30 Abb., 17 Tab.; Hann. Münden.

COLLINS, H.-J., & MÜNNICH, K. (1991): Repräsentanz von Wasserproben aus Grundwasserleitern. — *gwf*, **132 (9)**: 546–550, 5 Abb.; München.

CYFFKA, B. (1991): Das Abflußverhalten in kleinen Buntsandstein-Einzugsgebieten — Untersuchungen im Gewässerkundlichen Forschungsgebiet Ziegenhagen (Kaufunger Wald, Nordhessen). — *Göttinger Geogr. Abh.*, **93**, 179 S., 57 Abb., 35 Tab.; Göttingen.

DIEDERICH, G., FINKENWIRTH, A., HÖLTING, B., KAUFMANN, E., RAMBOW, D., SCHARPFF, H.-J., STENGEL-RUTKOWSKI, W., & WIEGAND, K. (1991): Hydrogeologisches Kartenwerk Hessen 1:300000. — *Geol. Abh. Hessen*, **95**, 83 S., 3 Abb., 4 Tab., 5 Kt.; Wiesbaden.

DREHER, T. (1991): LCKW in Grundwasserproben: Verschleppung durch die Probenahme. — *Geol. Jb. Hessen*, **119**: 117–189, 6 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.

GINZEL, G., & VOIGT, H.-J. (1991): Die geologischen Rahmenbedingungen für die Mineralwasservorkommen in den fünf neuen Bundesländern. — *Der Mineralbrunnen*, **2**: 38–42, 4 Abb.; Bonn.

GOLWER, A. (1991): Belastung von Böden und Grundwasser durch Verkehrswege. — *Forum Städte-Hygiene*, **42**: 266–275; Berlin—Hannover.

HABERER, K. (1991): Rheinwasser als Rohstoff für die Grundwasseranreicherung in Wiesbaden. — *gwf*, **132 (9)**: 60–64, 8 Abb.; München.

— (1991): Über die Herkunft verbreitet auftretender organischer Stoffe im Rhein. — *gwf*, **132 (9)**: 80–87, 13 Abb.; München.

Hessische Landesanstalt für Umwelt (1991): Wasserbilanz Mittelhessen — öffentliche Wasserversorgung — Stand 1989/90. — *Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz*, **110**, 121 S., div. Abb., div. Tab.; Wiesbaden.

— (1991): Dioxine und Furane in der hessischen Umwelt — Meßergebnisse aus Hessen. — *Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz*, **126**, 154 S., div. Abb., div. Tab.; Wiesbaden.

— (1991): Probleme mit dem Grundwasser. — *Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz*, **121**, 194 S., div. Abb., div. Tab.; Wiesbaden.

Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten (1991): Jahresbericht der Wasserwirtschaft und der Abfallwirtschaft der Länder 1990. — *Wasser und Boden*, **43**: 383–386, 3 Abb.; Hamburg—Berlin.

- HÖLTING, B. (1991): Geogene Grundwasserbeschaffenheiten und ihre regionale Verbreitung in der Bundesrepublik Deutschland. — In: Handbuch Bodenschutz, **1300**, Lfg. 1/91, 36 S., 3 Abb., 5 Tab.; Berlin (Schmidt).
- (1991): Die Heilquellen von Bad Wildungen — Kraftwerk Edersee. — Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F., **73**: 143–154, 2 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.
- KLINNERT, W. (1991): Verbreitung und Transportmechanismen von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW) in der Wetterau. — Jber. wetterau. Ges. ges. Naturkunde, **142–143**: 91–116, 9 Abb., 12 Tab.; Hanau.
- LINDNER, K. (1991): Wasserwerke im Konflikt zwischen Trinkwasserimage und Gewässerschutz. — Wasserwirtschaft, **81**: 16–17; Stuttgart.
- MICHEL, G. (1991): Quantitativ-chemischer Heilquellenschutz. — Der Mineralbrunnen, **12**: 506–509, 2 Abb.; Bonn.
- NIENHAUS, H. (1991): Auch Wiesbadens bedeutendste Therme reiste im vorigen Jahrhundert in Tonkrügen. — Der Mineralbrunnen, **4**: 160–172, 12 Abb., 1 Tab.; Bonn.
- PRELLBERG, D. (1991): Rheinhochwasser März 1988 und Februar 1990 im Vergleich. — Wasser und Boden, **43**: 710–714, 6 Abb., 3 Tab.; Hamburg–Berlin.
- RAMBOW, D. (1991): Die Wirkung einer Stauanlage auf das Grundwasser, gezeigt am Beispiel der Stauanlage Lahnhausen an der Fulda. — In: Wasser- und Windmühlen in Kurhessen und Waldeck-Pyrmont; Kassel.
- SAMMET, D. (1991): Wasserfachliche Aussprachetagung Wiesbaden 1991 — Kurzfassung der Vorträge. — gwf, **132 (9)**: 48; München.
- TOUSSAINT, B. (1991): Grundwasserkontamination durch leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe im hessischen Teil des Oberrheingrabens — Fallstudien. — Dt. Gewässerkd. Mitt., **35**: 2–7, 4 Abb.; Koblenz.
- UDLUFT, P. (1991): Zur Entstehung und Herkunft von Mineralwasservorkommen — Versuch einer naturwissenschaftlichen Harmonisierung mit der MTVO. — Der Mineralbrunnen, **4**: 121–129, 4 Abb.; Bonn.
- WIELANDT, U. (1991): Mineralwasserversand aus Bad Salzhausen. — Der Mineralbrunnen, **3**: 83–84, 1 Abb.; Bonn.

9. Landesplanung, Umweltgeologie, Altlasten (s. a. Hydrogeologie, Geochemie u. Bodenkunde)

Nachträge aus dem Jahre 1989

- DEISENROTH, N., & KIND, J. (1989): Die Untertage-Deponie Herfa-Neurode — Eine Möglichkeit zur umweltgerechten Beseitigung von problematischen toxischen Abfällen. — Kali Steinsalz, **10 (6)**: 182–195, 13 Abb.; Essen.
- HAAS, R., PREUSS, J., VON-LÖW, E., & STOCK, G. (1989): Sprengstoffrückstände im Boden und Grundwasser auf dem Gebiet der ehemaligen Sprengstofffabriken in Stadtallendorf/Hessen. — In: Expertengespräch Rüstungsaltlasten, 87–113, 1 Tab.; Hannover.
- KAMMER, H. R., & TINZ, W. (1989): Die Rekultivierung der bebauten Flächen im Wetterauer Braunkohlenabbaugebiet durch die Preussen Elektra. — Braunkohle, **41 (4)**: 85–88, 3 Abb.; Düsseldorf.
- MEER, C. (1989): Die „einheit“ berichtet über die Untertagebau-Deponie Herfa-Neurode. Deponie wie im Schließfach läuft seit 17 Jahren problemlos. — Wintershall-Werkz., **4**: 6–7, 4 Abb.; Kassel.
- SCHAFFRATH, W. (1989): Deponiegas. Herstellung von Gasgewinnungsbrunnen auf Mülldeponien. — Bohrtechn. Brunnenbau Rohrleitungsbau, **40 (7)**: 375–380, 5 Abb.; Berlin-West.
- SCHNEIDER, U. (1989): Erfahrungen aus systematischen Untersuchungen von Standorten ehemaliger Rüstungsbetriebe. — In: Expertengespräch Rüstungsaltlasten, 261–279, 7 Abb.; Hannover.
- STÄBLEIN, G. (1989): Parameter und Indizes zur Bewertung des Naturraumpotentials, Beispiele aus Nordhessen. — Erdkunde, **43 (3)**: 179–191, 6 Abb., 3 Tab.; Bonn. [Hess. Senke]
- (1989): Anforderungen an ein GIS bei der Naturraumpotentialanalyse. — Geo-Inf.-Syst., **2 (3)**: 26–31, 2 Abb., 1 Tab.; Karlsruhe. [Hess. Senke]

SWOBODA, J. (1989): Der Einfluß von Standort, Niederschlag und Durchforstung auf den Schadensverlauf einiger Buchenkollektive des Hochtaunus bei Köppern. — Geoökodynamik, **10** (1): 27–46, 14 Abb.; Bensheim.

Nachträge aus dem Jahre 1990

Hessische Landesanstalt für Umwelt (1990): Jahresbericht 1990. — Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, **109**, 132 S., div. Abb., div. Tab.; Wiesbaden.

LANGSCHIED, K. (1990): Der Rhein — vom Urstrom zur Wasserstraße. Wasserbauliche Maßnahmen am Mittelrhein. — Jb. Nass. Ver. Naturk., **112**: 85–101, 9 Abb.; Wiesbaden.

1991

BERMANN, W. (1991): Tiefenverdichtung eines Müllkörpers als Voraussetzung für eine dauerhaft wirksame Zwischenabdichtung. — Wasserwirtschaft, **81**: 212–220, 9 Abb.; Stuttgart. [Main–Kinzig-Kreis]

BUHSE, G. (1991): Der ökologische Zustand der Oberwaser in den letzten drei Jahrzehnten. — Wasser und Boden, **43**: 211–213, 2 Abb., 2 Tab.; Hamburg–Berlin.

Deutsche Kommission zur Reinhaltung des Rheins (1991): Rheinbericht 1990; Düsseldorf.

ECKARDT, M., VETTER, L., & SCHRÖDER, W. (1991): Kriegsfolgenlasten als Gegenstand der Umweltforschung. Flächenbezogene Erfassung von Schwermetallgehalten im Boden des ehemaligen Sprengplatzes Kirtorf. — Die Geowissenschaften, **12**: 385–394, 8 Abb., 4 Tab.; Weinheim.

GOPPEL, J. M. (1991): 40 Jahre Internationale Kommission zum Schutze des Rheins — es gibt noch viel zu tun. — Wasser und Boden, **43**: 302–305, 3 Abb.; Hamburg–Berlin.

HAAG, T. (1991): Die Abflußsysteme des westlichen Vogelsberges am Nordrand des Horloffgrabens. Beispiele für die Verarbeitung von Landschaftsdaten mittels EDV. — Jber. wetterau. Ges. ges. Naturkunde, **142–143**: 131–147, 2 Abb., 5 Tab.; Hanau.

Hessische Landesanstalt für Umwelt (1991): Kläranlagen in Hessen — Übersicht zum Bestand und zur Planung — Stand 1/1990. — Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, **111**, 53 S., div. Abb., div. Tab., div. Kt.; Wiesbaden.

— (1991): Der Dynamische Daphnientest: Erste Erfahrungen in der Immissions- und Emissionsüberwachung an Gewässern und Einleitungen in Hessen. — Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, **112**, 33 S., div. Abb., div. Tab.; Wiesbaden.

— (1991): Lufthygienischer Jahresbericht 1990. — Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, **113**, 60 S., div. Abb., div. Tab.; Wiesbaden.

— (1991): Hessisches Gütemeßprogramm für oberirdische Gewässer, Fließgewässer, Meßergebnisse und Auswertungen 1990. — Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, **114**, 330 S., div. Abb., div. Tab.; Wiesbaden.

— (1991): Sonderuntersuchung zu Betriebszustand, Reinigungsvermögen und Stabilität der Reinigungsergebnisse von Kleinkläranlagen (50 EW). — Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, **117**, 157 S., div. Abb., div. Tab.; Wiesbaden.

— (1991): Auswertung von Immissionsdaten — Fehlwertersetzung in Immissionszeitreihen. — Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, **120**, 41 S., div. Abb., div. Tab.; Wiesbaden.

— (1991): Strahlenschutzkataster des Landes Hessen, Bericht über den Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen in Hessen, 1980 bis 1989 — Bereich: Medizin. — Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, **122**, 33 S., div. Abb., div. Tab.; Wiesbaden.

— (1991): Darstellung der Ergebnisse und Methoden eines Untersuchungsprogramms an Deponiegasanlagen unter Berücksichtigung der Anforderungen des Immissionsschutzes. — Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, **127**, 24 S., div. Abb., div. Tab.; Wiesbaden.

— (1991): Merkblatt Technische Bestimmungen für Sonderabfall-Kleinmengen-Zwischenlager. — Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, **128**, 20 S., div. Abb., div. Tab.; Wiesbaden.

Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten (1991): Bericht über die Erhebung der Emissionen, Immissionen und Wirkungen sowie Maßnahmeplan zum Luftreinhalteplan. — Luftreinhalteplan Rhein–Main, 1. Fortschreibung; Wiesbaden.

- HUDE, N. v. d. (1991): Kapillarsperren zum Abschirmen von Deponien gegen Sickerwasser. — Wasser und Boden, **43**: 754–757, 8 Abb., 1 Tab.; Hamburg–Berlin.
- KOSSLER, G.-P., PEUKERT, M., FLECHTNER, G., RECK, H.-P., & NEUBECKER, J. (1991): Wald im Süden Frankfurts: Stadtwald, Gravenbruch, Mönchbruch. — 114 S., div. Abb.; Frankfurt a.M. [„Monte Scherbelino“]
- LAHL, U., & ZESCHMAR-LAHL, B. (1991): PVC-Abfälle: Entsorgungskonzept der Industrie — Wunsch und Wirklichkeit. — Wasser und Boden, **43**: 298–302, 1 Abb., 4 Tab.; Hamburg–Berlin. [Raum Frankfurt a. M.]
- LORENZ, I. (1991): Gießerei-typische Belastungen und Beanspruchungen — eine Literatur-Übersicht. — Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, **124**, 106 S., div. Abb., div. Tab.; Wiesbaden.
- MOCK, J., KRETZER, H., & JELINEK, D. (1991): Hochwasserschutz am Rhein durch Auenrenaturierung im hessischen Ried. — Wasser und Boden, **43**: 126–130, 7 Abb., 2 Tab.; Hamburg–Berlin.
- MÜLLER, W. (1991): Reinigungsvermögen und Betriebsstabilität von Kleinkläranlagen. — Wasser und Boden, **43**: 566–568, 2 Abb., 3 Tab.; Hamburg–Berlin. [HLfU]
- POSCHWITZ, H. (1991): Methoden der Gewässergüteuntersuchung und Renaturierungsmaßnahmen an kleinen Fließgewässern. — Jb. Nass. Ver. Naturk., **113**: 97–109, 2 Tab., 1 Kt.; Wiesbaden.
- RAUTENBERG, TH. (1991): Abfallkonzept der Rhein–Main-Region. — Wasser und Boden, **43**: 748–752; Hamburg–Berlin.
- Regierungspräsident Darmstadt (1991): Industriewasserstudie; Darmstadt.
- ROTH, T., TURK, T., VOGTMANN, H., & PAULY, U. (1991): Abwasserentsorgung bei der Bioabfallkompostierung. — Wasser und Boden, **43**: 544–563, 3 Abb., 1 Tab.; Hamburg–Berlin. [Werra–Meißner-Kreis]
- SCHMIDT, E. (1991): Biotopverbundmodell Oberer Mittelrhein. Möglichkeiten und Grenzen der Vernetzung xerothermer Biotope. — Gießener Geogr. Schr., **69**, 210 S., div. Abb., div. Tab., div. Taf.; Gießen.
- WEIDNER, E., in: BÜCHEN, M., EICKHOFF, W., ENGLER, M., HÄCKL, M., KUMMER, V., SEEL, P., & WEIDNER, E. (1991): Dioxine und Furane in der hessischen Umwelt - Meßergebnisse aus Hessen. — Hrsg. Hess. Landesanstalt für Umwelt; Wiesbaden.

10. Sonstiges

Nachträge aus dem Jahre 1989

- CYFFKA, B. (1989): Computergestützte Ermittlung morphometrischer Parameter aus topographischen Karten. — Erdkunde, **43** (3): 220–225, 2 Abb., 5 Tab.; Bonn. [Kaufunger Wald]
- Hessische Forstliche Versuchsanstalt (1989): Jahresbericht 1988. — Jb. Hess. Forstl. Versuchsanst., 1–53, 10 Abb.; Hann.-Münden.

1991

- BARGON, E. (1991): Tätigkeitsbericht des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung für das Geschäftsjahr 1990 (1. 1. – 31. 12. 1990). — Geol. Jb. Hessen, **119**: 297–312; Wiesbaden.
- HÜHNER, G. (1991): Bohrkernlager des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung. — Geol. Jb. Hessen, **119**: 313–327; Wiesbaden.
- POSCHWITZ, H. (1991): Hessisches Geologisches Schrifttum 1989 mit Nachträgen aus den Jahren 1979–1988. — Geol. Jb. Hessen, **119**: 277–296; Wiesbaden.
- STENGEL-RUTKOWSKI, W. (1991): Geschichtlicher Überblick über das Land Waldeck und den Tagungsort Bad Wildungen. — Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., **73**: 37–39; Stuttgart.

GÜNTHER THIELICKE †



Am 24. Juni 1992 verstarb nach kurzer schwerer Krankheit der Geologiedirektor Dipl.-Chem. GÜNTHER THIELICKE. Er wurde im Kreis von Familie, Freunden und ehem. Mitarbeitern in Taunusstein beigesetzt. GÜNTHER THIELICKE wurde am 17. 1. 1921 in Duisburg-Hamborn geboren, wo er im Oktober 1940 die Oberschule mit Abitur verließ, um sofort von der Schulbank zum Militärdienst eingezogen zu werden. Von der Kapitulation im Mai 1945 bis August 1947 war G.THIELICKE in französischer Kriegsgefangenschaft. Nach seiner Entlassung arbeitete er bei der Rheinpreußen A.G. Bergbau in Homberg/Niederrhein. 1950 konnte er

dann sein Chemiestudium in Köln aufnehmen, arbeitete aber weiterhin als Werkstudent beim Rheinpreußen Steinkohlewerk, wo er Ammoniakbestimmungen im Gas und Kondensat durchführte und sich auch mit der Bestimmung der bei der Teerdestillation entstehenden Öle, Peche, Anthrazine, Naphthaline und anderer polycyclischer Stoffe vertraut machen konnte. Nach seinem Vordiplom 1955 wechselte GÜNTHER THIELICKE nach Erlangen. Dort legte er im Juni 1959 seine Diplomchemiker-Hauptprüfung ab. Er arbeitete während dieser Zeit ebenfalls, im Forschungslabor Siemens und später im biochemischen Labor der Uni-Klinik Erlangen. Nach seiner Diplomprüfung ging THIELICKE wieder zurück nach Köln, wo er an der Medizinischen Uni-Klinik als privatdienstlicher, wissenschaftlicher Chemiker fluoreszenzspektrometrische Messungen biogener Amine durchführte. Im Mai 1959 heiratete er JUTTA SCHMIDT. Aus der Ehe gingen die Kinder CLAUDIA und MARTIN hervor.

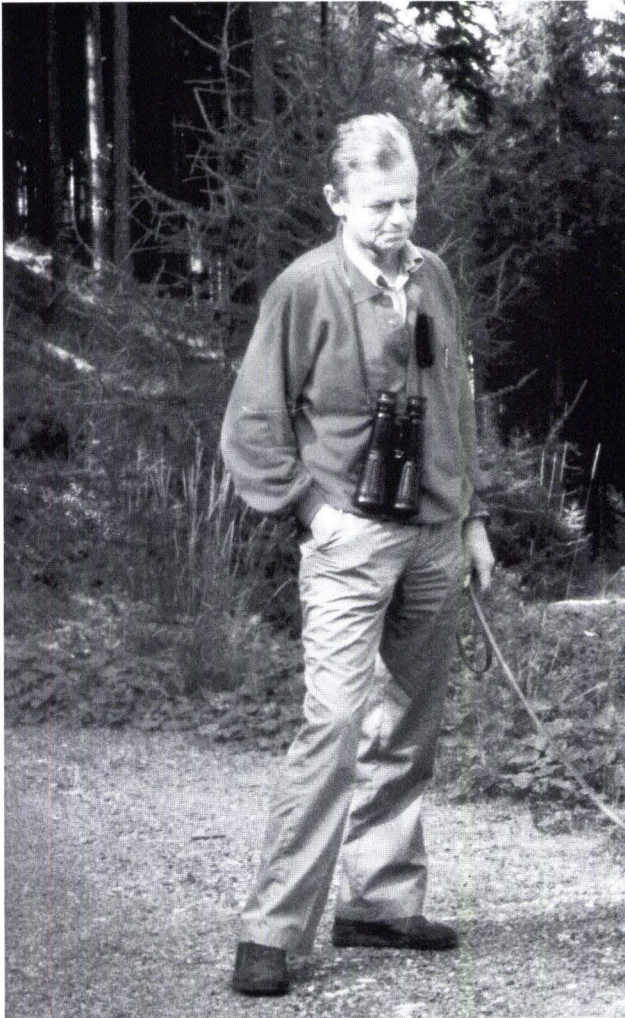
Im Januar 1961 übernahm G. THIELICKE das Chemische Laboratorium im Hessischen Landesamt für Bodenforschung. Im Zuge ständig zunehmender Probenzahlen und erweitertem Bedarf an Analyseergebnissen mußten die bisher angewandten klassischen naßchemischen, gravimetrischen Verfahren durch titrimetrische und photometrische Schnellmethoden, verbunden mit einem Ausbau der apparativen Ausstattung, angegangen werden. In vier Veröffentlichungen der letzten 60er und 70er Jahre über Schnellmethoden zur Bestimmung der Kieselsäure, des Aluminiums, der Erdalkalien Calcium und Magnesium und des zweiwertigen Eisens haben diese methodischen Verbesserungen ihren Niederschlag gefunden. In den 70er Jahren wurde durch die Einführung der Flammen-Atom-Absorptions-Spektroskopie der Grundstein für die moderne Spurenanalytik gelegt und viele bis dahin übliche photometrische Methoden, die sich für die Gesteinsanalytik als störanfällig und wenig empfindlich erwiesen hatten, konnten abgelöst werden. In diese Zeit fielen umfangreiche Untersuchungen über Prospektion von Uran und Thoriumerzen in Hessen und über Buntmetallanreicherungen im Zusammenhang mit Kupferschiefervorkommen, deren Ergebnisse in zahlreichen Veröffentlichungen und unveröffentlichten Berichten zitiert sind. Im April 1985 trat GÜNTHER THIELICKE in den Ruhestand. Er hat es verstanden, in Zeiten knapper öffentlicher Mittel ein leistungsfähiges, apparativ gut eingerichtetes chemisches Labor einzurichten. Mit seinem breiten chemischen Wissen war er stets bereit, seinen Kollegen mit Rat und Tat zu helfen. Mit ihm ist ein geschätzter Kollege von uns gegangen.

