

Notizblatt
des Hessischen Landesamtes
für Bodenforschung
zu Wiesbaden

Band 93

Mit 21 Tafeln, 88 Abbildungen, 29 Tabellen und 4 Diagrammen

Herausgabe und Vertrieb

Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, Leberberg 9-11

Wiesbaden 1965

Notizblatt

des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden

Band 93

Mit 21 Tafeln, 88 Abbildungen, 29 Tabellen und 4 Diagrammen

Herausgabe und Vertrieb

Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, Leberberg 9-11

Wiesbaden 1965

Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.	93	404 S.	88 Abb.	29 Tab. 4 Diagr.	21 Taf.	Wiesbaden, 15. 11. 1965
------------------------------------	----	--------	---------	---------------------	---------	-------------------------

Herstellung: Universitätsdruckerei Mainz GmbH

Inhaltsverzeichnis

A. Wissenschaftlicher Teil

WALTER GROSS:

Über einen neuen Schädelrest von *Stensiöella heintzi* und Schuppen von *Machaeracanthus* sp. indet. aus dem Hunsrückschiefer. Mit 3 Abbildungen und den Tafeln 1—2 7

FRITZ KUTSCHER:

Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. 8. *Phacops ferdinandi* KAYSER und sein Verbreitungsgebiet in der Hunsrückschieferfazies. Mit 2 Abbildungen und den Tafeln 3—4 19

FRITZ KUTSCHER:

Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. 9. *Weinbergina opitzi* RUD. & E. RICHTER in den Dachschiefergruben von Bundenbach. Mit 2 Abbildungen und Tafel 5. 38

HEINZ TOBIEN:

Juvenile Suturen spätpaläozoischer und triassischer Nautiliden (Cephal.). Mit 14 Abbildungen und Tafel 6 47

FRITZ KUTSCHER:

Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. 10. Die Vertreter der Klasse Blastoidea (Echinodermata) im Hunsrückschiefer von Kaub und Bundenbach. Mit 1 Abbildung und Tafel 7. 61

DIETRICH E. BERG:

Nachweis des Riesenlaufvogels *Diatryma* im Eozän von Messel bei Darmstadt/Hessen. Mit 1 Abbildung und Tafel 8. 68

HANS-GEORG MITTMAYER:

Die Bornicher Schichten im Gebiet zwischen Mittelrhein und Idsteiner Senke (Taunus, Rheinisches Schiefergebirge). Mit 5 Abbildungen, 2 Tabellen und Tafel 9 73

MANFRED HORN:

Zur Stratigraphie des Oberdevons und des älteren Unterkarbons und zur Frage der bretonischen Faltung im nördlichen Kellerwald. Mit 1 Tabelle. 99

EGON BACKHAUS:

Die randliche „Rotliegend“-Fazies und die Paläogeographie des Zechsteins im Bereich des nördlichen Odenwaldes. Mit 7 Abbildungen und Tafel 10. 112

GISBERT DIEDERICH:

Stratigraphie des Unteren Buntsandstein norddeutscher Auffassung im südlichen Beckenbereich. Mit 1 Tabelle 141

SIEGFRIED RITZKOWSKI:

Der Schlierbacher Muschelkalk-Graben und sein Buntsandsteinrahmen am Ostrand des Kellerwaldes (nördliches Hessen). Mit 4 Abbildungen und 1 Tabelle. . . 147

INGE MÜHLHAUS:

Limnische Oberkreide in einer Massenkalk-Doline im Steinbruch Hermannstein (Blatt 5417 Wetzlar). Mit 2 Abbildungen 176

MANUTSCHEHR MEHRNUSCH:

Die Grenze Schleichsand/Cyrenenmergel (Mittel/Oberoligozän) am Klopp-Berg und am Peters-Berg (Bl. 6521 Gau-Odernheim/südl. Rheinhessen). Mit 3 Tabellen 187

WILHELM WEILER:

- Ein Tuffband mit „Kissenboden“ aus dem Jung-Pleistozän Süd-Rhein Hessens.
Mit 1 Abbildung und Tafel 11 193

REINHOLD HUCKRIEDE:

- Eine frühholozäne *ruderatus*-Fauna im Amöneburger Becken (Mollusca, Hessen).
Mit Tafel 12 196

HORST QUADE:

- Zur paläogeographischen Entwicklung des Mittel- und Oberdevons im Bereich der
Lagerstätte Eisenfeld (Lahnmulde, Rhein. Schiefergebirge). Mit 8 Abbildungen,
1 Tabelle und den Tafeln 13–14 207

STEFAN MEISL:

- Die Uran-Anreicherungen in den tertiären Braunkohlen Nordhessens, zugleich
ein Beitrag zur geochemisch-lagerstättenkundlichen Bedeutung des radioaktiven
Ungleichgewichtes. Mit 14 Abbildungen, 8 Tabellen und Tafel 15. 229

STEFAN MEISL:

- Meta-Zeunerit in uranföhrnden verzerrten Pflanzenresten im Oberen Buntsand-
stein bei Wrexen/Waldeck (Nordhessen). Mit 5 Abbildungen, 2 Tabellen und
den Tafeln 16–18 266

STEFAN MEISL:

- Eine uranföhrnde sulfidische Erzparagenese im tertiären Braunkohlen-Quarzit
von Dillich/Hessische Senke. Mit 3 Abbildungen, 2 Tabellen und den Tafeln
19–20 281

ERWIN SCHENK:

- Tuffe, Basalt und Laterit am Oele-Berg bei Großen-Buseck, Krs. Gießen. Mit
3 Abbildungen und Tafel 21 292

ERWIN SCHENK & WERNER LANGSDORF:

- Das Zechsteinkonglomerat bei Stockheim/Wetterau. Mit 5 Abbildungen und
1 Tabelle 303

WALTER KLEIN & GERHARD MARTIN:

- Geochemische Untersuchungen im Boden über hydrothermalen Erzgängen des
Taunus-Ostrandes (Rheinisches Schiefergebirge). Mit 1 Abbildung, 1 Tabelle
und 4 Diagrammen 311

MANFRED HORN & RALPH WENDLER:

- Geologie und Nivellement in Nordhessen. Zur Anlage eines Fein-Nivellement-
Netzes in Nordhessen im Raume westlich Kassel. Mit 3 Abbildungen 322

Nachrichten und Mitteilungen aus dem Hessischen Landesamt
für Bodenforschung

FRITZ KUTSCHER:

- Beiträge zur Sedimentation und Fossilföhrung des Hunsrückschiefers. 11.
Röhrenbildende Würmer auf Hunsrückschieferfossilien 331

KARL-HEINZ EHRENBERG, EBERHARD KÜMMERLE, FRITZ KUTSCHER & HANS-GEORG
MITTMEYER:

- Darustwald-Schichten am Angstfels zwischen Bodenthal und Bächergrund
(Unter-Devon, Mittelrheintal). Mit 2 Abbildungen und 2 Tabellen 334

ALBERT KARSCHNY & EBERHARD KÜMMERLE:
 Ein fossilführendes Cyrenenmergel-Profil bei Hochheim am Main. 338

ALBERT KARSCHNY:
 Cerithien-Schichten am Hochheimer Berg (Miozän des Mainzer Beckens, Wiesbaden) 341

WOLFGANG PLASS & ARNO SEMMEL:
 Über ein Vorkommen von allerödzeitlichem Bimstuff bei Odersbach (Bl. 5515 Weilburg) 346

FRITZ KUTSCHER:
 Petrographische Begriffe aus einer Bauernphysik des Jahres 1770. Mit 1 Abbildung 348

FRITZ KUTSCHER:
 Angewandte erdmagnetische Messungen in Hessen. 6. Erdmagnetische ΔZ -Messungen im Gebiet der Blauen Kuppe südlich Eschwege. Mit 1 Abbildung . . . 351

FRITZ KUTSCHER:
 Vorsicht bei Verwendung von Schutzfolien auf geologischen Karten. 355

B. Amtlicher Teil

FRIEDRICH NÖRING:
 Tätigkeitsbericht des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung für das Geschäftsjahr 1964 (1. 1. — 31. 12. 1964) 359

GEORG MATTHES:
 Hessisches Geologisches Schrifttum 1964 mit Nachträgen aus den Jahren 1948—1963 375

Schriftleitung:
 Autorenregister, Sach- und Ortsregister, Fossilregister 388

Schriftleitung:
 Verzeichnis der Autoren dieses Bandes. 403

Vertriebsstelle:
 Veröffentlichungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

A.
Wissenschaftlicher Teil

Über einen neuen Schädelrest von *Stensiöella heintzi* und Schuppen von *Machaeracanthus* sp. indet. aus dem Hunsrückschiefer

Von

WALTER GROSS, Tübingen

Mit 3 Abbildungen und den Tafeln 1-2

Kurzfassung: Zwei neue Fischreste aus dem Hunsrückschiefer (Unterdevon, Rheinisches Schiefergebirge) werden beschrieben:

1. ein zweites, leider schlecht erhaltenes Exemplar von *Stensiöella heintzi*;
2. Reste des Schuppenkleides eines sehr großen Acanthodiers, die zur Gattung *Machaeracanthus* gestellt werden.

Einleitung

Die zwei nachfolgend beschriebenen Fischreste stammen aus dem Unterdevon des Hunsrückschiefers. Aus München übersandte mir Prof. Dr. R. DEHM einen neuerworbenen Fischrest der Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, der sich als ein weiteres Exemplar der bisher nur im Holotypus bekannten Art *Stensiöella heintzi* BROILI erwies. Von Prof. Dr. K. J. MÜLLER, Technische Universität Berlin, erhielt ich zur Untersuchung eine Schieferplatte mit Teilen des Schuppenkleides eines großen Fisches, der allem Anschein nach zur Acanthodier-Gattung *Machaeracanthus* gehört.

Präparationen wurden an den Fischresten nicht durchgeführt, Röntgenaufnahmen, deren Herstellung Prof. Dr. R. BAUER, Tübingen, freundlichst gestattete, brachten einige Ergebnisse. Die Photographien verdanke ich Herrn W. WETZEL. Die Zeichnungen habe ich größtenteils mit Hilfe des sehr praktischen Zeichenapparates am binokularen Mikroskop Wild M 5 der AG Wild in Heerbrugg (Schweiz) hergestellt.

Allen genannten Herren danke ich für die erwiesene freundliche Hilfe und den Herren R. DEHM und K. J. MÜLLER insbesondere für die Aufforderung, die neuen Fischreste zu untersuchen und zu beschreiben.

Beschreibung der Reste

Stensiöella heintzi BROILI

(Taf. 1; Abb. 1-2)

Im Jahre 1963 hat die Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie in München einen Fischrest aus dem Hunsrückschiefer von Gemünden erworben,

den mir Kollege R. DEHM zur Untersuchung zusandte. Der Rest erwies sich als ein zweites Exemplar von *Stensiöella heintzi*, leider lange nicht so gut und so vollständig erhalten wie der ebenfalls in München aufbewahrte Holotypus (vgl. BROILI 1933 und GROSS 1962). Der Kürze wegen sei nachfolgend der Holotypus als Nr. 1 und das zweite Exemplar als Nr. 2 bezeichnet.

Nr. 2 bietet dem Betrachter die Dorsalansicht des Kopfes und eines Teiles des Schultergürtels; es folgt ein derber, anscheinend gegliederter kürzerer Strang. Der Erhaltungszustand ist ungünstig, von der Skulptur sind nur wenige Spuren nachgeblieben. Besser als an Nr. 1 lassen sich der Seitenrand und der Hinterrand (*hr*) des Schädeldaches verfolgen. Drei exoskelettale Knochen deuten sich im eingesunkenen Mittelfeld des Schädeldaches (*mf*) durch Ossifikationsstrahlung (*os*) an. Die Röntgenaufnahme bringt einige Ergänzungen unserer Kenntnis, aber viele Fragen bleiben nach wie vor offen. Der Rest ist in der Taf. 1 und in der Abb. 1 A wiedergegeben; Abb. 1 B bringt die Befunde der Röntgenaufnahme, die mit den Ergebnissen der üblichen Untersuchung des Objektes in der Abb. 2 skizzenhaft zusammengefaßt werden.

Nr. 2 ist gedrungener und vorne weniger zugespitzt als Nr. 1. Der Seitenrand ist rechts fast vollständig erhalten, vom Hinterrand (*hr*) fehlt das mediane Stück. In der Hinterhälfte des Schädeldaches ist ein medianes Feld (*mf*) über der Gehirnhöhle eingesunken, umrahmt von den sich fast leistenförmig erhebenden Rändern bzw. Seitenwänden des Endocraniums (*kl*), die sich durchgeprägt haben. Das eingesunkene Mittelfeld hat einen geigenförmigen Umriß. In gleicher Gestalt tritt es auch am Holotypus hervor, von BROILI (1933) für die Umgrenzung einer großen medianen Knochenplatte gehalten. Im dorsalen Mittelfeld lassen sich drei Hautknochen an ihrer Knochenstrahlung (*os*) erkennen, vorne ein medianer Knochen, hinter ihm ein Paar größerer Knochen. Die Seitenränder dieser Knochen sind unter dem nicht fortpräparierten Gestein verborgen, ebenso wie etwaige Durchprägungen von Strukturen des inneren Gehörorgans, die bei Nr. 1 als Höcker äußerlich sichtbar sind (GROSS 1962 Abb. 2, *tb*). Auch sind alle Spuren der Skulptur und der Sinneslinien der Hautknochen des Mittelfeldes verlorengegangen. Dafür ist bei Nr. 2 ein medianer längsovaler Tuberkel, vermutlich zur Oberfläche gehörend, kurz vor dem Occipitalgelenk erhalten (Abb. 1 A und 2, *tb*).

In der Vorderhälfte des Schädeldaches ist links die Supraorbitallinie (*soc*) erhalten, rechts nur ganz vorne angedeutet. An den Seiten des Schädeldaches von Nr. 2 treten deutlich sichtbar erhabene Linien hervor (*senl*), vorne ein etwas divergierendes Paar, dahinter eine einzelne Linie, die schräg quer zur Längsachse des Schädels gerichtet sind. In der Röntgenaufnahme sind die Linien nicht zu sehen, ein Hinweis auf ihre Oberflächenlage. Vielleicht handelt es sich um Reste des Sinnesliniensystems? Ein Beweis kann auf Grund des vorliegenden Stückes nicht erbracht werden. Es handelt sich aber um keine Zufallsprodukte der Erhaltung, denn die Linien sind auf beiden Seiten in gleicher Weise ausgebildet.

Auch in der Vorderhälfte des Schädeldaches werden Durchprägungen des Endoskelettes sichtbar. Zwei schräg nach vorne und medial verlaufende erhabene Linien (*md*) werden allem Anschein nach vom Kieferbogen hervorgerufen. Seitlich davon fallen zwei große ringförmige Durchprägungen (*g.r.*) auf, die auch in der

Röntgenaufnahme sichtbar sind. Bei Nr. 1 ist diese Region normal skulptiert, Tuberkel überqueren sie in schrägen Reihen. Es kann sich nicht um die Durchprägung der noch unbekanntenen Nasenkapseln handeln, dazu liegen die Gebilde zu weit lateral. Die Nasenkapseln der Placodermen liegen stets nahe der Mittellinie dicht nebeneinander. Bei Nr. 1 sind in den Röntgenaufnahmen an dieser Stelle die Ränder der stielartigen

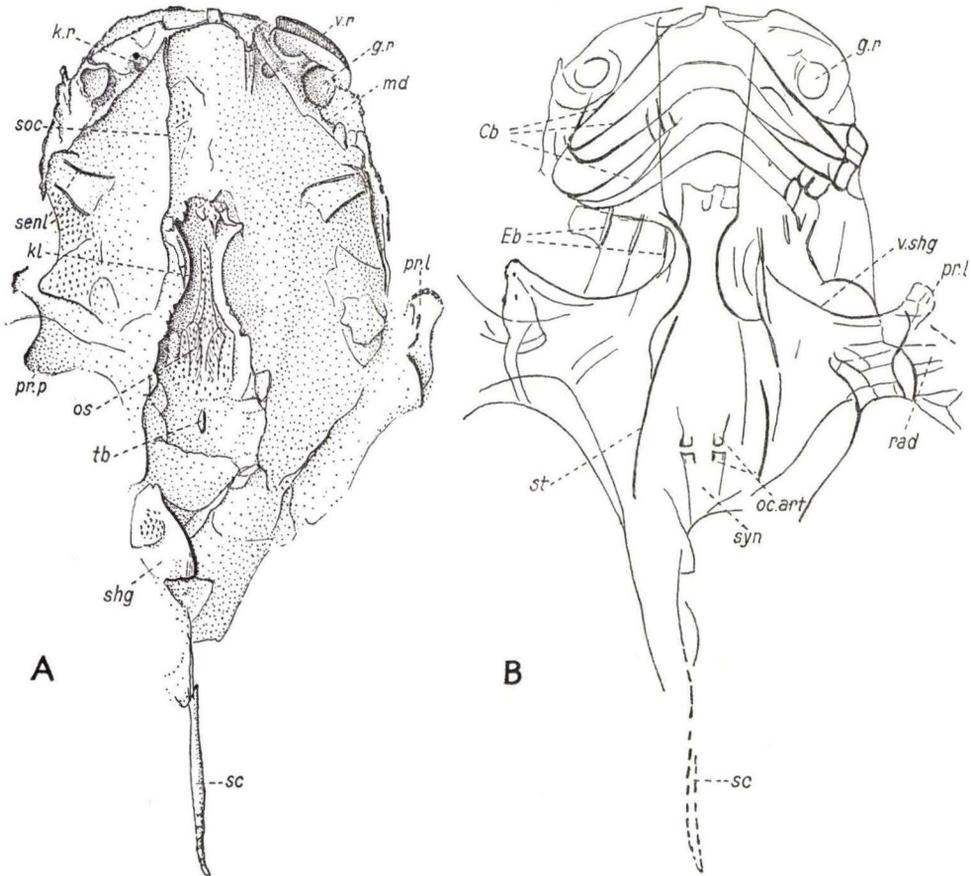


Abb. 1. *Stensiöella heintzi* BROILI. $\times 1$. A. Dorsalseite des Schädels und des Schultergürtels. B. Skizze der Röntgenaufnahme. *Cb* ventrale („Cerato-“)Elemente der Visceralbögen; *Eb* dorsale („Epi-“)Elemente der Visceralbögen; *g.r* große ringförmige Durchprägung der Stielregion des Mandibulare; *hr* Hinterrand des Schädeldaches; *k.r* kleine ringförmige Durchprägung unbekannter Bedeutung; *kl* leistenförmige Durchprägungen des Endocraniums am dorsalen Mittelfeld des Schädeldaches; *md* Durchprägung des Kieferbogens; *mf* Mittelfeld des Schädeldaches; *oc.art* Occipitalgelenk; *pr.l* Processus lateralis des Schultergürtels; *pr.p* Processus posterior des Schultergürtels; *rad* vermutlich Reste der Radialia der Brustflosse; *sc* mediane Schuppenreihe; *senl* Sinneslinien?; *shg* Schultergürtel; *soc* Supra-orbitallinie; *st* stabförmige Elemente unbekannter Bedeutung; *syn* Synarcuale; *tb* medianer Tuberkel; *v.r.* wulstartiger Vorderrand des Schädeldaches; *v.shg* ventraler Vorderrand des Schultergürtels

Teile des Palatoquadratum und des Mandibulare zu sehen (GROSS 1962 Taf. 6 und Abb. 4); sie haben allem Anschein nach den Hauptteil dieser ringförmigen Durchprägungen hervorgerufen. Eine weitere, kleinere ringförmige Durchprägung (*k.r.*)

liegt medial von dem großen Ring; in der Röntgenaufnahme ist sie nicht wahrzunehmen.

Die Röntgenaufnahme (Abb. 1 B) zeigt deutlich symmetrisch angeordnete Teile des ventralen Visceralskelettes, in der Abbildung durch schmale Linien angedeutet, in der Aufnahme schleierartig als breitere Streifen erscheinend. Der Erhaltungszustand läßt eine genauere Deutung nicht zu, doch dürfte es sich wohl um die ventralen Elemente (Ceratohyale und Ceratobranchialia) einiger Visceralbögen handeln (Abb. 1 B, *Cb*). Hinter ihnen erkennt man kurze stabförmige Elemente, deren hintere Fortsetzung sich verliert (Abb. 1 B und 2, *Eb*). Vermutlich sind es Reste der

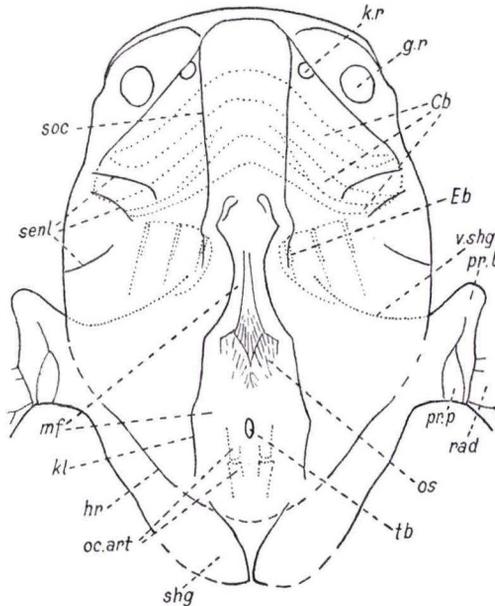


Abb. 2. *Stensiöella heintzi* BROILI. Zusammenfassung der Beobachtungen in einer Skizze. $\times 1$. Ausgezogene Linien = Beobachtungen an der Außenseite des Restes; punktierte Linien = Beobachtungen an der Röntgenaufnahme; unterbrochene Linien = Ergänzungen. Erläuterung der Hinweise siehe Abb. 1

dorsalen Elemente der Branchialbögen (Epibranchialia). Ganz unklar ist die Bedeutung einiger sehr dünner stabförmiger Elemente unmittelbar vor dem Ventralrand des Schultergürtels, die recht weit nach vorne reichen (Abb. 1 B, *st*). Nur auf der linken Seite des Schädels sind im Bereich der Ceratobranchialia radienartige Stäbchen zu sehen, deren Deutung unsicher ist, da sie auf der rechten Seite fehlen (Abb. 1 B). Ebenso unklar ist die Bedeutung flacher, vermutlich zerdrückter Teile im lateralen Bereich der Ceratobranchialia der rechten Schädelhälfte. Vielleicht sind sie mit den halbringförmigen Gebilden zu vergleichen, die bei Nr. 1 auf beiden Seiten zu erkennen sind (GROSS 1962 Abb. 3 und 4, *scl*). Ich habe diese Gebilde seinerzeit als Reste der Scleroticalringe gedeutet, möchte jetzt aber fast eher an flachgedrückte endoskelettale Augenkapseln denken, vergleichbar etwa den Augenkapseln, die STENSIÖ (1950) von *Jagorina* beschrieben hat. Endoskelettale Gebilde treten in den Röntgenaufnahmen

meist deutlicher hervor als exoskelettale, letztere werden von den Röntgenstrahlen glatt durchdrungen.

Der Umriß des Endocraniums ist in der Röntgenaufnahme nicht zu erkennen. Dafür tritt das paarige Occipitalgelenk deutlich hervor (Abb. 1 B und 2, *oc.art*), sehr ähnlich wie bei *Gemündina*. Besonders gut haben sich die Gelenkfortsätze erhalten, am Endocranium konvex, am Synarcuale (*syn*) konkav.

Seitlich vor der Hinterhälfte des Schädels ragen Teile des Schultergürtels hervor, besonders ausgeprägt die Processus laterales (*pr.l.*). In der Röntgenaufnahme ist auch der ventrale Vorderrand des Schultergürtels bis nahe an die Mittellinie zu verfolgen (*v.shg.*). Zwischen dem Processus lateralis und dem Processus posterior (*pr.p.*) sind undeutlich endoskelettale Gebilde zu sehen, vermutlich Reste basaler oder radialer Elemente der Brustflosse (*rad*). Es hat den Anschein, daß die Brustflosse nicht hinter dem Processus posterior dem Schultergürtel ansaß, sondern seinem Seitenrand. Bei Nr. 1 sind die auffallend langen Brustflossen vielleicht von der Strömung bei der Einbettung des Fisches nach hinten, parallel zum Körper gerichtet worden. — Ein etwaiges medianes dorsales Element des exoskelettalen Schultergürtels hat sich nicht erhalten. Auf der linken Seite des Schultergürtels sieht man ein plattenartiges Element, dem die typischen großen Tuberkel von Nr. 1 fehlen; nur undeutlich kann man Reste feiner Skulpturen wahrnehmen (*shg*).

Der auf den Schultergürtel folgende undeutlich gegliederte, wulstförmige Strang (Abb. 1, *sc*) dürfte nach der Röntgenaufnahme eine Reihe dorsaler Median-schuppen darstellen.

Es ist nicht viel, was *Stensiöella* Nr. 2 an neuen Beobachtungen ermöglicht hat, aber bei der großen Seltenheit solcher Funde ist auch dieses Wenige zu registrieren. In der Abb. 2 ist daher alles zusammengetragen, was an Nr. 2 bemerkenswert erscheint.

Machaeracanthus sp. indet.

(Tafel 2; Abb. 3)

Diese Gattung ist im Unterdevon des Rheinischen Schiefergebirges recht häufig gefunden worden, besonders im Taunusquarzit, wo ihre großen Stacheln meist in negativer Erhaltung vorkommen. Solche Reste werden in den Sammlungen des Städtischen Museums in Wiesbaden und des Paläontologischen Museums der Humboldt-Universität zu Berlin aufbewahrt. Auch in Overath habe ich die Stacheln von *Machaeracanthus* mehrfach gefunden (GROSS 1933 a). Aus dem Hunsrückschiefer der Schiefergrube Katzenberg in Mayen/Eifel stammt ein weiterer großer Stachelrest von *Machaeracanthus* (Sammlung Dipl.Ing. HOFFMANN in Dorsten), der mehr als 18 cm Länge erreicht hat. Die Oberschicht und die Unterschicht dieses Stachels sind sehr dünn, fast der gesamte Stachel besteht aus der spongiösen Mittelschicht, deren Maschen nach der Längsachse des Stachels ausgerichtet sind.

Alle bisher beschriebenen *Machaeracanthus*-Stacheln sind unsymmetrische Gebilde, stammen also von den paarigen Flossen. Ihre Größe spricht dafür, daß es sich um Stacheln der Brustflossen handelt. Noch sind keine symmetrisch gebauten Stacheln der unpaarigen Flossen entdeckt worden. Bereits die Länge und

die Breite der Stacheln weist auf die Größe der Fische, von denen noch keine Kopf- und Kieferreste beschrieben worden sind. Vermutlich war das Skelett rein knorplig und eignete sich daher nicht zur Fossilisation. Ebenso fehlen Zähne und Reste vom Schultergürtel.

In den Sammlungen der ehemaligen Deutschen Universität zu Prag (Kollektion Schubert) und des Prager Nationalmuseums sah ich 1941 recht zahlreiche *Machaeracanthus*-Stacheln und allem Anschein nach dazugehörige Reste des Schuppenkleides aus den Lochkover-Schichten (e γ). Diese Reste, die nach dem Kriege in der Sammlung des Prager Nationalmuseums vereinigt wurden, hat F. PRANTL untersucht, doch ist die Untersuchung bisher noch nicht veröffentlicht worden. Ebenso wie PRANTL bin auch ich überzeugt, daß die *Machaeracanthus*-Stacheln und die Reste des Schuppenkleides zusammengehören, wenn auch meines Wissens kein Fund vorliegt, in welchem Stacheln und Schuppen vereinigt sind. Die relativ artenarme Fischfauna der Lochkover-Schichten spricht für die Zusammengehörigkeit der Stacheln und Schuppen.

In der Größe und in der Art der Erhaltung gleicht der nachfolgend beschriebene Rest aus dem Hunsrückschiefer von Gemünden (Sammlung Prof. Dr. K. J. MÜLLER, Berlin) denen aus den Lochkover-Schichten der Prager Mulde weitgehend, nur ist der Erhaltungszustand nicht so günstig wie bei den Resten aus Radotin.

Noch vor wenigen Jahren wurden die Lochkover-Schichten (e γ) als ober-silurisch betrachtet. Heute weiß man, daß sie höchstwahrscheinlich der Gedinne- und der Siegen-Stufe des rheinischen Unterdevons entsprechen dürften (JAEGER 1962 und 1964; SOLLE 1962; WALLISER 1962). Damit rücken die Funde aus Radotin altersmäßig schon in die Nähe der Funde aus dem Hunsrückschiefer, der vermutlich oberstes Siegenium oder tiefstes Unteremsium darstellt.

Quer zur Längsachse der Schuppen gemessen ist der Rest des Schuppenkleides aus Gemünden 22 cm lang. Damit ist ungefähr die Höhe des Tieres gegeben. Ähnlich erhaltene, plattgedrückte Reste der kleinen unterdevonischen und mitteldevonischen Acanthodier-Gattungen werden meist nicht länger als 10 bis 20 cm, die maximale Körperhöhe verhält sich bei ihnen zur Gesamtlänge des Fisches etwa wie 1 : 5–7. Bei *Machaeracanthus* aus dem Hunsrückschiefer dürfen wir demnach auf eine Körperlänge von 140 bis 170 cm schließen, wofür auch die Länge der Stacheln spricht. *Machaeracanthus* sowie *Gyracanthus* und *Gyracanthides* gehören zu den ausnahmsweise großen Gattungen der Acanthodier; Stacheln von *Gyracanthus* können eine Länge von 40 cm erreichen. Ob der Rest aus dem Hunsrückschiefer überhaupt die maximale Körperhöhe wiedergibt, ist fraglich; vielleicht ist mit noch größeren Maßen zu rechnen.

Die Schuppen des Restes (Abb. 3) sind für einen Acanthodier auffallend groß, aber sie sind wiederum relativ klein im Verhältnis zur Gesamtgröße des Fisches, denn ihre Länge übertrifft die der Schuppen eines handlangen *Cheiracanthus* (Abb. 3 X) nicht um das zehnfache, sondern nur um das fünf- bis sechsfache. Ein weiteres auffallendes Merkmal der *Machaeracanthus*-Schuppen ist ihre zu einem Rhomboid verzogene Gestalt, die dem Umriß der Ganoiden-Schuppen ähnlich sieht. Leider kann an dem Rest des Schuppenkleides nicht mehr genau die Längsachse des Fisches ermittelt werden. Bei den kleinen Acanthodiern sind die rhombischen

Schuppen so angeordnet, daß ihre Längsachse parallel zur Längsachse des Fisches verläuft (vgl. Gross 1947 Abb. 25 und 26). Bei Ganoiden ist dagegen die Längsachse (= Längsdiagonale) der Schuppen gegenüber der Längsachse des Fisches vorne nach oben verschoben, bildet einen gewissen Winkel mit ihr. Die beiden Diagonalen der typischen rhombischen Acanthodier-Schuppen stehen etwa senkrecht aufeinander, nicht selten ist die Querdiagonale der Schuppenbasis länger als die Längsdiagonale (vgl. die Tafelfiguren bei Gross 1947). Bei *Machaeracanthus* aus dem Hunsrückschiefer steht die Querdiagonale der Schuppenkrone meist schräg zur Längsdiagonale und ist merklich kürzer (Abb. 3 A–G). Dadurch werden die beiden Vorderränder ungleich lang; dasselbe gilt für die Hinterränder. Vermutlich waren die Schuppen ähnlich gerichtet wie bei den Ganoiden, so daß ihr kurzer Vorderrand zum „Oberrand“, ihr langer Vorderrand zum „eigentlichen Vorderrand“ wurde, ihr kurzer Hinterrand zum „Unterrand“ und ihr langer Hinterrand zum „eigentlichen Hinterrand“. Die zum Größenvergleich abgebildeten Schuppen eines *Cheiracanthus* (Abb. 3 X) zeigen die normale Anordnung und Stellung der Acanthodier-Schuppen: die Längsachse der Schuppen verläuft parallel zur Längsachse des Fisches, die schrägen Schuppenreihen durchkreuzen sich x-förmig; die Längsreihen der Schuppen fallen weniger auf als die schrägen Querreihen. Das zeigen auch die Abbildungen bei GROSS 1947 (Abb. 25 A), WATSON 1937 (Taf. 5 Fig. 2, Taf. 6 Fig. 4, Taf. 7), WATSON 1959 (Fig. 2) und WOODWARD 1906 (Taf. 2 und 5).

Der Erhaltungszustand der Schuppen aus dem Hunsrückschiefer ist lange nicht so günstig wie bei den Acanthodier-Schuppen aus dem Obersilur des Ostseegebietes oder aus dem Old Red. Letztere kann man von allen Seiten betrachten, sie sind unverdrückt, weder gelängt noch gestaucht. *Machaeracanthus* aus dem Hunsrückschiefer macht ein Studium des Erhaltungszustandes notwendig, ehe man an eine Rekonstruktion der Gesamtschuppe gehen kann. Meist liegen nur die Kronplatten der Schuppen frei, und hier eigentlich auch nur ihre Skulpturrippen, während die Ränder der Kronplatte fast immer ganz undeutlich sind. Nicht selten ist auch die Unterfläche der Basis sichtbar, aber auch hier ist es nicht leicht zu entscheiden, ob die gesamte Basisfläche erhalten ist oder nur ein Teil.

Die Kronplatte (Abb. 3 C–R). Die Größe der Kronplatte und ihr Umriß können recht verschieden sein, wie die Abbildungen zeigen. Manche Kronplatten werden 2,5 mm lang, andere erreichen nur eine Länge von 1,5 mm. Stets läuft das Hinterende der Kronplatte in eine lange schmale Spitze aus, die den Vorderrand der nachfolgenden Schuppe überlagert. Die großen Schuppen haben meist einen rhomboidischen Umriß (Abb. 3 C–G, M), kleine Schuppen entsprechen mehr der normalen Gestalt von Acanthodier-Schuppen (Abb. 3 K, L, N–P). Die Skulptur besteht stets aus schmalen, recht scharfkantigen Rippen, die sich im Hinterende der Kronplatte vereinigen, vorne auseinanderweichen. Meist sind vier Rippen ausgebildet, die sich auf zwei Gabeläste verteilen. Breitere Schuppen können 6–7 Rippen aufweisen (Abb. 3 H, J, O, P), die aber ebenfalls zwei sich aufgabelnden Stammrippen angehören. Randrippen sind nicht entwickelt. Die breiten Randflächen sind manchmal leicht gefurcht (Abb. 3 H und O). Die flachen Streifen zwischen den Rippen sind viel breiter als die Rippen. Meist sind die lateralen Flächen neben der ersten und

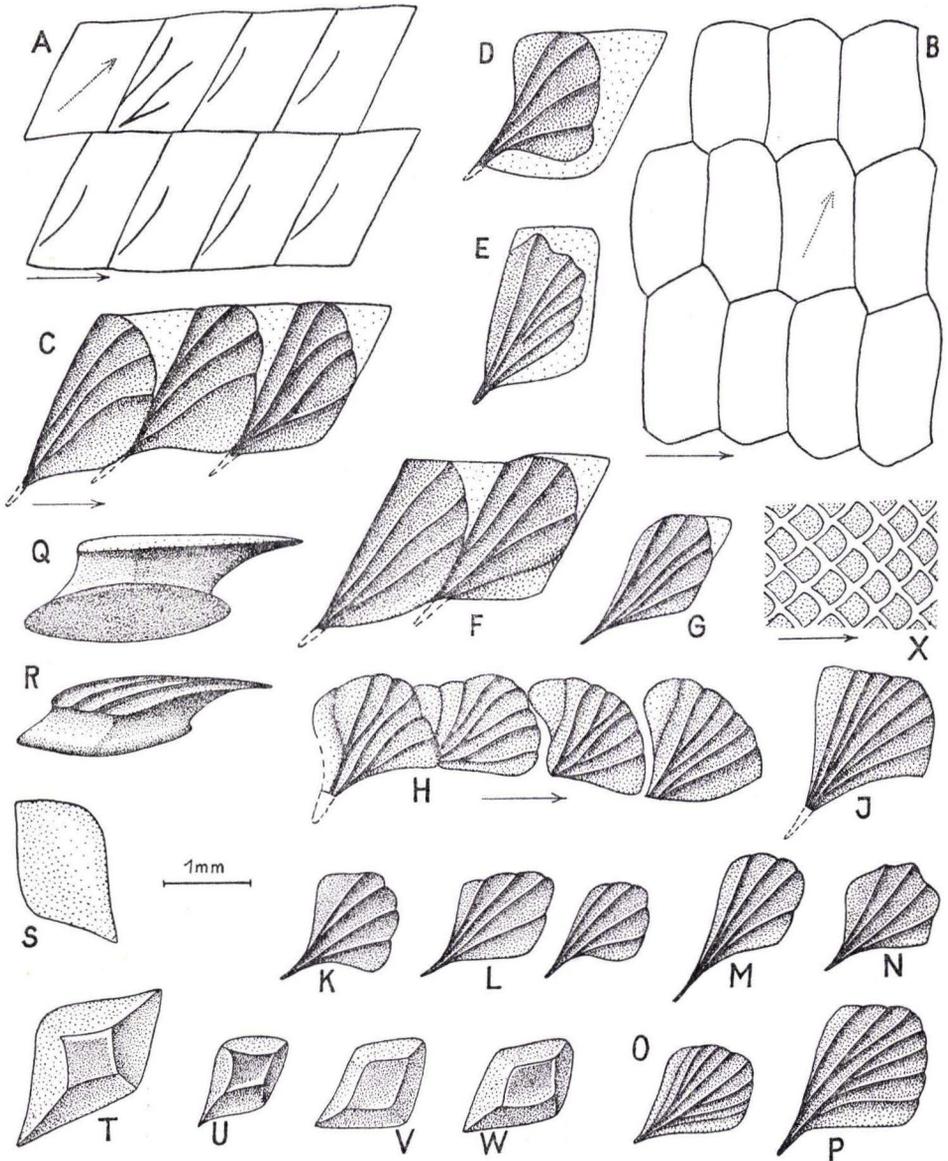


Abb. 3. A—W *Machaeracanthus* sp. indet. $\times 12$. Die ausgezogenen Pfeile geben die vermutete Längsachse des Fisches an, die punktierten Pfeile die Längsdiagonale der Schuppen. A streng rhomboidische Durchprägungen der Schuppengrenzen mit Andeutung der Skulpturrippen. B Gesteinsrahmen der Schuppen mit etwa sechseckigem Umriß. C—G Schuppenkronen mit gesteinerfüllten Zwischenräumen; H—J Schuppenkronen mit zahlreichen Rippen. K—N kleine Schuppenkronen mit je vier Rippen. O—P Schuppenkronen mit zahlreichen Rippen. Q verdrückte Schuppe in Seitenansicht. R Rekonstruktion einer Schuppe, linke Seite. S intakte Basisfläche. T—W flachgepreßte Schuppen mit kleiner Basis, vielleicht nur unvollständig erhalten. X *Cheiracanthus purchisoni* AG. Mittel Old Red Schottlands. Etwas schematisierte Wiedergabe der Schuppenanordnung eines 12 cm langen Fisches zum Vergleich mit der Schuppengröße und Schuppenstellung von *Machaeracanthus* sp. indet. $\times 12$

vierten Rippe schlecht oder garnicht erhalten. Bei Hunsrückschiefer-Fischen sind Feinheiten der Skulptur fast stets undeutlich erhalten.

Das Überlagerungsverhältnis der Kronplatten benachbarter Schuppen ist normal. Die beiden Vorderränder der Kronplatte werden geringfügig überlagert, die beiden Hinterränder überlagern ein wenig die nachfolgenden Schuppen. Außerdem legt sich auf den Vorderrand das spitze Hinterende der vorausgehenden Schuppe, so daß jede Schuppe vorne von drei Schuppen überlagert wird, hinten ihrerseits drei Schuppen überlagert. Es kommt nicht zur Ausprägung deutlich skulpturfreier überlagerter Flächen, in dieser Hinsicht unterscheiden sie sich sehr deutlich von den Schuppen der Ganoiden, selbst von so kleinschuppigen Gattungen wie *Cheirolepis*.

Die Schuppenbasis (Abb. 3 Q–W). Nur recht selten ist die Schuppenbasis gut erhalten. Meist weist sie einen rhomboidischen Umriß auf, etwa dem Umriß der Kronplatte entsprechend, aber hinten in keinen langen Fortsatz ausgezogen (Abb. 3 S). Oft ist die Basis sehr viel kleiner als die Kronplatte (Abb. 3 T–W), vielleicht zum Teil eine Folge unvollständiger Erhaltung. Eine Prüfung kann bei den verdrückten und von der Präparation vielleicht beschädigten Schuppen kaum ausgeführt werden. Die Basis ist meist eben oder nur kaum gewölbt; nicht selten auch ein wenig vertieft. Von den Seitenecken der Basis gehen niedrige Leisten aus, die sich am Hals der Schuppe bis zur Kronplatte hinziehen, ähnlich wie bei anderen Acanthodiern. Eine besonders lange Leiste unterstützt das Hinterende der Kronplatte; aber auch zum Vorderende der Kronplatte steigt eine Leiste auf. Letztere Leisten sind nur bei plattgedrückten Schuppen wahrzunehmen.

Der Schuppenhals (Abb. 3 Q und R). Er ist nur an relativ wenigen, aus ihrer natürlichen Lage verschobenen Schuppen zu sehen. Der Hals ist recht niedrig, ein wenig konkav ausgehöhlt und durch die erwähnten Eckleisten in vier Abschnitte gegliedert, den Rändern der Kronplatte und der Basis entsprechend. Die Rekonstruktion der Seitenansicht (Abb. 3 Q) gibt die Höhe des Halses nach dem Durchschnittswert verschiedener Schuppen wieder; intakte Schuppen in Seitenansicht haben sich nicht erhalten oder können nicht freigelegt werden. Da die flache Basis und der Schuppenhals recht niedrig sind, bleiben die Schuppen als Ganzes viel flacher als die Norm der Acanthodier-Schuppen (vgl. Gross 1947).

Die Anordnung der Schuppen (Taf. 2; Abb. 3 A–C, F). Die Anordnung der Schuppen in schrägen Reihen tritt oft deutlicher hervor als die Gestalt der Schuppen, besonders auch in der Röntgenaufnahme (Taf. 2 Fig. 1). Die einzelne Schuppe prägt sich als Rhomboid (Abb. 3 A) oder als „Netzmasche“ (Abb. 3 B und Taf. 1 Fig. 1) durch. Diese Maschen entsprechen weder der Gestalt der Kronplatte noch der der Basis genau; sie kommen durch die Art der Erhaltung zustande. Bei vielen Acanthodiern aus dem britischen Unterdevon sieht man oft, wie der Raum zwischen den einzelnen Schuppen derart vom Gestein ausgefüllt wird, daß nach der Verwitterung oder negativer Präparation der Schuppen das Gestein als wabenförmiger Rahmen übrigbleibt (Abb. 3 X), wodurch die sich schräg durchkreuzenden Schuppenreihen viel deutlicher hervortreten als die Längsreihen. Den gleichen Erhaltungszustand weist auch der Holotypus des Selachiers *Protacrodus vetustus* auf (Gross 1938, Taf. 2 Fig. 3; Abb. 5 M). Bei der Fossilisation des vorliegenden *Machaeracanthus*-Restes

hat das Gestein zwischen den Schuppen allem Anschein nach ähnliche Rahmen gebildet, die sich als Rhomboide und schräge Schuppenreihen durchprägen und damit die Anordnung der Schuppen sehr deutlich anzeigen, auch wenn von der Schuppen-skulptur und dem Umriß der Kronplatten nichts mehr erkannt werden kann. In der Röntgenaufnahme treten die Gesteinsrahmen zwischen den Schuppen besonders deutlich hervor, da sie die Röntgenstrahlen weniger durchlassen als die Schuppen. Einzelheiten, wie z. B. das spitze Hinterende der Kronplatte und deren Umriß, gehen dabei verloren, so daß das Bild des erhaltenen Zustandes stark abweicht von dem, das man bei bester Erhaltung der Kronplatten erwarten müßte; das Bild wird vereinfacht, die Umrisse der Schuppen werden begradigt.

Dabei hebt sich die Anordnung der Schuppen deutlicher ab, als wenn die Schuppen in bester Erhaltung vorlägen; besonders tritt ihr rhomboidischer Umriß hervor, den sowohl die Kronplatten als auch die Basen aufweisen. Die vordere obere Ecke des Rhombus (Abb. 3 C–G) wird vermutlich von der Basis hervorgerufen, in den übrigen Rändern stimmen die Kronplatten und die Basen ungefähr überein. Die spitzen Hinterenden der Kronplatten greifen über den rhomboidischen Rahmen hinaus und prägen sich nicht durch (Abb. 3 D). Der Hinterrand des Rhomboids fällt mit der hinteren Skulpturleiste zusammen (Abb. 3 A, zweite Schuppe der oberen Reihe; Abb. 3 C und F). Durch die Schieferung des Gesteins können die Formen noch verändert werden. Meist erscheinen die Schuppenrahmen streng rhomboidisch (Abb. 3 A); sie können aber auch einen angenähert sechseckigen Umriß annehmen (Abb. 1 B); das sind Unterschiede der Erhaltung.

Leider ist das Schuppenkleid von *Machaeracanthus* sp. indet. nicht so vollständig erhalten, daß sich die Längsachse des Fisches genau ermitteln ließe. Es ist anzunehmen, daß die Längsachse der Schuppe (= Längsdiagonale) sich ähnlich wie bei den Ganoidschuppen der Actinopterygier etwas schräg zur Längsachse des Fischkörpers gerichtet hat, da sich die Diagonalen der Schuppe schräg kreuzen, nicht mehr senkrecht wie bei den rhombischen Schuppen der meisten Acanthodier (Abb. 3 A–B).

Die Merkmale der Acanthodier-Schuppen, die ich zur Gattung *Machaeracanthus* stelle, lassen sich wie folgt zusammenfassen. Die Schuppen sind absolut groß, aber relativ zur Körpergröße klein. Ihre Basis ist flach, der Hals ist niedrig, die Krone ist flach. Meist sind die Schuppen zu einem Rhomboid verzogen, so daß die beiden Vorderränder und die beiden Hinterränder ungleich lang werden. Der Umriß der Schuppen erhält damit eine gewisse Ähnlichkeit mit den Schuppen der Ganoiden, während ihr Bau grundsätzlich mit dem der Acanthodier übereinstimmt. Die Skulptur besteht aus relativ wenigen schmalen Rippen, die sich immer zwei Gabelästen zuordnen lassen.

Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Ein zweites, leider schlecht erhaltenes Exemplar von *Stensiöella heintzi* ist 1963 gefunden worden. Es zeigt die Dorsalseite des Schädeldaches mit fast vollständig erhaltenem Seiten- und Hinterrand. Neu ist die Feststellung lateraler Linienpaare, die vielleicht zum Sinnesliniensystem gehören. In der Röntgenaufnahme sind Reste

der Visceralbögen, besonders ihrer ventralen Elemente, zu erkennen. Ferner sind einige zerquetschte Elemente am Seitenrand des Schultergürtels sichtbar, die Teile der Radialia der Brustflosse sein können. Die Lage der Nasenkapseln und ihrer äußeren Öffnungen ist auch an diesem Exemplar ebensowenig festzustellen wie die Lage der Orbitae.

2. Reste des Schuppenkleides eines großen Acanthodiers gehören allem Anschein nach zur Gattung *Machaeracanthus*, deren Brustflossenstacheln in der Siegen-Stufe des rheinischen Unterdevons nicht selten sind. Die Schuppen sind im Verhältnis zur Größe des etwa 1,50 m langen Fisches kleiner als bei den meisten Acanthodier-Gattungen, absolut aber groß, da ihre Kronplatten oft eine Länge von 2,5 mm erreichen. Radiale Leisten verzieren die flache Kronplatte, deren rhomboidischer Umriß an den einer Ganoidschuppe erinnert, da die beiden Diagonalen der Kronplatte einander schräg kreuzen. Die Kronplatte hat einen kurzen und einen langen Vorderrand, einen kurzen und einen langen Hinterrand. Der Hals der Schuppe ist niedrig; die Basis ist flach, meist ohne Wölbung, im Umriß rhomboidisch. Ähnliche Reste des Schuppenkleides großer Acanthodier finden sich in den Lochkoverschichten der Prager Mulde; F. PRANTL stellt sie zu *Machaeracanthus*. Das Alter der Lochkover-Schichten ($e\gamma$), aus denen auch *Radotina* stammt, entspricht nach neuesten Untersuchungen nicht dem Obersilur, sondern dem unteren Unterdevon (Gedinne- und Siegen-Stufe); der leitende Graptolith, *Monograptus hercynicus*, ist eine unterdevonische Art. Damit nähert sich das Alter der Lochkover-Schichten dem des Hunsrückschiefers.

Schriftenverzeichnis

- BROILI, F.: Weitere Fischreste aus den Hunsrückschiefern. — Sber. bayer. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Abt., München 1933.
- GROSS, W.: Die unterdevonischen Fische und Gigantostraken von Overath. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F., **145**, Berlin 1933 (1933a).
- Die Wirbeltiere des rheinischen Devons. — Ebenda, **154**, Berlin 1933 (1933b).
- Die Wirbeltiere des rheinischen Devons. Teil II. — Ebenda, **176**, Berlin 1937.
- Das Kopfskelett von *Cladodus wildungensis* JAEKEL. 2. Teil. — Senckenbergiana, **20**, Frankfurt a. M. 1938.
- Die Agnathen und Acanthodier des obersilurischen Beyrichienkalks. — Palaeontographica, **96**, Abt. A, Stuttgart 1947.
- Über die älteste Arthrodiren-Gattung. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **86**, Wiesbaden 1958.
- Neuuntersuchung der Stensiöellida (Arthrodira, Unterdevon). — Ebenda, **90**, Wiesbaden 1962.
- *Gemuendina stuetzi* TRAQUAIR. Neuuntersuchung. — Ebenda, **91**, Wiesbaden 1963.
- JAEGER, H.: Das Silur (Gotlandium) in Thüringen und am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges (Kellerwald, Marburg, Gießen). — Symposium Silur/Devon-Grenze 1960, Verlag E. Schweizerbart, Stuttgart 1962.
- *Monograptus hercynicus* in den Westsudeteten und das Alter der Westsudeteten-Hauptfaltung, Teil I. — Geologie, **13**, Berlin 1964.
- KREBS, B.: Über einen Flossenstachel von *Gyracanthus* (Acanthodii) aus dem Oberkarbon Englands. — Eclogae geol. Helv., **53**, Basel 1960.
- SOLLE, G.: *Hysterolites hystericus* (Schlotheim) (Brachiopoda; Unterdevon), die Einstufung der oberen Graptolithen-Schiefer in Thüringen und die stratigraphische Stellung der Zone des *Monograptus hercynicus*. — Geol. Jb., **81**, Hannover 1963.

- STENSIÖ, E.: La cavité labyrinthique, l'ossification sclérotique et l'orbita de *Jagorina*. — In: ARAMBOURGH, C. et al.: Paléontologie et Transformisme, Albin Michel, Paris 1950.
- On the pectoral fin and shoulder girdle of the Arthroires. — K. Vet. Akad. Handl., (4), 8, no. 1, Stockholm 1959.
- WALLISER, O. H.: Conodontenchronologie des Silurs (= Gotlandiums) und des tieferen Devons mit besonderer Berücksichtigung der Formationsgrenze. — Symposium Silur-Devon-Grenze, 1960, Verlag E. Schweizerbart, Stuttgart 1962.
- WATSON, D. M. S.: The Acanthodian Fishes. — Phil. Trans. Roy. Soc. London, (B), Nr. 549, London 1937.
- The myotomes of Acanthodians. — Proc. Roy. Soc., (B), 151, London 1959.
- WOODWARD, A. S.: On a carboniferous fish from Mansfield District Victoria. — Mem. Nat. Mus. Melbourne, no. 1, Melbourne 1906.

Manuskript eingegangen am 1. 6. 1964

Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers *

8. *Phacops ferdinandi* KAYSER und sein Verbreitungsgebiet in der Hunsrückschieferfazies

Von

FRIEZ KUTSCHER, Wiesbaden

Mit 2 Abbildungen und den Tafeln 3-4

Kurzfassung: *Phacops ferdinandi* ist das bekannteste und am weitesten verbreitete Hunsrückschieferfossil. Die Artbeschreibung wird vervollständigt, und alle wesentlichen Beobachtungen und Daten werden zusammengetragen und beurteilt.

Trotz der Beschränkung dieses häufig gefundenen Trilobiten auf den Hunsrückschiefer fällt er als reines Faziesfossil vorerst für stratigraphische Schlußfolgerungen aus.

Abstract: *Phacops ferdinandi* is the best known and widespread fossil of the Hunsrück shales. Its diagnosis of species is enlarged and all dates of its findings are discussed.

As a facies fossil *Phacops ferdinandi* cannot be used for any secure stratigraphical consequence.

Résumé: *Phacops ferdinandi* est le meilleur connu et plus abondant fossil du Hunsrückschiefer. Sa diagnose d'espèce est complétée, aussi sa répartition régionale, mais sa répartition stratigraphique n'est pas encore secure: Il est répandu seulement dans l'Hunsrückschiefer.

*In dieser Reihe bisher erschienen:

- KUTSCHER, F.: Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **90**, S.160—164, 2 Tab., Wiesbaden 1962.
- & HORN, M.: 1. Ein Fossilvorkommen im Leimbach-Tal nördlich Bacharach (Unterdevon, Mittelrhein). — Paläont. Z., H. SCHMIDT-Festband, S. 134—139, Taf. 13—14, Stuttgart 1962.
- 2. Die Chondriten als Lebensanzeiger. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **90**, S. 494—498, Taf. 36, Wiesbaden 1962.
- 3. Die Anwendung der Röntgentechnik zur Diagnostik der Hunsrückschieferfossilien. — Ebenda, **91**, S. 74—86, Taf. 9—11, Wiesbaden 1963.
- & HORN, M.: 4. Fossilien und organogener Detritus im Sediment. — Ebenda, **91**, S. 87 bis 91, Taf. 12, Wiesbaden 1963.
- 5. Pteropoden-Vorkommen im Hunsrückschiefer des Hunsrücks und Taunus. — Ebenda, **91**, S. 366—371, 3 Abb., Wiesbaden 1963.
- & KÜMMERLE, E.: 6. Die Conularien-Arten des Hunsrückschiefers. — Ebenda, **92**, S. 52—59, Abb. 1, Taf. 3—4, Wiesbaden 1964.
- 7. Spülsäume in Schichten der Kaisergrube von Gemünden. — Ebenda, **92**, S. 261—264, Taf. 15, Wiesbaden 1964.

Inhalt

1. Einleitung	20
2. Stammbaum	20
3. Synonymenliste und Artbeschreibung von <i>Phacops ferdinandi</i> E. KAYSER 1880	21
3.1 Synonymenliste	21
3.2 Allgemeine Beschreibung	25
3.3 Erweiterte Artbeschreibung	27
4. Trilobitenfährten im Hunsrückschiefer-Sediment	28
5. Die Erscheinungsformen der <i>Phacops</i> -Funde im Hunsrückschiefer	29
5.1 Vollständig erhaltene Individuen, gestreckt, mit Gliedmaßen	30
5.2 Gestreckte Individuen, ohne Körperanhänge	30
5.3 Zerstörung der Tierleichen vor der Einbettung	30
5.4 Fossil erhaltene Häutungsreste	30
5.5 Eingerollte Individuen	30
5.6 Mit Schwefelkies überzogene Fossilien	31
5.7 Fehlender Schwefelkiesüberzug	31
5.8 Deformierte Individuen	31
5.9 Fährten	32
6. Die Verbreitung von <i>Phacops ferdinandi</i> KAYSER	32
6.1 Taunus und Mittelrheingebiet	32
6.2 Fundorte Bundenbach und Gemünden im Hunsrück	32
6.3 Weitere Fundgebiete im Hunsrück	33
6.4 Eifel	33
6.5 Ardennen	33
7. Der Leitwert von <i>Phacops ferdinandi</i> KAYSER	33
8. Vorkommen von <i>Phacops ferdinandi</i> KAYSER auf fremder Lagerstätte	34
9. Zusammenfassung	34
10. Schriftenverzeichnis	35

1. Einleitung

Das im Hunsrückschiefer verbreitetste und auch am meisten gefundene Fossil ist der Trilobit *Phacops ferdinandi* E. KAYSER. Eine Zusammenstellung über dieses sehr häufig vorkommende Fossil des Hunsrückschiefers verschiedener Gebiete ist trotz vieler interessanter Erkenntnisse (Gliedermaßen, Fährten usw.) von 1880 — in diesem Jahr wurde diese Art neu aufgestellt — bis zum heutigen Tage nicht erfolgt. Im folgenden soll daher eine Lücke geschlossen werden, indem alles Wissenswerte zusammengetragen und darauf aufbauend eine Würdigung dieses wichtigen Fossils angeschlossen wird.

2. Stammbaum

Die Anschauungen über die Systematik der Trilobiten haben außerordentlich oft gewechselt, und sie sind auch bis heute noch nicht endgültig geklärt. Nach dem Treatise on Invertebrate Paleontology (1959) ist für die Gattung *Phacops* folgender Stammbaum festgelegt:

Klasse Trilobita WALCH 1771
 Ordnung Phacopida SALTER 1864
 Unterordnung Phacopina STRUVE 1959

(= Superfamilie Phacopidae RUD. RICHTER 1933;
Phacopidacea DELO 1935
Phacopacea HENNINGSMOEN 1951;
Phacopoidae HUPÉ 1953)

Superfamilie Phacopacea HAWLE & CORDA 1847

Familie Phacopidae HAWLE & CORDA 1847

Unterfamilie Phacopinæ HAWLE & CORDA 1847

In dieser Unterfamilie Phacopinæ HAWLE & CORDA 1847 sind folgende 10 Gattungen zusammengefaßt:

Phacops EMMRICH 1839, Gotlandium — Devon
Reedops R. & E. RICHTER 1925, Gotlandium
Eocryphops R. & E. RICHTER 1931, Oberdevon
Cryphops R. & E. RICHTER 1926, Oberdevon
Trimercephalus MC. COY 1849, Oberdevon
Nephranops R. & E. RICHTER 1926, Oberdevon
Dianops R. & E. RICHTER 1923, Oberdevon
Bouleia KOZŁOWSKI 1923, Devon
Dereimsia KOZŁOWSKI 1923, Devon
Eophacops DELO 1935, Gotlandium.

Gattung *Phacops* EMMRICH 1839

Gattungsdiagnose: Kopfschild parabolisch mit gerundeten Hinterecken. Glabella vorn stark verbreitert. Die Furchenpaare auf der Glabella mit Ausnahme des hinteren undeutlich. Pygidium hinten gerundet.

Verbreitung: Silur — Oberdevon in Europa, Südafrika, Nord- und Südamerika.

3. Synonymenliste und Artbeschreibung von *Phacops ferdinandi* E. KAYSER 1880

Taf. 3 Fig. 1; Taf. 4 Fig. 6–10; Abb. 1, 2

3.1 Synonymenliste

1880 *Phacops Ferdinandi* n. sp. — E. KAYSER, Über *Dalmanites rhenanus*, S. 20–21, Taf. 3 Fig. 2.

Artbeschreibung. Hinweis auf mögliche zweite Art.

1881 *Phacops Ferdinandi* (KAYSER) — C. KOCH, Unterdevon-Schichten, S. 207.

Aufzählung in einer Faunenliste: besonders große und gestreckte Exemplare. Fundorte: Kaub, Naurod bei Schwalbach, Bundenbach, hin und wieder anderwärts in den gleichen Schiefen.

1882 *Phacops Ferdinandi* KAYSER — MAURER, Beiträge zur Gliederung, S. 3, 4.

In Faunenlisten erwähnt. Leitfossil des Hunsrückchiefers.

1883 *Phacops Ferdinandi* KAYS. — R. LEPSIUS, Mainzer Becken, S. 22.

Faunenliste mit Hinweis auf C. KOCH 1881.

1884 *Phacops Ferdinandi* KSR. — H. VON DECHEN, Erl. geologische Karte, S. 109.

Hinweis auf Faunenliste KOCH, (1881, S. 207).

Fundorte: Kaub, Naurod bei Schwalbach, Bundenbach, Gemünden.

- 1884 *Phacops Ferdinandi* (KAYSER) — H. GREBE in DUNKER, Bergrevier Coblenz II, S. 11.
Fossiliste.
Fundorte: Bundenbach und Gemünden. Häufig im Dachschieferbruch Kaiserbruch bei Gemünden, oft bis 13 cm lang (gemeint ist die Kaisergrube).
- 1886 *Phacops Ferdinandi* KAYS. — F. MAURER, Fauna rechtsrheinisches Unterdevon, S. 50.
Zitiert KAYSER (1880). Vorkommen: Kaub.
- 1887/1892 *Phacops Ferdinandi* KAYS. — LEPSIUS, Geologie von Deutschland, S. 46.
In Faunenliste erwähnt. Leitende Form für den Hunsrückschiefer.
- 1889 *Phacops Ferdinandi* KAYSER — F. v. SANDBERGER, Dev. System Nassau, S. 21, 106–107, Taf. 3 Fig. 4.
S. 21. Hinweis auf KAYSER 1880 und *Phacops latifrons* in: Rheinisches Schichtensystem in Nassau, S. 16, ex parte.
Fundpunkte: Grube Neue Hoffnung u. a. bei Kaub, Kreuzberg bei Derschied, Naurod bei Langenschwalbach.
S. 106–107. Beschreibung (mit Hinweis auf KAYSER 1880) und Abbildung.
- 1889 *Phacops Ferdinandi* KAYSER — F. FRECH, Über das rheinische Unterdevon, S. 185.
Weist auf ziemliche Häufigkeit bei Bundenbach hin.
- 1891 *Phacops* cf. *Ferdinandi* KAYSER — G. DEWALQUE, Warmifontaine, S. LXI.
Vorkommen in den Schiefen bei Warmifontaine (Neufchâteau).
- 1893 *Phacops Ferdinandi* KAYSER — E. HOLZAPFEL, Rheinthal, S. 35, 36.
Wiederholung der Listen von FRECH (1889) und von SANDBERGER (1889).
In Dachschiefergruben am häufigsten vorkommendes Fossil.
Interessante Fußnote S. 36: Von den Bergleuten im Sauerthal wird der Trilobit, welcher auf Grube Eckert (Vogelsang) verhältnismäßig häufig ist, mit dem merkwürdigen Namen „Beilknips“ bezeichnet, vermutlich weil die zum Spalten des Schiefers benutzten Werkzeuge oft an der eingeschlossenen Versteinerung abspringen oder abgleiten.
- 1897/1902 *Phacops Ferdinandi* KAYSER — FRECH, Lethaea palaeozoica, I, 2, S. 145.
Nicht sonderlich selten Exemplare dieses Trilobiten (Aufführung der Hunsrückschiefer-Fossilien).
- 1899 *Phacops Ferdinandi* KAYS. — A. FUCHS, Loreleigegend, S. 4, 9, 10, 11, 93.
S. 4. Zonenfossil (Zone des *Phacops Ferdinandi* und des *Rhipidophyllum vulgare*).
S. 9. Fossiliste mit Fundpunkten: Eckert, unterer und oberer Kreuzberg, alte Halden im Blüchertale dicht vor Kaub am Rhein; in Anzahl. Zumeist eingerollt.
S. 10. Für die Stratigraphie von besonderem Wert; auch im belgischen Gebiet gefunden.
S. 93. Stratigraphische Gliederung.
- 1903/1905 *Phacops Ferdinandi* — TRAQUAIR, Dev. Fishes, S. 732.
Hauptlokalitäten des Vorkommens sind Bundenbach, Gemünden im Hunsrück, Kaub am Rhein, Alles on the Semois.
- 1904 *Phacops Ferdinandi* KAYS. — A. LEPPLA, Erl. Bl. Kaub, S. 16.
Fossiliste. Vorkommen in den Dachschiefern von Kaub und im Sauerthal.
- 1904 *Phacops Ferdinandi* KAYS. — E. HOLZAPFEL, Erl. Bl. St. Goarshausen, S. 9.
Fossiliste.

- 1904 *Phacops Ferdinandi* KAYS. — A. LEPPLA, Erl. Bl. Algenroth, S. 9.
Fossiliste.
- 1904 *Phacops Ferdinandi* KAYSER — LEPPLA, Erl. Bl. Presberg-Rüdesheim, S. 28.
Fossiliste; aus verschiedenen Dachschiefergruben.
- 1915 *Phacops Ferdinandi* E. KAYSER — A. FUCHS, Hunsrückschiefer Mittelrhein,
S. 76, Taf. 15 Fig. 5.
Ergänzende Beschreibung.
- 1922 *Phacops* — HENNIG, Arthropoden-Funde, S. 19.
Überblick über Trilobiten-Funde (Gattungen) im Hunsrückschiefer.
- 1928 *Phacops* sp. — BROILL, Trilobit mit Gliedmaßen, S. 71–82, 1 Taf., 1 Abb.
Erstmaliger Nachweis von Extremitäten bei einem europäischen unterdevonischen Vertreter der Gattung *Phacops*. Ergänzende Beschreibungen von *Phacops*.
- 1930 *Phacops* sp. — BROILL, Weitere Funde von Trilobiten, S. 298–305, Fig. 2;
Taf. 22 Fig. 1, 2.
Weitere *Phacops*-Individuen mit Gliedmaßen. Erweiterte Artbeschreibung.
- 1930 *Phacops ferdinandi* E. KAYSER — A. FUCHS, Erl. Bad Schwalbach, S. 27, 28.
Am häufigsten gefunden; zumeist eingerollt. Fossiliste. Fundort: Feldweg NE
Höhe 461,7 SE Huppert.
- 1931 *Phacops ferdinandi* E. KAYSER — KUTSCHER, Hunsrückschiefer, S. 215.
Verbreitetstes Hunsrückschieferfossil. Leitfossil. Art des Vorkommens.
- 1931 *Phacops (Phacops) ferdinandi* — RUD. RICHTER, Tierwelt und Umwelt, S. 312,
326, 328, 337, Abb. 14, 15.
S. 312. Nesterweises Vorkommen in der Kaisergrube.
S. 326. Chemische Analyse der Hartteile.
S. 328, 337. Erhaltung und Schattenbilder.
- 1931 *Phacops* — GÜRICH, *Mimaster hexagonalis*, S. 221.
Phacops als Abdruck im Schiefer.
- 1932 *Phacops* — OPITZ, Birkenfeld, S. 28–31, Abb. 21, 23, 24; S. 137, Abb. 134.
Häufigste Fossilart in den Bundenbacher Gruben und in der Grube Schiellenbach
bei Herrstein.
Hinweis auf breite und schmalere Formen.
- 1932 *Phacops* — W. M. LEHMANN, Stereo-Röntgenaufnahmen, S. 325–327, Abb. 3–7.
Stereo-Röntgenaufnahmen als Hilfsmittel für die Präparation und Unter-
suchungen von *Phacops*; bildliche Illustration.
- 1934 *Phacops ferdinandi* — OPITZ, Tektonische Untersuchungen, S. 235.
Hinweis auf zahlreiche Vorkommen auf der Grube Schiellenberg bei Herrstein.
- 1934 *Phacops* — RUD. RICHTER, Werden der Heimat, S. 4, 5, 7; Abb. 1.
Darstellung in einem Lebensbild, am Meeresboden, eingerollt.
- 1934 *Phacops ferdinandi* KAYSER — KUTSCHER, Fauna Hahnenbachtal, S. 142.
Vorkommen in der Dachschiefergrube Hipplau bei Rudolfshaus im Hahnen-
bachtal.
- 1935 *Phacops ferdinandi* — OPITZ, Lebensbilder, S. 509.
Kriechender „Dreilappkrebs“ im Vordergrund eines Unterdevon-Aquariums.
- 1936 *Phacops ferdinandi* E. KAYSER — AHRENS, Erl. Bl. Mayen, S. 11.
Faunenliste für die Kauber Zone; vereinzelt Vorkommen.

- 1936 *Phacops ferdinandi* KAYSER — KUTSCHER, Taunusquarzit, Throner Quarzite und Hunsrückschiefer, S. 216, 221.
Häufiges Vorkommen, auf Hunsrückschiefer beschränkt. Hinweis auf Vorkommen in Dachschiefen bei Abentheuer.
- 1936 *Phacops* — DACQUÉ, Versteinertes Leben, S. 45, 62, 71, 99, 127, Taf. 24 Fig. 71.
Auftrieb durch Verwesungsgase, wodurch Gliedmaßen besonders weit herabhängen.
- 1936 *Phacops ferdinandi* — BEHR & DIENST, ALEX. FUCHS †, S. 4.
Zone des *Phacops ferdinandi* und des *Rhipidophyllum vulgare*.
- 1938 *Phacops ferdinandi* EM. KAYSER — W. M. LEHMANN, Röntgenstrahlen, S. 19 bis 20, Taf. 3–4, Abb. 1–6.
Röntgenaufnahmen werden beschrieben und abgebildet.
- 1939 *Phacops ferdinandi* — W. M. LEHMANN, Neue Beobachtungen, S. 14.
Hinweis auf eigene Sammlung mit annähernd 200 Individuen von 1,5–~15,0 cm Länge.
- 1939 *Phacops ferdinandi* KAYS. — NÖRING, Unterdevon, S. 54.
Vorkommen im Dachschiefer von Abentheuer (südlichster Teil der Leiseler Mulde).
- 1940 *Phacops ferdinandi* E. KAYSER — W. M. LEHMANN, Bronteide, S. 310.
Trilobitenfauna des Hunsrückschiefers ist trotz massenhaften Vorkommens von *Phacops ferdinandi* recht artenarm; nur wenige Gattungen vertreten.
- 1940 *Phacops ferdinandi* — SCOTT SIMPSON, Devon der Südeifel, S. 21.
Hinweis auf Funde in den Dachschiefergruben der Eifel.
- 1940 *Phacops* sp. — LEIF STÖRMER, Studies on Trilobite, S. 213–218, Abb. 26; Taf. 12 Fig. 1, 2.
Behandelt die Gliedmaßen.
- 1941 *Phacops ferdinandi* EM. KAYSER — W. M. LEHMANN, Fauna Hunsrückschiefer, S. 16, 21.
Beschreibung des Lebensbildes im Heimatmuseum Bad Kreuznach. Leitfossil des Hunsrückschiefers.
- 1941 *Phacops ferdinandi* KAYSER — KUTSCHER, Berresheim, S. 57.
Vereinzelt Vorkommen in den Dachschiefergruben bei Mayen.
- 1941 *Phacops* — RUD. RICHTER, Fährten, S. 242, 248.
Fährten, Endopodit.
- 1943 Dreilapper — GUTHÖRL, Dachschiefermeer, S. 112–113, Abb. 20.
Vergleich mit heutigen Asseln. Im Dachschiefermeer herrschten die Formen mit breiter Stirn und deutlich facettierten, großen Augen vor. Gestreckte und eingerollte Formen.
- 1946 *Phacops ferdinandi* KAYSER — E. ASSELBERGHS, L'Eodévonien de l'Ardenne, S. 178, 338.
Fossilliste aus Schiefen der Fazies von Neufchâteau des Siegénien supérieur in den Süardennen.
- 1950 *Phacops ferdinandi* KAYSER — SOLLE, Obere Siegener Schichten, Hunsrückschiefer, S. 329.
Zusammenstellung von Vorkommen: Sch. von Neufchâteau, Mayen, Kaub, im Hahnenbachtal, Grube Schielenberg, Derscheid, Naurod, Grube Eckert, Sauertal, verschiedene Punkte Bl. Nastätten, Bl. Presberg, Huppert.

- 1955 *Phacops* sp. — KLAGES, Fossilien von Bundenbach, S. 67, Abb. 1.
Nennung und Abbildung von *Phacops* sp.
- 1955 *Phacops ferdinandi* KAYSER — ENGELS, Unterdevon zwischen Loreley und Lorchhausen, S. 67, 69.
Nennung von Vorkommen (Kaub und Sauertal) nach SOLLE (1950).
- 1956 *Phacops ferdinandi* EM. KAYSER — W. M. LEHMANN, Kleine Kostbarkeiten, S. 63, Fig. 1, 2.
Leitfossil, Gliedmaßen, Röntgenaufnahme.
- 1960 *Phacops* (Fährten) — SEILACHER, Strömungsanzeichen, S. 105, Abb. 13.
Phacops als mutmaßlicher Erzeuger von Fährten.
- 1961 *Phacops ferdinandi* EM. KAYSER — KUHN, Brehm-Bücherei, Abb. 17, 18, S. 25, Abb. 1.
Darstellung in einem Lebensbild.
- 1962 *Phacops* — SEILACHER, Trilobiten-Dactylus, S. 219—224, Taf. 24 Fig. 1—3, Taf. 25 Fig. 1.
Neufund eines *Phacops* mit Extremitäten.
- 1963 *Phacops ferdinandi* EM. KAYSER — KUTSCHER, Röntgentechnik, S. 81.
Zusammenstellung von Röntgenaufnahmen.
- 1964 *Phacops ferdinandi* — KUTSCHER, Spülsäume, Taf. 15 Fig. 6.
Spülsaum mit Häutungsresten, Kaisergrube Gemünden.
- o. J. *Phacops* — K. GEIB, Führer durch Heimatmuseum, S. 29.
Häufigste Art. Allgemeine Merkmale.