HEINER KELTSCH

Veröffentlichungen von GÜNTHER THIELICKE

- BOR, J., EMMERMANN, K.-H., THIELICKE, G. (1972): Schnellmethoden der Naßchemischen Gesteinsanalyse. Ein Beitrag zur Bestimmung von Calcium und Magnesium, zweiwertigem Eisen und Kieselsäure. — Mainzer geowiss. Mitt., **1**: 34–47; Mainz.
- THIELICKE, G. (1968): Bestimmung von Calcium und Magnesium in Gesteinen, Böden und Wässern durch voltametrische Indikation mit ÄGTA und ÄDTA. — Notizbl. hess. Landesamt für Bodenforsch., **96**: 281–289; Wiesbaden.
- (1969): Titrimetrische Bestimmung des Aluminiums in Silicatgesteinen mit potentiometrischer Indikation. — Z. Anal. Chem., **246**: 118–122; Wiesbaden.
- (1970): Schnellbestimmung der Kieselsäure in Silicaten, Gesteinen, Sanden und Eisenerzen durch acidimetrische Titration nach Fällung als Kaliumhexafluorosilicat. — Z. Anal. Chem., **250**: 185–188; Wiesbaden.
- (1987): Zusammenstellung einiger wichtiger bodenchemischer und -mechanischer Laboratoriumsmethoden, ihre Anwendungen, Ergebnisdarstellungen und Fehlerquellen. — Geol. Jb. Hessen, **115**: 423–448; Wiesbaden.

ECKHARD BÖKE †



Am 29. 11. 1992 beendete der Tod die jahrelange Leidenszeit des Geologiedirektors Dr. ECKHARD BÖKE. Sie war Folge einer chronischen Krankheit. Eine große Schar von Kollegen und Mitarbeitern versammelte sich in der Trauerhalle des Friedhofes im Hessischen Staatsbad

Bad Schwalbach, um zum letzten Mal eines Mitarbeiters zu gedenken, der durch Beständigkeit, Zuverlässigkeit und Erfolg in der angewandten Geologie Anerkennung und Freundschaft gefunden hatte.

ECKHARD BÖKE wurde am 27. 10. 1934 als ältester Sohn des Oberforstmeisters WERNER BÖKE und seiner Ehefrau ELISABETH, geb. SCHMINCKE, in Detmold geboren. Mit dem Wechsel der Arbeitsstätten seines Vaters besuchte er von 1941 an die Grundschulen in Lemgo und in Rippin, Westpreußen. Nach dem Krieg besuchte er die Oberschule in Lemgo. Seine Heimat wurde das Forstamt Falkenhagen in Ostwestfalen, von wo aus er die Oberschule in Bad Pyrmont besuchte und dort im Frühjahr 1955 die Reifeprüfung ablegte. Seine Interessen lagen auf der mathematisch-naturwissenschaftlichen Seite. So entschloß er sich zum Studium der Geologie, zunächst in Göttingen bei den bekannten Hochschullehrern E. ACKERMANN, E. BEDERKE, W. CORRENS und H. SCHMIDT. Nach dem Vordiplom wechselte er an die Westfälische Wilhelms-Universität in Münster, wo u. a. H. HARDER, F. LOTZE und A. v. SCHOUPE seine Lehrer waren. Bei F. LOTZE promovierte er im Jahr 1962 mit der Arbeit „Rupturen in Kreide und Karbon am Südrand des Kreidebeckens von Münster“, die als Forschungsbericht des Landes Nordrhein-Westfalen im Jahr 1963 (s. u.) publiziert worden ist, zum Dr. rer.nat.

Seine erste Anstellung erhielt er bei der montangeologischen Arbeitsgemeinschaft der Westfälischen Berggewerkschaftskasse Bochum als Freier Mitarbeiter mit Forschungsauftrag. Zwei Vorträge im Frühjahr 1962 weisen aus, daß er sich dort mit einer dreidimensionalen Darstellung der bergbaulich interessanten Steinkohlenlager im mittleren und östlichen Ruhrgebiet beschäftigt hat. Seit dem 1. Oktober 1963 arbeitete er als Hydrogeologe im Hessischen Landesamt für Bodenforschung, zunächst bis Juni 1967 als Angestellter, bis Mai 1969 als Regierungsgeologe zur Anstellung, bis August 1971 als Regierungsgeologe auf Lebenszeit und bis Oktober 1991 als Geologieoberrat. Ab Mai 1988 leitete er das Dezernat „Hydrogeologische Grundlagen“. Nach Einarbeitung vor allem im westlichen Taunus – einige Ortsteile der dortigen Großgemeinde Heidenrod nutzen noch heute von ihm angesetzte Bohrbrunnen – wurde er mit der hydrogeologischen Beratung Südhessens betraut. Fast 30 Jahre tragen der Buntsandstein-Odenwald, der kristalline Odenwald, der Rodgau und der Sprendlinger Horst, vor allem aber das größte hessische Grundwasserreservoir, das Hessische Ried als nördlicher Teil des Oberrheingraben in Nachfolge von seinem ersten Abteilungsleiter Dr. O. SCHMITT, seine Spuren. Akribisch verfolgte er das Spiegelverhalten der Grundwassermeßstellen in diesem wichtigen hydrogeologischen Gebiet, berücksichtigte ihre Abhängigkeit vom Niederschlag und von dem Einfluß größerer Wasserwerke, um schließlich zu weit richtigeren Vorstellungen über die Grundwasserneubildung in der Oberrheinebene zu gelangen als sie bis dahin herrschten. Seine grundlegenden Arbeiten bilden die Basis zur Versachlichung der Diskussion über mögliche ökologische Folgen der Grundwasserentnahmen im Hessischen Ried. ECKHARD BÖKES Rat war in der Region Südhessen und auch in überörtlich tätigen Institutionen gefragt, sein Sachverstand geschätzt. In zwei Erläuterungen zur GK 25 (Bl. 6217 Zwingenberg und Bl. 6316 Worms) hat er Beiträge eingebracht.

Ende 1991 war sein Körper bereits sehr angegriffen. Im Mai 1992 mußte er in den vorzeitigen Ruhestand versetzt werden.

ECKHARD BÖKE war seit 1964 mit Frau MARGARETHA, geb. BEITAT, aus Castrop-Rauxel verheiratet. Aus der Ehe gingen zwei Kinder, HENNING und KARIN, hervor. Entspannung und Ausgleich fand er vor allem bei der Jagd, die ihm von Jugend an vertraut war. Aufgrund seiner Herkunft und Beobachtungsgabe wurde er ein versierter Kenner und Liebhaber des

Wildes seiner Heimat und der in mehreren Jahrzehnten immer wieder aufgesuchten steirischen Gebirgslandschaft. Seiner Überzeugung getreu trat er stets für die Daseinsberechtigung des Wildes ein und brachte sein fundiertes Wissen manchenorts in die heute mehr denn je geführte Wald-Wild-Diskussion ein.

Die Kollegen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung haben mit ECKHARD BÖKE nahezu 30 Jahre zusammengearbeitet und mit ihm einen geachteten, immer hilfsbereiten, zu Diskussionen bereiten Freund verloren.

WITIGO STENGEL-RUTKOWSKI

Veröffentlichungen von ECKHARD BÖKE

- BÖKE, E. (1963): Rupturen in Kreide und Karbon am Südrand des Kreidebeckens von Münster. – Forschungsber. d. Landes Nordrhein-Westfalen, **1315**, 58 S.; Köln u. Opladen.
- & HOLLMANN, F. (1964): Beobachtungen zur mechanischen und zeitlichen Deutung kleintektonischer Trennflächen im Ruhrkarbon. – Geol. Rdsch., **53**: 580–589, 5 Abb., 1 Taf.; Stuttgart.
- HÜLSMANN, K.-H., & SEIDEL, G. (1967): Diagramme zur Vorhersage der Stellung bankrechter Schnitte im Gebirge, besonders von Klüften und Schichten. – Glückauf Forschungshefte, **4**: 191–199; Essen.
- & KUPFAHL, H.-G. (1972): Terrassen des Rheins und Neckars. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000, Bl. 6217 Zwingenberg a. d. Bergstraße, 129–133, 2 Abb.; Wiesbaden.
- STURM, G., & ZUBILLER, C.-O. (1973): Die Ablagerung von Schlacke und Asche aus kommunalen Müllverbrennungsanlagen im Hinblick auf das Gewässerschutz-Untersuchungsgebiet Deponie Glasberg bei Darmstadt. – Deutsch. Gewässerkundl. Mitt., 55–60, 3 Abb., 3 Tab., Koblenz.
- (1976): Schichtausbildung und Lagerungsverhältnisse am Ostrand des nördlichen Oberrheingrabens bei Neu-Isenburg (Hessen). – Geol. Jb. Hessen, **104**: 225–231, 2 Abb.; Wiesbaden.
- (1977): Ermittlung der Grundwasserneubildung aus Januar-Niederschlag und Spiegelgang. – Geol. Jb. Hessen, **105**: 223–233, 3 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.
- & DIEDERICH, G. (1977): Hydrogeologie. – Erl. geol. Kt. Hessen 1:25000 Bl. 6316 Worms, 105–129; Wiesbaden.
- & LINDSTEDT, H.-J. (1980): Zur Grundwasserneubildung in Waldgebieten der Rhein–Main-Niederung. – Geol. Jb. Hessen, **109**: 179–189, 2 Abb., 4 Tab.; Wiesbaden.
- & DIEDERICH, G. (1983): Ursachen und Auswirkungen der Grundwasserabsenkung im Hessischen Ried. – Brunnenbau, Bau von Wasserwerken, Rohrleitungsbau, **8**: 281–287, 4 Abb., 1 Tab.; Köln.

Tätigkeitsbericht

des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung für das Geschäftsjahr 1992
(1. 1. – 31. 12. 1992)

I. Geologische und bodenkundliche Landesforschung, Rohstoffgeologie

I 1. Geologische Landesaufnahme

Geologische Karte 1:25000

Bearbeitungsstand:

Bl. 4819 Fürstenberg	Arbeiten unterbrochen
Bl. 4821 Fritzlar	Arbeiten unterbrochen
Bl. 4923 Altmorschen	Feldaufnahme abgeschlossen
Bl. 5216 Oberscheld	Druckvorbereitung
Bl. 5425 Kleinsassen	Druckvorbereitung
Bl. 5426 Hilders	Feldaufnahme abgeschlossen (Weiterbearbeitung erfolgt durch Thür. L.-Anst. f. Bodenf.)
Bl. 5522 Freiensteinau	Arbeiten unterbrochen
Bl. 5619 Staden	Arbeiten unterbrochen
Bl. 5714 Kettenbach	Feldaufnahme
Bl. 5722 Salmünster	Druckvorbereitung
Bl. 5817 Frankfurt a.M. West	Feldaufnahme
Bl. 5818 Frankfurt a.M. Ost	Druckvorbereitung
Bl. 5915 Wiesbaden	Feldaufnahme RPL-Anteil
Bl. 6216 Gernsheim	Abschluß Feldaufnahme

Herausgegeben wurde Bl. 5017 Biedenkopf in 2., ergänzter Auflage (1. Auflage 1934). Eine geologische Neuaufnahme ist nicht erfolgt, die geologische Karte der 1. Auflage ist unverändert auf moderner topographischer Grundlage gedruckt, der Erläuterungstext durch zahlreiche Kapitel mit neuestem Kenntnisstand erweitert worden.

Die Fortführung der Kartierarbeiten war auch in diesem Jahr durch altersbedingte personelle Ausfälle und die zeitweise Beauftragung der Mitarbeiter mit anderen Aufgaben eingeschränkt. Wie in den vergangenen Jahren war die Mitarbeit bei Stellungnahmen der angewandten Geologie und der Landesplanung erforderlich. Erheblicher Zeitaufwand wurde vorbereitenden Arbeiten für das Bodeninformationssystem gewidmet.

Die Erkundung der Buntsandstein- und Zechstein-Stratigraphie und die des tieferen Untergrundes der Frankenger Bucht wurden mit einer weiteren Forschungsbohrung fortgesetzt, die Ergebnisse der Forschungsbohrung Rosenthal 1001 (1991) in Zusammenarbeit mit dem Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Marburg in einem ersten Bericht zusammengefaßt.

Eine große Anzahl von Bohrungen und Bauaufschlüssen besonders im Rhein–Main-Gebiet und bei Neubaustrecken der Deutschen Bundesbahn ist aufgenommen und für die Dokumentation bearbeitet worden. Die Vorbereitungen für den Druck der Geologischen Übersichtskarte 1:200000 Bl. Frankfurt a. M. West wurden abgeschlossen.

Die Zusammenarbeit mit den Hochschulen wurde weiter gepflegt, u. a. durch Mitarbeit an Forschungsprojekten und die Betreuung von Diplomarbeiten und Dissertationen. Auch die Arbeiten in der Stratigraphischen Kommission der Deutschen Union für Geologische Wissenschaften mit den Schwerpunkten Devon, Karbon und Trias wurden u. a. mit der Bearbeitung von Beiträgen zur Devon- und Trias-Monographie fortgesetzt.

I 2. Bodenkunde

Bodenkundliche Landesaufnahme

Der Bearbeitungsstand der Bodenkarte von Hessen 1:25000 blieb im Berichtsjahr unverändert, da die Kartierarbeiten für die Bodenübersichtskarte 1:200000 vorrangig durchgeführt wurden. Die Schwerpunkte für deren Geländearbeiten lagen im Bergsträßer Odenwald, in der Wetterau, in der Rhön und im anschließenden Schlüchternner Becken, auf dem Landrücken und im südlichen Unteren Vogelsberg, im Knüllgebirge sowie im Fulda – Haune- und Fulda – Werra-Gebiet.

Andere bodenkundliche Untersuchungen

Folgende Arbeiten wurden fortgeführt:

- Bodenbeprobungen für die Untersuchung auf Belastungen mit gefährlichen Chemikalien, insbesondere Dibenzodioxinen und -furanen, z. B. im Umfeld von Plätzen, die mit „Kieselrot“ befestigt wurden, und in Auen des Oberrheins
- Mitarbeit in Arbeitsgruppen der Geologischen Landesämter zur Überarbeitung der Bodenkundlichen Kartieranleitung
- Mitarbeit in Arbeitsgruppen zur Koordinierung des Aufbaues von Bodeninformationssystemen in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland

Abgeschlossene Arbeiten

- Beitrag zum UBA-Forschungsvorhaben 10701001/02 „Kennzeichnung der Empfindlichkeit der Böden gegenüber Schwermetallen...“
- Beitrag zur Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen 1:50000, Blatt L 4520 Warburg (hessischer Anteil)
- Auswertungskarten der Bodenkarte der nördlichen Oberrheinebene 1:50000 in bezug auf die Grundwassergefährdung durch Nitratauswaschung aus dem durchwurzelten Boden und auf das Filtervermögen für Schwermetalle
- Ausarbeitung einer Karte der geogenen Schwermetallgehalte hessischer Böden im Hinblick auf die Beurteilung der Hintergrundkonzentrationen im Umfeld von Altlasten

Neu hinzugekommene Arbeiten

- Mitarbeit in den Arbeitskreisen „Bodeninformationssysteme“ und „Bodenbelastungen“ der Bundesländer-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz
- Einrichtung von Boden-Dauerbeobachtungsflächen, z. B. in der Untermain- und Oberrheinebene

- Koordination der Vorarbeiten für den Aufbau des Hessischen Bodeninformationssystems HESBIS
- Studie zur Belastungssituation hessischer Auenböden mit organischen und anorganischen Schadstoffen

Gutachten wurden erstattet über die Gefährdung des Grundwassers durch Nitratauswaschung aus landwirtschaftlich genutzten Böden in Wasserschutzgebieten (40) sowie über die Bodeneignung für Erdbestattungen bei Friedhofsneuanlagen und -erweiterungen (38). Weitere Gutachten betrafen die Bodenbelastung mit Schwermetallen, z. B. in Teilen der Oberrheinebene und im Stadtgebiet Limburg a. d. Lahn, sowie das Bodenmosaik im Bereich einer projektierten Bundesfernstraßentrasse und die Beschaffenheit von Weinbergsböden in einem Flurbereinigungsverfahren.

Ca. 600 Stellungnahmen im Rahmen der Anhörung von Trägern öffentlicher Belange bei Verfahren und Planungen verschiedener Art wurden abgegeben.

Das bodenphysikalische Labor bestimmte an 90 Bodenproben Kennwerte der Wasserbindung und der Wasserdurchlässigkeit sowie die Rohdichte.

I 3. Rohstoffgeologie

Oberflächennahe Lagerstätten

Vier Erkundungsbohrungen (zwei auf Bl. 4718 Goddelsheim, eine auf Bl. 4825 Waldkappel, eine auf Bl. 4919 Frankenau) trugen zur Klärung der Zechsteinstratigraphie, der Lithologie der Zechsteinkarbonate und der Mineralisation des basalen Zechsteins bei.

Von Bohrkampagnen zurückliegender Jahre zwischenzeitlich eingegangene Analyseergebnisse wurden ausgewertet und vorab erstellte Schichtenverzeichnisse entsprechend abgeändert. Zahlreiche Schichtenverzeichnisse von Lagerstätten-Erkundungsbohrungen Dritter wurden eingeholt, überprüft und dokumentiert. Die Bohrkernaufnahme (z. T. mit Beprobung) bzw. die kritische Durchsicht und Übernahme von insg. 174 Schichtenverzeichnissen von Fremdbohrungen vor allem im Rhein – Main-Gebiet erweiterten die Erkenntnisse der Qualität und Quantität einiger dort vorhandener Sand-Kies-Lagerstätten.

Das Grundkartenwerk der oberflächennahen Lagerstätten in Hessen (KL 25) konnte auch 1992 nicht im erwünschten Umfang aktualisiert werden. Rund 120 Rohstoff-Gewinnungsstellen bzw. -Vorkommen wurden befahren und die Aufnahmeergebnisse in das Kartenwerk (mit angeschlossenen Dateien) eingebracht.

12 gutachtliche Stellungnahmen zu Eingriffs- und Ausgleichsplanungen für den Abbau mineralischer Rohstoffe wurden im Rahmen von Genehmigungsverfahren (Verfahren zur Abweichung vom Regionalen Raumordnungsplan nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz, nach dem Bundesberggesetz, nach der Hessischen Bauordnung sowie Planfeststellungs- und Raumordnungsverfahren) abgegeben. Ferner wurde zu 38 Anträgen auf Unterstellung von Gewinnungsstellen bzw. Lagerstätten unter die Bergaufsicht Stellung genommen. Fünf Gutachten zur Beurteilung von rohstoffhoffigen Grundstücken (z. T. im Rahmen bergrechtlicher Zulegungsverfahren) wurden abgegeben.

Die Fortschreibung des Kartenwerkes Rohstoffsicherung 1:100000 (KRS 100) mit Erläuterungen wurde weitergeführt. Zu Landschaftsrahmenplänen und Raumordnungsgutachten im Rahmen der Fortschreibung der Regionalen Raumordnungspläne Nord-, Mittel- und Südhessen wurde Stellung genommen.

Im Rahmen der Agrarstrukturellen Vorplanung (AVP) wurden für das Kartenwerk Standortkarte von Hessen 1:50000 – „Rohstoffkarte“ (KR 50) die Blätter L 5522 Herbstein und L 5524 Fulda druckfertig vorgelegt. Mit der Bearbeitung der Blätter L 5322 Lauterbach und L 5324 Hünfeld wurde begonnen. Erschienen sind die Blätter L 5718 Friedberg, L 5720 Gelnhausen, L 5916 Frankfurt a. M. West, L 5918 Frankfurt a. M. Ost und L 5920 Alzenau in Unterfranken.

Fortgeführt wurden die Arbeiten zu Blatt CC 5518 Fulda der Karte oberflächennaher Rohstoffe 1:200000 (KOR 200). Für die Erläuterungen zur GK 25 der Blätter 4821 Fritzlar, 4923 Altmorschen, 5216 Oberscheld und 5714 Kettenbach wurde an der Abfassung des jeweiligen Kapitels „Lagerstätten“ weitergearbeitet.

An projektbezogenen Tätigkeiten sind insbesondere zu nennen:

- Arbeiten an einem Perspektivplan Sand und Kies für den Raum Borken
- Beurteilung von Tongesteinen zur Eignung als Deponieabdichtung (insb. auf Bl. 5514 Hadamar), von Karbonatgesteinen zum Zwecke der Waldkalkung (in Nord- und Mittelhessen) sowie von Kaolinen im Rheinischen Schiefergebirge
- Erstellung einer Übersichtskarte über die Naturwerkstein-Gewinnungsstellen in Hessen
- Mitarbeit an einem Gutachten über die geogene Schwermetallbelastung in hessischen Böden

Erze, tiefliegende Lagerstätten

Im Rahmen der geowissenschaftlichen Gemeinschaftsaufgaben Geochemie lagen die Schwerpunkte auf folgenden Untersuchungen:

Fluorid-Anomalien in Bereichen pegmatoider Gänge des Odenwaldes, Nickel-Anomalien in Pikriten der Dill-Mulde, Gangmineralisationen (Schwerspat, Buntmetalle, Quarz) im Westtaunus, Kellerwald mit östlichen Randbereichen, Dill-Mulde und Odenwald sowie Goldmineralisationen am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges. Die Grundlagenkarte der tiefliegenden Lagerstätten in Hessen i. M. 1:25000 wurde fortgeschrieben und an einer Übersichtskarte 1:300000 „Lagerstätten in Hessen“ weitergearbeitet.

Verschiedenes

Zu rund 1000 Planvorhaben (FNP, ROV, ABV, NSG/LSG, PFV, BLP u.a.) wurde aus rohstoffvorsorgender Sicht im Rahmen durchlaufender Genehmigungsverfahren Stellung genommen.

In den „ad-hoc-Arbeitsgruppen“: „Fachinformationssystem (FIS) Rohstoffe“ und „Geochemie“ der Geologischen Landesämter, in der HLFB-Arbeitsgruppe „Hessisches Bodeninformationssystem (HESBIS)“ sowie in der Arbeitsgruppe „Landschaftsrahmenplan“ der Abteilung Regionalplanung beim Regierungspräsidium Gießen wurde mitgearbeitet, der Aufbau eines Rohstoffkatasters weitergeführt.

I 4. Fernerkundung, Geophysik und Biostratigraphie

Fernerkundung

Die laufenden Untersuchungen zur Geologischen Landesaufnahme und zu zahlreichen Projekten mit gutachterlicher Aufgabenstellung wurden durch die Bereitstellung, Beschaffung

und spezielle Aufbereitung von Fernerkundungsdaten unterstützt (Luftbilder, Satellitenaufnahmen u. a. für 25 in Thematik, Anforderungsprofil und Umfang stark voneinander abweichende Aufträge).

In Verbindung mit diesen auftragsbezogenen Maßnahmen wurde das Fernerkundungsmaterial des Luftbildarchivs für die verschiedensten Gebiete Hessens und für unterschiedliche Aufnahmezeiträume ergänzt.

Die ausgezeichnete Zusammenarbeit mit dem Luftbildarchiv des Hessischen Landesvermessungsamtes ermöglichte die Nutzung des vorrangig für fotogrammetrische Zwecke erstellten Luftbildmaterials, insbesondere von jüngsten Befliegungen im osthessischen Raum, auch für projektgebundene geowissenschaftliche Fragestellungen und regionale gutachtliche Arbeiten in Verbindung mit der Verkehrswegeplanung.

Die Methoden der Altlastenverdachtsflächenuntersuchung unter Einsatz multitemporaler und gefügeanalytischer, stereoskopischer Luftbildauswertung wurden u. a. schwerpunktmäßig für geowissenschaftliche Untersuchungen im Bereich der Deponie Wicker (TK 25: 5916 Hochheim am Main) angewandt.

Die Nutzung des unterschiedlichen Fernerkundungsmaterials im Rahmen wissenschaftlicher Aufgabenstellungen bei Diplomarbeiten und Dissertationen wurde in Zusammenarbeit mit verschiedenen Hochschulen durch entsprechende praktische Anleitungen bei der Bildauswertung und beim Einsatz neuer Auswertemethoden unterstützt und dabei eine gezielte und problemorientierte Beratung vorgenommen.

Für andere Sachgebiete des HLFb wurde ergänzend ein Einsatz der Luftbildrechnerkonfiguration für verschiedenste Auswertungen mit zumeist graphischen Ergebnisdarstellungen durchgeführt. Hierzu gehören u. a. Flächeninhaltsberechnungen für gutachtliche Untersuchungen zur Nitratauswaschungsgefährdung von hessischen Wasserschutzgebieten. Die Einzelergebnisse dieser Auswertungen wurden wie in den Vorjahren in einer Gesamtstatistik für Hessen erfaßt und als Teil des laufenden „Umweltmonitoring“ fortgeschrieben (Datei der Nitratauswaschungsgefährdung von Wasserschutzgebieten Hessens).

Geophysik

Geoelektrische, magnetische und seismische Messungen auf den Blättern 4923 Altmorschen, 5321 Storndorf und 5714 Kettenbach dienen der geologischen Landesaufnahme. Die Erläuterungsbeiträge für die Blätter 5017 Biedenkopf und 5818 Frankfurt a. M. Ost wurden fertiggestellt.

Die Arbeiten im Rahmen des tiefenseismischen Profils DEKORP 3 sind weiter verfolgt und unterstützt worden.

Die Interpretation der magnetischen Untersuchungen am Hohen Meißner ist abgeschlossen und veröffentlicht worden (Geol. Jb. Hessen, **121**). Als Referenzfeld für magnetische Arbeiten in Hessen wurde das IGRF 90 für die Epoche 1993.0 berechnet. Es ist im Geol. Jb. Hessen, **121**, veröffentlicht und ersetzt das IGRF 85.

Mehrere geophysikalische DV-Auswerteprogramme mußten an die Bull-DPX/2000-Anlage angepaßt werden.

Mit der Bohrlochmeßapparatur wurden 93 Gamma-Logs aufgezeichnet. Die digitale Speicherung und Verarbeitung bohrlochgeophysikalischer Daten ist verbessert worden. An den

Kernen der Bohrungen A91/B1 und A91/B2 aus der Rhön (Bl. 5425 Kleinsassen) sind die magnetischen Parameter Suszeptibilität und Remanenz in Meterschritten bestimmt worden.

Biostratigraphie

Im Rahmen der geologischen Landesaufnahme und -erforschung wurden Gesteinsproben aus Bohrungen und anderen Aufschlüssen entnommen, bearbeitet und ihr Inhalt an pflanzlichen und tierischen Fossilresten bestimmt. Die Proben stammen von den Blättern 4522 Hofgeismar, 4622 Kassel West, 4723 Oberkaufungen, 4926 Herleshausen, 5120 Neustadt (Hessen), 5514 Hadamar, 5523 Neuhof, 5614 Limburg an der Lahn, 5623 Schlüchtern, 5718 Ilbenstadt, 5817 Frankfurt a.M. West, 5818 Frankfurt a.M. Ost, 5915 Wiesbaden, 5916 Hochheim am Main, 5918 Neu-Isenburg, 5919 Seligenstadt und 6216 Gernsheim.

Die paläontologische Untersuchung der Fossilreste ist Voraussetzung zur Bestimmung des geologischen Alters der betreffenden Gesteinsschichten. Sie ermöglicht damit, Abfolge und Lagerungsverhältnisse der verschiedenen Gesteine zu erkennen. Alle Proben wurden ausgewertet, katalogisiert und in die Beleg- und Vergleichssammlung aufgenommen.

I 5. Schriftleitung, Landkartentechnisches Büro, Bibliothek und Vertrieb

Schriftleitung und Kartendruck

Im Jahre 1992 sind folgende Schriften und Karten veröffentlicht worden:

Geologisches Jahrbuch, Hessen:

Band **120**, 249 S., 58 Abb., 8 Tab., 8 Taf., 1 Bild

Geologische Abhandlungen Hessen:

Band **97**, 52 S., 12 Abb., 9 Tab.

Geologische Karte von Hessen 1:25000 mit Erläuterungen, Bl. 5017 Biedenkopf, 2. Auflage, 125 S., 12 Abb., 13 Tab., 1 Taf.

Filtervermögen für Schwermetalle. Abgeleitet aus der Bodenkarte der nördlichen Oberrheinebene 1:50000, Nord- und Südteil

Grundwassergefährdung durch Nitratauswaschung aus dem durchwurzelten Boden. Abgeleitet aus der Bodenkarte der nördlichen Oberrheinebene 1:50000, Nord- und Südteil

Bibliothek

Der Medienzuwachs betrug im Jahre 1992 2181 Einheiten: 1732 Bände, 30 Sonderdrucke und 419 Karten.

Tauschverbindungen wurden mit 385 Tauschpartnern im In- und Ausland unterhalten. Die Ausleihe betrug im Berichtsjahr 2696 Bände und 740 Karten.

Vertriebsstelle

In der Vertriebsstelle sind vom 1. Januar – 31. Dezember 1992 verkauft worden:

1539 Expl. Geologische Karten 1:25000

265 Expl. Bodenkarten 1:25000

661 Expl. Übersichtskarten

957 Expl. Veröffentlichungen (davon 248 Expl. Sonderdrucke)

II. Ingenieurgeologie und Mineralogie

II 1. bis II 4. Bereich Ingenieurgeologie

Im Berichtszeitraum sind 145 Gutachten, 42 Stellungnahmen mit gutachtlichem Aussagewert sowie 633 Stellungnahmen zu Bauleit- und Flächennutzungsplänen erstellt worden.

Die Gutachtenzahl ist gegenüber 1992 wieder angestiegen. Der Aufwand für die Gutachtenbearbeitung ist infolge Projektgröße (Tiefgarage, Kurhausvorplatz Wiesbaden, Turmrandbebauung AFE-Hochhaus Frankfurt a. M., Tontagebau Maienburg, Gesamthochschule Kassel, Polizeipräsidium Kassel usw.) und zusätzlicher Untersuchungen (Verunreinigung des Erdaushubs) weiterhin groß. Außerdem erforderten die laufenden Baustellenbetreuungen von Großprojekten der Staatsbauverwaltung und des Straßenbaus (Gesamthochschule Kassel, Staatstheater/Tiefgarage Kassel, Kloster Cornberg, Löwenburg Kassel, Justizgebäude Gießen, Polizeidirektion Bad Hersfeld, Justizvollzugsanstalt Weiterstadt und Frankfurt a. M.-Preungesheim, Behördenzentrum Frankfurt a. M., Tiefgarage Wiesbaden, BAB A 7 im Raum Kassel usw.) hohen Zeitaufwand.

Im Dezernat II 2. lag der Schwerpunkt in der Fremdüberwachung bzw. behördlichen Überwachung von Deponiebauvorhaben bzw. der Teilnahme an Besprechungen und Beratungen von Fachbehörden. Im Hessischen Ried sind seit 1991 über 500 Fälle von Gebäudeschäden gemeldet worden, bei denen von den Betroffenen Grundwassertiefstände infolge Grundwasserentnahme als Schadensursache vermutet werden.

Bisher wurden vorzugsweise Schadensfälle mit Modellcharakter in Heppenheim von meist hoher Komplexität bearbeitet. Die Erkundungsarbeiten der vom HLfB hier noch zu bearbeitenden Schadensmeldungen sind ausgeführt und die Gutachten werden in Kürze vorgelegt. Anschließend werden die Schadensmeldungen anderer Ortslagen bearbeitet.

Die Hauptarbeit des Dezernates II 3. war die fachtechnische Bewertung der Kontrollmessungen an Talsperren und Rückhaltebecken in Hessen. Gemeinsam mit den zuständigen Aufsichtsbehörden erfolgte die Jahreskontrolle von 35 Stauanlagen.

Vom Dezernat II 4. wurden im Berichtsjahr umfangreiche Arbeiten (Bohrungen, Laboruntersuchungen, Zwischenberichte und Gutachten) für die DB-Ausbau-Strecke ABS 33 Kassel – Paderborn durchgeführt. Außer der „Ertüchtigung“ der bestehenden Strecke waren in Verlegungsstrecken zwei Tunnelbauwerke und ein Trogbauwerk zu betreuen. Die Erkundungsarbeiten für beide Tunnelbauwerke brachten sehr interessante Aufschlüsse über die Gipsführung im Oberen Buntsandstein in Nordwesthessen.

An der DB-NBS Köln – Frankfurt a. M. sind 1992 verschiedene Variantenstudien und ein umfangreiches Bohrprogramm für die Variantenfestlegung im Raum Limburg bearbeitet worden. An der Neubaustrecke Hannover – Würzburg wurden die Kontrollmessungen über mögliche Böschungs- bzw. Hangbewegungen fortgesetzt.

II 5. Mineralogie und Petrologie

Die Kartierungen in den tertiären Vulkanitgebieten Rhön (Bl. 5425 Kleinsassen) wurden abgeschlossen bzw. im Vogelsberg (Bl. 5321 Stordorf) (Vorlage der druckfertigen Manuskriptkarte Bl. Kleinsassen) fortgeführt. Dabei konnten für die Rhön grundlegend neue Erkenntnisse zum Vulkanismus erarbeitet werden.

Zudem wurden die Erläuterungs-Beiträge „Vulkanische Gesteine“ und „Geochemie“ vom Bl. 5818 Frankfurt a. M. Ost und „Geochemie“ für Nachdruck Bl. 5017 Biedenkopf vorgelegt.

Die hessenweiten Überprüfungen auf dioxinhaltiges „Marsberger Kieselrot“ durch die sehr kostengünstigen stereomikroskopischen Untersuchungen wurden zum Abschluß gebracht.

II 6. Zentrale Laboratorien

In den Zentralen Laboratorien wurden die zur Erfüllung der Aufgaben des Amtes erforderlichen Boden-, Gesteins- und Wasseranalysen ausgeführt.

Im bodenmechanischen Labor sind 1171 Erdstoff- und Gesteinskennwerte bestimmt worden.

Im chemischen Labor wurden 236 Korngrößenverteilungen, 991 Boden- und Gesteinsproben und 758 Wasserproben untersucht. Besonders zu erwähnen sind die Untersuchungen für das Programm „Nitratbelastung des Grundwassers durch landwirtschaftliche Düngung“, für das Forschungsvorhaben „Kompensationskalkung von Wäldern“ sowie über die Neutralisation saurer Niederschläge im Grundwassersystem des südlichen Taunus mit weiteren 695 Wasserprobenuntersuchungen.

Im mineralogischen Labor erfolgten Präparationsarbeiten sowie die Untersuchung von 357 Gesteinsproben mit der ICP und 169 Gesteinsproben mit der Röntgenspektrometrie. Darüber hinaus wurden 786 Dünnschliffe sowie 137 Dünnanschliffe, 108 Bohrkernanschliffe und 307 Anschliffe gefertigt.

III. Hydrogeologie, Geotechnologie und Datenverarbeitung

III 1. Hydrogeologische Grundlagen

Wegen gesundheitsbedingter personeller Ausfälle mußten die Arbeiten im Dezernat III 1. zugunsten dringender aktueller Aufgaben im Dezernat III 2. teilweise zurückgestellt werden. Im Rahmen der hydrogeologischen Landeskartierung konnte jedoch das Blatt 4923 Altmorschen hydrogeologisch aufgenommen werden, auf Blatt 5017 Biedenkopf die zur Bearbeitung der hydrogeologischen Erläuterungen zum Neudruck dieses Blattes erforderlichen Daten der Grundwassernutzung eingeholt und schließlich das Kapitel „Hydrogeologie“ der Erläuterungen zu Blatt 5818 Frankfurt a. M. Ost bearbeitet werden. Außerdem wurden Abflußmessungen im Rahmen von Untersuchungen zur Salzwasserbelastung der Werra im Kreis Eisenach (Thüringen) ausgeführt.

Unter Betreuung des HlFB begann im Frühjahr 1992 im Osttaunus (weitere Umgebung des Großen Feldbergs) das vom Deutschen Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (DVWK, Bonn) finanzierte F + E-Vorhaben „Neutralisation saurer Niederschläge“. In dieser zunächst auf 2 Jahre angelegten Untersuchung soll durch geohydrologische und geohydrochemische Messungen von Grundwässern ermittelt werden, wie und in welchem Umfang sich die sauren Niederschläge auf das Grundwasser auswirken. Im Zuge dieses Vorhabens wurden vom HlFB unter anderem Gewässerabflüsse im Untersuchungsgebiet gemessen. In einem die Untersuchung begleitenden DVWK-Arbeitskreis werden Zwischenergebnisse regelmäßig diskutiert und das weitere Vorgehen festgelegt.

III 2. Regionale Hydrogeologie

Die personellen Ausfälle, die bereits im Jahre 1991 begannen, konnten z.T. im Herbst 1992 ausgeglichen werden. Insgesamt wurden im Jahr 1992 529 Gutachten und Stellungnahmen bearbeitet, was eine geringe Abnahme gegenüber dem Vorjahr (1991: 539) bedeutete.

Es entfielen im Geschäftsjahr 1992 auf die Sachgebiete:

Wassererschließung: 14 Gutachten und 33 Stellungnahmen = 47 (8,9%) Bearbeitungen

Wasserschutzgebiete: 13 Gutachten und 142 Stellungnahmen = 155 (29,3%) Bearbeitungen

Sonstige (insbesondere Grundwasserschadensfälle): 21 Gutachten und 306 Stellungnahmen = 327 (61,8%) Bearbeitungen

insgesamt: 48 Gutachten und 481 Stellungnahmen

Besonders rückläufig war die Zahl der Neuerschließungen von Grundwasser (Vorjahr: 78); diese beschränken sich weitgehend auf Ersatzwasserbeschaffungsmaßnahmen. Wesentliche Bedarfssteigerungen waren nicht festzustellen.

Während die Aufgaben im Zuge des Grundwasserschutzes etwas rückläufig waren (1991: 188), standen Beratungen im Zusammenhang mit der Bewertung und Sanierung von Grundwasserschadensfällen im Vordergrund der Aufgaben dieses Dezernats, überwiegend handelt es sich dabei um Schadensfälle durch Kontamination mit Chlorierten Kohlenwasserstoffen (CKW), deren Sanierung immer schwierig und aufwendig ist. 227 oder 42,9%, also fast die Hälfte aller Bearbeitungen, betraf diesen Aufgabenbereich. Aus personellen Gründen arbeitet das HLFB in der Regel nur an der Aufstellung von Sanierungsplänen, zuweilen auch bei Besprechungen über Zwischenergebnisse sowie abschließenden Beurteilungen mit; die Durchführung der Maßnahmen wird von Fachbüros betreut. Generell ist festzustellen, daß die Sanierungszeiten bei größeren Schadensfällen länger sind als ursprünglich erwartet wurde. Sanierungszeiten von 10–15 und mehr Jahren sind häufig.

Im Geschäftsjahr 1992 wurden 149 Bohrungen, davon 27 meist von Angehörigen der Abt. III angesetzte Brunnenbohrungen, verfolgt. Die dadurch erschlossene Grundwassermenge betrug 308 l/s (Vorjahr: 17 Brunnenbohrungen mit 199 l/s).

III 3. Qualitative Hydrogeologie

Die Auswertung der im 10jährigen hydrogeologischen Beweissicherungsprogramm im Gebiet der Startbahn 18 West am Flughafen Frankfurt Main gewonnenen Daten wurde durchgeführt, konnte jedoch aus Gründen personeller Überlastung noch nicht abgeschlossen werden. Zur Erkundung der Langzeitbelastung des Grundwassers durch Deponiesickerwässer („Monte Scherbelino“) und aus einem Versickerungsbecken der BAB A 3 am Frankfurter Kreuz wurden Wasserproben entnommen.

Im Rahmen der qualitativen Hydrogeologie wurden folgende Meß- und Untersuchungsprogramme, die schon in den Vorjahren begonnen worden waren, fortgesetzt:

- In sieben Serien wurden an 15 über die hessischen Mittelgebirge verteilten Punkten aus Quellen in Buntsandstein-Waldgebieten Nord- und Ost Hessens, des Spessarts und Odenwalds Wasserproben entnommen, um die Wirkung der im Herbst 1990 durchgeführten Kompensationskalkung saurer Depositionen auf das Grundwasser zu verfolgen. Diese Probenahmen werden weitergeführt.
- Die Mitarbeit in fünf mittelhessischen Wasserschutzgebieten bei der Untersuchung der Wirkungen von Düngemittelbeschränkungen auf das Grundwasser, die im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten durchgeführt wird, wurde durch Probenahmen, Abfluß-

messungen und fachtechnisch-wissenschaftliche Beratungen fortgesetzt. Diese Untersuchung ist zunächst auf fünf Jahre veranschlagt. Die Federführung liegt in den Händen des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL, Darmstadt).

- Die regionalen isopenhydrogeologischen Untersuchungen zu Altersdatierungen von Grundwässern wurden fortgesetzt. Die Veröffentlichung eines ersten Zwischenberichts über Ergebnisse aus Nordhessen ist für das Jahr 1993 vorgesehen.

Abteilungsangehörige waren in verschiedenen Arbeitsgruppen, Kommissionen und Fachausschüssen tätig, u. a.: „ad-hoc-Arbeitskreis Hydrogeologie“ und „Arbeitskreis FIS-Hydrogeologie“ der Geologischen Landesämter, DVGW/LAWA-Ausschuß „Wasserschutzgebiete“ einschließlich Arbeitskreis „Arbeitsblatt W 101“, DVGW-Fachausschuß „Geohydrologie“, DVWK-Fachausschüsse 3.1 „Grundwassererkundung“ und 3.5 „Grundwasserchemie“, DVGW/DVWK-Arbeitskreis „Zustandsbeschreibung des Grundwassers“, ferner in der auf Beschluß des hessischen Landtags eingerichteten Kommission „Wassergewinnung im Vogelsberg“ zur Beratung örtlicher Gebietskörperschaften und betroffener Verbände, in der Arbeitsgruppe für Orientierungswerte bei der Altlastensanierung und dem HMUB-Arbeitskreis „Fortschreibung der Richtwerte für die Entsorgung und Verwertung von Bodenaushub und Bauschutt“, im Arbeitskreis „Wasserschutzgebiete“ beim HMUB, Arbeitsgruppe Regierung von Unterfranken/HMUB „Grundwassererschließung/-nutzung im bayerisch – hessischen Grenzbereich, ferner in der „Arbeitsgemeinschaft für Naturwissenschaftliche und Technische Grundlagen der Balneologie“, der ATV-Arbeitsgruppe 1.9.2 „Versickerung von Niederschlagswasser“, dem Arbeitsausschuß 5.14 der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen „Bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wassergewinnungsgebieten“ und dem Dechema-Ausschuß „Bodenschutz“, Expertengruppe „Meßprogramm Werra/Ulster“ und deren Untergruppe II „Diffuser Salzeintrag“, Arbeitskreis zur Überarbeitung des Standardleistungsbuches 005 „Brunnenbauarbeiten und Aufschlußbohrungen“ sowie 008 „Wasserhaltungsarbeiten“.

III 4. Geotechnologie und Infrastrukturgeologie

Im Werra-Kalirevier wurden die Salzabwasserversenkungen der Kaliwerke Wintershall und Hattorf und im Fulda-Kalirevier in Neuhof-Ellers überwacht. Im begleitenden „Ausschuß zur Versenküberwachung“ und für dessen Jahresbericht lag die Federführung beim HLfB. Spezialuntersuchungen erfolgten zum „Diffusen Salzeintrag“ in die Werra. Zur Betriebsplanung der Versenkbohrung „Eichhorst 2a“ wurde Stellung genommen und die Bohr- und Testarbeiten fachlich begleitet. Ferner wurden die Untersuchungsarbeiten zur Lokalisierung von salzhaltigen Zuflüssen im Tiefbrunnen 2 „Gißlingskirche“ des Wasserbeschaffungsverbandes Ostteil Kreis Hersfeld – Rotenburg geplant.

Laufend fachlich begleitet wurde ferner die Aufbauplanung für das Gasspeicher-Projekt Reckrod des Konsortiums Gas-Union/Ruhrgas. Zum Betriebsplan für die Kavernenbohrung K1 wurde fachlich Stellung genommen, die Bohrung verfolgt und abgenommen.

In Gutachten wurde die Eignung des Areals Reckrod zum Aufbau eines Kavernenspeichers sowie die Entnahme von Spülwasser aus dem Plattendolomit des Zechsteins und die Versenkung von aufgesättigter Sole in den Plattendolomit im Zuge des Aufbaus des Kavernenspeichers eingehend untersucht.

Schließlich wurde mit den Arbeiten für die Erweiterung der Rückstandshalde „Im Kessel“ (Halde IV) des Werkes Wintershall begonnen.

Im Berichtszeitraum sind insgesamt Anfragen zu 1961 (Vorjahr 1992: 1658) Planungsvorhaben und -verfahren eingegangen und nach infrastruktureologischen Gesichtspunkten federführend bearbeitet worden.

Zu diesen Anfragen wurden als Träger öffentlicher Belange 1074 schriftliche Stellungnahmen zu folgenden Vorgängen abgegeben:

- 41 Abweichungsverfahren (Regionale Raumordnungspläne)
 - 3 Regionale Raumordnungspläne
- 21 Fachpläne, Landschaftspläne, Landschaftsrahmenpläne
- 116 Raumordnungsverfahren, Planfeststellungsverfahren, Planverfahren
- 95 Flächennutzungspläne (vorbereitende Baupläne)
- 702 Bebauungspläne (verbindliche Bauleitpläne)
 - 20 Flurbereinigungsverfahren und Agrarstrukturelle Vorplanungen
- 69 Naturschutzgebiete, Naturdenkmäler, Landschaftsschutzgebiete, Naturparks etc.
 - 3 Umweltverträglichkeitsprüfungen
- 4 Immissionsschutz

III 5. Dokumentation, Datenverarbeitung

Im Vollzug des Lagerstättengesetzes wurden im Berichtszeitraum 1456 Bohrungen im Gebiet des Landes Hessen verfolgt. Sie dienten vorrangig der Grundwasserüberwachung oder Einrichtung von Meßstellen sowie der Grundwassererkundung und -erschließung. Die Bohrungen wurden nach geologischen Kriterien bearbeitet (Profilaufnahme, Erstellung eines Schichtenverzeichnisses mit stratigraphischer Einstufung und – wo vorhanden – speziellen Untersuchungen).