3.2 Allgemeine Beschreibung

Unter den Fossilien der Dachschiefergruben bei Bundenbach, Gemünden und Kaub stellte KAYSER am häufigsten einen Vertreter der Gattung *Phacops* fest, über den er vorläufige Mitteilungen macht. Durch seine beträchtliche, oft bis 13 cm betragende Größe, sowie besonders durch die starken Knoten, welche die 11 Achsenringe des Thorax an ihren Enden tragen, unterscheidet sich die Hunsrückschieferform von *Phacops latifrons* und tritt in nahe Beziehungen zu den *Phacops*-Arten in Böhmen (*Ph. fecundus* BARR.) sowie zu der amerikanischen Form *Ph. logani* HALL. Beide zuletzt genannten Arten haben eine ähnlich stark granulいたe Glabella und ähnlich geknotete Achsenringe. Sie weichen allerdings ab durch ihre geringe Größe und durch die deutliche Furchung der Seitenrippen des Pygidiums, die an der rheinischen Form nicht zu beobachten ist.

Die rheinische Dachschieferform wurde zu Ehren des Verfassers einer frühen Monographie der Bundenbacher Asterien und Crinoiden, FERDINAND ROEMER, als *Phacops Ferdinandi* benannt.

KAYSER (1880, S. 21) schreibt weiter, daß außer der beschriebenen Form bei Gemünden wahrscheinlich noch eine 2. Form vorhanden ist, die ebenfalls sehr groß, aber durch viel schwächere Segmentierung, namentlich durch einen auf den Seiten fast glatten Schwanz ausgezeichnet ist. Ihre Glabella ist viel schwächer granuliert und mit 3 Paar deutlichen Seitenfurchen versehen. Die Hunsrückschieferform bildet

KAYSER (1880, S. 24) auf der Taf. 3 Fig. 2 ab; sie ist ein mäßig großes Exemplar, nach mehreren der Geol. Landesanstalt zu Berlin angehörigen Stücken entworfen; Fundort Gemünden.

A. FUCHS gelang es, durch vorsichtige Präparation den unteren Umschlag des Kopfschildes freizulegen. Er besteht aus einem mittleren, sichelförmigen Schild, der sich seitlich in lange, schmale, dicht unter der ventralen Randfurche gelegene, gebogene am Außenrand gezähnte Hörner fortsetzt (A. FUCHS 1915, S. 76, Taf. 15 Fig. 5 aus der Dachschiefergrube Gottes Segen im Auelsinn bei Weisel).

Ein wesentlicher Fortschritt in der Erweiterung der Fossilbeschreibung gelang F. BROILI durch die Untersuchung von Gliedmaßen bei *Phacops*-Exemplaren aus dem Hunsrückschiefer von Bundenbach. Zum ersten Male war es überhaupt in Europa gelungen, Trilobiten mit Gliedmaßen nachzuweisen und abzubilden.

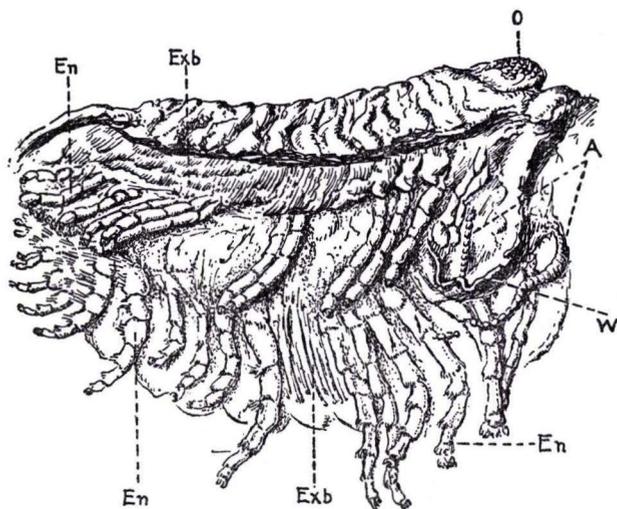


Abb. 1. *Phacops* sp. Die Abbildung ist der Arbeit F. BROILI 1930, S. 298 Fig. 2 entnommen. Das Tier befindet sich in etwas durch den Gebirgsdruck verzerrter Seitenlage.

A Antennula, Ex Exopodit, W Wurmrest (?), En Endopodit, 0 Auge.

Trotz der guten Untersuchungsergebnisse resigniert BROILI mit dem Hinweis, daß gegenüber dem so reichlichen und teilweise glänzend erhaltenen Material von nordamerikanischen Trilobiten mit Körpergliedmaßen die Dachschieferformen doch recht unvollständig überkommen sind und nicht in allen Einzelheiten voll ausgewertet werden können. Doch spätere Funde von *Phacops* mit Gliedmaßen, die auf über 1 Dutzend angewachsen sind, lassen weitere Aussagen zu. Untersuchungen liegen u. a. vor von:

- F. BROILI 1928, S. 71–82, 1 Abb., 1 Taf.
- 1930, S. 298–305, Fig. 2, Taf. 22 Fig. 1, 2.
- W. M. LEHMANN 1932, S. 325–327, Abb. 3–7.
- DACQUÉ 1936, Taf.-Erläuterung auf S. 127.
- W. M. LEHMANN 1938, S. 19–20, Taf. 3–4 Abb. 1–6.
- LEIF STÖRMER 1940, S. 213–218, Abb. 26, Taf. 12 Fig. 1, 2.

RUD. RICHTER 1941, S. 242, 248.

W. M. LEHMANN 1956, S. 63, Fig. 1, 2.

SEILACHER 1962, S. 219—224, Taf. 24 Fig. 1—3; Taf. 25 Fig. 1.

In der zuletzt zitierten Arbeit konnte SEILACHER, im Gegensatz zu früher, besonders feine Strukturen bei den Extremitäten nachweisen und bekanntmachen.

Zum Abschluß der allgemeinen Beschreibung scheint der Hinweis aufschlußreich zu sein, daß für die Untersuchungen und Beurteilung von *Phacops ferdinandi* die

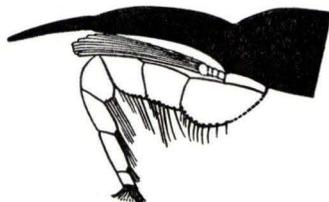


Abb. 2. *Phacops*-Extremität, von vorn gesehen. $\frac{1}{3}$ der Abb. 1 bei A. SEILACHER 1962, S. 221. Rekonstruktion eines *Phacops* mit Extremitäten von Bundenbach. Original im Geol.-Paläont. Institut der Universität Frankfurt a. M.

Die Nachbildung wurde von Herrn Prof. Dr. A. SEILACHER freundlichst gestattet.

Röntgendurchleuchtung zusätzliche Neuerkenntnisse gebracht hat. W. M. LEHMANN hat erstmalig solche Untersuchungen angestellt und in Arbeiten 1932, 1938 und 1956 bekanntgemacht.

3.3 Erweiterte Artbeschreibung

Die früheren z. T. sehr dürftigen Artbeschreibungen von *Phacops ferdinandi* dürfen heute wie folgt erweitert werden:

Etwa 15 cm langer Trilobit von länglichem Umriß im Längen-Breiten-Verhältnis von etwa 2:1. Cephalon halbkreisförmig, vom Rumpf deutlich abgesetzt, mit abgerundeten Hinterenden und proparer Gesichtsnaht. Glabella sehr groß und aufgeblasen, grob granuliert, nach vorn verbreitert. Die großen facettierten Augen liegen weitständig an der Oberseite.

An der Unterseite 5 Paar Kopfeextremitäten, wovon die ersten als Antennen ausgebildet sind. Sie setzen sich aus mehr als 20 Einzelgliedern zusammen, was ihnen ein geringeltes Aussehen gibt; sie erreichen eine Länge von mehr als 3,5 cm. Die übrigen Kopfeextremitäten sind Endopoditen mit terminalem Borstenbesatz. Ihre Größe nimmt nach caudal zu. Zwischen den Kopfeextremitäten liegen das dreieckige Hypostom und dahinter das kleinere Metastom.

Thorax aus 11 Segmenten, Rhachis durch zwei Furchen und starke Knotenreihen deutlich von den Pleuren getrennt. Beine stehen in Längsanordnung und sind nach der Körpermitte und nach hinten umgeschlagen, fünfgliedrig. Typischer Trilobitenspaltfoot aus basalem Protopodit mit Endopodit und federförmigem Exopodit, dessen Borsten proximal den Endopoditen bedecken. Die Beine sind verschieden spreizbar, daher häufiges Schräglaufen des Tieres.

Pygidium gerundet, ohne Stachel, die Segmente sind nur an der Pygidialrhachis gut getrennt, nach außen werden die Seiten des Pygidiums glatt und lassen daher keine Segmentgliederung mehr erkennen.

Die Art lebte benthonisch, wovon die häufigen Tritt- und Grabs Spuren (s. diese) im Hunsrücksschiefer Zeugnis geben. Der Kopfschild eignete sich zum Eingraben. Die

Spaltfüße gestatteten auch schwimmende Fortbewegung. Der Panzer konnte infolge sehr beweglicher Segmentverbindung kugelähnlich eingerollt werden.

4. Trilobitenfährten im Hunsrückschiefer-Sediment

Lange Zeit wurde die Meinung vertreten, daß im Hunsrückschiefer-Meer kein oder nur ein beschränktes benthonisches Leben möglich war. Nur allmählich gelangten Untersuchungsergebnisse zum Durchbruch, die für ein normales Leben, auch ohne Beschränkungen plädierten. Einen wesentlichen Fortschritt erzielten u. a. die Untersuchungen von RUD. RICHTER, indem er die Fährten als Zeugnisse des Lebens auf dem Meeresgrunde postulierte.

Unter anderem beschrieb RUD. RICHTER (1941) Fährten mit den Tritten gegliederter Beine, also Arthropodenfährten, wobei auch solche von Trilobiten diskutiert wurden. Die Fährten auf der Abb. 13 (S. 240 und 241) deutet RUD. RICHTER als die Schwimmspur eines Trilobiten aus schräggestellten Tritt-Sätzen und bezog sie auf *Phacops*, als die dort häufigste Trilobiten-Gattung. SEILACHER (in SCHINDEWOLF & SEILACHER 1955, S. 343) hingegen möchte die einzelnen Eindrücke in Analogie zu anderen Beispielen nicht für Abdrücke der einzelnen Beinglieder, sondern für selbständige Trittsiegel aufeinanderfolgender Beine halten.

1959 (S. 390, Fig. 2) bildet SEILACHER weitere Trilobiten-Fährten aus den Bundenbacher Schiefer ab, wobei ein Trilobit im Schräggang unsymmetrisch versetzte Trittserien hinterließ.

Interessant sind die Mitteilungen SEILACHERS (1960) mit Abbildungen von Trilobiten-Fährten, die einem Strömungseinfluß unterlagen. Als mutmaßlicher Erzeuger ist *Phacops* eingezeichnet (Abb. 13), wobei aber auch *Homalonotus* in Frage kommen kann.

Ruhespuren von Trilobiten fehlen bisher aus dem Hunsrückschiefer. Dagegen sind eindeutige Trilobiten-Kriechspuren recht häufig und bedecken manche Schichtflächen in unentwirrbarer Menge. Isolierte Fährtenzüge lassen die für Trilobitenfährten charakteristischen V-förmig gestaffelten Trittsätze erkennen. SEILACHER (1960) zeigt in der Abb. 13 A—C

- A. Normale Fährten ohne Strömungseinfluß
- B. Fährte in Stromrichtung. Der Rückenstrom steigerte die Schrittlänge auf ein Mehrfaches der normalen
- C. Fährte quer zum Strom, der den Trilobiten fast um Körperbreite seitlich versetzt hat.

Diese Beispiele mögen bekunden, daß die Fährtentiere die Strömung im Hunsrückschiefermeer wirklich miterlebt haben; sie vermitteln auch zugleich eine gewisse Vorstellung von der Stärke der Wasserbewegung.

Nochmals befaßt sich SEILACHER 1962 mit den Trilobiten-Fährten im Hunsrückschiefer. Anlaß war der Fund eines beebinten Trilobiten, bei dem sich Bein und Fährte unmittelbar einander zuordnen lassen. Die nunmehr genaue Kenntnis der *Phacops*-Extremität läßt die zahlreichen Fährten in dreifacher Richtung gliedern:

Durch Schwimmbewegung gewischte Fährten

Beim RICHTERSchen Stück (1941) erscheinen die Trittsiegel flacher eingedrückt und zügiger geschwungen als gewöhnlich. Darin mag sich eine Art Schwimmbewegung ausdrücken, die bei Trilobiten wahrscheinlich immer nur ein Schwimmlaufen in rascher Schrittfolge gewesen ist. Die Beinspitzen strichen daher leichter als sonst über den Schlamm und hinterließen flach gewischte, dafür aber besonders trennscharfe Siegel, deren regelmäßige Gliederung einen entsprechend gegliederten Tarsus vermuten läßt. Die Entdeckung der Borstenschirme bei *Phacops* hat nun diese Vermutung bestätigt (SEILACHER 1962).

Reine Schreitfährten

Unverwischte Eindrücke des Borstentrichters (SEILACHER 1962, Taf. 25 Fig. 1 und Nachbildung in dieser Arbeit Taf. 4 Fig. 3) sind alle vergesellschaftet mit linearen Schleifmarken, und die zugehörigen Fährtenzüge verlaufen gegen die durch diese Marken angezeigte Stromrichtung. Der Bewegungssinn der Fährten ergibt sich aus der Lage von Schlammhäufchen, welche das Bein beim Abdrücken hinter den Trittsiegeln aufgepreßt hat. Die rosettenartig angeordneten Eindrücke entsprechen den Borsten des *Phacops*-Dactylus nach Größe, Zahl (15–20) und Anordnung. Ihre wirbelartige Einkrümmung verrät, daß die Borsten sich elastisch dem Boden anschmiegen und die Beinbewegung ausgleichen.

Die Wirbelstellung der Borsteneindrücke ist nach auswärts gerichtet. Es ist daraus abzuleiten, daß *Phacops* mit O-Beinen gekrochen ist.

Durch Abrutschen gewischte Fährten

In Abb. 13C bei SEILACHER 1960 wurde eine Schichtfläche dargestellt, auf der ein Trilobit quer zu den Schleifmarken lief und durch die Strömung seitlich abgetrieben wurde. Bei diesem Vorgang haben nicht nur der Borstenschirm des Dactylus, sondern auch die Endkrallen kurze Gleitspuren hinterlassen (SEILACHER 1962, Taf. 24 Fig. 3 und Nachbildung in vorliegender Arbeit auf Taf. 3 Fig. 2). Offenbar hatte das Tier die Krallen haltsuchend ausgestreckt.

5. Die Erscheinungsformen der *Phacops*-Funde im Hunsrückschiefer

Es gibt selten eine Fossilart, die so verschiedene Erscheinungsformen beim Auffinden im Schichtenverband besitzt wie *Phacops ferdinandi* in der Hunsrückschieferfazies.

Die Erscheinungsformen können auf die Fossilvollständigkeit, auf das Fossilisations-tempo, auf Häutungsreste, auf fossil überlieferte Lebensäußerungen, auf die postmortalen Beanspruchungen durch das Wasser und die Strömung, auf den Fossilisationsvorgang, auf die Vorgänge bei der Diagenese und der tektonischen Beanspruchungen bezogen werden.

5.1 Vollständig erhaltene Individuen, gestreckt, mit Gliedmaßen

Das Hunsrückschiefer-Sediment ist dafür bekannt, daß es – bei bestimmten Voraussetzungen – ein guter Fossilisator war. Das trifft auch für manche *Phacops*-Individuen zu, die mitsamt den Gliedmaßen gefunden wurden. Ich sprach von ca. einem Dutzend solcher Individuen; sicherlich sind es weit mehr. Im allgemeinen wird die Rückenseite des langgestreckten Trilobitenpanzers aufgefunden, und wenn eine Präparation erforderlich ist, wird diese von der Dorsalseite ausgeführt. Der Nachweis von Gliedmaßen wird durch das Röntgenbild geführt und darauf aufbauend die gezielte Präparation angeschlossen.

5.2 Gestreckte Individuen, ohne Körperanhänge

Längere Liegezeiten zwischen dem Tode und der beginnenden Fossilisation schaffen alle Übergangsformen zwischen guter Erhaltung und teilweiser Zerstörung. Das Auffinden von langgestreckten Panzern, ohne Körperanhänge, ist der Regelfall. Während der Panzer in seinem Verband geblieben und überliefert ist, sind die empfindlichen Körperanhänge abgefallen, zerstört oder getrennt fossilisiert worden.

5.3 Zerstörung der Tierleichen vor der Einbettung

Bei langer Liegezeit mit Beanspruchung der Leichen durch die stete Wasserbewegung, wobei auch die Aasfresser das Ihrige geleistet haben, kommt es zu einem Zerfall des Panzers, zuweilen bis zur letzten Konsequenz. Gelegentlich liegen die zerfallenen Teile noch zusammen; sogar Zusammenschwemmungen zu Leichenfeldern, wobei Körperpartien von mehreren Individuen beteiligt sein können, sind beobachtet worden. Die einzelnen Panzerteile können auch in entferntere Gebiete verschwemmt und so einzeln fossilisiert worden sein.

5.4 Fossil erhaltene Häutungsreste

In verhältnismäßig großer Menge sind Häutungsreste fossil erhalten. Die dünnen Häutungspanzer sind in der Regel nicht verkiest und dadurch als hauchdünne Chitinhäutchen auf den Schichtflächen erkennbar.

Die Häutungspanzer sind selten im ganzen Verband überliefert; zumeist sind sie auseinandergefallen, die Einzelteile verschwemmt und zuweilen in den Spülsäumen angehäuft. Ein Beispiel bildete ich auf der Taf. 15 Fig. 6 (KUTSCHER 1964) ab; es ist eine Dachschieferplatte mit Häutungsresten von *Phacops jerdinandi* und Stielgliedern von Crinoiden, Fundort Kaisergrube Gemünden.

5.5 Eingerollte Individuen

Örtlich und keineswegs selten sind die *Phacops*-Individuen in den Hunsrückschiefer-Schichten in eingerolltem Zustand überliefert.

Beim Einrollen legte das Individuum das Schwanzschild an einen Umschlag des Kopfschildes, und die Schienen des Rumpfes drängten sich in ihren Gleitflächen etwas

übereinander. Die Einrollung fand zum Schutz gegen Feinde statt; ebenso wird vermutet, daß der eingerollte Zustand auch die Schlafstellung gewesen sein kann.

FUCHS (1899) weist darauf hin, daß bei den Funden im Sauerthal und bei Kaub zumeist eingerollte Exemplare gefunden wurden. Abbildungen von eingerollten Exemplaren finden sich u. a. bei FUCHS 1915, Taf. 15; bei OPTZ 1932, Abb. 21.

5.6 Mit Schwefelkies überzogene Fossilien

Da im Hunsrückschiefer-Sediment die Kieserhaltung der Hartteile fast die Regel ist, sind auch die chitinösen Panzer samt Anhängen der *Phacops*-Individuen zumeist mit einem Schwefelkiesüberzug versehen. Es handelt sich um einhüllende und verhüllende Krusten, bei denen der Schwefelkies fortgewachsen ist.

Die Schärfe des Umrisses, die Erhaltung feiner Skulpturen und die Überlieferung feinsten morphologischer Einheiten sind die Vorteile dieser Fossilisierungsart. Sie ist vorzugsweise an feine, dunkle Sedimente (Schlick) und außer dem Hunsrückschiefer an ähnliche Gesteine vieler Formationen gebunden.

Hand in Hand mit der Verkiesung geht eine geringe Verformung der Körperlichkeit vor sich.

Präparationen sind bei den verkiesten Hunsrückschiefer-Fossilien im allgemeinen gut durchführbar.

5.7 Fehlender Schwefelkiesüberzug

Neben der üblichen Schwefelkies-Überlieferung sind auch zahlreiche kieslose *Phacops*-Individuen fossil überliefert worden. Ohne bestimmte Grenzlinien gehen solche Fossilien in den Tonschiefer über. Sie haben die seitlichen Teile des Panzers eingebüßt und liegen, mit verwischter oder ganz ohne Skulptur wie ein Hauch auf der Schichtfläche. Niemals zeigen sie Extremitäten, die Glatze ist zumeist eingedrückt, überhaupt ist die Körperlichkeit fast ganz verschwunden. Der Abdruck sitzt dem Steinkern unmittelbar auf, ohne Raum für den Panzer, der im nachgiebigen Sediment, d. h. vor der Erhärtung des Sedimentes, weggelöst wurde.

Die obige Beschreibung ist den Ausführungen RUD. RICHTERS (1931) entnommen; er gibt in der Abb. 14 auf S. 328 einen typischen Fall wieder. Präparationen führen bei dieser Erhaltung zu keinem Erfolg.

5.8 Deformierte Individuen

Alle fossil überlieferten *Phacops*-Individuen — dies trifft für alle Hunsrückschiefer-fossilien zu — haben eine Verformung erlitten, da sie im gleichen Gestein und unter mehr oder weniger gleichen Bedingungen den Überlieferungsweg gehen mußten. In Frage kommen diagenetische und tektonische Verformungen, die sich in Form von Volumenschwund, Verkürzungen, Auslängungen und Zerscherungen äußern. Es soll hier nicht der Ablauf und die Gesetzmäßigkeit der Deformierung erläutert werden, da diesem Vorgang später ein Sonderkapitel eingeräumt wird. Es möge vielmehr der Hinweis genügen, daß bei Untersuchungen von *Phacops*-Individuen, insbesondere

bei Vorhandensein eines Röntgenbildes, mit diesen postmortalen Vorgängen immer gerechnet werden muß.

Das Deformationsproblem ist bei Fossilien keineswegs neu. Speziell für das Rheinische Schiefergebirge sind die Untersuchungen zu beachten, die BREDDIN in den letzten Jahren durchgeführt hat, wobei auch die Fossilien des Hunsrückschiefers einbezogen wurden (BREDDIN 1956).

5.9 Fährten

Phacops-Fährten sind in den letzten 30–35 Jahren oftmals beobachtet und auch beschrieben worden. Auch im Rahmen dieser Arbeit ist ihnen ein Kapitel gewidmet und dabei besonders auf SEILACHER verwiesen worden, der die Lebensäußerungen der Trilobiten des Hunsrückschiefer-Meeres sorgfältig untersucht und gut bebildert aufgeschrieben hat.

Damit sollen die Einzelbeschreibungen der Erscheinungsformen von *Phacops ferdinandi* abgeschlossen werden. Sicherlich und nicht schwer ließen sich die Einzelabschnitte noch ergänzen und vermehren, ehe es möglich wird, diesem willkürlich gewählten Kapitel den Stempel der Vollzähligkeit aufzudrücken.

6. Die Verbreitung von *Phacops ferdinandi* KAYSER

Die allermeisten Arten der bisher im Hunsrückschiefer gefundenen Fossilien sind nur an den berühmten Fundpunkten Bundenbach, Gemünden und weit mit Abtsand im Kauber Dachschieferbereich gefunden worden. Eine rühmliche Ausnahme macht *Phacops ferdinandi*, von dem man sagen kann, daß er nicht nur das häufigste, sondern auch das regional verbreitetste Fossil des Hunsrückschiefers ist.

Die Vorkommen verteilen sich auf folgende Fundgebiete und Fundorte (tabellarische Aufzählung):

6.1 Taunus und Mittelrheingebiet

KAYSER 1880: Kaub

KOCH 1881: Kaub, Naurod bei Bad Schwalbach

v. DECHEN 1884: Kaub, Naurod bei Bad Schwalbach

F. MAURER 1886: Kaub

F. v. SANDBERGER 1889: Gruben bei Kaub, Grube Kreuzberg bei Derscheid, Naurod bei Bad Schwalbach

HOLZAPFEL 1893: Grube Eckert im Sauerthal

A. FUCHS 1899: Eckert, untere und obere Grube Kreuzberg, Blüchertal bei Kaub

TRAQUAIR 1903/1905: Kaub a. Rhein

LEPPLA 1904: Dachschiefer von Kaub, Sauerthal

SOLLE 1950: Kaub, Derscheid, Naurod, Grube Eckert, Sauerthal, Bl. Nastätten, Bl. Presberg, Huppert

6.2 Fundorte Bundenbach und Gemünden im Hunsrück

KAYSER 1880: Bundenbach, Gemünden

C. KOCH 1881: Bundenbach

- V. DECHEN 1884: Bundenbach und Gemünden
 GREBE 1884: Bundenbach und Gemünden
 FRECH 1889: Gemünden
 TRAQUAIR 1903/1905: Bundenbach, Gemünden
 RUD. RICHTER: Kaisergrube Gemünden, nesterweise
 OPITZ 1932: Bundenbacher Gruben, häufigste Fossilart

6.3 Weitere Fundgebiete im Hunsrück

- KUTSCHER 1934: Rudolphshaus im Hahnenbachtal, südwestlich Bundenbach
 OPITZ 1932, 1934: Grube Schielenberg bei Herrstein
 KUTSCHER 1936: Dachschiefer bei Abentheuer
 NÖRING 1939: Dachschiefer von Abentheuer (südl. Leiseler Mulde)

6.4 Eifel

- AHRENS 1936: Kauber Zone des Bl. Mayen
 SIMPSON 1940: Funde in den Dachschiefergruben der Eifel
 KUTSCHER 1941: Vereinzelt in den Dachschiefergruben bei Mayen
 SOLLE 1950: Mayen

6.5 Ardennen

- DEWALQUE 1891: Warmifontaine (Neufchâteau)
 FUCHS 1899: Belgisches Gebiet
 TRAQUAIR 1903/1905: Alles on the Semois
 SOLLE 1950: Schiefer von Neufchâteau
 E. ASSELBERGHS 1946: Neufchâteau (Siegénien supérieur)

Bei allen Fundpunkten von *Phacops ferdinandi* handelt es sich um Vorkommen in Tonschiefern (zumeist werden Dachschiefer genannt, da in deren Gruben die Funde möglich waren) gleicher Ausbildung, jenen Tonschiefern, die das Wesen des Hunsrück-schiefers ausmachen. Blaue und dunkelgraue Flachmeer-Sedimente aus Ton- und fein- bis feinstsandigem Sediment-Material mit allen Eigenschaften, die den heutigen Wattensedimenten anhaften. Der Hunsrück-schiefer ist kein Faulschlamm im Sinne eines Sapropels und auch kein Erdölmuttergestein, sondern eine Gyttja, eine Ent-scheidung von KREJCI-GRAF, der sich RUD. RICHTER auch anschloß (RUD. RICHTER 1941, S. 253).

7. Der Leitwert von *Phacops ferdinandi* KAYSER

Verfolgt man die Synonymenliste und ihre Interpretation so findet man an einigen Stellen den Vermerk, daß *Phacops ferdinandi* ein Leitfossil ist. Es sind hier folgende Hinweise zu zitieren:

- MAURER 1882, S. 3, 4: Leitfossil des Hunsrück-schiefers
 LEPSIUS 1887/1892, S. 46: Leitende Form für den Hunsrück-schiefer
 FUCHS 1899, S. 4: Der Hunsrück-schiefer der Loreleigegend wird als Zone des *Phacops Ferdinandi* und des *Rhipidophyllum vulgare* bezeichnet.
 — S. 10: *Phacops Ferdinandi* KAYS. und *Rhipidophyllum vulgare* SANDB. sind für die Stratigraphie von besonderem Wert, da sie auch im linksrheinischen Hunsrück gefunden werden, ersterer sogar im belgischen Devongebiet. Man kann die Hunsrück-schiefer daher geradezu als Zone des *Phacops Ferdinandi* und des *Rhipidophyllum vulgare* bezeichnen.
 — S. 93: Wiederholung in der Gliederungsübersicht.

KUTSCHER 1931, S. 215: Leitfossil

KUTSCHER 1936, S. 221: Nur auf den Hunsrückschiefer beschränkt

W. M. LEHMANN 1956, S. 63: Leitfossil.

Im Abschnitt über das Verbreitungsgebiet von *Phacops ferdinandi* wurde bereits bekannt gemacht, daß die regionale Verbreitung dieses bodenständigen Trilobiten recht beachtlich ist, die Vorkommen aber nur auf die Hunsrückschieferfazies beschränkt sind. Dies zwingt uns zunächst zur Annahme, daß *Phacops ferdinandi* ein Faziesfossil ist, eine Feststellung, die zunächst unumstößlich ist, selbst wenn auch feststeht, daß gewisse Bewohner des Hunsrückschiefer-Meeres daneben im sandigen Milieu ihre Heimat gefunden hatten. Ein Leitwert kommt diesem Tier nur in dem Sinne zu, daß es als Bewohner einer besonderen marinen Meeresfazies (Meeresschlick), deren Verbreitungsgebiet gut nachzeichnet.

Dieser Tatsache hat FUCHS insofern Rechnung getragen, als er in seinen späteren Gliederungsversuchen (nach 1899) *Phacops ferdinandi* nicht mehr als Zonenfossil definiert.

8. Vorkommen von *Phacops ferdinandi* KAYSER auf fremder Lagerstätte

Zum Abschluß der Betrachtungen sei der Hinweis gestattet, daß dieser Trilobit auch auf eine zweite Lagerstätte umgebettet wurde. In der Sammlung der ehemaligen Preußischen Geologischen Landesanstalt (Berlin) befanden sich Individuen von *Phacops ferdinandi*, die im Rotliegenden, und zwar in den Waderner Schichten der Gegend von Kirn, aufgesammelt waren. Weitere Vorkommen aus dem Rotliegenden, die genannt waren, sind mir z. Z. nicht gegenwärtig.

Diese Funde fallen nicht aus dem Rahmen, sie bestätigen lediglich, daß nach der Ausfaltung der rheinischen Geosynklinale ein kräftiger Materialtransport zum vorgelagerten Rotliegend-Ablagerungsraum des heutigen Naheraumes stattgefunden hat.

Weiterhin sind Individuen von *Phacops ferdinandi* in den Bachkiesen der heutigen Hunsrückbäche nachgewiesen worden. Sie können aus einer echten Erosion herühren, aber auch bei der Fortbewegung von Haldenmaterial der Dachschiefergruben freigespült worden sein.

9. Zusammenfassung

Phacops ferdinandi KAYSER ist ein im Hunsrückschiefer häufig verbreiteter Vertreter der Unterordnung Phacopina STRUVE.

Eine sehr reichhaltige Synonymenliste wurde zusammengestellt und mit Kurzdaten versehen.

Die von KAYSER 1880 als vorläufige Mitteilung veröffentlichte Neubeschreibung wurde ergänzt, besonders durch die Daten der Röntgenaufnahmen und der Funde von Tieren mit Extremitäten erweitert. Erstmals wurden in Europa Trilobiten, darunter *Ph. ferdinandi*, mit Gliedmaßen aus dem Hunsrückschiefer gewonnen (1928).

Reichhaltige Fährtenfunde der letzten 25 Jahre erlaubten enge Beziehungen zwischen dem Sediment, der Wasserbewegung und den Trilobitentieren herzustellen.

Phacops ferdinandi ist das häufigste Fossil im Hunsrückschiefer; sein Verbreitungsgebiet erstreckt sich über Teile des Taunus, des Hunsrück, der Ardennen und der Eifel.

Die Betrachtung der Erscheinungsformen des fossilen *Phacops ferdinandi* gaben Aspekte für die Fossilvollständigkeit, Fossilisation und Lebensäußerungen, sowie für postmortale Beanspruchungen vor der Einbettung, während der Diagenese und der tektonischen Verformung.

Die große Verbreitung und das auf die Hunsrückschieferfazies beschränkte Vorkommen reichen nicht aus, *Phacops ferdinandi* einen stratigraphischen Leitwert zuzuerkennen.

Schriftenverzeichnis

- AHRENS, W.: Erl. geol. Kte. Preußen u. ben. deutsch. L., Lfg. 329, Bl. Mayen, 47 S., Berlin 1936.
- ASSELBERGHS, E.: L'Éodévonien de l'Ardenne et des Régions voisines. — Mém. Inst. Geol. Univ. Louvain, 14, 598 S., 121 Abb., 10 Taf., Louvain 1946.
- BREDDIN, H.: Tektonische Fossil-Gesteinsdeformation im Gebiet von St. Goarshausen (Rheinisches Schiefergebirge). — Decheniana, 110, S. 289—350, 8 Abb., 5 Taf., Bonn 1957.
- BROILI, F.: Ein Trilobit mit Gliedmaßen aus dem Unterdevon der Rheinprovinz. — Sber. math.-naturw. Abh. bayer. Akad. Wiss. München, Jg. 1928, S. 71—82, 1 Taf., 1 Abb., München 1928.
- Weitere Funde von Trilobiten mit Gliedmaßen aus dem rheinischen Unterdevon. — N. Jb. Mineral. usw., 64. Beil. Bd., Abh., B, S. 293—306, Taf. 22, 2 Abb., Stuttgart 1930.
- DACQUÉ, E.: Versteinertes Leben. — 120 S., Fossilien in 116 Originalaufnahmen und mit 16 Zeichnungen, Berlin/Zürich 1936.
- DECHEN, H. VON: Erläuterungen zur Geologischen Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen sowie einiger angrenzenden Gegenden. II. Band, S. I—XXI, 1—933, Bonn 1884.
- DEWALQUE, G.: Sur quelques fossiles des Ardoises de Warmifontaine (Neufchâteau). — Ann. soc. géol. Belg., 18, S. LXI—LXII, Liège 1891.
- DUNKER, W.: Beschreibung des Bergreviers Coblenz II. 87 S., Bonn 1884.
- ENGELS, B.: Zur Tektonik und Stratigraphie des Unterdevons zwischen Loreley und Lorchhausen am Rhein (Rheinisches Schiefergebirge). — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 14, 96 S., 31 Abb., 2 Tab., 15 Diagr., 5 Taf., Wiesbaden 1955.
- FRECH, F.: Lethaea geognostica, 1. Teil: Lethaea palaeozoica, 2. Band, Stuttgart 1897—1902.
- Ueber das rheinische Unterdevon und die Stellung des Hercyn. — Z. deutsch. geol. Ges., 41, 1889, S. 175—287, Berlin 1889.
- FUCHS, A.: Das Unterdevon der Loreleigegend. — Jb. Nass. Ver. Naturk., 52, S. 1—96, Taf. 1—3, Wiesbaden 1899.
- Der Hunsrückschiefer und die Unterkoblenzschichten am Mittelrhein (Loreleigegend). I. Teil. Beitrag zur Kenntnis der Hunsrückschiefer- und Unterkoblenzfauna der Loreleigegend. — Abh. kgl. preuß. geol. L.-A., N. F., 79, 81 S., 18 Taf., Berlin 1915.
- Erl. geol. Kte. Preußen, Lfg. 288, Bl. Bad Schwalbach, 70 S., Berlin 1930.
- GEIB, K.: Führer durch das Heimatmuseum. I. Teil: Führer durch die erdgeschichtliche Sammlung. — Beilage zum „Öffentlichen Anzeiger für den Krs. Kreuznach“, 192 S., Bad Kreuznach, o. J.
- GREBE, H. in DUNKER, W.: Beschreibung des Bergreviers Coblenz II. III. Geognostische Verhältnisse. Bonn 1884.

- GÜRICH, G.: *Mimaster hexagonalis*, ein neuer Kruster aus dem unterdevonischen Bundenbacher Dachschiefer. — *Palaeont. Z.*, **13**, S. 204—238, 11 Abb., Berlin 1931.
- GUTHÖRL, P.: Das Leben im Dachschiefermeer des Hunsrücks. — *Saarbrücker Bergmannskalender*, **71**, S. 106—117, 33 Abb., Saarbrücken 1943.
- HENNIG, E.: Arthropoden-Funde aus den Bundenbacher Schiefen (Unter-Devon). — *Palaeontographica*, **64**, S. 131—145, Taf. 32—34, 1 Abb., Stuttgart 1922.
- HOLZAPFEL, E.: Erl. geol. Kte. Preußen u. ben. Bu.-St., Lfg. **111**, Bl. St. Goarshausen, 32 S., Berlin 1904.
- KAYSER, E.: Ueber *Dalmanites rhenanus*, eine Art der *Hausmanni*-Gruppe, und einige andere Trilobiten aus den älteren rheinischen Dachschiefern. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **32**, S. 19—23, Taf. 3, Berlin 1880.
- KLAGES, O.: Die versteckten Fossilien von Bundenbach. — *Der Aufschluß*, **6**, S. 66—69, 6 Abb., Roßdorf bei Darmstadt 1955.
- KOCH, C.: Ueber die Gliederung der rheinischen Unterdevon-Schichten zwischen Taunus und Westerwald. — *Jb. kgl. preuß. geol. L.-A. für 1880*, S. 190—242, Taf. 6, Berlin 1881.
- KUHN, O.: Die Tierwelt der Bundenbacher Schiefer. — *Die neue Brehm-Bücherei*, **274**, 48 S., 45 Abb., Wittenberg-Lutherstadt 1961.
- KUTSCHER, F.: Zur Entstehung des Hunsrückschiefers am Mittelrhein und auf dem Hunsrück. — *Jb. nass. Ver. Naturk.*, **81**, S. 177—232, 2 Abb., 2 Taf., Wiesbaden 1931.
- Über eine Fauna im Hunsrückschiefer des Hahnenbachtals. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **86**, S. 141—145, 1 Abb., Berlin 1934.
- Taunusquarzit, Throner Quarzite und Hunsrückschiefer des Hunsrücks und ihre stratigraphische Stellung. — *Jb. preuß. geol. L.-A. für 1936*, **57**, S. 186—237, Berlin 1936.
- Die Fauna von Berresheim bei Mayen (Bl. Mayen, Eifel). — *Jb. Reichsst. Bodenforsch. für 1940*, **61**, S. 56—67, Taf. 14, Berlin 1941.
- Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. 3. Die Anwendung der Röntgentechnik zur Diagnostik der Hunsrückschieferfossilien. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **91**, S. 74—86, Taf. 9—11, Wiesbaden 1963.
- Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. 7. Spülsäure in Schichten der Kaisergrube von Gemünden. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **92**, S. 261—264, Taf. 15, Wiesbaden 1964.
- LEHMANN, W. M.: Stereo-Röntgenaufnahmen als Hilfsmittel bei der Untersuchung von Versteinerungen. — *Natur u. Museum*, **62**, S. 323—330, 12 Abb., Frankfurt a. M. 1932.
- Die Anwendung der Röntgenstrahlen in der Paläontologie. — *Jb. u. Mitt. oberrh. geol. Ver.*, N. F., **27**, Jg. 1938, S. 16—24, Taf. 3—8, Stuttgart 1938.
- Neue Beobachtungen an Versteinerungen aus dem Hunsrückschiefer. — *Abh. preuß. Akad. Wiss., math.-nat. Kl.*, Jg. 1939, No. 13, S. 1—17, 7 Taf., 1 Abb., Berlin 1939.
- Ein Bronteide aus dem Hunsrückschiefer. — *Zbl. Mineral. usw.*, Jg. 1940, B, S. 310 bis 314, 2 Abb., Stuttgart 1940.
- Die Fauna des Hunsrückschiefers. — *Rhein. Heimatpflege*, **13**, S. 16—26, 11 Abb., Düsseldorf 1941.
- Kleine Kostbarkeiten in Dachschiefern. — *Der Aufschluß*, **3**, Sonderheft, S. 63—74, 20 Abb., Roßdorf bei Darmstadt 1956.
- LEPPLA, A.: Erl. geol. Kte. Preußen u. ben. Bu.-St., Lfg. **111**, Bl. Algenroth, 22 S., Berlin 1904.
- Erl. geol. Kte. Preußen u. ben. Bu.-St., Lfg. **111**, Bl. Caub, 34 S., Berlin 1904.
- Erl. geol. Kte. Preußen u. ben. Bu.-St., Lfg. **111**, Bl. Preßberg-Rüdeshein, 68 S., Berlin 1904.
- LEPSIUS, R.: Das Mainzer Becken. 181 S., Darmstadt 1883.
- Geologie von Deutschland und den angrenzenden Gebieten. 1. Teil: Das westliche und südliche Deutschland. 800 S., 1 geol. Kte., 1 Taf. farbige Profile, 136 Abb., Stuttgart 1887—1892. (In: *Handbücher zur deutschen Landes- und Volkskunde*, **1**, Stuttgart 1892.)

- MAURER, F.: Paläontologische Studien im Gebiet des rheinischen Devon. 5. Beiträge zur Gliederung der rhein. Unterdevon-Schichten. — N. Jb. Mineral. usw., Jg. 1882, S. 1—40, Stuttgart 1882.
- Die Fauna des rechtsrheinischen Unterdevon aus meiner Sammlung zum Nachweis der Gliederung. 55 S., Darmstadt 1886.
- MOORE, R. C.: Treatise on Invertebrate Paleontology. Part 0, Arthropoda 1, 1959.
- NÖRING, F. K.: Das Unterdevon im westlichen Hunsrück. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F., 192, 96 S., 11 Abb., 9 Taf., Berlin 1939.
- OPITZ, RUD.: Bilder aus der Erdgeschichte des Nahe-Hunsrück-Landes Birkenfeld. 224 S., 170 Abb., Birkenfeld (1932).
- Tektonische Untersuchungen im Bereich der unterdevonischen Dachschiefer südöstlich vom Idarwald (Hunsrück). — Jb. preuß. geol. L.-A. für 1934, 55, S. 219—257, 14 Abb., Taf. 14—18, Berlin 1934.
- Lebensbilder aus dem Hunsrückschiefer-See. — Natur u. Volk, 65, S. 504—509, 4 Abb., Frankfurt a. M. 1935.
- RICHTER, RUD.: Tierwelt und Umwelt im Hunsrückschiefer; zur Entstehung eines schwarzen Schlammsteins. — Senckenbergiana, 13, S. 229—342, 16 Abb., Frankfurt a. M. 1931.
- Das Werden der Heimat in Bildern. — Natur u. Volk, 64, S. 3—9, 3 Abb., Frankfurt a. M. 1934.
- Marken und Spuren im Hunsrück-Schiefer. 3. Fährten als Zeugnisse des Lebens auf dem Meeres-Grunde. — Senckenbergiana, 23, S. 218—260, 17 Abb., Frankfurt a. M. 1941.
- SANDBERGER, F. VON: Über die Entwicklung der unteren Abtheilung des devonischen Systems in Nassau, verglichen mit jener in anderen Ländern. Nebst einem paläontologischen Anhang. — Jb. Nass. Ver. Naturk., 42, S. 1—107, 1 Tab., 5 Taf., Wiesbaden 1889.
- SANDBERGER, G. u. F.: Die Versteinerungen des rheinischen Schichtensystems in Nassau. Mit einer kurzgefaßten Geognosie dieses Gebietes und mit steter Berücksichtigung analoger Schichten anderer Länder. Wiesbaden 1850—1856.
- SCHINDEWOLF, O. & SEILACHER, AD.: Beiträge zur Kenntnis des Kambriums in der Salt Range (Pakistan). — Akad. Wiss. u. Lit., Abh. math.-nat. Kl., Jg. 1955, Nr. 10, S. 257—446, 36 Abb., 33 Taf., Wiesbaden 1955.
- SEILACHER, AD.: Vom Leben der Trilobiten. — Die Naturwiss., 46, S. 389—393, 5 Abb., Berlin, Göttingen, Heidelberg 1959.
- Strömungsanzeichen im Hunsrückschiefer. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 88, S. 88—106, 13 Abb., Taf. 12—13, Wiesbaden 1960.
- Form und Funktion des Trilobiten-Dactylus. — Paläont. Z., H. SCHMIDT-Festband, S. 218—227, 2 Abb., Taf. 24—25, Stuttgart 1962.
- SIMPSON, SCOTT: Das Devon der Südost-Eifel zwischen Nette und Alf. Stratigraphie und Tektonik mit einem Beitrag zur Hunsrückschiefer-Frage. — Abh. senckenberg. naturf. Ges., 447, S. 1—81, 3 Abb., 8 Taf., 10 Tab., Frankfurt a. M. 1940.
- SOLLE, G.: Obere Siegener Schichten, Hunsrückschiefer, tiefstes Unterkoblenz und ihre Eingliederung ins Rheinische Unterdevon. — Geol. Jahrb. f. 1950, 65, S. 299—380, 2 Abb., 3 Tab., Hannover 1951.
- STØRMER, LEIF: Studies on trilobite morphology. Part I. The Thoracic appendages and their phylogenetic significance. — Norsk Geologisk Tidsskrift, 19, Jg. 1939, S. 143—273, 35 Abb., 12 Taf., Oslo 1940.
- TRAQUAIR, R. H.: The Lower Devonian Fishes of Gemünden. — Transact. roy. soc. Edinburgh, 40, S. 723—739, 7 Taf., Edinburgh 1905.
- ZITTEL, KARL A. VON (Neubearbeitet von F. BROILI): Grundzüge der Paläontologie (Paläozoologie). I. Abt. Invertebrata. München und Berlin 1910.

Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers

9. *Weinbergina opitzi* RUD. & E. RICHTER in den Dachschiefergruben von Bundenbach

Von

FRITZ KUTSCHER, Wiesbaden

Mit 2 Abbildungen und Tafel 5

Kurzfassung: *Weinbergina opitzi* war ein Benthosbewohner des marinen Hunsrückschiefer-Meeres, der erste Zeuge der Xiphosuren, der im rheinischen Unterdevon nachgewiesen werden konnte. Die Ordnung Synziphosura RUD. & E. RICHTER 1929, die Familie Weinberginidae RUD. & E. RICHTER 1929 und die Gattung *Weinbergina* RUD. & E. RICHTER 1929 sind auf diesem Fund begründet worden. Spätere Untersuchungen erbrachten den Nachweis von 6 Beinpaaren, so daß die Diagnose erweitert werden muß. Von allen 3 Funden sind Röntgenaufnahmen angefertigt worden; sie trugen zur erweiterten Artbeschreibung bei.

Abstract: The order Synziphosura RUD. & E. RICHTER, the family Weinberginidae, and the species *Weinbergina* are referred to the first representative of the Xiphosura within the Hunsrück shales: *Weinbergina opitzi*.

In the meantime more species and further anatomic dates of this fossil have been found out and a new diagnosis seems to be necessary.

Résumé: RUD. & E. RICHTER ont décrit l'ordre des Synziphosura, la famille des Weinberginidae et le genre de *Weinbergina* avec l'espèce de *Weinbergina opitzi*, le premier Xiphosure des Hunsrückschiefer.

Aujourd'hui on connaît des autres pièces et il faut publier une nouvelle diagnose.

Inhalt

1. Einleitung	39
2. Die bisherigen Funde von <i>Weinbergina opitzi</i> in Bundenbach	39
3. Systematische Stellung und Bau von <i>Weinbergina</i>	40
4. Synonymenliste und Bemerkungen zur Artbeschreibung	41
5. Fährtenfunde von <i>Weinbergina</i> im Hunsrückschiefer-Dachschiefer	43
6. Frage der Einschwemmung	44

7. Vermutliche Lebensweise von <i>Weinbergina opitzi</i>	44
8. Zusammenfassung.	45
9. Schriftenverzeichnis	45

1. Einleitung

Mit in die Reihe der interessantesten Fossilien, die der Hunsrückschiefer bisher ans Licht gefördert hat, gehört *Weinbergina opitzi* RUD. & E. RICHTER, eine Verwandte der heutigen Limuliden.

Fundumstände, systematische Stellung, Beschreibung, Röntgenaufnahmen, ökologische Fragen und weitere wissenschaftliche Daten sollen im folgenden zusammengestellt werden.

2. Die bisherigen Funde von *Weinbergina opitzi* in Bundenbach

Bisher sind 3 Individuen dieser Art in den Dachschiefern des Hunsrückschiefers gefunden worden; sie stammen alle vom Fundort Bundenbach und wurden in einer Zeitspanne von rund 10 Jahren festgestellt.

Das erste Exemplar konnte R. OPITZ sicherstellen. Die Fundumstände dieses ersten *Weinbergina*-Individuums könnten gut den Hintergrund eines Romans abgeben. OPITZ (1932, S. 13–15), dessen Name unsterblich in der Artbezeichnung festgehalten ist, sah eines Tages in Bundenbach eine Dachschieferversteinerung, die ihn an den bekannten Molukkenkrebis erinnerte. Das Stück war in Glas und Rahmen gefaßt und für eine Verlosung zum Besten der neuen Bundenbacher Orgel zur Verfügung gestellt. Nach der Verlosung war das wertvolle Stück zunächst verschwunden. Eingeholte Auskünfte zeigten aber den Abgang nach dem Ort Stipshausen, 4 Wegstunden von Kirschweiler, dem Wohnort von OPITZ, entfernt. Tatsächlich gelang es OPITZ, hier den Gewinner bei der Orgelverlosung ausfindig zu machen. „Und schließlich, da hängt er, in der Wohnstube eines Maurers, über der Kommode, im Halbdunkel, im Begriffe, ein verstecktes Ruhe-lager zu suchen.“ Das Auffinden bedeutete keineswegs, daß der Erwerb für die Wissenschaft gesichert war; einige Schwierigkeiten waren noch zu überwinden. Letzten Endes siegte aber ein größerer Geldbetrag, um den Besitzwechsel perfekt zu machen. Sorgfältig wurde der nur grob mit der Stahlbürste bearbeitete Fund fertig präpariert. Die wissenschaftliche Auswertung übernahm dann das Forscherehepaar RUD. & E. RICHTER in Frankfurt a. Main, die in einer sehr fruchtbaren und damals Aufsehen erregenden Schrift 1929 ihre Ergebnisse vorlegten.

Nahezu 10 Jahre sind vergangen, klagte W. M. LEHMANN (1939), ohne daß ein weiterer Fund oder auch nur ein Bruchstück aufgetan werden konnte. Ein zweites Exemplar erwarb dann aber W. M. LEHMANN, der es in den Besitz des Geologisch-Paläontologischen Instituts der Universität Bonn übergehen ließ. Der Erhaltungszustand konnte sich an die Seite des Holotyps stellen. Auf der Schieferplatte waren die Umrisse eines Fossils, das einige Ähnlichkeit mit dem Frankfurter Stück zeigte, sehr undeutlich zu erkennen. Die unbearbeitete Schieferplatte wurde geröntgt und ließ eine „prachtvoll erhaltene *Weinbergina*, die vollständig mit allen Gliedmaßen im Schiefer steckte,“ erkennen (W. M. LEHMANN 1939). Durch diesen neuen Fund war es möglich, auch die Ventralseite von *Weinbergina opitzi* bekanntzugeben.

1941 erwähnte schließlich RUD. RICHTER (S. 221), daß das Senckenberg-Museum schon seit 1932 im Besitze eines zweiten Exemplares ist.

3. Systematische Stellung und Bau von *Weinbergina*

Stammbaum

Stamm Arthropoda SIEBOLD & STANNIUS 1845

Klasse Merostomata WOODWARD 1866

Unterklasse Xiphosura STÖRMER 1944

Ordnung Synziphosura RUD. & E. RICHTER 1929

Familie Weinberginidae RUD. & E. RICHTER 1929

Gattung *Weinbergina* RUD. & E. RICHTER 1929

Unterklasse Xiphosura STÖRMER 1944

Zu den Cheliceraten gehörende, marin-litoral oder limnisch lebende Tiere, ausgestorben bis auf *Limulus*, der heute noch an sandigen Flachküsten Asiens („Molukkenkrebs“) und Amerikas heimisch ist. Verwandte sind aus Kambrium, Perm und Jura bekannt.

Zu den Trilobiten besteht keine direkte phylogenetische Verwandtschaft, jedoch durchläuft die Larve von *Limulus* ein trilobitenähnliches Stadium.

Ordnung Synziphosura RUD. & E. RICHTER 1929

Der kräftige Chitinpanzer ist in Längsrichtung dreigeteilt, wobei das Prosoma besonders gut ausgebildet ist. Das Abdomen ist gegliedert in Prä- und Postabdomen. Von den karbonischen Belinuriden unterscheiden sich die Synziphosura in Zahl und Verschmelzungsgrad der Abdominalsegmente.

Jüngste Vertreter der Ordnung liefert die

Familie Weinberginidae RUD. & E. RICHTER 1929

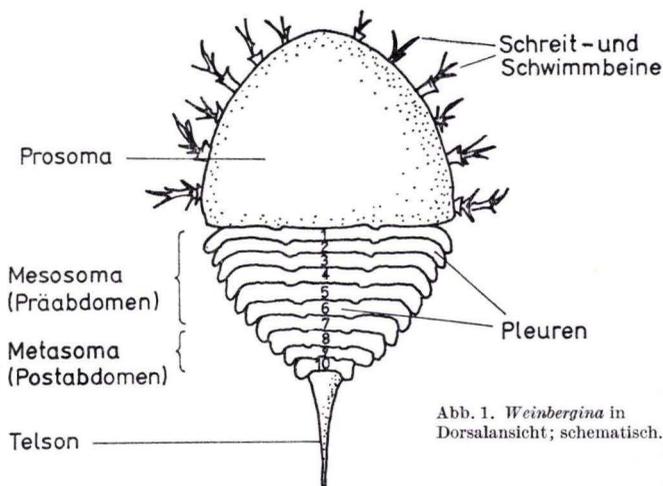


Abb. 1. *Weinbergina* in Dorsalansicht; schematisch.

1929 Weinberginidae n. fam. — RUD. & E. RICHTER, *Senckenbergiana*, **11**, S. 139.

1953 Weinberginidae R. & E. RICHTER — G. WATERLOT in PIVETEAU, *Traité de Paléontologie*, **3**, S. 547.

Nach RUD. & E. RICHTER ergibt sich die Selbständigkeit dieser Familie daraus, daß der Abstand ihres genus typicum von den übrigen Familien (Hemiaspidae ZITTEL s. str., Bunodidae PACK., Neolimulidae PACK. usw.) nicht geringer ist als deren Abstand untereinander. Eine Abstraktion von Familienmerkmalen aus der noch einzigen Gattung wäre aber allzu willkürlich.

Gattung *Weinbergina* RUD. & E. RICHTER 1929

- 1929 *Weinbergina* n. g. — RUD. & E. RICHTER, Senckenbergiana, **11**, S. 193—194.
 1952 *Weinbergia* — MOORE, LALICKER, FISCHER, Invertebrate Fossils, S. 556.
 1953 *Weinbergina* R. & E. RICHTER — G. WATERLOT in PIVETEAU, Traité de Paléontologie, **3**, S. 547.

Diese ist gekennzeichnet durch halbkreisförmigen, ganz vorn manchmal etwas abgeknickten Cephalothorax mit leicht körniger Oberfläche. Sie trägt 6 Paar wenig differenzierter Extremitäten, deren distale Teile auch von dorsal sichtbar sind. Augen konnten an dem Prosoma noch nicht sicher nachgewiesen werden. Das Abdomen besteht aus 10 Segmenten: 7 breite Präabdominalsegmente (Mesosoma) und 3 schmalere Postabdominalsegmente (Metasoma). Daran schließt sich das dornförmige Telson an. Zwei Reihen warzenartiger Auslappungen deuten auf den Abdominalsegmenten eine Dreigliederung in der Querrichtung an. Am Ende jedes Beines entspringen mehrere Stifte, einen Pinsel bildend.

Genotypus: *Weinbergina opitzi* RUD. & E. RICHTER

4. Synonymenliste und Bemerkungen zur Artbeschreibung

Weinbergina opitzi RUD. & E. RICHTER 1929

Taf. 5 Fig. 1, 2, 4; Abb. 2.

- 1929 *Weinbergina opitzi* n. sp. — R. & E. RICHTER, Senckenbergiana **11**, S. 193—209, 4 Abb.
 1931 *Weinbergina opitzi* R. RICHTER — KUTSCHER, Hunsrückschiefer, S. 217
 1932 *Weinbergina opitzi* — OPITZ, Nahe-Hunsrück-Land, S. 14—17, Abb. 9—12.
 1935 *Weinbergina opitzi* — H. SCHMIDT, Einführung, S. 112, Fig. 306.
 1938 *Weinbergina opitzi* R. & E. RICHTER — W. M. LEHMANN, Anwendung der Röntgenstrahlen, S. 17.
 1939 *Weinbergina opitzi* R. & E. RICHTER — W. M. LEHMANN, Neue Beobachtungen, S. 8—12, Taf. 5—7.
 1941 *Weinbergina opitzi* — RUD. RICHTER, Fahrten, S. 221.
 1941 *Weinbergina opitzi* — W. M. LEHMANN, Fauna Hunsrückschiefer, S. 23.
 1943 *Weinbergina opitzi* — GUTHÖRL, Dachschiefermeer, S. 114, Abb. 24.
 1944 *Weinbergina opitzi* — W. M. LEHMANN, *Palaeoscorpium devonicus*, S. 184.
 1953 *Weinbergina opitzi* RUD. & E. RICHTER — WATERLOT, Traité de Paléontologie, S. 547.
 1956 *Weinbergina opitzi* R. & E. RICHTER — W. M. LEHMANN, Kleine Kostbarkeiten, S. 69, 71, 72, Fig. 14—17.
 1956 *Weinbergina opitzi* R. & E. RICHTER — W. M. LEHMANN, Beobachtungen an *Weinbergina opitzi*, S. 67—77, 3 Abb., Taf. 1—2.
 1961 *Weinbergina opitzi* R. & E. RICHTER — O. KUHN, Brehm-Bücherei, Abb. 30, 31.
 1963 *Weinbergina opitzi* — KUTSCHER, Röntgentechnik, S. 76, 77, 81.

Diagnose:

Die Artdiagnose ist die gleiche wie bei der Gattung. W. M. LEHMANN gelang durch die Röntgenuntersuchungen und weitere Präparation an den gefundenen Individuen der Nachweis, daß 6 Beinpaare vorhanden sind.

Holotyp: Exemplar VIII 7a des Senckenberg-Museums.

Fundschichten: Kauber Schichten des Hunsrückschiefers bei Bundenbach/Hunsrück.

Allgemeine Bemerkungen:

Insgesamt standen für die Beschreibungen von RUD. & E. RICHTER 1929 und W. M. LEHMANN 1939, 1956, 3 Individuen von *Weinbergina opitzi* zur Verfügung. Von allen wurden Röntgenaufnahmen angefertigt, die es erlaubten, die äußere Tracht, Körper-

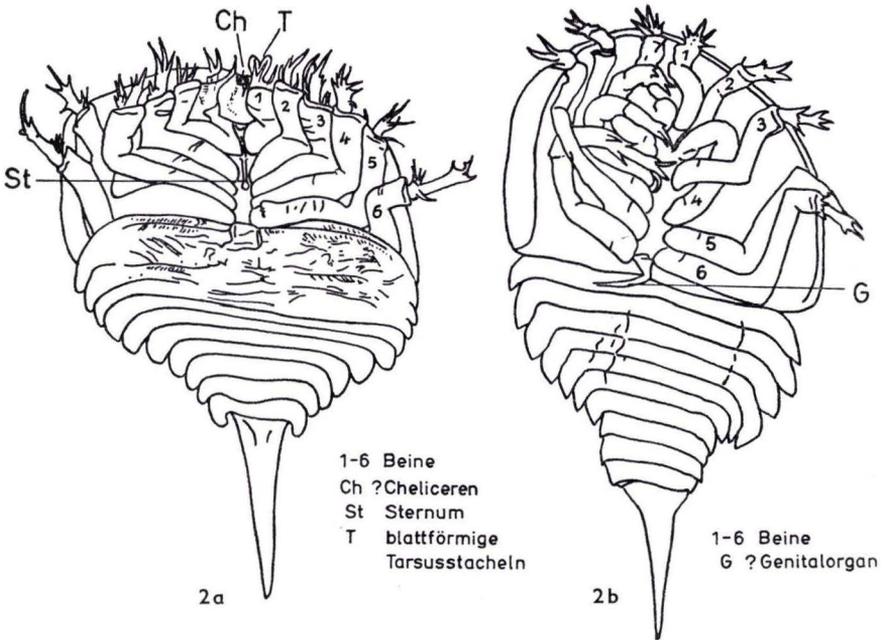


Abb. 2a, b. *Weinbergina opitzi* RUD. & E. RICHTER. Rekonstruktion der Ventralseiten; Gliedmaßen nach Röntgenaufnahmen ergänzt. — 2a. Zweites Frankfurter Stück (SMF VIII 7b). — 2b. Bonner Stück (Egr. 38). Nach W. M. LEHMANN 1956, Abb. 1—2 auf S. 70.

anhänge und innere Organe in einer Zusammenschau zu würdigen. Ebenso ermöglichen die Röntgenaufnahmen, auch gezielte Präparationsarbeiten anzuwenden. Die 3 *Weinbergina*-Funde stammen von Bundenbach. Nur für ein Individuum konnte als genauer Fundpunkt die Grube Eschenbach I festgelegt werden (Bonner Stück). W. M. LEHMANN führte für die 3 Funde bei der Beschreibung die Bezeichnung: Holotyp, 2. Frankfurter Stück und Bonner Exemplar ein.

Zunächst gelang es RUD. & E. RICHTER auf Grund des Holotyps nur die Dorsal-seite freizulegen. Später konnte W. M. LEHMANN durch Nachpräparation des Holo-

typs sowie durch Freilegung des 2. Frankfurter und des Bonner Stückes aus dem Dachschiefer auch die Ventralseite bekanntgeben. Neben wertvollen Aufklärungen darf als wesentlichstes Ergebnis der Nachweis eines 6. Beinpaares herausgehoben werden.

Die 3 Individuen sind nicht gleich gebaut. Die verschiedenartige Lage im Sediment, die Veränderungen im Rahmen der Fossilisation während der Diagenese und durch den Gebirgsdruck sind zum großen Teil dafür verantwortlich zu machen. Wie weit aber auch natürliche Unterschiede heranzuführen sind — sie sind sicherlich vorhanden —, kann nur schwer beurteilt werden.

Im einzelnen darf auf die eingehenden Beschreibungen von W. M. LEHMANN verwiesen werden, der Stück für Stück die Unterschiede auf Grund der Röntgenbilder kritisch beleuchtete.

Herausgreifen und anführen möchte ich lediglich eine Zusammenstellung der Hauptmaße (nach W. M. LEHMANN 1956, S. 77):

	Holotyp VIII 7a mm	Bonner Stück Egr. 38 mm	2. Frankfurter Stück VIII 7b mm
Länge des Prosoma	37	42	43
Breite des Prosoma (am Hinterrand)	(62)	(57)	57
Länge des Mesosoma	25	23	(28)
Breite des Mesosoma an seinem 1. Segment	(58)	(54)	52
Länge des Telson	27	26	29
Gesamtlänge	100	105	(100)

5. Fährtenfunde von *Weinbergina* im Hunsrückeschiefer-Dachschiefer

Taf. 5 Fig. 3

K. E. CASTER (1938, 1940) hat, von Beobachtungen am heutigen *Limulus* ausgehend, fossile Xiphosuren-Fährten erkannt und Form und Wirkungsweise der zugehörigen Extremitäten daraus abgeleitet.

Nur kurze Zeit später gelang es RUD. RICHTER (1941), auf einem Hunsrückeschiefergestein Fährten vorzuweisen, die mit großer Wahrscheinlichkeit dem Schwertträger *Weinbergina* zugeordnet werden dürfen; er gibt sie in der Abb. 15 auf S. 249 wieder mit der Bildunterschrift: Schreit-Fährte eines Xiphosura. Die Fährte stammt aus einer Dachschiefergrube Bundenbachs. Sie besteht aus einer mittleren Rinne und kleinen, beiderseits mit erheblichen Abständen verstreuten Grübchen. Die Mittelrinne ist, in der erhaltenen Strecke von 30 cm, ununterbrochen und fast gradlinig. Von ihr strahlen feine Rillen und Leisten fiederförmig aus, die mit etwa gleicher Richtung und Länge auseinanderspreizen und dabei leicht konkav gegen außen gekrümmt sind. Stellenweise sind sie systematisch beiderseits der Rinne sichtbar, an anderen Stellen nur auf einer Seite oder gar nicht. Sie müssen als mechanische Wirkung des nachschleppenden, rinnenerzeugenden Körperteils, sicherlich des Telsons, gewertet

werden. Die meist länglichen Grübchen (auf dem Abdruck Knötchen) verlaufen ebenso wie die Mittelrinne.

Das Tier hatte in der Mediane einen langen Fortsatz (Telson); es ist hochbeinig auf mehreren Schreitbeinen geschritten und nur mit den Spitzen der Beine aufgetreten. Die inneren Tritte können nahe an die Mittel-Rinne herankommen, die äußeren liegen 6–7 cm querab.

Die pinselartigen Beinendigungen sind an der geschilderten Fährte nicht zu erkennen.

6. Frage der Einschwemmung

Bei den ökologischen Betrachtungen erörtert RUD. & E. RICHTER 1929 auch die Frage einer Einfrachtung (S. 204–205) in das Hunsrückschiefermeer. *Weinbergina* lebte im Wasser und war ein Bodenbewohner. Die Charakteristik des Wohngewässers kann nur der geologische Befund geben, der eindeutig zugunsten eines meerischen Gewässers ausfällt. Selbstverständlich können Zufallsfrachten (Einmaligkeit eines Fundes) aus Süß- oder Brackwasser möglich, auch kann eine Larve aus anderen Bezirken eingewandert sein; es muß aber als wahrscheinlich angenommen werden, daß das gefundene Tier auf dem Meeresboden des Hunsrückschiefers aufwuchs und starb.

W. M. LEHMANN (1939, S. 12) macht darauf aufmerksam, daß der zweite und dritte Fund die Vermutung von RUD. & E. RICHTER unterstützt, daß *Weinbergina opitzi* nicht als Zufallsfracht in das Hunsrückschiefermeer eingeschwemmt wurde. Allerdings glaubt er nicht daran, daß sie eines natürlichen Todes starben, eine Frage, die hier nicht zu diskutieren ist.

Der letzte Zweifel wird durch die gefundenen Fährten ausgeräumt. Diese Lebensäußerungen bekunden schlechthin, daß *Weinbergina* am Meeresboden des Hunsrückschiefermeeres lebte.

7. Vermutliche Lebensweise von *Weinbergina opitzi*

Bei den ökologischen Betrachtungen gingen RUD. & E. RICHTER davon aus, daß bei der allgemeinen Übereinstimmung mit der Körperform von *Limulus* auch die Lebensäußerungen weitgehend ähnlich sein müßten. Keineswegs trifft das prinzipiell zu; *Weinbergina* war u. U. gewandter als *Limulus*, da die starre Verschmelzung der Segmente noch unvollkommen war.

Zweifellos war *Weinbergina* ein Wasserbewohner und sicherlich lebte er auch vorzugsweise auf dessen Boden; er war ein Benthosbewohner.

Es muß beachtet werden, daß der heutige *Limulus* auf sandigem Substrat lebt, im Gegensatz zu dem Hunsrückschiefer-Verwandten, dem ein feinsandig-schllickiger Wohnboden zugewiesen war. *Weinbergina* war also mehr ein Schlammbewohner (Schickbewohner), der sich mit einem teils zähen aber auch fließfähigen Substrat abgeben mußte. Sicherlich konnte er sich schreitend und auch schwerfällig schwimmend fortbewegen.

Die Nahrung bestand wohl überwiegend aus Würmern, die, wie ihre Spurenrasen zeigen, den Hunsrückschiefer-Meeresboden reichlich bevölkerten [siehe Chondriten-Horizonte bei RUD. RICHTER (1931, 1941), KUTSCHER (1962) und ENGELS (1956)].

8. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit galt es, alles Wissenswerte über *Weinbergina opitzi* RUD. & E. RICHTER kritisch zu beleuchten.

Seit dem ersten Fund, dem im Senckenberg-Museum aufbewahrten Holotyp, sind noch 2 weitere vollständige Exemplare in den nächsten 10 Jahren gefunden worden. Sie wurden von W. M. LEHMANN in eingehender Form auf Grund von Röntgenbildern untersucht und beschrieben. Die Beschreibungen W. M. LEHMANNs erweiterten die Kenntnisse über *Weinbergina*, zeigten mancherlei neue Einzelheiten auf, wobei von besonderer Wichtigkeit der Nachweis eines 6. Beinpaars hervorzuheben ist.

Aus den zahlreichen überlieferten Fährten des Hunsrückschiefergesteins konnte RUD. RICHTER auch Schreit-Fährten eines Xiphosuren enträtseln, die mit großer Wahrscheinlichkeit *Weinbergina opitzi*, dem einzigen bisher nachgewiesenen Xiphosuren-Vertreter im Unterdevon zuzuordnen sind. Die mehrfachen Funde von *Weinbergina opitzi* schließen eine postmortale Einschwemmung oder eine Zufallseinfrachtung aus einem anderen Milieu mit ziemlicher Sicherheit aus.

Weinbergina opitzi war ein Benthos-Bewohner des Hunsrückschiefer-Meeress, der sowohl schreitende als auch schwimmende Bewegungen ausführen konnte.

Schriftenverzeichnis

- ENGELS, B.: Über die Fazies des Hunsrückschiefers. — Geol. Rdsch., **45**, S. 143—150, 3 Abb., Stuttgart 1956.
- GUTHÖRL, P.: Das Leben im Dachschiefermeer des Hunsrücks. — Saarbrücker Bergmannskalender, **71**, S. 106—117, 33 Abb., Saarbrücken 1943.
- KUHN, O.: Die Tierwelt der Bundenbacher Schiefer. — Die neue Brehm-Bücherei, **274**, 48 S., 45 Abb., Wittenberg-Lutherstadt 1961.
- KUTSCHER, F.: Zur Entstehung des Hunsrückschiefers am Mittelrhein und auf dem Hunsrück. — Jb. nass. Ver. Naturk., **81**, S. 177—232, 2 Abb., 2 Taf., Wiesbaden 1931.
- Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. — 2. Die Chondriten als Lebensanzeiger. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **90**, S. 494—498, Taf. 36, Wiesbaden 1962.
- Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. 3. Die Anwendung der Röntgentechnik zur Diagnostik der Hunsrückschieferfossilien. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 74—86, Taf. 7—9, Wiesbaden 1963.
- LEHMANN, W. M.: Die Anwendung der Röntgenstrahlen in der Paläontologie. — Jb. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F., **27**, Jg. 1938, S. 16—24, Taf. 3—8, Stuttgart 1938.
- Neue Beobachtungen an Versteinerungen aus dem Hunsrückschiefer. — Abh. preuß. Akad. Wiss., math.-nat. Kl., Jg. 1939, No. 13, S. 1—17, 7 Taf., 1 Abb., Berlin 1939.
- Die Fauna des Hunsrückschiefers. — Rhein. Heimatpflege, **13**, S. 16—26, 11 Abb. Düsseldorf 1941.
- *Palaeoscorpius devonicus* n. g. n. sp., ein Skorpion aus dem rheinischen Unterdevon. — N. Jb. Mineral. etc., Mh., 1944, B, S. 177—185, Stuttgart 1944.
- Beobachtungen an *Weinbergina opitzi* (Merost., Devon). — Senck. leth., **37**, S. 67—77, Frankfurt a. M. 1956.
- Kleine Kostbarkeiten in Dachschiefeln. — Der Aufschluß, 3. Sonderheft, 76 S., 20 Abb., Roßdorf bei Darmstadt 1956.
- OPITZ, RUD.: Bilder aus der Erdgeschichte des Nahe-Hunsrück-Landes Birkenfeld. 224 S., 170 Abb., Birkenfeld (1932).

- RICHTER, RUD. & E.: *Weinbergina opitzi* n. g. n. sp., ein Schwertträger (Merost., Xiphos.) aus dem Devon (Rheinland). — *Senckenbergiana*, **11**, S. 193—209, 4 Abb., Frankfurt a. M. 1929.
- RICHTER, RUD.: Tierwelt und Umwelt im Hunsrückschiefer; zur Entstehung eines schwarzen Schlammsteines. — *Senckenbergiana*, **13**, S. 299—342, Frankfurt a. M. 1931.
- Marken und Spuren im Hunsrück-Schiefer. 3. Fährten als Zeugnisse des Lebens auf dem Meeres-Grunde. — *Senckenbergiana*, **23**, S. 218—260, 17 Abb., Frankfurt a. M. 1941.
- SCHMIDT, H.: Einführung in die Palaeontologie. — 253 S., 466 Abb., 47 Taf., Stuttgart 1935.
- WATERLOT, G.: Classe des Merostomes. In PIVETEAU, *Traité de Paléontologie*, **3**, S. 529—554, Paris 1953.

Manuskript eingegangen am 3. 3. 1965

Juvenile Suturen spätpaläozoischer und triassischer Nautiliden (Cephal.)

Von

HEINZ TOBIEN, Mainz/Darmstadt

Mit 14 Abbildungen und Tafel 6

Kurzfassung: Beobachtungen an juvenilen Suturen auf Anfangswindungen der Gehäuse einiger eingerollter Nautiloideen werden erstmals bekannt gemacht. Das Material stammt aus spätpaläozoischen und triassischen Fundorten der USA und Mexikos. Die Umwandlungen in die Alterssuturen werden verfolgt und auf Beziehungen zur ersten Suture (= Prosuture) der Ammonoiten hingewiesen.

Abstract: Observations on juvenile sutures at the first whorls of some coiled nautiloids are given for the first time. The specimens belong to late Paleozoic and Triassic localities of the United States and Mexico. The transformations into the adult sutures are characterized and relations to the first suture (= prosuture) of the ammonites are indicated.

Résumé: Des observations sur les suturen iuvéniles aux premiers tours de quelques Nautiloïdés enroulés du Paléozoïque terminal et du Trias sont présentées pour la première fois. Les matériaux proviennent de localités dans les États Unis et en Mexique. Les transformations qui se montrent aux suturen adultes sont caractérisées, et les relations avec la première suture (= prosuture) des Ammonoïdés sont indiquées.

Inhalt

1. Vorbemerkung	48
2. Oberkarbonische und permische Formen	48
2.1. <i>Metacoceras cornutum</i> (GIRTY)	48
2.2. <i>Parametacoceras bellatulum</i> MILLER & OWEN	50
2.3. <i>Liroceras liratum</i> (GIRTY)	50
2.4. <i>Metacoceras</i> sp.	52
2.5. <i>Domatoceras umbilicatum</i> HYATT	52
2.6. Nautilide cf. <i>Metacoceras</i>	53
2.7. <i>Metacoceras dubium</i> HYATT	54
3. Triassische Formen	55
3.1. <i>Proclydonautilus hessi</i> SMITH	55
3.2. <i>Proclydonautilus ursensis</i> SMITH	56
3.3. <i>Proclydonautilus triadicus</i> (MOJS.)	58
4. Folgerungen	58
5. Zusammenfassung	60
6. Schriftenverzeichnis	60

1. Vorbemerkung

In Ergänzung und Fortführung einer unlängst publizierten Studie (TOBIEN 1964) werden nachstehend einige juvenile Suturen karbonischer, permischer und triadischer Nautiliden¹⁾ aus nordamerikanischen und einer mexikanischen Lokalität behandelt.

Ich verdanke die Möglichkeit zur Untersuchung dieser Materialien dem lebenswürdigen Entgegenkommen von Herrn Prof. Dr. S. W. MULLER, Stanford University, Dept. of Geology, Palo Alto, California, sowie der Herren Prof. Dr. J. WYATT DURHAM, Prof. Dr. W. B. N. BERRY, und Dr. J. H. PECK, University of California, Dept. of Paleontology, Berkeley/California. Den genannten Herren, ebenso wie Herrn M. O. WOODBURNE, ebendort, der die Fotos zu den Tafelfiguren anfertigte, bin ich zu besonderem Dank verpflichtet.

2. Oberkarbonische und permische Formen

2.1. *Metacoceras cornutum* (GIRTY)

(Taf. 6 Fig. 1, 1a; Abb. 1a–e)

Howard Limestone, oberes Pennsylvanian, Howard, Kansas, USA. Stanford Univ. Dept. of Geology, type coll. Nr.: LSJU 9811, 9812.

2 jugendliche Exemplare mit Markasit-Steinkernen und teilweise erhaltenen Calcit-schalen (Taf. 6 Fig. 1), je mit 25 mm Gehäuse-Durchmesser, zeigen die Anfangskammern mit den Septen und Suturen. Die Endstadien der Gehäuse (ohne Wohnkammern)

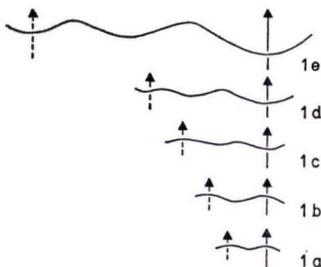


Abb. 1. *Metacoceras cornutum* (GIRTY), Howard limestone, Pennsylvanian, Howard, Kansas, USA. Juvenile Suturen Stanford Univ., Dept. of Geol.

1a: 2. Suture bei $B = 2$, $H = 2$; 1b: 4. Suture bei $B = 2,9$, $H = 2,8$ (LSJU 9811); 1c: 13./14. Suture bei $B = 5,3$, $H = 3,4$; 1d: 23./24. Suture bei $B = 8,9$, $H = 4,8$; 1e: 30./35. Suture bei $B = 12,9$, $H = 10,0$. ((LSJU 9812). Vergr. $\times 1,7$ (siehe auch Taf. 6 Fig. 1, 1a).

Bem.: Diese und die übrigen Suture-Zeichnungen wurden folgendermaßen hergestellt: Auf dem Steinkern wurde so gut wie möglich an der Suture eine gerade Linie markiert, dann die Distanzen der Loben- und Sattelmaxima voneinander und zur Geraden mit kleiner Schieblehre unter dem Binokular gemessen und, nach entsprechender Vergrößerung, auf Papier übertragen. Danach wurde die ganze Suture, unter ständiger Kontrolle am Objekt und unter dem Binokular, gezeichnet. Schematisierungen sind bei der Kleinheit der Objekte sowie den wechselnd gewölbten Gehäusequerschnitten kaum vermeidbar

¹⁾ Als Nautiliden sind im folgenden die volleingerollten Nautiloidea bezeichnet. Die nachstehend behandelten Arten gehören zur Ordnung Nautilida im Sinne von TEICHERT et al. (1964: K 383). Die Gattungs- und Artbestimmungen habe ich mit einigen geringfügigen Änderungen so übernommen, wie ich sie auf den Etiketten vorfand.

haben stark abgeflachte Externseiten (Taf. 6 Fig. 1) und gegen die Naht einfallende Flanken. Dadurch wird der niedrigmündige Gehäusequerschnitt trapezförmig. Bei einer maximalen Gehäusebreite $B = 13,5$ bzw. $14,0$ und Gehäusehöhe $H = 9^2$) sind an beiden Exemplaren bereits kräftige, extern-laterale Knoten vorhanden (Taf. 6 Fig. 1), die nach hinten aber verschwinden.

Der Anfangsteil der Gehäuse, bis zum 2. und 3. Septum, hat dagegen fast kreisrunden Umriß (Taf. 6 Fig. 1, 1a), und umschließt eine ziemlich große Nabellücke. Vom 4. Septum ab beginnt sich der trapezoidische Umriß zu entwickeln. Der Siphon liegt subzentral.

Die Sutura hat – auf den vorliegenden Endstadien, d. h. etwa bei der 35. Sutura (vom Apex gezählt) – die Formel (zur Schreibweise der Sutura-Formel vgl. TOBIEN 1964: 9 ff.):

$$IL - S - LL - S - EL.$$

Der Internlobus ist seicht und breit, hat also nicht die Form eines Annularlobus, ebensowenig ist ein eigentlicher Annularlobus, d. h. ein in den Internlobus eingesenkter, kleinerer und spitzer Sekundärlobus vorhanden (Abb. 1e). Diese Sutura entspricht der Alterssutura von *Metacoceras* (TOBIEN 1964: 9, Abb. 3). Sie ist durch geringe Sinuosität charakterisiert.

Wie Abb. 1a–e zeigen, ändert sich jedoch auf jüngeren Gehäusestadien das Sutura bild: An der 23./24. Sutura sind noch alle Elemente vorhanden (Abb. 1d), an der 13./14. Sutura ist der IL verschwunden, der EL aber noch erkennbar (Abb. 1c). Zwischen diesem Stadium und dem 4. Septum verschwindet auch der EL, so daß nur noch je ein unpaarer Internsattel (IS) und Externsattel (ES), getrennt durch ein Lateralloben-Paar (LL), vorhanden sind (Abb. 1b, Taf. 6 Fig. 1, 1a). Die Formel lautet somit:

$$IS - LL - ES.$$

Die 4. Sutura zeigt in Seitenansicht (Taf. 6 Fig. 1a) eine etwas kräftigere Ausbildung des ES gegenüber dem IS³). Dies ist an der 2. Sutura bereits nicht mehr zu erkennen. Hier sind IS, ES und entsprechend LL nur noch ganz schwach sinuos und gerade noch erkennbar. Die 1. Sutura ist – abgewickelt – praktisch eine gerade Linie.

Diese Sutura-Ontogenese bestätigt die Auffassung, wonach IL und EL der Alterssutura sekundäre Elemente sind und –zumindest bei dieser stratigraphisch relativ alten Form – erst im Laufe der Individualentwicklung auftreten (TOBIEN 1964: 19, 21). Taf. 6 Fig. 1 mit der Gegenüberstellung der Gehäusepartien mit 2. bis 4. Sutura bzw. 13. bis 16. Sutura zeigt die Situation in bezug auf den ES und den später in ihn eingesenkten EL deutlich. Die Befunde lehren ferner, daß die allerersten Suturen (d. h. 1.–4. Sutura etwa) sehr schwach sinuos sind, die 1. Sutura zeigt überhaupt keine Gliederung mehr. Bemerkenswert ist außerdem die, im Vergleich zum IS, etwas

²) Im folgenden weiterhin mit B und H abgekürzt. Gehäusedurchmesser: D. Alle Maße in Millimeter.

³) Die Gegend des IS der 4. Sutura auf Taf. 6 Fig. 1a ist durch Bruch leicht beschädigt. In Wirklichkeit ragte der IS etwas weiter nach vorn vor, als auf der Figur zu sehen ist.

kräftigere Ausbildung des ES auf der 4. Sutur. Der ES ist hier breiter und orad etwas weiter vorgezogen.

2.2. *Parametacoceras bellatulum* MILLER & OWEN

(Abb. 2a–b)

Cherokee shale, Pennsylvanian, Henry Co., Montana. Univ. of California, Mus. of Paleontology, Berkeley, Nr. A 52000.

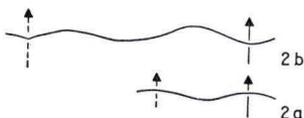


Abb. 2. *Parametacoceras bellatulum* M. & O., Cherokee shale, Pennsylvanian, Henry Co, Montana, USA. Univ. of California, Museum of Paleontology Nr. A 52000

2a: Sutur bei $B = 3,5$ und $H = 2,7$. ca. $\times 5$ vergr.; 2b: Sutur bei $B = 12,5$ und $H = 10,0$. ca. $\times 1,5$ vergr. Schematisiert

Bei einer Gehäusebreite von 12,5 mm liegt ein jugendliches Individuum vor, mit nur wenig sinuöser Sutur und der Formel:

$$I(A)L - S - LL - S - EL.$$

Der Annularlobus A ist sehr klein und in den Internlobus eingesenkt (Abb. 2b). Etwa einen Umgang weiter apikalwärts – bei einer B von 3,5 – und damit nahe dem Apex selbst – sind AL, IL und EL verschwunden, die Suturformel lautet jetzt (Abb. 1a):

$$IS - LL - ES.$$

Es liegt somit ein ähnliches Verhalten wie oben, unter *Metacoceras cornutum* beschrieben, vor, wobei die fertige Sutur noch durch das Hinzutreten eines AL kompliziert wird. Dieses Beispiel zeigt ferner, daß der Annularlobus – ähnlich wie IL und EL – spätere Zutat ist und nicht – zumindest nicht bei dieser stratigraphisch alten Form – einen primitiven Zustand verrät, wie PIA (1914: 45)⁴) meinte.

2.3. *Liroceras liratum* (GIRTY)

(Taf. 6 Fig. 2a–e, Abb. 3a–f)

Howard Limestone, Oberes Pennsylvanian; Howard, Kansas. Stanford Univ.; Dept. of Geology, type coll. Nr. LSJU 9813–LSJU 9817.

Die letzte Sutur (= 22. vom Apex gezählt) dieses juvenilen Individuums, in Markasit-Erhaltung, hat – bei $B = 14$; $H = 9$, und zentral gelegenem Siphon – die Suturformel (Abb. 3f, Taf. 6 Fig. 2a):

$$I(A)L - S - LL - S - EL.$$

⁴) Bei PIA ist der Annularlobus als Internlobus (S. 43) bezeichnet.

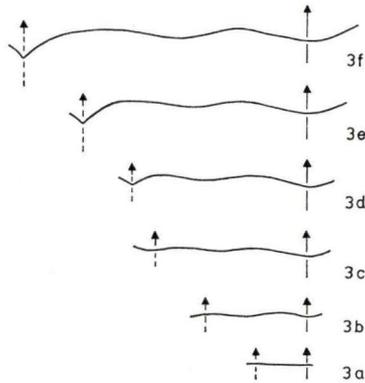


Abb. 3. *Liroceras liratum* (GIRTY), Howard limestone, Oberes Pennsylvanian, Howard, Kansas, USA. Stanford Univ. Dept. of Geol. LSJU 9813-9817.

3a: 2. Suture bei $B = 1,2$, $H = 1,7$; 3b: 4. Suture bei $B = 3,0$, $H = 2,6$; 3c: 7. Suture bei $B = 4,7$, $H = 3,1$; 3d: 11. Suture bei $B = 5,8$, $H = 3,7$; 3e: 17. Suture bei $B = 8,7$, $H = 4,7$; 3f: 21. Suture bei $B = 11,7$, $H = 6,5$. Vergr. $\times 3,3$ (siehe auch Taf. 6 Fig. 2a-e)

EL und LL sind sehr flach, der IL ist – z. T. bedingt durch den in ihn eingesenkten AL – tiefer. Diese Anordnung findet sich apicalwärts bis zur 11. Suture, der AL ist hier noch deutlich (Abb. 3e, d, Taf. 6 Fig. 2c-e). Weiter zurück trifft man nur noch einen seichten Internlobus (7. Suture, Abb. 3c, Taf. 6 Fig. 2b). Dieser ist auf der 4. Suture (mit $B = 3,0$ und $H = 2,6$) verschwunden und durch einen Internsattel ersetzt. Der Externlobus ist hier, wie an den orad folgenden Suturen, noch deutlich entwickelt. (Abb. 3b).

Die 1. und 2. Suture lassen keine weitere Gliederung mehr erkennen (Abb. 3a, Taf. 6 Fig. 2a).

In der Spitzenpartie des weitgenabelten Gehäuses ist eine Nabellücke vorhanden. Ferner bestehen Zusammenhänge zwischen erstmaligem Auftreten des Annularlobus und der Aufwindung des Gehäuses: Der AL zeigt sich dann, wenn der erste Umgang vollständig ist und sich dabei auf die ersten Kammern legt. Hierbei wird der Apex durch den 1. Umgang etwas umfaßt. Dies führt zu einer Konkavität an der Innenseite des Gehäuses (Taf. 6 Fig. 2c), die etwa vom 7. Septum an bemerkbar wird. Damit stellt sich der Internlobus ein. Er wird nach vorn – etwa vom 11. Septum an – durch den AL vertieft (Taf. 6 Fig. 2c), der durch die spitzkegelförmige Anfangskammer beeinflusst erscheint. Jedoch bleibt der AL auch auf späteren Umgängen erhalten.

Bemerkenswert an dieser Suture-Ontogenese ist:

- a) Die beiden ersten Suturen sind ohne jede erkennbare Gliederung.
- b) Auf der Internseite erscheint – an der 4. Suture sicher erkennbar – ein Internsattel.
- c) Im Internsattel wird zunächst ein Internlobus angelegt (7. Suture), der durch einen Annularlobus (etwa bei der 11. Suture) vertieft wird.
- d) Entstehung des Intern- und Annularlobus scheinen durch die Auflagerung des ersten Umganges auf den kegelförmigen Gehäuseapex beeinflusst. Beide Elemente bleiben aber auch auf späteren Umgängen erhalten.

- e) IL und AL gehören nicht zu den primären Suturalementen.
 f) Auffallend ist das frühe Erscheinen des EL, der sich bereits am 4. Septum, d. h. fast zu Beginn der Suturausbildung überhaupt, einstellt.
 g) Bemerkenswert ist ferner die Änderung des Gehäusequerschnittes: Bei der 2. Sutura ist das Gehäuse hochmündig ($B = 1,2$, $H = 1,7$; Taf. 6 Fig. 2a), an der 7. Sutura hat es nierenförmigen Umriß (Taf. 6 Fig. 2b), später flacht der Externteil ab (Taf. 6 Fig. 2c-e).

2.4. *Metacoceras* sp.

(Taf. 6 Fig. 3, Abb. 4a-b)

Oberes Karbon, on the McAlister Road, Indian Territory, Oklahoma. coll. 10. Sept. 1887. Stanford University, Dept. of Geology, type coll. Nr. LSJU 9818.

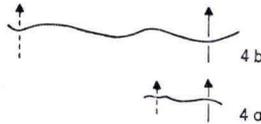


Abb. 4. *Metacoceras* sp., Oberes Karbon, Oklahoma, USA. Stanford Univ. Dept. of Geol. LSJU 9818.

4a: 4.—6. Sutura bei $B = 2,7$, $H = 2,5$; 4b: 25.—30. Sutura bei $B = 11$, $H = 9$. Vergr. $\times 1,7$ (siehe auch Taf. 6 Fig. 3)

Ein halbes jungliches Gehäuse sieht dem oben behandelten *Metacoceras cornutum* sehr ähnlich. Der Steinkern besteht aus Limonit, die Gehäusewände sind teilweise noch in Calcium-Carbonat erhalten. Die letzte vorhandene, wenig sinuose Sutura hat bei $B = 11$ und $H = 9$ die Formel (Abb. 4b):



und dürfte schätzungsweise in der Region des 25.—30. Septums liegen. Ein AL fehlt, der Siphon liegt subzentral, der Außenseite genähert. An dem Exemplar ist ferner die 2. Hälfte des ersten Umganges mit Limonit-Steinkern und Schalenresten mit Zuwachsstreifen erhalten (Taf. 6 Fig. 3). Die jüngste vorhandene Sutura dürfte etwa in den Abschnitt des 4.—6. Septums gehören und ist wesentlich einfacher (Abb. 4a). Der EL ist verschwunden, statt dessen ist ein ES entwickelt. Flankenwärts folgt ein LL-Paar, und im IS ist die erste Andeutung eines flachen IL sichtbar. Es kann erwartet werden, daß weiter apical dieser IL gänzlich verschwindet und damit die gleiche Ausgangssutura, wie z. B. bei *M. cornutum* vorliegt mit: IS — LL — ES.

2.5. *Domatoceras umbilicatum* HYATT

(Abb. 5a-b)

Upper Coal Measures, Graham, Texas, ohne nähere Fundortsangabe. Stanford Univ. Dept. of Geology, type coll. Nr. LSJU 9821 (coll. und det. J. P. SMITH).

Windungsbruchstück ohne Wohnkammer und ohne innere Umgänge, mit einem maximalen D von 44. Die letzte erhaltene Sutura ist wenig sinuos, wie für die Gattung

charakteristisch (TOBIEN 1964: 9), und hat bei $B = 14$ und $H = 16$ die Formel (Abb. 5 b):

$$IL - S - LL - S - EL.$$

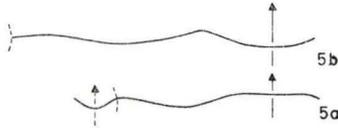


Abb. 5. *Domatoceras umbilicatum* HYATT, Upper Coal Measures, Graham, Texas, USA. Stanford Univ., Dept. of Geol. LSJU 9821.

5a: 17. oder 18. Suture apicalwärts von der Suture in Abb. 5 b, bei $B = \text{ca. } 7$, $H = \text{ca. } 8$; 5 b: letzte sichtbare Suture bei $B = 14$, $H = 16$. Vergr. $\times 1,7$

17–18 Suturen weiter apicad, d. h. etwa $1/2$ Umgang entsprechend, ist der EL verschwunden und durch den ES ersetzt. Bei B und H von ca. 7–8 ergibt sich (Abb. 5 a):

$$IL - S - LL - ES.$$

Wie andere Fälle beweist auch dieses Exemplar das Ausflachen und schließlich Verschwinden des EL. Der Externlobus entwickelt sich ohne erkennbare Änderung der Gehäusegestalt oder des Windungsquerschnittes (Einsenkung in der Außenwand oder dgl.).

2.6. Nautilide cf. *Metacoceras*

(Abb. 6 a–c)

Oberes Karbon, Topeka, Kansas (coll. 1875, mit „Cythere“ etikettiert). Stanford Univ., Dept. of Geology, type coll. Nr. LSJU 9822.

Niedermündiges Exemplar von 28 maximalem D , mit dem hinteren Teil der Wohnkammer und inneren Windungen in brauner, dolomitischer Steinkernerhaltung. Die Suture des letzten Septums – bei $B = 14$, $H = 9,5$ – ist wenig sinuos und typisch für *Metacoceras* mit der Formel (Abb. 6 c):

$$IL \text{ (wahrscheinlich) } - S - LL - S - EL.$$

Der Externlobus kann apicad bis zur 25. Suture (vom Wohnkammer-Septum aus gezählt) etwa beobachtet werden (Abb. 6 b), was etwa einem Umgang entspricht.

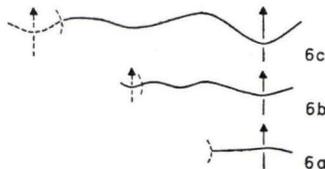


Abb. 6. Nautilide cf. *Metacoceras*, Ob. Karbon, Topeka, Kansas, USA. Stanford Univ., Dept. of Geol. LSJU 9822
6a: 33. Suture hinter der Wohnkammer bei $B = 3,2$, $H = ?$; 6b: 23.–25. Suture hinter der Wohnkammer bei $B = 8,6$, $H = 5,8$; 6c: 1. Suture hinter der Wohnkammer bei $B = 14$, $H = 9,5$. Vergr. $\times 1,7$

Dann folgt etwa $\frac{1}{3}$ Umgang, dessen Externseite durch die letzte Windung bedeckt ist, bis etwa zum 33. Septum. Hier ist kein EL mehr vorhanden, statt dessen findet sich ein breiter, flacher ES (Abb. 6 a).

Auch dieses Objekt bezeugt das Verschwinden des in der Alters-Sutur vorhandenen Externlobus auf juvenilen Gehäusestadien, und damit dessen sekundären Charakter.

2.7. *Metacoceras dubium* HYATT

(Taf. 6 Fig. 4; Abb. 7a – b, 8)

Fort Riley Formation, Oberes Perm, Oketo, Kansas. Stanford Univ., Dept. of Geology, type coll. Nr. LSJU 9819, 9828.

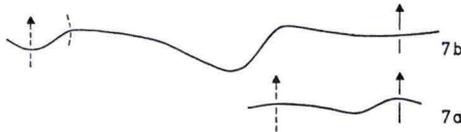


Abb. 7. *Metacoceras dubium* HYATT, Fort Riley Formation, Oberes Perm, Oketo, Kansas, USA. Stanford Univ., Dept. of Geol. LSJU 9828 (Ex. A).

7a: Sutur aus dem oralen Abschnitt der ersten Hälfte des ersten Umganges bei B = 5,7, H = 6,7; 7b: Sutur 20–25 Septen weiter oralwärts (= 1 ganzer Umgang) bei B = 21, H = 18. Vergr. $\times 1,7$

Unter mehreren größeren Exemplaren fanden sich zwei juvenile Gehäuse (Ex. A und B) ohne Wohnkammern und in Steinkernerhaltung. Das Gestein ist ein weißlicher, teilweise oolithischer Dolomit.

Ex. A hat – bei H = 18 und B = 21 am letzten erhaltenen Septum – eine abgeflachte Externseite, trapezförmigen Querschnitt, sowie intern eine von der vorhergehenden (= 1.) Windung herrührende Konkavität. Die Sutur (Abb. 7b) hat die Formel:

$$IL - S - LL - S - EL.$$

Dagegen sieht die Sutur nach einem vollständigen Umgang apicad wesentlich einfacher aus (Abb. 7a):

$$IS - LL - ES.$$

Hier ist der Gehäusequerschnitt bei H = 6,7 und B = 5,7 fast kreisrund und ohne interne Konkavität. Die abgebildete Sutur gehört – nach der Gesamtsituation an Exemplar A – zur oralen Partie der 1. Hälfte des ersten Umganges. Die wenig sinuose Sutur mit einem tieferen LL geht, wie auch in anderen Fällen beobachtet, apicad in die einfachere vom Typus: IS – LL – ES über.



Abb. 8. *Metacoceras dubium* HYATT, Fort Riley Formation, Oberes Perm, Oketo, Kansas, USA. Sehr juvenile Sutur aus ähnlicher Position wie Abb. 7a: B = 5,5, H = 6,1. Vergr. $\times 1,7$. Stanford Univ., Dept. of Geol. LSJU 9819 (Ex. B) (siehe Taf. 6 Fig. 4)

Exemplar B enthält ebenfalls frühe Suturen (wahrscheinlich die 5.–8., siehe Taf. 6 Fig. 4). Die Sutur des wahrscheinlich 8. Septums (fast kreisförmiger Querschnitt bei H = 6,1; B = 5,5; Abb. 8) ist der in Fig. 7 sehr ähnlich, jedoch ist der IS

noch durch einen seichten IL geteilt. Exemplar A hat dagegen bei sogar noch etwas größerem Gehäuse ($H = 6,7$; $B = 5,7$) keinen IL mehr. Mit einer gewissen individuellen Variation im Verschwinden der sekundären Suture-Elemente kann daher gerechnet werden.

3. Triassische Formen

Die im folgenden beschriebenen *Proclydonautilus*-Belege haben alle sinuose Suturen, im Gegensatz zu den vorstehend behandelten spätpaläozoischen Formen.

3.1. *Proclydonautilus hessi* SMITH

(Abb. 9a – c, 10a – b)

Hosselkus limestone, Obere Trias, ohne nähere Lokalisationsangabe; vermutlich Brock Mt., Shasta Co., California. coll. et det. J. P. SMITH (nach Handschrift auf Etikette). Stanford Univ., Dept. of Geology, type coll. Nr. LSJU 9823, 9824.

2 Exemplare mit Kalk-Steinkernen und Schalenerhaltung zeigen das Verschwinden des Externlobus im orad vorgezogenen Externsattel.

Exemplar A ist ziemlich erwachsen mit Wohnkammer und maximalem D von 68. Es hat auf der letzten Suture einen spitzen EL (Abb. 9c), der nur wenig abgeflacht auf der fünftletzten Suture (Abb. 9b) und deutlich abgeflacht auf der achttletzten Suture (Abb. 9a) sichtbar ist, hier bei einem D von ca. 55.

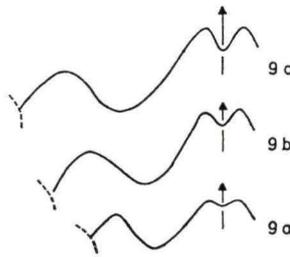


Abb. 9. *Proclydonautilus hessi* SMITH, Hosselkus Limestone, Obere Trias, ohne nähere Fundortsangabe, vermutl. Brock Mt., Shasta Co., Cal., USA. Stanford Univ., Dept. of Geol. LSJU 9823 (Ex. A)

9a: 8.—letzte Suture bei $D = \text{ca. } 55$; 9b: 5.—letzte Suture; 9c: letzte Suture hinter der Wohnkammer bei $D = 68$. Vergr. $\times 0,7$

Exemplar B ist juvenil und ohne Wohnkammer mit einem maximalen D von 19. Eine Suture bei einem D von 13 läßt immer noch einen, wenn auch sehr seichten EL ersehen, der in einen orad noch deutlich vorgezogenen ES eingesenkt ist (Abb. 10b). Erst auf der 8. Suture vor dieser letzten ist, bei einem D von 9–10, der EL und gleichzeitig auch die Vorziehung des ES verschwunden (Abb. 10a); d. h. der „latisellate“ bzw. „angustisellate“ Habitus des ES der späteren Suturen ist hier nicht mehr vorhanden.

Ein weiteres Jugendexemplar von *Pr. hessi* ohne Wohnkammer (Hosselkus limestone, obere Trias, Brock Mt., Shasta Co., California, det. J. P. SMITH, Stanford Univ., Dept. of Geology, Nr. 1324) zeigt gleichfalls die Rückbildung des sekundären Externlobus, aber erst auf relativ frühem Wachstumsstadium. Der EL ist bei einem maximalen D von 15 noch erkennbar, bei einem D von 11 jedoch verschwunden.

Die obigen Befunde ergeben:

1. Eine weitere Bestätigung des sekundären Charakters des Externlobus auch bei sinuösen Suturen (s. a. TOBIEN 1964: 21).
2. Die erste Anlage des EL erfolgt jedoch — zumindest bei der hier behandelten Spezies — relativ früh in der Ontogenese, bei einem Gehäuse-Durchmesser von 10–15.
3. Der schon ziemlich früh in der Ontogenese orad vorgezogene Externsattel ist auf noch früheren Stadien nicht so markiert; d. h. die Suture ist dann wenig sinuos.

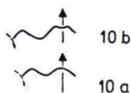


Abb. 10. *Proclydonautilus hessi* SMITH, Fundhorizont und -ort wie in Abb. 9. Juveniles Individuum mit max. D = 19. Stanford Univ., Dept. of Geol. LSJU 9824 (Ex. B). 10a: 8. Suture apicad von der Suture in Abb. 10b, bei D = 9–10; 10b: Suture bei D = 13. Vergr. $\times 0,7$

3.2. *Proclydonautilus ursensis* J. P. SMITH

(Abb. 11, 12a–b)

Hosselkus limestone, Obere Trias, Brock Mt., Shasta Co., California, Stanford Univ., Dept. of Geology, (det. J. P. SMITH). Type coll. Nr. LSJU 9825, 9826, 9827.



Abb. 11. *Proclydonautilus ursensis* SMITH, Hosselkus Limestone, Obere Trias, Brock Mt., Shasta Co, Calif., USA Stanford Univ., Dept. of Geol. LSJU 9825 (Ex. B). Juveniles Exemplar mit D=18 an der dargestellten Suture. Vergr. $\times 0,7$

Mehrere Jugendexemplare:

- A. Ein juveniles Exemplar mit Wohnkammer (A) zeigt bei einem D von 17 in Höhe der letzten Suture in dieser, wie in der vorangehenden noch eine leichte Einsenkung im ES, als letzten Rest des EL (ähnlich wie in Abb. 10b). An apicad folgenden Suturen ist der EL nicht mehr zu beobachten.
- B. Ein weiteres Jugendexemplar (B) ist, bei einem D von 18, an der letzten vorhandenen Suture bereits ohne EL. Der Erhaltungszustand erlaubt hier eine Rekonstruktion der gesamten Suture (Abb. 11). Bemerkenswert ist der noch ausgeprägte, orad vorgezogene ES, sowie der seichte IL.
- C. Ein anderes Exemplar (C) zeigt, bei einem D von 7, eine sehr jugendliche Suture (Abb. 12b): Der ES ist schon bedeutend flacher. Leider war es jedoch wegen des teils kalkigen, teils calcitischen Erhaltungszustandes nicht möglich, zu erkennen, ob intern noch ein seichter Lobus oder bereits der primäre IS entwickelt ist.

13 Suturen apicad hiervon findet sich an diesem Exemplar eine fast unbeschädigte, etwas asymmetrische Septal-Fläche vor. Sie ist – wie üblich bei Nautiliden – nach vorn konkav, der Siphon liegt subzentral und dem Innenrand genähert. Breite des Septums: 2,7, Höhe: 1,8. Der Suturenverlauf an den Rändern des Septums ist nahezu gerade, immerhin ist ein seichter ES, ein ebenso breiter und seichter IS, die von einem breiten und seichten LL getrennt werden, erkennbar (Abb. 12a). Dieses Septum ist von der Anfangskammer noch ca. $\frac{1}{2}$ Umgang entfernt. Die dazwischen befindlichen Suturen dürften apicad einen zunehmend geraderen Verlauf nehmen.

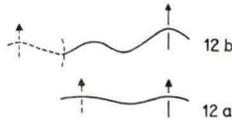


Abb. 12. *Proclydonautilus ursensis* SMITH, gleicher Fundhorizont und -ort wie in Abb. 11. Stanford Univ., Dept. of Geol. LSJU 9826, 9827 (Ex. C)

12a: Suture bei $D = \text{ca. } 3,5$ ($B = 2,7, H = 1,8$); 12b: Suture bei $D = 7$. Vergr. $\times 3,3$

Die Rekonstruktion zwischen diesem Suturen-Stadium und dem orad folgenden, in Abb. 12b wiedergegebenen, dürfte kaum problematisch sein:

- a) Vertiefung von LL, ES und IS,
 - b) Entwicklung des Sattels S aus dem Grunde von LL,
 - c) orale Vorziehung des ES,
 - d) Entwicklung des seichten sekundären IL im Scheitel von IS,
 - e) Herausbildung des sekundären EL im Bereich des ES.
- D. Ein weiteres juveniles Exemplar von *Pr. ursensis* (gleicher Fundort, gleicher Horizont, Stanford Univ., Dept. of Geology, Nr. 1299, ebenfalls von J. P. SMITH bestimmt) hat $D = 18$, die Wohnkammer eingeschlossen. Der ES ist orad vorgezogen und ohne EL. Die 12 apicad vom Wohnkammer-Septum folgenden Suturen zeigen gut die zunehmende Abflachung des ES.

Die sinuosen *Proclydonautilus*-Suturen aus der Oberen Trias von Nordcalifornien verhalten sich auf juvenilen Wachstumsstadien ähnlich wie die wenig sinuosen spätpaläozoischen Formen:

- a) Extern- und Internlobus der späteren Suturen sind sekundäre Erwerbungen während der Ontogenese.
- b) Die ursprüngliche Suturenformel ist: IS – LL – ES, die aber noch nicht an der 1. Suturen, sondern erst einige Suturen später erscheint. Die 1. Suturen haben praktisch geraden Verlauf.
- c) Der sinuose Charakter der Alterssuturen – vor allem durch den orad vorspringenden ES und den tiefen LL bedingt – geht auf juvenilen Stadien – zugunsten eines weniger sinuosen Verlaufes – verloren.

3.3. *Proclydonautilus triadicus* (MOJS.)

(Taf. 6 Fig. 5, Abb. 13 a – b)

Obere Trias (karnische Stufe), Nordende der Sierra del Alamo 700 yds. ndl. der Mine Antimonio, westl. von Caborca, NW der Sonora Provinz, Mexiko. Stanford Univ., Dept. of Geology (C. L. BAKER coll. et det.). Type coll. Nr. LSJU 9820.

Die inneren, juvenilen Windungen eines Exemplares ergaben bei $H = 7,5$ und $B = 9,5$ die in Abb. 13 b wiedergegebene Sutura mit der Formel:

$$IL - S - L - S - LL - ES,$$

wobei der ES einen kleinen EL trägt, der auf Altersstadien beträchtlich tiefer ist. (Taf. 6 Fig. 5)

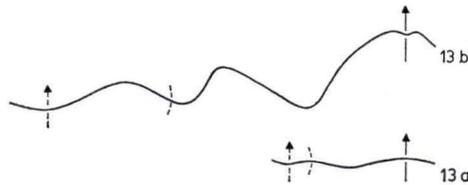


Abb. 13. *Proclydonautilus triadicus* MOJS., Obere Trias (Karn), Nordende der Sierra del Alamo, nahe Antimony Mine, westl. von Caborca, Sonora Provinz, Mexiko. Stanford Univ., Dept. of Geol. LSJU 9820 (siehe Taf. 6 Fig. 5)

13a: Sutura bei $B = 3,0$, $H = 2,5$; 13b: Sutura bei $B = 9,2$, $H = 7,5$. Vergr. $\times 3,3$

Einen Umgang weiter apicad liegt eine wesentlich einfachere Sutura vor (Taf. 6 Fig. 5, Abb. 13a):

$$IL - S - LL - ES$$

Neben der Reduktion der Zahl der Suturelemente ist auch hier, wie bei den *Proclydonautilus*-Belegen aus dem Hosselkus-Kalk, die Abflachung des Sutura-Verlaufes auf Jugendstadien bemerkenswert. Sie kommt vor allem in dem seichten LL und dem nicht mehr orad vorspringenden ES zum Ausdruck.

4. Folgerungen

Die vorstehenden Beobachtungen lassen die nachstehenden Folgerungen zu:

1. Der unpaare Intern- und Externlobus der Alterssutura sind offensichtlich sekundäre Elemente. Im Anfangsteil des Gehäuses, d. h. auf juvenilen Stadien, sind sie – mehr oder weniger früh – aus dem primären Intern- bzw. Externsattel verschwunden (vgl. hierzu auch TOBIEN 1964: 19–21).
2. Dabei persistiert der Internlobus im allgemeinen länger als der Externlobus, d. h. ersterer tritt eher in der Ontogenese auf als letzterer (vgl. auch TOBIEN 1964: 20, 21). Ausnahmen kommen jedoch vor, so das oben beschriebene Exemplar von *Liroceras liratum*. (S. 51)
3. Die allerersten Suturen sind – zumindest bei den behandelten spätpaläozoischen Formen – sehr schwach sinuos, z. T. gerade und praktisch ungegliedert.

4. Der Annularlobus ist – zumindest bei den hier behandelten älteren Formen – ein sekundäres Element, wenngleich schon auf frühen Stadien vorhanden.
5. Mit einer gewissen individuellen Variation im apicalwärtigen Verschwinden der sekundären Suture-Elemente ist zu rechnen.
6. Der orad vorgezogene Externsattel (in den gewöhnlich ein Externlobus eingesenkt ist) der sinuosen Suturen flacht apicad ab, wie juvenile Suturen des triassischen *Proclydonautilus* lehren. Damit wird die Suture weniger sinuos.
7. Auch an sinuosen Suturen sind Extern- und Internlobus sekundäre Elemente. Sie sind auf sehr juvenilen Suturen nicht mehr vorhanden. Die erste Suture hat auch bei sinuosen Suturen geraden Verlauf.

Es muß dahingestellt bleiben, wieweit diese hier verallgemeinert formulierten Folgerungen aus Beobachtungen an spätpaläozoischen und triassischen Nautiliden-Arten nur für diese, oder allgemein für stratigraphisch frühe oder auch für stratigraphisch späte Formen – und hier in welchem Umfange – gültig sind. Dazu bedarf es noch weiterer Untersuchungen an günstig erhaltenem Material.

Immerhin bestätigen und ergänzen diese Beobachtungen frühere Feststellungen (TOBIEN 1964). Sie seien im folgenden nochmals kurz angeführt:

1. Die mehr oder weniger sinuose Nautiliden-Suture entwickelt sich aus einer Suture mit der Formel:

$$IS - LL - ES.$$

Typische Ammonoiten-Suturen gehen dagegen aus Anfangssuturen hervor, die durch je einen unpaaren Intern- und Externlobus charakterisiert sind.

2. Im Alter stärker sinuose Nautiliden-Suturen gehen auf Jugendstadien in weniger sinuose über.

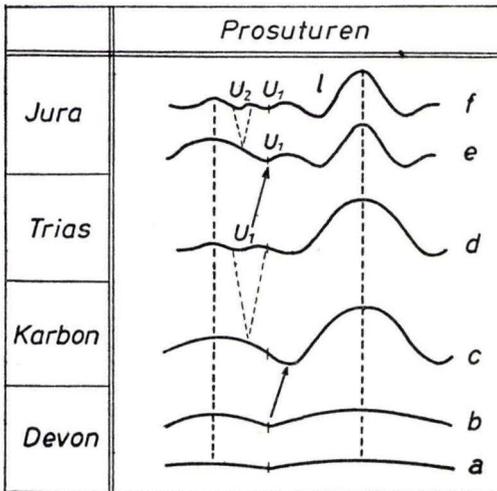


Abb. 14. Prosuturen der Ammonoiten und ihre phylogenetische Entwicklung (n. SCHINDEWOLF 1942: Abb. 9). a und b: Asellate Prosuturen, c: Latisellater A-Typus; d: Latisellater B-Typus; e: Angustisellater A-Typus; f: Angustisellater B-Typus

3. Die Formähnlichkeiten juveniler Nautiliden-Suturen mit der asellaten, bzw. latisellaten, bzw. angustisellaten Prosutura der Ammonoiten (TOBIEN 1964: 23–26) sind offensichtlich, wie ein Vergleich der Abb. 1a–b, 2a, 4a, 7a, 8, 10a, 11, 12a–b mit Abb. 14 zeigt. Auf die sich daraus ergebenden Zusammenhänge mit den Ammonoidea wurde bereits hingewiesen (TOBIEN 1964: 23–26), sie brauchen hier nicht noch einmal wiederholt zu werden.

5. Zusammenfassung

Juvenile Suturen spätpaläozoischer und triassischer Nautiliden aus Lokalitäten der USA und Mexikos werden in ihrer ontogenetischen Entwicklung beschrieben und diskutiert. Sie zeigen Formähnlichkeiten und damit Beziehungen zur Prosutura (= erste Sutura), nicht dagegen zur Primärsutura (= zweite Sutura) der Ammonoiten.

Frühere Feststellungen und Ableitungen (TOBIEN 1964) werden damit bestätigt und ergänzt.

Summary

Juvenile sutures of late Paleozoic and Triassic nautilids from some US and Mexican localities are described, and their ontogenetic development is discussed.

The resemblances and therefore the relationships of these juvenile sutures are with the prosuture (= first suture), not with the primary suture (= second suture) of the ammonoids.

Former observations and inferences (TOBIEN 1964) are hereby approved and enlarged.

Sommaire

Les suturen juvéniles de quelques Nautilidés du Paléozoïque terminal et du Trias des Etats Unis et en Mexique sont décrites et leur évolution ontogénétique est discutée.

Les ressemblances et — par conséquent — les relations des suturen primordiales sont évidentes avec la prosutura (= première suture), mais pas avec la suture primaire (= seconde suture) des Ammonoidés.

Des observations et déductions précédentes (TOBIEN 1964) sont confirmées et amplifiées.

Schriftenverzeichnis

- PIA, J. v.: Untersuchungen über die Liassischen Nautiloidea. — Beitr. Paläont. Geol. Österreich-Ungarn u. Orient., **27**, 19–86, Taf. 4–10, Wien 1914.
- SCHINDEWOLF, O. H.: Evolution im Lichte der Paläontologie. Bilder aus der Stammesentwicklung der Cephalopoden. — Jenaische Zschr. Med. u. Naturw., **75**, 324–386, Jena 1942.
- TEICHERT, C. et al.: Treatise on Invertebrate Paleontology (ed. R. C. MOORE): Part K, Mollusca **3**, Cephalopoda — General features, Endoceroidea, Actinoceroidea, Nautiloidea, Bactritoidea. — Geol. Soc. America and Kansas Univ. Press; 519 S., 2382 Fig. 1964.
- TOBIEN, H.: Über Suturen nautiliconer Nautiloidea (Cephalopoda). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, 7–28, 23 Abb., Wiesbaden 1964 (dort weitere Literatur).

Manuskript eingegangen am 19. 1. 1965

Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers

10. Die Vertreter der Klasse Blastoidea (Echinodermata) im Hunsrückschiefer von Kaub und Bundenbach

Von

FRITZ KUTSCHER, Wiesbaden

Mit 1 Abbildung und Tafel 7

Kurzfassung: In den Hunsrückschiefer-Schichten von Bundenbach und Kaub a. Rh. sind bisher 2 Blastoideenarten bekannt geworden. Fundumstände und Lebensmilieu dieser Zufallsfunde werden erörtert, sowie Beschreibungen der Gattung *Pentremitella* und der Arten zusammengestellt.

Abstract: Up to date within the Hunsrück shales of Bundenbach and Kaub two species of Blastoids have been found. It is referred about these findings and their way of life.

Résumé: Jusq'au jour d'hui on a trouvé deux espèces de Blastoidés dans les Hunsrückschiefer de Bundenbach et Kaub/s.Rhin. Cette publication fait voire les deux espèces et leur mode de vie.

Inhalt

1. Einleitung	62
2. Systematik der Blastoidea	62
2.1 Bauplan der Blastoidea	62
2.2 Stammbaum	63
2.3 Zur Neuaufstellung der Gattung <i>Pentremitella</i> W. M. LEHMANN	63
3. Allgemeine Bemerkungen zu den bisher gefundenen Blastoideen-Arten im Hunsrückschiefer	63
4. Beschreibung der 2 Hunsrückschiefer-Blastoideen	64
4.1 <i>Pentremitidea medusa</i> JAEKEL 1895	64
4.2 <i>Pentremitella osoleae</i> W. M. LEHMANN 1949	65
5. Das Lebensmilieu der Blastoideen im Hunsrückschiefer-See	66
6. Zusammenfassung	66
7. Schriftenverzeichnis	67

1. Einleitung

Aus den Dachschiefen des Hunsrückschiefers konnten bisher 2 Arten der alten Echinodermenklasse Blastoidea und dies im Abstand von rund 54 Jahren beschrieben werden. Über das Wissen dieser beiden Arten soll im folgenden referiert werden.

2. Systematik der Blastoidea

Die Blastoideen haben den Rang einer Klasse innerhalb des Echinodermatenstammes (Echinodermata KLEIN 1734) und dessen Unterstamm Pelmatozoa LEUCKART 1848. Ihm sind zur Zeit nach A. H. MÜLLER 1963, S. 262 – 263, 7 Klassen unterstellt (Eocrinoidea, Paracrinoidea, Carpoidea, Edrioasteroidea, Cystoidea, Blastoidea, Crinoidea).

2.1 Bauplan der Blastoidea

Die Blastoidea („Knospenstrahler“) sind gestielte pentamer gebaute Tiere mit einem knospenförmigen Kelch aus 13 – 14 fest verbundenen Platten, zu denen an der Kelchdecke noch 5 blattförmige Stücke hinzutreten. Diese sind von feinen Brachiolen umgeben und stehen mit 5 kreisförmigen Öffnungen in Verbindung, die den zentralen Mund einschließen, sowie mit zahlreichen Hydrospires, die ins Innere des Kelches vorspringen und insgesamt einen komplizierten Respirationsapparat darstellen.

Dieser Kelch krönt einen pflanzenstengelähnlichen schlanken Stiel mit basaler Verzweigung (Abb. 1).

Vertreter dieser Klasse sind seit dem Ordovizium bekannt und erlöschen mit dem Perm, wobei im Karbon ein Entwicklungsmaximum erreicht war.

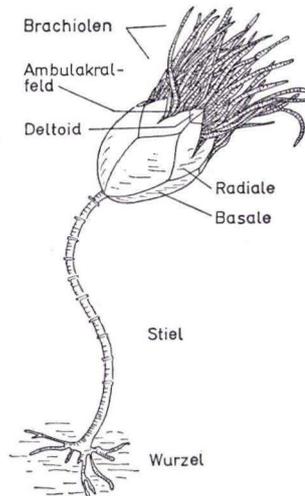


Abb. 1. Bauplanskizze der Blastoidea

2.2 Stammbaum

Die Klasse Blastoidea SAY 1825 wird gemäß BATHER 1900 in die 2 Ordnungen

Protoblastoidea
Eublastoidea

unterteilt. Zu letzterer gehört die

Unterordnung Spiraculata JAEKEL 1918

mit der sehr verbreiteten

Familie Pentremitidae D'ORB.

Für diese Familie gibt JAEKEL (1895, S. 108) folgende Diagnose:

„Theca gerundet mit blattförmigen Ambulacren, mit zahlreichen Sammelfalten unten und 5 typischen Spiracula am oberen Ende der Ambulacra.“

Enthält die Gattungen *Pentremitidea* D'ORB. und *Pentremites* SAY; hinzu tritt die Gattung *Pentremitella* W. M. LEHMANN 1949.

2.3 Zur Neuaufstellung der Gattung *Pentremitella* W. M. LEHMANN

Die Gattung *Pentremitella* wurde von LEHMANN 1949, S. 186–191, neu aufgestellt, da er ein aufgefundenes Blastoid aus dem Hunsrückschiefer unter den bekannten Gattungen der Familie Pentremitidae nicht unterbringen konnte.

Diagnose: Kelch olivenkernförmig, Basis kurz, Ambulacralfelder mäßig breit und ziemlich lang, mit zahlreichen langen Pinnulae, Deltoidstücke groß, Scheitel klein.

Genoholotyp: *Pentremitella osoleae* W. M. LEHMANN 1949.

Begründung: Bei den Gattungen *Pentremitidea* und *Pentremites* ist die Basis verlängert, bei der ersteren sogar stark, während bei der neuen LEHMANNschen Art die Basis extrem kurz ist.

Bei *Pentremitidea* sind die Ambulacra schmal und kurz, bei *Mesoblastus* schmal und lang, bei *Pentremitella* dagegen ziemlich lang und mäßig breit, aber nicht so breit wie bei *Pentremites*.

3. Allgemeine Bemerkungen zu den bisher gefundenen Blastoideen-Arten im Hunsrückschiefer

Im Gegensatz zu anderen Echinodermatenklassen des Paläozoikums, deren Vertreter im Hunsrückschiefer-See eine Blütezeit erlebten und deren Funde einen besonderen Individuenreichtum und eine große Artenmannigfaltigkeit anzeigen, zeugen die bisherigen Blastoideennachweise in den Dachschieferlagen geradezu von einer Ausnahmeerscheinung und höchsten Seltenheit.

Von den beiden bisher erkannten Blastoideen-Arten ist *Pentremitidea medusa* mit einem erwachsenen Individuum und 3 kleinen Jugendformen, alle auf einer Dachschieferplatte mit *Acanthocrinus rex* zusammenliegend, vertreten, während *Pentremitella osoleae* nur in einem Individuum erkannt wurde. Hierbei war es W. M. LEHMANN gelungen, ein Problematikum, das längere Zeit in der Bonner Sammlung

geschlummert hatte, durch die Röntgendurchleuchtung als Blastoid zu diagnostizieren.

Diese Seltenheitsfunde verteilen sich auf die Orte Bundenbach und Kaub, 2 Hauptfundpunkte für Hunsrückschieferfossilien. Beide Orte liegen rund 30 km auseinander. Die Fundgesteine gehören den gleichen Kauber Schichten an.

Es hat sich bisher zumeist gezeigt, daß bei den ausgefallenen und zunächst einmaligen Fossilfunden diese den Anlaß und Anreiz boten, um so eifriger und intensiver nach diesen Formen, zumeist auch mit Erfolg, zu suchen. Hier gelang dies lange Zeit nicht. Das erwähnte Bonner Problematikum möge zur Genüge zeigen, daß bei schlechter Fossilhaltung die Diagnostizierung kaum möglich ist und damit der Weg zum Wegwerfen solcher Stücke schnell und leicht beschritten wird. Dies mag für die im Hunsrückschiefergestein steckenden Blastoidenreste ganz besonders gelten. Sie tragen mit dazu bei, daß die bisherigen bestimmbareren Funde vorerst Einzelercheinungen blieben.

4. Beschreibung der 2 Hunsrückschiefer-Blastoideen

4.1 *Pentremiteida medusa* JAEKEL 1895

- 1895 *Pentremiteida medusa* n. sp. — JAEKEL, Palaeozoische Crinoiden, S. 12–16, Taf. 1; Taf. 2 Fig. 2.
 1931 *Pentremiteida medusa* JAEKEL — KUTSCHER, Zur Entstehung des Hunsrückschiefers, S. 207.
 1936 *Pentremiteida medusa* JAEKEL — KUTSCHER, Taunusquarzit, Throner Quarzite und Hunsrückschiefer, S. 223.
 1949 *Pentremiteida medusa* JAEKEL — W. M. LEHMANN, Blastoid, S. 186.
 1953 *Pentremiteida medusa* JAEKEL — RÖSLER, *Agelacrinites taunicus*, S. 73.
 1961 *Pentremiteida medusa* JAEKEL — O. KUHN, Bundenbacher Schiefer, S. 13.

Bei der Bestimmung und Neubeschreibung dieser Art durch JAEKEL 1895 erwies sich die Erhaltung in einem für den Hunsrückschiefer charakteristischen Pyritüberzug als sehr nachteilig. Einmal waren bereits Teile des Tieres der Präparation durch eine Messingbürste zum Opfer gefallen. Zum anderen lagen die Vergleichsexemplare anderer Arten in der sonst üblichen, zumeist kalkigen Sedimenteinbettung vor, so daß direkte Vergleiche nicht möglich waren. Trotzdem ließ JAEKEL keine Zweifel offen, daß die gefundene Hunsrückschieferform zu *Pentremiteida* gehört.

Pentremiteida medusa war zur Zeit der Beschreibung das erste nachgewiesene Blastoid aus dem Unterdevon Deutschlands und das erste Blastoid aus Europa, welches mit Stiel und Armen erhalten war.

Besonders interessant war der Fund auch dadurch, daß 4 Individuen, auf der gleichen Schieferplatte beisammenliegend, sehr verschiedene Altersstadien repräsentieren. Die Größenverhältnisse sind aus der Darstellung bei JAEKEL, Taf. 1, ersichtlich; sie sind dort in natürlicher Größe abgebildet.

JAEKEL nimmt als gesichert an, daß die 4 Individuen auf dem eingerollten Stielende des *Acanthocrinus rex* angesiedelt waren, da ihre Stiele sämtlich demselben zugewendet sind. Die Blastoideen wurden erst im Gestein entdeckt, nachdem die Wurzel des

Acanthocrinus bereits freipräpariert war, sonst wäre es wohl gelungen, ihre Stiele bis zu der Anheftungsstelle zu verfolgen.

Die kleinen Jugendformen sind sehr verdrückt. Arme und Kelche lassen trotzdem in sich wie in ihrem gegenseitigen Verhältnis Unterschiede erkennen. So ist die Zahl der Arme erheblich geringer als bei dem großen, wahrscheinlich ausgewachsenen Individuum. Bei dem kleinsten Exemplar zählte JAEKEL (mit Vorbehalt) an der Seite eines Ambulakralfeldes 4 Ärmchen, gegenüber der dreifachen Zahl bei dem Alters-exemplar.

Diagnose nach JAEKEL (1895, S. 12): Kelchtafel dünn, die Gabelstücke, besonders oben an den Ambulacren, kräftig gestreift, in den Interradien nicht nach dem Scheitel zu eingebogen. In jedem Ambulacrum etwa 26 Arme. Arme unten an ihrer Außenseite gerundet, oben eine Rinne bildend, deren Seiten nach außen in spitzem Winkel konvergieren. Die Arme etwa doppelt so lang wie die Kelchhöhe. Stiel aus zylindrischen außen gerundeten Gliedern bestehend, deren Höhe ihrem Durchmesser entspricht. In der Jugend ist die Zahl der Arme erheblich geringer, der Kelch oben flacher.

Lebensweise: Eine Kolonie dieser Art wurde auf einer Schieferplatte mit *Acanthocrinus rex* von Kaub a. Rhein bei der Präparation entdeckt. Es sind ein größeres, anscheinend erwachsenes Individuum und 3 kleine Jugendformen, welche etwa $\frac{1}{3}$ der Größe des ausgewachsenen Exemplars haben. Es darf angenommen werden, daß die 4 Individuen auf dem eingerollten Stielende des *Acanthocrinus rex* angesiedelt waren.

Holotyp (nachträgliche Festlegung): Einzelnes Exemplar auf der Platte mit *Acanthocrinus rex* JAEKEL von Kaub a. Rhein. Abgebildet bei JAEKEL 1895, Taf. 1 und aufbewahrt in der ehemaligen Sammlung des Geol. Landesmuseums Berlin. Heutige Unterbringung nicht bekannt.

Vergrößerte Wiedergabe auf Taf. 7 Fig. 1 der vorliegenden Arbeit.

Vorkommen: Kaub a. Rhein; Dachschiefergrube nicht angegeben.

Stratigraphische Stellung: Kauber Schichten des Mittelrheintales in mittelrheinischer Fazies (im Sinne von A. FUCHS).

4.2 *Pentremitella osoleae* W. M. LEHMANN 1949

1949 *Pentremitella osoleae* n. g. n. sp. — W. M. LEHMANN, N. Jb. Mineral., Mh., 1949, S. 186—191, 7 Abb.

1954 *Pentremitella osoleae* — A. RÖSLER, Fauna rhein. Unter-Dev., S. 31.

1961 *Pentremitella osoleae* LEHMANN — O. KUHN, Bundenbacher Schiefer, S. 13.

1963 *Pentremitella osoleae* LEHMANN — KUTSCHER, Röntgentechnik, S. 82.

W. M. LEHMANN (1949, S. 186) erwarb ein auf 2 Schieferplatten verteiltes Problematikum, beide bereits zusammengeleimt und teilweise präpariert („ausgebürstet“). Nach anschließender eigener Präparation, wobei eine gefertigte Röntgenaufnahme den Weg wies, erkannte er ein Blastoid. Da sich die Bauteile teilweise überdeckten, wurden beide Seiten freigelegt, dabei jedoch Einzelteile zerstört.

Beschreibung

Vom Stiel sind 21 mm erhalten, er besteht aus vielleicht 50 verschieden langen Gliedern; nach der Röntgenaufnahme dürfte die Zahl dieser Glieder sogar erheblich größer sein. Die Stielbreite beträgt bei den proximalen Gliedern ungefähr 0,3 mm und nimmt distalwärts allmählich bis auf etwa 0,2 mm ab.

Der Kelch besteht aus 3 sehr kleinen Basalia, deren Grenzen gegen die Radialia auf der Vorder- und der Rückseite des Kelches erkennbar sind. Die Gabelstücke sind sehr groß und ziemlich tief eingeschnitten, ihre Länge beträgt von den Basalia bis zu den Interradialia ungefähr 10–11 mm, wovon die Hälfte auf den Einschnitt entfällt. Die größte Breite eines Radiale beträgt ~ 3 mm. Die Deltoidstücke sind sehr groß und schlank, ihre distalen Enden konvergieren, so daß die Kelchdecke sehr klein wird.

Die Ambulakralfelder sind fast so lang wie der halbe Kelch und ziemlich breit. Die Pinnulae sind sehr lang; z. T. sind sie in einer Länge von 5 cm erhalten. Sicherlich waren ursprünglich über 100 vorhanden. Die Breite der Pinnulae beträgt ungefähr 0,15 mm. Hydrospiren sind nicht sichtbar.

Diagnose: Sie entspricht der Gattungsdiagnose; siehe dort.

Holotyp: Im geologisch-paläontologischen Institut der Universität Bonn, Sammlung W. M. LEHMANN.

Fundort: Bundenbach (Hunsrück), wahrscheinlich Grube Eschenbach I.

Stratigraphische Stellung der Fundschichten: Unterdevon, Kauber Schichten (Bundenbacher Schiefer).

5. Das Lebensmilieu der Blastoideen im Hunsrückschiefer-See

Es wurde bereits erwähnt, daß die Echinodermen im Hunsrückschiefer-See heimisch waren und zahlreiche Individuen fossil hinterlassen haben. Die Frage, warum die Blastoideen in äußerst spärlicher Verbreitung überkommen sind, ist heute noch kaum zu beantworten. Vorerst sind sie als Zufallsfunde zu bezeichnen. Vielleicht sind weitere Individuen überliefert und sogar auch aufgefunden, aber als uninteressante und unerkannte Reste weggeworfen worden.

Sehr viel ist bisher über das Lebensmilieu im Hunsrückschiefer-See ausgesagt worden. Diese Beschreibungen beziehen sich aber meist nur auf ganz örtliche Verhältnisse, wozu die gut untersuchten Dachschiefergebiete mit ihren berühmten Fossilfundstellen zählen. Sicherlich waren dies bevorzugte und eng begrenzte Lebensräume mit einem Optimum an guten Lebensbedingungen für manche Lebewesen und auch ganze Tiergruppen. Ebenso konnten diese Gebiete u. U. auch ein Maximum von Fossilisationsmöglichkeiten für dauernd oder vorübergehend aufweisen. Zumeist können diese Fragen nur durch entsprechend häufige Funde oder aber auch durch die Erhaltung und das Einbettungsgestein beantwortet werden.

6. Zusammenfassung

Die Echinodermen haben im Hunsrückschiefer-See eine ausschlaggebende Rolle gespielt; sie sind mit einem arten- und individuenreichen Formenschatz vertreten.

Eine Ausnahme macht u. a. die Klasse Blastoidea, die nur 2 Arten fossil hinterlassen hat, die im Abstand von rund 54 Jahren beschrieben wurden. Beide Arten gehören der Familie Pentremitidae D'ORBIGNY an und verteilen sich auf die Gattungen *Pentremitidea* und *Pentremitella*. Es sind die Arten:

Pentremitidea medusa JAEKEL und
Pentremitella osoleae LEHMANN.

Von *Pentremitidea medusa* liegen 4 verschieden alte Individuen als Kolonie vor, ehemals angeheftet an die Wurzel des Crinoiden *Acanthocrinus rex*.

Die Individuen sind sehr flachgedrückt, weiterhin sind sie mit Schwefelkies überzogen. Dadurch wird die Diagnostizierung einzelner Körperpartien sehr erschwert.

Schriftenverzeichnis

- BERGOUNIOUX, F. M.: Classe des Blastoides (Blastoidea SAY 1825), S. 629—639. In: J. PIVETEAU, *Traité de Paléontologie*, 3, Paris 1953.
- JAEKEL, O.: Beiträge zur Kenntnis der palaeozoischen Crinoiden Deutschlands. — *Palaeontol. Abh.*, N. F. 3, 1, S. 1—116, 10 Taf., 29 Abb., Jena 1895.
- KUHN, O.: Die Tierwelt der Bundenbacher Schiefer. — Die Neue Brehm-Bücherei, 274, 48 S., 45 Abb., Wittenberg Lutherstadt 1961.
- KUTSCHER, F.: Zur Entstehung des Hunsrückschiefers am Mittelrhein und auf dem Hunsrück. — *Jb. nass. Ver. Naturk.*, 81, S. 177—232, 2 Taf., Wiesbaden 1931.
- Taunusquarzit, Throner Quarzite und Hunsrückschiefer des Hunsrücks und ihre stratigraphische Stellung. — *Jb. preuß. geol. L.-A. f.* 1936, 57, S. 186—237, 9 Abb., Berlin 1937.
- Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, 90, S. 160—164, 2 Tab., Wiesbaden 1962.
- LEHMANN, W. M.: *Pentremitella osoleae* n. gen. n. sp., ein Blastoid aus dem unterdevonischen Hunsrückschiefer. — *N. Jb. Mineral. etc., Mh.*, 1949, B, S. 186—191, 7 Abb., Stuttgart 1949.
- MÜLLER, A. H.: Lehrbuch der Paläozoologie, 2, 3, Arthropoda 2 — Stomochorda. 698 S., 854 Abb., Jena 1963.
- RICHTER, RUD.: Tierwelt und Umwelt im Hunsrückschiefer; zur Entstehung eines schwarzen Schlammsteines. — *Senckenbergiana*, 13, S. 299—342, 16 Abb., Frankfurt a. M. 1931.
- RÖSLER, A.: *Agelacrinites taunicus* n. sp. (Edrioaster.) aus dem Unterdevon von Mensfelden (Bl. Limburg, Lahn). — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, 81, S. 69—74, Taf. 3, Wiesbaden 1953.
- Zur Fauna des rheinischen Unter-Devons. I. *Stropheodonta* cf. *taeniolata* (SANDBERGER) aus dem Unter-Ems von Oberstadtfeld und ein neuer Fund von *Pyrgocystis octogona* R. RICHTER (Edrioaster.). — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, 82, S. 30—37, Taf. 3, Wiesbaden 1954.

Manuskript eingegangen am 2. 2. 1965

Nachweis des Riesenlaufvogels *Diatryma* im Eozän von Messel bei Darmstadt/Hessen

Von

DIETRICH E. BERG, Mainz

Mit 1 Abbildung und Tafel 8

Kurzfassung: Aus dem Ölschiefer von Messel wird ein großer Oberschenkelknochen beschrieben und analog zu Funden aus der Geiseltal-Braunkohle (FISCHER 1962) als linkes Femur von *Diatryma* cf. *steini* MATTHEW & GRANGER 1917 bestimmt. Das Fundstück befindet sich im Hess. Landesmuseum, Darmstadt¹⁾, Inventar-Nr.: Me 6116.

Einleitung

Aus den eozänen, bituminös-tonigen „Ölschiefer“-Ablagerungen von Messel ist bereits eine reichhaltige Wirbeltierfauna bekannt (TOBIEN 1955), jedoch steht noch die geplante genaue Bearbeitung der Vogelfauna durch Frau Dr. E. SOERGEL-RIETH (Freiburg i. Br.) aus. Die vorliegende Notiz soll dieser Bearbeitung keinesfalls vorgeifen, sondern nur ein früher als problematisch angesehenes einmaliges Fundstück in seiner Bedeutung klären. — Der Fund lag bislang unbestimmt in der Messel-Spezialsammlung der Geol.-Paläont. Abt. des Hessischen Landesmuseum, Darmstadt; es ist ein Langknochenrest, der dadurch entdeckt worden war, daß man eine der mineralogisch noch nicht ganz geklärten „Geoden“-artigen Verhärtungen aus dem Ölschiefer aufgeschlagen hatte. Hierbei ist der darin eingebettete Knochen in zwei spiegelbildlich erscheinende Hälften gespalten worden (Taf. 8 Fig. 1 und 2). Wegen des seitlich deutlich vorspringenden Gelenkkopfes am oberen (proximalen) Ende des Knochen war der Fund zwar als Femur sofort zu erkennen, jedoch blieb die systematische Stellung offen. Die Länge des gestreckten Oberschenkelknochens von rund 30 cm ließ auf ein relativ großes Tier schließen, wie es bislang aus Messel nicht bekannt war; von einem der dort gefundenen, teilweise recht großen Krokodile konnte der Knochen nicht stammen, da bei Krokodilen die Femora auffällig gekrümmt sind. Nach Vergleich mit *Moa*-Resten (deren Hinterextremität tatsächlich Ähnlichkeit mit *Diatryma* aufweist, LAMBRECHT 1933:567) vermutete der Verf., daß ein Vogelrest vorliegt, jedoch war ein größerer Säuger (etwa *Lophiodon*) nicht einfach auszuschließen.

¹⁾ Herrn Prof. Dr. H. TOBIEN (Darmstadt u. Mainz) danke ich herzlich für die Erlaubnis, den Fund zu bearbeiten.

Präparationstechnik

Wegen des schlechten Erhaltungszustandes der Knochensubstanz und wegen der Härte des Einbettungsmaterials entschloß sich der Verf. zu einer nahezu vollständigen Entfernung der Knochenreste, um auf diese Weise eine Sediment-Hohlform der Knochen zu erhalten. Lediglich ein geringer „Film“ von Knochensubstanz wurde an einigen Stellen zur Dokumentation in der Form belassen, die anschließend mit einer der bekannten Silikonkautschukmassen (s. SCHAEFER 1959) ausgestrichen wurde, wodurch man eine für die Bestimmung durchaus ausreichende Rekonstruktion des ursprünglichen Knochens erhielt (Taf. 8 Fig. 3a und b). Allein ursprünglich sicherlich vorhandene Rauigkeiten des Knochens wie z. B. die bei anderen Funden vom Schaft des Knochens bekannte *Linea aspera* oder Gefäßöffnungen waren nicht mehr zu erkennen.

Beschreibung

Das Femur (Taf. 8 Fig. 3a und b) zeigt an seinem oberen (proximalen) Ende auf der Innenseite den erwähnten deutlich zur Seite gerichteten Gelenkkopf. Dieses *Caput femoris* findet sich in ähnlicher Ausbildung sowohl bei Vögeln als auch bei Säugern, durch eine leichte kragenartige Einschnürung ist es vom Schaft abgesetzt. Auf der Oberseite des Gelenkkopfes ist für den Ansatz des Schenkelkopfbandes die übliche seichte Grube (*Fossa ligament.*) zu finden. Der kräftige große Trochanter (*Troch. major*) oben an der Außenseite des Femur greift ähnlich wie bei anderen Vögeln weit nach vorn und zieht sich über ein Drittel der gesamten Femur-Länge nach unten. Der Schaftteil zwischen *Caput* und Trochanter ist wie üblich konkav eingemuldet, gegenüber einer konvexen Außenseite des Trochanters. Der nach vorn gerichtete, untere (distale) Teil des Femur ist z. T. am Fund schlecht erhalten gewesen (Taf. 8 Fig. 1), so daß keine exakten Aussagen möglich sind über die ursprüngliche Form und Tiefe der Kniescheibengrube (*Fossa patellaris*), die dort zwischen äußerer und innerer Gelenkrolle (*Condylus externus/internus*) liegt.

Die Gelenkfläche des *Condylus internus* ist unten konvex geformt, dagegen besitzt sie hinten eine leichte Eindellung. Von diagnostischer Bedeutung für die Bestimmung des vorliegenden Femur als Vogelrest ist die Tatsache, daß die weit nach unten vorspringende äußere Gelenkrolle hinten durch eine schräg verlaufende deutliche Furche, den *Sulcus fibularis* eingedellt ist (vgl. Abb. eines typischen Vogelfemur bei LAMBRECHT 1933:50). — Für den außen vom *Sulcus fibularis* gelegenen Rollenteil hat sich der *Terminus Condylus fibularis* eingebürgert, während der Rollenteil auf der anderen *Sulcus*-Seite als *Condylus externus* (im engeren Sinne) zu bezeichnen ist. Die äußere Gelenkrolle in ihrer Gesamtheit reicht weiter nach unten als der interne *Condylus*. Beide sind durch den kräftigen *Sulcus intercondylaris* klar von einander getrennt. Oberhalb der *Condyli* weist der Schaft hinten noch die in ihrer Form in Fig. 3b (Taf. 8) gut erkennbare Kniekehlegrube (*Fossa poplitea*) auf.

Nach obigen Ergebnissen muß es sich beim vorliegenden Fund um das (linke) Femur eines Vogels handeln. Ein Vergleich mit den Beschreibungen von Geiseltalfunden durch FISCHER (1962:30 und Taf. 5) zeigt weitgehende morphologische Über-

einstimmung sowie auch ziemliche Übereinstimmung der absoluten Maße (s. Meßwerte unten), so daß mit großer Wahrscheinlichkeit auch in Messel die gleiche Art:

Diatryma cf. steini MATTHEW & GRANGER

wie im Geiseltal vorliegt. Gegenüber dem von MATTHEW & GRANGER (1917:317 und Taf. 31) beschriebenen, nordamerikanischen Typus-Material von *D. steini* ist beim Messeler Femur ebenfalls der Trochanter nicht so hoch gezogen, daß er oben weit über Oberrandniveau des oberen Gelenkkopfes hinausragt, ferner ist beim Messelfund die interne Gelenkrolle hinten am unteren Schaftende nicht flach ausgebildet, sondern (wie erwähnt) leicht eingedellt.

Meßwerte²⁾

- a) Gesamtlänge (proximalster Punkt des Caput femoris bis zum distalsten Punkt des Condylus externus): ca. 300 mm (Geiseltal: ca. 300 mm)
- b) Gesamtlänge (proximalster Punkt des Trochanter bis zum distalsten Punkt des Condylus externus): ca. 295 mm
- c) Länge des Trochanter (vom proximalsten Punkt bis zum distal ± deutlich erkennbaren Ende): ca. 100 mm
- d) Größte proximale Breite (vom vorspringendsten Punkt des Caput femoris auf der Innenseite bis zum entsprechenden Punkt des Trochanter auf der Außenseite): ca. 110 mm (Geiseltal: ca. 120mm)
- e) Größte distale Breite (vom seitlich vorspringendsten Punkt des Condylus fibularis bis zum entsprechenden Punkt des Condylus internus): ca. 100 mm (Geiseltal: ca. 95 mm)
- f) Geringster Schaftdurchmesser (etwa in Schaftmitte): ca. 50 mm (Geiseltal: ca. 54 mm)

Durch freundliche Vermittlung von Herrn Prof. TOBIEN erhielt der Verf. zum direkten Vergleich mit dem Messelfund noch einen Gipsnachguß des rechten Femur vom *D. steini*-Typus aus dem Amer. Mus. natur. Hist. (New York) sowie ein Original-Foto des zugehörigen linken Femur. Zur Bestimmung des Messelfundes ist dieses Typusmaterial deshalb bedeutsam, weil bei den bisher veröffentlichten Funden von *Diatryma* (sieht man von dem zweiten amerikanischen Fund aus dem Untereozän von Wyoming und den Geiseltalexemplaren ab) keine Femora vorliegen. Der Vergleich erbrachte folgende Ergebnisse:

1. Gegenüber dem Typus reicht, wie bereits angedeutet, beim Messelfund (und auch bei den Geiseltalexemplaren, soweit nach FISCHER 1962: 30 und Taf. 5 Fig. 5, 6 zu schließen) der Trochanter major proximal nicht wesentlich über das Niveau des Oberrandes vom Caput femoris hinaus.
2. Die durch TROXELL (1931: 24) bei der Beschreibung des oben erwähnten zweiten amerikanischen Exemplares angeführte gratartige Ausdünnung des recht kräftigen nach vorn (= dorsad) gerichteten Trochanterkammes scheint bei den Geiseltalfunden und gleicherweise beim Messel-Femur ausgeprägt gewesen zu sein, obgleich sie hier wegen der Erhaltung bzw. Präparationsmethodik nur noch schlecht zu erkennen ist.

²⁾ Wegen der Art des Präparationsverfahrens evtl. jeweils wenige Millimeter zu gering.

3. Ein zweiter, gradueller Unterschied zwischen Messelfund und Typus liegt möglicherweise in der Ausbildung des Condylus externus. Bei den amerikanischen Funden erscheint der Sulcus fibularis tiefer ausgekehlt bzw. die seitlich von diesem Sulcus stehenden Condyluspartien kräftiger und höher.

Es zeigen sich also gewisse Unterschiede; der Messelfund kann demnach analog zum Geiseltalmaterial lediglich mit Vorbehalt, also nur als cf. *steini*, zur Typusart gestellt werden. Aus Abb. 1 ist ferner der Größenunterschied zwischen Messelfund und Typus ersichtlich, wobei darauf hinzuweisen ist, daß das Typus-Femur durch dorsoplantare Verdrückung etwas verbreitert ist. Schließlich sei noch erwähnt, daß es sich beim Messelfund keinesfalls um einen Rest von *Gastornis*, der anderen bekannten, großen Vogel-Gattung des Alttertiärs handelt.

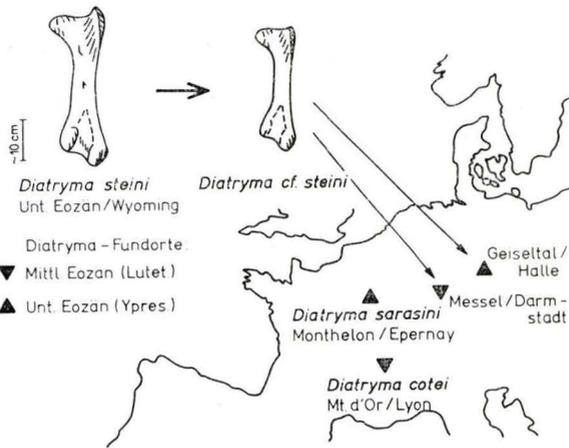


Abb 1. Fundstellen von *Diatryma* in Europa. Die Skizzen der beiden linken Oberschenkelknochen (Vorderansicht) sind im gleichen Maßstab gezeichnet.