Das Fachbereichsdezernat Archiv hatte im Geschäftsjahr 3853 Zugänge von Archivalien zu verzeichnen. Es entfielen auf Gutachten, Berichte und Schreiben mit gutachtlichem Inhalt 487, Schichtenverzeichnisse und Bohrungen 1456, Gesteins-, Boden- oder Wasseranalysen 633, Diapositive 1250 sowie auf Diplomarbeiten 27 Archivstücke. Ausgeliehen wurden 832 Archivstücke; in dieser Zahl sind jedoch die in den Archivräumen lediglich eingesehenen Archivalien (Präsenzbenutzung) nicht enthalten.

Im Zuge der weiteren Umstellung des Bohrarchivs auf das DV-Verfahren ABOHRKA wurden unter gleichzeitiger Revision, Überprüfung und Ergänzung des Datenbestandes die Datensätze der Kartenblätter (TK 25):

- 4622 Kassel West
- 4923 Altmorschen
- 4924 Seifertshausen
- 4926 Herleshausen
- 5424 Fulda
- 5914 Eltville am Rhein
- 5919 Seligenstadt (1. Erforschungsabschnitt)
- 6117 Darmstadt West (2. Erforschungsabschnitt)
- 6118 Darmstadt Ost

neu erstellt und auf drei vor mehreren Jahren bearbeiteten Blättern die zugehörigen Nachträge vorgenommen.

Im Fachbereich Automatisierte Datenverarbeitung konnte die vom vorgesetzten Ministerium verfügte Umstellung von dem im HLfB im Laufe der Zeit gewachsenen DV-Umfeld (Fa. DEC) auf das UNIX-Betriebssystem des Fabrikats BULL infolge fehlender Haushaltsmittel noch nicht abgeschlossen werden; vor allem für gutachtliche Stellungnahmen und Altlastenbeurteilungen.

Vorarbeiten zu strategischen Vorhaben wurden in folgenden Bereichen durchgeführt:

- Planungsarbeiten für den Aufbau eines geowissenschaftlichen Informationssystems („Bodeninformationssystem“, BIS) sowie einzelner Fachinformationssysteme (FIS Geologie, Bodenkunde, Hydrogeologie, Rohstoffe und Geochemie). Im Rahmen dieser vorbereitenden Arbeiten wurde extern von einem Fachbüro in Zusammenarbeit mit dem HLfB ein Gutachten zur Konzeption des Kernsystems für ein Hessisches Bodeninformationssystem erstellt.
- Mitarbeit in der Arbeitsgruppe zur Evaluation eines Graphischen Informationssystems; ein entsprechender Berichtsentwurf liegt zwischenzeitlich vor.
- Beteiligung am Arbeitskreis „Aufgabenuntersuchung Hessisches Bodeninformationssystem (HESBIS) für den LAA“.

Die Konzeption für die im Jahre 1993 vorgesehene Verkabelung zweier Gebäude wurde abgeschlossen und kann 1993 ausgeführt werden.

Veröffentlichungen von Angehörigen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

- ANDERLE, H.-J., & TIEDEMANN, J. (1992): Die Taunusquerung der geplanten DB-Neubaustrecke Köln – Rhein/Main – Strukturgeologie und Prognose der Teilkörperbeweglichkeit. – Felsbau, **10**:120–127, 16 Abb.; Essen.
- BECKER, R. E., & FÜRST, M. (1992): Sedimentological Time Markers and Groundwater Dating: A study of the Quaternary Evolution of Al Kufrah Area. – In: SALEM, J. S., & BELAID, M. N.: The Geology of Libya, Volume **V**:2017–2026, 6 Abb., 1 Tab.; Amsterdam (Elsevier).
- & LAEMMLER, M. (1992): Die geologische Erkundung des Hainrode-Tunnels – Kritische Betrachtung zur Soll-Geologie, Ist-Geologie und amtlicher Blattkartierung. – Geol. Jb. Hessen, **120**:171–193, 7 Abb., 2 Taf.; Wiesbaden.
- EHRENBERG, K.-H., HICKETHIER, H., ROSENBERG, F., STRECKER, G., SUŠIĆ, M., & WENZEL, G. (1992): Neue Ergebnisse zum tertiären Vulkanismus der Rhön (Wasserkuppenrhön und Kuppenrhön). – Beih. z. Eur. J. Mineral, Vol. 4, 1992, No. **2**:47–102; Stuttgart.
- GOLWER, A. (1992): Beurteilungskriterien für Materialien zur Verfüllung ehemaliger Tagebaue. – Die Naturstein-Industrie, **5/92**:29–37, 1 Abb., 5 Tab.; Baden-Baden.
- (1992): Orientierungswerte zur Abgrenzung von unbedenklichem und tolerierbarem Bodenaushub. – Bund d. Ingenieure f. Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e.V., Landesverband Hessen e.V., **3/1992**:81–91; Wiesbaden.
- HICKETHIER, H. (1992): s. EHRENBERG, K.-H., HICKETHIER, H., ROSENBERG, F., STRECKER, G., SUŠIĆ, M., & WENZEL, G.
- HÖLTING, B. (1992): Hydrogeologie. – 4. Aufl., 415 S., 110 Abb., 40 Tab.; Stuttgart (Enke).
- (1992): Ökologische Aspekte der Grundwassergewinnung in der Bundesrepublik Deutschland. – gwf (Das Gas- und Wasserfach), **133** (12):609–614, 3 Bild.; Münden (Oldenbourg).
- HOTTENROTT, M. (1992): Die stratigraphische Position des Braunkohlenflözes vom Baversberg bei Bischofsheim a. d. Rhön aufgrund palynologischer Untersuchungen. – Gießener Geologische Schriften (Stibane-Festschrift), **48**:61–72, 2 Abb., 1 Taf.; Gießen.
- in: GIULA, G., GEERAERTS, R., GEISSERT, F., GREGOR, H.-J., HORVATH, E., HOTTENROTT, M., HUS, J., JUVIGNÉ, E., SEIDENSCHWANN, G., & WALTER, R. (1992): Tephra layers in Lower Pleistocene Loess of Middle Europe. – 29. International Geological Congress Kyoto Japan, Abstract Volume **2/3**:405; Kyoto.
- HÜHNER, G. (1992): Bohrkernlager des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung. – Geol. Jb. Hessen, **120**:235–249; Wiesbaden.

- LAEMMLER, M. (1992): s. BECKER, R. E., & LAEMMLER, M.
- MATTIG, U. (1992a): Rohstoffgewinnung und Geotopschutz – nur scheinbar ein Widerspruch? Beispiele aus Skandinavien. – Abstracts Workshop Geotopschutz und Geowissenschaftlicher Naturschutz, S. 39; Mitwitz.
- (1992b): Geoscientific Maps for Land-Use Planning – a Review. – In: CENDRERO, A., LÜTTIG, G., & WOLFF, F. CHR.: Planning the Use of the Earth's Surface, S. 49–81, 3 Abb.; Heidelberg (Springer).
- in: KEMPF, H., MATTIG, U., & WIEDENBEIN, F. W. (1992): Coburger Sandstein: Geologisches Erbe im Stadtbild. – Abstracts Workshop Geotopschutz und Geowissenschaftlicher Naturschutz, S. 52–55; Mitwitz.
- MITTELBACH, G. (1992): Der Einfluß unterschiedlicher Reinigungsverfahren eines feldspatreichen Gesteins auf das Lösungsverhalten. – *Meyniana*, **44**:139–149; Kiel.
- & SCHULZE, J. (1992): Der Einfluß von Oberflächeneigenschaften auf das Lösungsverhalten silikatischer Mineralgemische. – *Z. dt. geol. Ges.*, **143**:41–49; Hannover.
- POSCHWITZ, H. (1992): Hessisches Geologisches Schrifttum 1990 mit Nachträgen aus den Jahren 1985–1989. – *Geol. Jb. Hessen*, **120**:195–206; Wiesbaden.
- (1992): Einfache Untersuchungsmethoden zur Bestimmung der Gewässergüte (Teil III Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern). – *Fischerei in Hessen*, **3/92**:13; Wiesbaden (VHSF).
- (1992/93): Hydrobiologische Untersuchungen am Wickerbach und seinen Nebenbächen. – *Jb. Nass. Ver. Naturk.*, **114**:59–76, 2 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- PÖSCHL, W. (1992): Bericht über die 112. Tagung des Oberrheinischen Geologischen Vereins vom 2. bis 6. April 1991 in Bad Wildungen (Hessen). – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F.*, **74**:7–17; Stuttgart.
- REICHMANN, H. (1992): Stand und Probleme der bodenkundlichen Landesaufnahme. – In: *Ökologie-Forum Hessen: Böden in Hessen, Kenntnisstand und Forderungen an ein Bodenschutzgesetz*, S. 8–9; Wiesbaden (Hess. Min. f. Landesentwicklung, Wohnen, Landwirtschaft, Forsten u. Naturschutz).
- ROSENBERG, F. (1992): s. EHRENBURG, K.-H., HICKETHIER, H., ROSENBERG, F., STRECKER, G., SUŠIĆ, M., & WENZEL, G.
- SABEL, K.-J., & FISCHER, E. (1992): Boden- und vegetationsgeographische Untersuchungen im Westerwald. – *Frankfurt geowiss. Arb., Serie D*, Bd. 7, 268 S., 19 Abb., 50 Tab.; Frankfurt a.M.
- SCHWERTER, R. (1992): Die Bekämpfung von Salzlösungszuflüssen. – *Kali und Steinsalz*, **11** (1/2): 32–43; Essen.
- STENGEL-RUTKOWSKI, W. (1992): Nachruf GISBERT DIEDERICH. – *Geol. Jb. Hessen*, **120**:207–211, 1 Bild; Wiesbaden.
- (1992): Der kleine Umweg – hydrogeologisches Profil bei Kiedrich im Rheingau. – *Hydrogeol. Notizen der FH der DGG*, **3**:15; Aachen.
- STRECKER, G. (1992): s. EHRENBURG, K.-H., HICKETHIER, H., ROSENBERG, F., STRECKER, G., SUŠIĆ, M., & WENZEL, G.
- SUŠIĆ, M. (1992): s. EHRENBURG, K.-H., HICKETHIER, H., ROSENBERG, F., STRECKER, G., SUŠIĆ, M., & WENZEL, G.
- THEWS, J.-D. (1992): Tätigkeitsbericht des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung für das Geschäftsjahr 1991 (1. 1.–31. 12. 1991). – *Geol. Jb. Hessen*, **120**:213–234; Wiesbaden.
- VORDERBRÜGGE, T. (1992): Das Bodeninformationssystem in Hessen. – In: *Ökologie-Forum Hessen: Böden in Hessen, Kenntnisstand und Forderungen an ein Bodenschutzgesetz*, S. 49–55, 1 Abb., 8 Übers.; Wiesbaden (Hess. Min. f. Landesentwicklung, Wohnen, Landwirtschaft, Forsten u. Naturschutz).
- WEIDNER, E. (1992): Filtervermögen für Schwermetalle, abgeleitet aus der Bodenkarte der nördlichen Oberrheinebene 1:50000. – *Herausg. Hessisches Landesamt für Bodenforschung*; Wiesbaden.
- (1992): Grundwassergefährdung durch Nitratauswaschung aus dem durchwurzelten Boden, abgeleitet aus der Bodenkarte der nördlichen Oberrheinebene 1:50000. – *Herausg. Hessisches Landesamt für Bodenforschung*; Wiesbaden.
- WENZEL, G. (1992): s. EHRENBURG, K.-H., HICKETHIER, H., ROSENBERG, F., STRECKER, G., SUŠIĆ, M., & WENZEL, G.

Nachtrag

- ABEL, H. (1989): Standortkarte von Hessen, Rohstoffkarte, Bl. L 5718 Friedberg, L 5916 Frankfurt a. M. West, L 6116 Darmstadt West; Wiesbaden (Hess. Min. Landwirtschaft., Forsten u. Naturschutz, Abt. Landentw.).
- (1990): Standortkarte von Hessen, Rohstoffkarte, Bl. L 5318 Amöneburg; Wiesbaden (Hess. Min. Landwirtschaft., Forsten u. Naturschutz, Abt. Landentw.).
- FRITSCH, H.-G. (1991): Anthropogene Stoffeinträge und ihre Auswirkungen auf die Grundwasserqualität im Lennebergwald bei Mainz. — In: LICHT, W., & KLOS, S.: Das Ökosystem „Lennebergwald“ bei Mainz. Ergebnisse eines interdisziplinären Forschungsprojektes 1987–1990. — Pollichia-Buch, 23:233–326; Bad Dürkheim.
- SABEL, K.-J. (1991): Schwermetallbelastung der Böden. — In: Luftreinhalteplan Rhein–Main, 1. Fortschreibung, S. 356–372; Wiesbaden (Hess. Min. f. Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten).

Fachvorträge von Angehörigen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

- EHRENBERG, K.-H., & HICKETHIER, H.: Exkursionsführung: Neue Ergebnisse zum tertiären Vulkanismus der Rhön (Wasserkuppenrhön und Kuppenrhön). — Exkursion N 1 der DMG-Tagung in Tübingen, 18.–20. 9. 1992.
- GOLWER, A.: Belastung von Wasser und Boden durch den Straßenverkehr. — Seminar „Straße, Wasser, Umwelt“ der Hessischen Straßenbauverwaltung in Rotenburg/Fulda, 26. 5. 1992.
- Orientierungswerte zur Abgrenzung von unbedenklichem und tolerierbarem Bodenaushub. — 46. Fortbildungsveranstaltung des BWK-Landesverbandes Hessen in Friedberg/Hessen, 23.–24. 9. 1992.
- Die Reinigungsleistung von Versickerungsbecken für Straßenabflüsse. — ÖWAV-Symposium „Straßenentwässerung und Gewässerschutz“, Wien, 19. 11. 1992.
- HICKETHIER, H.: s. EHRENBERG, K.-H. & HICKETHIER, H.
- HOTTENROTT, M.: Paläostratigraphie des Mainzer Beckens. — Paläontologisches Forschungsseminar der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Mainz, 18. 2. 1992.
- in: GIULA, G., GEERAERTS, R., GEISSERT, F., GREGOR, H.-J., HORVATH, E., HOTTENROTT, M., HUS, J., JUVIGNE, E., SEIDENSCHWANN, G., & WALTER, R. (1992): Tephra layers in Lower Pleistocene Loess of Middle Europe. — 29. International Geological Congress, Kyoto, Japan, 28. 8. 1992.
- KÜMMERLE, E.: Natürlich austretende Quellen im oberen Rheingau. — Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND), Ortsverband Oberer Rheingau, Eltville, 5. 3. 1992.
- LÖW, M.: Überprüfung der Standsicherheit und des Meß- und Kontrollsystems älterer Stauanlagen in Hessen. — 9. Deutsches Talsperrensymposium, Dresden, 12. 3. 1992.
- MATTIG, U.: Exkursionsführung B: Coburger Sandstein: Geologisches Erbe im Stadtbild. — Workshop „Geotopschutz und Geowissenschaftlicher Naturschutz“, Mitwitz, 5.–7. 3. 1992.
- SCHWERTER, R.: Aufgaben und Ergebnisse bei der ingenieurgeologischen Erkundung für Tunnelbauwerke der DB-Ausbaustrecke Kassel–Dortmund. — Dienstbesprechung des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, Wiesbaden, 28. 2. 1992.
- Gründungen in Bergbausenktungsgebieten. — Vortrag an der Hochschule für Technik und Wirtschaft (FH) Zittau/Görlitz, Zittau, 12. 12. 1992.
- STENGEL-RUTKOWSKI, W.: Grundwasserentnahme und Mineralwassergewinnung. — Bürgerhaus Eichenzell-Lütter, 2. 11. 1992.
- THEUERJAHN, A.-K.: Die Goldmineralisation am Ost-Rand des Rheinischen Schiefergebirges. — Schneiderhöhn-Kolloquium, Naturhistorisches Museum der Stadt Mainz, Mainz, 23. 11. 1992.
- WEIDNER, E.: Nitratauswaschunggefährdung in hessischen Wasserschutzgebieten. — Erzeugergemeinschaft „Hessenhöfe“, Wehrheim, 13. 1. 1992.
- Schwermetallbelastung der Böden (Pb, Cu, Ni, Cr, Co, Zn, V, Cd, Hg und Arsen) in der Umgebung der Sonderabfall-Verbrennungsanlage Biebesheim, Landkreis Groß-Gerau. — Forum „Schadstoff- und Gesundheitsbelastung im Raum Biebesheim“, Darmstadt, 9. 5. 1992.
- Bodengehalte von Dibenzodioxinen und Dibenzofuranen und Hexachlorcyclohexan, Polychlorierten Biphenylen, Polycyclischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen, Benzo(a)pyren, Hexachlorbenzol, Pentachlorbenzol und Pentachlorphenol in der Umgebung der Sonderabfall-Verbrennungsanlage Biebes-

- heim, Landkreis Groß-Gerau. – Forum „Schadstoff- und Gesundheitsbelastung im Raum Biebesheim“, Darmstadt, 9. 5. 1992.
- Böden, Landwirtschaft und Schadstoffe in Südhessen. – Gebietsagrararusschuß Südhessen, Darmstadt, 11. 6. 1992.

Hochschultätigkeit

- Geologieoberrat Dr. BECKER
als Lehrbeauftragter an der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz (Einführung in die geologischen Arbeitsmethoden – Durchführung von Exkursionen)
- Geologiedirektor Dr. BERNHARD
als Lehrbeauftragter an der Gesamthochschule Kassel WS 1991/1992 (Ingenieurgeologie)
- Regierungsrat z. A. Dr. EMMERICH
als Lehrbeauftragter an der Technischen Hochschule Darmstadt (Bodenkundliche Exkursion)
- Geologiedirektor Prof. Dr. GOLWER
als Honorarprofessor an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt a. M. (Hydrogeologie)
- Ltd. Geologiedirektor Prof. Dr. HÖLTING
als Honorarprofessor an der Philipps-Universität Marburg/Lahn (Angewandte Geologie – Hydrogeologie – Vorlesung, Übungen und Exkursionen)
- Geologiedirektor Prof. Dr. LAEMMLEN
als Honorarprofessor an der Christian-Albrechts-Universität Kiel (Anleitung zu selbständigem wissenschaftlichem Arbeiten)
- Dipl.-Geologin Dr. MATTIG
als Lehrbeauftragte an der Universität Erlangen-Nürnberg (Rohstoffsicherung)
- Geologiedirektor Dipl.-Ing. MÜLLER
als Lehrbeauftragter an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt a. M. (Baugrundgeologie)
- Ltd. Geologiedirektor Prof. Dr. PRINZ
als Honorarprofessor an der Philipps-Universität Marburg/Lahn (Ingenieurgeologie mit Übungen)
als Lehrbeauftragter an der Gesamthochschule Kassel (spezielle Fragen der Ingenieurgeologie)
- Geologiedirektor Dr. REICHMANN
als Lehrbeauftragter an der Fachhochschule Wiesbaden – Fachbereich Gartenbau- und Landespflege (Geisenheim) (Geologie und Bodenkunde)
- Geologieoberrat Dr. SABEL
als Lehrbeauftragter an der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz (Bodenkundliche Vorlesung und Geländepraktika)
- Geologiedirektor Dr. SCHARPFF
als Lehrbeauftragter an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt a. M. – WS 1991/1992 (Umweltgeologie)
- Landwirtschaftsrat z. A. Dr. VORDERBRÜGGE
als Lehrbeauftragter an der Philipps-Universität Marburg/Lahn (Probleme des Umweltschutzes)

Bohrkernlager des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

Von

GERNOT HÜHNER*

Die nachfolgende Aufstellung ist die aktualisierte Fortschreibung der im Geologischen Jahrbuch Hessen, 119: 313–327, veröffentlichten Zusammenstellung eingelagerter Bohrungen; nicht mehr aufgelistete Bohrungen sind ausgesondert.

Durch diese Kurzinformation sollen Wissenschaftler der Geologischen Landesämter und Hochschulen zu weitergehenden Untersuchungen angeregt werden. Für interessierte Wissenschaftler genügt ein formloser Antrag auf Bearbeitung unter Benennung der in Frage kommenden Bohrungen. Dem Antragsteller wird dann die weiter Verfahrensweise mitgeteilt.

Benutzte Abkürzungen:

A	=	ausgewähltes, z. T. in Kernabschnitten oder als Einzelproben eingelagertes Material von Spül- und Meißelproben
A.E.	=	Ablauf der Einlagerungszeit/Aufbewahrungsdauer
ET	=	Endteufe der Bohrung
KB	=	Kernbohrung
R, H	=	Rechts-, Hoch-Wert
st.	=	ständige Aufbewahrung, Einlagerungszeit unbegrenzt

Bei den Kernbohrungen ist zur besseren Herausstellung die Abkürzung KB hinzugefügt; teilweise gekernte Abschnitte von Bohrungen sind gesondert gekennzeichnet und unter der Spalte stratigraphische Bezeichnung, z. T. Gesteinsart in Klammern angehängt. Spül- und Meißelbohrungen haben keinen besonderen Zusatz.

Für die stratigraphischen Bezeichnungen und z. T. Gesteinsarten wurden u. a. Symbole für die Dokumentation und Automatische Datenverarbeitung — ADV — geologischer Feld- und Aufschlußdaten verwendet (Kurzbezeichnung: Symbolschlüssel Geologie).

* Dipl.-Ing. G. HÜHNER, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 65193 Wiesbaden.