Ergebnis

Der Nachweis, daß *Diatryma cf. steini* auch in Messel vorkommt, ist insofern von besonderem Interesse, weil sich diese Vogelform im Geiseltal in den dortigen, heute als Ypresien eingestuften Basisschichten fand, während der Messeler Ölschiefer in das Lutet gestellt wird. Schließt man den geologisch unwahrscheinlichen Fall aus, daß der Messeler Fund sekundär im Ölschiefer eingebettet war (der feinpelitische Charakter des Sedimentes spricht ganz dagegen, ein stark strömendes und damit zu Umlagerungen befähigtes Gewässer für Messel anzunehmen), kann für die vorliegende Art von *Diatryma* auf eine weitergehende vertikale Verbreitung geschlossen werden, als bisher bekannt. Eine ganz ähnliche Feststellung konnte kürzlich der Verf. bezüglich der Verbreitung einer Krokodilart der Gattung *Asiatosuchus* treffen, die gleiche Art ist sowohl im Lutet von Messel als auch in den Basisschichten des Geiseltales, also im Ypresien nachzuweisen. Es zeigen sich somit erneut Ähnlichkeiten in der Entwicklung des Faunenbildes beider Fundstellen. —

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß die „Buschbrecher“-Lebensweise des mannshohen, flugunfähigen Laufvogels in den tropischen Wäldern des Eozäns bereits ausführlich von FISCHER (1962:32) beleuchtet worden ist.

Schriftenverzeichnis

- FISCHER, K.: Der Riesenlaufvogel *Diatryma* aus der eozänen Braunkohle des Geiseltales. — Hall. Jb. mitteldt. Erdgesch., 4, 26—33, Taf. 4 u. 5, Berlin 1962.
- LAMBRECHT, K.: Handbuch der Palaeornithologie. — 1024 S., 209 Abb., 4 Taf., Berlin (Borntraeger) 1933, Neudruck Amsterdam (Asher) 1964.
- MATTHEW, W. D. & GRANGER, W.: The Skeleton of *Diatryma*, a Gigantic Bird from the Lower Eocene of Wyoming. — Bull. Amer. Mus. natur. Hist., 37, 307—326, 1 Abb., Taf. 20—33, New York 1917.
- SCHAEFER, H.: Erfahrungen mit kaltvulkanisierenden Formengußmassen. — Ecl. geol. Helv., 52, 917—921, Basel 1959.
- TOBIEN, H.: Die mitteleozäne Fossilfundstätte Messel bei Darmstadt. — Aufschluß, Sh. 2, 87—101, 14 Abb., Roßdorf/Darmstadt 1955.
- TROXELL, E. L.: *Diatryma*, a Collosal Heron. — Amer. J. Sc., (5) 22, 18—24, 11 Abb., New Haven/Conn. 1931.

Manuskript eingegangen am 7. 4. 1965

Die Bornicher Schichten im Gebiet zwischen Mittelrhein und Idsteiner Senke (Taunus, Rheinisches Schiefergebirge)

Von

HANS-GEORG MITTMEYER, Wiesbaden

Mit 5 Abbildungen, 2 Tabellen und Tafel 9

Kurzfassung: Die Bornicher Schichten bilden ein klastisches Schichtglied des geosynklinalen rheinischen Unterdevons (Ulmen-Gruppe, höchstes Siegen). Ihre Mächtigkeit bewegt sich zwischen 50 und 500 m. Es zeigte sich, daß die Serie in den problematischen Hunsrückschiefer eingelagert ist. Die Fauna setzt sich vorwiegend aus Brachiopoden zusammen, und zwar hauptsächlich aus folgenden Arten: *Hysterolites pellico* (ARCH. VERN.), *H. assimilis* (FUCHS), *H. arduennensis antecedens* (FRANK), *Subcuspidella incerta* (FUCHS), *S. humilis* (SCUPIN), *S. mediorhenana* (FUCHS) sowie als große Seltenheit *H. hystericus* SCHLOTH. als bisher einzigen sicheren Beleg für das Siegen-Alter der Bornicher Schichten. *H. assimilis* ist kein Siegen-Leitfossil, denn er reicht ins Unterems hinauf.

Abstract: The Bornicher Schichten represent a geosynclinal elastic series of the rehenish lower Devonian (Ulmenian, uppermost part of Siegenian). Their thickness varies between 50 and 500 meters. It was evident, that the series is intercalated between the problematically Hunsrückschiefer. The fauna consists mostly of brachiopods, especially the following species: *Hysterolites pellico* (ARCH. VERN.), *H. assimilis* (FUCHS), *H. arduennensis antecedens* (FRANK), *Subcuspidella incerta* (FUCHS), *S. humilis* (SCUPIN), *S. mediorhenana* (FUCHS) and verry rare *H. hystericus* SCHLOTH. as the single evidence of the Siegenian-age of the Bornicher Schichten. *H. assimilis* is no Siegenian-index fossil, because he is also present in the lower Emsian.

Inhalt

Einführung	74
A. Typ-Profil und Begriffs-Inhalt der Bornicher Schichten	74
B. Ergänzungen zur Bornicher Spiriferen-Fauna	76
I. Genus <i>Hysterolites</i> SCHLOTHEIM	77
II. Genus <i>Subcuspidella</i> nov. nom.	80
C. Stratigraphische Einstufung der Bornicher Schichten	82
D. Litho-Stratigraphie des bearbeiteten Gebietes	82
E. Parallelisierungen	86
F. Fazies der Bornicher Schichten.	88
G. Profile	89
H. Palaeogeographie.	94
I. Tektonische Grundzüge des bearbeiteten Gebietes	94
Zusammenfassung	96
Schriftenverzeichnis	96

Zum Gedenken

Die Selbständigkeit des Bornicher Schichtgliedes erkannte als erster ALEXANDER FUCHS. In Bornich (Loreley-Gebiet) aufgewachsen, beschäftigte ihn immer wieder die Geologie seiner engeren Heimat. Er hat u. a. die Bezeichnung Bornicher Horizont = Bornicher Schichten eingeführt. Wir machen auf seinen 30. Todestag am 5. Dezember 1965 aufmerksam und widmen die folgenden Zeilen seinem Andenken.

Vorbemerkungen

Zunächst möchten wir der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die großzügige Unterstützung danken, mit deren Hilfe ein wesentlicher Teil der Untersuchungen durchgeführt werden konnte. Ferner danken wir für Unterstützung der Direktion des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, für Hinweise, Kritik, Literatur usw. den Herren Prof. SOLLE, Prof. KUTSCHER und Prof. ENGELS.

Einführung

FUCHS trennte 1899 die Bornicher Schichten unter der Bezeichnung „Zone des *Spirifer assimilis*“ von den lithologisch ähnlichen Eeg-Schichten (Unterems) ab und stellte sie, dem damaligen Stand der Erkenntnisse entsprechend, an die Basis des Unterems. Seine Begründung stützte er in erster Linie auf die verschiedene Biofazies.

Diese Trennung stieß bei HOLZAPFEL (1904) auf Widerspruch, allerdings ohne ausreichende Gegenargumente.

Wenig später (FUCHS 1901) findet man statt „Zone des *Spirifer assimilis*“ die Bezeichnung „Bornicher Horizont“. Eine Typ-Lokalität hat FUCHS nicht festgelegt; wir sind aber überzeugt, daß er bei der Wahl der Bezeichnung nicht etwa an den Untergrund der Ortschaft Bornich oder deren nächster Umgebung gedacht hat.

SOLLE (1951) führte schließlich den Begriff „Bornicher Schichten“ ein, um der faziellen Natur des Schichtgliedes Ausdruck zu verleihen. Ferner unternahm er eine Aufgliederung in 2 Abteilungen, eine obere, *Spirifer assimilis* freie sowie eine untere, *Sp. assimilis* führende. Die Grenze Siegen-Ems verlegte er nach unten inmitten die Bornicher Schichten, markiert durch das Erlöschen des letzten Siegen-Fossils *Sp. assimilis*. Auf die gleiche Form stützte er weitgehend die Einstufung der unteren Bornicher Schichten in die Ulmen-Gruppe (Obersiegen).

ENGELS (1955) verwies auf Grund kleintektonischer Untersuchungen die Bornicher Schichten unter der Bezeichnung „Loreley-Schichten“ ins Hangende der Eeg-Schichten (bei ihm „Spitznackschichten“), kehrte damit also auch die Faunen-Aufeinanderfolge um.

RÖDER (1962) kritisierte die ENGELSSche Umdeutung unter Hinweis auf die wenig berücksichtigten biofaziellen Verhältnisse.

A. Typ-Profil und Begriffs-Inhalt der Bornicher Schichten

Zum Typ-Profil der Bornicher Schichten bestimmen wir den Abschnitt des Forstbachtals (Loreley-Gebiet) zwischen Eredill und ca. 50 m südl. Bellsgraben (rechte Talflanke; vgl. Abb. 3, Profil I—I').

Das Typ-Profil zeigt einen ca. 80 m mächtigen, biofaziell charakteristischen Ausschnitt der oberen Bornicher Schichten. Es lassen sich zwei Abteilungen unterscheiden: eine tiefere, sehr fossilreiche Feinsandstein-Schluffstein-Folge und eine höhere, fossilärmere Schluffstein-Folge.

Aus FUCHS (1899) entnehmen wir für die Schichten des Typ-Profiles (rechte und linke Talflanke) folgende Gesamtaunenliste:

- Orthothes umbraclum* SCHLOTH. (rr)
Chonetes semiradiata SOW. (cc)
Atrypa reticularis Gm. LINN. (c)
Zaphrentis gladiiformis LUDW. (c)
Zaphrentis cf. ovata LUDW. (n)
Fenestella n. sp. (rr)
Orthis circularis Sow. typ. (rr)
Orthis circularis SOW. var. (n)
Spirifer arduennensis SCHNUR (cc)
Spirifer Hercyniae GIEB. (rr)
Spirifer assimilis n. sp. (rr)
Spirifer primaevus STEIN. (rr)
Spirifer micropterus Gf. KAYS. (rr)
Spirigera globosa n. sp. (rr)
Rhynchonella daleidensis F. ROEM. (rr)
Pterinaea expansa MAUR. (c)
Pterinaea costata GOLDF. (n)
Pterinaea cf. lorana n. sp. (rr)
Avicula lamellosa GOLDF. (rr)
Limoptera semiradiata FRECH (rr)
Gosseletia carinata Gf. FOLLM. (r)
Platyceras dorsicarina n. sp. (rr)
Orthoceras planiseptatum SANDB. (rr)
Cryphaeus laciniatus F. ROEM. (rr)
 Fisch-Schuppen

Dabei bedeuten: (rr) sehr selten, (r) selten, (n) in mäßiger Anzahl, (c) häufig, (cc) sehr häufig.

Unsere Aufsammlungen ergaben folgende Spiriferen-Liste:

- Hysterolites (Acrospirifer) pellico* (ARCH. VERN.) var. (rr)
Hysterolites (Acrospirifer) assimilis (FUCHS) (n)
Hysterolites (Acrospirifer) arduennensis antecedens (FRANK) (cc)
Subcuspidella incerta (FUCHS) (n)
Subcuspidella humilis (SCUPIN) (n)
Subcuspidella mediorhenana (FUCHS) (r)

Diese Gemeinschaft ist in dem angegebenen Häufigkeits-Verhältnis charakteristisch für die Bornicher Schichten. Wir müssen betonen, daß keine dieser Formen auch nur für die Ulmen-Gruppe Leitwert besitzt, auch nicht *H. assimilis*.

In lithofazieller Hinsicht zeigt das Typ-Profil folgendes: Im südlichen Abschnitt (tieferer Teil der Folge) treten vor allem mittel- bis grobbankige, glimmerreiche Feinsandgesteine auf, unterbrochen durch einzelne Bänke oder Bankfolgen von Schluffsteinen. Höher überwiegen monotone grobbankige Schluff- bis Schluff-Feinsand-Gesteine, die im nördlichen Abschnitt des Profils offenbar Teile der unteren

Feinsandstein-Folge ersetzen. Mit diesem Verhalten steht die allgemeine Feststellung in Einklang, daß die Bornicher Fazies von Süden nach Norden allmählich in tiefere Stockwerke absinkt.

Der Begriff Bornicher Schichten läßt sich folgendermaßen allgemein umreißen: Gebankte Feinsandsteine mit Einschaltungen von Schluff- und stellenweise Tonsteinen, lagen- oder nesterweise fossilführend. Fossilinhalt: Flachwasser-Fauna, durchweg stark frachtgesondert. Vorwiegend Brachiopoden. Typische Spiriferen-Gesellschaft: *Hysterolites pellico* var. (allgemein selten), *H. assimilis* (im Nordwesten stellenweise häufig), *H. arduennensis antecedens* (allgemein sehr häufig, vorwiegend Varianten mit relativ hoher Area und kräftigen Zahnstützen), *Subcuspidella incerta* (stellenweise häufig, vorwiegend Varianten mit relativ langen Zahnstützen), *S. humilis* (stellenweise häufig), *S. mediorhenana* (nur vereinzelt). Als große Seltenheit: *H. hystericus* und *H. cf. prohystericus* (bisher nur im Loreley-Gebiet). Nicht vertreten: *H. primaevus*.

Außerdem überall massenhaft Choneten (bisher nicht nachgewiesen: *Chonetes unkelensis*). Zurücktretend: *Cyrtina*, *Atrypa*, *Athyris*, *Dalmanella*, *Leptostrophia*, *Camarotoechia*, *Meganteris*, Inarticulata u. a. Ganz vereinzelt: *Trigleria*, *Uncinulus*, *Tropidoleptus*. Bisher nicht bestätigt: *Rhenorensseleeria*.

Lamellibranchiaten im allgemeinen spärlich. Bisher nicht nachgewiesen: *Cypricardella*.

Gastropoden, Korallen und Tentaculiten stellenweise häufiger. Trilobiten meist selten. Häufig bis massenhaft große Crinoidenstielglieder. Spuren und Marken im allgemeinen selten. Schrägschichtung und Zeugnisse subaquatischer Rutschungen usw. spärlich. Gradierte Schichtung im allgemeinen nur angedeutet. Stark schwankende Mächtigkeit (zwischen 30 und 500 m). Starker seitlicher Fazieswechsel. Differenzierung in verschiedene Faziesbereiche (vgl. Abb. 4). Unterlagernde Schichten: obere Sauerthaler Schichten, im Norden untere Sauerthaler Schichten. Überlagernde Schichten: untere Kauber Schichten (im Südosten stark reduziert).

Die Bornicher Biofazies unterscheidet sich grundlegend von derjenigen des tonigen Hunsrückchiefers (Sauerthaler und Kauber Schichten).

Wichtigste Unterschiede gegenüber dem oberen Taunusquarzit: Fehlen von *Hysterolites primaevus* und *Rhenorensseleeria strigiceps*, durchschnittlich höherer Glimmer-Gehalt und geringere Bankmächtigkeit der Feinsandsteine.

Wichtigste Unterschiede gegenüber den Singhofener und Eeg-Schichten: Fehlen von *Tropidoleptus rhenanus* und *Cypricardella*, Fehlen von Porphyroid-Tuffiten, durchschnittlich höherer Glimmer-Gehalt der Feinsandsteine.

B. Ergänzungen zur Bornicher Spiriferen-Fauna

Unsere Kenntnis unterdevonischer Spiriferen stützt sich noch zum größeren Teil auf ältere Bearbeitungen. Trotz einer nahezu erreichten Vollständigkeit in der Erfassung der Formenfülle ergeben sich bei der praktischen Handhabung dieser Arbeiten manche Schwierigkeiten, vor allem durch unterschiedliche Bewertungsmaßstäbe, unvollständige Diagnosen, tektonische Verzerrung und nicht bereinigte Fälle von Synonymie. In den neueren Arbeiten (vor allem SOLLE 1953) finden wir die

genannten Mängel weitgehend behoben, ferner sehen wir uns mit der Aufgliederung der Großgattung *Spirifer* sowie der Einführung von Subgenera und Subspezies einem annähernd ausgewogenen Verhältnis der systematischen Kategorien gegenüber.

Wir bemühen uns zunächst einmal, Lücken in den Diagnosen zu schließen. Ergebnisse biostatistischer Untersuchungen usw. teilen wir später mit.

I. Genus *Hysterolites* SCHLOTHEIM

Hysterolites (Hysterolites) hystericus SCHLOTHEIM 1820

Taf. 9 Fig. 7

Ausführliche neue Bearbeitung: SOLLE 1963

Vom Fundpunkt Neukautenmühle (Loreley-Gebiet, Bornicher Schichten, H 34 1455 R 55 5802) liegt uns vorläufig eine sicher bestimmbare Ventralklappe vor (Taf. 1 Fig. 7), ferner von dieser sowie weiteren Lokalitäten des Loreley-Gebietes einzelne, nicht sicher bestimmbare ähnliche Reste. Angesichts der Bedeutung des Stückes — es handelt sich vorläufig um den einzigen positiven Beleg für das Siegen-Alder der Bornicher Schichten — möchten wir näher darauf eingehen. Mäßige tektonische Verzerrung (in Richtung der Schloßkante verkürzt). Umriss halbkreisförmig, größte Breite wenig vor der Schloßkante. Sinus gerundet, sehr schmal. Berippung wellblechartig gerundet, nach vorn divergierend. Furchen auf dem Steinkern wenig breiter als die Rippen. Area rel. niedrig, schwach gekrümmt. Zahnstützen dünn (Länge ca. 1/4 der Klappen-Länge). Muskelpartie (schwacher Muskelzapfen) vorne leicht abgesetzt, rel. breit. Euseptoid schwach. Klappe mäßig gewölbt.

Unserem Eindruck nach handelt es sich um ein ausgewachsenes Exemplar. Nach der SOLLESchen Einteilung (1963) läßt es sich eventuell in den Formenkreis um *H. hystericus pachypleura* (SOLLE) einbeziehen.

Wir glauben, eine Verwechslung mit dem sehr ähnlichen *H. excavatus* (KAYS.) weitgehend ausschließen zu können. Die sehr geringe Sinus-Breite des Stückes wäre für *H. excavatus* ungewöhnlich, außerdem fehlt der typische mediane Knick.

Hysterolites (Acrospirifer) pellico (VERNEUIL & ARCHIAC 1845)

Zwischen *H. assimilis* begegneten uns vereinzelt feiner berippte Exemplare, die sich von typischen *H. pellico* vielleicht durch etwas geringere Breite unterscheiden. Darüberhinaus scheinen keine weiteren Unterschiede gegenüber typischen *H. pellico* zu bestehen.

Überschneidungen mit *H. assimilis* kommen gelegentlich vor. Es ist nicht immer möglich, die Stücke eindeutig zuzuordnen, besonders im Falle jugendlicher Stadien.

Wir betrachten beide Formenkreise als näher verwandt, glauben aber nicht an eine Entstehung von *pellico* aus *assimilis*. *H. pellico* erscheint nämlich früher als *H. assimilis*.

Hysterolites (Acrospirifer) assimilis (FUCHS 1915)

Taf. 9 Fig. 1—4, 10—11

1915 *Spirifer assimilis*; FUCHS, Ranstel b. Bornich, Taf. 5 Fig. 9—13

- cf. 1915 *Spirifer loranus*; FUCHS, Galgenkopf a. d. Loreley, Taf. 6 Fig. 1 (tektonische Breitform)
 1915 *Spirifer hercyniae* GIEBEL var.; SPRIESTERSBACH, Reichenberg, Taf. 6 Fig. 3 (tektonische Breitform)
 non 1936 *Spirifer assimilis* FUCHS; DAHMER, Unkelmühle, Taf. 6 Fig. 3—4 (tektonische Breitform) = *Hysterolites (Acrospirifer) primaevus* (STEIN.)

Lectotypus: unvollständiger Steinkern einer ausgewachsenen Ventralklappe, FUCHS 1915, Taf. 5 Fig. 13

Locus typicus: Ranstel b. Bornich; vgl. FUCHS 1915. Zum Locus typicus möchten wir bemerken, daß es sich bei dem Originalmaterial möglicherweise um Stücke aus alten Weinbergmauern o. dgl. handelt.

Stratum typicum: Bornicher Schichten, Ulmen-Gruppe (Obersiegen).

Zur tektonischen Verzerrung des Materials. Eines der dringendsten Erfordernisse ist die möglichst verzerrungsfreie Darstellung. Wir überprüften unter den gegebenen Voraussetzungen die verschiedenen Methoden der Fossil-Entzerrung und entschieden uns für eine rechnerische Entzerrung mit Hilfe der BREDDINSchen Formeln (BREDDIN 1954, Formeln 24 u. 25 bzw. 36 u. 37). Der Vorzug dieser Formeln liegt in der Berücksichtigung der Dreidimensionalität der Formung.

An Voraussetzungen liegt ihnen zunächst nur bruchlose affine Deformation zugrunde, praktisch treten jedoch richtungslose Schiefrigkeit (vgl. BREDDIN 1954) und schichtige Einbettung hinzu. Wir benutzten statt der Formeln Faktorentabellen. Die wesentlichste praktische Schwierigkeit liegt in der Ermittlung der Hauptachsen des Deformations-Ellipsoids. Was zu erreichen ist, ist in jedem Falle nur eine annähernde Entzerrung.

Nach den bisher vorliegenden, eingehend überprüften Ergebnissen möchten wir die Methode als einigermaßen zuverlässig empfehlen. Taf. 1 bietet zwei Beispiele einer rechnerischen Entzerrung (Fig. 3: tektonische Langform, entzerrt Fig. 10; Fig. 4: tektonische Breitform, entzerrt Fig. 11). Gleichzeitig wird deutlich, in welcher nachhaltiger und schwierig einschätzbarer Weise diagnostisch wichtige Merkmale wie z. B. der Umriß verändert worden sind. Aber auch Merkmale wie z. B. die Berippung zeigen mitunter komplizierte Veränderungen, z. B. beobachteten wir bei tektonischen Breitformen häufig eine Zuschärfung der Rippen. Unter den verschiedenen tektonischen Formen sind es die Breitformen, die am schwierigsten zu beurteilen sind. Das liegt letzten Endes daran, daß sich Verkürzung und Längung nicht in einfacher, d. h. linearer Weise entsprechen.

Diagnose: Auf Grund eines größeren Materials, vorwiegend von der Lokalität Neukautenmühle, können wir eine wesentlich erweiterte Diagnose der bisher wenig bekannten Form vorlegen: Umriß halbelliptisch bis breitflügelig, bei großen Individuen gedrungen bis nahezu halbkreisförmig. Verhältnis Länge : Breite zwischen 0,3 bis 0,4. Flügel spitz auslaufend, i. a. nur schwach vom übrigen Gehäuse abgesetzt. Sinus vorwiegend gerundet, z. T. am Grund abgeflacht (Andeutung einer Sinusrippe), seltener mehr V-förmig. Auf dem Abdruck häufig eine Sinusrippe, bei einigen Stücken sogar ein begleitendes schwaches Rippenpaar. Die Breite des Sinus entspricht bei erwachsenen Stadien etwa 5, bei jugendlichen Stadien 4 bis 5 benachbarten Rippen. Sattel teils gerundet, teils mehr dachförmig, mit unterschiedlich langem Euseptoid. Berippung

i. a. wellblechartig gerundet, relativ grob, nur auf den Flügelspitzen etwas feiner. Sinus-Grenzrippen bei erwachsenen Stadien deutlich, bei halb erwachsenen weniger deutlich abgeschächt. Jugendstadien zeigen diese Erscheinung i. a. nicht. Rippen mehr oder weniger divergierend, im hinteren Klappenteil oft etwas zugeschärft. Ventral-Steinkerne ohne Ovarien lassen die Zuschärfung deutlicher erkennen als solche mit Ovarien. Ventral-Abdrücke zeigen meist ein arkadenartiges Rippenprofil (schmale Furchen). Auf dem Ventral-Steinkern 9–11 deutliche Rippen, auf dem Abdruck zusätzlich eine wechselnde Anzahl feinerer Rippen. Feinskulptur auf dem Abdruck: konzentrische Anwachs lamellen und radiale, unregelmäßig absetzende Leisten. Muskelzapfen sehr variabel, vorwiegend etwas rundlich, mit drei Kanten auf jeder Seite (Rippenverlängerungen). Bei erwachsenen Individuen meist groß bis sehr groß, stark abgesetzt und bis zur Hälfte über den Schloßrand hinausragend. Adductor- und Divaricator-Eindrücke nicht selten gut unterscheidbar. Medianes Euseptoid meist schwach, etwa bis zur Mitte des Muskelzapfens reichend. Muskelzapfen halb erwachsener und jugendlicher Stadien i. a. klein, gedrungen – rundlich, wenig abgesetzt. Zahnstützen erwachsener Individuen rudimentär bis reduziert, jugendlicher kurz und kräftig, wenig nach innen gebogen. Area niedrig, sehr schwach gekrümmt. Schloßfortsatz und Zahngrubenwände i. a. klein, ohne Besonderheiten. Beide Klappen mäßig gewölbt.

Beziehungen: Als nahe verwandt betrachten wir *H. fallax* (GIEB.), eine wenig gedrungenere und gröber berippte, sonst offenbar kaum verschiedene Form. Es bleibt noch zu überprüfen, wie weit die Selbständigkeit der beiden als verschiedene Spezies überhaupt berechtigt ist. Einen zweiten nahen Verwandten, *H. primaeviformis* (SCUPIN), möchten wir als direkten Nachläufer ansehen. Die Art zeigt einen etwas breiteren Umriß, eine feinere Berippung und außer einer verstärkten Abschwächung des ersten eine beginnende Abschwächung des zweiten Rippenpaares. In die nähere Verwandtschaft möchten wir ferner *H. pellico* einbeziehen, der ebenfalls abgeschwächte Sinus-Grenzrippen erkennen läßt. Etwas abseits scheint uns *H. paradoxus* (SCHLOTH) zu stehen. Er zeigt u. a. nur andeutungsweise einmal die genannte Abschwächung des ersten Rippenpaares. Gegenüber den obengenannten Formen ist das Gehäuse erheblich verbreitert.

Auf Grund der Gemeinsamkeiten zeichnen sich drei Formen-Reihen ab: *H. fallax-assimilis-primaeviformis*, *H. pellico* und *H. paradoxus*, die wir zur Gruppe des *H. pellico* zusammenfassen. Wesentliche gemeinsame Kennzeichen: großes Gehäuse, rel. breiter Sinus, Tendenz zur Vermehrung der Rippen, Abschwächung der Sinus-Grenzrippen, im Alter mächtig entwickelter Muskelzapfen.

Als gemeinsamer Vorläufer kommt u. E. *H. gaspensis* (BILL.) bzw. eine Form aus dessen näherer Verwandtschaft in Betracht. *H. gaspensis* stimmt nämlich mit jugendlichen *H. assimilis* in auffallender Weise überein (vgl. SHIMER & SHROCK 1959, Pl. 123 Fig. 9–11).

H. primaevus halten wir nicht für einen Vorläufer von *H. assimilis*.

Vorkommen: *H. assimilis* tritt in erster Linie in den Bornicher Schichten auf, für die er in gewissem Umfange eine „Leitform“ darstellt (wie etwa die Cypricardellen für die Eeg-Schichten). Sein Vorkommen verteilt sich – im großen und ganzen gesehen –

ziemlich gleichmäßig über die gesamte Folge. Größere Häufigkeit erlangt er vor allem im Loreley-Gebiet (vgl. Abb. 1 mit einer Übersicht der bisher bekannten Fundstellen).

Funde aus Sauerthaler oder Kauber Schichten liegen uns bisher nicht vor.

In den tieferen Unterems-Schichten tritt *H. assimilis* als große Seltenheit auf. Aus den Singhofener- und Eeg-Schichten liegt uns jeweils eine sicher bestimmbare Ventralklappe vor.

Nach einigen unsicheren Angaben bzw. cf.-Bestimmungen scheint *H. assimilis* ins höhere Unterems hinaufzureichen, wo sich erst der Übergang zum jüngeren *H. primaeviformis* vollziehen dürfte.

Hysterolites (Acrospirifer) arduennensis antecedens (FRANK 1899)

Taf. 9 Fig. 5–6

Eingehende neuere Bearbeitung: SOLLE 1953

SOLLE unterschied bei den frühen *arduennensis* die Unterarten *latestriatus* (DREV.) α u. β und *antecedens*. Nach seinen Ausführungen unterscheidet sich *latestriatus* durch breiteren Umriß, breiteren Muskelzapfen und zugeschärfte Rippen von *antecedens*. *Latestriatus* scheint einer leicht rückläufigen Entwicklung von breiten (*latestriatus* α) zu schmäleren (*latestriatus* β) Typen zu unterliegen, umgekehrt *antecedens* von schmäleren zu breiteren (vgl. SOLLE 1953, Tab. Abb. 17), also im Sinne der Gesamtevolution der Gruppe.

Wir untersuchten ein größeres Material aus verschiedenen Schichten in der Absicht, die angedeutete Evolution näher zu erfassen und stratigraphisch zu verwerten. Nach Entzerrung und statistischer Auswertung ergab sich folgender Gesamteindruck. Die Unterschiede zwischen *latestriatus* und *antecedens* beruhen nach unserer Überzeugung zum größeren Teil auf tektonischer Verzerrung; wir verweisen deshalb *latestriatus* in die Synonymie von *antecedens*. Eine geradlinige Evolution ist nicht zu erkennen.

Wir stießen auf andere, sehr schwache Unterschiede. In den untersuchten Schichten treten zwei Typen auf:

1. eine Form mit rel. breitem Sinus, kräftigen Zahnstützen und rel. hoher Area (Taf. 1 Fig. 5–6),

2. eine Form mit rel. schmalen Sinus, verkümmerten Zahnstützen, rel. niedriger Area und z. T. besonders deutlich abgesetztem Muskelzapfen.

Der erste Typ überwiegt in den Bornicher Schichten und im höheren Unterems.

Wir sind uns über die Bedeutung der Unterschiede (fazielle Anpassungen, Sexualdimorphismus usw.) noch nicht im klaren. Der Umriß variiert populationsweise, noch mehr die Zahl der Rippen. Wir konnten lediglich feststellen, daß in der schuffig-tonigen Fazies größere Berippung häufiger auftritt als in feinsandiger.

Antecedens erreicht seine größte Häufigkeit in den Bornicher Schichten. Sauerthaler und Kauber Schichten führen i. a. nur vereinzelte Exemplare. Vorläufer treten bereits im Taunusquarzit auf (vgl. SOLLE 1953). Im Unterems ist die Häufigkeit stellenweise sehr groß, vor allem im Loreley-Gebiet.

II. Genus *Subcuspidella* nov. nom.

PAECKELMANN (1942) verwies die *subcuspidatus*-Gruppe wegen äußerer Übereinstimmungen und der gelegentlich auftretenden Delthyrialplatte zu *Spinocyrtia*

FREDERICKS, eine im amerikanischen Mitteldevon verbreitete Gattung. Seitdem finden wir *Spinocyrtia* im deutschen Schrifttum. Bei Überprüfung stießen wir aber auf einen wesentlichen Unterschied zwischen *Spinocyrtia* i. e. S. und *subcuspidatus*: die Feinskulptur ist grundsätzlich verschieden. Außer feinen Anwachsramellen zeigt *Spinocyrtia* eine Granulierung (vgl. SHIMER & SHROCK 1959, Pl. 123, Fig. 6), *subcuspidatus* dagegen feine radiale Streifen bis Leisten, ähnlich wie *Cyrtia*.

Nach unseren Erfahrungen verhält sich die Feinskulptur innerhalb der Spiriferen-Formenkreise nahezu invariabel, stellt also ein wichtiges Klassifizierungskriterium dar. Die Gemeinsamkeit in der Delthyrialplatte betrachten wir demgegenüber als Analogie, genauer gesagt: als analog verlaufene Rückbildung des Deltidium. Hinzu kommt, daß die Delthyrialplatte offenbar nicht immer regelmäßig auftritt.

Wir fassen die *subcuspidatus*-Gruppe als eigene, mit *Spinocyrtia* nicht näher verwandte Gattung auf und schlagen als Bezeichnung *Subcuspidella* vor.

Geno-Lectotypus: *Spirifer subcuspidatus* SCHNUR 1853, Taf. 33 Fig. 3a–f

Subcuspidella incerta (FUCHS 1909)

Vgl. FUCHS 1909 u. 1915

Zur Beschreibung haben wir folgendes hinzuzufügen. Der Umriss variiert zwischen gedrunge-rundlichen und schwach flügelartig verbreiterten Formen. Sinus und Sattel zeigen teils gerundeten, teils mehr V-förmigen Querschnitt. Relative Sinus-Breite im Verlauf der Ontogenese stark zunehmend. Typisch „subcuspidate“ feine Berippung. Auf dem Abdruck sehr feine radiale Streifung, nicht wie bei *Hysterolites* in unregelmäßiger Weise an den Anwachsramellen absetzend. Zahnstützen rel. lang und dünn, stets mehr oder weniger nach innen gekrümmt. Mäßig hohe, gekrümmte Area. Bisher keine Delthyrialplatte beobachtet.

In den Bornicher Schichten treten in wechselndem Verhältnis zwei unterscheidbare Typen auf: eine mehr gedrunge-rundliche Form mit langen Zahnstützen sowie eine schwach flügelartig verbreiterte mit kürzeren Zahnstützen. Im Unterem fanden wir fast nur die zweite, dem Typus entsprechende Form. Zu *S. humilis* überleitende Formen sprechen für engere verwandtschaftliche Beziehungen zwischen beiden Arten.

Vorkommen: vereinzelt im mittleren Siegen, verbreitet in den Bornicher Schichten und im Unterem, ? vereinzelt im tiefen Oberem.

Subcuspidella humilis (SCUPIN 1900)

Taf. 9 Fig. 8–9

Vgl. SCUPIN 1900

Zur Beschreibung ist folgendes hinzuzufügen. Umriss teils mehr halbkreisförmig, teils mehr dreieckig. Sinus und Sattel überwiegend V- bzw. dachförmig, rel. breit (durchschnittlich etwas weniger als bei *S. incerta*). Berippung fein, auf dem Abdruck wie bei *S. incerta* sehr feine Anwachsramellen und radiale Streifung. Zahnstützen kurz, mehr oder weniger nach innen gekrümmt (vgl. Taf. 1 Fig. 9). Area etwas höher als bei *S. incerta* (Taf. 1 Fig. 8, durch Verzerrung übertrieben!), schwach gekrümmt. Delthyrialplatte bisher nicht beobachtet. *S. humilis* stellen wir zur *incerta*-Gruppe. Der äußerst

seltene und nur in starker Verdrückung bekannte *Spirifer explanatus* FUCHS dürfte bei *S. humilis* anzuschließen sein.

Vorkommen. Verbreitet und gelegentlich häufig in den Bornicher Schichten sowie im gesamten Emsium.

Subcuspidella mediorhenana (FUCHS 1909)

Vgl. FUCHS 1909 u. 1915

S. mediorhenana steht der *incerta*-Gruppe ferner. Wir beobachteten auf dem Abdruck z. T. kräftige Anwachs lamellen und weniger gleichmäßige radiale Streifung, gelegentlich auch Leisten wie bei *Hysterolites*. Bei einzelnen Exemplaren fanden sich Andeutungen einer Delthyrialplatte. Vermutlich bestehen engere Beziehungen zu *S. affinis* (FUCHS).

Vorkommen. Stellenweise etwas häufiger in den Bornicher Schichten und im Unterems.

Weitere Untersuchungsergebnisse müssen wir vorerst zurückstellen.

C. Stratigraphische Einstufung der Bornicher Schichten

Die Einstufung der Schichten an der Wende Siegen–Ems gründet sich mangels besserer Möglichkeiten auf das schrittweise Erlöschen der Siegen-Fauna. Theoretisch ergeben sich Bedenken gegen ein derartiges Prinzip: die fazielle Entwicklung dürfte in starkem Maße zum Ausdruck kommen.

Trotz allem ist folgendes zu erkennen: die betr. Formen erlöschen in ziemlich regelmäßiger Aufeinanderfolge. Mit dem Aussterben von *Rhenorensseleeria crassica* (KOCH) beginnt nach SOLLE (1950) das jüngste Siegen, die Ulmen-Gruppe. Innerhalb der Ulmen-Gruppe läßt sich eine älteste Abteilung mit dem ungefähr gleichzeitigen Erlöschen von *H. primaevus* und *Rh. strigiceps* (F. ROEM.) abtrennen, ferner wahrscheinlich eine jüngste mit dem Erlöschen von *H. hystericus*. Die Grenze Siegen–Ems wird nach RÖDER (1960) durch das Aussterben von *H. prohystericus* (MAUR.) markiert.

Wir suchten vergebens nach einer echten Ulmen-Leitform. *H. assimilis* scheidet aus. Immerhin gehört er zu den wenigen Unterems-Fossilien, die in der Ulmen-Gruppe erstmals erscheinen.

Vergeblich blieben auch bisher unsere Versuche, aus Formenreihen ein stratigraphisches Prinzip zu entwickeln. Die Entwicklung verlief offenbar mehr oder weniger sprunghaft, wahrscheinlich infolge faziesbedingter Faunen-Wanderungen. Einige Möglichkeiten sind allerdings noch nicht näher untersucht.

Für die Bornicher Schichten ergibt sich nach unserer derzeitigen Kenntnis ein mittleres Ulmen-Alter, ein Ergebnis, das mit den faziell-stratigraphischen Befunden im besten Einklang steht (vgl. unten).

D. Litho-Stratigraphie des bearbeiteten Gebietes

Die ältere Gliederung muß nach unseren Ergebnissen in einigen Punkten berichtigt werden. Vor allem hat sich ergeben, daß die Bornicher Schichten in die Hunsrückschiefer eingelagert sind (vgl. Abb. 1 u. 2). Wir weisen darauf hin, daß bereits FUCHS (1930) einer derartigen Lösung bei Betrachtung der Verhältnisse im Tiefenbachtal

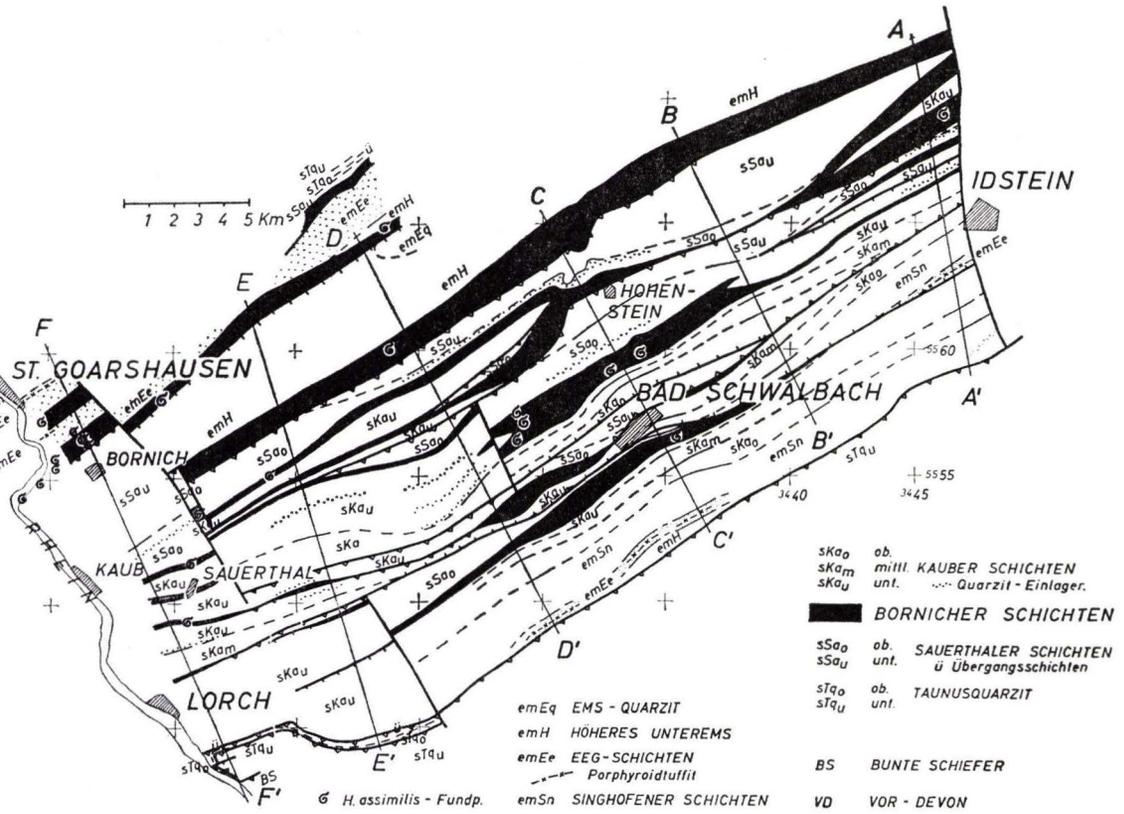


Abb. 1. Geologische Übersichtskarte des Hunsrückschiefer-Gebietes zwischen Rhein und Idsteiner Senke mit einer Zusammenstellung der bisher bekannten *Hysterolites assimilis*-Fundstellen. Schichtgrenzen teilweise schematisiert.

nahe gekommen war. Die Schichtenfolge des bearbeiteten Gebietes zeigt folgende wesentliche Merkmale (vom Liegenden zum Hangenden).

Oberer Taunusquarzit (tiefe Ulmen-Gruppe). Zyklische Wechselfolge von grauen Feinsandsteinen oder weißgrauen Mittelsandsteinen und schwarzen Tonsteinen. Sandsteinbänke i. a. glimmerarm, hart und splittrig.

Fauna: am Angstfelsen Bonebed mit massenhaft *Bellerophon*tiden, ferner Bänkenchen mit *H. hystericus* und *Rh. strigiceps*¹⁾. Mächtigkeit: schätzungsweise 200 m.

Tiefste Sauerthaler Schichten = Übergangsschichten (wahrscheinlich tiefe Ulmen-Gruppe). Schwarze Tonsteine mit grauen Feinsandstein-Bänkenchen.

¹⁾ Wir fanden neuerdings in der *Bellerophon*-Bank am Angstfelsen: *H. cf. primaevus*, *H. arduennensis antecessens*, *H. excavatus*, *H. prohystericus*, *Rh. crassicosta* (1 Exemplar), *Chonetes unkelensis* usw. Der obere Taunusquarzit gehört demnach größtenteils dem Herdorf an.

Fauna: am Steinbruch oberhalb vom Angstfelsen Tentaculiten-Bänkehen mit vereinzelt ? *Rh. strigiceps*.

Mächtigkeit: schätzungsweise 100 m.

Untere Sauerthaler Schichten (wahrscheinlich mittlere Ulmen-Gruppe). Typ-Profil: oberes Holzbachtal südl. Weisel. Monotone, überwiegend grobbankige Schluffstein-Folge.

Fauna: im Loreley-Gebiet meist vereinzelt Bornicher Fossilien, am häufigsten *H. arduennensis antecedens*.

Mächtigkeit: maximal über 800 m, offenbar erheblich schwankend.

Obere Sauerthaler Schichten (wahrscheinlich mittlere Ulmen-Gruppe). Typ-Profil: Tiefenbachtal zwischen Neuweger-Berg und Grube Glückauf.

Wechselfolge von Ton-Schluffsteinen, Tonsteinen, Schluffsteinen und Feinsandsteinen. Ton-Schluffsteine und Tonsteine vorwiegend Feinsand-gebändert.

Fauna: vereinzelt Bornicher Fossilien. In den Tonsteinen Chondriten und selten Dachschiefer-Fauna (Crinoiden, Korallen usw.).

Mächtigkeit: zwischen 0 und maximal 700 m.

Bornicher Schichten (mittlere Ulmen-Gruppe). Vgl. oben.

Untere Kauber Schichten (wahrscheinlich mittlere Ulmen-Gruppe). Typ-Profil: noch nicht festgelegt.

Wechselfolge von Tonsteinen, Ton-Schluffsteinen und Schluffsteinen mit Feinsandstein-Bänkehen. Stellenweise geringmächtige Feinsandstein-Einlagerungen. Tonsteine und Ton-Schluffsteine teils Feinsand-gebändert, teils mit pyritischen Bänkehen oder Geoden.

Fauna: vereinzelt Bornicher Fossilien. In den Tonsteinen Chondriten und selten Dachschiefer-Fauna.

Mächtigkeit: zwischen 30 und 500 m.

Mittlere Kauber Schichten (wahrscheinlich mittlere bis hohe Ulmen-Gruppe). Typ-Profil: noch nicht festgelegt. Monotone Folge von Tonsteinen und Ton-Schluffsteinen mit Einlagerungen von Schluffsteinen und selten Feinsandsteinen. Tonsteine vorwiegend mit pyritischen Bänkehen oder Geoden.

Fauna: sehr selten Dachschiefer-Fauna.

Mächtigkeit: 200 bis 600 m.

Obere Kauber Schichten (wahrscheinlich hohe Ulmen-Gruppe). Typ-Profil: Hähnchekopf bei Bleidenstadt (Aartal). Mittel- bis grobbankige Schluffsteine und Ton-Schluffsteine, teils Feinsand-gebändert, teils undeutlich geschichtet.

Fauna: vereinzelt Crinoidenstielglieder.

Mächtigkeit: 400 bis 800 m.

Singhofener Schichten (tiefes Unterems). Typ-Profil: Hasenbachtal nördlich von Niedertiefenbach.

Wechselfolge von gebankten Schluffsteinen, Ton-Schluffsteinen und untergeordnet Feinsandsteinen mit 4 geringmächtigen Porphyroidtuffit-Einschaltungen²⁾. Häufig Feinsand-Bänderung.

²⁾ Im Bereich des bearb. Gebietes.

Fauna: vereinzelt *H. arduennensis antecedens*, *S. incerta* und Choneten.
Mächtigkeit: ca. 800 bis 1000 m.

Eeg-Schichten (mittleres Unterems). Typ-Profil: Eeg (südl. der Loreley).

Wechselfolge von bräunlichgrauen Feinsandsteinen, z. T. hart und splittrig, Schluffsteinen und Ton-Schluffsteinen mit einem, stellenweise auch zwei Porphyroidtuffit-Einschaltungen (sogen. Haupt-Porphyröid).

Fauna: *H. pellico*, *H. arduennensis antecedens*, massenhaft *Uncinulus* und *Cypricardella* usw. Im Südosten fossilarm. Porphyroidtuffit: *H. arduennensis antecedens*, Choneten usw.

Mächtigkeit: 100 bis 300 m. Porphyroidtuffit: 2 bis 10 m.

Höheres Unterems. Die Schichtenfolge läßt sich nicht ohne weiteres mit dem höheren Unterems der Koblenzer Gegend parallelisieren. Wir unterscheiden vorerst zwei Faziesbereiche:

Untere Abteilung (Reckenrother Fazies). Ton-Schluffsteine und Schluffsteine mit einzelnen Feinsandstein-Bänkchen. Häufig Feinsand-Bänderung.

Fauna: südlich von Reckenroth *H. pellico*, *H. arduennensis antecedens*, *S. incerta*, *Leiopteria crenato-lamellosa* (massenhaft) usw.

Mächtigkeit: vorläufig unbekannt.

Obere Abteilung (Martenrother Fazies). Mittel- bis grobbankige Schluff-Feinsandsteine.

Fauna: östlich von Martenroth *H. arduennensis antecedens* (massenhaft), *Uncinulus*, *Cypricardella* usw.

Mächtigkeit: vorläufig unbekannt.

Ems-Quarzit (tiefes Oberems). Näheres vgl. RÖSLER 1956.

Zusammenfassend erhalten wir folgendes Gliederungsschema (Tab. 1).

Tab. 1. Gliederung des Unterdevons im Taunus

Oberems	tiefes	Ems-Quarzit
Unterems	hohes	Höheres Unterems
	mittleres	Eeg-Schichten
	tiefes	Singhofener Schichten
Ulmen-Gruppe	hohe	Obere Kauber Schichten Mittlere Kauber Schichten Untere Kauber Schichten
	mittlere	Bornicher Schichten Obere Sauerthaler Schichten Untere Sauerthaler Schichten
	tiefe	Übergangsschichten Oberer Taunusquarzit

Die fossilreichen Schluffsteine und Schluff-Feinsandsteine des Holzhausener Gemeinde-Steinbruches (vgl. RÖSLER 1953 u. 1956) fassen wir als Übergangsbereich zwischen Eeg-Schichten und höherem Unterems auf. Biofaziell schließen sie sich enger an die Eeg-Schichten an.

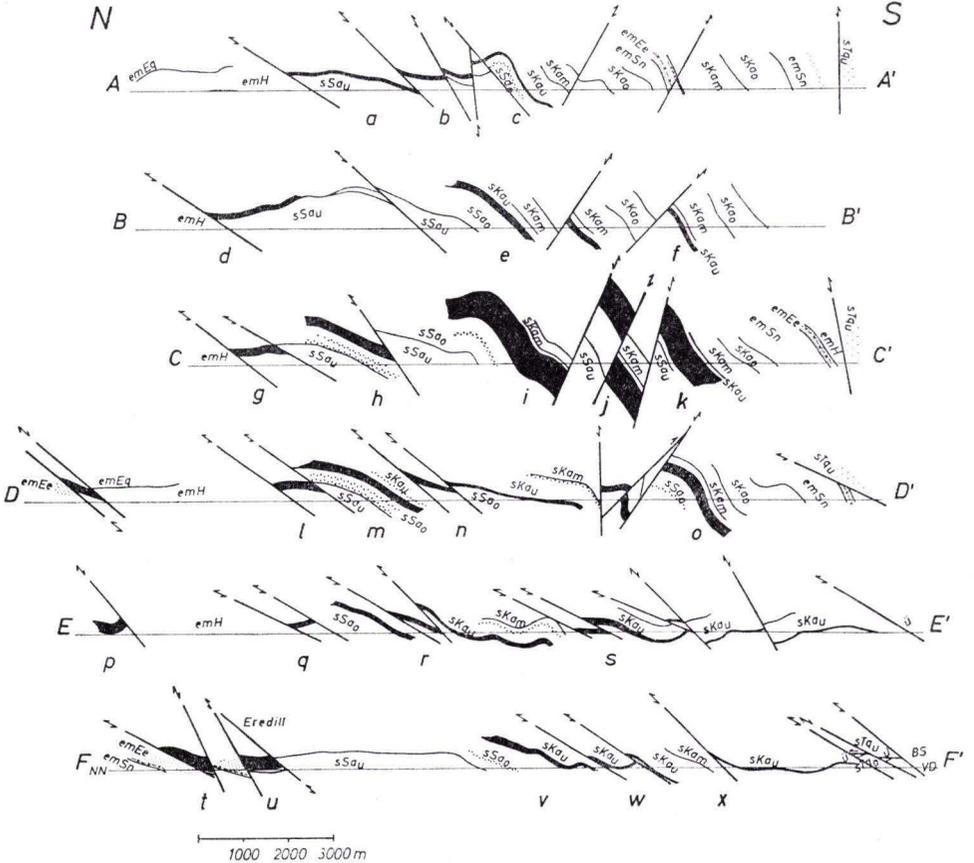


Abb. 2. Falten Spiegel-Profile. Profilinien und Erläuterungen vgl. Abb. 1.

E. Parallelisierungen

Unsere derzeitigen biostratigraphischen Möglichkeiten alleine erlauben noch keine präzisen Parallelisierungen mit den benachbarten Faziesgebieten. Wir müssen den Schichtverband und dessen seitliches fazielles Verhalten mit in Betracht ziehen.

Innerhalb des bearbeiteten Gebietes können wir auf Grund des Mächtigkeits-Verhaltens (vgl. Abb. 2), unmittelbarer Beobachtungen usw. feststellen, daß die Bornicher Fazies allmählich nach Nordwesten in tiefere Stockwerke absinkt. Der Betrag dürfte insgesamt rel. gering sein; wichtig ist vor allem die Tendenz.

Bei einem Vergleich mit der Stratigraphie der benachbarten Gebiete haben wir folgende Vorstellungen gewonnen.

Hunsrück. Als stratigraphische Äquivalente der Bornicher Schichten kommen u. E. die allerhöchsten Teile der Zerfer sowie die basalen Kauber Schichten in Betracht. Aus der spärlichen Fauna können wir vorerst keine sicheren Schlüsse ziehen (vgl. KUTSCHER 1934 u. NÖRING 1939).

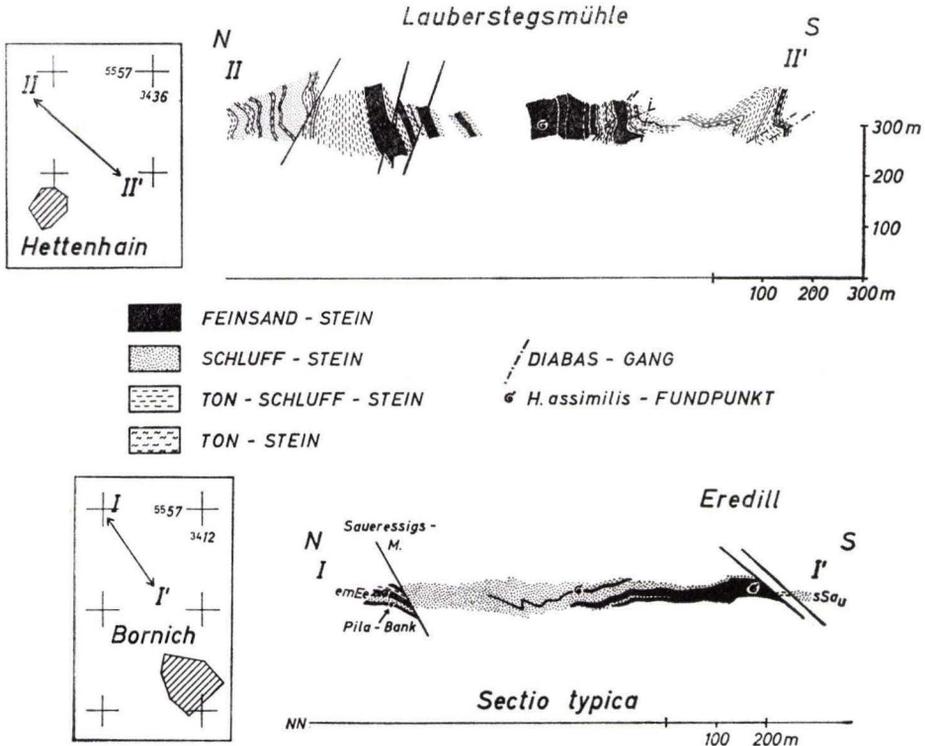


Abb. 3. Ausschnitte aus den Original-Profilen. Profil I—I': Typ-Profil der Bornicher Schichten (Forstbachtal, Loreley-Gebiet). Profil II—II': Bornicher Schichten des Aartaales an der Lauberstegsmühle.

Südost-Eifel. Die Eckfelder Schichten RÖDERS (1960) halten wir zwar für mittlere Ulmen-Gruppe, aber älter als die Bornicher Schichten. *Chonetes* sp. aff. *unkelensis* und ev. *H. fallax* (falls es sich nicht um *H. assimilis* handelt), ferner die Mächtigkeits-Verhältnisse sprechen für eine tiefere Stellung. Es bleiben als Äquivalente die Reudelsterz-Schichten.

Nordwest-Taunus und Lahn-Gebiet. Die Nassauer Schichten (JENTSCH 1960) scheiden aus; sie entsprechen entweder Teilen der Herdorfer Stufe oder der tiefen Ulmen-Gruppe. Äquivalente der Bornicher Schichten haben wir innerhalb der Flysch-artigen Bornhofener Schichten zu suchen. Wir bemühen uns zur Zeit um eine Untergliederung. In den tieferen Teilen fanden wir etwas reichlicher Fossilien und Fazies-Typen, wie sie im Loreley-Gebiet vorherrschen; eine Parallelisierung wäre aber verfrüht.

Auf einen Vergleich mit den weiter entfernten nordöstlichen Gebieten verzichten wir wegen der allzu großen Unsicherheiten. Zusammenfassend ergeben unsere Vorstellungen folgendes Schema (Tab. 2).

Tab. 2. Stratigraphischer Vergleich

	Hunsrück	Südost-Eifel	NW-Taunus	Bearb. Gebiet
hohe	Kauber Sch.	Reudelsterz-Sch.	Bornhofener Sch.	Kauber Sch.
mittlere Ulmen-Gruppe		Zerfer Sch.		Eckfelder Sch.
tiefe	Ob. Taunus-quarzit	Saxler Sch.	Nassauer Sch.	Ob. Taunus-quarzit

F. Fazies der Bornicher Schichten

I. Bio-Fazies

Bezeichnend für die Bornicher Schichten und darüber hinaus für die mittlere und höhere Ulmen-Gruppe ist die Verarmung der Fauna in östlicher Richtung (vgl. SOLLE 1950 u. RÖDER 1960). Als Beispiele seien genannt: *Atrypa* und *Platyceras*, beide im Loreley-Gebiet rel. häufig, im Osten selten. Wir können dieses Verhalten nicht allein stratigraphisch erklären, denn innerhalb der Folge, d. h. vom Liegenden zum Hangenden, ist keine generelle Faunen-Verarmung zu bemerken.

Bezeichnend ist ferner die ungemein starke Frachtsonderung der Bornicher Fauna. Ein Beispiel: Im östlichen Teil des Gebietes beträgt der Anteil der Dorsalklappen bei *H. arduennensis antecedens* durchschnittlich weniger als 3%, im Loreley-Gebiet dagegen stellenweise über 50%. Die Fossilien treten i. a. bank- oder nesterweise gehäuft auf; Einzelfunde bilden die Ausnahme. Der weitaus größte Teil der sandigen Bänke ist absolut fossilifer. Hinzu kommen starke lokale Unterschiede in der Fossilführung. Größere Bereiche enthalten nahezu überhaupt keine Fauna, insbesondere im Gebiet der geringmächtigen Wisper-Fazies (siehe unten). Strömungs-Regelung ist trotz der Verzerrung stellenweise deutlich zu erkennen.

Angesichts dieser Tatsachen zögern wir, vom Fossilinhalt auf das Ablagerungsmilieu zu schließen, denn ein weiterer Transport der Reste läßt sich mindestens nicht ausschließen. Als Lebensraum kommt in erster Linie ein Flachwasser bis Auftauch-Bereich in Frage.

Bemerkenswert ist schließlich das bisher völlige Fehlen pflanzlicher Reste.

II. Litho-Fazies

Der vorherrschende Typ ist ein gebankter, mehr oder weniger Glimmer-führender Feinsandstein (glimmeriger Quarzit). Petrographisch bietet er nichts bemerkenswertes. U. d. M. finden wir deformierte Quarzkörner bis etwa 0,3 mm \varnothing , im Osten (Aar-Fazies, vgl. Abb. 4) häufiger schwach bläulich, sonst vorwiegend farblos. Ferner finden wir Glimmer (Serizit, Chlorit usw.), teils schichtig angeordnet, teils tektonisch geregelt, in sehr geringer Menge Feldspäte, winzige Gesteinsfragmente (?Gneis) und kohlige Substanz

Die Feinsandstein-Bänke zeigen entweder einen ungeschichteten oder bändrig-plattigen, gelegentlich schwach gradierten inneren Aufbau. Folgende Beobachtung

läßt uns vermuten, daß die Bildung einer einzelnen Bank längere Zeit in Anspruch genommen hat: die Fossilbänke bestehen häufig aus mehreren Lagen mit unterschiedlichen Gemeinschaften. Für eine Entstehung als Turbidite sind zu wenig Anhaltspunkte gegeben. Schrägschichtung (meist flach-bogige Schrägschichtung) beschränkt sich auf einzelne Bänke.

Die Farbe ist im frischen Zustande bläulichgrau, im angewitterten bräunlichgrau bis weißgrau (Kaolinisierung). Alle übrigen Typen, Schluffsteine (Grauwackenschiefer), Tonsteine (Tonschiefer) usw. bieten keine Besonderheiten.

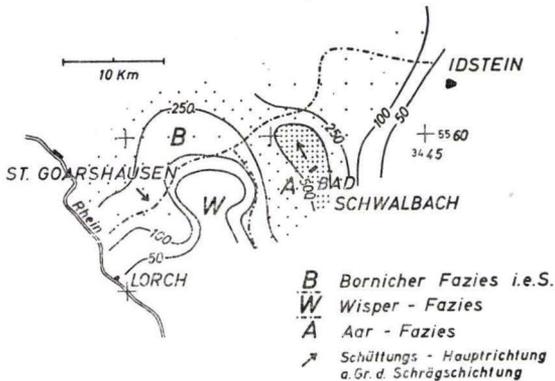


Abb. 4. Fazies-Kärtchen der Bornicher Schichten. Näheres siehe Text.

G. Profile

Vgl. Abb. 1 u. 2

Wir beabsichtigen, nur einen generellen Überblick zu vermitteln. Weitere Einzelheiten, u. a. die vollständigen Fossil-Listen, teilen wir später mit.

Kleine Buchstaben (Abb. 2) bezeichnen die Ausstriche der Bornicher Schichten.

Profil A — A' (Gnadenthaler Hof — Niederseelbach).

Im nördlichen Abschnitt fanden wir in den Bornicher Schichten (a u. b) eine monotone, fast nur aus Brachiopoden bestehende Fauna, weiter südlich (c) nur einzelne Crinoidenstielglieder. Es handelt sich in der Hauptsache um folgende Formen:

- a: *H. arduennensis antecedens* (FRANK) (cc)
S. incerta (FUCHS) (n)
S. humilis (SCUPIN) (r)
 Crinoidenstielglieder
- b: *H. pellico* (ARCH. VERN.) (r)
H. assimilis (FUCHS) (n)
H. arduennensis antecedens (FRANK) (cc)
S. humilis (SCUPIN) (r)
 Choneten

Die Serie besteht im Norden (a u. b) aus geschlossenen Massen von Feinsandsteinen, weiter südlich (c) schalten sich zunehmend Schluff und Tonsteine ein. Mächtigkeit:

unter 100 m. Beachtenswert ist der ziemlich unvermittelte Übergang der oberen Sauerthaler Schichten in die Fazies der unteren Sauerthaler Schichten von Süden nach Norden.

Profil B – B' (Daisbach–Hahn).

Außer vereinzelt Crinoidenstielgliedern haben die Bornicher Schichten dieses Profil-Bereiches keine Fossilien geliefert. Lithologisch handelt es sich um eine Wechselagerung, im Norden (d) von Feinsandsteinen und Tonsteinen, im Süden (e u. f) von glimmerreichen Feinsandsteinen, Schluffsteinen und Ton-Schluffsteinen. Mächtigkeit: unter 150 m.

Für die Sauerthaler Schichten gilt das gleiche wie oben (Profil A – A').

Profil C – C' (Reckenroth–Wambach).

Aus den Bornicher Schichten des Aartaales liegen uns zahlreiche Reste vor, hauptsächlich Brachiopoden:

- g: *H. arduennensis antecedens* (FRANK) (cc)
S. incerta (FUCHS) (c)
S. humilis (SCUPIN) (n)
 Choneten
- h: *H. arduennensis antecedens* (FRANK) (cc)
S. incerta (FUCHS) (c)
S. humilis (SCUPIN) (n)
 Choneten
 Taxodonta (c)
- i (unten): *H. pellico* (ARCH. VERN.) (rr)
H. assimilis (FUCHS) (r)
H. arduennensis antecedens (FRANK) (cc)
S. incerta (FUCHS) (n)
S. humilis (SCUPIN) (n)
S. mediorhenana (FUCHS) (r)
Uncinulus
 Choneten
- i (oben): *H. arduennensis antecedens* (FRANK) (cc)
S. incerta (FUCHS) (n)
S. humilis (SCUPIN) (r)
 Choneten
- k (unten): *H. arduennensis antecedens* (FRANK) (cc)
S. incerta (FUCHS) (n)
S. humilis (SCUPIN) (r)
 Choneten
- k (oben): *H. assimilis* (FUCHS) (rr)
H. arduennensis antecedens (FRANK) (cc)
S. incerta (FUCHS) (n)
S. humilis (SCUPIN) (r)
 Choneten

Wir fanden mehrere, z. T. über kürzere Strecken parallelisierbare Fossillagen.

Im einzelnen zeigt die Serie folgenden Aufbau. Südwestlich von Michelbach (g) wechsellagern geschlossene Folgen von Feinsandsteinen mit Ton und Schluffsteinen.

Bei Hohenstein (h) besteht der tiefere Teil aus geschlossenen Feinsandsteinen (einzelne Bänke bis 2 m mächtig), höher schalten sich Schluff und Tonsteine ein.

An der Frankenberger Mühle (i) herrscht ein Wechsel von glimmerreichen Feinsandsteinen (mehrere geschlossene Folgen), Schluff und Tonsteinen.

Südlich von Born (j) beobachteten wir gebleichte Feinsandsteine und Schluffsteine.

An der Lauberstegs-Mühle (k, vgl. Abb. 3, Profil II – II') lassen sich eine untere und eine obere Feinsandstein-Folge unterscheiden, mit Einschaltungen von Schluff und Tonsteinen. Die Faunen der beiden Folgen sind etwas verschieden.

Mächtigkeiten: im Norden (g u. h) etwa 200 m, im Süden (i, j u. k) 500 m.

In östlicher Richtung gehen die tieferen Teile der mächtigen Serie ziemlich unvermittelt in tonige Fazies (obere Sauerthaler Schichten) über, umgekehrt in westlicher Richtung die höheren Teile (Anschwellen der unteren Kauber Schichten). Das Aartal bietet wegen der steilen Lagerung und der zahlreichen Aufschlüsse gute Einblicks-Möglichkeiten in die Stratigraphie des Hunsrückschiefers.

Profil D – D' (Holzhausen–Hausen v. d. H.).

Die Bornicher Schichten des nördlichen Profil-Abschnittes führen reichlich Fossilien, vor allem im Bereich der Kleinbahn-Kehre östl. von Holzhausen (l). Nach Süden läßt die Fossilführung rasch nach (m, n u. o).

Wir fanden in erster Linie folgende Reste:

Bornicher Schichten westl. von Rettert (bereits außerhalb des Profiles, vgl. Abb. 1):

H. arduennensis antecedens (FRANK) (cc)
Choneten

l: *H. assimilis* (FUCHS) (c)
H. arduennensis antecedens (FRANK) (cc)
S. incerta (FUCHS) (c)
S. humilis (SCUPIN) (c)
Choneten

m: Choneten (n)
Crinoidenstielglieder

o: Crinoidenstielglieder

Im Norden (l) besteht die Serie aus glimmerreichen Feinsandsteinen und Schluffsteinen, weiter im Süden (m, n u. o) aus Feinsandsteinen mit Einschaltungen von Schluff und Tonsteinen. Mächtigkeit: im Norden und Süden bis 200 m, im mittleren Profil-Abschnitt unter 50 m.

Die unteren Kauber Schichten zeigen ein ziemlich sprunghaftes Anschwellen in nördlicher Richtung.

Profil E – E' (Nastätten–Stephanshausen).

Aus den Bornicher Schichten nennen wir folgende Reste:

p: *H. arduennensis antecedens* (FRANK) (cc)
S. incerta (FUCHS) (r)
S. humilis (SCUPIN) (r)
Choneten

- r: *H. assimilis* (FUCHS) (n)
H. arduennensis antecedens (FRANK) (cc)
S. incerta (FUCHS) (r)
S. humilis (SCUPIN) (r)
 Choneteten
- s: Crinoidenstielglieder
 n. FUCHS (1901): *Atrypa*

Die Fossilführung läßt nach Süden stark nach. Lithologisch handelt es sich um einen Wechsel von Feinsandsteinen, Schluffsteinen und Tonsteinen. Bei Weidenbach (q) fanden wir z. T. dickbankige und glimmerarme Feinsandsteine. Mächtigkeit: im Norden ungefähr 200 m, im Süden unter 50 m. Untere Kauber und obere Sauerthaler Schichten sind mächtig entwickelt (Wisper-Fazies).

Profil F – F' (Patersberg–Tiefenbachtal–Bodenthal).

Vor allem der nördliche Profil-Bereich hat ein sehr reiches Fossilmaterial geliefert. Wir greifen folgendes heraus:

- t: *H. arduennensis antecedens* (FRANK) (cc)
S. incerta (FUCHS) (r)
 Choneteten

Galgenkopf a. d. Loreley (vgl. FUCHS 1899):

- H. arduennensis antecedens* (FRANK) (cc)
S. incerta (FUCHS) (n)
S. humilis (SCUPIN) (n)
 Choneteten
 Lamellibranchiaten (zahlreiche Formen)
 Gastropoden (vorwiegend *Platyceras*)
 Trilobiten
 n. FUCHS (1899): *Spirifer loranus* FUCHS = cf. *assimilis* FUCHS

- u: vgl. Abschn. A, Typ – Profil.

Östlich des Typ-Profiles, Neukauten–Mühle:

- H. pellico* (ARCH. VERN.) var. (r)
H. assimilis (FUCHS) (c)
H. arduennensis antecedens (FRANK) (cc)
H. hystericus SCHLOTH. aff. *pachypleura* SOLLE (rr)
H. cf. excavatus (KAYS.) (rr)
H. cf. prohystericus (MAURER) (rr)
H. crassicosta (SCUPIN) (r)
S. incerta (FUCHS) (n)
S. humilis (SCUPIN) (c)
Dalmanella, *Leptostrophia*
 Choneteten (cc)
 Gastropoden (*Bembexia*, *Platyceras*)

Spitznack a. Rhein: vgl. FUCHS 1899.

Ca. 15 km südwestlich des Typ-Profiles, bei Kisselbach (Hunsrück):

H. assimilis (FUCHS) (n)
H. arduennensis antecedens (FRANK) (cc)
S. incerta (FUCHS) (n)
S. humilis (SCUPIN) (n)
 Choneten

Vogelsang b. Weisel (vgl. FUCHS 1899):

H. assimilis (FUCHS) (n)
H. arduennensis antecedens (FRANK) (cc)
S. incerta (FUCHS) (n)
S. humilis (SCUPIN) (n)
 Choneten

v: Neuweger Berg (vgl. FUCHS 1901).

Choneten (r)
 Crinoidenstielglieder
 n. FUCHS (1901): *H. assimilis* (FUCHS)

w: Scheuer (vgl. FUCHS 1901).

H. arduennensis antecedens (FRANK) (n)
 Choneten
 Crinoidenstielglieder
 n. FUCHS (1901): *H. assimilis* (FUCHS)

x: Crinoidenstielglieder (r)

Das Profil läßt den Übergang von der Bornicher Normal- in die geringmächtige Wisper-Fazies gut verfolgen: Südlich des Vogelsang b. Weisel läßt die Fossilführung sprunghaft nach, gleichzeitig löst sich die Serie in einzelne geringmächtige Feinsandstein-Partien auf (v). Im Süden ist nur noch ein geringmächtiger Rest vorhanden (w u. x). Es sind vor allem die liegenden Teile, die von der Auflösung betroffen werden. Mächtigkeit: im Norden ungefähr 300 m, im Süden unter 50 m. Die tonig-schluffig entwickelten oberen Sauerthaler Schichten schrumpfen im Loreley-Gebiet zu einem undeutlichen Rest zusammen, ferner beginnt die Bornicher Biofazies auf die unteren Sauerthaler Schichten überzugreifen (Roßstein, vgl. FUCHS 1899). Sehr mächtig entwickelt sind die unteren Kauber Schichten.

Wir müssen darauf hinweisen, daß wir in diesem Rahmen zahlreiche weitere Fundstellen zwischen den Profil-Bereichen ausgelassen haben.

Die Rhein-Hänge zwischen Loreley und Lorchhausen sind von ENGELS (1955) eingehend untersucht worden. Bei einem Vergleich mit seinen Profilen ergeben sich so weitgehende Unterschiede, daß wir eine größere Querverwerfung in Betracht ziehen. Mit seiner Gliederung sind wir nicht in allen Punkten einverstanden. Von einer Darstellung dieses Bereiches wird daher abgesehen.

H. Palaeogeographie

Wir unterscheiden 3 Fazies-Bereiche der Bornicher Schichten (vgl. Abb. 4): Bornicher Fazies i. e. S., Wisper-Fazies und Aar-Fazies.

Bornicher Fazies i. e. S. Der Bereich wird durch fossilreiche, meist glimmerreiche Feinsandsteine und Schluffsteine mittlerer Mächtigkeit (100–300 m) gekennzeichnet. Tonstein-Einschaltungen treten i. a. zurück. Im Nordwesten konnten wir auf Grund der Schrägschichtung und der Fossil-Regelung eine Einschüttung vorwiegend aus nordwestlicher Richtung feststellen (vgl. Abb. 4). Wir vermuten auf Grund der stratigraphischen Verhältnisse sowie der stark klastischen Ausbildung der nördlich anschließenden Bornhofener Schichten, daß die Feinsande nicht allein aus Süden, sondern zum Teil aus Nordwesten herkommen.

Wisper-Fazies. Kennzeichnend ist eine schwache Fossilführung und besonders geringmächtige Ausbildung (z. T. unter 50 m). Wir vermuten nahezu Stillwasser-Verhältnisse (reichlich Tonstein-Einschaltungen, kaum Zeugnisse stärkerer Turbulenz). Die klastischen Einschüttungen erfolgten vermutlich sowohl aus Nordwesten als auch aus Südosten (vgl. Abb. 4).

Aar-Fazies. Der Bereich wird durch ein auffälliges fazielles Querelement gekennzeichnet: einen südost-nordwest gerichteten mächtigen Feinsand-Schluff-Körper, der auf eine Flußmündung hindeutet. Die Einschüttung erfolgte vorwiegend aus Südosten (vgl. Abb. 4). Im Osten scheint sich wieder ein Stillwasser-Bereich anzuschließen (häufig Tonstein-Einschaltungen). Aus dem Gesamtbild glauben wir eine generell kreisende Wasserbewegung herauslesen zu können (vgl. Abb. 4).

Das palaeogeographische Bild ist sicher durch tektonische Ereignisse in geringerem Umfange verzerrt worden. Die Frage, wie weit zusätzlich eine Zerstückerung durch Blatt- oder Diagonal-Verschiebungen eingetreten ist, läßt sich vorerst nicht beantworten. Für Verschiebungen großen Ausmaßes sehen wir mindestens keine positiven Anhaltspunkte.

I. Tektonische Grundzüge des bearbeiteten Gebietes

Das Gebiet ist im Verlauf der Tektogenese in ein kompliziertes Schuppen-System verschiedenster, aber deutlich abgestufter Größenordnungen zerlegt worden (vgl. Abb. 2 u. 5). Wir unterscheiden folgende Struktur-Großelemente:

Norden. Katzenelnbogener Antiklinale (westlichster Ausläufer: Bornicher Schichten der Loreley). Südlich anschließend Hahnstättener Mulde (westliche Begrenzung: Lierschieder Quersprung).

Zentraler Teil des Gebietes. Hohensteiner Antiklinale (östliche Begrenzung: Quersprung-System der Idsteiner Senke).

Süden. Unterems-Mulde von Seitzenhahn-Hausen v. d. H. Südlich anschließend Taunus-Hauptsattel.

Das Gebiet wird vor allem von zwei Verwerfungssystemen beherrscht: einem System streichender bis flach-diagonaler Verwerfungen sowie einem Quersprung-System. Einzelne dieser Verwerfungen erreichen sehr beträchtliche Sprunghöhen, vor allem die streichenden Großverwerfungen im Norden und Süden. Nach unseren Beobachtungen fällt die Entstehung und Wirksamkeit dieser Verschiebungen über-

wiegend in den älteren bis ältesten Abschnitt der Tektogenese (die Schubbahnen sind häufig stark überprägt bzw. gefaltet). Eine synsedimentäre Anlage halten wir für wahrscheinlich.

Die einzelnen Schuppen werden in sich durch zahlreiche kleinere Verschiebungen zerlegt (vgl. Abb. 3). Wir haben einmal versucht, die Strukturen des Gebietes kartennmäßig darzustellen (Abb. 5), da bisher nichts derartiges vorliegt. Dabei mußten wir eine Fazies-Grenze benutzen. Die Unsicherheit, die daraus resultiert, dürfte einige hundert Meter ausmachen, was zu beachten ist. Die Gesteine sind ferner transversal

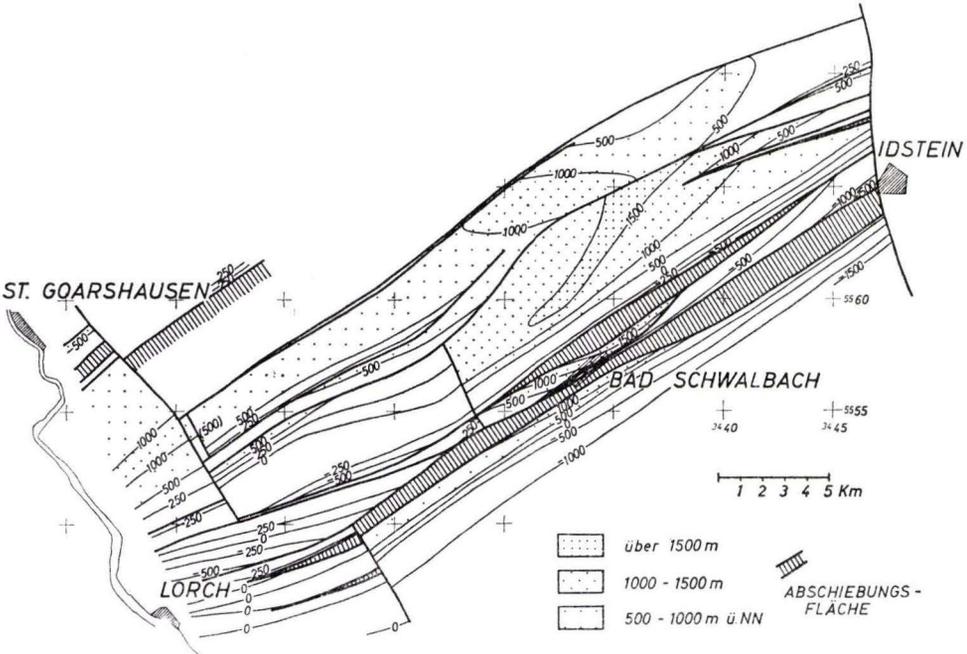


Abb. 5. Strukturkarte des Hunsrücksschiefer-Gebietes zwischen Rhein und Idsteiner Senke. Höhe Oberkante Bornicher Schichten. Beachte: Faziesgrenze!

oder schichtparallel geschiefert und interdeformiert worden (mit Ausnahme der glimmerarmen Feinsandsteine), außerdem mehr oder weniger spezialgefaltet oder gewellt. Darüber hinaus tritt vor allem im Südosten noch eine zweite Schieferung (Schubklüftung) auf. Wir betrachten die Schieferung und Schieferungs-Verfaltung in erster Linie als Ausdruck flacher bis horizontaler Bewegungen (?Schwere-Gleitung). Wie deformierte U-Bauten usw. übereinstimmend zeigen, ist das Hangende einheitlich nach Nordwesten bewegt worden. Für die Transversalschieferung ergibt sich eine steile Anlage (vgl. SPERLING 1958).

Im gesamten Gebiet macht sich eine Quer-Dehnung bemerkbar (Quer-Spalten in den sandigen Gesteinen, Fossil-Deformation), die z. T. durch achsiale Wellung und ein „Schlingern“ im Streichen wieder kompensiert wird. In jüngerer und jüngster Zeit scheinen vor allem Verschiebungen auf den Quersprüngen stattgefunden zu haben.

Zusammenfassung

Die Bornicher Schichten sind eine feinsandig-schluffige marine Bildung mit eigentümlicher Biofazies.

Ein charakteristisches Element bildet die Spiriferen-Fauna, insbesondere die sonst nahezu unbekannt Form *Hysterolites assimilis* (FUCHS).

H. assimilis ist nicht auf die Siegen-Stufe beschränkt. Er reicht, wenn auch sehr selten, ins Porphyroid-führende Unterems hinauf. Nach unseren Untersuchungen gehört *H. assimilis* zur *pellico*-Gruppe.

Für die *subcuspidatus*-Gruppe schlagen wir anstelle von *Spinocyrtia* die Bezeichnung *Subcuspidella* vor. *Spinocyrtia* weicht in der Feinskulptur stark ab.

Ein Fund von *H. hystericus* SCHLOTH. belegt das Siegen-Alter der Bornicher Schichten; genauer lassen sie sich auf Grund sämtlicher Befunde in die mittlere Ulmen-Gruppe einstufen. Als hohe Ulmen-Gruppe fassen wir den Zeitraum zwischen dem Erlöschen von *H. hystericus* und *H. prohystericus* auf. In nordwestlicher Richtung sinken die Bornicher Schichten bzw. die Bornicher Fazies allmählich in tiefere Stockwerke der mittleren Ulmen-Gruppe ab.

Unterlagernde Schichtserie: obere bzw. stellenweise untere Sauerthaler Schichten.

Überlagernde Schichtserie: untere Kauber Schichten (nicht Eeg-Schichten).

Die Bornicher Schichten sind also ein Schichtglied des Hunsrückschiefers (mittlere und hohe Ulmen-Gruppe). Biofazielle und fazielle Besonderheiten: sehr starke Frachtsonderung, Faunen-Verarmung in östlicher Richtung, starker seitlicher Fazieswechsel, erheblich schwankende Mächtigkeit (zwischen 30 und 500 m).

Wir unterscheiden drei Fazies-Bereiche: Bornicher Fazies i. e. S. (z. B. Loreley-Gebiet), Wisper-Fazies (geringe Mächtigkeit) und Aar-Fazies (südöstlicher Teil des Gebietes). Im Bereich der Aar-Fazies stellten wir einen quer ausgerichteten Feinsandkörper großer Mächtigkeit fest, der auf eine Flußmündung hindeutet.

Aus den Einschüttungs-Richtungen wird auf kreisende Wasserbewegungen geschlossen.

Die Tektonik des Gebietes wird von großen Verwerfungen sowie einem Schuppenbau verschiedener Größenordnungen beherrscht. In strukturellem Sinne lassen sich folgende Groseinheiten unterscheiden (von Norden nach Süden): Katzenelnbogener Sattel, Hahnstättener Mulde, Hohensteiner Sattel, Seitzenhahn-Hausener Mulde, Taunus-Hauptsattel.

Schriftenverzeichnis

- BEHR, J. & DIENST, P.: Nachruf auf Alexander Fuchs. — Jb. preuß. geol. L.-A. f. 1935, 56, S. 37—58, Berlin 1936.
- BREDDIN, H.: Die tektonische Deformation der Fossilien im Rheinischen Schiefergebirge. — Z. deutsch. geol. Ges., 106, S. 227—305, Hannover 1956.
- DAHMER, G.: Die Fauna der obersten Siegener Schichten von der Unkelmühle bei Eitorf a. d. Sieg. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F. 168, Berlin 1936.
- ENGELS, B.: Zur Tektonik und Stratigraphie des Unterdevons zwischen Loreley und Lorchhausen am Rhein (Rheinisches Schiefergebirge). — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 14, Wiesbaden 1955.
- Über die Fazies des Hunsrückschiefers. — Geol. Rdsch., 45, S. 143—150, Stuttgart 1956.

- FUCHS, A.: Das Unterdevon der Loreleygegend. — Jb. nass. Ver. Naturk., **52**, S. 1—96, Wiesbaden 1899.
- Über neuere Beobachtungen im Unterdevon der Loreleygegend (Mittelrhein). — Jb. nass. Ver. Naturk., **54**, S. 41—49, Wiesbaden 1901.
- Die Stratigraphie des Hunsrückschiefers und der Unterkoblenzschichten am Mittelrhein nebst einer Übersicht über die spezielle Gliederung des Unterdevons mittelhessischer Fazies und die Faziesgebiete innerhalb des rheinischen Unterdevons. — Z. deutsch. geol. Ges., **59**, S. 96—119, Berlin 1907.
- Der Hunsrückschiefer und die Unterkoblenzschichten am Mittelrhein (Loreleygegend). I. Teil. Beitrag zur Kenntnis der Hunsrückschiefer- und Unterkoblenzfauna der Loreleygegend. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F. **79**, Berlin 1915.
- Versuche zur Lösung des Hunsrückschieferproblems. — Sber. preuß. geol. L.-A., **5**, S. 231—245, Berlin 1930.
- FUCHS, A. & LEPLA, A.: Erl. geol. Kte. Preußen etc. 1:25 000, Bl. Bad Schwalbach, Berlin 1930.
- HANNAK, W.: Zur Geologie an der unteren Lahn zwischen Laurenburg und Bad Ems. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **87**, S. 293—316, Wiesbaden 1959.
- HOLZAPFEL, E.: Erl. geol. Kte. Preußen etc. 1:25 000, Bl. St. Goarshausen, Berlin 1904.
- HOLZAPFEL, E. & LEPLA, A.: Erl. geol. Kte. Preußen etc. 1:25 000, Bl. Algenroth, Berlin 1904 (a).
- Erl. geol. Kte. Preußen etc. 1:25 000, Bl. Caub, Berlin 1904 (b).
- JENTSCH, ST.: Die Moselmulde und ihre südöstlichen Randstrukturen zwischen Lahn und Westerwald. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **88**, S. 190—215, Wiesbaden 1960.
- JUNG, H.: Zur Tektonik des Devons im Rheingebirge im Rheindurchbruch bei Bingen-Rüdesheim. — Geol. Rdsch., **44**, S. 223—265, Stuttgart 1955.
- KEGEL, W.: Der Taunusquarzit von Katzenelnbogen. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F. **76**, Berlin 1913.
- KOCH, C. & KAYSER, E.: Erl. geol. Kte. Preußen etc. 1:25 000, Bl. Idstein, Berlin 1886 (a)
- Erl. geol. Kte. Preußen etc. 1:25 000, Bl. Kettenbach, Berlin 1886 (b).
- KUTSCHER, F.: Fossilien aus dem Hunsrückschiefer I. — Jb. preuß. geol. L.-A. f. **1933**, **54**, S. 628—641, Berlin 1934.
- Über eine Fauna im Hunsrückschiefer des Hahnenbachtals. — Z. deutsch. geol. Ges., **86**, S. 141—145, Berlin 1934.
- Das Alter der Bornhofener Schichten (Unterdevon) am Mittelrhein und auf dem Hunsrück. — Ber. Reichsamt Bodenforsch., **9/10**, S. 179—186, Wien 1942.
- LEPLA, A.: Erl. geol. Kte. Preußen etc. 1:25 000, Bl. Preßberg-Rüdesheim, Berlin 1904.
- MICHEL, F. & SCHLOSSMACHER, K.: Erl. geol. Kte. Preußen etc. 1:25 000, Bl. Wehen, Berlin 1932.
- MITTMAYER, H. G.: Die Hunsrückschiefer des südlichen Aartales (Rheinisches Schiefergebirge). Stratigraphie und Tektonik sowie Beiträge zur Palaeontologie und Gefügekunde der Hunsrückschiefer. — Dissertation, Hamburg 1962.
- NÖRING, F. K.: Das Unterdevon im westlichen Hunsrück. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F. **192**, Berlin 1939.
- PAECKELMANN, W.: Beiträge zur Kenntnis devonischer Spiriferen. — Abh. Reichsamt Bodenforsch., N. F. **197**, Berlin 1942.
- RÖDER, D. H.: Ulmen-Gruppe in sandiger Fazies (Unter-Devon, Rheinisches Schiefergebirge). — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **31**, Wiesbaden 1960.
- Altersstellung von Bornicher Schichten und Spitznack-Schichten (Unter-Devon). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **90**, S. 165—172, Wiesbaden 1962.
- RÖSLER, A.: Die Fauna aus den „Bornicher Schichten“ (Unter-Devon) des Gemeinde-Steinbruches von Holzhausen a. d. Haide (Blatt Katzenelnbogen/Taunus). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **81**, S. 138—153, Wiesbaden 1953.
- Das Unterdevon am SW-Ende des Taunusquarzit-Zuges von Katzenelnbogen (Rheinisches Schiefergebirge, Taunus). I. Teil: Siegen-Stufe. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **82**, S. 112—137, Wiesbaden 1954.

- Das Unterdevon am SW-Ende des Taunusquarzit-Zuges von Katzenelnbogen (Rheinisches Schiefergebirge, Taunus). 2. Teil: Ems-Stufe. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**, S. 32—84, Wiesbaden 1956.
- SCUPIN, H.: Die Spiriferen Deutschlands. — Pal. Abh., **8**, Jena 1900.
- SHIMER, H. & SHROCK, R.: Index fossils of North America. — Mass. Inst. Techn., **6**. Pr., New York 1959.
- SPERLING, H.: Geologische Neuaufnahme des östlichen Teiles des Blattes Schaumburg. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **26**, Wiesbaden 1958.
- SPRIESTERSBACH, J. & FUCHS, A.: Die Fauna der Remscheider Schichten. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F. **58**, Berlin 1909.
- SOLLE, G.: Obere Siegener Schichten, Hunsrückschiefer, tiefstes Unterkoblenz und ihre Eingliederung ins rheinische Unterdevon. — Geol. Jb. f. 1949, **65**, S. 299—380, Hannover 1951.
- Die Spiriferen der Gruppe *arduennensis-intermedius* im rheinischen Devon. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **5**, Wiesbaden 1953.
- Synsedimentäre Bruchtektonik im Südwest-Teil der rheinischen Geosynklinale im epirogenen Stadium. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **88**, S. 343—360, Wiesbaden 1960.
- *Hysterolites hystericus* (SCHLOTHEIM) [Brachiopoda; Unterdevon], die Einstufung der oberen Graptolithen-Schiefer in Thüringen und die stratigraphische Stellung der Zone des *Monograptus hercynicus*. — Geol. Jb., **81**, S. 171—220, Hannover 1963.
- ZINSER, R.: Das Unter-Devon im Bereich des Lützelsoons (Siegen-Stufe, Hunsrück; südliches Rheinisches Schiefergebirge). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 92—118, Wiesbaden 1963.

Manuskript eingegangen am 29. 7. 1964

Zur Stratigraphie des Oberdevons und des älteren Unterkarbons und zur Frage der bretonischen Faltung im nördlichen Kellerwald

Von

MANFRED HORN, Wiesbaden

Mit 1 Tabelle

Kurzfassung: Neue Conodonten- und Ostracodenfunde ermöglichen eine biostratigraphische Gliederung des Oberdevons und des älteren Unterkarbons (*Gattendorfia*-Stufe und untere *Pericyclus*-Stufe) im nördlichen Kellerwald. Anzeichen für eine bretonische Faltung (MEISCHNER 1960) sind nicht vorhanden. Eine Transgression der Liegenden Alaunschiefer ist nicht nachweisbar.

Seit der ersten umfassenden Bearbeitung des klastischen Devons im nördlichen Kellerwald durch DENCKMANN (1894, 1901) ist das Oberdevon-Gebiet westlich und nordwestlich von Bad Wildungen mehrfach Gegenstand eingehender geologischer Untersuchungen gewesen (DAHLGRÜN 1932, 1936, BÖGER 1960, MEISCHNER 1960). Eine stratigraphische Gliederung des Oberdevons ist jedoch nur in beschränktem Umfang vorgenommen worden, da bis dahin nur ein Fossilfund DAHLGRÜNS (1936, S. 31) bekannt war. Diese scheinbare Fossilarmut und die intensive Tektonik des Gebietes haben dagegen zur Annahme stärkerer bretonischer Bewegungen geführt (MEISCHNER 1960).

Die Neukartierung des Oberdevons auf Bl. Bad Wildungen in jüngster Zeit hat zahlreiche neue Fossilfunde ergeben, durch die eine biostratigraphische Gliederung des Oberdevons und des älteren Unterkarbons und eine Klärung der Frage der bretonischen Faltung möglich sind.

Bei den Fossilien handelt es sich zum größten Teil um Conodonten und Ostracoden in Schiefererhaltung. Kalke sind in den klastischen Gesteinen selten. Die Conodonten sind fast immer schlecht erhalten und lassen deshalb in einigen Fällen keine ganz eindeutigen Bestimmungen zu. In die Fossilisten sind aus Platzgründen nur die stratigraphisch wichtigen Formen aufgenommen worden.

Die Ostracoden, Tentaculiten und Trilobiten wurden von Herrn Dr. A. RABIEN, Wiesbaden, bestimmt, dem dafür sowie für zahlreiche Hinweise auch an dieser Stelle gedankt sei. Den Herren Dr. KREBS, Darmstadt, Dr. MEISCHNER, Göttingen und Dr. STOPPEL, Hannover danke ich für klärende Diskussionen anlässlich einer Exkursion in diesem Gebiet.

Stratigraphie

Im Oberdevon sind im nördlichen Kellerwald überwiegend klastische Sedimente abgelagert worden. Nur in der Mittleren Adorf-Stufe und in der Hemberg-Stufe macht sich ein stärkerer Kalkgehalt bemerkbar, der stellenweise zur Ausbildung von Kalkknotenlagen

und dünnen Kalkbänken geführt hat. Die Gesteine der Mittleren Adorf-Stufe, der Hemberg-Stufe sowie die der Dasberg-Stufe zeigen auch am meisten Ähnlichkeit mit gleichaltrigen Gesteinen der Waldecker und der Wittgensteiner Hauptmulde.

Abgesehen von den kieseligen Schwarzschiefern der Unteren Adorf-Stufe, die zum ultra-hercynischen Faziesbereich (H. SCHMIDT 1962, S. 227) gestellt werden müssen, handelt es sich bei den Gesteinen des jüngeren Oberdevons um Sedimente in hercynischer Fazies, die in einem nur wenig gegliederten Becken abgelagert wurden.

Tab. 1. Schichtenfolge des Oberdevons und älteren Unterkarbons im nördlichen Kellerwald auf Bl. Bad Wildungen.

Unterkarbon	II	Alaunschiefer	<i>Liegende Alaunschiefer</i>
	I	Sandige Tonschiefer, z.T. gebleicht	<i>Hangenberg-Schichten</i>
Oberdevon	VI	Flaserige Tonschiefer mit Wulstsandsteinen	<i>Dasberg-/ Wocklumer Schichten</i>
	V		
	IV	Rotschiefer Grüne Schiefer	<i>Hemberg - Schichten</i>
	III	Gelbgraue Schluff- und Feinsandsteine	
	II	Sandsteine Grüne Tonschiefer	<i>Nehdener Schichten</i>
	I	Flaserige Tonschiefer Karbonatische Bänderschiefer Plattige Tonschiefer Kieselige Bänderschiefer	<i>Adorfer Schichten</i>

1. Adorfer Schichten

Die Untere Adorf-Stufe und zum Teil auch noch das oberste Mitteldevon werden in dem untersuchten Gebiet durch schwarze und graue, feinsandige, kieselige, pyritreiche, häufig Styliolinen und Tentaculiten führende gebänderte Schiefer vertreten. Sie fallen durch ihre hellgraue bis silbrige Verwitterungsfarbe und ihren kleinplattigen Zerfall auf und sind im Gelände leicht zu erkennen. Die Schiefer sind meist mehr oder weniger kieselig; reine Lydite sind jedoch nicht vorhanden. Stellenweise finden sich dünne hellgraue oder grünliche, zum Teil seifige Beläge, wahrscheinlich tuffitische Lagen. Die Untergrenze der Adorf-Stufe läßt sich nicht sicher festlegen. Sie liegt nach den vorliegenden Conodontenfunden im unteren Teil der kieseligen schwarzen Bänderschiefer, deren größter Teil damit in die Adorf-Stufe gehört. Als ein petrographisches Merkmal zur Unterscheidung der Adorf-Bänderschiefer von denen des

Mitteldevons kann der im Adorf zurücktretende Sandgehalt der Schiefer herangezogen werden.

Im untersten Teil der kieseligen Bänderschiefer wurde am Osthang des Angstberges *Polygnathus asymmetrica ovalis* ZIEGLER & KLAPPER, südlich Gellershausen und am Hasenlauf östlich Kleinern *Polygnathus cristata* HINDE gefunden. Ein sehr ergiebiger Fundpunkt liegt südöstlich Frebershausen auf Bl. Fürstenberg (R 99840 H 62690). Dort waren in einem Schurfgraben schwarze kieselige Schiefer aufgeschlossen, die u. a. eine reiche Conodonten-Fauna geliefert haben:

Ancyrodella nodosa ULRICH & BASSLER
Palmatolepis gigas MILLER & YOUNGQUIST?
Palmatolepis transitans MÜLLER
Polygnathus asymmetrica ovalis ZIEGLER & KLAPPER
Polygnathus asymmetrica asymmetrica (BISCHOFF & ZIEGLER)
Polygnathus cristata HINDE?

Danach umfaßt der tiefere Teil der Bänderschiefer die Untere *asymmetrica*- bis Untere *gigas*-Zone der Conodonten-Chronologie. Neben den Conodonten kommen hier Schuppenreste von Fischen, zahlreiche Exemplare einer kleinen *Posidonia* und vereinzelte Anaptychen vor.

An der Forststraße am Südhang des Angstberges (Bl. Bad Wildungen R 01980 H 65520)¹⁾ stehen schwarze harte Schiefer an, die eine sehr schlecht erhaltene Ostracoden-Fauna der Unteren Adorf-Stufe enthalten:

Ungerella latesulcata (PAECKELMANN)
Ungerella torleyi (MATERN)?
Ungerella triangulata (RABIEN)?
Entomozoidae indet.
Styliolinidae indet. (massenhaft, ungerregelt).

Die kieseligen Bänderschiefer werden am Angstberg, dem biostratigraphisch am besten belegten Profil des Oberdevons, von olivgrauen und grünlichen, feinsandigen Tonschiefern überlagert, deren gute Spaltbarkeit Anlaß zu einem kurzlebigen Dachschieferabbau gegeben hat. Sie sind in einem Bruch am Südhang des Angstberges aufgeschlossen. Sehr ähnliche graue Schiefer sind im Osten des Untersuchungsgebietes am Rabenstein aufgeschlossen. Außer einigen Lebensspuren führen sie keine Fossilien.

Wieweit die schwarzen Tonschiefer, die zwischen Ebach- und Tiefenbachquelle als Dachschiefer abgebaut worden sind, diesen Schiefer entsprechen, oder ob sie noch ins oberste Givet gehören (MEISCHNER 1960, S. 50), läßt sich wegen des Fehlens an stratigraphisch brauchbaren Fossilien nicht entscheiden. Sie enthalten lagenweise massenhaft ungerregelte Styliolinen und Tentaculiten. Die eingeschalteten kalkigen, z. T. wulstigen Sandsteine und die zahlreichen Lebensspuren (u. a. *Nereites*) weisen jedoch auf andere Ablagerungsbedingungen als die der kieseligen Bänderschiefer hin.

Am Angstberg liegen über den Dachschiefern dunkle, feinsandige, kalkige, gebänderte Tonschiefer, die an verschiedenen Lokalitäten auf Bl. Wildungen Ostracoden-

¹⁾ Alle folgenden Rechts- und Hochwerte beziehen sich auf Bl. Bad Wildungen.

faunen der Mittleren Adorf-Stufe geliefert haben. Im einzelnen handelt es sich um folgende Fundpunkte:

1. Gipfel des Angstberges bei Gellershausen (R 01900 H 65780),
2. Straßenböschung der Kreisstraße dicht westlich vom Ortsausgang Kleinern (R 04030 H 67360),
3. Feldrain 200 m östlich P. 283,8 nördlich Kleinern (R 04440 H 68200),
4. Weg westlich der Spitze südlich Kleinern (R 03720 H 66940).

Die Fauna setzt sich folgendermaßen zusammen:

Bertillonella (Rabienella) cicatricosa (MATERN)
Entomozoe (Nehdentomis) tenera (GÜRICH)
Entomozoe (Nehdentomis) pseudophthalmus (VOLK)
Entomozoe (Nehdentomis) pseudorichterina (MATERN)
Richterina (Volkina) zimmermanni (VOLK)
Ungerella calcarata (REINH. RICHTER)
Polygnathus asymmetrica asymmetrica (BISCHOFF & ZIEGLER)
Palmatolepis martenbergensis MÜLLER
Homoctenus tenuicinctus (F. A. ROEMER)
Tentaculites deubeli ZAGORA?

Diese Bänderschiefer sind in ihrem Habitus sehr ähnlich den Bänderschiefern der Mittleren Adorf-Stufe in der Waldecker Hauptmulde. Auch das Massenvorkommen von Ostracoden, Styliolinen und Tentaculiten ist hier ebenso wie in der Waldecker Hauptmulde charakteristisch. Infolge der schlechten Aufschlußverhältnisse konnten sie im untersuchten Gebiet bisher nur in den vier erwähnten Stellen nachgewiesen werden. Ihre gleichförmige Ausbildung legt aber die Vermutung nahe, daß sie im ganzen nördlichen Kellerwald gleichmäßig vertreten sind.

Die Obere Adorf-Stufe ließ sich nicht durch Fossilfunde nachweisen. Die graugrünen, feinsandigen, flaserigen Tonschiefer, die die Bänderschiefer der Mittleren Adorf-Stufe überlagern, haben bisher keine bestimmbareren Fossilien geliefert.

2. Nehdener Schichten

Die Nehden-Stufe ist im nördlichen Kellerwald durch Tonschiefer und glimmerreiche Sandsteine und Arkosen vertreten. In diese Stufe gehören im Gebiet zwischen Gellershausen und Mehlen der untere Teil der „Aschkuppen-Gesteine“ DENCKMANN'S. Unter diesem Namen hatte DENCKMANN (1901, S. 51) die sandigen Gesteine des jüngeren Oberdevons zusammengefaßt, die er als Einlagerungen in seinen roten und grünen Cypridinen-Schiefern ansah. DAHLGRÜN (1936, S. 31) stellte die Sandsteine und Schiefer im Liegenden der Rotschiefer in die Nehden-Stufe und wies die Rotschiefer und die jüngeren oberdevonischen Gesteine der Hemberg- und Dasberg-Stufe zu, die er durch den Fund von *Richterina striatula* (REINH. RICHTER) nachgewiesen hatte.

Im Gebiet des Wese-Tals beginnt die Nehden-Stufe mit dünnplattigen, olivgrünen Tonschiefern, in die dünne, z. T. karbonatische Sandsteine eingelagert sind. Mehrere Fundpunkte in diesen Schichten am Angstberg (R 01720 H 65690), an dem bereits erwähnten Feldrain nördlich Kleinern (R 04440 H 68200) und in etwas jüngeren

Schiefern südwestlich Kleinern (R 03 600 H 66 940) haben Fossilien der Nehden-Stufe geliefert:

- Trimercephalus mastophtalmus* (REINH. RICHTER)
Entomozoe (Richteria) serratostrata (G. SANDBERGER)
Entomozoe (Nehdentomis) nehdensis (MATERN)
Entomozoe (Nehdentomis) tenera (GÜRICH)
Entomozoe (Nehdentomis) tenera vel tenuistriata (MATERN)
Kloedenia dillensis (MATERN)
Palmatolepis glabra pectinata ZIEGLER
Palmatodella sp.
Polygnathus sp.

Zum Hangenden schalten sich in diese Schiefer glimmerreiche, fein- bis mittelkörnige Sandsteine ein, die im höheren Teil der Nehden-Stufe über 1 m mächtige Bänke bilden können. Sie sind vor allem in ihrem unteren Teil sehr reich an Pflanzenresten. Bei der Kartierung konnten sie am ganzen Nordrand des Kellerwaldes in mehr oder weniger gleichförmiger Ausbildung festgestellt werden. Ihre Mächtigkeit schwankt stark. Am Kahlenberg südlich Kleinern sind sie z. B. nur wenige Meter mächtig, während sie dicht östlich und westlich dieses Gebietes auf mindestens 15 bis 20 m anschwellen. Die auffällige Schwankung ist hier aber wahrscheinlich auf tektonische Unterdrückung zurückzuführen.

Westlich Bad Wildungen auf dem Hundsdorfer Sattel DAHLGRÜNS (1937, S. 614) sind die Sandsteine über den Schiefen der Adorf-Stufe als grobkörnige, fast konglomeratische Arkosen ausgebildet, am größten am Ostfuß des Wildunger Hombergs. Sie gleichen den groben, unreinen, feldspatreichen Sandsteinen von der Aschkoppe südwestlich Hundsdorf (Bl. Armsfeld), sind aber nur im Kernbereich des Hundsdorfer Sattels vorhanden. Nördlich ihres Verbreitungsgebietes stehen dagegen nur die bereits beschriebenen fein- bis mittelkörnigen Sandsteine an.

Infolge des Fehlens jeglicher Fossilfunde in der nächsten Umgebung der groben Sandsteine lassen sie sich nicht sicher einstufen. Sie liegen über den Adorf-Bänderschiefen und gehen nach oben in gut gebankte mittelkörnige Sandsteine über, die mit dünnen harten Tonschiefern wechsellagern. Mächtige Intrusiv-Diabase in diesem Gebiet erschweren darüber hinaus die Klärung ihres stratigraphischen Zusammenhangs. Am Wildunger Homberg und nordwestlich Reitzenhagen wird die Sandsteinserie von den Liegenden Alaunschiefern bzw. den Kieselschiefern des Unterkarbons überlagert; häufig sind in diesem Bereich Diabase eingeschaltet. Die schlechten Aufschlußverhältnisse lassen jedoch keine Entscheidung zu, ob der Kontakt zwischen den Sandsteinen und den Liegenden Alaunschiefern bzw. den Kieselschiefern auf tektonische Ursachen oder auf eine Transgression des Unterkarbons zurückzuführen ist. Das Vorkommen von fraglichen Hangenberg-Schichten zwischen den Diabasen am Ostfuß des Hombergs spricht allerdings mehr für die erste Annahme.

Im höheren Teil der Sandsteinserie sind bei Reitzenhagen wulstige glimmerreiche Sandsteinbänke vorhanden, die mit harten roten Schiefen wechsellagern. Die Schiefer sind stellenweise sehr reich an Lebensspuren und führen einzelne, schlecht erhaltene Conodonten. Vom Südhang des Ziegenberges nördlich Reitzenhagen stammt eine Schieferplatte aus dem höheren Teil dieser Sandstein/Tonschiefer-

Wechsellagerung mit zahlreichen, z. T. sehr schlecht erhaltenen Conodonten, u. a.

Palmatolepis distorta BRANSON & MEHL.

Palmatolepis rugosa grossi ZIEGLER?

Palmatolepis sp. indet.

Palmatodella cf. *delicatula* ULRICH & BASSLER

Dieser Fund erlaubt eine Einstufung wenigstens des oberen Teils der Sandstein-Serie mit den Rotschiefern und den Wulstsandsteinen in die Hemberg-Stufe und macht es wahrscheinlich, daß ihre tieferen Partien mit den grobkörnigen feldspat-reichen Sandsteinen in die Nehden-Stufe gehören. Damit wird die Vermutung H. SCHMIDTS (1933, S. 7) und STOPPELS (1961, S. 63) bestätigt, daß die Aschkuppen-Gesteine außer der Nehden-Stufe noch jüngeres Oberdevon umfassen.

An der Nordflanke des Hundsdorfer Sattels im Bereich des Wese-Tals werden die Sandsteine der Nehden-Stufe überlagert von gelbgrauen, flaserigen Tonschiefern und Schluffsteinen, die am Angstberg eine Fauna der Grenzschichten Nehden/Hemberg geliefert haben. Hier geht also die charakteristische Sandschüttung der „Aschkuppen-Gesteine“ nicht über die Nehden-Stufe hinaus. Die im höheren Oberdevon vorhandenen Sandsteine sind ohne Schwierigkeiten von denen der Nehden-Stufe zu unterscheiden.

3. Hemberg-Schichten

Die Nehden-Sandsteine gehen im Hangenden in gelbgraue, sandige, flaserige Tonschiefer und Schluffsteine über, die eine für die Grenzschichten Nehden-/Hemberg-Stufe (wahrscheinlich untere Hemberg-Stufe) charakteristische Fauna enthalten:

Entomozoe (Richteria) serratostrata (G. SANDBERGER)

Richteria (Richteria) striatula (REINH. RICHTER)?

Richteria (Richteria) cf. *tenuistriata* KUMMEROW

Richteria (Fossirichteria?) cf. *intercostata* (MATERN)

Palmatolepis distorta BRANSON & MEHL,

wurden am Nordwesthang des Angstberges (R 01600 H 65720) gefunden.

Die flaserigen Tonschiefer und Schluffsteine werden überlagert von grüngrauen, z. T. karbonatischen Tonschiefern, deren Karbonatgehalt sich bis zu Kalkknoten-lagen steigern kann. Darüber liegen Rotschiefer, die sich vom Westrand des Blattes Wildungen bis in das Gebiet südöstlich Mehlen nachweisen lassen. Hier im Osten treten sie zugunsten der gelben Schluffsteine und brauner flaseriger Tonschiefer zurück und sind nur noch in sehr geringer Mächtigkeit vorhanden. Im Westen sind sie am Kahlenberg und am Angstberg besonders mächtig. Die Rotschiefer am Ostrand des Untersuchungsgebietes sind petrographisch deutlich verschieden von denen des Angstberges. Es muß angenommen werden, daß die Mächtigkeitsabnahme der Rotschiefer nach Nordosten hin primär ist und nicht auf tektonische Ursachen zurückgeführt werden kann.

In allen Gesteinen der Hemberg-Stufe sind Fossilien gefunden worden. DAHLGRÜN (1936, S. 31) hatte bereits am Rabenstein südwestlich Mehlen in gelbgrauen Sand-flaserschiefern der Hemberg-Stufe *Richteria striatula* (REINH. RICHTER) gefunden und damit das jungoberdevonische Alter dieser Schichten nachgewiesen. Von diesem

Fundpunkt und von weiteren am Nordhang des Angstberges (R 01 930 H 66500) und am Südhang des Kahlenberges (R 03 110 H 66430) stammt folgende Fauna:

- Richterina (Richterina) striatula* (REINH. RICHTER)
Richterina (Richterina) cf. tenuistriata (KUMMEROW)
Richterina (Fossirichterina) intercostata MATERN
Richterina (Fossirichterina?) cf. intercostata (MATERN)
Amphissites bispinosus BLUMENSTENGEL
Palmatolepis distorta (BRANSON & MEHL)
Palmatolepis rugosa grossi ZIEGLER
Polylophodonta linguiformis (BRANSON & MEHL)
Polygnathus nodocostata nodocostata HELMS
Palmatolepis sp. sp.
Posidonia venusta (MÜNSTER)

Hiernach scheinen die Rotschiefer erst im höheren Teil der Hemberg-Stufe einzusetzen, während die untere Hemberg-Stufe durch die gelben sandigen Tonschiefer und Schluffsteine sowie durch die grünen Tonschiefer vertreten ist. Am Rabenstein wurden in den jüngeren Sandflaserschiefer dieser Stufe in einem kleinen Bruch an der Forststraße Kleinern – Affoldern Conodonten gefunden, u. a.

- Palmatolepis distorta* BRANSON & MEHL
Palmatolepis rugosa grossi ZIEGLER
Palmatolepis quadrantinodosa marginifera ZIEGLER
Ozarkodina sp.,

eine Fauna der unteren Hemberg-Stufe.

Nach der Verbreitung der Gesteine der Hemberg-Stufe im Bereich des Wese-Tals lassen sich zwei verschiedene Sedimentationsgebiete erkennen. Während im Westen grüne und rote Tonschiefer abgelagert wurden, liegen im Osten am Rabenstein im gleichen stratigraphischen Niveau mächtige gelbgraue Tonschiefer und Schluffsteine, die nur mit einzelnen feinkörnigen Sandsteinbänken wechsellagern. Die Tonschiefer sind auch im Westen an der Basis der Hemberg-Stufe vorhanden, schwellen aber im Gebiet des Rabensteins zu größerer Mächtigkeit an, während die Rotschiefer hier zurücktreten. Die Obergrenze der gelbgrauen Tonschiefer ist nicht bekannt. Es muß angenommen werden, daß sie noch in die Dasberg-Stufe hineinreichen.

4. Dasberg-/Wocklumer Schichten

Das jüngere Oberdevon über der Hemberg-Stufe hat bisher keine sicher bestimm-
baren Fossilien geliefert. Deshalb sind wir bei der Einstufung der Gesteine zwischen Hemberg-Stufe und Unterkarbon vorläufig noch auf Vermutungen und auf Vergleiche mit anderen Teilen des Rheinischen Schiefergebirges angewiesen. Im einzelnen folgen in den verschiedenen Profilen am Nordrand des Hundsdorfer Sattels über den Hemberg-Schichten folgende Gesteine:

a) Am Angstberg bei Gellershausen liegen über den Rotschiefern der Hemberg-Stufe olivgrüne und braune milde Tonschiefer, in die einzelne karbonatische Sandsteinbänke eingelagert sind. In dem tektonisch stark beanspruchten Gebiet ist nur der untere, kleinere Teil der Dasberg-Stufe erhalten. Die Schiefer und Sandsteine grenzen an einer Störung an die Liegenden Alaunschiefer. Fossilien wurden in diesem Bereich bisher nicht gefunden.

Erst nördlich des Wesetals ist die normale Unterlagerung der Liegenden Alaunschiefer vorhanden. Hier treten allerdings nur noch unterkarbonische Schichten (zeitliche Äquivalente des Hangenberg-Kalkes) unter den Liegenden Alaunschiefern auf.

b) Am Nordhang des Kahlenbergs südwestlich Kleinern ist ein Profil von den Rotschiefern der Hembergstufe bis in die Liegenden Alaunschiefer aufgeschlossen. Allerdings ist auch hier die Grenze zu den Liegenden Alaunschiefern gestört. Über den Rotschiefern folgen hier blaugraue, harte scharfkantig brechende Tonschiefer mit mm-dicken Feinsandbändchen. Im höheren Teil treten dünne glimmerreiche Sandsteinbänke auf, die an einigen Stellen Sedifluktionerscheinungen zeigen. Der Übergang zu den Liegenden Alaunschiefern ist nicht aufgeschlossen. Die Tonschiefer haben mehrere Conodontenbruchstücke geliefert, die aber nicht bestimmbar sind.

c) Am Ostrand des untersuchten Gebietes dicht westlich der Kellerwaldrandstörung schließt ein Hangweg am Osthang des Rabensteines ein Profil auf, das von den Adorf-Bänderschiefern bis in die Liegenden Alaunschiefer reicht. Im Bereich der Dasberg-Stufe stehen hier olivgrüne, dünnplattige, milde Tonschiefer an, die mit dünnen Sandsteinbänkchen wechsellagern. Die Sandsteine sind feinkörnig und glimmerreich und zeigen Sedifluktionerscheinungen. Diese Schichten gehen im Hangenden in graue feinsandige Tonschiefer über, die mit den Hangenberg-Schichten der Waldecker Hauptmulde zu vergleichen sind. Die Hangenberg-Schichten werden normal von Liegenden Alaunschiefern überlagert.

Zwischen Hemberg-Stufe und Unterkarbon liegt also eine mächtige Folge von Tonschiefern und Sandsteinen, die von den unterkarbonischen Sedimenten normal überlagert wird. Die Tonschiefer/Sandstein-Wechsellagerung hat große Ähnlichkeit mit den Dasberg/Wocklum-Schichten in der Waldecker Hauptmulde und im südlichen Sauerland. Aus Analogiegründen und wegen ihrer Stellung im Profil des Oberdevons können daher diese Gesteine der Dasberg- und Wocklum-Stufe zugewiesen werden.

5. Hangenberg-Schichten

Das oben erwähnte Profil am Osthang des Rabensteines enthält zwischen den Dasberg-Schichten und den Liegenden Alaunschiefern eine Folge von grüngrauen, harten, feinsandigen Tonschiefern, deren Mächtigkeit wegen der schlechten Aufschlußverhältnisse nicht sicher abschätzbar ist. Die Tonschiefer sind am Mundloch eines zugefallenen Stollens (R 06260 H 69430) in einer Schichtfolge von ca. 1 m Mächtigkeit aufgeschlossen.

In diesem Profil sind zwei 1–3 mm dicke Lagen von braun gepunktetem Sandstein vorhanden, die massenhaft Bruchstücke von Conodonten enthalten. Die Conodonten sind hier z. T. stark verdrückt und zerbrochen. Einzelne Exemplare konnten isoliert und bestimmt werden:

- Gnathodus kockeli* BISCHOFF
- Hindeodella* sp.
- Ozarkodina regularis* STAUFFER
- Polygnathus pura* VOGES
- Polygnathus inornata* BRANSON
- Pseudopolygnathus triangula inaequalis* VOGES?
- Pseudopolygnathus dentilineata* BRANSON
- Siphonodella duplicata* BRANSON & MEHL

Daneben wurden in schwarzen feinsandigen Lagen zahlreiche kleinwüchsige zweiklappige Exemplare von *Posidonia venusta* (MÜNSTER) sowie einzelne Stücke von *Lingula*

sp. gefunden. Die kleinen zweiklappigen, häufig schlecht erhaltenen Stücke von *Posidonia venusta* sind im Sauerland besonders typisch für die Hangenberg-Schichten (H. SCHMIDT 1924, S. 88).

Nach der Conodontenfauna gehören diese Schichten in die Untere bis Mittlere *Gattendorfia*-Stufe (*kockeli-dentilineata*-Zone bis *Siphonodella-triangula-inaequalis*-Zone VOGES 1960), sind also ein zeitliches Äquivalent des Hangenberg-Kalkes. Das Massenvorkommen der Conodonten in einem relativ groben Sediment weist darauf hin, daß sie sich auf sekundärer Lagerstätte befinden. Ihre verhältnismäßig gute Erhaltung macht jedoch einen längeren Transport unwahrscheinlich (die oben erwähnten Verdrückungen sind auf tektonische Beanspruchung im Kern eines Spezialsattels zurückzuführen).

Ähnliche conodontenreiche Sedimente sind im nördlichen Kellerwald aus diesem stratigraphischen Niveau nicht bekannt. Wahrscheinlich ist die Anhäufung der Conodonten durch eine kurzfristige submarine Erosion nur unwesentlich älterer conodontenreicher Sedimente, unter Umständen sogar Kalke, verursacht worden.

Im übrigen Untersuchungsgebiet ist dieser Profilbereich nicht aufgeschlossen. Zur Klärung der Frage, ob die Liegenden Alaunschiefer normal das Oberdevon überlagern, wurde westlich Gellershausen in ihrer Basis ein Schurf angelegt, der unter den Liegenden Alaunschiefern milde, gebleichte Tonschiefer antraf. In diesem Tonschiefer fand sich eine sehr reiche Conodontenfauna mit

Siphonodella duplicata (BRANSON & MEHL) s. l., sehr häufig
Polygnathus triangula inaequalis VOGES
Ozarkodina regularis STAUFFER
Ligonodina monodontata BISCHOFF & ZIEGLER
Hindeodella sp.

Die Conodonten sind nur als Abdrücke bzw. Hohlräume in dem gebleichten Tonschiefer erhalten. Die Fundschicht liegt 0,5 m unter den Liegenden Alaunschiefern. Nach den Conodonten entspricht die Schicht dem mittleren und oberen Teil der *Gattendorfia*-Stufe (*Siphonodella-triangula-inaequalis*- und *Siphonodella-triangula-triangula*-Zone VOGES 1960).

Die Liegenden Alaunschiefer führen dicht über ihrer Basis in diesem Schurf eine Fauna der *Siphonodella-crenulata*-Zone:

Siphonodella crenulata (COOPER)
Siphonodella duplicata (BRANSON & MEHL)
Pseudopolygnathus triangula pinnata VOGES
Hindeodella sp.
Ligonodina sp.

Die Conodonten sind hier entweder als Abdrücke oder als weißliche Masse in den schwarzen Alaunschiefern enthalten.

Mit diesen Funden ist ein zeitliches Äquivalent des Hangenberg-Kalkes erstmalig im nördlichen Kellerwald nachgewiesen worden. Die Fauna der *Siphonodella-crenulata*-Zone beweist, daß hier wie überall im Rheinischen Schiefergebirge die Sedimentation der Liegenden Alaunschiefer mit dem cu II beginnt (PAPROTH 1960, S. 390). In allen Aufschlüssen in diesem Profilabschnitt ist außerdem keine längere Sedimentations-

unterbrechung nachweisbar. Vielmehr fehlen alle Anzeichen für eine Transgression der Liegenden Alaunschiefer.

Am Ostfuß des Homberges bei Bad Wildungen waren im Kernbereich des Hundsdorfer Sattels in einer Baugrube zwischen mächtigen Diabasen graugrüne harte und splittrige Schiefer aufgeschlossen, die zwar keine Fossilien geliefert haben, jedoch eine auffällige Ähnlichkeit mit den Hangenberg-Schichten vom Osthang des Rabensteins haben. Es handelt sich um eine ca. 7 m mächtige Folge von feingebänderten, feinsandigen, glimmerreichen Schiefen. Fast gleiche Schiefer kommen am Rabenstein in den Hangenberg-Schichten vor. Die Diabase sind massiv und grobkörnig, werden aber am Kontakt zu den Schiefen feinkörnig. Der liegende Diabas grenzt mit einer Störung an die grobkörnigen Sandsteine der Nehden-Stufe, der hangende an Kulm-Kieselschiefer, wobei unklar ist, ob es sich hierbei um eine Störung oder um normale Auflagerung der Kieselschiefer handelt. Die Position der grünen Schiefer und ihre Ähnlichkeit mit den Hangenberg-Schichten des Rabensteins legen die Vermutung nahe, daß sie den Hangenberg-Schichten entsprechen.

Die Grenze Devon/Karbon und die Frage der bretonischen Faltung

Von der Basis der Liegenden Alaunschiefer beschreiben BÖGER (1960, S. 35) und MEISCHNER (1961, S. 53) ein eisenschüssiges Transgressionskonglomerat mit Geröllen devonischer Gesteine. BÖGER gibt als Fundpunkt des Konglomerates einen alten Stollen vom Osthang des Rabensteins an. Bei diesem Stollen handelt es sich um die weiter oben bei den Hangenberg-Schichten bereits beschriebene Lokalität. Dort stehen sandige Tonschiefer der *Gattendorfia*-Stufe an. Nach BÖGER soll hier das brauneisenreiche Konglomerat an der Untergrenze der Liegenden Alaunschiefer abgebaut worden sein. Auf der kleinen Halde vor dem Stolleneingang wurden jedoch keine Reste des Konglomerates gefunden. Auch in der Umgebung des Stollens an der Untergrenze der Liegenden Alaunschiefer sind keine Anzeichen für ein Vorhandensein des Konglomerates da. Dagegen ist ca. 800 m südlich dieses Stollens ein sehr ähnliches eisenschüssiges Konglomerat bzw. eine Breccie zur Eisenerzgewinnung abgebaut worden (R 06260, H 69430). Diese Breccie enthält gut bis schlecht gerundete Gerölle von devonischen und karbonischen Gesteinen in einer brauneisenreichen, grobkörnigen Grundmasse. Die Grundmasse besteht aus Quarzsand mit Brauneisenrinden. Echte Ooide, wie sie von BÖGER beschrieben werden, wurden nicht gefunden. Die Breccie ist südöstlich des Rabensteins auf beiden Seiten der Schiefergebirgsrandverwerfung auf den Feldern nachweisbar. Sie liegt also beiderseits der großen Randstörung des Kellerwaldes auf Mitteldevon und auf Zechstein. Ein Vorkommen eines ganz ähnlichen Gesteins mit devonischen und unterkarbonischen Komponenten wurde vom Verf. (1962) aus dem Gebiet westlich von Kleinern beschrieben. Das damals noch als Basiskonglomerat des Zechsteins angesehene Vorkommen ist nach neueren Untersuchungen zumindest hier ins jüngste Tertiär bzw. ins Quartär zu stellen.

Bei den von BÖGER gefundenen und beschriebenen Stücken handelt es sich mit größter Wahrscheinlichkeit um verschleppte Stücke, die zum Ausbau des Stollens in den brüchigen Tonschiefen verwendet worden sind. Jedenfalls läßt sich in dem ganzen Gebiet an der Basis der Liegenden Alaunschiefer kein Hinweis auf dieses Konglomerat finden. Auch die im stratigraphischen Teil beschriebene Schichtfolge des jüngsten Oberdevons und die charakteristische Ausbildung der Hangenberg-Schichten

lassen eine Sedimentationsunterbrechung und darauf folgende Transgression des Unterkarbons unwahrscheinlich erscheinen. Vielmehr beweisen die Conodontenfunde im Grenzbereich Devon/Karbon, daß mindestens von den Hangenberg-Schichten bis in die Liegenden Alaunschiefer eine kontinuierliche Gesteinsfolge vorliegt. Ein stratigraphischer Beweis für eine Transgression der Liegenden Alaunschiefer in diesem Gebiet ist hiernach nicht zu erbringen.

Vorwiegend aus tektonischen Erwägungen hat MEISCHNER (1960) für den Kern des Hundsdorfer Sattels eine bretonische Faltung angenommen. In diesem Gebiet sollen die Kulm-Kieselschiefer in von Norden nach Süden fortschreitender Transgression verschieden alte Schichten des Oberdevons und Mitteldevons überlagern, im Kern des Hundsdorfer Sattels an der Rummelskoppe bei Reinhardshausen als ältestes Schichtglied Tonschiefer der unteren Eifel-Stufe. Die Liegenden Alaunschiefer unter den Kulm-Kieselschiefern sollen in diesem Gebiet ausfallen und erst im Bereich des Wesetales wieder auftreten (MEISCHNER 1960, S. 52, 59).

Bei Kanalisationsarbeiten westlich Reitzenhagen wurde festgestellt, daß die Liegenden Alaunschiefer noch bis in den Nordfuß des Wildunger Hombergs in normaler Mächtigkeit und typischer Ausbildung vorhanden sind. Ihr Fehlen auf dem tektonisch sehr stark beanspruchten Homberg kann auch durch tektonische Unterdrückung erklärt werden. MEISCHNER hat bereits darauf hingewiesen, daß gerade in diesem Gebiet streichende Aufschiebungen und zahlreiche Querstörungen die Feststellung der Diskordanz erschweren.

In einem Schurf auf der Rummelskoppe südöstlich Reinhardshausen wurde die Auflagerungsfläche und die Unterlage der Kulm-Kieselschiefer aufgeschlossen. Die letzteren sind hier mit einer flach nach Süden fallenden Aufschiebungsfläche auf die Tonschiefer der Eifelstufe überschoben. Eine Transgression der Kieselschiefer über Tonschiefer des Unteren Mitteldevons ist hier also nicht nachweisbar. Dagegen weist die gleichförmige Ausbildung der Liegenden Alaunschiefer in unmittelbarer Umgebung des Hombergs und des Hundsdorfer Sattels im engeren Sinne vielmehr darauf hin, daß wir auch in diesem Gebiet mit einer normalen Gesteinsfolge im Grenzbereich Devon/Karbon zu rechnen haben. Die Kulm-Kieselschiefer bzw. die Liegenden Alaunschiefer sind fast überall an Störungen gegen die oberdevonischen Gesteine abgesetzt bzw. werden durch Diabase von ihnen getrennt. Ein ungestörter Verband der Liegenden Alaunschiefer mit ihrem stratigraphisch Liegenden ist nirgends aufgeschlossen. Aus der Oberflächenkartierung allein läßt sich aber in diesem tektonisch so stark beanspruchten Gebiet mit seiner stellenweise sehr mächtigen Schuttbedeckung nicht ohne weiteres ein stichhaltiger Beweis für eine bretonische Diskordanz erbringen.

Dagegen bringt der Nachweis typischer Hangenberg-Schichten am Ostfuß des Hombergs (siehe S. 108) ein weiteres Argument für die Annahme einer kontinuierlichen Schichtfolge auch auf dem Hundsdorfer Sattel, deren Erkennung allerdings durch die vielen eingeschalteten Diabase erschwert wird.

Zusammenfassung

Eine Kombination der vorliegenden Ergebnisse ergibt folgendes Bild der Verhältnisse im Oberdevon und Unterkarbon des nördlichen Kellerwaldes:

An der Nordflanke des Hundsdorfer Sattels liegt eine fast lückenlose Gesteinsfolge vom Mitteldevon bis ins Unterkarbon II α vor, die sich durch Fossilfunde in Adorfer, Nehdener, Hemberg-, Dasberg-/Wocklumer und Hangenberg-Schichten gliedern läßt, wobei die Dasberg-/Wocklumer Schichten bislang nur durch Vergleiche mit benachbarten Devon-Gebieten eingestuft werden können. Der wenig differenzierte Sedimentationsraum ist nur kurzzeitig in der Hemberg-Stufe in zwei Faziesbereiche aufgeteilt. Diabase fehlen in dieser Gesteinsfolge.

Auf dem Hundsdorfer Sattel selbst werden die Verhältnisse durch zahlreiche Diabase im Oberdevon und Unterkarbon kompliziert. Von der Nehden-Stufe an herrschen hier grobklastische Sedimente vor, die sich bislang bis in die Hemberg-Stufe nachweisen lassen. Die Hangenberg-Schichten und die Liegenden Alaunschiefer sind in charakteristischer Ausbildung wie am Nordrand des Hundsdorfer Sattels vorhanden. Zwischen den Hangenberg-Schichten und den älteren oberdevonischen Sedimenten liegen Diabase, fast immer durch Störungen begrenzt. Sichere Anzeichen für eine größere Schichtlücke im jüngeren Oberdevon und für eine bretonische Faltung an der Devon/Karbon-Grenze sind nicht vorhanden. Damit ist eine altvariscische Faltung im nördlichen Kellerwald nicht nachweisbar.

Schriftenverzeichnis

- BÖGER, H.: Oberdevon und Kulm zwischen Gellershausen und Giftitz im Kellerwald. Diplomarbeit, Göttingen 1960.
- DAHLGRÜN, F.: Das Alter des Aeskuppenquarzites, des Kellerwaldquarzites und der Hundshauser Grauwacke im Kellerwald. — Jb. preuß. geol. L.-A., **52**, S. 466–469, Berlin 1932.
- Die Faziesverhältnisse im Silur und Devon des Kellerwaldes. Festschrift für HANS STILLE, S. 21–37, Stuttgart 1936.
- Bl. Bad Wildungen, unveröffentlichte Manuskriptkarte 1:25 000. Im Archiv des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung.
- DENCKMANN, A.: Zur Stratigraphie des Oberdevon im Kellerwalde und in einigen benachbarten Devon-Gebieten. — Jb. kgl. preuß. geol. L.-A., **15**, S. 8–64, 3 Abb., 1 Taf., 3 Tab., Berlin 1894.
- Der geologische Bau des Kellerwaldes. — Abh. kgl. preuß. geol. L.-A., N. F., **34**, 88 S. Berlin 1901.
- HORN, M.: Ein neues Vorkommen von Zechstein-Konglomerat im Wesetal (Nördlicher Kellerwald, Bl. 4820 Bad Wildungen). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **90**, S. 491–493, 1 Abb., 1 Taf., Wiesbaden 1962.
- KREBS, W.: Oberdevonische Conodonten im Unterkarbon des Rheinischen Schiefergebirges und des Harzes. — Z. deutsch. geol. Ges., **114**, S. 57–84, 4 Abb., 2 Taf., 1 Tab., Hannover 1963.
- MEISCHNER, K.-D.: Zur altvariscischen Faltung im nördlichen Kellerwald. — Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf., **3**, 1, S. 47–60, 4 Abb., 2 Taf., Krefeld 1960.
- Das Mitteldevon-Gebiet westlich Bad Wildungen. Diplom-Arbeit, Göttingen 1960.
- PAPROTH, E.: Der Kulm und die flözleere Fazies des Namurs. — Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf. **3**, 1, S. 385–422, 7 Abb. 1 Taf., 1 Tab., Krefeld 1960.
- RABIEN, A.: Zur Stratigraphie und Fazies des Ober-Devons in der Waldecker Hauptmulde. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **16**, 83 S., 2 Abb., 2 Tab., 3 Taf., Wiesbaden 1956.
- SCHMIDT, H.: Alter u. Entstehung der Tuffbreccie von Langenaubach. — Senckenbergiana, **6**, S. 85–89, 2 Abb., Frankfurt a. M. 1924.

- Der Kellerwaldquarzit mit einer Beschreibung seiner Fauna und der aus der Tanner Grauwacke. — Geol. u. paläontol. Abb. N. F., 19, 55 S., 4 Abb., 5 Taf., Jena 1933.
- Die bionomische Einteilung der fossilen Meeresböden. — Fortschr. Geol. Paläont., 12, H. 38, 154 S., 24 Abb., Berlin 1935.
- Über die Faziesbereiche im Devon Deutschlands. — Symposium Silur/Devon-Grenze, 1960, S. 224—230, 4 Abb., Stuttgart 1962.
- STOPPEL, D.: Das Oberdevon und Unterkarbon im südlichen Kellerwald. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 87, S. 89—119, 6 Abb., Wiesbaden 1958.
- Geologie des südlichen Kellerwaldgebirges. — Abb. hess. L.-Amt Bodenforsch., 34, 114 S., 21 Abb., 2 Tab., 4 Taf., Wiesbaden 1961.
- VOGES, A.: Conodonten aus dem Unterkarbon I und II (*Gattendorfia*- und *Pericyclus*-Stufe) des Sauerlandes. — Paläontol. Z., 33, S. 266—314, 5 Abb., 3 Taf., 1 Tab., Stuttgart 1959.
- Die Bedeutung der Conodonten für die Stratigraphie des Unterkarbons I und II (*Gattendorfia*-*Pericyclus*-Stufe) im Sauerland. — Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf., 3, 1, S. 197—228, 5 Abb., 5 Tab., Krefeld 1960.
- ZIEGLER, W.: Taxionomie und Phylogenie oberdevonischer Conodonten und ihre stratigraphische Bedeutung. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 38, 166 S., 18 Abb., 11 Tab., 14 Taf., Wiesbaden 1962.

Manuskript eingegangen am 25. 5. 1965

Die randliche „Rotliegend“-Fazies und die Paläogeographie des Zechsteins im Bereich des nördlichen Odenwaldes

Von

EGON BACKHAUS, Darmstadt

Mit 7 Abbildungen und Tafel 10

Kurzfassung: Marine Faunen- und Florenelemente bedingen eine stratigraphische Überprüfung der bislang als prämelaphyrisch (Unterrotliegend) angesehenen Plattenkalke des Sprendlinger Horstes. Durch neue Aufschlüsse und Bohrergebnisse können die Schichten als Zechstein in Randfazies angesehen werden. Die Paläogeographie des Zechsteins im südhessischen Raum wird neu zu rekonstruieren versucht.

Inhalt

1.	Einleitung	112
2.	Das Vorkommen von Dreieichenhain-Sprendlingen-Götzenhain	115
2.1.	Schichtenprofil	115
2.2.	Fossilinhalt	120
2.3.	Fazielle Änderungen und Schichteneinstufungen	122
3.	Die „Plattenkalke“ am östlichen Darmstädter Stadtrand	124
4.	Zechstein im Rheingraben (Wolfskehlen 4)	127
5.	Schichtenneueinstufung und Paläogeographie	129
5.1.	Begründung des Zechsteinalters	129
5.2.	Paläogeographie des marinen Zechsteins	132
5.2.1.	Zechstein 1	132
5.2.2.	Die Vertretung des Plattendolomits (Z 3)	135
6.	Zusammenfassung	137
7.	Schriftenverzeichnis	138

1. Einleitung

Im Rotliegend der nördlichen Odenwaldabdachung wurden seit mehr als 60 Jahren (s. die von KLEMM kartierten geologischen Blätter 1:25000) unter dem Melaphyr Arkosesandsteine mit Letten und solche mit Plattenkalcken ausgeschieden. Die Arkosesandsteine wurden den Tholeyer Schichten des Nahegebietes gleichgesetzt; die Plattenkalke folgten nach oben und sollten von den Melaphyren, sofern sie als Decken ausgebildet waren, überdeckt werden. Lediglich am Ebertsberg (s. Abb. 1) waren noch Sedimente des Oberrotliegend darüber verzeichnet worden.

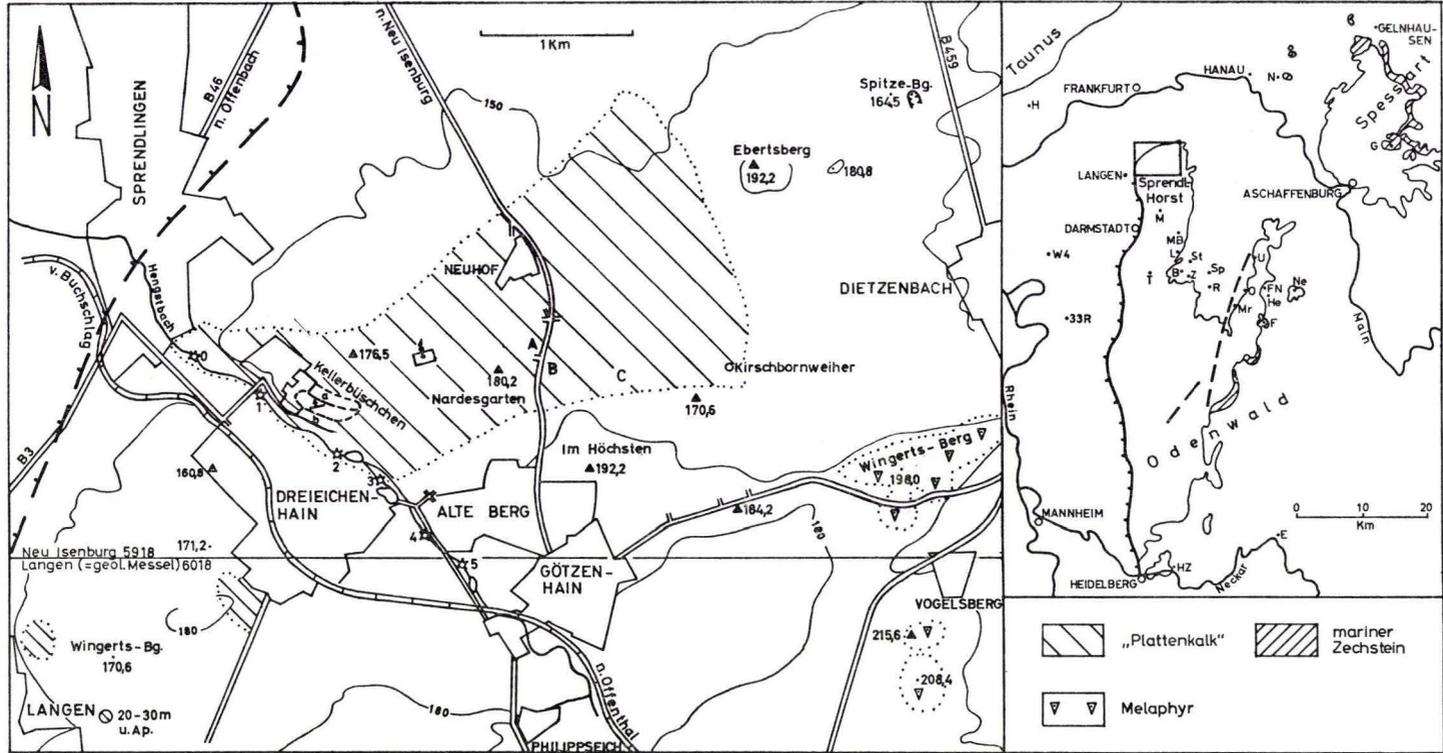


Abb. 1. Lageplan der Plattenkalkfundpunkte auf den Meßtischblättern Neu Isenburg, 5918 und Langen (geol. Messel), 6018. Die Verbreitung der Plattenkalke im engeren Sinne entspricht der Darstellung auf den geologischen Karten 1:25000. Das Vorkommen der Zechsteinrandfazies geht darüber hinaus. Ehemalige Mühlen am Hengstbach: O = Theisen M., 1 = Kreuz bzw. Dampf M., 2 = Winkels M., 3 = Holz M., 4 = Berg M., 5 = Götzenhainer M. A, B, C Fundpunkte im Distrikt Nardesgarten; a und b am Kellerbüschchen beziehen sich auf Abb. 3, Erläuterung der Linienführung siehe Fußnote 1. In der Übersichtsskizze bedeuten die Abkürzungen: B = Roßberg, Basalt, E = Eberbach, F = Forstel-Hummetroth, FN = Frau Nausens, G = Grafenberg, H = Hofheim, He = Hetschbach, HZ = Ziegelhausen b. Heidelberg, L = Lärchenkopf/Schwedenrainschnise bei Gundernhausen, M = Messel, MB = Mainzer Berg bei Darmstadt, Mr = Mummetroth, N = Niederrodenbach, Ne = Neustadt/Odenwald, O = Otzberg, R = Reinheim, 33 R = Bohrung Stockstadt 33 R, Sp = Spachbrücken, St = Stetteritz b. Gundernhausen, T = Traisa b. Darmstadt, U = Groß Umstadt, W 4 = Bohrung Wolfskehlen 4, Z = Zeilhard

Seit Frühjahr 1962 beschäftigte ich mich mit der Fazies und der Altersstellung dieser Plattenkalke, nachdem ich durch Herrn Regierungsdir. Dr. NÖRING, Wiesbaden, auf die Plattenkalke von Nardesgarten aufmerksam wurde und eine darin bisher unbekannte Flora und Fauna entdeckte, die den althergebrachten Vorstellungen nicht entsprach (BACKHAUS 1963). Besonders groß ist die Verbreitung der sog. Plattenkalke am Nordwestende des Sprendlinger Horstes (Abb. 1), dieses von permischen Schichten überdeckten Sporns des Bergsträßer Odenwaldes, der ungefähr bei Darmstadt beginnt und kurz vor Frankfurt unter dem Tertiär des Mainzer Beckens und den Terrassen des Mains sich der Beobachtung über Tage entzieht. Neben diesem ca. 6–8 km² großen Verbreitungsgebiet zwischen Sprendlingen, Langen, Dreieichenhain und Götzenhain, das die Südwestecke des Blattes Neu Isenburg (5918) einnimmt und noch auf den Nordwesten des Blattes Langen (6018, geol. Messel) übergreift, wurden auf dem Blatt Messel Plattenkalke noch nordwestlich Urberach („Die Bulau“) kartiert. Ein Kontrollversuch dieses Punktes erbrachte 1964 nur Konglomerate, aber keine Bestätigung der Kalke; allerdings hatte CHELIUS (1886a, S. 17) dieses Vorkommen auch nur mit 0,2–0,5 m Kalk zwischen Konglomeraten angegeben.

Auf den Darmstädter Blättern Darmstadt-West (6117, geol. Darmstadt) und Darmstadt-Ost (6118, geol. Roßdorf) sind gleichfalls kalkführende permische Schichten bemerkt worden. Aus dem Darmstädter Stadtgebiet beschreibt CHELIUS (1890, S. 33) „graue, dichte, dolomitische Kalkbänkchen eingelagert“ in rote Letten und Sandsteine. Dieses einstmals in der mittleren Wilhelmstraße aufgeschlossene Vorkommen liegt rund 200 m ostwärts der Rheinalgrabenhauptverwerfung. Auf dem Blatt Roßdorf schied KLEMM seit der 2. Aufl. 1912 (3. Aufl. 1938) die Plattenkalke („rotliegende Sandsteine mit Kalkschichten“) am Botanischen Garten (s. Abb. 4) und an der Lärchenkopfschneise, nordwestlich Gundershausen, aus.

Dieses Vorkommen an der Lärchenkopf- und Schwedenrainschneise (L in Abb. 1) wurde von CHELIUS und KLEMM sehr stark diskutiert. Es ging dabei hauptsächlich um die Ansprache des auch als Plattenkalk kartierten Materials. Es gehört m. E. nicht zum „Plattenkalk“; dennoch mag es wegen der an der Oberfläche auftretenden roten Letten von rund 1 m Mächtigkeit zum Zechstein bzw. Oberrotliegend gehören. Die rund 3 m sich in feste und weniger harte Bänke aufgliedernde, schwach kalkige (Verwitterung) Schluff- und Sandstein-Serie mit vulkanischem Material muß erst noch petrographisch untersucht werden. Im Liegenden ist eine mehr als 1,3 m starke konglomeratische Arkosesandsteinbank aufgeschlossen, die in den oberen 2 dm besonders stark eingekieselt ist und Strukturen erkennen läßt; hierbei mag es sich um eine Diskontinuitätsfläche handeln. Auf den Schichtflächen auftretende Malachitspuren haben früher Bergbauversuche auf Kupfer veranlaßt. Etwa 1934 ist dort ein Schacht und daran anschließend eine Bohrung bis rund 80 m im Rotliegendematerial niedergebracht worden. Unterlagen, die Einzelheiten offenbarten, waren nicht mehr aufzutreiben.

CHELIUS (1886) hatte die Plattenkalke sowohl in der 1. Aufl. zu Bl. Roßdorf als auch zu Bl. Messel erkannt und sie als über dem Melaphyr liegend dementsprechend in das Oberrotliegend (s. auch S. 127) gestellt.

Die verstärkte Bautätigkeit der letzten Jahre verschaffte mir in zunehmendem Maße die Möglichkeit, neue Aufschlüsse zu sehen. Daraus ergeben sich neue Einzelbefunde, die neue Schlußfolgerungen auf die Gliederung und Faziesverteilung in unserem Raum zulassen. Die bisher gewonnenen Ergebnisse sollen hier vorgelegt werden.

2. Das Vorkommen von Dreieichenhain-Sprendlingen-Götzenhain

2.1. Schichtenprofil

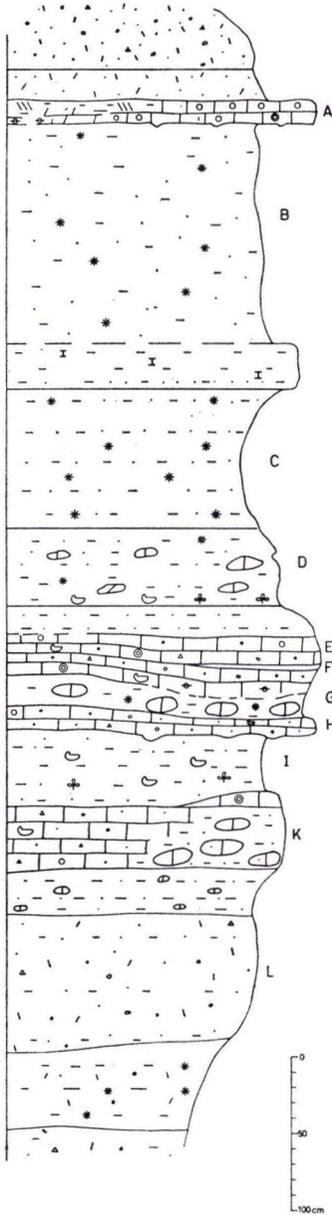
Ausgangspunkt der Bearbeitung war das rund 8 km² große Verbreitungsgebiet von sog. „Sandsteinen, Conglomeraten und Letten des mittleren Rothliegenden mit Plattenkalken“ in den Gemarkungen Götzenhain und Dreieichenhain (s. Abb. 1). Sie begann meinerseits mit der Fossilbearbeitung von Lesesteinen aus dem Distrikt Nardesgarten (Punkt A und B der Abb. 1; BACKHAUS 1963). Die damals aufgefundenen Stücke stammen sehr wahrscheinlich aus den Aufschlüssen, die Baron von REINACH 1889 angelegt hatte und die seinem 1892 veröffentlichten Profil zugrunde liegen, das wir in Abb. 2b dargestellt haben. Im Herbst 1964 entstanden bei der Erschließung des Neubaugebietes Kellerbüschchen (im Volksmund Millionenhügel genannt) in der Gemarkung Dreieichenhain (Abb. 1, Punkte a u. b) neue Aufschlüsse, die nahezu die gesamte Schichtenfolge (s. Abb. 2a und 3a, b) offenlegten. In stellenweise mehr als 5 m tiefen Kanalisationsgräben wurde zwischen den Schächten 28–30 in der Mittleren Straße¹⁾ die Aufnahme des Profils 2a ermöglicht. Das Einfallen der Schichten liegt allgemein zwischen 6 und 8° NW; das Streichen der Schichten verläuft größtenteils 65°.