Blatt-Nr. u. -Name	Bezeichnung	R-Wert	H-Wert	Teufe m	Stratigraphische Bezeichnung, z. T. Gesteinsart	A.E.
4027 Lutter am Barenberge	Hahausen (1980)	35 83 370	57 57 600	493,90	Trias: s; Perm: z,r. KB	1995
4322 Bad Karlshafen	Würgassen 1 (1967)	35 27 050	57 23 150	65,00	Trias: s; Perm: z,r. KB, A	1995
4322 Bad Karlshafen	Würgassen 2 (1967)	35 27 240	57 22 930	50,00	Trias: smS. KB, A	1995
4421 Borgentreich	A/86-B1 (1986)	35 19 920	57 08 380	120,00	Trias: m. KB	1997
4422 Trendelburg	Beberbeck (1965/1966)	35 34 080	57 12 130	275,00	Trias: smS, smH (230 m !), smD. KB	st.
4423 Oedelsheim	Reinhardswald 1 (1955)	35 41 750	57 10 060	1 020,00	Quartär; Tertiär; Trias: sm, su; Perm: z. A	2009
4519 Marsberg	Heddinghausen CW 001 (1983)	34 92 250	56 96 750	123,00	Trias: suB; Perm: z; Devon: dh. KB	1994
4519 Marsberg	Heddinghausen CW 002 (1983)	34 92 620	56 96 520	105,00	Trias: suB; Perm: z; Devon: do. KB	1994
4519 Marsberg	Heddinghausen CW 003 (1983)	34 92 405	56 96 305	43,00	Trias: suB; Perm: z. KB	1994
4519 Marsberg	Neudorf (1968/1969)	34 98 020	57 02 110	380,00	Trias: su; Perm: z (Brg. gekernt von 222–262 m)	st.
4520 Warburg	KB 9, Umgehung Rhoden (1979)	35 00 000	57 04 875	15,00	Quartär; Trias: soRö, smST. KB	2002
4520 Warburg	Schmillinghausen 2 (Schrägbrg., 1981)	35 02 900	56 99 000	50,00	Quartär; Trias: smD. KB	2002
4520 Warburg	Volkmarsen 1 (1961)	35 07 320	56 97 700	181,65	Trias: sm. KB	st.
4520 Warburg	Volkmarsen 2 (1961)	35 07 350	56 97 630	118,10	Trias: sm. KB	st.
4520 Warburg	Volkmarsen 3 (1978)	35 07 530	56 98 470	60,00	Trias: so2, so1, smS. KB	1999
4521 Liebenau	A/86-B2 (1986)	35 17 440	57 04 320	90,00	Trias: m. KB	1994
4521 Liebenau	A/86-B3 (1986)	35 17 510	57 00 780	67,50	Trias: m. KB	1994
4521 Liebenau	A/86-B4 (1986)	35 13 430	56 97 230	54,00	Trias: m. KB	1994
4521 Liebenau	BK 1 (1977), Diemeltalsperre Haueda	35 16 920	57 06 580	90,00	Quartär, Trias: mm, mu. KB	2010
4521 Liebenau	BK 3a (1977), Diemeltalsperre Haueda	35 17 020	57 06 410	45,00	Quartär, ?Quartär, Trias: mm, mu.	2010
4521 Liebenau	BK 4 (1977), Diemeltalsperre Haueda	35 17 020	57 06 510	55,80	Quartär, Trias: ?mm, mm, mu. KB	2010
4521 Liebenau	BK 5 (1977), Diemeltalsperre Haueda	35 16 890	57 06 420	57,00	Quartär, Trias: mm, mu. KB	2010
4523 Münden	Ahlberg 1 (1955)	35 35 465	57 02 200	50,60	Quartär, Tertiär	st.
4523 Münden	Ahlberg 2 (1955)	35 35 385	57 01 785	62,95	Quartär, Tertiär	st.
4523 Münden	Ahlberg 3 (1955)	35 35 330	57 02 147	37,00	Quartär, Tertiär	st.
4523 Münden	Ahlberg 4 (1955)	35 35 330	57 02 142	22,00	Quartär, Tertiär	st.
4523 Münden	Ahlberg 5 (1955)	35 35 268	57 02 235	71,70	Quartär, ?Tertiär, Trias: s	st.
4523 Münden	Ahlberg 6 (1955)	35 35 415	57 01 558	38,65	Quartär, Tertiär	st.
4523 Münden	Ahlberg 8 (1955)	35 35 329	57 02 141	80,85	Quartär, Tertiär	st.
4617 Brilon	SA 008 (1981) Schrägbrg.	34 73 860	56 85 030	198,00	Grenzbereich Mittel-/Oberdevon (Bänderschiefer); Mitteldevon (Styl.-Schiefer/Sandstein-Folge)	1996
4618 Adorf	SA 001 (1981) Schrägbrg.	34 80 430	56 88 360	78,00	Mitteldevon (Schiefer, Tuffit, Kalkstein, Diabas)	1996
4618 Adorf	SA 002 (1981) Schrägbrg.	34 83 200	56 89 690	250,00	Grenzbereich Mittel-/Oberdevon (Schiefer, Siltstein, Kalkstein, Tuffit, Diabas)	1996
4618 Adorf	SA 003 (1981) Schrägbrg.	34 84 760	56 90 940	180,00	Grenzbereich Mittel-/Oberdevon (Schiefer, Siltstein, Kalkstein, Tuffit, Diabas)	1996
4618 Adorf	SA 004 (1981)	34 86 720	56 93 650	183,00	Grenzbereich Mittel-/Oberdevon (Schiefer, Siltstein, Kalkstein, Tuffit, Diabas)	1996
4618 Adorf	SA 005 (1981) Schrägbrg.	34 86 420	56 94 970	117,00	Grenzbereich Mittel-/Oberdevon (Schiefer, Siltstein, Kalkstein, Tuffit, Diabas); Mitteldevon (Styl.-Schiefer/Sandstein-Folge)	1996

Blatt-Nr. u. -Name	Bezeichnung	R-Wert	H-Wert	Teufe m	Stratigraphische Bezeichnung, z. T. Gesteinsart	A.E.
4618 Adorf	SA 010 (1981) Schrägbrg.	34 77 980	56 87 220	120,00	Oberdevon (Schiefer, Sandstein); Grenzbereich Mittel-/Oberdevon (Bänderschiefer)	1996
4618 Adorf	SA 011 (1981) Schrägbrg.	34 84 420	56 90 100	264,00	Oberdevon (Schiefer); Grenzbereich Mittel-/Oberdevon (Bänderschiefer); Mitteldevon (Styl.-Schiefer/Sandstein-Folge)	1996
4618 Adorf	SA 012 (1981) Schrägbrg.	34 87 500	56 93 140	337,00	Oberdevon (Schiefer); Grenzbereich Mittel-/Oberdevon (Bänderschiefer, Diabas)	1996
4619 Mengerlinghausen	Berndorf 5.1 A, GMSt.	34 94 740	56 85 680	168,00	Quartär, Trias: su, Perm: z	st.
4619 Mengerlinghausen	Meng.-Glockenbrunnental (1960/62)	34 97 870	56 91 740	310,10	Quartär; Trias: su; Perm: z. A	st.
4619 Mengerlinghausen	Mengerlinghausen-Trappenberg (1972)	34 98 540	56 90 220	374,70	Trias: s; Perm: z; Unterkarbon	st.
4619 Mengerlinghausen	Vasbeck CK 001 (1983)	34 91 872	56 92 440	30,00	Trias: suB; Perm: z. KB	1994
4619 Mengerlinghausen	Vasbeck CK 002 (1983)	34 91 870	56 92 440	60,00	Trias: suB; Perm: z. KB	1994
4619 Mengerlinghausen	Vasbeck CK 003 (1983)	34 91 840	56 92 550	89,00	Trias: suB; Perm: z; Karbon. KB	1994
4619 Mengerlinghausen	Vasbeck CK 004 (1983)	34 91 880	56 92 350	83,00	Trias: suB; Perm: z; Karbon. KB	1994
4619 Mengerlinghausen	Vasbeck CK 005 (1983)	34 93 930	56 91 000	91,50	Trias: su, suB; Perm: z; Störung; Karbon: cdKK, cdKS. KB	1994
4620 Arolsen	Braunsen (1980)	35 03 320	56 91 210	493,10	Trias: s; Perm: z, Tonschieferbreccie (Zechstein?); Karbon: cd,t+g. KB	2000
4621 Wolfhagen	Oberelsungen (1968)	35 18 000	56 92 890	227,00	Trias: soRö und smS	2000
4622 Kassel West	Ahnetal (1958/1959)	35 26 400	56 88 980	53,65	Tertiär	st.
4622 Kassel West	B 2.1, Kläranlage Espenau	35 33 704	56 94 542	11,00	Quartär, Trias: so, smS. KB, A	2000
4622 Kassel West	B 3.2, Kläranlage Espenau	35 33 690	56 94 634	10,90	Quartär, Trias: so, smS. KB, A	2000
4622 Kassel West	B 3.3, Kläranlage Espenau	35 33 646	56 94 657	14,00	Quartär, Trias: so, smS. KB, A	2000
4622 Kassel West	BK 2 (1988)	35 27 430	56 93 810	34,00	Grenzbereich Röt/Muschelkalk. KB, A	1998
4622 Kassel West	BK 3 (1988)	35 27 750	56 93 550	46,70	Grenzbereich Röt/Muschelkalk. KB, A	1998
4622 Kassel West	Documenta (1977)	35 34 700	56 86 620	1 000,00	Quartär; Buntsandstein: soRö, smS, smH,smD, smV, su	st.
4622 Kassel West	Frommershausen A2 (1956/1957)	35 33 520	56 92 140	177,00	Trias: smS, smH (Handstücke). KB, A	st.
4622 Kassel West	Wilhelmshöhe 3 (1978/79)	35 29 997	56 86 249	674,00	Quartär; Trias: so, smS, smH, smD, smV	st.
4623 Kassel Ost	A 1 (1956), Simmershausen	35 35 700	56 92 880	160,10	Trias: soRö, smS, smH. KB	1995
4623 Kassel Ost	A 4 (1956/21957)	35 35 260	56 92 910	69,90	Trias: soRö, smS. KB	1995
4623 Kassel Ost	Möncheberg 158/158a (1964)	35 37 390	56 91 180	25,80	Tertiär. A	1995
4624 Hedemünden	Baugrundbrg. 4 (1966)	35 55 780	56 93 900	24,50	Trias: soRö und Übergang zur smS. KB, A	1995
4624 Hedemünden	Escherode (1980)	35 52 180	56 87 200	683,50	Trias: suS, suG, suB; Perm: z; Karbon: cd-d,g. KB	1996
4717 Niedersfeld	SA 007 (1981) Schrägbrg.	34 75 280	56 83 830	174,00	Grenzbereich Mittel-/Oberdevon (Bänderschiefer); Mitteldevon (Styl.-Schiefer/Sandstein-Folge)	1996
4718 Goddelsheim	A/92-B 4 (1992)	34 87 860	56 74 320	48,00	Perm: z; Karbon. KB	1997
4718 Goddelsheim	A/92-B 5 (1992)	34 87 670	56 77 210	54,00	Perm: z; Karbon. KB	1997
4718 Goddelsheim	EAU-B 2 (1978)	34 88 290	56 80 030	56,25	Unterkarbon: cdKS. KB	1998
4718 Goddelsheim	EAU-B 3 (1978)	34 88 320	56 80 033	125,00	Unterkarbon: cdKS. KB	1998
4718 Goddelsheim	EAU-B 4 (1978)	34 87 160	56 77 510	28,90	Karbon (Tonschiefer). KB	1998
4718 Goddelsheim	EAU-B 5 (1978)	34 87 995	56 78 950	20,20	Karbon (Tonschiefer). KB	1998
4718 Goddelsheim	EAU-B 6 (1978)	34 87 920	56 79 000	17,90	Unterkarbon: cdKS. KB	1998
4718 Goddelsheim	EAU-B 8 (1978)	34 87 982	56 78 968	19,00	Unterkarbon: cdI. KB	1998
4718 Goddelsheim	EAU-B 9 (1978)	34 87 150	56 78 940	144,85	Unterkarbon: cdKS. KB	1998

Blatt-Nr. u. -Name	Bezeichnung	R-Wert	H-Wert	Teufe m	Stratigraphische Bezeichnung, z. T. Gesteinsart	A.E.
4718 Goddelsheim	EAU-B 10 (1978)	34 87 450	56 78 435	55,60	Perm: z. KB	1998
4718 Goddelsheim	EAU-B 11 (1978)	34 87 455	56 77 815	36,20	Karbon (Tonschiefer). KB	1998
4718 Goddelsheim	EAU-B 12 (1978)	34 85 842	56 76 800	19,25	Unterkarbon: cdL. KB	1998
4718 Goddelsheim	EAU-B 13 (1978)	34 88 198	56 79 910	122,80	Karbon (Tonschiefer). KB	1998
4718 Goddelsheim	EAU-B 14 (1978)	34 88 165	56 79 725	65,00	Unterkarbon: cdAL. KB	1998
4718 Goddelsheim	ESB 3 (1981/1982)	34 87 580	56 79 180	198,60	Unterkarbon II, III. KB	1993
4718 Goddelsheim	ESB 4 (1981/1982)	34 87 200	56 78 850	177,00	Unterkarbon II, III. KB	1993
4718 Goddelsheim	ESB 5 (1981/1982)	34 86 930	56 78 690	156,20	Unterkarbon II, III. KB	1993
4718 Goddelsheim	UTT 1 (1976)	34 87 720	56 79 520	17,35	Unterkarbon: cdI, cd 3,t. KB	1996
4718 Goddelsheim	UTT 2 (1976)	34 87 720	56 79 520	52,64	Unterkarbon: cdI+KS, cdKK. KB	1996
4718 Goddelsheim	UTT 3 (1976)	34 87 720	56 79 520	24,60	Unterkarbon: cdL. KB	1996
4718 Goddelsheim	UTT 4 (1976)	34 87 730	56 79 500	21,40	Unterkarbon: cdKS+KK, cdI. KB	1996
4718 Goddelsheim	UTT 5 (1976)	34 87 730	56 79 500	114,35	Unterkarbon: cdKS+KK, cdI, cd 3,t. KB	1996
4718 Goddelsheim	UTT 6 (1976)	34 87 730	56 79 520	68,20	Unterkarbon: cdKS+KK. KB	1996
4719 Korbach	EAU/78-B 1 (1978)	34 88 402	56 79 550	93,80	Grenzschiechten Oberdevon/Karbon. KB	st.
4719 Korbach	EAU/78-B 7 (1978)	34 88 505	56 80 103	35,70	Unterkarbon: cdL. KB	st.
4719 Korbach	ESB 1 (1981/1982)	34 88 630	56 80 060	82,57	Perm: z. KB	1993
4719 Korbach	ESB 2 (1981/1982)	34 88 810	56 80 130	15,17	Unterkarbon II, III. KB	1993
4719 Korbach	Nordenbeck 1 (1961)	34 89 260	56 80 360	131,00	Perm: z; Unterkarbon: cd 3. KB	st.
4719 Korbach	Nordenbeck 2 (1961)	34 89 200	56 80 250	66,00	Quartär; Perm: z. KB	st.
4719 Korbach	Oberense (1967)	34 89 300	56 77 430	152,00	Trias: suK; Perm: z	st.
4721 Naumburg	Altenstadt (1964)	35 12 060	56 82 680	208,00	Trias: smH, smD, smV. KB	1994
4721 Naumburg	Bad Wildungen VB 3.2 (1971)	35 11 750	56 74 800	112,00	Trias: smV, su	st.
4721 Naumburg	Elbenberg 1 (1969)	35 14 600	56 78 160	81,00	Quartär; Tertiär. KB	1999
4721 Naumburg	Elbenberg 2 (1969)	35 14 820	56 78 170	101,00	Quartär; Tertiär. KB	1999
4721 Naumburg	Elbenberg 3 (1974/1975)	35 14 680	56 78 270	254,64	Tertiär (Olivin-Nephelinit). KB (gekernt v. 191—194,4 u. 220,7—254,64 m)	1999
4721 Naumburg	Emstal 1 (1975/1976)	35 17 660	56 79 110	795,50	Trias: sm, su; Perm: z. KB (A von 721,3—772,7 m)	st.
4721 Naumburg	Kirchberg III (1977)	35 18 870	56 75 620	263,00	Quartär; Trias: smS bis smH	st.
4721 Naumburg	Niedenstein (1961)	35 21 940	56 78 680	157,00	Trias: smS. KB, A	1995
4722 Niederzwehren	A/86-B 5 (1986)	35 26 090	56 76 280	85,50	Quartär; Tertiär; Trias: soRö. KB	2009
4722 Niederzwehren	Brunnen 1 (1961)	35 26 420	56 81 220	207,50	Tertiär; Trias: soRö, sm. A	st.
4722 Niederzwehren	Elgershausen 1 (1963/1964)	35 26 280	56 83 080	290,00	Trias: (soRö), smS. KB, A	1995
4722 Niederzwehren	Firnsbach (1956)	35 25 863	56 84 375	135,00	Tertiär	1995
4722 Niederzwehren	Fuldabrücke Guxhagen Brg. IIc, (1971)	35 32 960	56 75 000	30,00	?Tertiär. KB	1995
4722 Niederzwehren	Grifte (A) (1955/1956)	35 31 680	56 74 000	120,00	Trias: sm (Handstücke). KB, A	st.
4722 Niederzwehren	Großenritte (= Baunatal III) (1963)	35 26 160	56 80 690	150,00	Quartär; Tertiär; Trias: soRö, smS	st.
4723 Oberkaufungen	Brg. 1/47, Z. Freudenthal (1947)	35 44 473	56 83 889	130,00	Quartär; Tertiär; Trias: s. KB, A	st.
4723 Oberkaufungen	Brg. 5/47, Z. Freudenthal (1947)	35 44 158	56 84 082	71,10	Pleistozän; Tertiär: mi, olo. A	st.
4723 Oberkaufungen	Brg. 9/47, Z. Freudenthal (1947)	35 43 993	56 84 230	19,65	Tertiär: olo. A	st.
4723 Oberkaufungen	Gm. Helsa III (1974/1975)	35 46 310	56 77 770	150,00	Trias: smH, smV	st.

Blatt-Nr. u. -Name	Bezeichnung	R-Wert	H-Wert	Teufe m	Stratigraphische Bezeichnung, z. T. Gesteinsart	A.E.
4723 Oberkaufungen	Quentel (1981)	35 45 790	56 74 350	444,80	Trias: su; Perm: z; Devon oder Karbon. KB, A	1998
4723 Oberkaufungen	Vollmarshausen I (1958)	35 40 060	56 80 700	89,30	Tertiär: tol bis Oberkante Buntsandstein. KB, A	
4724 Großalmerode	Brg. 79 (1989)	35 48 273	56 77 073	103,00	Trias: smH, smD. KB (ab 75,00 m gekernt)	2011
4724 Großalmerode	Brg. 80 (1989)	35 49 143	56 77 106	115,00	Trias: smS, smH, smD. KB (ab 75,00 m gekernt)	2011
4724 Großalmerode	Helsa 2 (1974)	35 46 980	56 78 450	120,00	Trias: sm	st.
4725 Bad Sooden-Allendorf	Brg. 1 (1988), Weidenhausen	35 67 580	56 75 220	159,60	Quartär; Perm: z; Devon (Phyllite). KB	2000
4725 Bad Sooden-Allendorf	Brg. 2 (1988), Weidenhausen	35 69 100	56 74 920	31,00	Perm: z; Devon (phyllitische Schiefer). KB	2000
4725 Bad Sooden-Allendorf	Brg. 3 (1988), Weidenhausen	35 68 640	56 76 040	97,00	Quartär; Perm: z; Devon (phyllitische Schiefer). KB	2000
4819 Fürstenberg	Frebershausen I (1975)	34 99 270	56 63 590	102,00	Devon: do (Aschkoppensandstein)	1995
4821 Fritzlar	A/85-B 3 (1985)	35 16 840	56 71 770	34,50	Quartär; Tertiär; Trias: soRö. KB	1994
4821 Fritzlar	A/85-B 4 (1985)	35 16 620	56 71 220	12,50	Quartär; Tertiär; Trias: soRö. KB	1994
4821 Fritzlar	A/85-B 5 (1985)	35 22 760	56 68 100	88,50	Quartär; Tertiär; Trias: soRö. KB	1994
4821 Fritzlar	A/85-B 6 (1985)	35 23 080	56 69 920	78,50	Quartär; Tertiär; Trias: soRö. KB	1994
4821 Fritzlar	A/85-B 7 (1985)	35 22 930	56 70 700	54,00	Quartär; Tertiär; Trias: soRö. KB	1994
4821 Fritzlar	Bad Wildungen I/68 (1968)	35 11 860	56 63 320	200,00	Trias: smD, smV, su	st.
4821 Fritzlar	Bad Wildungen VB II/68 (1968)	35 11 770	56 62 770	200,00	Trias: s	1995
4821 Fritzlar	Bad Wildungen III/68 (1968)	35 12 600	56 63 400	250,00	Trias: su	st.
4821 Fritzlar	Bad Wildungen VB 1 (1971)	35 12 850	56 72 230	120,00	Trias: smV	st.
4821 Fritzlar	Bad Wildungen VB 2.1 (1971)	35 12 880	56 73 260	250,00	Trias: soRö, smS	st.
4821 Fritzlar	Bad Wildungen VB 2/3 (1971)	35 12 260	56 73 460	130,00	Trias: smV bis su	st.
4821 Fritzlar	B/76-B 1 (1976)	35 17 280	56 63 480	27,30	Quartär; Trias: mu. KB	1993
4821 Fritzlar	B/76-B 2 (1976)	35 17 520	56 62 760	35,50	Quartär; Trias: mu. KB	1993
4821 Fritzlar	B/76-B 4 (1976)	35 15 220	56 71 260	51,80	Quartär; Trias: k,m. KB	1994
4822 Gudensberg	A/85-B 8 (1985)	35 23 390	56 72 440	66,50	Quartär; Tertiär; Trias: soRö. KB	1997
4822 Gudensberg	B/76-B 11 (1976)	35 24 450	56 70 460	25,10	Quartär; Tertiär. KB	1993
4822 Gudensberg	Neuenbrunslar C (1955/1956)	35 31 140	56 70 760	141,80	Trias: sm. KB (A Handstücke)	st.
4822 Gudensberg	Wolfershausen B (1955/1956)	35 30 980	56 72 320	150,20	Trias: sm. KB (A Handstücke)	st.
4823 Melsungen	Eiterhagen (1953/1954)	35 41 580	56 73 320	121,00	Trias: smV bis su	1995
4823 Melsungen	Mörshausen (1978)	35 43 400	56 63 670	412,00	Trias: su; Perm: z; Oberdevon. KB (ab 150,60 m—ET gekernt)	2000
4824 Hessisch-Lichtenau	Küchen (1981)	35 57 910	56 73 110	533,00	Devon/Karbon. KB (ab 45 m—ET gekernt)	1998
4824 Hessisch-Lichtenau	Retterode 1, Himmelsberg (1972)	35 49 780	56 71 670	300,00	Trias: soRö und sm	st.
4824 Hessisch-Lichtenau	Retterode 2, WBV Lossetal (1972)	35 49 860	56 70 640	150,00	Trias: soRö	st.
4824 Hessisch-Lichtenau	Schemmern 1 (1977)	35 57 050	56 65 190	118,20	Trias: su; Perm: z; Unterkarbon: cd3. KB (ab 24 m—ET gekernt)	1993
4825 Waldkappel	B/92-B 1 (1992)	35 68 440	56 72 370	90,30	Perm: z; Albunger Paläozoikum. KB	1997
4826 Eschwege	Schlierbachswald IV (1962)	35 77 820	56 69 350	403,00	Trias: smV, su; Perm: z. KB (A Handstücke)	st.
4918 Frankenberg (Eder)	A/92-B 2 (1992)	34 87 050	56 59 300	15,50	Karbon (Grauwacke). KB	1994
4918 Frankenberg (Eder)	A/92-B 3 (1992)	34 87 030	56 59 280	20,00	Karbon (Grauwacke). KB	1994
4918 Frankenberg (Eder)	Brg. Frankenberg (1962)	34 86 150	56 57 860	55,00	Quartär, Perm: z, Unterkarbon	2000
4918 Frankenberg (Eder)	Rennertshausen 1 (1967)	34 78 280	56 55 030	102,00	Quartär; Perm: z	st.
4919 Frankenau	A/92-B 1 (1992)	34 88 980	56 58 200	118,50	Perm: z; Karbon. KB	1997
4921 Borken (Hessen)	B 26 (1976)	35 22 018	56 59 179	50,00	Quartär; Trias: mu, so. KB	2012