Die Schichtenfolge der Plattenkalke in engerem Sinne ist durch das Profil 2a gegeben. In dem Profil 3a, das gleichermaßen wie 3b in den Kanalisationsgräben aufgenommen wurde, ist das Profil 2a noch einmal enthalten, weil nur mit Hilfe der gesamten Schichtenabfolge eine Alterseinstufung erfolgreich sein kann. Die einzelnen angetroffenen Schichten dieser Folge sollen anhand von Schlibbildern und einer makroskopischen Ansprache kurz charakterisiert werden. Eine ins einzelne gehende Beschreibung will für den Schichtenvergleich nicht besonders sinnvoll erscheinen, da die Wechsel (s. 2.3) mitunter zu schnell erscheinen.

¹⁾ Bezeichnungen nach den Planungsunterlagen, die mir freundlicherweise vom Architekturbüro SCHÄFER, Sprendlingen, zur Verfügung gestellt wurden. Zwischen der Beschriftung Kellerbüschchen in Abb. 1 und dem Hengstbach sind von Süden nach Norden vier miteinander in Verbindung stehende Kanalisationsstränge angelegt, die den zukünftigen Straßen folgen. Parallel zum Hengstbach verläuft zuunterst die verlängerte Phil.-Holzmann-Str. An der Dampfmühle (I in Abb. 1) liegen die Schächte 6 und 7, die nach Osten fortlaufend numeriert werden. Zwischen den Schächten 14–17 wurden die ersten Plattenkalke beobachtet. Am Schacht 17 schließen nach Norden (oben) die sog. Untere und Mittlere Straße als Ring an. An 17 nach Osten schließen sich Schacht 51, 52 und 65–68 an; diese Strecke ist der Aufnahmebereich des Profils 3b. Auf der Unteren Straße, deren Numerierung im Uhrzeigersinn in die Mittlere Straße überleitet, treten bei 18–19 Plattenkalke auf; die gleichen haben wir dann zwischen den Schächten 28–30 in der Mittleren Straße für unser Profil 2a aufgenommen. Das Profil 3a (incl. 2a) wird nach unten durch die östliche Fortsetzung der Mittleren Straße bis zum Schacht 35 ergänzt; die Vervollständigung nach oben konnte im Verbindungskanal zur Oberen Straße und in der westlichen Verlängerung dieser (63–64) ermöglicht werden. Die ostwärtige Verlängerung der Oberen Straße enthält die Schächte 55–62 von W nach E mit den Schichten, die dem Profil 2a entsprechen. Der Abstand der Schächte untereinander schwankt zwischen 40 und 50 m, von besonderen Fällen abgesehen. — Diese Angaben wurden gemacht, um ein leichtes Auffinden der Kalke bei den kommenden Ausschachtungen für die Siedlungshäuser zu ermöglichen. —

Kellerbüschchen

Mittlere Straße, Sept. 1964
Schacht 28-30



- | | | | |
|--|----------------------------|--|------------------|
| | Ton, Schluff | | Kaolin |
| | Fein-, Mittel- u. Grobsand | | Manganoxyd |
| | Arkose | | Glimmer |
| | kalkhaltig | | Knollen, Ca |
| | Kalk u. Dolomit | | Wirbeltierreste |
| | Basalt, Melaphyr | | Pflanzenreste |
| | | | kleine Fossilien |
| | | | Ooid, Onkoid |

Nardesgarten

nach: von REINACH, 1892 (1889)

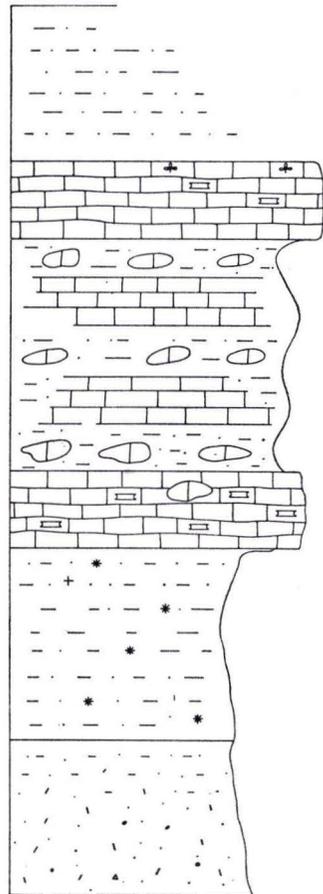


Abb. 2. Gegenüberstellung des neugewonnenen geologischen Verwitterungsprofils am Kellerbüschchen (a in Abb. 1) mit dem vom Nardesgarten nach den Angaben von REINACH, 1892 (vermutlich Punkte A und B der Abb. 1)

Von oben nach unten zeigt das Profil 3a zu oberst konglomeratische Arkosen, daran schließen sich rote bis hellrote, dünnplattige, feinsandige Schluffsteine an. Diese Schluffsteinzone wurde von einem 115° streichenden, fast saiger stehenden Basaltgang durchsetzt. Der Gang war 1,2 m breit und zeigte jederseits eine gelblich aussehende, mulmige Zersatzzone von 0,3 m. Etwa auf 1 m Breite ließ der benachbarte Schluffstein eine starke Klüftung, die parallel zum Basaltgang angeordnet war, erkennen. Im Verbindungsstück zwischen der Oberen und Mittleren Straße war die Lagerung der Schluffsteine nahezu horizontal. Ins Liegende bis zum Anschluß an die Plattenkalkbank A des Profils 2a folgt ein durchweg mittelkörniger, rötlicher, stellenweise weißpunktierter Arkosesandstein im lockeren Verband. Diese Arkosen führen etwas Kalk. Bei den oben erwähnten Schluffsteinen ließ sich der Kalk nur auf den Klüftflächen (ohne chemische Analyse) feststellen. Diese Beobachtung kann allgemein für die gesamte hier zu beschreibende Schichtenfolge gelten. Es darf daher angenommen werden, daß ein wesentlicher Teil des Kalkgehaltes der Arkosen aus der Verwitterung der Feldspäte herrührt.

An der Grenze zwischen Arkosen und der Kalkbank A zeigt die Arkose eine violettstichige Farbe. Die Kalkbank A ist am Schacht 28 15–20 cm stark und zeichnet sich durch zahlreiche Ooide und Onkoide (s. Taf. 10 Fig. 3) aus, die auch noch in einer 1–2 cm starken Lettenlage über der obersten 4–5 cm starken Kalkplatte angereichert sind. Die einzelnen Kalkplatten zeigen wulstige Unterflächen. Die Ooide und Onkoide, die zum größten Teil aus einem kleinen Fossilbruchstück im Kern und konzentrischer (Ooid) oder nicht konzentrischer ringartiger Schale bestehen, liegen in einem Zwischenmittel aus durchsichtigem, hellem, grob auskristallisiertem Kalzit. Nach diesem Schliffbild ist die Zone A gemäß der FOLKSchen Klassifikation der Kalkgesteine als ein Biosparit (Oosparit) zu bezeichnen; einzelne minerogene Bestandteile sind enthalten. Nach Westen löst sich am Schacht 28 die 20 cm Kalkbank allmählich auf. Eine 5 cm grauweiße, schwach sandige Kaolinzone geht nach unten allmählich in eine 6 cm starke ziegelrote, kalkführende Schluff-Ton-Zone über, der dann eine 3–4 cm mächtige gelbbraune bis schwarzbraune Manganzone folgt. Die Borgehaltsbestimmung²⁾ aus der Kaolinzone ergab 0,068 Gew. % B_2O_3 (s. S. 122).

Die Zone B besteht aus 1,4 m braunroten, mürben, glimmerführenden Schluffen, deren B_2O_3 -Gehalt nur bei 0,032% lag. Nach unten folgt eine stärker verfestigte Zone mit einzelnen Kalkspatdrusen und dann 90 cm glimmerreiche, violettbraune, kalkhaltige Schluffe, in deren unterem Teil bislang nicht zu identifizierende Lebensspuren häufig auftreten (Zone C). Diese Schluffe gehen nach unten in eine Zone (D) von 0,5 m Stärke über, in der zwischen teils festeren, teils lockeren, schwach glimmerführenden Schluffsteinen faustgroße Knollen mit kalkigem Bindemittel liegen. Diese Knollen können bis zu 20 cm groß werden; es ist nicht ausgeschlossen, daß es sich bei ihnen zum Teil um Sekundärbildungen handelt.

Der folgende Schichtenbereich D–K, nach dem Horizont A das markanteste Glied des Schichtenkomplexes, schwankt in seiner Mächtigkeit (1–2 m) und Ausbildung

²⁾ Herr Dr. WERNER ERNST, Tübingen, führte etwa 10 Bestimmungen des B_2O_3 -Gehaltes an verschiedenen Proben aus dem Arbeitsgebiet durch; ihm sei für diese Unterstützung herzlich gedankt.

zwischen schwach sandigen Kalken und schwach kalkigen³⁾ Arkosesandsteinen. Die örtlich massiven Kalkbänke werden häufig seitlich zu kalkknollenführenden Schluffen; stellenweise tiefen sie sich prielartig in die Liegendbank ein. Die Unterseiten der Platten sind in solchen Fällen oft wulstig (H). Die Farbe ist meistens grau-weiß, stellenweise rötlich. Bei höherem Kalkgehalt wirkt die einzelne Bank äußerlich feinkristallin, dicht. Ooide und Onkoide sind in diesem Aufschlußbereich weniger häufig zu beobachten als in A. Hingegen sind in einzelnen Bänken (H, F und K) die Anteile an Feldspat, Glimmer und Quarz sehr hoch. Nach den Schlißbestimmungen handelt es sich in diesen Fällen auch um Intrasparrite, Gesteine also, die eine große Menge von klastischen Kalkkomponenten neben dem minerogenen Material aufgenommen haben. Da das vorhandene kalkige Bindemittel sparitisch vorliegt, ist eine Bezeichnung als Intrasparrit gerechtfertigt. Den sehr schnellen Wechsel zeigten drei Dünnschliffe aus der Zone H. Während der eine Schliß vorwiegend grobkörnige Mineralkomponenten aufwies, besaß der zweite fast ausschließlich feinkörnige, stark angewitterte Feldspäte; der dritte Schliß bestand hauptsächlich aus angewittertem Glimmermaterial.

Von diesen Schlißbildern weichen die Zonen E und G (s. Taf. 10 Fig. 4 u. 5) teilweise ab. Die Grundmasse bei G bestand zum größten Teil aus feinkörnigem Material, Mikrit; einzelne sparitische Körner waren vorhanden, ebenso Intraklasten neben etwas biogenem Material. Man kann diesen Schliß als Biomikrit ansprechen. Die Zone E stellt nach ihrem Schlißbild mit den Intraklasten und Spariten gewissermaßen eine Übergangszone zu den Schlißbildern von Horizont H, F und K dar und könnte am ehesten als Biosparrit bezeichnet werden.

Innerhalb der 50 cm rotbraunen, kalkführenden Schluffsteine der Zone I fanden sich zahlreiche, wahrscheinlich pflanzliche Spurenfossilien, die noch nicht bestimmt werden konnten; der B_2O_3 -Gehalt dieses Horizontes lag bei 0,039%. Besonders markant war ein mehr als 50 cm langes wurzelartiges Gebilde von anfänglich 10 cm Breite und 3–4 cm Höhe, das sich nach hinten in kleinen Absätzen auf 3–4 cm Breite verjüngt und seitlich kleine Spuren, die ehemalige Appendici gewesen sein könnten, aufwies. Am Ende bog es geringfügig nach oben um.

Unter der Kalkzone herrscht eine Wechselfolge von Arkosen und Schluffsteinen vor (s. Abb. 3). In dem Bereich der Mittleren Straße (Prof. 3a) ist nur noch rund 12 m unter der Kalkbankzone ein 40 cm starker violettfarbiger Schluffsandsteinhorizont besonders zu erwähnen.

Vor allem in der untersten Trasse (Prof. 3b) konnten wir mit Anschluß an die Plattenkalke diese Wechselfolge von Arkosen und Schluffen beobachten. Der Regelfall sind 0,6 bis 1,5 m mächtige Sedimentationsrhythmen, die unten grob- und mittelkörnig beginnen, dann eine Wechselfolge von sandig-kiesigem mit schluffigem Material zeigen, die nach oben mit braunroten, glimmerführenden, feinsandigen Schluffen endigen. In diesen Sedimentationsrhythmen liegen 1–2 m lange, vielleicht bis zur gleichen Breite sich erstreckende 5–10 cm mächtige Kalklinsen. Die Dünnschliffe lassen nur kleinste Spuren organogenen Materials erkennen; es fehlt ihnen

³⁾ Einige Röntgenpulveraufnahmen wurden liebenswürdigerweise von Herrn Koll. Dr. H. AMBS vom Inst. für Mineralogie der T. H. ausgeführt. In den 5 Proben aus den Horizonten A, F und H, aus der Kalklinse der 1. Trasse und einer Probe vom Nardesgarten waren neben Kalzit nur geringe Spuren von Dolomit nachzuweisen.

aber weitgehend die minerogene, klastische Komponente, so daß man sie als Mikrite bezeichnen muß und in diesen kleinen Linsen Anzeichen einer Stillwasserfazies sehen könnte. Solche Kalklinsen konnten dreimal in der Trasse der verlängerten Phil.-Holzmann-Str. (Prof. 3 b) in verschiedenen Baustadien beobachtet werden. Es han-

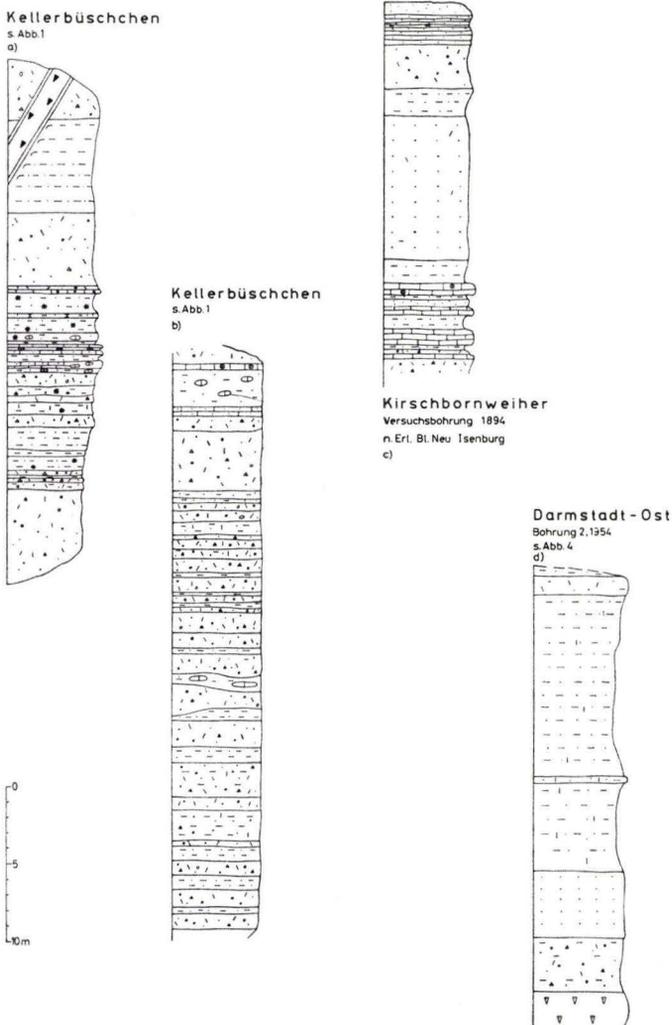


Abb. 3. Versuch der stratigraphischen Korrelation zwischen den neuen Profilen von Dreieichenhain (Kellerbüschchen) mit dem der Bohrung Kirschbornweiher (s. Abb. 1, nach Angaben der Erl. zu Bl. Neu Isenburg gezeichnet) und einem schematisierten Bohrprofil in Darmstadt-Ost (s. Abb. 4). Legende siehe Abb. 2. Weitere Erläuterungen im Text

delt sich möglicherweise um den gleichen Horizont, der endlich beim Schacht 52 fixiert werden konnte. — Am Botanischen Garten in Darmstadt sind diese Linsen ebenfalls in der Literatur (CHELIUS 1886 b, S. 57) erwähnt. Der kleinrhythmische Aufbau der Arkosen ist dort ebenfalls der gleiche. —

Die relativ ruhigen Sedimentationsverhältnisse sind stellenweise durch konglomeratische bis fanglomeratische Grobschüttungen in schwankender Mächtigkeit unterbrochen worden. Diese Schüttungen können rinnenförmig in das Liegende eingreifen, der Querschnitt liegt zwischen 1–10 m. Ebenfalls ließ sich am Schacht 52 gut beobachten, daß seitlich Arkosen in Schluffsteine übergehen bzw. umgekehrt. An wenigen Stellen trat eine flachbogige Schrägschüttung in diesem Profil hervor, die auf eine Bildung im marinen Küstenbereich schließen läßt.

Die Gesamtmächtigkeit des bisherigen Plattenkalkes in weiterem Sinne kann bei Dreieichenhain mit mindestens 60 m angegeben werden. Dies ergibt sich aus der Aneinanderreihung der Prof. 3 a u. c einerseits mit dem Prof. 3 b und seinem Vergleich mit einigen Bohrungen östlich Darmstadt (s. S. 124), wo Melaphyre im Liegenden (3 d) angetroffen wurden. Hier im Gebiet Dreieichenhain, wo der Melaphyr zu fehlen scheint, bleibt die Abgrenzung ungenau. Kartiermäßig ist sie zur Zeit nicht zu ziehen, obwohl angenommen werden darf, daß die im Hengstbachtal zwischen der Holzmühle (3 in Abb. 1) und Philippseich anstehenden „festen Thonsteinkonglomerate mit schwachen Zwischenlagen von glimmerreichen rothen Schieferthonen“ von REINACHS in das Unterrotliegend gehören. Allerdings zeigten unsere Beobachtungen, daß wir auch dieser Schichtenfolge mit einiger Kritik begegnen müssen, denn südwestlich Götzenhain konnten wir an der Straße nach Philippseich (r 34 80 56; h 55 39 70) in Schluffsteinen einen Kalkgehalt feststellen; südlich der Straße Dreieichenhain–Götzenhain (am Alte Berg, r 34 80 50; h 55 40 30) beobachteten wir stark glimmerführende, braunviolette feinsandige Schluffsteine (Typ Sollingplatten) neben grünlichgrauen, schluffigen Feinsandsteinen, die voller Pflanzenhäcksel waren, der Kalkgehalt war sehr gering. Die Analysen auf Sporen⁴⁾ blieben bislang ohne Erfolg.

Unsere Mächtigkeitsangabe stimmt weitgehend überein mit den Angaben der Bohrung Dampfmühle Sprendlingen (s. 1 in Abb. 1) bei von REINACH 1894 und in den Erl. zu Blatt Neu Isenburg, S. 9/10. In diesem Bohrprofil werden bei 9,5 und 32 m jeweils 50 cm starke Kalkbänke angegeben, die Arkosesandsteine gehen bis 89 m, bis 59 m erwies sich das gesamte Bohrgut als kalkhaltig, wobei naturgemäß der Kalkgehalt der Arkosen (s. S. 117) nicht als eindeutige Schichtgrenze angesprochen werden kann.

2.2. Fossilinhalt

Der Fossilinhalt, der zum Erkennen des marinen Charakters der sog. Plattenkalke führt, besteht im wesentlichen aus Kalkalgen. Sie werden in einer gesonderten Arbeit von Herrn Dr. E. GASCHÉ (s. voraus. Notizbl. 94) beschrieben. Es handelt sich vorwiegend um *Pycnostroma* GUERICHT, also Cyanophyceen-Kalkknollen, die durch Algen gebildet wurden, aber keine organische Struktur zeigen. Es sind dies die bei der Beschreibung der Bank A (Taf. 10 Fig. 3) erwähnten Ooide mit konzentrischer und Onkoide von häufig langovaler Form. Im noch stärkerem Maße treten sie in den Kalken von der Lokalität Nardesgarten (s. Taf. 10 Fig. 6) auf. Die Größe der

⁴⁾ Herr Dr. F. SCHAARSCHMIDT, Senckenberg Museum Frankfurt/Main, untersuchte freundlicherweise einige Proben auf ihren Sporenghalt; ihm sei dafür herzlich gedankt.

einzelnen Exemplare kann 2 cm erreichen. Oft sind diese Knöllehen bei der Sedimentation zerbrochen, was für ein stark bewegtes unruhiges Sedimentationsmilieu spricht, das wir in einem Küstenbereich erwarten können. Die echten Ooide lassen sich von ihnen relativ gut unterscheiden. Heute spielen die Blaualgen als kalkfällende Organismen im Meer keine Rolle mehr, hingegen waren sie es im Paläozoikum in hervorragender Weise; ihre maximale Wassertiefe war wohl mit 20–25 m anzugeben. Dieser Maximalwert dürfte bei unseren Verhältnissen, der begleitenden minerogenen, klastischen Fazies nach, eher zu hoch als zu niedrig sein. Die übrigen Algenreste weisen alle auf die gleiche, marine Fazies hin. Sehr interessant scheint in diesem Zusammenhang auch das Auftreten einer Form zu sein, die mit *Tubulites articulatus* BEIN zu vergleichen ist und welche wir bislang nur aus dem Plattendolomit (Ca 3) Thüringens kennen. Obwohl diese Form bislang nur aus dem Plattendolomit bekannt ist, wird sie von HECHT als ausgesprochenes Faziesfossil angesehen.

Bereits 1963 hatten wir den mit einiger Unsicherheit behafteten Fund einer Bryozoe und zahlreiche Fischreste angeführt, die der Gruppe der Palaeonisciden zuzurechnen sind. Eine Einzelbestimmung der Kieferbruchstücke und der zahllosen Zähne ist zur Zeit nicht möglich, wenn auch ein gewisser Verdacht einer Zugehörigkeit zu *Pygopterus nielseni* ALDINGER besteht.

Durch den noch S. 128 zu beschreibenden Muschelfund in der Bohrung Wolfskehlen 4 gewinnen die von GEINITZ 1889b erwähnten unbestimmbaren Muscheln und die kleinen Schnecken, die nesterweise vorkamen und von ihm mit „*Turbo*-, *Rissoa*- oder *Chemnitzia*-Arten“ verglichen wurden, an Zuverlässigkeit. Die Ansicht von REINACHS, daß es sich bei diesem in der Umgebung Sprendlingens (zusammen mit dem Material der REINACHSschen Schürfe GEINITZ übergeben) aufgelesenen Material um Mainschotter handeln könnte, erschien uns bereits 1963 leicht widerlegbar.

Im Zusammenhang mit unserer Betrachtung über die Stellung des Oberen Rotliegenden (s. S. 131) verdient die Notiz GEINITZS, daß ihn dieses Vorkommen an die Verhältnisse bei Manchester (1889a) erinnere, „wo Meeresablagerungen des Zechsteins mit sandigen Küstenablagerungen in Wechsel treten“, noch besondere Erwähnung.

Auffällig ist, daß bei unseren neuen Fossilfunden neben einigen *Pleuracanthus*-Zähnen und wenigen unbestimmbaren höheren Pflanzenresten so wenig echte Rotliegend-Fauna und -Flora gefunden wurde. Vielleicht liegt es in den Fundumständen, vielleicht auch in den Bearbeitern begründet; die Algen, auf die wir uns heute im wesentlichen stützen, waren damals noch weitgehend unbekannt.

Wenn wir nun auch eindeutig marine Fossilien aufzuweisen haben, so ist uns damit noch nicht die Möglichkeit gegeben, eine exakte Altersbestimmung innerhalb des Perm herbeizuführen, denn wie bereits 1963 ausgeführt, können wir letzthin im mittleren und höheren Teil des Rotliegenden nur eine marine Fauna von Zechsteincharakter erwarten, von der wir wissen, daß sie in unserem Raum fast ausschließlich von der Fazies bestimmt wird. Auf der anderen Seite müssen wir wohl auch annehmen, daß wir in zechsteinzeitlichen Ablagerungen, die in Rotliegend-Fazies vorliegen, mit Rotliegend-Fossilien zu rechnen haben. Das Beispiel Lieth (BACKHAUS 1964) kann in dieser Hinsicht angeführt werden.

2.3. Fazielle Änderungen und Schichteneinstufungen

Nicht nur die unscharfen Grenzen zum Liegenden, wenn der Melaphyr fehlt, sondern auch die schnellen seitlichen Fazieswechsel innerhalb der Schichtenfolge erschweren die Arbeit. Schon der Vergleich auf engstem Raum zwischen der Kalkbank im Profil 3 b mit denen von 3 a oder gar dieser Zone mit den Angaben aus der Bohrung Dampfmühle fallen schwer. So waren auch die einzelnen Bänke des Profils 2 a, das aus der Mittleren Straße stammt, nicht mehr in dem Ausschnitt der Oberen Straße sicher vergleichbar, die Bank A schien ganz zu fehlen, die unteren Zonen sind dort offensichtlich klastischer; dies würde die Verhältnisse der Bohrung der Funkstelle miterklären helfen. An der in Abb. 1 dargestellten Funkstelle wurden in einer Bohrung⁵⁾ bis 28 m unter AP, obwohl an der Oberfläche die Plattenkalke kartiert wurden, keine Plattenkalke, sondern nur kalkhaltige Arkosen ausgewiesen.

Unterläßt man es, einzelne Bänke zu parallelisieren und bemüht sich nur um den Vergleich einer größeren Schichtenfolge, so sieht das Bild schon wesentlich günstiger aus; dann dürfen unser Profil vom Kellerbüschchen und das REINACHSche aus dem Distrikt Nardesgarten ohne Bedenken nebeneinander gestellt werden (Abb. 2). Ein Vergleich unseres Profils 3 a mit den Ergebnissen des ehem. Brunnens der Stadt Offenbach am 3 km entfernten Kirschbornweiher (Prof. 3 c, gezeichnet nach den Angaben der Offenbacher Wasserwerke, 1894, in den Erl. zu Blatt Neu Isenburg) zeigt eine so gute Übereinstimmung, daß man die Plattenkalke im engeren Sinne als ein zeitäquivalentes Schichtenglied anzusehen hat, das lediglich in veränderlicher Fazies vorliegen kann. Diese Fazieswechsel, wie sie in einem küstennahen Bereich im Wechsel zwischen fluviatilen Einschüttungen und marinen Ingressionen zu erwarten sind, werden vor allem auch durch die sog. Mikrofazies in den nahezu 50 zur Verfügung stehenden Schriffen bestätigt. Das Auftreten der für uns so wichtigen marinen Kalkalgen war, abgesehen von der Bank A, am Kellerbüschchen geringer als am Nardesgarten. Der größte Reichtum stammt dort von den Punkten A und B, die mit den Schurfgruben von REINACHS ident sein dürften — der Punkt C ist ein Schurf, aus dem Herr NAHRGANG vom Heimatmuseum Dreieichenhain gleiches Material mit Fischzähnen und -schuppen gewinnen konnte —. Während wir am Kellerbüschchen von Intraspariten, nur im Falle der Bank A von einem Biosparit sprachen, müssen wir am Nardesgarten (Taf. 10 Fig. 6) von einem Biosparit sprechen. Die starke Aufarbeitung der Ooide und Algenkörper weist auf eine Trümmerfazies hin, die nur absolute Küstennähe und Flachgebiet bedeuten kann. Die unternommenen Boruntersuchungen²⁾ zeigen nach dem Urteil von Dr. ERNST eine niedersalinare Fazies an, die unter vorwiegend trocken-heißen Verhältnissen entstand, wobei es zur verstärkten Ausscheidung der im Wasser gelösten Salze kam. Die Werte liegen im Rahmen der bisher aus unserem Perm bekannten, am nächsten kommen sie noch denen aus dem Unteren Zechstein vom Niederrhein. Die Werte aus dem Horizont B und I lassen durchaus an eine normale marine Fazies denken, wenn man den darin enthaltenen höheren Schluffgehalt berücksichtigt.

⁵⁾ Dieses Profil wurde von Herrn Dr. O. SCHMITT aufgenommen und mir freundlicherweise zur Verwertung überlassen.

Verfolgen wir die fazielle Entwicklung weiter nach Osten auf die Melaphyre bei Dietzenbach (s. Abb. 1) zu, so beobachten wir eine Zunahme der Klastizität und ein Fehlen des Kalkgehaltes. Diese Beobachtung gilt sowohl für den Bereich des als Plattenkalk kartierten Gebietes zwischen Nardesgarten und Kirschbornweiher bezüglich der biogenen Bestandteile als auch für die außerhalb liegenden kalkfreien Distrikte vom Alteberg (genauer ein Punkt 0,7 km südlich B) und Wingertsberg bei Dietzenbach. Es liegt daher für uns der Gedanke nahe, daß die Melaphyre während der Sedimentationszeit der Plattenkalke die Küstenlinie bildeten. In diesem Falle wäre Melaphyrmaterial im jüngeren Sediment zu erwarten.

Dieser Nachweis ist uns aber nur an sehr wenigen Stellen gelungen; CHELIUS wies 1886 bereits auf die leichte Verwitterbarkeit der Melaphyre hin. Er führt aber aus seinen „oberen Conglomeraten“ (s. S. 127) Melaphyre an (von KLEMM 1910 widerrufen, von KLÜPFEL wieder erwähnt). In einigen Zonen dieses Horizontes ließ sich von ihm ein kalkiges Bindemittel nachweisen, das sich westwärts vermehrte, so daß daraus im Hainer Wald (zwischen Dreieichenhain und Langen) nach seiner Auffassung unsere Plattenkalke hervorgehen. Schluffsteine, die häufig in Wechsellagerung mit Sandsteinen und Konglomeraten unter den Plattenkalken im Hainer Wald liegen, sollen dem Horizont angehören, der unmittelbar über dem Melaphyr folgt. Die Konglomerate, die wir (Profil 3a u. 3c) über den Plattenkalken finden, scheinen durchaus den von CHELIUS erwähnten zu entsprechen und lassen somit auch im ganzen seinen Gliederungsversuch als gerechtfertigt erscheinen, zumal er auch, wie von REINACH 1892 am Hengststüfer, die unteren Konglomerate im Liegenden (Unterrotliegend) in den Aufschlüssen südöstlich Langen davon zu trennen vermochte. Dabei hatte CHELIUS auch an manchen Stellen, wo Melaphyr auftrat, richtig erkannt, daß dieser mitunter Rotliegend-Sedimente (z. B. im „Messeler Horst“ als Mittelstreifen des Sprendlinger Horstes) überlagerte. Diesen Befund können wir heute von Beobachtungen im Neubaugebiet Messel-Südost ebenfalls bestätigen, wo wir an mehreren Stellen Melaphyre und Melaphyrtuffe beobachteten, die in Arkosesandsteine (Tholeyer) intrudiert waren.

In der 2. Auflage zu den Kartenblättern wird die CHELIUSSCHE Gliederung fallengelassen, wodurch richtige Befunde und damit Untergliederungsmöglichkeiten im Perm des nördlichen Odenwaldes verschüttet worden sind. Der Melaphyr wird von nun an als das jüngste Schichtenglied des gesamten „Rotliegenden“ in unserem Raum angesehen. Die Beweisführung dafür ist äußerst lückenhaft, sie beruht eigentlich nur auf der Annahme der Wahrscheinlichkeit (KLEMM 1901, S. 8), wobei vor allem die Mißdeutung der Tektonik (1910, S. 17) — s. auch S. 124 — sich auszuwirken scheint. Lediglich am Ebertsberg (s. Abb. 1) ließ KLEMM noch die „oberen Conglomerate“ CHELIUS' als Oberrotliegend gelten, weil er dort den von KOCH einst kartierten Basalt nicht mehr auffinden konnte (KLEMM hatte bei der Neuaufnahme die meisten von KOCH als Basalt angesprochenen Vorkommen als Melaphyr erkennen können) und durch das Einfallen der Schichten annehmen mußte, daß diese Konglomerate hier den Melaphyr überlagern.

Ob die Annahme eines Melaphyrs an dieser Stelle richtig ist, wollen wir dahingestellt sein lassen; hingegen halten wir die Einstufung der Konglomerate als postmelaphyrisch auf jeden Fall für richtig. In einer 20-m-Bohrung auf dem Gelände der

Gutsschänke Neuhof, deren Profil ich der unten erwähnten Profilsammlung im Darmstädter Institut entnehme, wird zwischen 9,0 und 14,8 m ebenfalls Melaphyr angegeben, der von Sandsteinen unterlagert wird; an der Oberfläche finden sich die Plattenkalke. Es könnte sich hier in der Tat um den unterlagernden oder einen intrusiven Melaphyr handeln; dennoch liegt die Annahme näher, daß er fehlbestimmt ist und es sich lediglich um einen ähnlichen Basaltgang handelt, wie wir ihn im Kellerbüschchen (s. Profil 3a) auffinden konnten.

Trotz Fehlens der Melaphyre in diesem engeren Gebiet sprechen doch fast alle Argumente für ein postmelaphyrisches Alter der beschriebenen Schichtenfolge (s. S. 120 und S. 130).

VON REINACH (1892, S. 26) hatte sein Profil vom Nardesgarten mit dem vom Windberg (Bl. Tharandt/Sachsen) im Döhlener Becken verglichen; fossilmäßig und petrographisch erschien dieser Vergleich von Schichtengliedern des Mittelrotliegend damals überzeugend. Nach PIETZSCH (1962) wird diese Folge in Sachsen noch heute ins Unterrotliegend gestellt und vorläufig mit den Lebacher Schichten verglichen⁶⁾.

3. Die „Plattenkalke“ am östlichen Darmstädter Stadtrand

Im Gebiet östlich des Botanischen Gartens in Darmstadt (Bl. Darmstadt-Ost, geol. Bl. Roßdorf) — s. Abb. 4 — war der einzige Punkt im nördlichen Odenwaldbereich, auf dem eine gemeinsame geologische Grenze zwischen dem sog. Plattenkalk und dem Melaphyr angegeben wurde. Nach der Kartendarstellung KLEMMs war es ein normales Auflager; eine Begrenzung durch Verwerfungen wurde aber nie ausgeschlossen. Ungefähr 2 km südlich unseres Kartenausschnittes hatte er (1938, S. 71) am Bahneinschnitt Oberramstädter Straße auch eine etwa NW-streichende Störung beobachtet, an der die Schichten mit etwa 20° gegen N einfielen, da er aber in den Arkosen neben dem Melaphyr keine Melaphyrbrocken fand, hielt er die Arkosen für älter und deutete diesen Aufschluß als eine Überschiebung des Melaphyrs durch Rotliegendes. Im Melaphyrbruch an der Villa Waldeck in Traisa, ca. 500 m südöstlich vom letztgenannten Punkt, war eine 120° streichende Quetschzone (KLEMM 1938, S. 71) zu beobachten, die er mit der Verwerfung an der Oberramstädter Straße in Zusammenhang brachte. Wir halten diese Zusammengehörigkeit für sehr wahrscheinlich. Ähnliche tektonisch bedingte Lagerungsverhältnisse gibt KLEMM von der Eisenbahnüberführung Dieburger Straße an.

Innerhalb des als Plattenkalk kartierten Gebietes am östlichen Darmstädter Stadtrand wurden 1953 zwei Wasserbohrungen⁷⁾ niedergebracht, deren Profile bei 19,3

⁶⁾ Herr Dr. H. ULLRICH, Erfurt, der mich freundlicherweise auf diese Einstufung bei PIETZSCH hinwies, hat sich wegen der dort gesichert erscheinenden Einstufung ins Unterrotliegend bei seinen Untersuchungen der Randfazies des Zechsteins im sächsisch-thüringischen Raum mit dem genannten Vorkommen nicht beschäftigt.

⁷⁾ Die Angaben dieser Bohrungen entstammen einer Profilsammlung im Institut für Geologie der T. H. Darmstadt, die von Herrn Bergrat Prof. Dr. W. WAGNER angelegt wurde. Eine Publikationserlaubnis des Auftraggebers der Wasserbohrungen wurde bislang nicht erteilt.

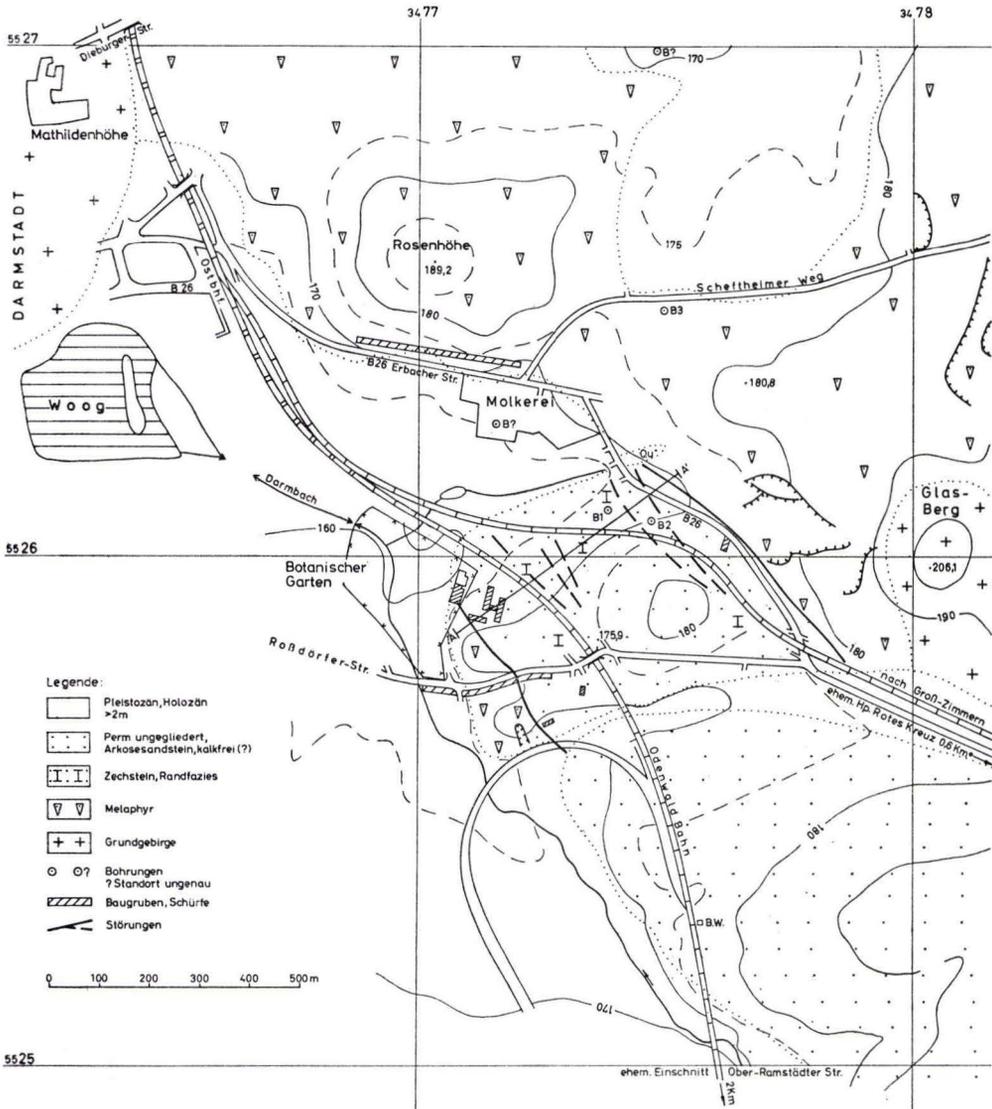


Abb. 4. Kartenausschnitt Darmstadt-Ost, 6118 (geol. Roßdorf) für das T.H.-Neubaugebiet am Botanischen Garten mit eingezeichneten Aufschlüssen, nach geol. Karte und eigenen Aufnahmen

bzw. 27,8 m unter Ansatzpunkt (s. Abb. 3 u. 5) Melaphyr angetroffen haben. Diese Angaben mußten verständlicherweise in Zweifel gezogen werden, bis zuletzt ermittelt war, daß die Gesteinsansprache von Prof. H. HENTSCHEL, Wiesbaden, stammte. Außerdem waren mir einige flache Baugrundbohrungen südlich der Roßdorfer Straße bekannt geworden, die Melaphyr 1,1–1,2 m unter Rotliegendesedimenten angaben.

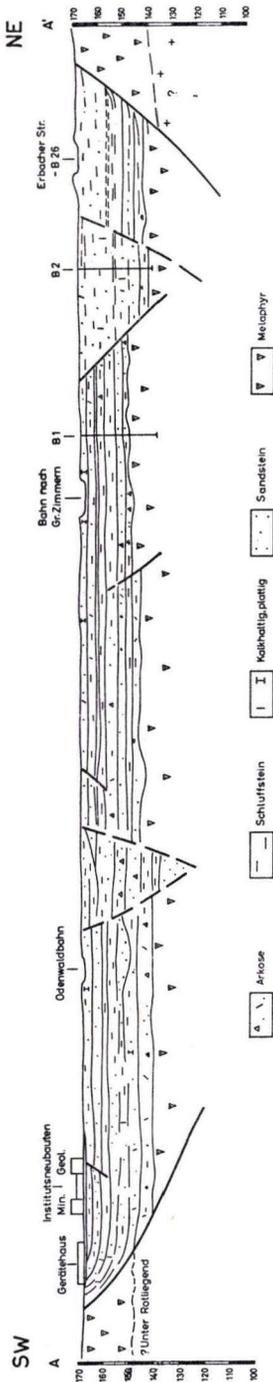


Abb. 5. Schematischer Profilschnitt durch den Graben am T. H.-Neubaugebiet Botanischer Garten. Lage siehe Abb. 4

Mit Spezialschürfgeräten⁸⁾ wurden aber bis 3 m nur plat- tige, kalkführende Arkosesandsteine angetroffen. Lediglich an der Erbacher Straße konnte in einem Schurf in 4 m Tiefe, bereits seitlich unter der Bundesstraße 26, Melaphyrtuff angetroffen werden. Aus Sicherheitsgründen für den Straßenverkehr mußten die Arbeiten abgebrochen werden; es erschien aber an dieser Stelle recht wahr- scheinlich, daß es sich bei den Tuffen um älteres Auffül- lungsmaterial des Straßenunterbaues handelt. Die dort an der Oberfläche anstehenden 3 m Schluffsteine, mit einem B_2O_3 -Gehalt²⁾ von 0,054 und 0,056 Gew.%, fielen mit $5-15^\circ$ in südliche Richtung ein. Die Annahme einer Ver- werfung an dieser Stelle wird noch durch die Beobachtung (KLEMM 1938, S. 71) gestützt, daß die nördlich der Straße liegenden ehem. Melaphyrbrüche bis 5 m unter Straßenniveau hinabreichen, während in den Bahneinschnitten die „Kalkschichten“ und in unserem Schurf an der Süd- seite der Straße die Schluffsteine aufgeschlossen waren.

Die Ausschachtungsarbeiten für die Neubauten der geo- wissenschaftlichen Institute der T. H. (s. Abb. 4 u. 5) er- brachten weitere neue Erkenntnisse. Beim Bau eines Gerätehauses für die Biologie (s. Abb. 5) wurden in der Baugrube Arkosesandsteine angetroffen, die von SW nach NE sich ändernde Einfallwinkel aufwiesen. 15 m neben dem Melaphyr betrug das Einfallen 60° NE, 4 m weiter östlich waren es 38° und nach weiteren 4 m nur noch 10° , um dann allmählich in eine fast horizontale Lagerung überzugehen. Auf Grund dieser Schleppung konnte bereits eine Abschiebung gefolgert werden. Das Sediment war ein durch Verwitterung aufgelockerter, rötlicher, weißge- sprenkelter Arkosesandstein. Er ist kleinrhythmisch auf- gebaut. Diese kleinen Rhythmen sind 0,6–1,5 m stark; sie beginnen mit Grobschüttungen, gehen in Wechsel- folgen (s. S. 118) über und enden in einer 2–3 dm starken rotbraunen Schluffsteinlage. Es sind kleine Sohlbank- zyklen. Die starke Ähnlichkeit mit den Verhältnissen bei CHELIUS (1886 b, S. 57) erwähnten „schmale, hier und da anschwellende Bänke oder lose Linsen von hellgrauen,

⁸⁾ Die Geräte und Bedienungsmannschaften stellte im Som- mer 1963 der Kommandant des Bundeswehrstandortes, Herr Major JACOBSHAGEN, freundlicherweise zur Verfügung. Herr Forstmeister SCHMITZ, Forstamt Darmstadt, war so liebens- würdig, diese Arbeiten in dem stadtnahen Waldgebiet zu er- lauben.

dichten Kalken und Dolomiten, die kleine Reste von Petrefacten enthalten“, aufgefunden werden. CHELIUS unterschied 1886 von oben nach unten, teils auch nebeneinander, auf den Blättern Roßdorf und Messel Sandsteine und Schiefer mit Karneol und Dolomitknollen, Melaphyrkonglomerate, Plattenkalke und Konglomerate mit kalkigem Bindemittel, Obere Konglomerate und Sandstein mit zahlreichen Melaphyr- oder Porphyr-„Geschieben“ und zuunterst Tonschiefer und Schieferletten. Ob der Melaphyr bereits zum Oberrotliegend gerechnet werden sollte, ließ CHELIUS noch offen. Die in den Bohrungen 1 und 2 (s. Abb. 5) häufig auftretenden Schluffsteine und die von der B 26 könnten denen, die CHELIUS als unmittelbar auf dem Melaphyr folgende „Tonschiefer“ beschreibt, entsprechen. Mitunter wechseln auch größere Zonen von Schluffsteinen mit Arkosen, die hier beide reichlich Kalk führen. Ähnlich sind die am Mainzer Berg (MB in Abb. 1) und am Bahnhof Messel auf Grundgebirge (s. Abb. 7) transgredierenden Schluffsteine und Arkosen ausgebildet. Der B_2O_3 -Gehalt²⁾ der Schuffsteine am Mainzer Berg betrug 0,054 Gew.%. Kleine Melaphyrreste konnten in den Baugruben gefunden werden. An der östlichen Baugrubenböschung für das Geol. Institut konnte eine kleine Pressungsform beobachtet werden.

Den letzten entscheidenden Beweis für die grabenartige Einsenkung (s. Abb. 5) der „Plattenkalke“ vom Botanischen Garten und damit für ihr jüngeres Alter als Melaphyr brachten im Herbst 1964 Kanalisationsarbeiten an der Südseite der Roßdorfer Straße (s. Abb. 4); hier wurde die südwestliche Verwerfung aufgeschlossen. Sie fiel mit 35° NE ein bei einem NW gerichteten Streichen. Diese Verwerfung ist derjenigen von der Oberramstädter Straße-Villa Waldeck gleichgerichtet. Räumlich kann es nicht die gleiche sein, wohl dürften aber beide zur gleichen Grabenstruktur gehören. Dadurch wird wahrscheinlich, daß die in Abb. 4 als ungegliedertes Perm dargestellten Arkosesandsteine auch zum Plattenkalk im weiteren Sinne gehören. KLEMM erwähnte (1938, S. 71) auch, daß Rotliegend-Konglomerate westlich des Haltepunktes „Rotes Kreuz“ (s. Abb. 4) Melaphyr zu überlagern scheinen.

Das sich daraus ergebende postmelaphyrische Alter unserer „Plattenkalke“ bedeutet in der bisher gültigen stratigraphischen Auffassung erst einmal, wie CHELIUS (1886) diese Abschnitte auch einstuft, Oberrotliegend und bestenfalls in den höheren Teilen vielleicht Zechstein. Ein Vergleich mit Dreieichenhain (Abb. 3) scheint die Gleichsetzung der beiden Profile ohne erkennbare Schwierigkeiten zu erlauben, so daß wir sie zusammenhängend als Zechsteinrandfazies auffassen möchten, wobei wieder der von GEINITZ (1884 etc.) vertretene Standpunkt, daß Oberrotliegend nur als Zechsteinrandfazies (s. S. 131) zu verstehen sei, für unser Gebiet zur Geltung kommt (s. 5.1.).

4. Zechstein im Rheingraben (Wolfskehlen 4)

„In der Bohrung Wolfskehlen 4 wurden zwischen der Tertiärbasis und sicherem Rotliegenden 36 m helle, tonige Dolomite im Wechsel mit roten Tonen und Mergeltonen angetroffen, bei denen Verdacht auf Zugehörigkeit zum Zechstein besteht“ (STRAUB 1962, S. 124). Die für diese Einstufung in Betracht kommenden und mir zur Verfügung stehenden Kerne⁹⁾ reichten von 1530,0–1550,5 m. Eine detaillierte

⁹⁾ Der Gewerkschaft Elwerath, Erdölwerke Hannover, sei herzlich gedankt für die Genehmigung, die noch in Gernsheim vorhandenen Kernmärsche durchzusehen, einige Proben zu entnehmen und die Ergebnisse hier zu veröffentlichen.

Beschreibung dieses Profils ist von WIRTH (1954) publiziert worden, auf seine Beschreibung sei verwiesen. Uns lag bei keiner Probe ein Dolomit vor. Dieser Nachweis wurde vor allem an dem uns besonders interessierenden Kernmaterial zwischen 1530–1532 geführt. Es ist vorwiegend ein grauer bis grau-grüner kalkiger Feinsandstein. Rote hellgrün gefleckte Schluffsteinbrocken treten untergeordnet auf. Der hohe Anteil an eckigen Quarzen wurde im Dünnschliff bestimmt, gleichfalls sein geringer Karbonatgehalt von rund 15%, der sowohl durch Titriplex als auch durch Röntgenpulveraufnahme³⁾ nachgewiesen wurde; Dolomit tritt nur in Spuren auf.

Auf einem 4 cm dicken Kernstück konnten auf Unter- und Oberseite jeweils drei deutlich als *Schizodus obscurus* Sow. bestimmbare Steinkerne oder Abdrücke erkannt werden (s. Taf. 10 Fig. 1 u. 2). Darüber hinaus treten noch weitere schlecht bestimmbare Muscheln auf. Durch diese typische marine Zechsteinmuschel dürfte die Zugehörigkeit dieser Schichtenfolge zum Zechstein außer Zweifel stehen. Damit bestätigt sich nicht nur die von STRAUB geäußerte Vermutung, sondern auch die von F. MICHELS, Wiesbaden (s. WIRTH, S. 177), in einer Diskussion geäußerte Ansicht, es könne sich bei diesen Karbonaten um eine Zechsteinvertretung handeln.

Bei der Bestimmung der Spezies wurde der Artname *Sch. obscurus* Sow. angeführt, weil nach ULLRICH (s. A. H. MÜLLER, Lehrbuch der Paläozoologie, 1, Allgemeine Grundlagen, 2. Aufl., Abb. 111–113) die bisher zu *Sch. truncatus* KING und zu *Sch. schlothheimi* GEINITZ gestellten Formen in der Variationsbreite von *Sch. obscurus* Sow. liegen. In der alten Verfahrensweise würde der Abdruck auf dem Bohrkern (s. Taf. 10 Fig. 1) als *Sch. schlothheimi* und der Abdruck (Taf. 10 Fig. 2) als *Sch. truncatus* benannt worden sein.

Aus dem Abschnitt 1532,0–1534,6 lagen 2 m Kern vor. Die oberen 1,2 m waren ein eingekieselter, schwach karbonatischer, glimmerführender, grauer Feinsandstein; die nach unten anschließenden 0,8 m wurden tonig-schluffiger und waren feinfaserig. Der Kern wurde auch nach unten etwas buntfleckiger. Einige besonders stark eingekieselte Bänder traten hervor. Einige kleine Fossilbruchstücke (evtl. Fischreste) konnten in einer aufgelösten Probe gefunden werden.

Aus dem Kernmarsch 1534,6–1536 waren noch 0,4 m flaseriger, schluffiger Sandstein und etwas roter, kalkführender Schluffstein vorhanden. Aus der Teufe 1546,5 bis 1550,5 war 1 m rotbrauner, stark karbonatführender feinsandiger Schluffstein gewonnen worden. Die Bestimmung des Borgehaltes²⁾ ergab 0,061% B_2O_3 . Diese Schluffsteine weisen äußerlich starke Ähnlichkeit mit denen von Dreieichenhain auf.

Da durch die Muschelfauna der Zechstein eindeutig belegt ist, soll auch auf die von STRAUB (1962) angeführten 538 m des Melaphyr und Oberrotliegenden in der Bohrung Stockstadt 33 R hingewiesen werden. Alle bisher über die Tertiärbasis hinaus vorgedrungenen Bohrungen im nördlichen Abschnitt des Rheingrabens haben im Liegenden „Oberrotliegend“ angetroffen, dessen Ansprache auf äußeren petrographischen Merkmalen beruht. So liegt ungefähr auf halbem Wege zwischen den Lokalitäten Wolfskehlen 4 und Dreieichenhain die DEA Bohrung Darmstadt 1 (s. auch WIRTH). Im Institut für Geologie in Darmstadt befinden sich daraus einige Kerne, deren rotbraunes, glimmerführendes, schluffig-sandiges Material den Schluffen

von Dreieichenhain zu entsprechen scheint. Im Bohrverzeichnis¹⁰⁾ war unterhalb der Tertiärbasis von 914,5 m bis zur Endteufe 928 m tatsächlich Oberrotliegend angegeben. Eine Gleichaltrigkeit mit den beiden anderen Punkten scheint gewiß.

Andere Bohrungen, die wir der Arbeit WIRTH entnehmen können, lassen zumindest in ihren als Rotliegend angesprochenen Schichtengliedern Zechsteinäquivalente erwarten, so etwa die Bohrung Wolfskehlen 2. Die dort als Tertiär gesicherten Schichten gehen nur bis 1638 m (nach Seismik bis 1636). In den bis zur Endteufe von 1662,1 m angegebenen Schichten sind nach WIRTH (S. 175/176) sehr viele Sandsteine und Tonsteine enthalten, die tiefviolette Farbtöne und Mangananzeichen aufweisen; das sind Merkmale, denen wir auch häufig in Zechsteinbildungen, speziell in unserem „zo“ begegnen. Die Angaben WIRTHS über die Bohrungen Pfungstadt 1, Mettenheim 1 und 3, sowie Eich 1 und vor allem Eich 3 lassen durchaus die Möglichkeit geben erscheinen, in den untersten Schichtengliedern jeweils Zechstein zu sehen (Eich und Mettenheim liegen rund 12 km nördlich Worms). Ob und wie weit die bisherigen Oberrotliegend-Sedimente dieses Raumes nunmehr als Zechstein anzusehen sind, kann damit natürlich noch nicht entschieden werden.

Am westlichen Odenwaldrand treten bei Heppenheim noch Schichten des Unteren Buntsandsteins über Kristallin zutage. Es ist allerdings kein Punkt bekannt, an dem die „Roten Schieferletten des Unteren Buntsandsteins“ (HEIL) direkt auf Kristallin beobachtet wurden. Deshalb ist es auch nicht ausgeschlossen, daß hier wie anderswo die „Oberen Zechsteinletten“ mit dem Bröckelschiefer zusammengefaßt sein können, vor allem dann, wenn man Zechstein gar nicht erwartet. Ein zwingender Grund, daß hier mariner Zechstein vorhanden sein müßte, ist m. E. allerdings nicht gegeben, auch wenn MEYER (1913b) eine Überflutung des Odenwaldes im „oberen“ Zechstein annimmt.

5. Schichtenneueinstufung und Paläogeographie

5.1. Begründung des Zechsteins-Alters

Die marinen Algenreste (s. GASCHE), die von GEINITZ (1889b) erwähnten Schnecken und Muscheln, die von uns 1963 angeführten weiteren Invertebraten- und Vertebratenreste, wie auch die Faziesbilder der Kalke belegen eine marine Entstehung der sog. Plattenkalke von Dreieichenhain-Sprendlingen-Götzenhain. Da diese Kalke nur von Arkosen überlagert werden und auch Arkosesandsteine in Rotliegendfazies nach unten folgen, die faziesabhängigen Fossilien aber für eine exakte Alterseinstufung innerhalb des Perms nicht ausreichen, müssen die örtlichen Befunde durch regionalen Vergleich gestützt werden.

In der bislang geltenden Gliederung für unser Gebiet sollten diese Plattenkalke unter dem Melaphyr liegen. Für diese Annahme konnte im gesamten Sprendlinger Horst bislang kein Beweis erbracht werden; auch ist aus der Literatur keine konkrete Beobachtungsangabe anzuführen (s. S. 130). Bewiesen werden kann aus den uns vor-

¹⁰⁾ Herrn I. Berggrat EINECKE vom ehem. Bergamt Darmstadt danke ich für die entsprechenden Angaben aus dem Bohrprofil, Herrn Dir. Prof. Dr. HECHT, DEA Hamburg, für die Erlaubnis, die Ergebnisse hier anführen zu dürfen.

liegenden Fakten, da die im Liegenden des Plattenkalkes von Dreieichenhain vorkommenden Arkosesandsteine mit Kalklinsen (s. Prof. 3b) ident sind mit den gleichartigen im geologischen Graben der Institutsneubauten am Botanischen Garten in Darmstadt (s. Abb. 4 u. 5), daß diese Schichten jünger als der Melaphyr sind.

Die Verhältnisse an den bisher als „Plattenkalk“ angeführten Vorkommen zeigen im einzelnen, daß in Darmstadt-Ost und bei dem kleinen Vorkommen in Urberach (s. S. 114) die Melaphyre darunter bzw. daneben liegen, während sie (nördlich Gundershausen handelt es sich um keinen Plattenkalk — s. S. 114) bei Dreieichenhain fehlen [s. Profil der Bohrung Dampfmühle (1 in Abb. 1), VON REINACH, 1894]. Für den Raum Dreieichenhain-Sprendlingen könnte ihr Fehlen in der Bohrung auch dahingehend interpretiert werden, daß sie eben erst darüber zu suchen wären. Dieses Argument ist aber dadurch zu entkräften, daß wir in dem zweifelsohne tektonisch zerstückelten Gebiet westlich der geschlossen oberflächlich ausbeißenden Melaphyre an keiner Stelle ihr Auftreten im Sprendlinger Horst kennen und daß wir hart westlich Dietzenbach (s. Abb. 1) mit Annäherung an den Melaphyr sogar Vergrößerung der Sedimente (s. S. 123) glauben beobachten zu können.

Für die Einstufung der Schichtenfolge von Dreieichenhain in die Zechsteinrandfazies (Oberrotliegend) kann eine Reihe von Argumenten angeführt werden.

Die Gleichwertigkeit und damit die Gleichsetzung des Profils von Dreieichenhain (3b) mit dem Profil von Darmstadt-Ost (3d), wo die gleichermaßen kleinrhythmisch aufgebauten Arkosesandsteine mit Kalkplatten über dem Melaphyr liegen, lassen eindeutig postmelaphyrisches Alter erkennen.

Das Auffinden der marinen Zechsteinmuscheln in den Schichten der Bohrung Wolfskehlen 4, wobei der pelitische Anteil beider Gebiete ebenfalls starke Ähnlichkeiten aufweist, zwingt zu einem Analogieschluß und ermöglicht die paläogeographische Vorstellung eines gemeinsamen Ablagerungsraumes; zumal zwischen beiden Lokalitäten ungefähr auf halbem Wege die DEA Erdölbohrung Darmstadt 1 (s. S. 128) liegt.

Die großen Mächtigkeiten der Bohrung Stockstadt 33 R oberhalb des Melaphyrs weisen, sofern nicht tektonisch bedingt, auf einen postmelaphyrischen Senkungsraum hin, in dem sich die Muschelfauna von Zechsteinalter ausbreiten konnte; wie auch andere Bohrungen dieses Raumes (s. S. 129) Zechstein möglich erscheinen lassen.

Die von H. E. HENTSCHEL aus der Pfalz bei Albersweiler ausführlich beschriebenen Oberrotliegend- und Zechstein-Schichten und die in den letzteren enthaltene Muschelfauna gleichen unseren faunistisch und petrographisch (hoher Anteil an eckigen Quarzen) weitgehend (s. S. 128). Wie weit marine Zechsteiningressionen innerhalb der Kreuznacher Schichten (Oberrotliegend) bzw. an ihrer Obergrenze noch nach Westen vorgreifen (s. WAGNER 1955, S. 229; auch ? VON REINACH 1892, S. 4) soll hier offen bleiben.

Auf den nach Norden unmittelbar anschließenden Blättern Frankfurt West und Ost (= Offenbach) ist eine größere Zahl von tieferen Bohrungen (Kaiser-Friedrich-Quelle, Lederwerke Rügner, ehem. Stearinfabr. Vollmar) bekannt, die NÖRING (1955, S. 159/160) eingehend betrachtet und bei denen ebenfalls Kalke über Melaphyr vorkommen. Die Verhältnisse der alten Bohrung Kaiser-Friedrich-Quelle (Kalk von 175–210 m und Melaphyr bei 222–230 m) hält NÖRING ohne Zwang mit der alten

Bohrung Dampfmühle bei Sprendlingen (1 in Abb. 1) vergleichbar. Von Oberdorfelden (NE-Ecke des Blattes Ffm-Ost-Offenbach) erwähnt MICHELS, S. 18, Spuren von Versteinerungen aus dem ro_3 ; eine Identität mit unserem Material von Dreieichenhain ist nicht ausgeschlossen.

Ein Versuch, unsere Kalke über die Offenbacher Bohrungen mit denen im Rotliegenden der Wetterau zu vergleichen, muß vorläufig unterbleiben, obwohl es gewiß reizvoll wäre, diese Kalke genauer zu untersuchen. So dürften die am Bahnhof Mittelgründau auftretenden Kalksandsteine mit den von HELLER beschriebenen Fährten, die der Verf. bei der eingangs erwähnten gemeinsamen Exkursion mit Dr. NÖRING wiederfinden konnte, mit unseren Plattenkalke kaum etwas gemeinsam haben. Das bedeutet auch, daß die von KLÜPFEL vorgenommene gleichzeitige Einstufung dieser wetterauischen Vorkommen und der von Roßdorf etc. (s. S. 137) in seinen Infrazechstein nicht ganz geteilt werden kann. Hingegen lassen die bei VON REINACH (1892) schon als Zechsteinvertretungen angesehenen Vorkommen von Kilianstädten und Windecken-Heldenbergen diese Einstufung vertretbar erscheinen.

Ein wichtiger Einwand gegen eine Einstufung in den Zechstein mit den bisher vorgebrachten Argumenten wäre, daß die Lage über dem Melaphyr nur eine Umstufung der Plattenkalke vom Unter- ins Oberrotliegend zu bedeuten brauche — wenn man die alte Einstufung nicht beibehalten kann, die ja die schwerwiegende Folgerung nach sich zöge, daß wir marine Zonen im Unterrotliegend hätten —. Läßt man diesen Einwand gelten, würde man die marinen Schichten als einen Teil des Oberrotliegend anzusehen haben oder nur die Plattenkalke im engeren Sinne (Profil 2) als Zechstein einstufen und ihr Liegendes (Profil 3b u. d) als Oberrotliegend aufzufassen haben. Eine entsprechende Einstufung der Schichten ins Oberrotliegend hat auch CHELIUS 1886 bei der 1. Aufnahme der Blätter Roßdorf und Messel vorgenommen, indem er sie als über dem Melaphyr liegend ansah. Heute wird im Saar-Nahe-Gebiet, dem sich die Gliederung im nördlichen Odenwald immer anzuschließen bestrebt war, das Oberrotliegend von FALKE in ro_3 Kreuznacher Schichten, ro_2 Waderner Schichten und ro_1 Grenzlager-Melaphyr gegliedert. [KLÜPFEL stellte weitgehend die Komplexe der Waderner und Kreuznacher Schichten dort und auch die Rotliegendvorkommen auf Darmstadt-Ost (Roßdorf) und Blatt Messel als sog. Infrazechstein unter den marinen Zechstein.]

In den 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts galt bei H. B. GEINITZ (1884, etc.), daß das Oberrotliegende „als limnische und littorale Parallelbildung für die unteren Glieder der marinen Zechsteinformation, wozu auch das eigentliche Weissliegende oder das Zechsteinconglomerat BEYRICH's gehört“, aufzufassen ist. Er erweiterte diesen Begriff (1889a) sogar auf Bereiche, die er als Zeitäquivalente des Oberen Zechsteins ansah; also auf alle Land- und Küstenbildungen dieser Zeit. Nur das Unter- (und Mittel-)Rotliegend sind älter als der Zechstein. Durch die geologische Kartenaufnahme scheint der Begriff Oberrotliegend später einen anderen Inhalt gewonnen zu haben.

Zumindest für unseren Raum sollten wir überprüfen, ob diese Auffassung GEINITZS nicht auch heute anwendbar sein kann, wobei man verständlicherweise davor warnen muß, alle bisher als Waderner und Kreuznacher Schichten aufgefaßten Glieder kritiklos als randliche Zechsteinäquivalente anzusprechen. Es böte sich aber die

saalische Phase und/oder das Ende der Melaphyrergüsse als Grenze zum Rotliegenden in der eingeeengten Fassung an (s. auch KLÜPFEL).

Da der Begriff Zechstein mehr aus der Fazies verstanden und an sie geknüpft wird, sollte man die gemeinte Zeiteinheit, die marinen Zechstein und seine randliche rote Fazies umfaßt, (um letztere nicht mit Oberrotliegend einer anderen Gliederung zu verwechseln, das nicht zechsteinzeitlich ist) mit einem neutralen Sammelbegriff belegen. Da der Ausdruck Saxonien der Franzosen in jeder Hinsicht zu belastet erscheint, könnte man (wie in Abb. 7) den von RENEVIER (nach MURCHISON 1848) auch auf dem Berliner Kongreß 1885 vorgeschlagenen Begriff (s. RENEVIER) Thuringium (Thuringien) gegebenenfalls dafür einsetzen.

5.2. Paläogeographie des marinen Zechsteins

5.2.1. Zechstein I

Haben wir bislang (5.1.) im wesentlichen Argumente gegen eine Rotliegend Zugehörigkeit angeführt, so wollen wir den Versuch zur Einstufung der Schichten, aus dem Bereich des marinen Zechstein kommend, fortsetzen. Dabei ergibt sich gleichzeitig der in Abb. 6 zur Darstellung gekommene Rekonstruktionsversuch der Paläogeographie unseres Raumes zur Zechsteinzeit.

Nördlich des Mains finden wir bei Niederrodenbach und Rückingen (Bl. Langenselbold, 5820) die westlichsten Vorkommen in dolomitischer Fazies. Südlich des Mains treffen wir in südlicher Verlängerung auf das Vorkommen von Forstel-Hummetroth (BACKHAUS, 1961). In gleicher Ausbildung kennen wir den von mir in den Z I eingestuftes Dolomit unter Ausfall von Zechsteinkonglomerat, Kupferschiefer bzw. -letten und sehr wahrscheinlich eines unteren Teils des Ca I am ganzen Ostrand des kristallinen Odenwaldes bis Heidelberg. Ob die Rotliegendevorkommen im Odenwald (Konglomerate, Dolomitknollen und Konglomerat zwischen 0–30 m Gesamtmächtigkeit) auf Blatt Brensbach-Böllstein und auch bei Heidelberg (s. SEEBACH) zum Teil als Zechsteinrandfazies zu deuten sind, kann wegen zur Zeit fehlender Aufschlüsse nicht entschieden werden. Die weiter südlich in den Bohrungen Erlenbach bei Heilbronn und Dürrmanz, nordöstlich Pforzheim (s. CARLE), angetroffenen Dolomite dürften auch in diesen Abschnitt gestellt werden. Die absolute Randnähe dieser Fazies wird im Odenwald durch das Auftreten von „Eisenkiesel“ und von eckigen Quarzkörnern im Schlibbild eines Zechsteinquarzites von Hummetroth bestätigt. Die Annahme (CHELIUS 1897), daß es sich um eine sekundäre Einkieselung handeln könnte, die durch Thermalquellen hervorgerufen worden sein sollte, wird zugunsten der primären sandigen Bildungen weitgehend aufgegeben. Es darf in diesem Zusammenhang angenommen werden, daß die am westlichen Spessarttrand (W. SCHOTTLER, Bl. Seligenstadt) auftretenden Zechsteinquarzite ebenfalls den primären Rand der marinen Ablagerungen kennzeichnen.

Im Gebiet Neustadt (Bl. Obernburg, 6120, geol. Neustadt-Obernburg) ragte das Kristallin so weit heraus, daß der Zechstein nicht zur Ablagerung kommen konnte. (Die Insel bestand noch bis in den Unteren Buntsandstein hinein, denn die Bröckelschieferfazies ist nur sehr gering, vorwiegend ist sie sogar sandig — s. BACKHAUS, 1960.) Diese Insellage reicht über Aschaffenburg hinaus auf das nach Osten anschlie-

bende Blatt Haibach, 6021 (s. WEINELT 1962). Teile des kristallinen Spessart dürften zu dieser Insel gehört haben (s. Randfazies am westlichen Spessart).

Es läge nun nahe, einen Zusammenhang zwischen der Odenwald-Insel (spez. der Halbinsel der Böllsteiner Gneiskuppel, Abb. 6 u. 7) und der Spessart-Insel (spez. des Neustädter Inselsporns) anzunehmen. Jedoch in einer Wasserbohrung¹¹⁾ nördlich

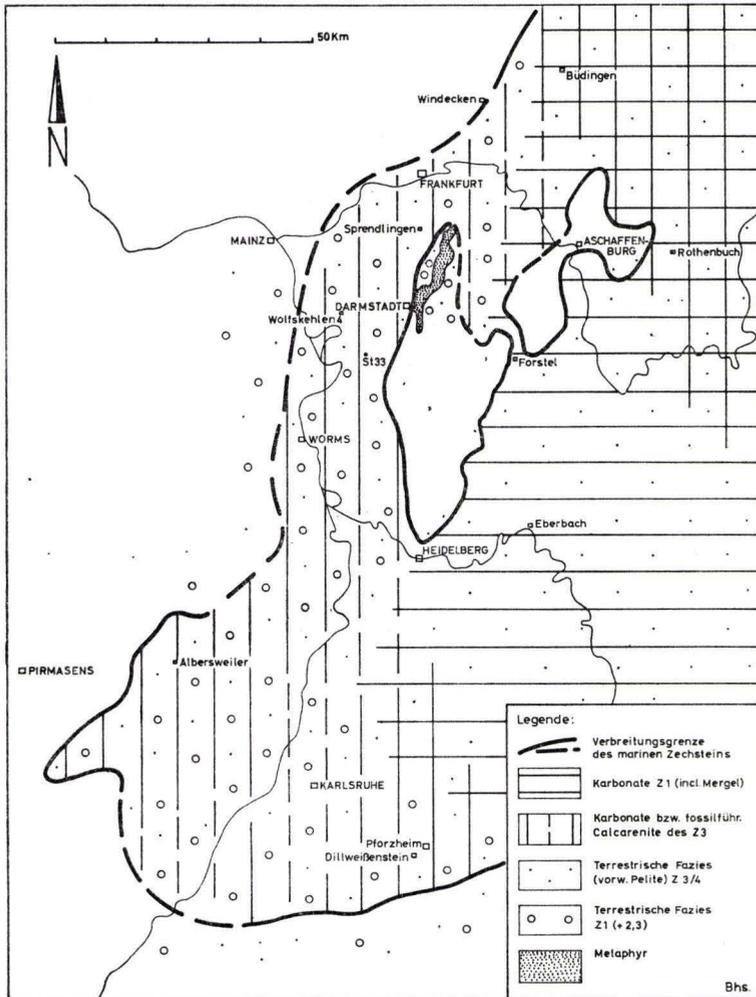


Abb. 6. Darstellungsversuch der Paläogeographie zur Zechsteinzeit im südwestdeutschen Raum. Die Verbreitungsgrenze des marinen Zechsteins ist nach dem Vorkommen von \pm fossilführenden Karbonaten oder deren Umwandlungsprodukten gezeichnet. Die Verbreitung terrestrischer Randfazies, wie auch Dünen etc., ist nur angedeutet und dürfte über den Rahmen des Kartenausschnittes nach W und S hinausgehen. Nicht berücksichtigt sind z. B. die Karbonatlagen im Nahegebiet etc. (VON REINACH 1892, S. 4), da ihre Einstufung zur Zeit nicht beurteilt werden kann.

Die Begrenzungslinie ist an dieser Stelle unterbrochen gezeichnet

¹¹⁾ Blatt Groß Umstadt, 6119; r 34 98 95, h 55 19 90. Herr Regierungsgeol. Dr. SCHMITT, Hess. Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, ermöglichte mir im Dezember 1964 dankenswerterweise die Profilaufnahme.