Blatt-Nr. u. -Name	Bezeichnung	R-Wert	H-Wert	Teufe m	Stratigraphische Bezeichnung, z. T. Gesteinsart	A.E.
4921 Borken (Hessen)	B 28 A (1976)	35 21 897	56 59 205	30,00	Quartär; Trias: mu, so. KB	2012
4921 Borken (Hessen)	B 28 (1976)	35 21 896	56 59 203	70,00	Quartär; Trias: mu, so. KB	2012
4921 Borken (Hessen)	B 3305 (1987)	35 22 844	56 53 898	134,00	Tertiär. KB	2012
4921 Borken (Hessen)	B 3306 (1987)	35 23 072	56 53 978	135,00	?Quartär; Tertiär: olo, olu, e. KB, A	1998
4921 Borken (Hessen)	BK 47 (1976)	35 21 843	56 50 081	247,00	Trias: so, smS. KB	st.
4921 Borken (Hessen)	BK 52 (1976)	35 21 665	56 59 387	50,00	Trias: Grenzschichten Röt/Muschelkalk	2002
4921 Borken (Hessen)	Borken, Zechstein 1 (1984/1985)	35 21 950	56 59 060	1 258,80	Quartär, Trias: so, sm, su, Perm: z, Unterkarbon 2 (Jesberger Grauwacke), ab 1007,5 m gekernt	1995
4921 Borken (Hessen)	Gombeth (1968)	35 20 880	56 59 400	270,00	Quartär; Trias: so4, smS. (A Spülproben von 239–270 m Teufe)	st.
4921 Borken (Hessen)	Haarhausen 3 (1958)	35 18 160	56 53 500	40,00	Trias: smS. KB	2000
4921 Borken (Hessen)	Haarhausen VI (1962)	35 17 400	56 54 740	231,50	Trias: smS, smH, (smD). KB	st.
4921 Borken (Hessen)	K 62 (1976)	35 21 891	56 59 338	52,00	Quartär; Tertiär; Unterer Jura (Lias). KB	2012
4921 Borken (Hessen)	K 71 (1976)	35 22 150	56 59 170	59,80	Quartär; Tertiär; Unterer Jura (Lias). KB	2012
4922 Homberg (Efze)	Brg. 2 (1955), Dickershäusen	35 32 710	56 57 210	8,60	Pleistozän; ?Tertiär; Tertiär. A	1999
4922 Homberg (Efze)	Brg. 1 (1955), Hombergshäusen	35 31 330	56 58 900	94,23	Tertiär: tmi, tolo-tolu. A	1999
4922 Homberg (Efze)	Brg. 2 (1955), Hombergshäusen	35 29 925	56 59 275	82,75	Tertiär: tmi, tolo-tolu. A	st.
4922 Homberg (Efze)	Brg. 3 (1955), Hombergshäusen	35 31 775	56 59 128	69,70	Tertiär. A	1999
4922 Homberg (Efze)	Brg. 5 (1955), Mosheim	35 31 494	56 60 471	135,00	Tertiär: tmi, tolo, tolu. A	1999
4923 Altmorschen	DB 141.015–41 (1982)	35 40 869	56 58 977	290,00	Quartär; Perm: z; Devon. KB (ab 120 m –ET gekernt)	2003
4923 Altmorschen	Konnefeld (1977)	35 43 110	56 55 870	177,10	Perm: z; ?Oberdevon. KB	2000
4923 Altmorschen	Knüllwald-Rengshäusen (1977)	35 37 330	56 53 060	402,70	Trias: su; Perm: z; ?Unterkarbon. KB (ab 223,3 m –ET gekernt)	st.
4923 Altmorschen	Sterkelshäusen (1979)	35 43 600	56 52 800	273,00	Perm: z; Oberdevon. KB	2000
4923 Altmorschen	Wildsbergquelle, Beiseförth (1972)	35 39 290	56 61 460	122,00	Quartär; Trias: smV, suSA, suB	st.
4924 Seifertshäusen	Braach (1979)	35 48 010	56 51 830	155,45	Perm: z; Oberdevon. KB	1999
4924 Seifertshäusen	Herlefeld (1978)	35 53 100	56 60 760	151,00	Quartär; p; Perm: z; Praezechstein, Grauwacke. KB	1998
4924 Seifertshäusen	Obergude (1979)	35 49 600	56 59 800	200,20	Perm: z; Oberdevon. KB	2000
4925 Sontra	C/77-B 10 (1977)	35 64 020	56 58 490	68,20	Perm: z, r. KB	st.
4925 Sontra	C/76-B 15 (1976)	35 69 860	56 63 050	55,15	Quartär; Trias: s. KB	st.
4925 Sontra	Cornberg (1964/1965)	35 60 370	56 56 280	151,60	Perm: z. KB, A	st.
4925 Sontra	KB 1 (1978)	35 66 470	56 58 290	15,00	Perm: z; Paläozoikum (Tonschiefer). KB	st.
4925 Sontra	VB 1 (1974)	35 68 810	56 58 050	150,00	Trias: soRö, smS, smH, smD, smV	st.
4925 Sontra	VB 6 (1975)	35 66 470	56 61 400	120,00	Quartär; Trias: smV, su	st.
4925 Sontra	VB 7 (1975)	35 66 240	56 62 930	120,00	Quartär; Trias: su	st.
4925 Sontra	VB 9 (1975)	35 68 600	56 62 610	120,00	Quartär; Trias: smV, su	st.
4926 Herleshausen	Grandenborn 02 (1985)	35 73 180	56 59 680	154,00	Trias: mm, mu, so	1996
4926 Herleshausen	Grandenborn 16 (1988)	35 71 300	56 60 320	184,00	Trias: mo, mm, mu, so (Röt4)	1996
4926 Herleshausen	KB 05, Talbrücke Wommen (1990)	35 78 457	56 54 093	30,00	Perm: z, ro. KB, A	2002
4926 Herleshausen	KB 06, Talbrücke Wommen (1990)	35 78 473	56 54 103	25,40	Perm: z. KB, A	2002
4926 Herleshausen	KB 07, Talbrücke Wommen (1990)	35 78 489	56 54 110	25,00	Perm: z, ro. KB, A	2002
4926 Herleshausen	KB 08, Talbrücke Wommen (1990)	35 78 507	56 54 117	20,00	Perm: z, ro. KB, A	2002
4926 Herleshausen	KB 09, Talbrücke Wommen (1990)	35 78 524	56 54 124	20,00	Perm: z. KB, A	2002

Blatt-Nr. u. -Name	Bezeichnung	R-Wert	H-Wert	Teufe m	Stratigraphische Bezeichnung, z. T. Gesteinsart	A.E.
4926 Herleshausen	KB 10, Talbrücke Wommen (1990)	35 78 541	56 54 131	20,00	Perm: z, ro. KB, A	2002
4926 Herleshausen	KB 11, Talbrücke Wommen (1990)	35 78 558	56 54 136	20,00	Perm: z, ro. KB, A	2002
4926 Herleshausen	KB 12, Talbrücke Wommen (1990)	35 78 574	56 54 141	20,00	Perm: z. KB, A	2002
4926 Herleshausen	Lengforst (1982)	35 77 840	56 54 380	100,00	Perm: z, r. KB, A	1993
4926 Herleshausen	Nesselröden 1 (1981)	35 78 780	56 54 690	193,70	Trias: su; Perm: z, r. KB, A	1993
4926 Herleshausen	Renda (1985)	35 77 300	56 59 360	98,00	Quartär; Trias: mo, mm, Verwerfung, mo	1996
4926 Herleshausen	Röhrda 1 (1985)	35 73 070	56 62 720	145,50	Quartär, Trias: k, m, so (gestörtes Profil)	st.
4926 Herleshausen	VB 4 (1974)	35 71 100	56 55 130	120,00	Trias: smH, smD, smV	st.
4926 Herleshausen	VB 10 (1975)	35 71 760	56 54 940	120,00	Quartär; Trias: so, sm	st.
5016 Bad Laasphe	SL 001 (1982) Schrägbrg.	34 63 840	56 40 610	300,00	Grenzbereich Mittel-/Oberdevon (Bänderschiefer)	1996
5017 Biedenkopf	SBA 2 (1982) Schrägbrg.	34 67 690	56 44 360	296,00	Grenzbereich Mittel-/Oberdevon (Bänderschiefer)	1996
5017 Biedenkopf	SX 001 (1982) Schrägbrg.	34 71 060	56 44 240	108,00	Unterkarbon (Kulm-Tonschiefer)	1996
5017 Biedenkopf	SX 004 (1982) Schrägbrg.	34 70 870	56 44 110	120,00	Unterkarbon (Kulm-Tonschiefer)	1996
5017 Biedenkopf	SX 006 (1982)	34 71 780	56 44 660	258,00	Unterkarbon (Kulm-Grauwacke, -Tonschiefer, -Kieselschiefer, -Lydite)	1996
5017 Biedenkopf	SX 007 (1982)	34 72 220	56 43 920	278,00	Unterkarbon (Kulm-Grauwacke, -Tonschiefer)	1996
5017 Biedenkopf	SX 010 (1982)	*		250,00	Unterkarbon?	1996
5017 Biedenkopf	SX 011 (1982)	*		106,00	Unterkarbon?	1996
5017 Biedenkopf	SX 012 (1984)	34 73 530	56 44 100	217,00	Unterkarbon?	1996
5018 Wetter	FB Rosenthal (1991)	34 87 590	56 49 720	551,30	Trias: (sm), su; Perm: zs, z; Devon: (do?) KB	2011
5019 Gemünden (Wohra)	Halsdorf VB 1 (1969/1970)	34 97 360	56 42 870	160,00	Trias: smD, smV, su.	st.
5019 Gemünden (Wohra)	Schiffelbach (1963)	34 98 940	56 46 870	241,03	Trias: su; Perm: z; ?Unterkarbon: cd3. KB, A	2008
5020 Gilserberg	Gilserberg (1965)	35 05 720	56 45 890	131,00	Trias: su; Perm: z; Unterkarbon: cd3 oder Devon. KB	2008
5020 Gilserberg	Jesberg (1962)	35 10 990	56 48 900	135,00	Trias: s; Perm: z; Unterkarbon: cd3. KB	2008
5020 Gilserberg	Moischeid (1988)	35 01 880	56 49 090	124,00	Quartär; Unterkarbon (?Urfer Schichten). KB	1997
5022 Schwarzenborn	Völkershain (1967)	35 33 110	56 49 140	200,00	Trias: smV, su. KB	st.
5023 Ludwigseck	Ersrode (1971)	35 40 890	56 48 760	164,00	Trias: soRö und smS	st.
5023 Ludwigseck	Mühlbach I (1954)	35 38 950	56 43 820	250,90	Quartär; Trias: su; Mitteldevon. (A Handstücke)	st.
5024 Rotenburg an der Fulda	Blankenheim (1982)	35 53 456	56 44 396	485,10	Perm: ro. KB (ab 175 m—ET gekernt)	1998
5024 Rotenburg an der Fulda	Lüdersdorf (Mündershausen) (1978)	35 51 660	56 47 250	488,00	Trias: su; Perm: z1,r. KB (ab 202 m—ET gekernt)	1994
5024 Rotenburg an der Fulda	Rohrbach (1980)	35 50 580	56 41 600	558,00	Trias: s; Perm: z, r; Devon? KB (ab 310 m—ET gekernt)	2000
5024 Rotenburg an der Fulda	VB Ludwigswau/ Gerterode (1971)	34 48 420	56 44 890	100,00	Trias: soRö, smS, smH, A	st.
5025 Hönebach	Ronshausen 15 (1979)	35 59 420	56 45 330	551,00	Trias: s; Perm: z, r; Schiefer (evtl. Vordevon?). KB (ab 231 m—ET gekernt)	2000
5025 Hönebach	Ronshausen 16 (1980)	35 59 450	56 44 800	461,30	Trias: s; Perm: z,r; Schiefer (metamorph überprägt?). KB (ab 273 m—ET gekernt)	2000
5025 Hönebach	Ronshausen 17 (1980)	35 59 630	56 44 380	551,00	Trias: s; Perm: z, r; Schiefer (?Vordevon). KB (ab 306,7 m—ET gekernt)	2000
5025 Hönebach	Ronshausen 19, Nausisberg (1982)	35 59 930	56 45 500	360,45	Trias: su; Perm: z, r. KB, A	1993
5026 Berka/Werra	Obersuhl 2 (1987)	35 74 510	56 46 280	327,00	Quartär; Trias: su; Perm: z6—z3	st.
5119 Kirchhain	Brg. Alsfeld-Rauschenberg (1957)	34 96 185	56 39 765	614,00	Pleistozän, Trias: su, Perm: z, Transgression, Devon: dn-a, Störung,	
					Karbon: cd. KB, A	2001
5120 Neustadt (Hessen)	B 2 (1992)	35 10 385	56 31 080	16,00	Quartär; Tertiär. KB	1994
5120 Neustadt (Hessen)	B 3 (1992)	35 10 495	56 30 755	22,70	Quartär; Tertiär. KB	1994

Blatt-Nr. u. -Name	Bezeichnung	R-Wert	H-Wert	Teufe m	Stratigraphische Bezeichnung, z. T. Gesteinsart	A.E.
5120 Neustadt (Hessen)	Pegelbrunnen (1955)	35 00 940	56 31 080	40,10	Trias: ?sm4, sm3. A	st.
5122 Neukirchen	BK 1 (1988), Oberaula	35 33 786	56 37 333	43,20	Tertiär; Trias: m, ?m, oder so. KB	1999
5122 Neukirchen	BK 2 (1988), Oberaula	35 33 610	56 37 620	37,00	Tertiär; Trias: ?so4. KB	1999
5122 Neukirchen	BK 3 (1988), Oberaula	35 33 512	56 37 361	42,00	Tertiär; Trias: mm. KB	1999
5122 Neukirchen	BK 4 (1988), Oberaula	35 34 050	56 37 665	30,00	Quartär; Trias: k. KB	1999
5123 Niederaula	Brg. 7 (1987), Schrägbrg.	35 41 553	56 37 228	?41,50	Tertiär (Schlottenfüllung); Trias: (Versturzmassen aus Gesteinen des Buntsandsteins), smD. KB	1997
5123 Niederaula	Gershäusen (1981)	35 38 582	56 33 962	421,70	Trias: su; Perm: z; Karbon: cs,t. KB, A (ab 301 m—ET gekernt)	1993
5123 Niederaula	Kleba (1980)	35 41 510	56 31 150	558,00	Trias: s; Perm: z, r. KB, A (ab 331 m—ET gekernt)	2000
5123 Niederaula	Untergeis 1 (1956)	35 44 990	56 39 880	500,80	Quartär; Trias: s, Perm: z, Transgression, ?Oberdevon. KB, A	st.
5124 Bad Hersfeld	Lullusbrunnen (1965)	35 49 460	56 36 480	412,00	Trias: su; Perm: z. KB, A	1995
5125 Friedewald	Weißborn 2 (1956/57)	35 59 698	56 37 553	1750,40	Trias: s, Perm: z, ro, Transgression, ?Kulm. KB, A	st.
5215 Dillenburg	261/2, BAB (1964)	34 49 760	56 19 050	15,00	Unterkarbon: cdDD. KB, A	st.
5215 Dillenburg	1012/46, BAB (1964)	34 49 265	56 21 435	15,00	Oberdevon. KB, A	st.
5215 Dillenburg	KB 3 (1987), Tunnelprojekt	34 49 386	56 22 907	35,00	Oberdevonische Sandsteine und Schiefer. KB	1993
5215 Dillenburg	KB 9 (1987), Tunnelprojekt	34 49 621	56 22 743	70,00	Grenzbereich Mittel-/Oberdevon (Spilit). KB	1993
5215 Dillenburg	KB 10 (1987), Tunnelprojekt	34 49 630	56 22 713	70,70	Grenzbereich Mittel-/Oberdevon (Spilit). KB	1993
5215 Dillenburg	SD 002 (1981) Schrägbrg.	34 50 480	56 25 950	248,00	Mitteldevon (Wissenbacher Schiefer, Diabas)	1996
5215 Dillenburg	SD 003 (1981) Schrägbrg.	34 45 650	56 23 140	256,00	Mitteldevon (Quarzit, Wissenbacher Schiefer, Diabas); Unterdevon (Kieselgallen-Schiefer)	1996
5216 Oberscheld	Handstein 1 (1955)	34 55 520	56 20 950	709,35	Unterkarbon: cdDD; Oberdevon: dh,dn,da (in mehreren Schuppen); da/v,Fe, dv. KB, A	1994
5216 Oberscheld	Handstein 2 (1955)	34 55 720	56 21 310	595,70	Unterkarbon: cdDD; Devon: da, da/v,Fe, dv; Lagerzug Eiserne Hand. KB, A	1994
5216 Oberscheld	Herrnberg 3 (1950)	34 55 775	56 25 965	350,80	Unterkarbon: cdDD; Devon: da, da/v,Fe; NE Eibacher Lagerzug. KB, A	1994
5216 Oberscheld	Ida II/9 (1955)	34 54 185	56 21 310	339,70	Unterkarbon: cdDD; Oberdevon: da/v,Fe, dv; Lagerzug Eiserne Hand. KB, A	1994
5216 Oberscheld	Ida II/10 (1955)	34 55 410	56 21 125	560,65	Unterkarbon II; da/v,Fe, dv. KB, A	1994
5216 Oberscheld	Kreuzberg 1 (1939/1940)	34 54 530	56 23 680	1 004,00	Unterkarbon: cdDD; Devon: doCE bis dv (mehrere Schuppen); mittlerer Eibacher Lagerzug. KB, A	1994
5216 Oberscheld	Medardus 8 (1951/1952)	34 56 340	56 26 460	424,40	Unterkarbon: cdDD; Devon: do,t+s, da, da/v,Fe, dv; NE Eibacher Lagerzug. KB, A	1994
5216 Oberscheld	Stirnheckeberg 8 (1951)	34 56 570	56 26 825	230,75	Devon: dn/da mit D, da/v,Fe, dv; NE Eibacher Lagerzug. KB, A	1994
5216 Oberscheld	Tiefe Grube 1 (1952/1953)	34 55 155	56 23 530	324,05	Unterkarbon: cdDD; Devon: da/v,Fe, dv (2 Schuppen); Schelder Lagerzug. KB, A	1994
5216 Oberscheld	Tiefe Grube 2 (1953)	34 54 960	56 23 340	385,75	Unterkarbon: cdDD; Devon: da, dv; Schelder Lagerzug. KB, A	1994
5216 Oberscheld	Vogel 1 (1940/1941)	34 53 780	56 23 550	503,00	Unterkarbon: cdDD; Devon: dn bis dv; mittlerer Eibacher Lagerzug. KB, A	1994
5216 Oberscheld	Vogel 9 (1961/1962)	34 53 887	56 23 488	353,20	Unterkarbon: cdDD, cdAL; Devon: dh—dn in Cephalopoden-Fazies, da, da/v,Fe, dv; 3 Schuppen, mittlerer Eibacher Lagerzug. KB	1994

Blatt-Nr. u. -Name	Bezeichnung	R-Wert	H-Wert	Teufe m	Stratigraphische Bezeichnung, z. T. Gesteinsart	A.E.
5216 Oberschedl	Ypsilanta 1 (1947/1948)	34 55 210	56 23 435	454,40	Unterkarbon: cdDD; Devon: dd—w,Dvt, da, dv; Schelder Lagerzug. KB, A	1998
5220 Kirtorf	A/83-B7 (1983)	35 11 080	56 29 100	25,50	Quartär; Tertiär; Trias: s. KB	1999
5220 Kirtorf	A/83-B9 (1983)	35 10 400	56 21 730	23,00	Tertiär; Trias: s. KB, A	1999
5220 Kirtorf	Lehrbach (1980)	35 05 700	56 26 770	531,20	Trias: s; Perm: z: ?Devon. KB, A	2000
5221 Alsfeld	A/83-B5 (1983)	35 21 830	56 21 780	54,20	Tertiär; Trias: s. KB, A	1999
5221 Alsfeld	A/83-B6 (1983)	35 22 770	56 19 790	47,50	Tertiär; Jura? KB, A	1999
5222 Grebenau	A/83-B1 (1983)	35 25 620	56 28 420	32,80	Quartär; Trias: s. KB	1994
5222 Grebenau	A/83-B2 (1983)	35 23 630	56 25 610	63,00	Quartär; Tertiär; Trias: s. KB	1994
5222 Grebenau	A/83-B3 (1983)	35 25 890	56 18 670	30,00	Quartär; Trias: s. KB	1994
5222 Grebenau	A/83-B4 (1983)	35 24 630	56 19 120	36,30	Quartär; Tertiär; Trias: s. KB	1994
5222 Grebenau	Eifa (1979/1980)	35 25 340	56 22 570	166,40	Quartär; Tertiär; Trias: s. KB, A (ab 130 m—ET gekernt)	1998
5222 Grebenau	Wallersdorf (1980)	35 33 550	56 24 000	372,00	Trias: s; Perm: z; ?Vordevon. KB, A (ab 14 m—ET gekernt)	2000
5223 Queck	Queck (1981)	35 38 865	56 19 165	392,70	Trias: su; Perm: z, r. KB, A (ab 42,5 m—ET gekernt)	1998
5224 Eiterfeld	Reckrod 2 (1980)	35 55 890	56 26 830	755,40	Trias: s; Perm: z, r. KB, A	2000
5225 Geisa	Ufhausen (1981)	35 60 720	56 28 532	1 202,90	Trias: m, sm, su; Perm: z, r. KB	1996
5315 Herborn	Breitscheid 1 (1969)	34 43 410	56 17 275	305,00	Devon: Riffkalk. KB	st.
5315 Herborn	Breitscheid 2 (1969)	34 43 898	56 17 158	156,70	Devon: Riffkalk. KB	st.
5315 Herborn	Breitscheid 3 (1969)	34 44 098	56 17 611	102,60	Unterkarbon: cdDD; Riffkalk. KB	st.
5315 Herborn	Driedorf 2 (1940/1942)	34 41 920	56 12 160	1 222,60	Devon: do—dm (dv). KB, A	st.
5315 Herborn	264/3, BAB (1964)	34 50 260	56 17 897	?17,00	Devon: dd—dw. KB, A	st.
5316 Ballersbach	B 2b, BAB (1968)	34 61 860	56 07 690	51,00	Unterkarbon; Devon: dd—dh mit körnigem Intrusiv-Diabas. KB	st.
5316 Ballersbach	B 10, BAB (1968)	34 62 790	56 07 569	25,00	Devon: do. KB, A	st.
5316 Ballersbach	B 29a, BAB (1968)	34 62 942	56 07 366	16,00	Devon: dv (Schalstein mit Kalksteinlinsen). KB, A	st.
5316 Ballersbach	BN 8, BAB (1968)	34 61 870	56 07 740	60,00	Unterkarbon; Devon: dd, dh mit Intrusiv-Diabas. KB, A	st.
5316 Ballersbach	KB 27, BAB (1968)	34 62 968	56 07 400	13,30	Devon: dv (Schalstein mit Kalksteineinschlüssen). KB, A	st.
5316 Ballersbach	KB 199a, BAB (1967)	34 53 216	56 10 405	10,00	Devon: do. KB, A	st.
5322 Lauterbach (Hessen)	Ützhausen (1982)	35 35 260	56 12 690	422,00	Trias: su; Perm: z, r. KB, A (ab 29 m—ET gekernt)	1998
5324 Hünfeld	Mackenzell (1958)	34 55 980	56 14 300	129,90	Störungszone mit steilstehendem Buntsandstein. KB, A (Handstücke)	st.
5415 Merenberg	Strütchen 1 (1954)	34 49 240	55 96 600	140,36	Devon: do, da/v, dvD. KB, A	2002
5415 Merenberg	Victor 15 (1961)	34 52 350	56 04 780	361,00	Intrusiv-Diabas in Oberdevonischen Schichten. KB, A	st.
5416 Braunfels	Fortuna 35 (1957/1958)	34 57 920	56 05 200	673,70	Intrusiv-Diabas; Devon: do, dv. KB, A	st.
5416 Braunfels	Fortuna 37 (1958)	34 58 440	56 04 520	208,30	Devon (mehrere Schuppen mit Fe-Grenzlager). KB, A	2008
5417 Wetzlar	B 92, BAB (1968)	34 64 694	56 06 637	12,00	Devon. KB, A	st.
5419 Laubach	Brg. 139 (1972)	34 94 730	56 02 880	100,00	Quartär, Tertiär. KB	2000
5419 Laubach	Brg. 140 (1972)	34 97 180	56 04 660	100,20	Quartär, Tertiär	2000
5419 Laubach	Brg. 191 (1977)	34 89 790	55 97 130	172,00	Quartär, Tertiär	2000
5419 Laubach	Brg. 192 (1978)	34 97 760	55 98 300	208,00	Quartär, Tertiär (ab 131,5 m gekernt)	2000
5420 Schotten	Brg. 22 (1973)	35 05 700	56 98 400	180,00	Quartär, Tertiär. KB, A	2000
5420 Schotten	Brg. 150 (1972)	35 06 320	56 06 990	151,00	Quartär, Tertiär	2000
5421 Ulrichstein	Vogelsberg 1 (1973)	35 18 150	56 97 110	200,90	Quartär bis Tertiär: t,B und t,Bt. KB	st.

Blatt-Nr. u. -Name	Bezeichnung	R-Wert	H-Wert	Teufe m	Stratigraphische Bezeichnung, z. T. Gesteinsart	A.E.
5421 Ulrichstein	Vogelsberg 2/2A (1972/1973)	35 20 810	55 98 890	490,35	Quartär bis Tertiär: t,B und t,Bt. KB	st.
5423 Großenlüder	Oberode 1 (1954)	35 40 000	56 01 040	833,60	Trias: s; Perm: z, r. A	st.
5424 Fulda	Armenhof (1959)	35 56 010	56 03 750	80,50	Trias: sm,KB, A	1995
5424 Fulda	BK 174/11, Rangierbhf. Fulda (1978)	35 49 009	56 00 492	15,30	Trias: muWT, muW2. KB	1996
5425 Kleinsassen	A/91-B 1 (1991)	35 62 330	56 03 095	199,60	Tertiär (Ignimbrit). KB	2001
5425 Kleinsassen	A/91-B 2 (1991)	35 64 580	56 02 010	235,00	Tertiär (Ignimbrit). KB	2001
5425 Kleinsassen	Dietges 1 (1956)	35 66 570	55 99 520	567,20	Quartär; Trias: sm; Perm: z, r. A	st.
5514 Hadamar	A 11 E (1992)	34 32 590	55 88 030	75,00	Quartär; Tertiär; Devon. KB	2002
5514 Hadamar	Brg. 4 A (1988)	34 32 550	55 88 210	220,00	Quartär; Tertiär: pl-mj; Mitteldevon, A	st.
5514 Hadamar	Sp. 2 (1980)	34 37 720	55 87 820	110,00	Tertiär; Devon. KB	1994
5514 Hadamar	Sp. 4 (1980)	34 38 650	55 88 450	120,00	Devon. KB	1994
5515 Weilburg	Georg 3 (1954/1955)	34 45 950	55 91 040	231,70	Devon: da, dv. KB, A	st.
5515 Weilburg	Hermannstein 2 (1939/1942)	34 45 595	55 90 670	537,10	Devon: dn, da, da/v,Fe, dv. KB, A	st.
5515 Weilburg	Joseph 3 (1961)	34 45 050	55 91 160	252,94	Unterkarbon: cdDD; Devon: do, da/v,Fe. KB, A	st.
5515 Weilburg	Joseph 5 (1962)	34 45 180	55 91 370	346,70	Devon: do4—2, Störungzone; do3—1; d ₂ ⁺ , Fe; dv. KB (A Kernstücke)	st.
5519 Hungen	Bad Salzhausen (1975/1976)	34 98 980	55 86 350	1 000,00	Quartär; Tertiär; Perm: r.	1996
5519 Hungen	Brg. 53 (1965)	34 98 730	55 85 080	60,00	Quartär, Tertiär. KB, A	2000
5519 Hungen	Brg. 59 (1965)	34 99 980	55 87 220	150,00	Quartär, Tertiär. KB, A	2000
5519 Hungen	Brg. 187 (1978)	34 90 580	55 93 350	90,00	Quartär, Tertiär	2000
5519 Hungen	Brg. 189 (1977)	34 93 850	55 90 430	100,00	Quartär, Tertiär	2000
5519 Hungen	Brg. 193 (1979)	34 95 440	55 93 280	100,00	Quartär, Tertiär	2000
5519 Hungen	Brg. 201 (1980)	34 98 930	55 94 200	161,00	Quartär, Tertiär	st.
5520 Nidda	Brg. 31 (1962)	35 06 180	56 93 200	448,30	Quartär, Tertiär. KB	2000
5520 Nidda	Brg. 35 (1963)	35 01 840	55 88 170	221,50	Quartär, Tertiär	2000
5520 Nidda	Brg. 60 (1965)	35 03 140	55 86 640	105,55	Quartär, Tertiär. KB, A	2000
5520 Nidda	Brg. 65 (1966)	35 01 790	55 88 010	82,60	Quartär, Tertiär	2000
5520 Nidda	Brg. 67 (1966)	35 01 780	55 88 110	100,00	Quartär, Tertiär	2000
5525 Nidda	Brg. 71 (1966)	35 01 750	55 87 890	115,00	Quartär, Tertiär (ab 100,30 m gekernt)	2000
5520 Nidda	Brg. 73 (1966)	35 01 700	55 88 070	102,00	Quartär, Tertiär	2000
5520 Nidda	Brg. 74 (1966) I	35 01 500	55 88 280	100,00	Quartär, Tertiär	2000
5520 Nidda	Brg. 74 (1966) II	35 01 510	55 88 270	103,00	Quartär, Tertiär	2000
5520 Nidda	Brg. 82 (1967)	35 01 510	55 88 270	100,50	Quartär, Tertiär. A	2000
5520 Nidda	Brg. 83 (1967)	35 01 750	55 88 070	100,00	Quartär, Tertiär	2000
5520 Nidda	Brg. 89 (1967)	35 01 730	55 88 210	101,30	Quartär, Tertiär	2000
5520 Nidda	Brg. 92 (1968)	35 05 060	55 91 910	150,00	Quartär, Tertiär	2000
5520 Nidda	Brg. 194 (1980)	35 00 040	55 89 070	160,00	Quartär, Tertiär	2000
5520 Nidda	Brg. 195 (1978)	35 03 130	55 88 870	150,30	Quartär, Tertiär	2000
5520 Nidda	Brg. 196 (1979)	35 05 550	55 88 390	165,50	Quartär, Tertiär	2000
5522 Freiensteinau	Bannerod (1965)	35 27 760	55 95 920	48,00	Holozän/Pleistozän; Tertiär (Tuffe, Basalt)	1998
5523 Neuhof	BK 181/35 (1979)	35 46 805	55 94 823	36,00	Quartär; Trias: smD, smV. KB	1996
5523 Neuhof	BK 203/4 (1980)	35 46 403	55 89 122	20,00	Quartär, Versturzmasse (Gesteine des Tertiärs und Röts). KB	1996

Blatt-Nr. u. -Name	Bezeichnung	R-Wert	H-Wert	Teufe m	Stratigraphische Bezeichnung, z. T. Gesteinsart	A.E.
5523 NeuhoF	BK 203/7 (1980)	35 46 807	55 89 267	20,00	Quartär, Versturzmase (Gesteine des Röts und der Solling-Folge). KB	1996
5523 NeuhoF	BK 204/9 (1980)	35 46 421	55 88 638	20,00	Quartär, Versturzmase (Gesteine des Tertiärs, Röts, Solling-Bausandsteins)	1996
5523 NeuhoF	BK 204/19 (1980)	35 46 736	55 88 120	19,00	Quartär, Versturzmase (Gesteine des Tertiärs, Röts und der Solling-Folge)	1996
5523 NeuhoF	BK 204/20 (1980)	35 46 736	55 88 179	23,30	Quartär, Versturzmase (Gesteine des Tertiärs und der Solling-Folge). KB	1996
5523 NeuhoF	BK 204/22 (1980)	35 46 795	55 88 263	20,00	Quartär; Tertiär; Trias: smS. KB	1996
5523 NeuhoF	BK 204/28 (1980)	35 46 820	55 89 096	40,00	Quartär (Solifluktionsschutt, Versturzmase: Gesteine des Röt). KB	1996
5523 NeuhoF	BK 206/13 (1980)	35 46 544	55 87 035	40,00	Quartär; Tertiär; Trias: smS. KB	1996
5523 NeuhoF	BK 206/15 (1980)	35 46 395	55 86 828	40,00	Quartär; Tertiär; Trias: smH. KB	1996
5523 NeuhoF	BK 206/21 (1981)	35 46 584	55 87 026	35,70	Quartär (Solifluktionsschutt); Tertiär: tmi; Trias: sm. KB	1996
5523 NeuhoF	BK 206/27 (1981)	35 46 567	55 86 818	36,00	Quartär (Solifluktionsschutt); Tertiär: tmi; Trias: smS, smH. KB	1996
5523 NeuhoF	BK 206/30 (1981)	35 46 437	55 86 590	32,00	Quartär (Solifluktionsschutt); Tertiär: tmi; Trias: smS, smH. KB	1996
5523 NeuhoF	BK 206/32 (1981)	35 46 479	55 86 663	40,00	Quartär (Solifluktionsschutt); Tertiär: tmi; Trias: smS. KB	1996
5523 NeuhoF	BK 208/4 (1979)	35 46 840	55 85 054	120,00	Quartär; Tertiär; Trias: smS, smH, smD. KB	1996
5523 NeuhoF	BK 208/13 (1980)	35 46 345	55 85 752	60,00	Quartär; Tertiär; Trias: smH, smD. KB	1996
5523 NeuhoF	BK 208/22 (1981)	35 46 322	55 85 691	36,70	Quartär (Deckschichten); Tertiär: tmi; Trias: smS, smH. KB	1996
5524 Weyhers	RN 1, Thalau (1980)	35 54 240	55 89 550	655,35	Trias: sm, su; Perm: z, r. KB, A	1993
5524 Weyhers	RN 2, Langenroth/Giechenbach (1980)	35 58 680	55 89 570	460,70	Trias: su; Perm: z; Kristallin. KB, A	1993
5524 Weyhers	RN 4, Hattenrod/Eichenzell (1980)	35 51 750	55 95 420	597,55	Trias: sm, su; Perm: z, r. KB, A	1993
5524 Weyhers	Schindel (1968)	35 55 920	55 93 890	172,85	Tertiär: mio; Trias: sm.	st.
5525 Gersfeld (Rhön)	Dahlherda 1 (1956)	35 60 035	55 88 860	425,50	Pleistozän; Trias: sm, su; Perm: z; kristallines Grundgebirge, A	st.
5525 Gersfeld (Rhön)	Wasserkuppe 1+2 (1964—66)	35 67 500	55 96 060	200,00	Holo-/Pleistozän, Tertiär, A	st.
5526 Bischofsheim a. d. Rhön	SR 5, Unterweißenbrunn (1981)	35 74 610	55 85 350	551,00	Trias: sm, su; Perm: z, r. KB, A	1993
5614 Limburg a. d. Lahn	Limburg VB 16 (1961)	34 32 490	55 84 890	60,00	Quartär; Devon: dm. KB	1994
5616 Grävenwiesbach	A/89-B 1 (1989)	34 59 280	55 75 360	65,00	Devon: dzu. KB	1995
5616 Grävenwiesbach	A/89-B 2 (1989)	34 59 280	55 75 340	79,80	Devon: dzu. KB	1995
5616 Grävenwiesbach	Heinzenberg I (1985)	34 56 930	55 84 580	56,00	Quartär, Devon: dzSI	2000
5616 Grävenwiesbach	Heinzenberg II (1985)	34 56 760	55 84 580	40,30	Quartär, Devon; dzSI	2000
5617 Usingen	A/88-B 1 (1988), Schrägbrg.	34 69 900	55 77 120	100,50	Quarzugang im Unterdevon. KB	1993
5617 Usingen	A/88-B 2 (1988), Schrägbrg.	34 69 520	55 77 450	65,00	Quarzugang im Unterdevon. KB	1995
5617 Usingen	A/88-B 3 (1988), Schrägbrg.	34 71 060	55 77 830	60,00	Quarzugang im Unterdevon. KB	1995
5617 Usingen	A/88-B 4 (1988), Schrägbrg.	34 70 860	55 77 780	60,00	Quarzugang im Unterdevon. KB	1995
5618 Friedberg (Hessen)	Sprudel XIV (1900)	34 81 853	55 81 308	209,43	Holozän; Pleistozän; ?Tertiär; Devon: dm (Massenkalk). KB	st.
5619 Staden	A/81-B 1a (1981)	34 92 620	55 74 260	36,40	Quartär; Perm: r. KB	1997
5619 Staden	A/81-B 1b (1981)	34 92 680	55 76 620	45,00	Quartär; ?Tertiär. KB	1997
5619 Staden	Brg. 1e, BAB (1969)	34 94 803	55 78 311	18,00	Quartär; Perm: r. KB	1997
5619 Staden	Brg. 2a, BAB (1969)	34 94 787	55 78 025	15,00	Quartär; Perm: r. KB	1997
5619 Staden	Brg. 3c, BAB (1969)	34 94 753	55 77 688	13,00	Quartär; Perm: r. KB	1997
5619 Staden	Brg. 4a, BAB (1969)	34 94 786	55 76 895	41,00	Quartär; Perm: r. KB	1997
5619 Staden	Brg. 8a, BAB (1969)	34 95 417	55 75 858	15,00	Quartär; Perm: r. KB	1997
5619 Staden	Brg. 12c, BAB (1969)	34 96 546	55 75 159	40,00	Quartär; Tertiär. KB	1997

Blatt-Nr. u. -Name	Bezeichnung	R-Wert	H-Wert	Teufe m	Stratigraphische Bezeichnung, z. T. Gesteinsart	A.E.
5619 Staden	Brg. 12e, BAB (1969)	34 96 628	55 75 100	35,00	Quartär; Tertiär. KB	1997
5619 Staden	Brg. 14, BAB (1969)	34 96 955	55 74 763	12,00	Quartär; Tertiär; Perm: r. KB	1997
5619 Staden	Brg. 15, BAB (1969)	34 97 209	55 74 240	17,00	Quartär; Tertiär. KB	1997
5619 Staden	Brg. 15a, BAB (1969)	34 97 259	55 74 141	15,00	Quartär; Tertiär. KB	1997
5619 Staden	Brg. 15c, BAB (1969)	34 97 341	55 73 921	8,00	Quartär; Tertiär. KB	1997
5619 Staden	Brg. 16, BAB (1969)	34 97 343	55 73 729	14,00	Quartär; Tertiär. KB	1997
5619 Staden	Brg. 48 (1965)	34 98 750	55 84 660	102,50	Quartär, Tertiär	2000
5619 Staden	Brg. 55 (1965)	34 96 800	55 83 350	61,50	Quartär, Tertiär. KB, A	1995
5619 Staden	Brg. 57 (1965)	34 99 600	55 82 800	50,00	Quartär, Tertiär. KB	1995
5619 Staden	Brg. 99 (1969)	34 99 410	55 83 560	110,00	Quartär, Tertiär	1995
5619 Staden	Brg. 103a, BAB (1969)	34 97 142	55 74 372	17,50	Quartär; Tertiär. KB	1997
5619 Staden	Brg. 103b, BAB (1969)	34 97 192	55 74 346	15,00	Quartär; Tertiär. KB	1997
5619 Staden	Brg. 105 (1968)	34 99 010	55 83 910	83,50	Quartär, Tertiär	1995
5619 Staden	Brg. 111 (1968)	34 99 310	55 83 520	101,00	Quartär, Tertiär	1995
5619 Staden	Brg. 116 (1969)	34 99 370	55 83 750	90,00	Quartär, Tertiär. KB, A	1995
5619 Staden	Obermückstadt (1953)	34 97 840	55 78 760	40,00	Tertiär; Trias: su	1997
5620 Ortenberg	Gelnhaar (1983)	35 10 450	55 79 480	588,90	Trias: sm, su; Perm: z,r. KB (ab 33m gekernt)	1996
5620 Ortenberg	Hirzenhain (1966/1967/1968)	35 09 360	55 83 810	744,00	Quartär; Tertiär: mi; Trias: smS, smH, smD, smV, suS, suG, suB. KB	1994
5622 Steinau a. d. Straße	Ahl (1980)	35 29 480	56 74 130	631,00	Trias: sm, suS, suG, suB; Perm: z, r. KB	2000
5623 Schlüchtern	BK 208/5 (1979)	35 46 701	55 83 335	130,00	Quartär; Tertiär: mi; Trias: smS, smH, smD, smV. KB	1996
5623 Schlüchtern	BK 208/6 (1979)	35 46 747	55 82 015	140,50	Quartär; Tertiär: B, mi; Trias: soRö, smS, smH, smD. KB	1996
5623 Schlüchtern	BK 208/15 (1979)	35 46 302	55 83 964	121,30	Quartär; Tertiär: mi; Trias: smS, smH, smD. KB	1996
5623 Schlüchtern	BK 208/16 (1981)	35 46 544	55 81 502	150,00	Quartär (Deckschichten); Tertiär: tmi; Trias: so2, smS, smH, smD. KB	1996
5623 Schlüchtern	BK 208/17 (1982)	35 46 906	55 78 580	200,00	Quartär (Deckschichten); Tertiär: tmi; Trias: so2, smS, smH, smD. KB	1996
5623 Schlüchtern	BK 208/26 (1981)	35 47 279	55 75 013	22,00	Quartär (Deckschichten); Trias: so2, smS. KB	1996
5623 Schlüchtern	BK 208/30 (1981)	35 47 231	55 78 042	36,00	Quartär (Deckschichten, Versturzmasse: Gesteine des Rötis und zT. Muschelkalks). KB	1996
5623 Schlüchtern	BK 208/33 (1981)	35 46 988	55 77 912	90,00	Quartär(Deckschichten, Verwerfungsbreccie); Trias: smD, smV. KB	1996
5623 Schlüchtern	BK 208/60 (1983)	35 46 425	55 82 465	20,00	Tertiär: mi; Trias: smH. KB	1999
5623 Schlüchtern	BK 208/61 (1983)	35 46 435	55 82 420	32,00	Tertiär: mi. KB	1999
5623 Schlüchtern	BK 209/16 (1979)	35 47 300	55 74 865	13,30	Quartär; Trias: mu. KB	1996
5623 Schlüchtern	BK 210/20 (1979)	35 47 352	55 73 908	28,00	Quartär; Trias: ku. KB	1996
5623 Schlüchtern	Brg. 1 (410) (21982)	35 47 380	55 73 860	15,50	Holozän; Pleistozän; Trias: ku. KB	1999
5623 Schlüchtern	Sterbfritz (1981)	35 43 060	55 75 850	735,00	Trias: sm, su; Perm: z, r. KB, A (ab 29 m—ET gekernt)	1998
5624 Bad Brückenau	RN 3, Kothen (1980/1981)	35 55 915	55 82 740	293,00	Trias: su; Perm: z; Grundgebirge. KB, A	1998
5624 Bad Brückenau	RN 13, Grenzwald (1981/1982)	35 53 125	55 80 108	434,71	Trias: su; Perm: z, r. KB, A	1998
5624 Bad Brückenau	SR 2, Lachsgrund (1981/1982)	35 55 185	55 79 045	418,00	Trias: su; Perm: z; Grundgebirge. KB, A	1993
5626 Sandberg	RN 14, Tannenkopf (1981/1982)	35 74 630	55 77 675	474,01	Trias: sm, su; Perm: z, r. KB, A	1993
5714 Kettenbach	B II, Strinz-Trinitatis (1990)	34 40 070	55 65 730	103,00	Quartär; Unterdevon. KB	1997
5715 Idstein	VB Hünstetten (1992)	34 45 600	55 69 410	101,80	Quartär; Unterdevon (Spitznack-Schichten). KB	1997
5719 Altenstadt	Altenstadt I (1948/1949)	34 95 542	55 72 885	372,00	Perm: r. KB, A	st.