Hetschbach (He in Abb. 1), nur 3 km westlich Neustadt, wurden unter Bröckelschiefer und ca. 9 m teilweise violettstichigem „oberen Zechsteinletten“ (Z 3/4)

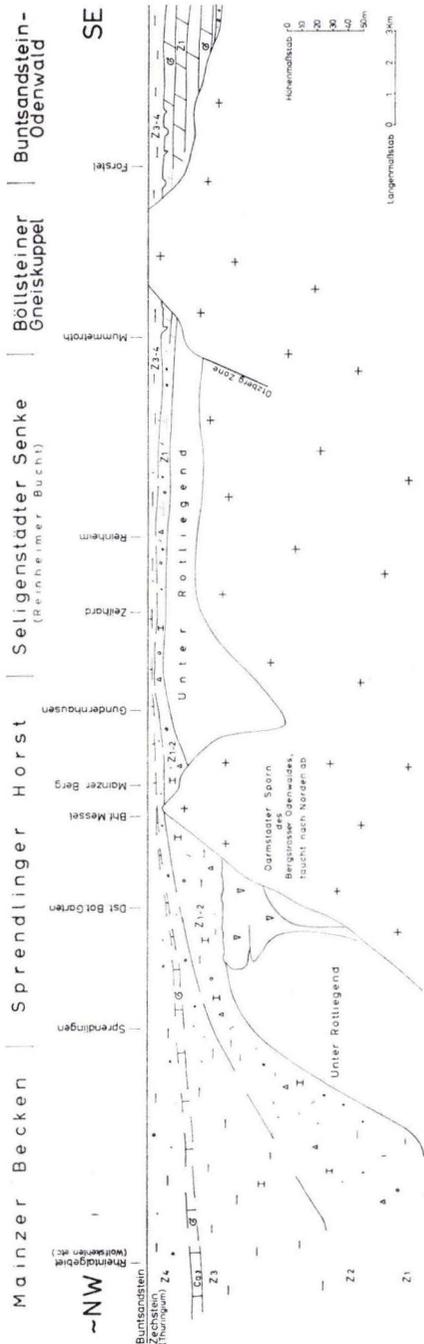


Abb. 7. Stark schematischer 10fach überhöhter Profilschnitt von NW im Rheintalgrabengebiet über Darmstadt nach SW bei Forstel-Hummetroth (Bl. Brensbach). Ein Versuch, die heute zu beobachtende Verteilung der Zechsteinrandfazies zu erklären. Oberrotliegend ist, so weit der Höhenlage nach erfäßt, als Zechsteinrandfazies dargestellt. Melaphyr ist als Obergrenze des (Unter-)Rotliegend angesehen. — Die Lokalitäten sind teilweise in die Schnittlinie hineinprojiziert. — Legende siehe Abb. 2

noch wenigstens 10 m mit Dolomitischen durchsetzter Grundgebirgsgrus angetroffen. Zusammen mit dem 1 km nordwestlich gelegenen Vorkommen von Frau Nauses (FN in Abb. 1) legt dies eine zeitweise Verbindungsstraße zwischen diesen Punkten und dem 4 km südwestlich gelegenen Vorkommen von Forstel-Hummetroth (Mr in Abb. 1) und am Otzberg (O in Abb. 1) nahe. Die Verbindungsstraße könnte durch die Ausräumung des relativ mürben Schiefermantels des Böllsteiner Gneises und durch die Otzbergzone, in der südlich Groß Umstadt (U in Abb. 1) die Quarzporphyre aufgestiegen waren, vorgezeichnet gewesen sein.

Das westlich des Böllsteiner Odenwaldes noch erhaltene Vorkommen von Mummetroth verrät in seinem roten Eisenkiesel Randfazies. Weiter nach Westen läßt sich im Gebiet der Seligenstädter Senke resp. Reinheimer Bucht (s. Abb. 7) zur Zeit kein eindeutiger Beweis mehr für Z 1 in mariner Ausbildung erbringen.

In der Ziegelei Reinheim (Bl. Darmstadt-Ost, 6118, = geol. Roßdorf) sind aus einer wassergefüllten Bröckelschiefergrube Quarzite gebaggert worden, die evtl. Zechsteinquarzite sein könnten. — Es bleibt aber nicht ausgeschlossen, daß es sich dabei um Tertiärquarzite handelt (die in der Ziegeleigrube zwischen Buntsandstein und Löß vorhanden sind), die zuvor von Menschenhand in die Grube geworfen wurden. — 1,5 km nordwestlich von diesem

Punkt (R in Abb. 1) liegt die Versuchsbohrung Spachbrücken (Sp in Abb. 1), deren Profil Dr. O. SCHMITT, Wiesbaden, bearbeitete¹²). Zwischen Bröckelschiefer im Hangenden und 12,3 m rotbraunen, glimmerführenden, feinkörnigen Sandsteinen im Liegenden, die teilweise kalkhaltig sind und mit Schiefertonglagen wechsellagern und von Dr. SCH. als Rotliegend angesprochen wurden, fand er 2,2 m kalkhaltige Schiefertonglagen mit einem faustgroßen Quarzgeröll und einem fraglichen Melaphyrgeröll. SCHMITT stellte diese 2,2 m mit Vorbehalt in den Zechstein. Man kann zwar der Ansicht sein, daß hier nicht unbedingt ein Zechsteinquarzit vorliegen muß, sondern es sich um einen beliebigen im Rotliegend aufgearbeiteten Quarzit handeln könnte, aber aus der Gesamtsituation heraus möchten wir der Annahme Dr. SCHMITTS zustimmen. Wir möchten es sogar für möglich erachten, daß die im Liegenden noch erbohrten 12,3 m ebenfalls dem Zechstein in terrestrischer Randfazies zuzurechnen sein könnten. — Auch in den Konglomeraten über dem Plattenkalk von Dreieichenhain konnten wir häufig Quarzite beobachten (s. auch CHELIUS, 1886a). —

Eine Einstufung dieses Vorkommens in einen bestimmten Abschnitt der deutschen Normalgliederung kann nicht vorgenommen werden, weil es uns im terrestrischen Bereich bislang an Gliederungsmöglichkeiten fehlt. Wir können hier nicht mehr mit der von uns 1961 im Verbreitungsbereich des marinen Z 1 konstatierten Sedimentationsunterbrechung bis zum Z 3 rechnen, sondern müssen vielmehr eine mehr oder weniger fortwährende terrestrische Sedimentation annehmen. Die Überdeckung mit Buntsandstein könnte es bei dem Quarzit von Spachbrücken möglich machen, daß wir es eher mit einem höheren Zechsteinglied (s. Gundershausen-Zeilhard, S. 136) zu tun haben.

5.2.2. Die Vertretung des Plattendolomits (Z 3)

Der höhere Teil des Zechsteins wird im Odenwald als „oberer Zechsteinletten“ gleichbedeutend mit Z 3/4 in pelitischer Fazies aufgefaßt (MEYER 1913, BACKHAUS 1961). Er greift transgressiv über eine Karstlandschaft des Z 1 und stellenweise noch darüber hinaus auf die bisherigen Festländer über. Diese Schlottenbildungen im Zechsteindolomit waren in den letzten Jahren sehr schön in Forstel zu beobachten. Nach Aussagen des Bruchmeisters und eigenen Beobachtungen sind die Schlotten in Form und Tiefe häufig wechselnd; länger anhaltende Rinnen, die als ehemalige Flußläufe angesehen werden könnten, zeigten sich bislang nicht. Auf karbonatische Bildungen im Z 3 (Plattendolomit) trafen wir bislang erst im Spessart (Gräfenberg, s. BACKHAUS 1961) und in der Wetterau am Eisenbahntunnel Büdingen. Charakteristisch an den Gesteinen beider Fundpunkte ist das schaumig-oidische Aussehen, das wir auch an unseren Plattenkalken von Dreieichenhain in hervorstechender Weise wiederfinden. Darin kann wohl eine gewisse Übereinstimmung, aber verständlicherweise noch keine absolute Gleichsetzung der Schichten begründet sein. Versuchen wir aber, zwischen dem oidischen Plattendolomit (nach Röntgenpulveraufnahme³) auch petrographisch ein Dolomit) der Wetterau und den sandigen Dolo-

¹²) Blatt Darmstadt-Ost, 6118; r 34 86 29, h 55 22 12. Dr. SCHMITT, Hess. Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden 1955. Für die Möglichkeit, das Bohrprofil einzusehen, sei herzlich gedankt.

miten des östlichen Pfälzer Waldes, die H. E. HENTSCHEL in den Z 4 stellte (Begründung für Umstufung in Z 3 s. weiter unten), eine Verbindung herzustellen, so ist der Verbindungsweg durch den heutigen Rheingraben über das marine Vorkommen von Dreieichenhain über Wolfskehlen 4 mit seiner Zechsteinfauuna und den anderen Bohrungen bis ins Gebiet Worms nicht nur allein der kürzeste. Weitere Beweise für Zechstein (spez. Ca 3) westlich des Odenwaldes fehlen uns im wesentlichen deshalb, weil sie in den meisten Bohrungen nicht erreicht und vor allem, weil sie in roter Fazies vorliegend bisher verkannt wurden. Hingegen scheint der aufschlußmäßig eher erbringbare Beweis, daß die Plattendolomite am östlichen Rand des Odenwaldes vorbei in die Pfalz eindringen, noch weniger sicher geführt worden zu sein. Die Beobachtung HENTSCHELS, daß bis zur Wende Obere Rötelschiefer/Oberer Sandstein (bei H. gleichbedeutend Oberrotliegend/Z 1) im östlichen Pfälzer Wald die Schüttung vom Odenwald und nachher vom Westen kommt, kann die Annahme einer flachen Senke im heutigen Rheintalgebiet nur stützen. Die intraoberrotliegenden epirogenen Bewegungen, die HENTSCHEL als Ursache für die Änderung der Schüttungsrichtung ansehen möchte, können gerade das Eindringen des Z-3-Meeres ermöglicht haben. Daß die Mächtigkeitzunahme und die Möglichkeit der Bildung von Kalken bei Dreieichenhain und Wolfskehlen nur auf den Verlauf der Saar-Nahe-Senke — wie NÖRING (1951) ihn zeichnet — bezogen sein könnte, wird durch die geographische, strukturabhängige und damit in der Fazies und vor allem Mächtigkeit veränderten Situation beider Lokalitäten entkräftet. Offensichtlich muß der Odenwald in dieser Zeit Hochgebiet gewesen sein (s. a. HENTSCHEL). Zweifelsohne dürfte das im Zechstein 3 erneut und offensichtlich am weitesten vordringende Meer (s. a. MEYER) den vorgezeichneten Weg der Saar-Nahe-Senke von Fulda-Büdingen her genutzt haben und in der Umbruchszeit der variscischen in die rheinische Richtung, die das Perm anerkanntermaßen ist, im Gebiet des tertiären Mainzer Beckens weiter nach Süden (und Westen?) vorgedrungen sein. Auf das Vorhandensein der rheinischen Richtung weist ILLIES (1962) bereits hin, wenn er die Aufreihung der Förderschloten von Quarzporphyren und Melaphyren (s. unsere Abb. 6) erwähnt. Da das Meer des Z 3 offensichtlich die weiteste Verbreitung mit marinen Einschlügen erreichte, scheint die Umstufung der Muschelfaunen des Pfälzer Waldes vom Zechstein 4 (HENTSCHEL) in den Z 3 gerechtfertigt und gleichzeitig aus petrographischen Gesichtspunkten auch eine Gleichstellung mit Wolfskehlen und Dreieichenhain mit Anschluß an die Wetterau vertretbar. Die Einstufung der Vorkommen des Pfälzer Waldes in den höheren Zechstein und nicht in den Z 1 ist durch den überlagernden Buntsandstein voll gerechtfertigt.

Es bleibt jetzt noch zu untersuchen, wie weit die kalkige, terrestrische Fazies des Z 3 im nördlichen Odenwald (Sprendlinger Horst und Reinheimer Bucht) vorliegt. Nur schwach begründet war der Verdacht bei Spachbrücken (s. S. 135). Nordwestlich Zeilhard (Z in Abb. 1), rund 2 km nordwestlich vom Bohrpunkt Spachbrücken, beschrieb CHELIUS (1886 b, S. 60) ein 7 m Profil von Tonschiefern und Sandsteinen mit grauen und auch rotgeflamten Dolomitknollen oder dolomitischen, rötlich-grauen Zwischenschichten. Ein ähnliches Profil erwähnt er 2 km südwestlich davon (0,5 km südlich des Bohrpunktes Spachbrücken) am Reinheimer Eisenbahntunnel. Er stufte diese Vorkommen in das Oberrotliegend (s. S. 131) ein; KLEMM sah 1938

darin Unteren Buntsandstein. Die in den Erläuterungen Blatt Roßdorf wiedergegebene Beschreibung der Schichten weicht von der Ausbildung des Unteren Buntsandsteins in diesem Raum ab. Bauarbeiten am nordwestlichen Ortsausgang Zeilhard (r 34 85 05; h 55 23 20) in Richtung Gundernhausen zeigten im Herbst 1964 typische braunrote, glimmerführende, schluffige Feinsandsteine des Bröckelschiefers ohne Karbonatgehalt; der 300 m davon westlich gelegene ehemalige Steinbruch CHELIUS' ist nicht mehr zugänglich. Am Westkopf des Reinheimer Eisenbahntunnels stehen heute hellrote, schwach glimmerführende, scherbige Feinsandsteine mit feinverteiltem Kalkgehalt an. Sofern man hier keine Veränderung durch Gasverwitterung auf Grund des nahezu 100 Jahre währenden Dampfzugverkehrs annehmen muß, könnte man darin eine sandige Fazies des „zo“ sehen. Für Zeilhard ist diese Einstufung recht wahrscheinlich.

Ein weiterer wichtiger Punkt scheint das Vorkommen von Karneolen im „Rotliegend“ der Stetteritz (St in Abb. 1), südlich Gundernhausen, zu sein. Dieser rötliche und bräunliche Karneol in lockeren Arkosesandsteinen kann das Ergebnis einer Umwandlung aus dem ehemaligen Zechstein-(3)-Dolomit, wie wir sie auch aus dem Z-1-Dolomit von Ziegelhausen (Mausbachtal) bei Heidelberg (HZ in Abb. 1) kennen (SEEBACH), sein. Die Ansicht KLEMMs(1938), daß es sich an der Stetteritz um pliozäne Schotter handelt, weil die Karneole nur in den oberen Lagen vorkommen, wird durch die Scharfkantigkeit und die Verteilung der Karneole im Sediment widerlegt. Im Basalt des benachbarten Roßbergs (B in Abb. 1) sind ab und zu Kalksteinfragmente vorgekommen, die KLEMM nicht ohne weiteres als Beweis für Zechstein ansehen möchte, da sie auch aus dem kristallinen Untergrund oder dem „Rotliegenden“ kommen könnten.

Die oben besprochene Schichtenfolge in der Südwestecke der Reinheimer Bucht fällt verbreitungsmäßig ungefähr mit dem zusammen, was KLÜPFEL als Infraczechstein (bzw. stellenweise als Waderner Konglomerat) auffaßte. Der hier beobachtbare Konglomeratbestand im unteren Abschnitt (südlich des Roßbergs) entspricht, sofern damit überhaupt eine Aussage möglich ist, dem Bestand der konglomeratischen Lagen im Profil 3b von Dreieichenhain.

Es läßt sich somit zeigen, daß die westlich der bekannten Verbreitungsgrenze des Zechsteindolomits in unserem Gebiet über den Melaphyrdecken (nicht über intrusivem Melaphyr) auftretenden, Kalkfragmente führenden Sedimente in Rotliegendfazies „cum grano salis“ als Oberrotliegend im alten Sinne GEINITZs aufzufassen sind und die Randfazies des Zechsteins repräsentieren.

6. Zusammenfassung

Im Gebiet des Rheingrabens werden aus der Bohrung Wolfskehlen 4 einige Exemplare der marinen Zechsteinmuschel *Schizodus obscurus* Sow. aus bisherigen Oberrotliegend Schichten beschrieben. Im Sprendlinger Horst konnten ebenfalls marine Fossilien in den bisher als Unterrotliegend angesprochenen Plattenkalken festgestellt werden. Diese Schichtenfolge der Plattenkalke liegt östlich Darmstadt eindeutig auf den Melaphyrdecken. Sofern es sich um keine Melaphyrintrusionen handelt, werden die im Sprendlinger Horst und im nördlichen Rheintalgraben über

den Melaphyrergüssen – bei deren Fehlen über entsprechenden Schichten – liegenden „Rotliegend“-Sedimente (cum grano salis) als Zechsteinrandfazies ausgewiesen, wobei auf die alte Auffassung von H. B. GEINITZ zurückgegriffen wird, daß Oberrotliegend lediglich Zechsteinrandfazies ist.

Von der Verbreitung des bisher bekannten marinen Zechsteins im Odenwaldbereich ausgehend, wird versucht, die bei uns auftretenden Schichtenglieder der Zechsteinrandfazies der Normalgliederung anzuschließen. Dabei werden die kalkführenden Arkosesandsteine mit einzelnen Kalksteinlinsen als Z 1/2 Äquivalente und die mindestens 2 m mächtigen Plattenkalke mit den marinen Muscheln und Algen als Vertretung des Plattendolomits (Z 3) angesehen. Danach wird eine paläogeographische Karte entworfen, die Odenwald und Spessart als Inseln im Zechsteinmeer darstellen und im Gebiet des heutigen Rheingrabens eine flache Senke vermuten läßt, durch die im höheren Zechstein (Z 3) eine Verbindung aus dem Raum der Wetterau über Sprendlingen in die Ostpfalz bestand.

Schriftenverzeichnis

- ALDINGER, H.: Permische Ganoidfische aus Ostgrönland. — *Medd. om Grönland*, **102**, 3, 392 S., 105 Abb., 44 Taf., Kopenhagen 1937.
- BACKHAUS, E.: Zur Neugliederung des Odenwälder Buntsandsteins und ein Vergleich mit Nordhessen und Thüringen. — *N. Jb. Geol., Paläontol., Mh.*, 1960, S. 292–313, 2 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1960.
- Das fossilführende Zechsteinvorkommen von Forstel-Hummetroth (Nordodenwald) und Bemerkungen zur südwestdeutschen Zechsteingliederung. — *Notizbl. hess. Landesamt Bodenforsch.*, **89**, S. 187–202, 4 Abb., Wiesbaden 1961.
- Fossilien marinen Einschlags in den sog. Rotliegend-Plattenkalcken des Sprendlinger Horstes. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, Jg. 1963, **111** (im Druck).
- Die Lamellibranchiaten aus den roten permischen Schichten von Lieth bei Elmshorn (Holstein). — *Geol. Jb.*, **82**, S. 103–130, 3 Abb., 1 Taf., Hannover 15. 7. 1964.
- BREDDIN, H.: Vorschläge zu einer international einheitlichen Darstellung auf lithologischen, tektonischen und hydrogeologischen Zeichnungen und Karten. Erster Teil, Die Schwarz-Weiß-Darstellung der Gesteine mit 32 dreisprachig erläuterten Bildseiten. — *Geol. Mitt.*, **1**, 1, S. 1–120, Aachen, Juli 1960.
- CARLÉ, W.: Die wissenschaftlichen Ergebnisse der Tiefbohrung in Bad Mergentheim (Buntsandstein, Zechstein, Mineralwasser). — *Jahrbücher für Statistik und Landesk. Baden-Württemberg*, Heft 3, 1956, S. 229–260, 7 Taf., Stuttgart 1956.
- CHELIUS, C.: Erläuterungen zur geologischen Karte des Grossherzogthums Hessen im Maßstabe 1 : 25000, Blatt Messel. — 68 S., Darmstadt 1886 [1886a].
- Erläuterungen zur geologischen Karte des Grossherzogthums Hessen im Maßstabe 1 : 25000, Blatt Rossdorf. — 103 S., Darmstadt 1886 [1886b].
- Erläuterungen zur geologischen Karte des Grossherzogthums Hessen im Maßstabe 1 : 25000, Blatt Darmstadt. — 80 S., 2 Taf., 1 Prof., Darmstadt 1890.
- Erläuterungen zur geologischen Karte des Großherzogthums Hessen im Maßstabe 1 : 25000, Blatt Brensbach. — Darmstadt 1897.
- Melaphyrgänge im Melaphyr von Darmstadt. — *Cbl. Mineral. Geol. Paläontol.*, 1902, S. 513–521, 1 Phot., 5 Abb., Stuttgart 1902.
- & VOGEL, CH.: Erläuterungen zur geologischen Karte des Grossherzogthums Hessen im Maßstabe 1 : 25000, Blatt Gross-Umstadt, Darmstadt 1892.
- DREYER, E.: Die Bryozoen des mitteldeutschen Zechsteins. — *Freiberger Forschungshefte*, C, **111**, S. 5–51, 11 Taf., 12 Abb., Berlin 1961.
- ERNST, W.: Diagnose der Salinitätsfazies mit Hilfe des Bors. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **10**, S. 253–266, 3 Abb., 1 Taf., Krefeld 1963.

- FALKE, H.: Die Sedimentationsvorgänge im saarpfälzischen Rotliegenden. Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F. **36**, S. 32–53, 1 Tab., Stuttgart 1954.
- FLORIN, R.: Über einige Algen und Koniferen aus dem mittleren und oberen Zechstein. — Senckenbergiana, **11**, S. 241–266, 5 Taf., 6 Abb., Frankfurt/Main 1929.
- FLÜGEL, E.: Zur Mikrofazies der alpinen Trias. — Jb. geol. B. A., **106**, S. 205–228, 3 Taf., 2 Abb., Wien 1963.
- & KIRCHMAYER, M.: Zur Terminologie der Ooide, Onkoide und Pseudooide. — N. Jb. Geol. Paläontol., Mh., 1962, S. 113–123, 2 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1962.
- FOLK, R. L.: Practical Classification of Limestones. — Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., **43**, 1, S. 1–38, 41 Abb., Tulsa 1959.
- GEINITZ, H. B.: Dyas oder die Zechsteinformation und das Rothliegende — Heft I, Die Animalischen Ueberreste der Dyas. — 130 Seiten, 23 Taf., Leipzig (Engelmann) 1861.
- Über die Grenzen der Zechsteinformation und der Dyas überhaupt. — Z. deutsch. geol. Ges., **36**, S. 674–676, Berlin 1884.
- Über die Grenzen der Zechsteinformation und der Dyas überhaupt. — Leopoldina, **21**, S. 1–8, Fig. 1–6, 1885.
- Zur Dyas in Hessen. — Festschrift Ver. Naturk. zu Kassel, S. 1–8, 1 Tab., Kassel 1886.
- Über die roten und bunten Mergel der oberen Dyas bei Manchester. — Ges. Isis Dresden, Abh., **3**, S. 1–10, Dresden 1889 [1889a].
- Petrefactenfunde im Rothliegenden. — N. Jb. Mineral. usw., Jahrgang 1889, 2, S. 193–194, Stuttgart 1889 [1889b].
- HECHT, G.: Über Kalkalgen aus dem Zechstein Thüringens. — Freiburger Forschungshefte, C **89**, S. 127–176, 58 Bilder, Berlin 1960.
- HENTSCHEL, H. E.: Die permischen Ablagerungen im östlichen Pfälzer Wald (Haardt) zwischen Neustadt–Lambrecht und Klingenstein–Silz. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 143–176, 11 Abb., 1 Tab., Taf. 20, Wiesbaden 1963.
- HEIL, R.: Die Vorbergzone bei Heppenheim/Bergstraße. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **88**, S. 122–145, 4 Abb., Taf. 14–15, Wiesbaden 1960.
- ILLIES, H.: Prinzipien der Entstehung des Rheingrabens, dargestellt am Grabenabschnitt von Karlsruhe. — Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, **31**, S. 58–121, Taf. 1–2, 18 Abb., 3 Beil., Hamburg 1962.
- KLEMM, G.: Erläuterungen zur geologischen Karte des Großherzogtums Hessen im Maßstabe 1 : 25000, Blatt Kelsterbach und Neu Isenburg. — 75 Seiten, Darmstadt 1901.
- Ueber einen bemerkenswerten Aufschluß im Melaphyr bei Messel. — Notizbl. Ver. Erdkunde u. der Grossh. geol. Landesanstalt zu Darmstadt, (4) **24**, S. 9–16, 2 Zinkogr., Darmstadt 1903.
- Erläuterungen zur geologischen Karte des Großherzogtums Hessen im Maßstabe 1 : 25000, Blatt Messel, 2. Aufl. — 46 S., Darmstadt 1910.
- Erläuterungen zur geologischen Karte von Hessen im Maßstabe 1 : 25000, Blatt Roßdorf, 3. Aufl. — 114 S., 1 Taf., Darmstadt 1938.
- KLÜPFEL, W.: Die Stadien des Tektonisch-Magmatischen Einheitszyklus im westdeutschen Perm und ihre methodische Auswertung zur Analyse eines Gebirges. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **83**, S. 131–152, 7 Abb., 3 Tab., Wiesbaden 1955.
- MEYER, H. L. F. [HARRASSOWITZ]: Der Zechstein in der Wetterau und die regionale Bedeutung seiner Fazies. — Ber. Oberhess. Ges. Natur- u. Heilk. Giessen, N. F., Naturw. Abtl., **5** (für 1912), S. 49–106, Giessen 1913 [1913a].
- Ueber den Zechstein in Spessart und Odenwald. — Cbl. Mineral. usw., Jahrgang 1913, S. 742–751, Stuttgart 1913 [1913b].
- MICHELS, F.: Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Blatt Frankfurt/Main-Ost–Offenbach. — 88 S., 2 Taf., Berlin 1930.
- N ÖRING, F.: Die Fortsetzung der Saar-Senke in Hessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (6) **2**, S. 22–40, 1 Taf., Wiesbaden 1951.

- Offene stratigraphische Fragen des Rotliegenden von Südwesthessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **83**, S. 157—166, Wiesbaden 1955.
- PIETZSCH, K.: Geologie von Sachsen. — 870 S. (S. 312—354), 300 Abb., 1 Tab., Berlin (Verl. Wissensch.) 1962.
- REINACH VON, A.: Das Rothliegende in der Wetterau und sein Anschluß an das Saar-Nahegebiet, Erläuterung zur geologischen Uebersichtskarte der Randgebiete des Mainzer Beckens mit besonderer Berücksichtigung des Rothliegenden. — Abh. königl. preuß. geol. L.-Anstalt, N. F., **8**, 34 S., 6 Abb., Berlin 1892.
- Resultate einiger Bohrungen, die in den Jahren 1891—93 in der Umgebung von Frankfurt ausgeführt wurden. — Ber. senckenberg. nat. Ges., S. 17—42, Frankfurt/Main 1894.
- RENEVIER, E.: Chronographe géologique — Lausanne 1873—74.
- RICHTER-BERNBURG, G.: Über saline Sedimentation. — Z. deutsch. geol. Ges., **105**f., 1953, S. 593—645, 30 Abb., 6 Taf., Hannover 1955.
- RÖHRER, F.: Das Bohrloch der Papierfabrik in Dill-Weißenstein bei Pforzheim. — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., **4**, S. 13—29, Stuttgart 1914.
- SCHAARSCHMIDT, F.: Sporen und Hystrichosphaeriden aus dem Zechstein von Büdingen in der Wetterau. — Palaeontographica B, **113**, S. 38—39, Taf. 11—20, 29 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1963.
- SCHOTTLE, W.: Erläuterungen zur geologischen Karte von Hessen im Maßstabe 1 : 25 000, Blatt Seligenstadt. — 89 S., Darmstadt 1921.
- SEEBACH, M.: Über das Manganbergwerk im Mausbachtal bei Heidelberg, ein Beitrag zur Kenntnis des Oberrotliegenden in der Umgebung Heidelbergs. — Ber. Vers. Oberrh. geol. Ver., 1909, S. 112—115, 1 Prof., Karlsruhe 1909.
- STEUER, A.: Bemerkungen über einige im Sommer 1900 beobachtete neue Aufschlüsse im Rupelton. — Notizbl. Ver. Erdk. u. Großh. geol. Landesanstalt, (4) **21**, S. 11—18, Darmstadt 1900.
- STRAUB, E. W.: Über einen Fund von fraglichem Mitteleozän im Erdölfeld Stockstadt bei Darmstadt. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **83**, S. 220—227, 2 Abb., 2 Tab., Wiesbaden 1955.
- Die Erdöl- und Erdgaslagerstätten in Hessen und Rheinhessen. — Abh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, **4**, S. 123—136, Abb. 52—57, Freiburg/Brsg. 1962.
- TRUSHEIM, F.: Über den Untergrund Frankens, Ergebnisse von Tiefbohrungen in Franken und Nachbargebieten 1953—1960. — Geologica Bavarica, **54**, 92 S., 11 Abb., 13 Beil., München 1964.
- WAGNER, W.: Das Gebiet des Rheintalgrabens während des Mesozoikums und zu Beginn seiner tertiären Ablagerungen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **81**, S. 164—194, 2 Tab., Wiesbaden 1953.
- Das Auftreten von Unteroligozän im Mainzer Becken. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **83**, S. 228—236, Wiesbaden 1955.
- WEIDMANN, C.: Zur Geologie des Vorspessarts — Lithogenetische und tektonische Untersuchungen. — Rhein-Mainische Forsch., **3**, 72 S., 10 Fig., 12 Abb., 2 geol. Kart., Frankfurt/Main 1929.
- WEINELT, W.: Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt 6021 Haibach. — 246 S., 41 Abb., 4 Tab., 2 Beil., München 1962.
- WIRTH, E.: Die nördliche Verbreitungsgrenze des Unteroligozäns im Rheintalgraben und ihre wirtschaftliche Bedeutung. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **82**, S. 168—189, 4 Abb., Wiesbaden 1954.

Stratigraphie des Unteren Buntsandstein norddeutscher Auffassung im südlichen Beckenbereich *)

Von

GISBERT DIEDERICH, Wiesbaden

Mit 1 Tabelle

Inhalt

1. Einleitung		141
2. Stratigraphische Gliederung		142
a) Spessart		142
b) Odenwald		142
c) Pfälzer Wald		142
d) Nordschwarzwald		144
e) Westliches Rhönvorland und Werra-Kaligebiet.		144
f) Alheimer und nordwestdeutsches Becken		145
3. Ergebnis		145

1. Einleitung

Der Untere Buntsandstein Süddeutschlands unterscheidet sich nach seinem stratigraphischen Inhalt bis zum heutigen Tage vom Unteren Buntsandstein Norddeutschlands. Die Stufengliederung des Buntsandstein nach der norddeutschen Auffassung ist erst bis zum Main gesichert, und der Spessart bildet das südlichste Gebiet dieser Gliederungsweise. Südlich davon umfaßt der Untere Buntsandstein nach der süddeutschen Auffassung nur mehr den tieferen Teil des Unteren Buntsandstein norddeutscher Auffassung, während der höhere Teil des letzteren bereits zum Mittleren Buntsandstein süddeutscher Auffassung gerechnet wird. Die Lage der Obergrenze des Unteren Buntsandstein norddeutscher Auffassung ist für Süddeutschland und namentlich für den Schwarzwald nicht genau bekannt; denn es liegen hierüber z. T. stark widersprechende Ansichten vor (THÜRACH 1894, GRUPE 1914, GUNZERT 1958, BACKHAUS 1960, TRUSHEIM 1963).

Da einerseits die neuere Buntsandsteinforschung von Norddeutschland ausgegangen ist und andererseits die dortige Gliederungsweise wegen der Aufteilung in

*) Kurzfassung des Teils „Geländeuntersuchungen“ der Dissertation des Verf. (Zitat s. Schrifttum: DIEDERICH 1964).

drei nahezu gleich mächtige Stufen auch für praktische Belange am besten geeignet sein dürfte, strebte der Verf. an, die Grenze Unterer/Mittlerer Buntsandstein norddeutscher Auffassung mittels einer detaillierten Neugliederung des Unteren Buntsandstein¹⁾ auf den süddeutschen Beckenbereich zu übertragen.

2. Stratigraphische Gliederung

a) Spessart

Ausgangspunkt der Untersuchungen mit noch gesicherter Grenze Unterer/Mittlerer Buntsandstein norddtsch. Auff. war der Spessart, und zwar dessen nördlicher Teil; denn im zentralen Spessart, an der Autobahn, liegt diese Grenze bereits ca. 43 m tiefer als bislang (LAEMMLEN 1962) dort angenommen wurde. Die für den Nordspessart erarbeitete detaillierte Neugliederung des Unteren Buntsandstein (DIEDERICH & LAEMMLEN 1964 und Tab. 1 dieser Arbeit) wurde in die umliegenden Gebiete verfolgt; sie bildet die Standardgliederung für alle neu untersuchten Teile des südlichen Buntsandsteinbeckens. Für Einzelheiten des stratigraphischen Schemas sei auf DIEDERICH & LAEMMLEN (1964) verwiesen.

b) Odenwald

Die Verbindung zwischen Odenwald und Spessart vermittelt die in VALETON (1953) beschriebene Schichtenfolge der Bohrung Obernburg, auf die sich die neue Gliederung sehr gut anwenden läßt. Der Bohransatzpunkt liegt etwa im Grenzbereich Unterer/Mittlerer Buntsandstein norddtsch. Auff., so daß sich folgende Einstufung ergibt:

Salmünster-Folge	{	Tonlagen-Sandstein	bis 47,8 m Teufe
		Basis-Sandstein	bis 59,0 m Teufe
Gelnhausen-Folge	{	Dickbank-Sandstein	bis 132,0 m Teufe
		Eckseher Geröllsandstein	bis 162,7 m Teufe
		Heigenbrückener Sandstein	bis Endteufe (170 m) (Basis bei 190–195 m?)

Diese Gliederung gilt genauso wie die angegebenen Mächtigkeiten unverändert im ganzen Odenwald bis zum Neckar. Der Mittlere Buntsandstein norddtsch. Auff. beginnt danach entsprechend den Vermutungen früherer Bearbeiter (THÜRACH 1894, HASEMANN 1928) mit dem „Grobkörnigen Sandstein“ (sm₄) der hessischen und dem „Oberen Hauptbuntsandstein“ (sm₂) der badischen bzw. dem „Mittel- bis grobkörnigen Sandstein“ (sm₂) der bayerischen Autoren.

c) Pfälzer Wald

Der schon von THÜRACH (1894) sehr eingehend gegliederte Buntsandstein des Pfälzer Waldes zeigt eine gute Übereinstimmung mit dem Gliederungsschema des Spessarts. Der im höheren sandigen Teil des Unteren Buntsandstein in Spessart und Odenwald für die Untergliederung wichtige Basis-Sandstein hat im Pfälzer Wald sein Äquivalent im Rehberg-Geröllhorizont („Rehbergfelsenhorizont“ nach THÜRACH 1894). Mit den „Karlstal-Schichten“ beginnt der Mittlere Buntsandstein norddtsch. Auff.

¹⁾ Ausführliche Profile, Aufschlußangaben und Beschreibungen finden sich in DIEDERICH (1964).

Tab. 1. Stratigraphische Übersicht des Unteren Buntsandsteins norddeutscher Auffassung im südlichen Beckenbereich.

NW-Deutschland	Alheimer		Werra-Kaligebiet		Spessart/Odenwald		Pfälzer Wald		Schwarzwald			
BOIGK 1959	RICHTER 1941	Neugliederung		LANGE KADING 1961	Neugliederung		Neugliederung		Neugliederung			
Mittl. Bisdst.	Mittlerer Buntsandstein	Mittl. Bisdst.	Rhön-Folge	Mittl. Bisdst.	Rhön-Folge	Rhön-Folge	Rhön-Folge	Karlsthal-Felshorizont	Mittl. Bisdst.	Rhön-Folge	Hauptkonglomerat	
Detfurth-Folge	Buntsandstein	Eichsfeld-Folge	Eichsfeld-Folge	Mittl. Bisdst.	Eichsfeld-Folge	Rhön-Folge	Rhön-Sdst.	Eichsfeld-Folge	Untere Karstthal-Schichten	Mittl. Bisdst.	Eichsfeld-Folge	Oberer Buntsandstein 27-7 m Grobsdst.-horiz.
Volprieausen-Folge						Eichsfeld-Wechselfolge	Eichsfeld-Sdst.					
Mittl. Bisdst.	Untere Gruppe	Untere Gruppe	Untere Gruppe	Untere Gruppe	Untere Gruppe	Untere Gruppe	Untere Gruppe	Untere Gruppe	Untere Gruppe	Untere Gruppe	Untere Gruppe	Untere Gruppe
	Roter plattiger Sandstein	Sal-mün-ster Folge	Wech-sel-folge	Wech-sel-folge	Sal-mün-ster-Folge	Ton-lagen-Sandstein 47 m		Obere Rehberg-Schichten 65-70 m	Sal-mün-ster-Folge	Sal-mün-ster-Folge	Mittlerer Buntsandstein 50-35 m	
	Alheimer Sandstein	Geln-hau-sen-Folge	Sand-stein-fol-ge	Sand-stein-folge	Geln-hau-sen-Folge	Dick-bank-Sand-stein 75 m		Untere Rehberg-Schichten 50 m	Geln-hau-sen-Folge	Geln-hau-sen-Folge	Untere Buntsandstein 65-40 m	
	Bunte Zone	Folge	vorwie-gend Sand-stein, zIweiß-tonig Sdst. mit Tonstein	Su's	Folge	ECKscher Geröllsandstein 25-30 m		Trifels-Sand-stein 45-50 m	Folge	Folge	ECKscher Geröll-horizont Teil 20 m	
	Bröckel-schiefer	Bröckel-schiefer	Bröckel-schiefer	Bröckel-schiefer	Bröckel-schiefer	Heigenbrückener Sandstein 15-30 m		Dünnschichten 15 m	Regi-geröll-reicher Teil 25-30 m	Bröckel-schiefer-Folge	geröll-reicher Teil 30 m	
						Spessart: zus. bis 70 m Oberer Bröckel-schiefer		geröll-arme Teil 15 m	Ann-weiler Sandstein 50-70 m	Bröckel-schiefer-Folge	geröll-arme Teil 20 m	
						Schiffstein-Sandstein-Horizont		Unt. Tiger-Sandstein Odenwald 45 m			Tiger sand-stein ± 50 m	

In Spalte Spessart/Odenwald ist bei der Bröckelschiefer-Folge in der nicht beschrifteten Dreiecksfläche „Unterer Bröckelschiefer“ zu ergänzen.

2) Die auf Grund der neuen Gliederung gewonnenen Vorstellungen über Fazies, Paläogeographie und Genese des Unteren Buntsandstein sollen in einer gesonderten Arbeit behandelt werden.

Die im Vergleich zu Spessart und Odenwald etwas größeren Schichtmächtigkeiten im Pfälzer Wald sind bedingt durch die Haupttiefenzone des Buntsandsteinbeckens, die durch den Pfälzer Wald verläuft²⁾.

d) Nordschwarzwald

Für den Nordschwarzwald bis nach Freudenstadt wurde der bislang noch nicht unterteilte „geröllfreie Hauptbuntsandstein“ bzw. „Bausandstein“ durch ein neu erkanntes geröllführendes und ein weiteres etwas gröberkörnig ausgebildetes Schichtglied in einen Unteren, Mittleren und Oberen Bausandstein aufgegliedert (vgl. Tab. 1). Das geröllführende Schichtglied, das im NW des Schwarzwaldes ca. 65–70 m über dem Eckschen Konglomerat liegt und bis 15 m mächtig wird, verliert bei zunehmender Mächtigkeitsreduktion des gesamten Bausandstein nach S und SE zu rasch seine Geröllkomponente. Es ist aber dafür durch zahlreiche Karbonatkonkretionen gekennzeichnet und wird als Kugelsandstein bezeichnet. Auf Grund seiner Ausbildung als Geröllhorizont im nordwestlichen Schwarzwald muß dieser Kugelsandstein dem Rehberg-Geröllhorizont des Pfälzer Waldes und damit dem Basis-Sandstein des Spessarts gleichgesetzt werden. Durch diese Parallelisierung läßt sich die Lage der Grenze Unterer/Mittlerer Buntsandstein norddtsch. Auff. im Schwarzwald fixieren: sie liegt 50 m oberhalb des Kugelsandstein an der Basis des gröberkörnigen Schichtgliedes, das den Oberen Bausandstein einleitet. Der Obere Bausandstein, der im N ca. 27 m mächtig ist und bei Freudenstadt nur noch 5–7 m erreicht, umfaßt die Eichsfeld-Folge des Mittleren Buntsandstein. Danach muß der Einsatz des Schwarzwälder Hauptkonglomerates dem Rhön-Sandstein der neuen hessischen Gliederung (KUTSCHER 1960) zugeordnet werden.

e) Westliches Rhönvorland und Werra-Kaligebiet

Vom Spessart nach N bis zum Werra-Kaligebiet nimmt die Mächtigkeit des Unteren Buntsandstein ganz allgemein zu, wobei zugleich ein allmählicher Übergang einzelner Schichtteile in eine Tonsteinfazies erfolgt. Bei Motten in der Südrhön ist das Normalprofil des Spessarts noch deutlich ausgeprägt, jedoch enthält vor allem die Salmünster-Folge bereits vermehrt Tonsteine. Auf der Höhe von Heringen-Eiterfeld-Queck-Grebenau geht dann auch der Basis-Sandstein in der überwiegend tonigen Fazies der Salmünster-Folge auf. Im Werra-Kaligebiet wird die Salmünster-Folge – ihr ist die „Wechselfolge“ nach LANGE & KÄDING (1961) gleichzusetzen – 100–110 m³) mächtig. Die Gelnhausen-Folge stellt die „Sandsteinfolge“ von LANGE & KÄDING (1961) dar. In ihr wird ein tieferer rd. 90 m mächtiger sandiger Teil, der den Heigenbrückener Sandstein und Eckschen Geröllsandstein des Spessarts umfaßt, durch einen \pm 30 m mächtigen tonigeren Komplex von einem etwa 100 m mächtigen oberen sandigen Teil geschieden (vgl. Tab. 1)⁴).

³) Die „Wechselfolge des Unteren Buntsandstein“ der Blätter Queck (LAEMMLEN 1958, 1963) und Schlitz (KUPFAHL 1961) ist faziell und nicht stratigraphisch definiert (vgl. KUPFAHL 1961 und LAEMMLEN 1958, 1963). Auf ihre Beziehungen zur neuen Gliederung des Unteren Buntsandstein wird in der Arbeit über Fazies und Paläogeographie (vgl. ²) eingegangen.

⁴) Die Neugliederung wurde durch die Auswertung von Tiefbohrungen der Fa. Wintershall AG ermöglicht (s. in: DIEDERICH 1964). Für die freundliche Überlassung der Bohrergebnisse und die Genehmigung zur Veröffentlichung dankt Verf. der Fa. Wintershall AG, Kassel, sehr herzlich.

f) Alheimer und nordwestdeutsches Becken

Die Gliederung des Werra-Kaligebietes ist bei nur geringer Mächtigkeitsreduktion der Schichten auch für den Raum des Alheimer zutreffend. Die dort von RICHTER (1941) angewendete Gliederung des Unteren Buntsandstein besitzt in der Grenze des „Alheimer Sandstein“ gegen den „Roten, plattigen Sandstein“ eine gute Vergleichsmarke mit dem neuen Gliederungsschema; sie entspricht nämlich der Grenze Gelnhausen/Salmünster-Folge. Vom Alheimer ist dann schließlich durch die von KULICK (1961) vorgenommene Parallelisierung seiner Gliederung des Unteren Buntsandstein in Waldeck mit dem RICHTERSchen (1941) Profil und mit der von BOIGK (1959) erarbeiteten Gliederung der stratigraphische Anschluß an den nordwestdeutschen Beckenbereich hergestellt.

3. Ergebnis

Eine für den süddeutschen Beckenbereich neu aufgestellte einheitliche Gliederung des Unteren Buntsandstein norddeutscher Auffassung ermöglicht erstmals eine stratigraphische Übersicht über diese Buntsandsteinstufe in dem Bereich von der norddeutschen Beckenfazies über den hessischen Raum bis zur randnahen Ausbildung des süddeutschen Beckens in Schwarzwald und Pfälzer Wald. Die Tab. 1 zeigt dies in gedrängter Form⁵⁾.

Schriftenverzeichnis

- BACKHAUS, E.: Zur Neugliederung des Odenwälder Buntsandsteins und ein Vergleich mit Nordhessen und Thüringen. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1960, S. 292—313, 2 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1960.
- BECKSMANN, E.: Probleme bei der Neugliederung der Buntsandstein-Formation. — Z. deutsch. geol. Ges., 113, S. 607—609, 1 Tab., Hannover 1962.
- BOIGK, H.: Zur Gliederung und Fazies des Buntsandstein zwischen Harz und Emsland. — Geol. Jb., 76, S. 597—636, 6 Abb., Hannover 1959.
- DIEDERICH, G.: Die Beckenfazies des Unteren Buntsandstein (su, Trias) in Hessen und den südlichen Nachbargebieten. — 267 S., 51 Abb., 12 Tab., 7 Taf., unveröff. Dissertation Frankfurt a. Main 1964.
- & LAEMMLEN, M.: Das obere Biebental im Nordspessart. Neugliederung des Unteren Buntsandstein, Exkursionsführer und geologische Karte. Mit einem Beitrag von R. VILLWOCK. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 48, 34 S., 2 Abb., 5 Tab., 4 Taf., 1 Kte., Wiesbaden 1964.
- GRUPE, O.: Zur Gliederung des deutschen Buntsandsteins. — Jb. preuß. geol. L.-A. f. 1912, 33, I, S. 397—421, Berlin 1914.
- HASEMANN, W.: Erl. geol. Spez.-Kte Baden, Bl. Eberbach (Nr. 24), Freiburg 1928.
- KULICK, J.: Die Gliederung des Unteren Buntsandsteins und der Volpriehausen-Folge des Mittleren Buntsandsteins in Waldeck (Nordhessen). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 89, S. 276—309, 8 Abb., 1 Taf., Wiesbaden 1961.
- KUPFAHL, H.-G.: Der Buntsandstein auf Blatt Schlitz in Hessen mit besonderer Berücksichtigung des Fährtsandsteins. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 89, S. 266—275, 1 Abb., 1 Taf., Wiesbaden 1961.

⁵⁾ Vergleiche mit allen neueren Gliederungen des Unteren Buntsandstein in Hessen, Thüringen, NW-Deutschland, Franken und Oberfranken sind in der Originalarbeit des Verf. (vgl. ¹⁾) enthalten und sollen mit faziellen und paläogeographischen Ergebnissen in einer weiteren Arbeit (vgl. ²⁾) kurz behandelt werden.

- KUTSCHER, F.: Zur Stratigraphie und Nomenklatur des Mittleren Buntsandsteins in Hessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 88, S. 243—245, Wiesbaden 1960.
- LAEMMLER, M.: Der Buntsandstein auf Blatt Queck in Hessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86, S. 241—268, 1 Abb., Wiesbaden 1958.
- Profil durch den Buntsandstein im Spessart. — HERRMANN ALDINGER-Festschrift, S. 105—124, 1 Abb., 2 Tab., 1 Beilage, Stuttgart 1962.
- Erl. geol. Kte. Hessen 1:25000, Bl. 5223 Queck, 327 S., 21 Abb., 7 Tab., 13 Diagr. u. 22 Textprof., 18 Taf., Wiesbaden 1963.
- LANGE, F. R. & KÄDING, K. CH.: Stratigraphie und Tektonik im Buntsandstein des hessischen Werra-Kaligebietes östlich Bad Hersfeld. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 89, S. 242—265, 4 Abb., 2 Taf., Wiesbaden 1961.
- RICHTER, G.: Paläogeographische und tektonische Stellung des Richelsdorfer Gebirges im hessischen Raum. — Jb. Reichsstelle Bodenforsch. f. 1940, 61, S. 283—332, 19 Abb., 3 Taf., Berlin 1941.
- SCHUSTER, M.: Die Gliederung des Unterfränkischen Buntsandsteins. 1. Der Untere und Mittlere Buntsandstein. — Abh. geol. L.-Untersuch. bayer. Oberbergamt, 7, 62 S., 9 Abb., 4 Taf., 1 Kte., München 1932.
- THÜRACH, H.: Bericht über die Exkursionen am 29. und 30. März und 1. April. — Ber. Versamml. oberrhein. geol. Ver., 27. Vers., S. 27—71, 4 Abb., Stuttgart 1894.
- TRUSHEIM, F.: Zur Gliederung des Buntsandsteins. — Erdöl-Z., 1963, S. 277—292, 8 Abb., Wien-Hamburg 1963.
- VALETON, I.: Petrographie des süddeutschen Hauptbuntsandsteins. — Heidelberg. Beitr. Mineral. u. Petr., 3, S. 335—379, 8 Abb., 12 Tab., Berlin-Göttingen-Heidelberg 1953.

Manuskript eingegangen am 11. 2. 1965

Der Schlierbacher Muschelkalk-Graben und sein Buntsandsteinrahmen am Ostrande des Kellerwalds (nördliches Hessen)

Von

SIEGFRIED RITZKOWSKI, Marburg/L.

Mit 4 Abbildungen und 1 Tabelle

Inhalt

1. Einleitung	147
1.1 Vorwort	147
1.2 Erforschungsgeschichte	148
2. Stratigraphie des Buntsandsteins	150
2.1 Der Untere Buntsandstein	150
2.2 Der Mittlere Buntsandstein	151
2.21 Die Volpriehausen-Folge	151
2.22 Die Detfurth-Folge	153
2.23 Die Hardeggen-Folge	154
2.24 Die Solling-Folge	157
2.3 Der Obere Buntsandstein: das Röt	160
3. Stratigraphie des Muschelkalks	161
3.1 Der Untere Muschelkalk	161
3.2 Der Mittlere Muschelkalk	162
3.3 Der Obere Muschelkalk	162
4. Stratigraphie des Tertiärs	163
4.1 Das sedimentäre Tertiär	164
4.2 Die vulkanischen Gesteine	165
5. Die Tektonik des Schlierbacher Grabens	165
6. Zusammenfassung	170
Schriftenverzeichnis	173

1. Einleitung

1.1 Vorwort

Das Buntsandsteingebiet am Ostrand des Kellerwaldes ist auf Bl. Ziegenhain (Nr. 5021) durch einen Graben mit Röt-, Muschelkalk- und Tertiärfüllung gegliedert. Dieser ist als Dittershäuser oder Schlierbacher Graben bekannt. Der Graben stellt

eine bemerkenswerte Störungszone zwischen Kellerwald und Niederhessischer Braunkohlensenke dar.

Das geologische Meßtischblatt gibt jedoch die tektonischen Verhältnisse insbesondere im Gebiet westlich von Allendorf a. d. Landsburg recht unverständlich wieder. Es wurde deshalb versucht, durch eine Untergliederung des Buntsandsteins die tektonischen Verhältnisse zu klären. Die Geländeaufnahmen erfolgten in den Jahren 1960 und 1961; die Ausarbeitung wurde im Frühjahr 1962 abgeschlossen. Infolge der schlechten Aufschlußverhältnisse wurde zur Klärung stratigraphischer Fragen auch auf das Nachbarblatt Borken (Nr. 4921) übergegriffen.

Aufrichtigen Dank schulde ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. C. W. KOCKEL für sein stetiges und förderndes Interesse, den Herren Dr. GRAMANN und Dr. A. HERRMANN, Hannover, den Herren Dr. HORN, Dr. J. KULICK und Dr. H. G. KUPFAHL, Wiesbaden, für Rat und Hinweise im Gelände und der Familie ZINN in Schlierbach für die gastfreundliche Aufnahme während der Geländemonate.

1.2 Erforschungsgeschichte

Zwei Besonderheiten seien aus der Fülle der Fragen herausgehoben:

1. Das Problem des sog. „Stubensandsteins“ und des zweifachen *Avicula*-Horizontes.
2. Das Problem des Mittleren und Oberen Muschelkalks im Schlierbacher Graben.

1. Im Jahre 1902 gibt DENCKMANN von Bl. (Nr. 5020) Gilserberg erstmalig eine Untergliederung des Buntsandsteins (s. Tab. 1):

Röt
 Bausandsteinzone (sm₃)
 Stubensandsteinzone (sm₂)
 Gervillienplatten (sm₁)
 Unterer Buntsandstein mit basaler Bausandsteinzone.

Spätere Bearbeiter des Buntsandsteins am Ostrande des Rheinischen Schiefergebirges haben bei dem Versuch, Übereinstimmung mit dieser DENCKMANNschen Gliederung zu erzielen, viel Verwirrung gestiftet.

KAYER zählt (1915:35) in den Erläuterungen zu Bl. Marburg „... die dunkelroten, dünnen, harten, mit Tongallen erfüllten Sandsteinplatten...“ (*Aviculaschichten* i.S. LANGS 1959) zwar zum Mittleren Buntsandstein, die Grenze su/sm liegt jedoch nach Ausweis der geologischen Karte (z. B. Profil Kaffweg in Marburg) an der Basis des Formsandsteins (i.S. LANGS).

DIENEMANN parallelisiert – in richtiger Weise – seine „grobkörnigen Sandsteine (sm₁)“ mit dem „Stubensand“ DENCKMANNs und der „Form- und Stubensandsteinzone“ KAYSERS. Dadurch kommt er – wie die Funde von *Avicula* in Marburg durch SCHINDEWOLF 1928 gezeigt haben – zu der falschen Vermutung, daß die *Aviculaschichten* zwischen Marburg und Treysa auskeilen. Er führt auf Grund dieser Meinung die so verhängnisvolle Erwägung einer faziellen Änderung und Verzahnung innerhalb des Buntsandsteins überhaupt und für die *Aviculaschichten* im besonderen ein, die den Blick für die Gemeinsamkeiten und der Einheitlichkeit einzelner Schichtglieder, insbesondere der Volpriehausen Folge, für lange Zeit getrübt hat.

BLANCKENHORN findet im Knüllgebiet in manchen Profilen *Avicula* über grobkörnigen Sandsteinen, in anderen unter solchen. In der Kombination dieser Sequenzen aber entsteht erst das Profil, das sowohl zwei Gervillien-, als auch zwei Grob-

Tab. 1. Vergleichende Tabelle einiger Buntsandsteingliederungen zwischen Marburg/L. und dem Knüll.

SCHINDEWOLF 1928 LANG 1958 Korr. Rl. 1965 Bl. Marburg	KAYSER 1915 Bl. Marburg	DIENEMANN 1915	DENCKMANN 1902 Bl. Gilserberg	BLANCKENHORN 1918, 1950 Knüll	GUNZERT 1954 Bl. Neukirchen	RITZKOWSKI 1962 Bl. Ziegenhain
OS Röt	OS Röt	OS Rot	OS Rot	OS Röt	OS Röt	OS Röt
Bauerbacher Sandstein	Geröll- od Konglomeratzone SM2	Bausandsteinzone d. mittl. Buntsandsteins SM2	Bausandsteinzone SM3	Bausandsteinzone SM2	Bausandsteinzone	Chirotheriensandst. Solling-Sandstein
Marburger Bausandstein						
Formsand Formsandstein	Form- oder Stubensandzone SM1	Stufe d. grobkörnigen Sandsteine SM1	Stubensandsteinzone SM2	Ob Gervillienhorizont 1) Stubensande	Avicula-Fazies 1) Mittl. Geröllhorizont (Stubensandsteinzone)	Detfurth-Folge
Avicula-Schichten Stubensandstein	feinkörnige, tonige Sandsteine Bausandsteinzone	m. dünnplattigen Sandsteinen m. Gervillienlagen SM2	Gervillienplatten SM1	Unt. Gervillienhorizont m. grobkörnigen, dkl. Sandsteinen	Avicula-Fazies	Hauptavicula-Lager Volpriehausener Wechselfolge Volprieh. Sandstein
NS			NS			
Lettensandstein SU2	Bausandstein (SU1)	Unterer Buntsandstein	dünnplattige Sandsteine	Unt. feinkörniger Sandstein SU2	feinkörnige Sandsteine	Unt. Buntsandstein
Bausandstein (SU1)		NS	NS	NS	NS	NS
		Bausandsteinzone	Bausandsteinzone	Bröckelschiefer SU1	Bröckelschiefer	

¹⁾ *Avicula*-Fazies bzw. Ob. Gervillienhorizont erscheint in diesem stratigraphischen Niveau lediglich infolge fälschlicher Parallelisierung (s. S. 150).

sandsteinhorizonte enthält, die innerhalb seines „Hauptbuntsandsteins (sm_1)“ liegen sollen (Tab. 1).

Während DIENEMANN durch die Annahme fazieller Änderungen zu einem sinnvollen Gesamtbild zu kommen versucht, kapituliert BLANCKENHORN vor der vollkommenen Regellosigkeit (1950:14): „... wer aber größere Gebiete überschaut, z. B. den nordhessischen Raum, der erkennt, daß keine einheitliche Regel herrscht und beide Hauptgruppen (eig. Anm.: Aviculafazies und Grobsandsteinfazies) regellos miteinander wechseln.“

Auch bei GUNZERT 1954 findet sich der doppelte Aviculahorizont. LANG gibt 1959 ein sehr genaues Buntsandsteinprofil aus dem Gebiet um Marburg, das – mit Ausnahme der Rötelzone, die nicht existiert (GRAUL, HIEKE & RITZKOWSKI 1965) – richtig ist. Allerdings vermehrt er durch die Einführung des Begriffes „Stubensandstein“ für den Basissandstein der Aviculaschichten (= Volpriehausener Sandstein) die Verwirrung um die ursprüngliche Verwendung dieses Begriffes. Mit KUTSCHERS Vorschlag (1960:245), die Äquivalente der Volpriehausen-Folge am Ostrand des Rhein. Schiefergebirges „Stubensand-Folge“ zu nennen, wird diese Abkehr von der ursprünglichen DENCKMANNschen Definition bestätigt.

Die Einheitlichkeit und Selbständigkeit der Volpriehausen-Folge tritt je länger je mehr in den neueren Bearbeitungen des Buntsandsteins zu Tage. „Tatsächlich ist ... weder unter dem Basissand (Volpriehausener Sandstein smV 's) noch über dem Detfurther Sandstein (smD 's) jemals eine *Avicula* (= *Gervillia*) gefunden worden, wohl aber dazwischen“ (HERRMANN 1959:318). Problematisch bleibt bislang am Ostrand des Rhein. Schiefergebirges noch eine einheitliche Aufgliederung dessen, was bei LANG Formsandstein, Formsand und Marburger Bausandstein, bei uns Detfurth- und Hardegsen-Folge genannt ist.

2. Vom Muschelkalk kartiert und zitiert BLANCKENHORN (1926) nur den Unteren, und zwar bis einschließlich Terebratelbank. Dies erscheint sehr verwunderlich, da HECKMANN schon 1916 sich recht ausführlich mit dem Muschelkalk des Schlierbacher Grabens beschäftigt, auch Schaumkalkzone, Orbicularisschichten, Mittleren und Oberen Muschelkalk festgestellt, kartiert und durch Faunen belegt hatte. Offensichtlich sind BLANCKENHORN die Ergebnisse dieser Arbeit unbekannt geblieben, obgleich HECKMANN (1916:3) sich BLANCKENHORN gegenüber „für seine Ratschläge bei der Behandlung der Arbeit ... zu großem Danke verpflichtet“ fühlt. Nicht unbekannt aber war BLANCKENHORN SCHWALMS Buch von 1916, das er 1926:18 zitiert, in dem aber auf den Seiten 57, 59 und 72 die Ceratitenschichten bzw. die Orbicularisplatten im Schlierbacher Graben erwähnt werden.

2. Stratigraphie des Buntsandsteins

2.1 Der Untere Buntsandstein

Der Untere Buntsandstein reicht am Westrande des Blattes in das Kartierungsgebiet hinein. Wegen seiner flächenmäßig geringen Verbreitung wurde von einer Untergliederung (s. KULICK 1961) abgesehen. Er wird in seiner Gesamtheit im Liegenden des ersten Grobsandhorizontes, des Volpriehausener Sandsteins, ausgedehnt.

Plattige, mürbe, braunrote Sandsteine mit untergeordneten Tonzwischenlagen stellen den verbreitetsten Gesteinstyp dar. Lediglich an der Basis des Volpriehausener Grobsandes treten gehäuft weiße, plattige, feste Sandsteine auf (um HP 293,1 nördl. des Todenbaches).

2.2 Der Mittlere Buntsandstein

Der Mittlere Buntsandstein auf Blatt Ziegenhain wurde von BLANCKENHORN gegliedert in den Gervilliensandstein (sm_1) und die Bausandsteinzone (sm_2).

Bei unserer Kartierung wurden 6 Einheiten ausgedehnt:

der „Chirotheriensandstein“ der Solling-Folge.
 der Sollingsandstein
 die Hardeggen-Folge
 die Detfurth-Folge
 die Volpriehausener Wechselfolge + Aviculaschichten
 der Volpriehausener Sandstein

2.2.1 Die Volpriehausen-Folge (smV)

Die Gliederung der Volpriehausen-Folge in einen basalen Grobsandstein, eine sandig-tonige Wechselfolge mit verschiedenkörnigen Sandsteinen und Tonsteinen und ein tonig-sandiges Hauptavicularlager ist im Prinzip allen neueren Bearbeitern des Buntsandsteines gemein (BOIGK 1956, Südhannover; HERRMANN 1959, Waldeck; 1961, Eichsfeld; KUPFAHL etc. 1961, Oberkaufungen; KULICK 1961, Waldeck). In der geringmächtigen Serie bei Marburg kann LANG (1959) nur eine Zweiteilung in Grobsandstein und Aviculaschichten geben.

Diese gleichartigen Ergebnisse sprechen für eine gleichmäßige Ausbildung der Volpriehausen-Folge über einen größeren Bereich.

Der Volpriehausener Sandstein (smV 's)

1926 BLANCKENHORN Erl. Bl. Ziegenhain, S. 8: erwähnt einen basalen Grobsandstein

1958 GUNZERT „Unterer Stubensand“

1959 LANG „Stubensand“

Aufschlüsse:

- a) Kleiner Steinbruch nordwestlich Waltersbrück
 R 35 14 300 H 56 51 500
- b) Unterhalb der Straße Elnrode-Dittershausen
 R 35 12 280 H 56 46 980
- c) Waldrand am Todenbachtal westl. Dittershausen
 R 35 12 300 H 56 45 230

Mächtigkeit: 6–8 m

Beschreibung:

Der basale Grobsandhorizont läßt sich vor allem am W-Rand des Kartierungsgebietes beobachten. Er stellt einen ausgeprägten Sandhorizont dar, in welchem etliche Sandgruben liegen. Die Sandsteine sind vorwiegend grobkörnig. Die durch-

schnittliche Korngröße beträgt 0,6–1,0 mm, die maximale etwa 2,5 mm; doch finden sich auch Quarzgerölle von 1,0 cm Durchmesser. Die Körner sind lagenweise gut gerundet (kaviarartig), meistens aber nur abgerundet oder zeigen gar Kristallflächen. Feinsande fehlen. Die Körner haben einen eischüssigen Überzug, der dem Gestein eine tiefbraune bis blaßbraune Farbe verleiht. Gerundete Kaolinkörner sind häufig, Glimmerschüppchen selten. Die Sandsteine sind im allgemeinen sehr mürbe und verwittern leicht zu Sand, insbesondere im höheren Teil. Lediglich im Steinbruch bei Waltersbrück konnte eine Werksteinbank von etwa 2 m Mächtigkeit im tieferen Teil des Sandsteins beobachtet werden.

Faunen- oder Florenreste wurden nicht gefunden.

Die Volpriehausener Wechselfolge (smV'st)

= Gervillenschichten älterer Autoren (z. T.)

= Wechselfolge neuerer Bearbeiter

Aufschlüsse:

a) Rommershausen Unterdorfstr. 13

R 35 12 810 H 56 44 290

b) Graben an der Aasgrube westl. Dittershausen

R 35 12 780 H 56 45 400

Mächtigkeit: 30–35 m

Beschreibung:

An den basalen Grobsandstein schließt sich mit einem kleinen Tonhorizont (KULICK 1961:303 „Volpriehausener Tonsteinschicht“) eine Serie mittel- bis feinkörniger Sand- und Tonsteine an. Die rotbraunen, fleischfarbenen oder seltener weißgrauen, kaolin-hältigen Sandsteine zeichnen sich vor allem durch ihre Plattigkeit aus, die durch Glimmerbesteuge oder Tonhäutchen parallel den Schrägschichtungsflächen bedingt ist.

Die Wechselfolge wird in sich durch zahlreiche kleinere Zyklen von etwa 2–3 m Mächtigkeit aufgebaut, die allgemein die Abfolge schräggeschichteter Sandstein – dünnplattiger Mürbsandstein – Tonstein zeigen. Die Vormacht von Sandsteinen bedingt die vorwiegend sandigen Böden im Bereich der Wechselfolge.

Im höheren Teil finden sich streifige, vorwiegend blaßrote Porensandsteine mit Lebensspuren.

Die Schrägschichtung weist auf eine Nordschüttung, die maximale Steilheit der Schüttung beträgt 27° (Meßpunkt Aasgrube westl. Dittershausen, 28 Meßwerte).

Die Fossilführung ist spärlich: einige wenige Exemplare der *Avicula murchisoni* (GEINITZ) finden sich auf den Schichtflächen. Bemerkenswert ist das gelegentliche Auftreten großer Aviculiden in weißen Sandsteinen (vgl. HERRMANN 1961:355).

Das Hauptaviculalager (smV'ts)

= Aviculaschichten älterer Autoren (z. T.)

= Hauptgervillien-(Avicula-)Lager neuerer Bearbeiter

Aufschlüsse: keine

Mächtigkeit: ca. 25–30 m

Beschreibung:

Das Hauptavicularialager ist durch die Vormacht quarzitischer Lesesteine ausgezeichnet. Kleinstückiger, eckiger Schutt, zäh, fleischfarben bis rotbraun, gelegentlich auch weiß oder violettstichig, viel Kaolin, gelegentlich Glimmerschüppchen, die in den Tonsteinen ganze Glimmerbelege bilden, sind charakteristisch. Eine Zunahme des Tonanteils ist zu bemerken.

Als Basis des Lagers wird eine grobkörnige Sandsteinbank von 60–70 cm Mächtigkeit angesehen (HERRMANN 1961:356; KULICK 1961:302 „Aviculasandstein“), die an der Straße beim Friedhof und auf den Feldern nördlich Dittershausen aufgeschlossen ist bzw. in Lesesteinen sich zeigt und die an der Straße Treysa–Dittershausen eine kleine Kante bildet. Sie scheint stellenweise an Mächtigkeit zuzunehmen oder linsenförmig anzuschwellen (Distrikt 100, SE' Prinzessingarten).

Das wesentliche Merkmal des Schichtkomplexes ist die Aviculaführung. Steinkerne dieser Muschel finden sich massenhaft auf Schichtflächen verteilt oder durchsetzen auch die zähen, quarzitischen Sandsteine. Die Klappen liegen nicht statistisch verteilt nach oben oder unten, sondern weisen eine bevorzugte Lage auf, entgegen SCHINDEWOLF (1928:19), der eine generell gleichmäßige Verteilung, nur gelegentliches Überwiegen einer Schalenlage beobachtete. Ob gewölbt-oben oder gewölbt-unten vorwiegt, konnte allerdings aus den Lesesteinen nicht erschlossen werden; anderswo dominiert gewölbt-oben.

2.22 Die Detfurth-Folge (smD)

- 1902 DENCKMANN: „Stubensandsteinzone (sm₂)“
 1915 KAYSER: „Form- und Stubensandsteinzone (sm₁)“ (z. T.)
 1928 SCHINDEWOLF: „Stubensand“
 1950 BLANCKENHORN: „Oberer Stubensand“ des Hauptbuntsandsteins (sm₁)
 1956 BOIGK: „Detfurth Gruppe (smD)“
 1958 GUNZERT: „Formsande“
 1959 HERRMANN: „Detfurth Gruppe (smD)“
 1959 LANG: „Formsandstein“ + „Formsand“
 1960 KUTSCHER: „Formsand Folge“

Aufschlüsse:

Bl. Borken:

- a) Steinbrüche in der Schwalmforde nordöstlich Kerstenhausen
 R 35 16 100 H 56 19 150
 b) Sandgrube am Hoheberg bei Reptich, N-Hang
 R 35 12 520 H 56 52 780

Bl. Ziegenhain:

- c) Bahneinschnitt östlich Bahnhof Schlierbach
 R 35 14 300 H 56 47 800
 d) Sandgrube Straße Treysa–Dittershausen
 R 35 13 500 H 56 43 280
 e) Sandgrube westl. Rommershausen am Katzenbach
 R 35 11 800 H 56 44 020

Mächtigkeit: etwa 40 m

Beschreibung:

Die Detfurth-Folge ist in ihrer Ausbildung am besten der Formsandserie des Marburger Raumes zu vergleichen. Sie stellt eine fast tonfreie Folge heller bis pastellfarbener, streifiger mürber Sandsteine und Sande von schlechter Kornsortierung dar. In Aufschlüssen kann eine Zweiteilung erkannt werden, die kartiermäßig aber nicht durchzuführen ist. Ähnlichkeiten mit einer Abfolge, wie sie HERRMANN (1959) von Wrexen/Waldeck beschreibt, erscheinen wahrscheinlich.

Die Grenze gegen das Hauptavicularlager ist scharf: über einer schnell wechselnden Folge von Tonen und Mürbsandsteinen, die nach oben an gelblicher Färbung zunehmen, setzt ein mächtiges, einheitliches, mürbes Sandsteinpaket ein. Charakteristisch sind grobe Körner (maximaler Durchmesser 2,5–3,0 mm, mittlerer ca. 1,0 mm), häufig in kavariartigen Lagen angeordnet, sonst in einer feinkörnigen Matrix eingebettet. Die Verteilung der Korngröße ändert sich bisweilen rhythmisch innerhalb 2–3 cm. Die Körner sind mit einer eisenschüssigen Haut umgeben, Kaolin und Glimmer sind selten. Ein Bindemittel fehlt fast völlig. Erst einige Meter über der Basis finden sich mürbe Sandsteinbänke, die mit rundlichen Formen abwittern.

Löchrigkeit, Tongallen und kräftige Schrägschichtung, die Kennzeichen des Formsandsteins bei Marburg, dem dieses Niveau entspricht, lassen sich hier nicht mehr beobachten. Einheitlichkeit der Schichtung, himbeerfarbene bis gelbliche Streifung, auch weiße Farben zeichnen die unteren 20 m der Folge aus.

Bei Kerstenhausen (Bl. Borken) tritt in diesem Niveau ein rotbraunes Schluffband von 15–20 cm Dicke auf, das von gelblich verfärbten Streifen und unregelmäßigen Gängen durchzogen ist (Tätigkeit von Organismen?).

Der höhere Teil der Folge besteht aus Mürbsandsteinen und Sanden, die im Wechsel mit Tonhäutchen oder mm-dicken grünlichen Tonlagen den Schein einer Plattigkeit gewinnen. Auch für sie ist schlechte Kornsortierung typisch: grobe Quarzkörner vereinzelt oder in Lagen in einer feinkörnigen Matrix.

Zum Hangenden (Profil Bahnhof Schlierbach) treten zunehmend cm-dicke, rote Tonlagen und härtere Sandsteinbänke auf. Die Grenze gegen die Hardeggen-Folge wird – entsprechend LANG 1959 – mit dem kräftigsten Geländeknick gezogen, der auch dem obersten Tonband, das auch das mächtigste der Tonbänder zu sein scheint, und der ersten, dickeren, festen Sandsteinbank entspricht.

Faunen oder Florenreste, außer der erwähnten Anzeichen von Lebensspuren, wurden nicht gefunden.

2.23 Die Hardeggen-Folge (smH)

- 1902 DENCKMANN: „Bausandsteinzone (sm₃)“ z. T.
 1915 KAYSER: „Geröll- und Konglomeratzone (sm₂)“ z. T.
 1926 BLANCKENHORN: „Bausandsteinzone (sm₂)“ z. T.
 1956 BOIGK: „Hardeggener Gruppe (smH)“
 1959 LANG: „Marburger Bausandstein“
 1960 KUTSCHER: „Marburg Folge“

Aufschlüsse:

Bl. Borken:

- a) Steinbrüche an der N-Seite des Hoheberges bei Reptich

R 35 12 400 H 56 52 650

- b) Bachriß westl. Römersberg
 R 35 14 700 H 56 55 060
 c) Steinbruch an der Straße Zimmersrode–Nassenerfurth
 R 35 16 600 H 56 53 440

Bl. Ziegenhain:

- d) Bahnanschnitt südl. Waltersbrück
 R 35 14 610 H 56 49 450
 e) Steinbrüche an der Strecke Treysa–Malsfeld südl. d. Hardt
 R 35 14 670 H 56 42 850
 f) Ziegelei Treysa
 R 35 13 810 H 56 43 150

Mächtigkeit:

Sicher nachgewiesen sind etwa 40 m. Es wird jedoch eine wesentlich größere Gesamtmächtigkeit vermutet. Ein Profil, das den gesamten smH erschließt, konnte bisher nicht gefunden werden.

Vorbemerkung:

Die vorliegende Abfolge läßt sich am besten dem Marburger Profil vergleichen. Doch soll sie, da sie zwischen Detfurther Sandstein und dem basalen Geröllhorizont der Solling-Folge liegt, Hardegens-Folge genannt sein. Schon LOHMANN (1960:77) führt sie unter diesem Namen auf.

Beschreibung:

Die Abfolge ist charakterisiert durch vorwiegend fein- bis mittelkörnige, dicke, feste Sandsteinpakete, in die sich geringe Schluff- und Tonsteinlagen einschalten. Dadurch wird eine Aufteilung in zahlreiche Bänke und Zwischenschichten bewirkt, die sich in zwei Gruppen zusammenfassen lassen. Auf einen basalen Teil von etwa 35 m Mächtigkeit (Profil Hoheberg bei Reptich) folgt eine hangende Partie, die in ihren Kleinzyklen neben Werksteinbänken auch dünnbankige bis plattige Sandsteinbänke im Wechsel mit Schluff- und Tonsteinlagen zeigt (Stbr. Straße Zimmersrode – Nassenerfurth).