Blatt-Nr. u. -Name	Bezeichnung	R-Wert	H-Wert	Tiefe m	Stratigraphische Bezeichnung, z. T. Gesteinsart	A.E.
5719 Altenstadt	Brg. 106a, BAB (1969)	34 97 725	55 72 696	40,00	Quartär. KB	1994
5719 Altenstadt	Brg. 107a, BAB (1969)	34 97 767	55 72 497	40,00	Quartär. KB	1994
5719 Altenstadt	Brg. 110b, BAB (1969)	34 98 141	55 71 757	10,00	Quartär; Perm: r. KB	1994
5719 Altenstadt	Brg. 112b, BAB (1969)	34 98 611	55 70 841	40,00	Quartär; Perm: r. KB	1994
5719 Altenstadt	Brg. 116b, BAB (1969)	34 99 553	55 70 551	26,70	Quartär; Tertiär. KB	1994
5720 Büdingen	Baumwiesehof (1952)	35 03 970	55 63 660	—	Rotliegendkalk-Probe (bei 49,50 m)	1998
5720 Büdingen	Brg. 33, BAB (1970)	35 00 120	55 64 253	13,00	Quartär; Tertiär. KB	1994
5720 Büdingen	Brg. 121a, BAB (1969)	35 00 506	55 66 731	9,40	Quartär; Perm: r. KB	1994
5720 Büdingen	Brg. 122a, BAB (1969)	35 00 585	55 66 510	20,00	Quartär; Tertiär; Perm: r. KB	1994
5720 Büdingen	Brg. 122b, BAB (1969)	35 00 628	55 66 516	22,00	Quartär; Tertiär; Perm: r. KB	1994
5720 Büdingen	Brg. 125b, BAB (1970)	35 00 454	55 65 302	15,00	Quartär; Perm: r. KB	1994
5720 Büdingen	Brg. 128h, BAB (1969/1970)	35 00 103	55 63 959	34,50	Quartär; Tertiär. KB	1994
5720 Büdingen	Mark. BS 3, BAB (1970)	35 01 525	55 65 466	22,00	Quartär; Tertiär. KB	1994
5720 Büdingen	Mark. BS 6, BAB (1970)	35 01 400	55 65 305	18,00	Quartär; Tertiär. KB	1994
5720 Büdingen	Mark. BS 8, BAB (1970)	35 01 533	55 65 345	19,00	Quartär; Tertiär. KB	1994
5720 Büdingen	Mark. BS 13, BAB (1970)	35 01 564	55 65 439	24,50	Quartär; Tertiär. KB	1994
5720 Büdingen	Rav. BS 2, BAB (1970)	35 00 576	55 63 253	24,00	Quartär; Tertiär. KB	1994
5720 Büdingen	Rav. BS 3, BAB (1970)	35 00 457	55 63 264	20,00	Quartär; Tertiär. KB	1994
5720 Büdingen	Rav. BS 4a, BAB (1970)	35 01 015	55 64 020	10,00	Quartär; Tertiär. KB	1994
5720 Büdingen	Rav. BS 5, BAB (1970)	35 00 383	55 63 295	9,40	Quartär; Tertiär. KB	1994
5721 Gelnhausen	Stadtwald 3 (1967)	35 16 560	55 64 500	70,00	Trias: s	st.
5721 Gelnhausen	Stadtwald 4 (1967)	35 16 660	55 64 750	70,00	Trias: s	st.
5723 Altengronau	Altengronau (1982)	35 45 120	55 69 250	516,90	Perm: r. KB, A	1998
5723 Altengronau	BK 7/1 (1979)	35 44 530	55 64 940	80,00	Quartär; Trias: suS, suG. KB	1995
5723 Altengronau	Burgjoß (1981)	35 36 080	55 65 500	608,65	Trias: sm, su; Perm: z, r. KB (ab 33 m—ET gekernt)	1996
5723 Altengronau	Marjoß (1980)	35 39 260	55 69 500	511,00	Trias: s; Perm: z, r. KB (von 121—129 m und ab 237,5—ET gekernt)	2000
5723 Altengronau	RN 5, Galgengrund (1981/1982)	35 41 150	55 68 430	429,50	Trias: su; Perm: z, r. KB, A	1993
5723 Altengronau	RN 7, Dittenbrunn (1981/1982)	35 44 435	55 65 869	433,82	Trias: su; Perm: z, r. KB, A	1998
5723 Altengronau	SR 6, Krümmebuch (1981/1982)	35 39 530	55 65 900	471,66	Perm: r. KB, A	1993
5724 Zeitlofs	RN 12, Knüttelwiese (1981/1982)	35 59 150	55 67 400	636,80	Perm: r. KB, A	1998
5724 Zeitlofs	RN 15, Mitzenfeld (1981/1982)	35 58 295	55 72 275	632,10	Trias: sm, su; Perm: z, r. KB, A	1993
5724 Zeitlofs	SR 4, Weißenbach, Kleine Leite (1981/1982)	35 51 200	55 66 480	623,60	Trias: su; Perm: z, r. KB, A	1993
5725 Stangenroth	RN 10, Thulba (1981/1982)	35 64 130	55 70 875	505,80	Gneis; Paläozoikum. KB, A	1998
5725 Stangenroth	RN 16, Schieferstein (1981/1982)	35 68 680	55 64 280	614,86	Trias: sm, su; Perm: z, r. KB, A	1993
5816 Königstein im Taunus	Kelkheim (1955)	34 60 860	55 57 820	120,00	Quarzgang-Probe (zw. 75-79,80 m)	st.
5817 Frankfurt a. M. West	Brunnenbohrung 1 (1959)	34 65 740	55 59 080	49,50	Pleistozän; Tertiär: mi, ol. A	st.
5818 Frankfurt a. M. Ost	Hassia-Sprudel (1936—38)	34 81 660	55 60 870	322,85	Holozän; Pleistozän; Perm (Tholeyer Sch.); Karbon. KB, A	st.
5820 Langensfeld	Bernbach 7a (1967)	35 10 770	55 58 350	120,00	Quartär (Karsthohlraumfüllung); Perm: z, r	st.
5820 Langensfeld	Brg. 132b, BAB (1970)	35 00 753	55 61 762	15,00	Quartär; Perm: r. KB, A	1995
5820 Langensfeld	Brg. 138c, BAB (1970)	35 01 400	55 59 122	16,00	Quartär; Tertiär. KB, A	1995

Blatt-Nr. u. -Name	Bezeichnung	R-Wert	H-Wert	Teufe m	Stratigraphische Bezeichnung, z. T. Gesteinsart	A.E.
5821 Bieber	B/89-B 1 (1989)	35 15 640	55 59 960	42,00	Quartär; Perm: z, r. KB	1995
5821 Bieber	B/89-B 2 (1989)	35 15 350	55 57 400	42,00	Quartär; Perm: z; Sandstein (Kristallin). KB	1995
5821 Bieber	B/89-B 3 (1989)	35 15 660	55 59 060	39,50	Quartär; Perm: z, r. KB	1995
5821 Bieber	B/89-B 4 (1989)	35 12 640	55 60 630	39,50	Perm: z, r. KB	1995
5821 Bieber	B/89-B 5 (1989)	35 22 200	55 58 680	66,00	Trias: suB; Perm: z. KB	1995
5823 Burgsinn	Rengersbrunn (1981/1982)	35 39 880	55 54 560	61,10	Trias: su. KB	1998
5823 Burgsinn	Rieneck (1982)	35 47 000	55 52 160	457,80	Trias: su; Perm: z, r. KB (ab 270 m—ET gekernt)	1998
5823 Burgsinn	RN 9, Aura-Grund (1981)	35 37 310	55 61 530	496,49	Trias: su; Perm: z, r. KB, A	1993
5823 Burgsinn	SR1, Arfgrund, Aura (1981/1982)	35 41 000	55 59 200	422,30	Trias: su; Perm: z, r. KB, A	1993
5823 Burgsinn	SR 8, Engelhaupt, Mittelsinn (1982)	35 44 555	55 61 550	398,20	Trias: su; Perm: z, r. KB, A	1993
5913 Presberg	Aulhausen (1960)	34 20 540	55 41 300	75,00	Quartär; Tertiär; Devon. A (Kleinproben)	1994
5915 Wiesbaden	Adlerquelle, vermutlich Kleine Adlerquelle (1954)	34 45 690	55 50 120	10,70	Quartär; Vordevon: Serizitgneis	1994
5915 Wiesbaden	K 2 (1951), Fa. Kalkhof	34 45 260	55 43 860	58,90	Quartär; Tertiär	1998
5915 Wiesbaden	VB 1, Neubau Postamt (1971)	34 45 710	55 48 440	110,00	Quartär; Tertiär: tAq, tolo. KB	2000
5915 Wiesbaden	VB Wasserwerk Schierstein (?1953)	34 41 730	55 45 220	40,00	Holozän; Pleistozän; Tertiär: olo. A	1998
5916 Hochheim a. Main	BR—2/1 (1992)	34 55 630	55 42 470	86,00	Aufschüttung; Quartär; Tertiär. KB	1997
5916 Hochheim a. Main	Brg. 1, Mülldeponie (1974)	34 55 450	55 44 180	12,00	Quartär: qp; Tertiär: tmi	1995
5916 Hochheim a. Main	Brg. 2, Mülldeponie (1974)	34 55 540	55 44 010	11,00	Quartär: qp; Tertiär: tmi	1995
5916 Hochheim a. Main	Brg. 3, Mülldeponie (1974)	34 55 740	55 43 850	10,00	Quartär: qp; Tertiär: tmi	1995
5916 Hochheim a. Main	Brg. 4, Mülldeponie (1974)	34 55 780	55 43 710	10,00	Quartär: qp; Tertiär: tmi	1995
5916 Hochheim a. Main	Brg. 5, Mülldeponie (1974)	34 55 590	55 43 670	12,00	Quartär: qp; Tertiär: tmi	1995
5916 Hochheim a. Main	Brg. 6, Mülldeponie (1974)	34 55 420	55 43 770	13,00	Quartär: qp; Tertiär: tmi	1995
5916 Hochheim a. Main	Brg. 7, Mülldeponie (1974)	34 55 190	55 44 140	15,00	Quartär: qp; Tertiär: tmi	1995
5916 Hochheim a. Main	Brg. 8, Mülldeponie (1974)	34 55 080	55 44 040	12,00	Quartär: qp; Tertiär: tmi	1995
5916 Hochheim a. Main	Brg. 9, Mülldeponie (1974)	34 54 910	55 43 720	12,00	Quartär: qp; Tertiär: tmi	1995
5916 Hochheim a. Main	Brg. 10, Mülldeponie (1974)	34 55 670	55 43 570	13,00	Quartär: qp; Tertiär: tmi	1995
5916 Hochheim a. Main	Brg. 11, Mülldeponie (1974)	34 55 410	55 43 460	15,00	Quartär: qp; Tertiär: tmi	1995
5916 Hochheim a. Main	Brg. 12, Mülldeponie (1974)	34 55 550	55 43 190	14,50	Quartär: qp; Tertiär: tmi	1995
5916 Hochheim a. Main	Brg. 13, Mülldeponie (1974)	34 56 220	55 43 420	12,00	Quartär: qp; Tertiär: tmi	1995
5916 Hochheim a. Main	Brg. 14, Mülldeponie (1974)	34 56 280	55 43 100	12,00	Quartär: qp; Tertiär: tmi	1995
5916 Hochheim a. Main	Brg. 15, Mülldeponie (1974)	34 56 040	55 42 730	10,00	Quartär: qp; Tertiär: tmi	1995
5917 Kelsterbach	VB 1 (1964), Phrix-Werke	34 65 140	55 47 040	133,30	Tertiär: pl. A	2008
5918 Neu-Isenburg	Henninger Bräu (1988)	34 78 410	55 51 175	247,00	Tertiär; Perm: r	st.
5920 Alzenau	B 1 (T VII) 1983	35 02 232	55 40 475	41,70	Pleistozän, Tertiär: pl, Kristallin. KB	1999
5924 Gemünden am Main	BK 28/4 (1980)	35 48 378	55 44 405	170,00	Quartär; Trias: soRö, smS, smH. KB, A	1995
5924 Gemünden am Main	BK 28/5 (1980)	35 48 475	55 44 140	146,00	Quartär; Trias: soRö, smS, smH, smD. KB	1995
5924 Gemünden am Main	Langenprozelten (1981/1982)	35 48 460	55 47 340	461,50	Trias: su, suB; Perm: z, r. KB (ab 314 m—ET gekernt)	1993
6013 Bingen	VB 3 (1962), Pflänzer 1	34 26 465	55 39 810	19,30	Pleistozän; ?Tertiär. A	st.
6016 Groß-Gerau	Königstatten 1 (1956)	34 62 550	55 36 679	1 823,40	Quartär; Tertiär; Perm: r. KB, A	st.
6017 Mörfelden	Darmstadt 2 (1953/54)	34 71 423	55 29 708	1 506,60	Quartär; Tertiär; Transgression; Perm: r. KB, A	st.

Blatt-Nr. u. -Name	Bezeichnung	R-Wert	H-Wert	Teufe m	Stratigraphische Bezeichnung, z. T. Gesteinsart	A.E.
6017 Mörfelden	Darmstadt 2a (1954)	34 71 424	55 29 708	1 475,40	Quartär; Tertiär; Transgression; Perm: r. KB, A	st.
6018 Langen	Brg. 2 (1974)	34 82 995	55 31 200	53,00	Perm: r; Kristallin (Granodiorit). KB	2001
6018 Langen	Brg. 3 (1974)	34 81 940	55 31 435	68,00	Perm: r; Kristallin (Granodiorit). KB	2001
6018 Langen	Brg. 4 (1974)	34 82 095	55 31 640	66,00	Perm: r; Kristallin (Granodiorit). KB	2001
6018 Langen	Brg. 4a (1974)	34 82 100	55 31 640	6,00	Perm: r. KB	2001
6018 Langen	Brg. 5 (1974)	34 83 115	55 32 100	59,00	Perm: r; Kristallin (Granodiorit und Porphy). KB	2001
6018 Langen	Brg. 6 (1974)	34 81 815	55 31 635	40,00	Perm: r; Kristallin (Granodiorit). KB	2001
6018 Langen	Brg. 7 (1974)	34 83 235	55 31 480	50,50	Perm: r; Kristallin (Granodiorit). KB	2001
6018 Langen	Brg. 8 (1974)	34 83 890	55 32 075	60,50	Perm: r; Kristallin (Granodiorit). KB	2001
6018 Langen	FB 1 (1980)	34 82 460	55 31 450	130,75	Tertiär; Perm: ?r. KB, A	st.
6018 Langen	FB 7 (1980)	34 83 695	55 31 547	150,10	Tertiär; Perm: r. KB, A	st.
6023 Lohr a. Main	Lohr (1981)	35 42 136	55 37 841	485,70	Perm: r. KB (ab 242 m—ET gekernt)	1998
6116 Oppenheim	Galgenberg (1948)	34 53 180	55 25 360	72,00	Tertiär (Einzelprobe a. d. Cerithiensch.)	st.
6116 Oppenheim	Stockstadt 22 (1955)	34 63 592	55 18 723	1 681,40	Quartär, Tertiär, Perm: r. KB, A	st.
6116 Oppenheim	Wolfskehlen 4 (1951)	34 62 680	55 25 950	1 550,50	Quartär, Tertiär, Perm: ro.KB, A	st.
6117 Darmstadt West	Darmstadt 1 (1953)	34 72 500	55 29 215	928,00	Quartär; Tertiär; Perm: r. KB, A	1994
6117 Darmstadt West	Wolfskehlen 2 (1951)	34 65 200	55 23 120	1 662,10	Quartär; Tertiär; Perm: r. KB, A	1994
6119 Groß-Umstadt	Lengfeld/Odenwald (1965)	34 94 130	55 22 770	65,00	Quartär; Trias: suB; Perm: ?z, ?r. A	1996
6120 Obernburg am Main	Großwallstadt 1/2 (1979/80), Vorbrg., Hptbrg.	35 10 240	55 27 390	600,00	Trias: suG, suB; Perm: z, r; Kristallin (Gneis-Glimmerschiefer). A	2000
6216 Gernsheim	A/90-B 4 (1990)	34 61 010	55 07 920	124,30	Quartär. KB	st.
6216 Gernsheim	Eich 3 (1952/53)	34 56 300	55 12 375	2 009,30	Pliozän; Tertiär; Perm: r. KB, A	st.
6216 Gernsheim	Stockstadt 20 (1955)	34 63 352	55 17 274	1 797,00	Quartär; Tertiär; Perm: r. KB, A	st.
6217 Zwingenberg	Crumstadt 1 (1953)	34 65 059	55 17 671	2 170,60	Quartär; Tertiär; Perm: r. KB, A	st.
6217 Zwingenberg	Hähnlein West 1 (1957)	34 67 244	55 12 302	950,00	Pleistozän; Tertiär. KB, A	st.
6217 Zwingenberg	Hessen Wiag 4 (1951)	34 71 870	55 08 310	1 431,50	Quartär; Tertiär; Kristallin. KB, A	st.
6217 Zwingenberg	Pfungstadt 1 (1951/52)	34 70 666	55 17 054	2 291,00	Quartär; Tertiär; Perm: r. KB, A	st.
6217 Zwingenberg	Pfungstadt 2 (1952)	34 71 855	55 18 095	1 857,70	Quartär, Tertiär (teilweise gekernt), A	st.
6217 Zwingenberg	Stockstadt 1 (1952)	34 64 200	55 17 980	1 629,50	Quartär; Tertiär; Transgression; Perm: r. KB, A	st.
6217 Zwingenberg	Stockstadt 3 (1953)	34 64 200	55 17 150	1 698,70	Quartär; Tertiär. KB, A	st.
6217 Zwingenberg	Stockstadt 5 (1953)	34 64 315	55 17 030	1 788,00	Quartär; Tertiär; Perm: r. KB, A	st.
6316 Worms	A/75-B 1 (1975)	34 54 860	55 06 150	60,00	Quartär. KB	2000
6317 Bensheim	Einhausen 21 (1965)	34 64 830	55 01 930	100,00	Pleistozän. A	1998
6317 Bensheim	Einhausen 22 (1965)	34 64 930	55 01 580	100,00	Pleistozän. A	1998

Stand: 31. Januar 1993

NOTIZBLATT DES HESSISCHEN LANDESAMTES
FÜR BODENFORSCHUNG ZU WIESBADEN

VI. Folge, Heft 1, 1950: 344 S., 35 Abb., 6 Tab., 11 Taf.	17,50 DM
VI. Folge, Heft 2, 1951: 256 S., 18 Abb., 21 Taf.	16,– DM
VI. Folge, Heft 3, 1952: 476 S., 30 Abb., 24 Taf.	20,– DM
Band 81 (VI/4), 1953: 464 S., 66 Abb., 18 Taf.	20,– DM
Band 82, 1954: 411 S., 50 Abb., 10 Taf.	20,– DM
Band 83, 1955: 420 S., 58 Abb., 26 Taf.	20,– DM
Band 84, 1956: 492 S., 58 Abb., 24 Tab., 35 Taf.	20,– DM
Band 85, 1957: 555 S., 100 Abb., 55 Tab., 26 Taf., 2 Bilder	25,– DM
Band 86, 1958: 444 S., 63 Abb., 23 Tab., 20 Taf.	25,– DM
Band 87, 1959: 462 S., 72 Abb., 14 Prof., 32 Tab., 23 Taf., 1 Bild	25,– DM
Band 88, 1960: 430 S., 73 Abb., 25 Tab., 23 Taf.	25,– DM
Band 89, 1961: 504 S., 97 Abb., 16 Tab., 25 Taf.	25,– DM
Band 90, 1962: 558 S., 75 Abb., 31 Tab., 36 Taf., 1 Bild	30,– DM
Band 91, 1963: 427 S., 104 Abb., 27 Tab., 27 Taf.	30,– DM
Band 92, 1964: 340 S., 63 Abb., 19 Tab., 15 Taf.	30,– DM
Band 93, 1965: 404 S., 88 Abb., 4 Diagr., 29 Tab., 21 Taf.	40,– DM
Band 94, 1966: 456 S., 86 Abb., 13 Tab., 22 Taf.	40,– DM
Band 95, 1967: 324 S., 44 Abb., 18 Diagr., 8 Tab., 11 Taf., 2 Bilder	40,– DM
Band 96, 1968: 424 S., 61 Abb., 17 Tab., 15 Taf., 1 Bild	40,– DM
Band 97, 1969: 468 S., 99 Abb., 20 Diagr., 32 Tab., 15 Taf.	40,– DM
Band 98, 1970: 348 S., 59 Abb., 18 Tab., 19 Taf., 2 Bilder	40,– DM
Band 99, 1971: 444 S., 57 Abb., 34 Tab., 29 Taf.	40,– DM
Band 100, 1972: 332 S., 53 Abb., 38 Tab., 14 Taf.	40,– DM
Band 101, 1973: 426 S., 105 Abb., 29 Tab., 30 Taf.	40,– DM
Band 102, 1974: 355 S., 76 Abb., 14 Tab., 13 Taf.	74,– DM
Band 103, 1975: 400 S., 152 Abb., 19 Tab., 18 Taf., 1 Bild	81,– DM

GEOLOGISCHES JAHRBUCH HESSEN

Band 104, 1976: 328 S., 53 Abb., 18 Tab., 19 Taf., 1 Bild	72,– DM
Band 105, 1977: 294 S., 47 Abb., 7 Tab., 16 Taf., 3 Bilder.	65,– DM
Band 106, 1978: 460 S., 91 Abb., 57 Tab., 30 Taf.	98,– DM
Band 107, 1979: 330 S., 93 Abb., 15 Tab., 4 Taf.	88,– DM
Band 108, 1980: 277 S., 68 Abb., 22 Tab., 10 Taf.	62,– DM
Band 109, 1981: 238 S., 48 Abb., 22 Tab., 4 Taf., 1 Bild	40,– DM
Band 110, 1982: 297 S., 76 Abb., 37 Tab., 9 Taf.	50,– DM
Band 111, 1983: 366 S., 36 Abb., 39 Tab., 19 Taf.	60,– DM
Band 112, 1984: 339 S., 164 Abb., 19 Tab., 3 Taf.	60,– DM
Band 113, 1985: 342 S., 76 Abb., 50 Tab., 8 Taf., 1 Bild	66,– DM
Band 114, 1986: 356 S., 102 Abb., 29 Tab., 5 Taf., 1 Kt.	66,– DM
Band 115, 1987: 525 S., 120 Abb., 26 Tab., 20 Taf.	103,– DM
Band 116, 1988: 342 S., 75 Abb., 20 Tab., 9 Taf., 1 Bild	61,– DM
Band 117, 1989: 315 S., 68 Abb., 19 Tab., 16 Taf., 6 Prof., 1 Bild	64,– DM
Band 118, 1990: 311 S., 56 Abb., 18 Tab., 15 Taf.	95,– DM
Band 119, 1991: 327 S., 94 Abb., 23 Tab., 6 Taf., 6 Karten	99,– DM
Band 120, 1992: 249 S., 58 Abb., 8 Tab., 8 Taf., 1 Bild	82,– DM