Im Allgemeinen sind mittel- bis feinkörnige Sandsteine, zumeist von guter Kornsortierung charakteristisch. Die Körner zeigen durchwegs regenerierte Kristallflächen und sind miteinander verwachsen. Die Farbe ist rötlich bis fleischfarben. Bleichung ist auf die Nähe von Störungszonen beschränkt. Violette Farbtönungen (am S-Hang des Hardtberges b. Treysa) scheinen durch Imprägnation von erzhältigen Lösungen bedingt zu sein. Der Kaolingehalt der Sandsteine ist recht bedeutend. In einer gröberen Schüttung etwa 10–12 m über der Basis der Folge finden sich rosa Feldspäte, die nach Spaltflächen brechen. In den Bleichungszonen sind die Kaolinkörner völlig verdrückt; kaolinrindige Quarze sind selten. Glimmer tritt vorwiegend in den plattigen und tonigen Partien auf, aber auch dort nie massenhaft.

Schrägschichtung ist recht verbreitet. Die einzelnen Schrägschichtungskörper sind relativ groß. Die Vorschüttung erfolgte nach NNE.

Lagenweise treten weiße Sandsteine auf. Plattige Mürbsandsteine und Porensandsteine, die zu Sand verwittern, sind nur auf die höheren Partien beschränkt und

finden sich vor allem in der oberen Hälfte der Abfolge. Ein Tonpaket — etwa 50 cm wurden im Anstehenden (Kasernenneubau Treysa) beobachtet — über einer ebenso mächtigen, weißen, schräggeschichteten Sandsteinbank, die auch quarzitische Lagen enthält, schließt den tieferen Teil ab.

Für den höheren Teil ist ein schneller Wechsel der Korngröße und das verstärkte Auftreten von Tonen und Schluffsteinen typisch (Stbr. Straße Zimmersrode — Nassenerfurth).

Fossilführung:

In der gesamten Folge, gehäuft aber im basalen Teil, treten jene U-förmigen Spreiten auf, für die BLANCKENHORN (1916), gestützt auf Funde aus dem Treysaer Raum, den Namen *Arenicoloides luniformis* einführte. R. RICHTER (1924:137) erkannte die Zugehörigkeit zur Gattung *Corophioides*.

Alle Bearbeiter aber sind sich darin einig, daß *Corophioides* an ein marines Milieu gebunden sei. In seinem Auftreten jedoch markiert *Corophioides luniformis* nicht einen bestimmten Horizont, wengleich die Spuren auch in der Hardeggen-Folge am häufigsten auftreten, und man sie bisweilen für ein Leitfossil der Hardeggen-Folge hielt. Vielmehr kennt man sie inzwischen aus dem gesamten Mittleren Buntsandstein mit Ausnahme des smV. Im Arbeitsgebiet sind sie auf die Hardeggen-Folge beschränkt.

Andere Lebensspuren finden sich recht häufig.

Pflanzenreste, z. T. gut erhalten und über 4 cm lang, werden schon von LOHMANN (1960:77) aus einem Steinbruch am Süden der Hardt erwähnt.

In den höheren Teil der Hardeggen-Folge gehören auch die Fährten, die in dem Steinbruch an der Straße zwischen Zimmersrode und Nassenerfurth aufgefunden wurden. Es handelt sich hierbei um 8 einzelne *Chirotherien*-Fährten von etwa 4,5 — 6 cm Breite (Maße ohne 5. Zehe) mit warziger Hautskulptur und abgespreiztem „Daumen“. Außerdem befindet sich im Bruch eine mehrteilige, wengleich ziemlich undeutliche Spurenfolge. Ferner wurden mehr als 11 kleinere Fährten aufgefunden, unter denen ein Exemplar einer *Acropus*-Fährte erkennbar ist. Die Plattensandsteine, auf denen die Spuren sich befinden, sind bedeckt mit Lebensspuren aller Art.

Wir möchten hier nicht in die Diskussion der stratigraphischen Stellung und Parallelisierung der einzelnen Fährtenhorizonte des Buntsandsteins eingreifen (s. BLANCKENHORN 1916, 1925, 1927; GRUPE 1912, 1926). Sie ist in letzter Zeit erneut aufgelebt (KUPFAHL 1961; LAEMMLEN 1961). Folgendes jedoch verdient hervorgehoben zu werden:

a) Auch am Ostrande des Schiefergebirges, am Westrande des Buntsandsteinbeckens der Hessischen Senke, treten *Chirotherien*-fährten auf, wie es KUPFAHL (1961: Fußnote S. 272) auf Grund von Zehen-Schleifspuren bei Lischeid Bl. Gilserberg vermutet hat.

b) Der Fährtenhorizont bei Zimmersrode dürfte wohl im Niveau der höheren Hardeggen-Folge liegen. Damit wird er gleichhalt den Funden aus dem „Fährten-sandstein“ der Spessart-Folge, die KUPFAHL (1961:272) von den Blättern Schlitz und Oberkaufungen berichtet, wie auch den alten Funden, die von den Blättern Neuhof und Großenlüder stammen.

c) Dieses Niveau ist durch eine deutlich ausgebildete Solling-Folge von dem „Chirotheriensandstein“ getrennt, in dem die Funde von Hildburghausen in Thüringen liegen.

2.24 Die Solling-Folge (smS)

- 1902 DENCKMANN: „Bausandsteinzone (sm₃)“ z. T.
 1915 DIENEMANN: „Konglomeratische Bausandsteinzone (sm₂)“ z. T.
 1950 BLANCKENHORN: „(oberer) Bausandstein oder konglomeratischer Bausandstein (sm₂)“ z. T.
 1956 BOIGK: „Solling Gruppe“
 1959 LANG: „Bauerbacher Sandstein“
 1960 KUTSCHER: „Solling Folge“

Vorbemerkungen:

Im folgenden werden ein mächtiger Sandsteinhorizont, in dem zahlreiche Steinbrüche liegen, und ein Horizont weißer Sandsteine, der „Chirotheriensandstein“, unterschieden.

Der Solling-Sandstein (smS's)

Aufschlüsse:

Bl. Borken:

- a) Bachriß westlich Römersberg
 R 35 14 820 H 56 55 040
 b) Steinbrüche am Sportplatz Zimmersrode
 R 35 15 710 H 56 52 120

Bl. Ziegenhain:

- c) Steinbruch Fa. Knieling, nordwestlich Schlierbach
 R 35 13 040 H 56 48 300

Mächtigkeit:

Über 41 m wurden in dem Profil bei Römersberg nachgewiesen. Die Gesamtmächtigkeit wird auf etwa 60 m geschätzt.

Beschreibung:

Der Solling-Sandstein ist auf den Blättern Borken und Ziegenhain im allgemeinen charakterisiert durch seine Violetstichigkeit bzw. durch kräftige Violettfärbung, durch Geröllführung, durch Vorwiegen der Mürbsandsteine, relativ grobe Körnung und hohen Glimmergehalt. Von unten nach oben läßt sich eine Zunahme der Glimmerführung und damit verbunden der Plattigkeit der Gesteine, des Sandanteils gegenüber dem Tonanteil und des Kaolingehaltes beobachten. Die Abfolge baut sich aus mehreren Bänken auf, die durch mürbere, schluffige oder tonige Zwischenlagen getrennt sind.

Die Grenze gegen die Hardeggen-Folge wird nach dem ersten Auftreten der Gerölle gezogen. Die Gerölle, kantengerundete Quarze bis max. 3 cm Durchmesser, finden sich in zwei Horizonten heller, blaßroter, z. T. schräggeschichteter, löchriger, teilweise absandender Sandsteine im tieferen Teil des Solling-Sandsteins. In einem höheren Niveau, das profilmäßig nicht erschlossen ist, und auch ganz vereinzelt innerhalb der gesamten Folge treten noch Gerölle auf. Grobkörnigkeit ist nur lagenweise oder in

Nestern zu beobachten. Die Körner sind meist nur kantengerundet und weisen häufig Kristallflächen auf. Feinkörnige Mürbsandsteine, Schluffsteine und Tonsteine bilden Zwischenmittel, die zum Hangenden weniger mächtig werden und einer vorwiegend sandigen Entwicklung Platz machen.

Braunvioletter Farbton, Glimmerführung, starker Kaolin- bzw. Feldspatgehalt, Werksteinbänke und plattige Sandsteine mit Schrägschichtung, wie auch löcherig zerfressene Sandsteine finden sich oberhalb der 18 m mächtigen geröllführenden Basis. Die recht gleichmäßig mittelkörnigen Sandsteine weisen häufig gelbliche, pfenniggroße Flecken auf, die wahllos verteilt sind. Wohl solchen gefleckten Sandsteinen entsprechen violette Sandsteine mit kirschgroßen Löchern. Kugelsandsteine mit kindsfaustgroßen Kugeln wurden nur an der NW-Seite der Altenburg in einem kleinen Steinbruch im Geröllsandstein (Bl. Borken Nr. 4921, R 35 13960 H 56 56520) beobachtet. Ferner fanden sich auch Sandsteine mit pflaumengroßen, wabenartig zerfressenen Hohlräumen. Alle diese Erscheinungen lassen sich wohl auf einen ursprünglichen, jetzt aber ausgelaugten Karbonatgehalt zurückführen.

In den Steinbrüchen am Sportplatz Zimmersrode tritt eine kräftig violett gefärbte Zone eines feinkörnigen, absandenden, tonigen Mürbsandsteins auf, der sehr kalkhaltig ist. Dies ist auch der einzige Fundpunkt, an dem noch ein Karbonatgehalt festgestellt werden konnte. Die 80 cm mächtige Lage zeigt keine deutliche Schichtung. Derartige violette Zonen werden als alte Verwitterungs- oder Aufarbeitungshorizonte angesehen (MÜLLER & SCHRÖDER 1960).

Oberhalb dieser Zone zeigt eine Sandsteinbank in den Zimmersröder Steinbrüchen kräftige Schwankungen in Mächtigkeit und Ausbildung. In diesem höheren Niveau treten auch plattige Porensandsteine und zähe Quarzite auf, die etwas löcherig sein können.

Der „Chirotheriensandstein“ (smS'χ)

Aufschlüsse:

Bl. Borken (4921):

- a) Steinbruch östlich HP 230,1 bei Zimmersrode
R 35 16 190 H 56 52 980
- b) Steinbruch an der Bahnlinie nördl. Zimmersrode
R 35 16 240 H 56 52 750

Weitere beobachtete Vorkommen:

- a) Felder westl. Römersberg
R 35 15 160 H 56 54 840
- b) Um HP 230,1 nördl. Zimmersrode

Bl. Ziegenhain (5021):

- c) Südwestl. Schlierbach um HP 243,2
R 35 13 600 H 56 46 460
- d) Westl. Dorneshecke Gem. Allendorf (2 kleine Vorkommen an der Grabenrandstörung)
R 35 13 500 H 56 46 300
R 35 13 540 H 56 46 260
- e) Südl. Allendorf am Nordhang der Hardt
R 35 14 880 H 56 45 600

Mächtigkeit: max. etwa 10 m

Vorbemerkungen:

Schon bei GUNZERT (1958:45) ist zu lesen, daß die „Verwirrungen und Verwechslungen, die um den Namen ‚Chirotheriensandstein‘ entstanden sind, . . . kaum mehr überblickt und enträtselt werden“ können. Seither ist eine Reihe neuerer Arbeiten zu diesem Thema erschienen. Dennoch ist die Fehde zwischen BLANCKENHORN (1916) und GRUPE (1912, 1926) um die Zahl der Chirotheriensandsteine, ihre Parallelisierung und stratigraphische Einstufung noch immer nicht zur Zufriedenheit entschieden. Die Unkenntnis der Fülle der Profile, die zur Beurteilung der stratigraphischen Position und regionalen Parallelisierung herangezogen werden müßten, veranlaßt uns, lediglich auf die Verhältnisse nördlich Eschwege/Werra zurückzugreifen, wo der „Niederhessische Chirotheriensandstein“ (GRUPE 1912) = „Thüringischer Chirotherienhorizont“ (BLANCKENHORN) direkt unter dem Röt liegt.

Deshalb soll hier der Name „Chirotheriensandstein“ für jene weißen Sandsteine gesetzt sein, die über dem Solling-Sandstein und unmittelbar unter dem Röt liegen.

Diese Bezeichnungsweise trägt nun leider nicht der Meinung Rechnung, die durch HERRMANN (1961:369) laut geworden ist, nämlich daß der thüringische Chirotheriensandstein wahrscheinlich der Solling-Folge gleichzusetzen sei bzw. in seinem tieferen Teil ein Äquivalent der höchsten 5. Hardegsen-Abfolge darstelle.

Eine ausführliche Darstellung seiner Verbreitung, Mächtigkeitsänderungen und seines Profilaufbaues am Westrand der Hessischen Senke hat der Chirotherien-Sandstein bei GRAUL, HIEKE & RITZKOWSKI 1965 erfahren.

Beschreibung:

Die Basis der weißen Sandsteine ist im Steinbruch an der Bahn bei Zimmersrode erschlossen. Über rotbraunen Mürbsandsteinen, deren Farbton in diesem Niveau eine Seltenheit darstellt, und einer Zone, die mit violetten Bröckchen eine Andeutung von Umlagerungserscheinungen ähnlich der violetten Zonen zeigt, folgt ein geringmächtiger, plattiger Sandstein von blaßroter bis weißlicher Färbung. Darüber liegt ein etwa 10 m mächtiger gelblichgrauer, blaßrosa oder weißgrauer Sandstein. Die Körnung ist mittelgroß, im Mittel 0,3–0,6 mm \varnothing , die Körner sind blaß bis farblos, wenig gerundet, z. T. glitzernd. Kantengerundete Quarzgerölle, im Mittel 1,0 bis 1,5 cm \varnothing , max. 4,0 cm \varnothing , sind nicht selten, aber wahllos verstreut. Kaolin ist häufig, Glimmer selten.

Der Sandstein sondert in groben Bänken ab, die lagenweise Löchrigkeit (Löcher bis 5 cm \varnothing) aufweisen. Bei der Verwitterung zeigt sich innerhalb der Bänke eine starke, unregelmäßige Schrägschichtung, nach der die dicken Bänke in Platten mit genarbter Oberfläche zerfallen. Tongallen, rot oder grün, sind selten. Gelegentlich kann man Rippelmarken beobachten.

Diese Ausbildung, wie sie in Zimmersrode vorherrscht, scheint sich nach S zu verändern. An der Dorneshecke bei Schlierbach wie auch bei Allendorf lassen sich über einer gröbersandigen Basis zunehmend weißgraue, plattige, feinkörnige zähe, quarzitisches Sandsteine mit größerem Glimmergehalt, grünen Tongallen, schwarzbrauner Tüpfelung und Fleckung, gelegentlich auch etwas löchrig, beobachten (Tigersandsteine).

Bei Allendorf treten zunehmend tonige Partien, helle und rötliche Tone auf. Offensichtlich ist hier auch die Mächtigkeit geringer als im Norden.

Fossilführung:

Faunen- oder Florenreste sowie Lebensspuren wurden bisher nicht beobachtet.

2.3 Der Obere Buntsandstein: das Röt (so)

Aufschlüsse:

Bl. Ziegenhain: Ziegelei Treysa R 35 13 810 H 56 43 150

Mächtigkeit:

BLANCKENHORN (1926) gibt etwa 30 m an.

In der Ziegelei Treysa wurde eine Mächtigkeit von etwa 25–30 m beobachtet. Die Gesamtmächtigkeit aber läßt sich infolge der Zerstückelung und Lage innerhalb des Grabens nicht genau erschließen. Sie mag auf 40–50 m geschätzt werden.

Vorbemerkungen:

Die Grenze Mittlerer Buntsandstein – Oberer Buntsandstein wird im Kartierungsgebiet mit dem Einsetzen der Rötfazies gezogen, entsprechend der in Nordhessen üblichen Grenzziehung. In die Diskussion, ob man die sm–so Grenze nicht an die Basis des Bauerbacher Sandsteins (= Solling-Sandstein) legen müßte (s. MÜLLER & SCHRÖDER 1960: Fußnote S. 250), soll hier nicht eingegriffen werden¹⁾.

Beschreibung:

Das Röt ist gekennzeichnet durch die Vormacht roter, rotbrauner bis violettroter, selten grüner Tonsteine, denen feinkörnige, grünliche und bräunliche Quarzite eingelagert sind. In den höheren Partien gegen den Muschelkalk ist eine Zunahme des Kalkgehaltes zu vermerken.

Die Grenze gegen den „Chirotheriensandstein“ läßt sich am deutlichsten an der Hardt bei Allendorf erkennen. Über den weißen, plattigen, getigerten Quarziten und Sandsteinen folgen:

helle und rötliche Tone, schätzungsweise 0,5 m mächtig,
grünliche, feinkörnige, glimmerführende, zähe, flach wellige Quarzite, die kleinstückigen Schutt liefern, schätzungsweise 0–1,0 m mächtig,
schließlich violettrote Tone, die eigentliche Rötfazies.

Die Grenze soll hier an die Basis der grünlichen Quarzite gelegt werden, da diese den Quarziten gleichen, die innerhalb der Rötfolge auftreten und sich ferner durch ihren kräftigen Grünstich von jenen unterscheiden, die in dem „Chirotheriensandstein“ zu finden sind.

Einige Meter über der Grenze liegt eine mürbe Sandsteinlage von etwa 80 cm Mächtigkeit, von grünlicher Farbe, feinkörnig, z. T. auch quarzitisches. Sie scheint das gleiche Niveau zu markieren wie jene porigen Quarzite westl. der Dorneshecke, westl. Schlierbach (alte Wasserstelle) und westl. Römersberg auf Bl. Borken.

¹⁾ In der Kartenskizze (Abb. 4) ist jedoch der Sollingsandstein schon zum Oberen Buntsandstein gestellt.

Gipsresiduen oder andere Anzeichen salinärer Sedimente, wie sie DENCKMANN (1902:47) von Winterscheid Bl. Gilserberg erwähnt, konnten nicht gefunden werden.

Bemerkenswert ist das Auftreten grüner Tone, die in Baugruben an der Hardt bei Allendorf (Besitzer Schmerer) im Hangenden des sandigen Horizontes mit 2–3 m Mächtigkeit erschlossen wurden. Sie sind sonst nie, in Baugruben in Zimmersrode Bl. Borken nur in Andeutungen beobachtet worden.

Der einzige Aufschluß im Röt ist die Tongrube der Ziegelei Treysa. Es lassen sich innerhalb der Serie 3 Abteilungen unterscheiden, die jedoch ohne scharfe Grenzen ineinander übergehen:

der Tiefste der Horizonte ist ein Tonstein von ziegelroter bis rotbrauner Färbung, dessen Mächtigkeit nicht vollständig erschlossen ist. Im frischen Zustand erscheint er ziemlich plastisch. Die Feinsandkomponente ist gering, ein deutlicher Kalkgehalt fehlt.

Darüber folgt mit 6–8 m Mächtigkeit ein ziemlich feinsandiger, kalkfreier, rotbrauner Tonstein, der bei Austrocknung grobstückig sich absondert.

Im Hangenden folgen dann etwa 17 m einer schnell wechselnden, buntstreifigen Folge von braunroten Tonen, grünlichen und gelblichen Mergeln, grünlichen und rotbraunen Feinsandbänken bzw. quarzitischen und sandigen Lagen. Eine Zunahme des Kalkgehaltes zum Hangenden, der vor allem auf die gelblichen Mergel konzentriert ist, ist gut bemerkbar.

Die Grenze Röt – Muschelkalk mag etwa 5–7 m darüber folgen.

3. Stratigraphie des Muschelkalks

Der Muschelkalk des Kartierungsgebietes ist infolge tektonischer Versenkung erhalten geblieben. Auf dem Blatt Ziegenhain wird von BLANKENHORN (1926) lediglich von Unterem Muschelkalk, und zwar bis einschließlich Terebratelzone berichtet. HECKMANN dagegen hat schon 1916 Mittleren und Oberen Muschelkalk bekanntgemacht.

3.1 Der Untere Muschelkalk (mu)

Der Untere Muschelkalk wird gemeinhin gegliedert durch die Oolithzone, die Terebratelzone und die Schaumkalkzone. Infolge schlechter Aufschlußverhältnisse lassen sich diese Zonen nicht mit der gewohnten Deutlichkeit unterscheiden.

Die Grenze Röt – Muschelkalk ist auch hier durch die geringmächtige gelbe Grenzbank markiert. Sie findet sich:

- a) am Kalkofen nördl. Schlierbach
- b) unmittelbar südlich der Dorneshecke westl. Allendorf
- c) an der Schlierbacher Mühle nördl. der Schlier
- d) östl. HP 254,0 in der Gemarkung Dittershausen.

Die Lesesteine setzen sich zusammen aus festen, gelben Kalken mit porösschaumigen oder mulmartigen Lagen bzw. aus rauen, oolithischen Kalken. Es folgen darauf dichte, plattige, graue Kalke mit Zweischalerquerschnitten. Danach kommen graue, wulstige Mergelkalke, die die mächtige Serie der Wellenkalke aufbauen. Innerhalb des

Wellenkalks lassen sich feste Schillagen finden, die aber rasch auskeilen. Eine konglomeratische Bank (vgl. HOCH 1958:136) konnte in diesem Niveau nicht beobachtet werden.

Aus dem großen Steinbruch am Kalkofen nördlich Schlierbach, der heute den besten Aufschluß innerhalb des Muschelkalkes des Schlierbacher Grabens darstellt, beschreibt BLANCKENHORN (1926:12) ein Profil durch die beiden Oolithbänke. Hinweise auf die Terebratel- und Schaumkalkzone finden sich nicht, wenn man von BLANCKENHORNS Fehldeutung des Trochitenkalks als Terebratelzone absieht. Lediglich ein großer Block eines porigen, harten, grauen Kalkes mit „rostigen Muschelkavernen“, auf die auch HECKMANN (1916:20) hinweist und den er als obere Schaumkalkbank deutet, am W-Ufer der Schwalm nördl. Dittershausen, eine Kalkkonglomeratbank am Block Dittershausen und ein verfallener Stollen ebenda, der wohl (vgl. HOCH 1958:139) dem Abbau von Kalk der Schaumkalkzone gedient haben mag, sprechen für das Vorhandensein der Schaumkalkbänke. Desgleichen sind in den kleinen Steinbrüchen am Block Dittershausen die Orbicularisplatten erschlossen, in deren höchstem Teil sich mit gelblichen Mergelkalken schon die Fazies des Mittleren Muschelkalks andeutet.

3.2 Der Mittlere Muschelkalk (mm)

Im Kartierungsgebiet wurde der Mittlere Muschelkalk nur an zwei Stellen angetroffen:

a) am W-Ufer der Schwalm nördl. Dittershausen macht er sich durch eine Gelände-eindellung, die auch als Wiese und Ackerland genutzt wird, bemerkbar. An Lesesteinen finden sich hier gelbe, zellige Dolomite und Kalke, gelbe Mergel und blauschwarze, fossilfreie, stinkende, plattige Kalke.

b) An der Blockstelle Dittershausen veranlassen gleiche Gesteinstypen, eine kleine Scholle des mittleren Muschelkalks dort anzunehmen.

3.3 Der Obere Muschelkalk (mo)

Oberer Muschelkalk tritt nur nördlich Dittershausen am W-Ufer der Schwalm auf (R 35 14080 H 56 45800). HECKMANN (1916) macht dieses Vorkommen bekannt. BLANCKENHORN (1926) kartiert diesen Komplex als Terebratelzone, wenngleich ihm auch die harten Crinoidenbänke „dem Trochitenkalk des Oberen Muschelkalks auffallend ähnlich“ scheinen (1926:12).

Diese harten Kalkbänke mit *Encrinus liliiformis* sind dem Trochitenkalk zuzuordnen. Die Ceratitenschichten zeigen verschiedene Gesteinstypen: dm-bankige, graublau-schillkalke (mit *Ceratites compressus*), knollige Mergelkalke (mit *Ceratites spinosus*) und blaugraue, spätige Kalke (mit *Ceratites spinosus*).

Aus dem Schlierbacher Graben erwähnt HECKMANN (1916:23) vier Ceratiten:

„*Ceratites Münsteri* (DIEN.) E. PHIL., *Ceratites compressus* SANDB., *Ceratites spinosus* PHIL., *Ceratites cf. armatus* PHIL.“

In der Sammlung des Geologisch-Paläontologischen Institutes zu Marburg befinden sich 4 Ceratiten von „Dittershausen“ mit dem Vermerk „Heckmann 1912“. Die von gleicher Hand vermerkte Bestimmung lautet:

- a) „*Ceratites cf. Münsteri* (DIEN.) E. PHIL.“
 Nachbestimmung: *Ceratites (Progonoceratites) armatus münsteri* PHILIPPI
- b) „*Ceratites cf. compressus*“
 Nachbestimmung: *Ceratites (Acanthoceratites) compressus compressus* PHILIPPI
- c) „*Ceratites spinosus*“
 Nachbestimmung: *Ceratites (A.) spinosus spinosus* PHILIPPI
- d) „*Ceratites cf. armatus*“
 Nachbestimmung: *Ceratites (Progonoceratites) armatus riedeli* STOLLEY

Aus dem Vergleich der Beschriftung mit dem Zitat bei HECKMANN geht mit Sicherheit hervor, daß es sich bei den Sammlungsstücken um die von HECKMANN erwähnten Ceratiten handeln muß.

In der Sammlung befinden sich ferner 3 Stücke einer älteren Aufsammlung, deren Aufschrift ebenfalls von einer uns unbekannteren Hand stammt:

- a) „Keppler b. Dittershausen (16. 8. 64)“
 Bestimmung: *Ceratites (Progonoceratites) armatus riedeli* STOLLEY
- b) „Keppler b. Dittershausen (16. 8. 64)“
 Bestimmung: *Ceratites (Acanthoceratites) compressus compressus* PHILIPPI
- c) „Ziegenhain“
 Bestimmung: *Ceratites (A.) spinosus spinosus* PHILIPPI.

Eigene Aufsammlungen auf dem gleichen Felde ergaben über 50 Ceratiten bzw. Ceratitenbruchstücke.

Sie lassen sich folgenden Arten bzw. Unterarten zuordnen:

spinosus-Zone

Ceratites (Acanthoceratites) spinosus spinosus PHILIPPI

Ceratites (Progonoceratites) armatus münsteri PHILIPPI

Ceratites (Progonoceratites) armatus riedeli STOLLEY

evolutus-Zone

Ceratites (Acanthoceratites) evolutus praecursor RIEDEL

Ceratites (Acanthoceratites) evolutus bispinatus WENGER

Ceratites (Acanthoceratites) evolutus parabolicus WENGER

compressus-Zone

Ceratites (Acanthoceratites) compressus compressus PHILIPPI

Ceratites (Acanthoceratites) compressus subnudus STOLLEY

Diese Funde belegen das Vorhandensein der gesamten mittleren Ceratitenschichten. Untere und obere Ceratitenschichten konnten nicht nachgewiesen werden.

Angaben über die Mächtigkeit des Muschelkalks oder einzelner Zonen lassen die tektonische Zerstückelung wie auch die derzeitigen Aufschlüsse nicht zu.

4. Stratigraphie des Tertiärs

Sedimente der oberen Ceratitenschichten, des Keupers, des Juras und der Kreide finden sich nicht im Bereich des Kartierungsgebietes. Es ist anzunehmen, daß aber auch hier die Sedimentation noch längere Zeit andauerte und danach erst eine große Erosionsphase einsetzte, die für die Abtragung verantwortlich zu machen ist.

Reste dieser Verwitterungs- und Abtragungsperiode, die bis in das älteste Tertiär andauerte, finden sich nicht. Das Tertiär liegt direkt auf unverwittertem Mesozoikum. Innerhalb des Grabens nördl. des Goldbaches und am westlichen Grabenrand südl. Dittershausen sind Bleichungserscheinungen zu beobachten, die aber durch zirkulierende Lösungen verursacht sein können, die an den Zerrüttungszonen der Grabenränder aufgestiegen sind, oder aber auch durch das stärkere Herabgreifen der Verwitterung in diesen Zonen entstanden sind.

4.1 Das sedimentäre Tertiär

Innerhalb des kartierten Bereiches treten zwei Gruppen von tertiären Sedimenten auf, nämlich

a) helle Sande mit Kiesen an der Basis, zunehmender Feinkörnigkeit zum Hangenden, tonigen Sanden, Tonen und kohligen Tonen. Gelegentlich sind die Sande auch zu Quarziten verkittet (westl. HP 254,0 der Straße Ziegenhain-Allendorf),

b) fette, giftgrüne Tone mit Fauna des Melanientons.

Die sandigen Sedimente treten zumeist innerhalb des Grabens auf. Sie liegen ohne eine Verwitterungsrinde auf Röt und Muschelkalk. An der Landsburg und an der Hardt bedecken sie smH bzw. smS. Ein recht charakteristisches Kennzeichen ist eine Verfeinerung des Kornes zum Hangenden. Tonige Kohlen bzw. kohlige Tone sind das höchste, das erschlossen war. Verwitterung nahe der Oberfläche bzw. Veränderung der kohligen Tone am Basaltkontakt sind die Ursache für das Fehlen jeglicher Mikroflora, die eine pollenanalytische Alterseinstufung möglich gemacht hätte.

Eine Unterscheidung in verschieden alte Sande, wie sie BLANCKENHORN durchführt, erscheint uns nicht vertretbar. Vielmehr möchten wir die gesamte Serie wegen ihrer Lage unmittelbar auf dem Mesozoikum für eozän bis tiefunteroligozän halten und sie etwa der Älteren Sand- und Tonserie GRAMANNs parallelisieren.

Der Melanienton tritt nicht im Bereich des Grabens, sondern in der östlich gelegenen Tertiärsenke auf und hat in der Flur Wolfshain südöstlich Allendorf größere Verbreitung. Nahe des HP 234,1, an der Straße Ziegenhain-Allendorf, wurden 3 Faunenfundpunkte markiert:

a) Neue Panzerstraße im Wolfshain.

In einem giftgrünen, fetten, kalkhaltigen Ton, der gelegentlich kreidige Lagen aufweist, wurden in einer Fossilage gefunden: *Melanooides (Tarebia) acuta* (SOWERBY) (hh), *Melanopsis (Stilospirula) hassiaca* SANDBERGER (ns), Gastropodenembryonen, Fischreste (s), Characeen-Oogonien (s), glattschalige Ostracodenbruchstücke (s), Holzreste.

b) Hochspannungsleitungsmast 200 m nordwestlich HP 234,1. Hier enthalten die giftgrünen Tone weiße Kalkmergel mit *Melanopsis* (?) -Steinkernen.

c) Drainagegräben 200 m südwestlich HP 234,1.

Aus ebenfalls giftgrünem, fetten Ton wurden geborgen: *Viviparus (V.) lentus splendidus* LUDWIG (hh), *Gyraulus (G.) depressus* (NYST) (s), *Melanopsis (St.) hassiaca* SANDBERGER (s), Fischreste (s).

Die großflächige Verbreitung dieses typisch ausgebildeten Sediments spricht für eine größere Mächtigkeit. Sein Alter wird von GRAMANN (1960) auf Grund der Mol-

luskenfunde, von TOBIEN (1961:590) auf Grund einer Kleinsäugerfauna als Sannois angegeben.

4.2 Die vulkanischen Gesteine

Im Kartierungsgebiet treten vulkanische Gesteine nur bei Allendorf an der Landsburg auf.

Der Basalt

An der Landsburg ist der Basalt in zwei Steinbrüchen gut erschlossen. Er zeigt in seiner säulenförmigen Absonderung die typische „Meilerstellung“. Nach den Angaben von WIEGEL (1907:358 ff.) handelt es sich um einen porphyrischen Feldspatbasalt. Der tiefe Abbau läßt keinen Zweifel mehr an der Quellkuppennatur des Stockes aufkommen.

WIEGEL berichtet ferner von 3 Basaltvorkommen südlich Allendorf:

a) von einem blasigen und schlackigen Enstatitdolerit, der deutlich Stricklaven zeige. Dieser trete am kleinen Kuppchen im Wiesengrund östlich der Straße nach Ziegenhain auf.

b) Von einem Enstatitdolerit, der mit Quarzeinschlüssen gespickt sei und unter dem ein körniger Dolerit hervorschaue, im Tälchen an der Winterrotshege.

c) Schließlich von einem körnigen Dolerit mit gelegentlichen Olivinknollen vom Zipfenkopf (s. a. Fig. 2 auf Taf. XI bei WIEGEL: diese Erscheinungen können auch heute noch beobachtet werden).

Die zitierten Aufschlüsse und Vorkommen sind – außer dem letzten – heute derart verschüttet und verwachsen, daß die WIEGELschen Beobachtungen wesentlich besser sind, als es heutige sein können.

Die Tuffe

BLANCKENHORN bezieht sich bei seiner Kartierung der Tuffe südöstlich Allendorf auf die WIEGELschen Angaben (1907:380). Wir müssen uns ebenfalls auf ihn stützen.

Bei der Kartierung konnte lediglich an einem Haldenanschnitt nahe dem kleinen Steinbruch am HP 251,5 südöstlich der Ommelburg Brockentuffschutt gefunden werden. Stehende Tümpel im Bruch des Zipfenkopfes lassen Tuff im Liegenden vermuten.

Tuff und Basalt lassen sich zeitlich offensichtlich nicht trennen. Wir haben es wohl hier mit Oberflächenergüssen zu tun, wie die Stricklaven es andeuten, die in enger Wechselbeziehung zu den Tuffen standen.

5. Die Tektonik des Schlierbacher Grabens

Das Buntsandsteingebiet zwischen Kellerwald und Niederhessischer Tertiärsenke wird auf Bl. Ziegenhain durch den NNW-SSE bis N-S streichenden Schlierbacher Muschelkalkgraben zerteilt.

Die westliche Randscholle, die aus Unterem Buntsandstein, Volpriehausen-Folge und Detfurther Sandstein aufgebaut wird, zeigt allgemein ein einheitliches Fallen gegen den Graben. Mit dem Abtauchen des Kellerwaldes nach S ist auch ein Ein-

sinken des Buntsandsteins verbunden, das im südlichen Teil der Scholle durch herzynisch streichende Störungen und Flexuren verstärkt wird (s. Abb. 1: VII, XIII; Abb. 4 Prof. I, L).



Abb. 1. Klufittechnik am Schlierbacher Graben.

Der Ostrahmen des Grabens wird gebildet durch die Scholle der Landsburg und den Horst der Hardt. Beide zeigen eine Kippung gegen die Tertiärsenke im Osten. Die Scholle der Landsburg ist durch mehrere kleinere Störungen zerteilt, die mit denen des Basaltschlots der Landsburg in Zusammenhang stehen. Der Horst der Hardt zeigt im N ein flexurartiges Abbiegen gegen das Schlierbacher Grabenstück, im Südteil ein Absinken gegen S (Abb. 4 Prof. I).

Die Grabenstruktur selbst besteht aus zwei Teilstücken, die nicht ineinander übergehen, sondern sich fiederartig ablösen. Das nördliche, das Schlierbacher Grabenstück, ist in zahlreiche Einzelschollen zu unterteilen (Abb. 4 Prof. A, B). Das Grabentiefste ist durch den Unteren Muschelkalk nördlich Schlierbach gekennzeichnet. Nach S verschmälert sich der Graben. Bei Allendorf erkennt man nur noch einen Halbgraben. Das südliche, das Dittershäuser Grabenstück, enthält vorwiegend Röt, Muschelkalk und Tertiär. Es ist einfach gebaut, lediglich in seinem Nordteil durch NW-streichende Störungsbündel aufgegliedert. Einige streichende Störungen und eine sanfte Kippung gegen E lassen das Grabentiefste an der östlichen Randstörung zu liegen kommen.

Wie auf den Randschollen so ist auch im Graben ein Abtauchen nach S zu beobachten. Die Tertiärbasis liegt südlich Dittershausen bei + 220 m ü. NN, in der Bohrung Ascherode, etwa 3 km südlich davon, ist sie bei + 165 m ü. NN noch nicht erreicht (UDLUFT & LANG 1956:202). Die Klufftektonik (Abb. 1) spiegelt die unterschiedlichen Beanspruchungspläne wieder. Den 13 Diagrammen liegen 1500 Meßwerte zugrunde. Der Radius des Kreises entspricht 10% der Meßwerte, in den Diagrammen XIV und XV infolge geringer Meßzahlen nur 5 Werten.

Die Lage der Meßpunkte:

I. Kleiner Steinbruch nordwestl. Waltersbrück	(smV's)
R 35 14 300 H 56 51 500	
II. Sandgrube nördl. des Moseberges	(smD)
R 35 12 490 H 56 51 000	
III. Bahnanschnitt westl. Rödern	(smH)
R 35 14 610 H 56 49 450	
IV. Steinbruch a. Kalkofen nördl. Schlierbach	(mu)
R 35 13 510 H 56 48 500	
V. Steinbruch KNEILING nordwestl. Schlierbach	(smS)
R 35 13 040 H 56 48 300	
VI. Steinbruch südl. d. Landsburg	(smH)
R 35 14 300 H 56 47 100	
VII. Muschelkalk nördl. Dittershausen	(mu)
R 35 13 840 H 56 45 480	
VIII. Sandgrube a. Todenbach nordwestl. Dittershausen	(smV's)
R 35 12 300 H 56 45 230	
IX. Kleine Steinbrüche a. Block Dittershausen	(mu)
R 35 14 290 H 56 44 780	
X. Rommershausen Unterdorfstr. 13	(smV'st)
R 35 12 810 H 56 44 290	
XI. Dittershausen, gegenüber d. Bürgermeisteramt	(smV'st)
R 35 13 570 H 56 44 400	
XII. Steinbrüche a. Südfuß d. Hardtberges	(smH)
R 35 14 670 H 56 42 850	

XIII. Ziegeleigrube Treysa

(smH)

R 35 13 810 H 56 43 150

XIV. Zusammenstellung aller mit Kalzit gefüllten Klüfte

XV. Zusammenstellung aller vererzten Klüfte.

Die Diagramme VI und XII stammen aus den gleichen Aufschlüssen wie die Meßwerte der Diagramme 53 und 54 bei MIXIUS (1940: Taf. 5).

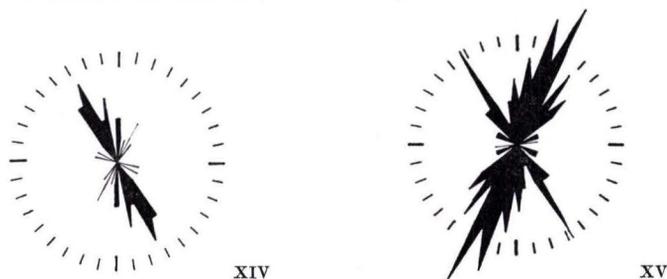


Abb. 2. Diagramm XIV (links): Sammeldiagramm kalzitverheilter Klüfte.
Diagramm XV (rechts): Sammeldiagramm vererzter Klüfte.

Die eggische Richtung ($140-180^\circ$) spiegelt sich in fast allen Diagrammen des Grabens und seiner Umrandung wieder (II, III, V, VI, VII, X, XI, XII, XIII). In den Grabenschollen (I, IV, V, VII, IX, XIV) läßt sich eine kräftige Querklüftung beobachten, parallel der im Dittershäuser wie im Schlierbacher Grabenteil es zu erheblichen Verstellungen gekommen ist.

Die rheinische Richtung ($005-025^\circ$) zeichnet sich lediglich in den Diagrammen I und IV ab, offensichtlich unter dem Einfluß einer Störung im Schwalmthal. Rheinisch streichen auch Karstspalten im Muschelkalk-Steinbruch nördlich Schlierbach (IV) und bis 15 cm klaffende Klüfte in der Volpriehausen-Wechselfolge in Rommershausen (X). Ein Sammeldiagramm der vererzten Klüfte des Gebietes (XV) zeigt ebenfalls eine Bevorzugung der rheinischen Richtung.

Herzynisch streichende Klüfte ($95-120^\circ$) zeigen die Diagramme VIII und XIII, die den Brüchen zwischen Treysa und Frankenhain Bl. Gilserberg entsprechen.

Verheilte Klüfte im Buntsandstein, die Abbild älterer Beanspruchungen sein dürften, wurden in Lesesteinen nicht selten beobachtet, im Aufschluß nur in den Sandgruben am Katzenbach westlich Rommershausen. Das Streichen der Störungszone schwankt hier zwischen $140-155^\circ$.

Der Schlierbacher Muschelkalkgraben wie der Momberger Graben (HOCH 1958: 157 f.) am W- und E-Rand des Kellerwaldes unterscheiden sich von der Mehrzahl der niederrheinischen Gräben durch ihren überraschend unkomplizierten Bau. In beiden Gräben sind Hinweise auf einen jüngeren Faltungsakt der saxonischen Gebirgsbildung (MARTINI 1937: 111) sehr spärlich oder fehlen völlig. Der Grund für diesen einfachen Bau muß wohl in der Dürftigkeit einer mobilen salinaren Zechsteinunterlage zu suchen sein.

Die Gegensätze zwischen beiden Gräben, die HOCH aufzählt, nämlich das Fehlen einer südlichen Verlängerung des Schlierbacher Grabens zum Beispiel, erscheinen heute gemildert: UDLUFT & LANG (1956: Taf. 15) haben in Bohrungen eine solche

Verlängerung auf Bl. Schrecksbach nachgewiesen. Die Tiefenlage des marinen Mitteloligozäns an der Brücke südlich Leimbach läßt auf eine eggische Richtung dieser Grabenfortsetzung schließen. Auch konnten Herr Dr. GRAMANN, Hannover und der Verfasser in der Rambach am W-Hang des Mellenberges in Alsfeld einen kleinen eggischen Graben mit Tertiärfüllung (Ältere Sand- und Tonserie, Melanionton, Rupelton, Glimmersand) nachweisen, der anzeigt, daß die Annahme eines Vorwaltens herzynischer Strukturen auf Bl. Alsfeld, wie sie auch HOCH (1958:159, Abb. 6) aufzeigt, zu modifizieren ist. Keinesfalls entspricht die schematische Darstellung von SCHENK (1961:317, Abb. 2) der Wirklichkeit.

Momberger und Schlierbacher Graben begleiten als randliche Störungszonen den Kellerwald und seine sich südlich anschließende Hochzone, die Kellerwaldschwelle HUMMELS, die in Ruhlkirchen noch einmal mit Paläozoikum zutage tritt. Der Schlierbacher Graben insbesondere sein W-Rand zeigt sich als die südliche Verlängerung eines Randabbruches im S-Teil der Blätter Armsfeld und Borken. Die vertikalen Schollenbewegungen sind also durch den sich heraushebenden paläozoischen Block bedingt.

Auch in dem generellen sanften Absinken nach S sowohl der Randschollen des Grabens als auch der Grabenfüllung selbst spiegelt sich das Untertauchen des Kellerwaldes nach S wieder.

Grundgebirge und Deckgebirge zeigen im Allgemeinen eine harmonische Deformation.

Die Auffiederung des Schlierbacher Grabens bei Allendorf wie auch das Sich-Ablösen der beiden Grabenteilstücke legt die Vermutung nahe, daß nicht allein Vertikalbewegungen eine Rolle gespielt haben, sondern daß auch Horizontalverschiebungen wirksam gewesen sein müssen, und zwar eine relative Nordbewegung der östlichen Nachbarscholle. Das entspricht den Verhältnissen am Naumburger Grabensystem (MARTINI 1937, Abb. 18).

Der Schlierbacher Graben zeigt schon an seiner Form, daß er in den Rahmen der saxonischen Faltung zu stellen ist: Inmitten großer, relativ ungestörter Buntsandsteinschollen liegt ein schmaler, tief eingesenkter Graben.

Die diskordante Auflagerung tertiärer Sedimente auf Muschelkalk und Röt verriet eine praetertiäre Tektonik. Diese ist zwischen dem Lias und dem Miozän erfolgt und wird aus Analogiegründen der jungkimmerischen Phase gleichgesetzt. Sie scheint die Grabenbildungen schon vorgezeichnet zu haben, die im Miozän tiefer versenkt wurden. Der kräftige Vulkanismus im Miozän dürfte in ursächlicher Verbindung mit der Bruchschollentektonik gestanden haben.

Die Absenkungsbewegungen im Bereiche des Grabens wie auch des anschließenden Ziegenhainer Tertiärbeckens dauern heute noch an, wie die Versumpfung der Talau bei Ziegenhain anzeigt.

Die saxonischen Deformationsrichtungen, nämlich die herzynische, die eggische und die rheinische Richtung, zeigen eine unterschiedliche Verteilung innerhalb der Hessischen Senke. Während neben den überall vorkommenden rheinischen Strukturen sich am östlichen Rande in Fortsetzung des Thüringer Waldes und seiner Randbrüche vorwiegend herzynische Gräben häufen, treten westlich der Kasseler Braunkohlensenke im Momberger, Schlierbacher und Naumburger Graben wie auch an den

Randabbrüchen des Rheinischen Schiefergebirges und Kellerwaldes vornehmlich eggische Richtungen zutage. In dieser unterschiedlichen Verteilung erkennt man deutlich eine generelle Abhängigkeit von dem paläozoischen Grundgebirge und seinen jeweiligen Strukturen.

Wieweit auch innerhalb der Tertiärsedimente der Kasseler Braunkohlensenke der östliche oder der westliche Typus wirksam ist, läßt sich infolge des Fehlens von Detailkartierungen des Tertiärs noch nicht recht abschätzen.

6. Zusammenfassung

Mit dieser Arbeit wird eine Neukartierung des westlichen Teiles des Meßtischblattes Ziegenhain 1:25000 insbesondere des Buntsandsteinanteils im Bereich des Schlierbacher Grabens vorgelegt.

Der Mittlere Buntsandstein wird dabei in 6 kartierbare Einheiten unterteilt, gegenüber zweien in der Aufnahme von M. BLANCKENHORN: Volpriehausener Sandstein, Volpriehausener Wechselfolge + Aviculaschichten, Detfurth-Folge, Hardeggen-Folge, Solling Sandstein und „Chirotheriensandstein“. Profilmäßig kann, insbesondere in der Volpriehausen-Folge, eine weitergehende Unterteilung durchgeführt werden.

Es wurde versucht, die gewonnenen Profile mit der nordhessischen Schichtfolge des Mittleren Buntsandsteins zu parallelisieren und sie ferner mit dem Marburger Profil zu vergleichen.

Hervorzuheben ist, daß die Existenz eines weißen Sandsteines an der Basis des Röts, eines „Chirotheriensandsteins“ also, bisher am W-Rand der Hessischen Senke nicht bekannt war.

Aus dem höheren Teil der Hardeggen-Folge konnten Spuren von *Chirotherium* geborgen werden, die die ersten derartigen Funde am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges darstellen.

Die Mächtigkeit des Mittelbuntsandsteins von 240–300 m weist schon auf eine Lage in der Nähe des W-Randes des Buntsandstein-Sedimentationsbeckens der Hessischen Senke hin.

Röt und Muschelkalk entsprechen in ihrer Ausbildung derjenigen anderer nordhessischer Profile. Die Meinung HECKMANNs, daß der Schlierbacher Graben auch Mittleren und Oberen Muschelkalk enthielte, konnte bestätigt werden. Es wird eine Liste von Ceratiten vorgelegt, die das Vorhandensein der gesamten mittleren Ceratitenschichten beweist.

Das sedimentäre Tertiär liegt in zweierlei Ausbildung vor: einer sandigen, die der Älteren Sand- und Ton-Serie am Nordrand des Vogelsberges parallelisiert wird, also eozänen bis unteroligozänen Alters ist, und einer tonigen, die sich durch ihre Fauna als Melanienton von Sannois-Alter zu erkennen gibt.

Basalte und Tuffe gehören zu jener Periode des Vulkanismus, deren Beginn wir im älteren Miozän suchen dürfen. Schotterkörper, Verebnungsflächen, Talformen, und andere Erscheinungen des periglazialen Bereichs werden nicht weiter beschrieben.

Die Darstellung der tektonischen Verhältnisse weicht in einigen wesentlichen Punkten von der BLANCKENHORNS ab. Der Schlierbacher Graben, der sich wohl aus einem Randabbruch des Kellerwaldes zu einer kräftigen Störungszone eggischer

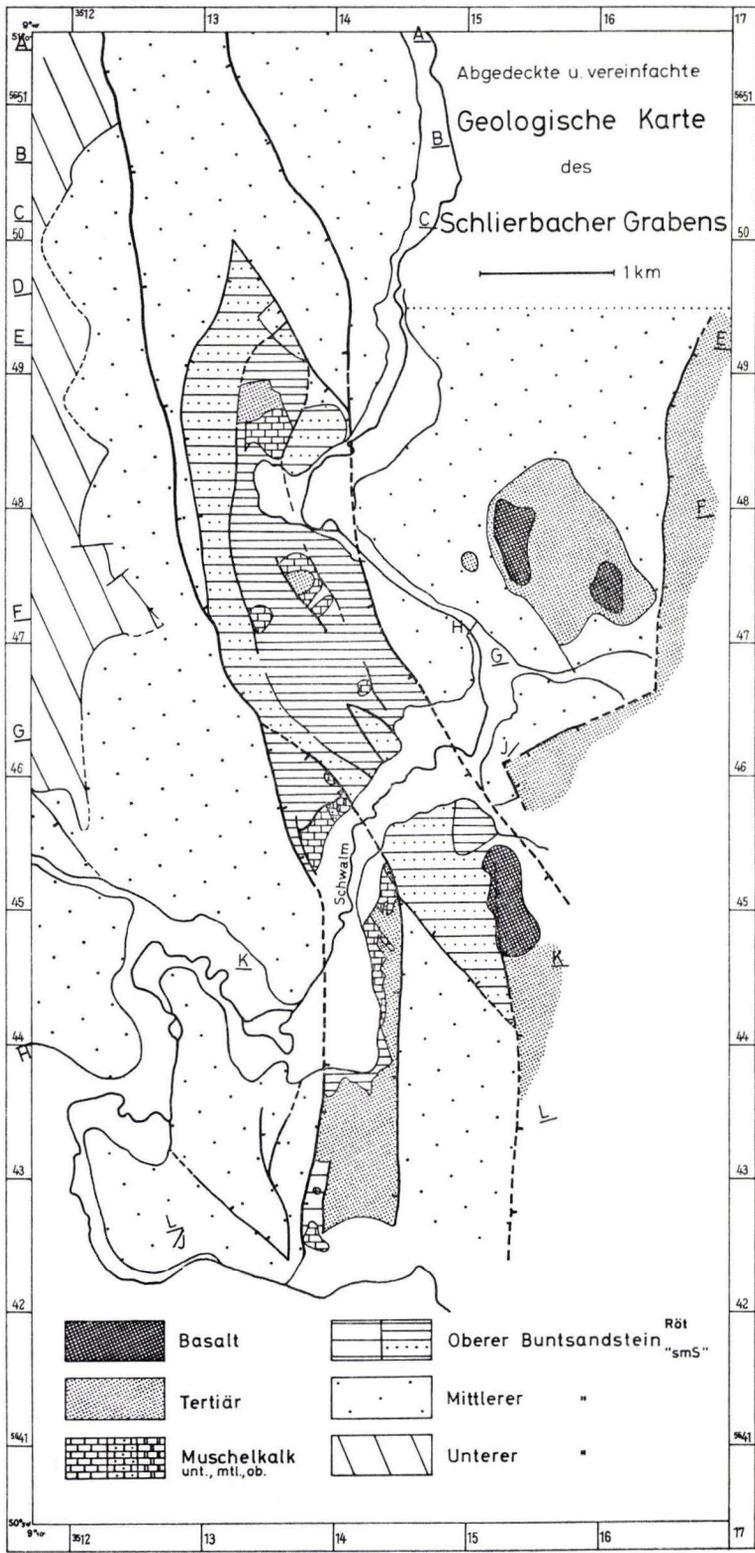


Abb. 3.

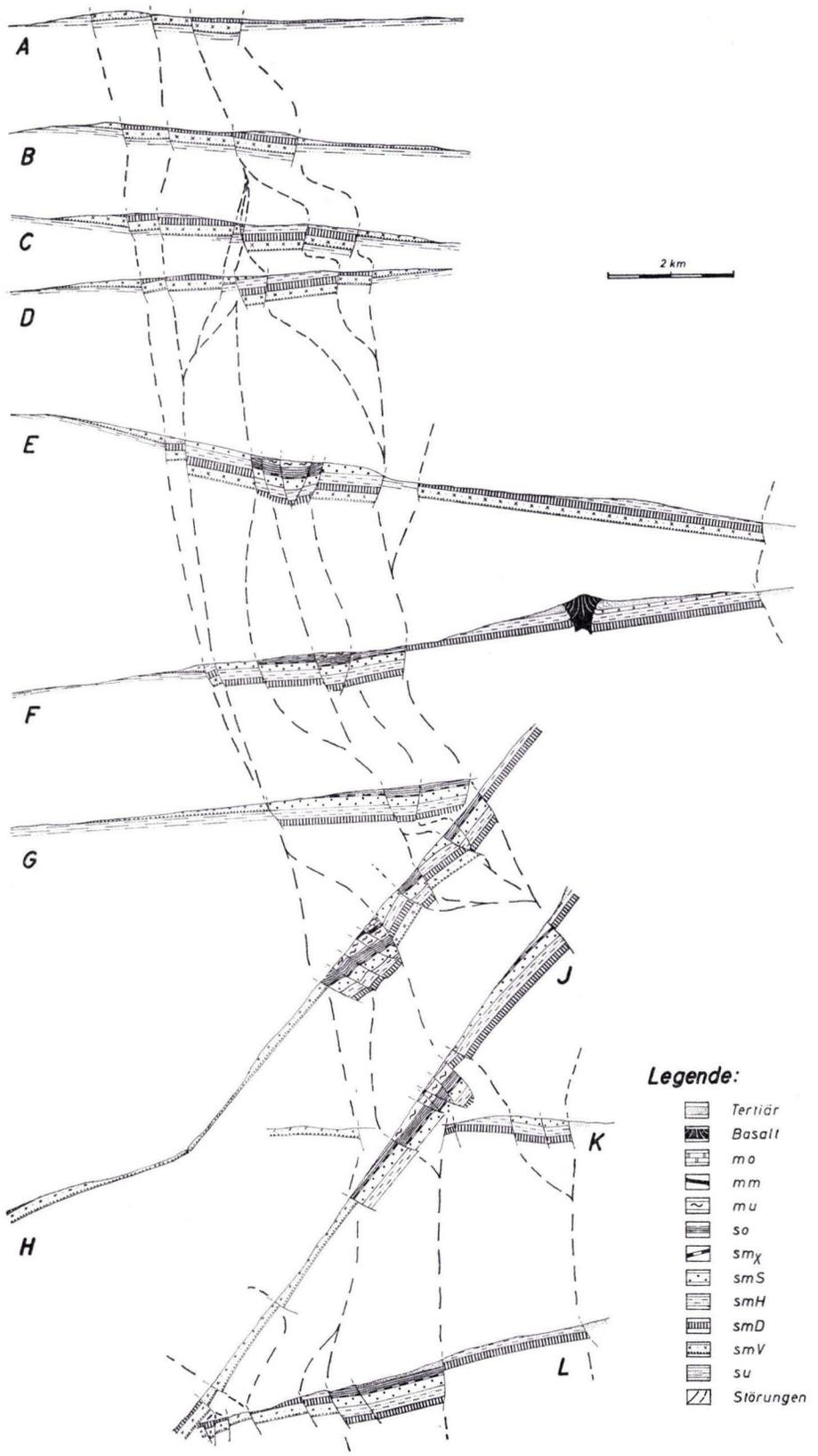


Abb. 4. Profile durch den Schlierbacher Graben.

Richtung entwickelt, zeigt im Bereich von Allendorf a. d. Landsburg eine Auffiederung. Ein zweites, neu einsetzendes Grabenteilstück setzt die Störungszone nach S bis auf das Blatt Schrecksbach fort. Die Klufftektonik spiegelt das in der Kartierung gewonnene Bild deutlich wieder.

Neben dem staffelartigen Absinken des Buntsandsteins gegen die Niederhessische Tertiärsenke ist ein zusätzliches, sanftes, südliches Eintauchen der Graben- wie auch der Randschollen zu beobachten. Das Mesozoikum zeichnet das Untertauchen des Kellerwaldes nach S gewissermaßen nach.

Die Tektonik ist eine Zerrungstektonik. Pressungserscheinungen konnten nicht beobachtet werden. Diese Abweichungen gegenüber dem Bau anderer hessischer Gräben, die der Schlierbacher mit dem Momberger Graben gemeinsam hat, dürften ihren Grund in der Dürftigkeit bzw. in dem Fehlen einer mobilen, salinaren Zechsteinunterlage haben.

Doch scheinen auch Horizontalverschiebungen wirksam gewesen zu sein, wie die Auffiederung des Grabens bei Allendorf anzeigt, die auf eine relative Nordbewegung der östlichen Scholle hinweist.

Das Alter der Tektonik wird aus Analogiegründen der jungkimmerischen Phase der saxonischen Gebirgsbildung gleichgesetzt, die im Miozän eine erneute Belebung erfuhr. Die Absenkungsbewegungen scheinen heute noch anzudauern.

Schriftenverzeichnis

- BLANCKENHORN, M.: Drei interessante geologische Erscheinungen in der Gegend von Mellrichstadt und Ostheim v. d. Rhön. — Z. deutsch. geol. Ges., **54**, 102—104, Berlin 1902.
- Aufnahmsbericht über Aufnahmen auf der südlichen Hälfte des Blattes Ziegenhain. — Jb. preuss. geol. L.-A., **35** (1914), 581—514, Nachtrag 615—621, Berlin 1916 (1916a).
- Organische Reste im Mittleren Buntsandstein Hessens. — Sber. Ges. Beförderung ges. Naturwiss. Marburg, Marburg 1916 (1916b).
- Über Fossil- und Fährtenhorizonte im Buntsandstein. — Z. deutsch. geol. Ges., **76** (1924), 269—278, Berlin 1925.
- Erl. geol. Kte. Preussen u. ben. deutsch. L., Blatt Ziegenhain, 76 S., Berlin 1926.
- Über den hessischen Chirotheriensandstein. — Cbl. Mineral. Geol. Paläontol., Jg. 1927, B, 94—96, Stuttgart 1927.
- Das Tertiär Niederhessens. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch. (VI) **1**, 7—82, Wiesbaden 1950.
- BOIGK, H.: Möglichkeiten und Wege zu einer Feingliederung im Mittleren Buntsandstein, erläutert an den Verhältnissen des nordwestlichen Vorharzes. — Z. deutsch. geol. Ges., **103**, 102—105, Hannover 1952.
- Vorläufige Mitteilung über eine neue Gliederung des Mittleren Buntsandsteins im Raume Südhannover. — Geol. Jb., **72**, 325—340, 3 Abb., 1 Tab., Hannover 1956.
- Ergebnisse und Probleme stratigraphisch-paläogeographischer Untersuchungen im Buntsandstein Nordwestdeutschlands. — Geol. Jb., **78**, 123—134, 7 Abb., Hannover 1961.
- BRINKMANN, R.: Über Kreuzschichtung im deutschen Buntsandsteinbecken. — Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, math.-phys. Kl., Göttingen 1933.
- DENCKMANN, A.: Der geologische Bau des Kellerwaldes. Kurze Erläuterungen zur geologischen Übersichtskarte des Kellerwaldes 1:100 000. — Abh. kgl. preuss. geol. L.-A., N. F. **34**, 88 S., 3 Kartentaf., Berlin 1901.
- Erl. geol. Spec.-Kte. Preussen u. benachb. B.-St., Blatt Gilserberg, 77 S., Berlin 1902.

- DIENEMANN, W.: Das Oberhessische Buntsandsteingebiet. — Jb. preuss. geol. L.-A., f. 1913, **34**, 2, 317—404, Taf. 5, 5 Phot. i. Text, Berlin 1915.
- GRAMANN, F.: Das ältere Tertiär im nördlichen Vorland des Vogelsberges. — Sber. Ges. Beförderung ges. Naturwiss. Marburg, **82**, 2 Beil., 3 Taf., 19 Abb., 113 S., Marburg 1960.
- GRAUL, H., HIEKE, W. & RITZKOWSKI, S.: Der „Niederhessische Chirotherien-Sandstein“ im Westteil der Hessischen Senke und die sog. „Rötelizeone“ bei Marburg/Lahn (Buntsandstein, nördliches Hessen). — N. Jb. Geol. Paläontol., 1965, Mh., 321—333, Stuttgart 1965.
- GRUPE, O.: Zur Gliederung des Deutschen Buntsandsteins. — Jb. kgl. preuss. geol. L.-A. f. 1912, **33**, 397—421, 1 Übersichtstab., Berlin 1912.
- Voltziensandstein, Chirotheriensandstein und Bausandstein und ihre stratigraphische Stellung innerhalb der Buntsandsteinformation. — Cbl. Mineral. Geol. Paläontol., B, Jg. 1926, 129—145, Stuttgart 1926.
- GUNZERT, G.: Die einheitliche Gliederung des deutschen Buntsandsteins in der südlichen Beckenfazies. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **24**, 61 S., 14 Abb., 7 Tab., Wiesbaden 1958.
- HECKMANN, F.: Beiträge zur Kenntnis des hessischen Muschelkalks, mit besonderer Berücksichtigung der Vorkommen Oberhessens. — Verh. Ber. Ver. Naturkde. Cassel, **62** S., 2 Taf., 2 Kten., Cassel 1916.
- HERRMANN, A.: Schichtausfälle im Mittleren Buntsandstein des nordwestlichen Eichsfeldes und deren mögliche Deutung. — Geol. Jb., **72**, 341—345, 1 Abb., Hannover 1956.
- Die Stratigraphie des mittleren Buntsandsteins bei Wrexen/Waldeck. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **87**, 317—327, 1 Tab., Wiesbaden 1959.
- Der Mittlere Buntsandstein im nordwestlichen Eichsfeld und im Ahlshausener Buntsandsteinsattel bei Salzderhelden. — Geol. Jb., **78**, 347—386, Taf. 17, 2 Abb., 1 Tab., Hannover 1961.
- HOCH, U.: Der Momberger Graben im oberhessischen Buntsandstein. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **87**, 133—161, 6 Abb., Taf. 14, Wiesbaden 1958.
- KAYSER, E.: Erl. geol. Kte. Preussen u. benachb. B.-St., Lfg. **212**, Bl. Marburg, 49 S., Berlin 1915.
- KOCKEL, C. W.: Schiefergebirge und Hessische Senke um Marburg/L. — Samml. geol. Führer, **37**, 248 S., 28 Textfig., 2 Taf., Berlin (Bornträger) 1958.
- KREYSING, K.: Zur Stratigraphie des Mittleren Buntsandsteins in Süd-Hannover und Nord-Hessen. — N. Jb. Geol. Paläontol., 1957, Mh., 72—83, Stuttgart 1957.
- Zur Stratigraphie des Mittleren Buntsandsteins in Süd-Hannover und Nord-Hessen II. — N. Jb. Geol. Paläontol., Mh., 101—113, 5 Abb., 5 Tab., Stuttgart 1958.
- KULICK, J.: Die Gliederung des Unteren Buntsandsteins und der Volpriehausen-Folge des Mittleren Buntsandsteins in Waldeck (Nordhessen). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **89**, 276—309, 8 Abb., Taf. 17, Wiesbaden 1961.
- KUPFAHL, H.-G.: Die Abfolge des Buntsandsteins am östlichen Meissnergebirge. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **86**, 202—214, 1 Abb., 1 Tab., Taf. 16, Wiesbaden 1958.
- , MATTHES, G., RÖSING, G. & THEWS, F.: Die Quecker Gruppe des Mittleren Buntsandsteins auf Bl. 4723 Oberkaufungen. — Z. deutsch. geol. Ges., **112**, 587—588, Hannover 1961.
- KUTSCHER, F.: Zur Stratigraphie und Nomenklatur des Mittleren Buntsandsteins in Hessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **88**, 243—245, Wiesbaden 1960.
- LAEMMLEN, M.: Ein Buntsandstein-Muschelkalk-Profil bei Hausen am Südwestabhang des Hohen Meissners in Nordhessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **86**, 215—240, 3 Abb., Wiesbaden 1958 (1958a).
- Der Buntsandstein auf Blatt Queck in Hessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **86**, 241—268, 1 Abb., Wiesbaden 1958 (1958b).
- Die Aufteilung der Hersfelder Gruppe des Mittleren Buntsandsteins. — Z. deutsch. geol. Ges., **112**, 491—512, 3 Abb., 3 Tab., 1 Taf., Hannover 1961.

- LANG, H. D.: Der Mittlere Buntsandstein der Lahnberge bei Marburg. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **87**, 328—332, Wiesbaden 1959.
- LOHMANN, H.: Zur Stratigraphie und Fossilführung des Buntsandsteins in Niederhessen. — Mitt. Geol. Staatsinstitut Hamburg, **29**, 66—84, Taf. 4, 4 Textabb., Hamburg 1960.
- MARTINI, J. H.: Großschollen und Gräben zwischen Habichtswald und Rheinischem Schiefergebirge. Geotekt. Forsch., **1**, 69—123, 3 Taf., 36 Abb., Berlin 1937.
- MIXIUS, F. K.: Das hessische Grabengebiet im Süden der Sollingscholle. — Geotekt. Forsch., **5**, 61—123, Berlin 1940.
- MÜLLER, E. M. & SCHRÖDER, E.: Zur Gliederung und Altersstellung des linksrheinischen Buntsandsteins. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **88**, 246—265, 3 Abb., Wiesbaden 1960.
- RICHTER-BERNBURG, G.: Paläogeographische und tektonische Stellung des Richelsdorfer Gebirges im Hessischen Raume. — Jb. Reichsstelle Bodenforsch., **61** (1940), 283—332, 19 Abb., Taf. 23—25, Berlin 1941.
- RICHTER, R.: Flachseebeobachtungen zur Paläontologie und Geologie VII—XI. — Senckenbergiana, **6**, 119—165, 8 Textfig., Frankfurt/M. 1924.
- RIEDEL, A.: Beiträge zur Paläontologie und Stratigraphie der Ceratiten des oberen Muschelkalkes. — Jb. preuss. geol. L.-A., **37** (1916), 1—116, Taf. 1—18, 5 Textfig., Berlin 1918.
- SCHENK, E.: Tertiär, Vulkanismus und Tektonik im Mittleren Hessen. 1. Ergebnisse einer Bohrung in das ältere Tertiär und den Muschelkalk bei Wahlen und die Tektonik am Nordrand des Vogelsberges. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **89**, 310—319, 2 Abb., Wiesbaden 1961.
- SCHINDEWOLF, O. H.: Studien aus dem Marburger Buntsandstein III—IV. — Senckenbergiana, **10**, 16—54, Frankfurt a. M. 1928.
- SCHWALM, H.: Mit Rucksack und Hammer durch Kellerwald und Knüll. Geologisches Heimat- und Wanderbuch. 186 S., Marburg (Elwert) 1919.
- SINDOWSKI, K. H.: Schüttungsrichtungen und Mineral-Provinzen im westdeutschen Buntsandstein. — Geol. Jb., **73**, 277—294, 7 Abb., 3 Tab., Hannover 1957.
- STOPPEL, D. & JENTSCH, S.: Emsquarzit unter der Hessischen Senke. Eine Fauna aus Geröllen im mittleren Buntsandstein von Niederklein östlich Marburg. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **86**, 133—139, 1 Abb., 2 Tab., Wiesbaden 1958.
- TOBIEN, H.: Eine miozäne Säugerfauna aus vulkanischen Tuffen des Vogelsberges. — Z. deutsch. geol. Ges., **105**, 588, Hannover 1955.
- Säugertierpaläontologische Daten zur Altersstellung des Hessischen Melanientones. — Z. deutsch. geol. Ges., **112**, 590, Hannover 1961.
- UDLUFT, H. & JACOBSHAGEN, V.: Zur Gliederung des Pleistozäns in Niederhessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **85**, 255—281, Wiesbaden 1957.
- & LANG, H. D.: Der Untergrund der Niederhessischen Senke. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**, 184—203, Wiesbaden 1956.
- WENGER, R.: Die germanischen Ceratiten. Palaeontographica, A, **108**, 57—129, Taf. 8—20, 44 Textabb., 17 Tab., Stuttgart 1957.
- WIEGEL, H.: Petrographische Untersuchungen der Basalte des Schwälmerlandes bis an den Vogelsberg. — N. Jb. Mineral. etc., Beil. Bd. **23**, 345—405, 2 Textfig., Taf. XI u. XII, Stuttgart 1907.

Limnische Oberkreide in einer Massenkalk-Doline im Steinbruch Hermannstein (Blatt 5417 Wetzlar)

Von

INGE MÜHLHAUS, Gießen*

Mit 2 Abbildungen

Kurzfassung: Im Massenkalk bei Hermannstein war eine große Doline aufgeschlossen. Sie enthielt Schichten von Geröllen, Sanden und Tonen. Die Doline und ihre Füllung wurden kartiert, ihre Sedimente petrographisch untersucht. Verschiedene Pflanzenreste und eine reiche Sporenflora konnten gewonnen werden. Wie sich zeigt, stellt die Dolinenfüllung den Überrest einer limnischen Sedimentfolge aus der Oberkreide dar. Sedimente dieses Alters sind von der Oberfläche des Rheinischen Schiefergebirges heute völlig verschwunden, in diesem glücklichen Fall aber in der Doline aufbewahrt worden.

Inhalt

Lagerungsverhältnisse	176
Die Sande	179
Sporen und Pollen	180
Aufbereitungsmethode	180
Fossilliste	181
Andere organische Reste	182
Datierung des Vorkommens	183
Schlußfolgerungen zur Entstehung des Vorkommens	183
Zusammenfassung	184
Schriftenverzeichnis	185

Lagerungsverhältnisse

Der Verwitterungshohlraum befindet sich im Kalksteinbruch Hermannstein bei Wetzlar. Dort wird devonischer Massenkalk abgebaut.

Der Kalk ist im Bereich des ganzen Bruches tiefgründig und intensiv zersetzt und verkarstet. Frischeres, festes Material kommt nur in einzelnen isolierten Brocken in der Abbauwand vor. Merkwürdigerweise sind solche Zersetzungen im benachbarten Bruch von Niedergirmes nicht in dem großen Ausmaß zu beobachten.

* Diplom-Arbeit aus dem Geol.-Paläont. Institut der Justus Liebig-Universität.

Der Vergleich zeigt, daß in der primären Riffkalk-Fazies beider Steinbrüche keine Unterschiede bestehen, die Verschiedenheiten sind ausschließlich das Produkt späterer Verwitterung. Hydrothermale Einflüsse könnten im Bruch Hermannstein eine Rolle gespielt haben.

Der größte Teil des Kalkes liegt dort in Form einer weißen, leicht zerreiblichen Masse vor, jedoch lassen sich bei genauer Betrachtung die Strukturen des Riffkalkes stellenweise noch erkennen. Auf den frischeren hellgrauen Partien entdeckt man spärliche Reste von Crinoidenstielgliedern, Stromatoporen und Korallen, andere Fossilien sind dort selten. Einige Brachiopoden und Gastropoden konnten aus den zersetzten und gebleichten Kalken geborgen werden. Sie sind dort offensichtlich durch selektive Lösungsvorgänge herauspräpariert worden, aber stets schlecht erhalten.

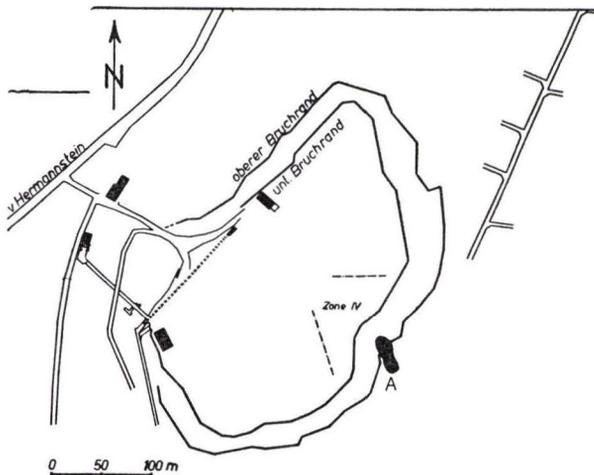


Abb. 1. Riß des Kalksteinbruchs Hermannstein (Stand v. November 1963), A = Kreidevorkommen. Umgezeichnet aus dem Übersichtsplan der Grube Malapertus, Betriebsabteilung Hermannstein.

Herr Dr. S. RIETSCHEL (Frankfurt) war so freundlich, folgende Bestimmungen vorzunehmen:

- Uncites gryphus* (SCHLOTHEIM)
- Mecynodus cf. auriculatus* (GOLDFUSS)
- Pleurotomaria orbignyana* ARCHIAC & VERNEUIL
- Pleurotomaria cf. catenulata* ARCHIAC & VERNEUIL
- Pleurotomaria* sp. iuv. Expl.
- „*Pleurotomaria*“ cf. *sigaretus* G. & F. SANDBERGER
- Loxonema* sp.
- Turbo cf. caelatus* GOLDFUSS
- Murchisonia coronata* GOLDFUSS
- ? *Turbonitella* sp.

W. KEGEL (1929) hatte bereits dieses Vorkommen ins obere Mitteldevon eingestuft. Unsere Fossilfunde bestätigen das.

Im Ostteil des Kalk-Bruches Hermannstein war während der Jahre 1963/64 eine große Doline aufgeschlossen (s. Abb. 1). Sie hat die Gestalt eines Tunnels, der von Tage her mit steilem ost-west-gerichtetem Einfallen den Kalk durchörtert.

An der Abbau-Wand war dieses Gebilde in zwei über- und hintereinander gestaffelten Schnitten freigelegt (s. Abb. 2). Der höhere Schnitt liegt unmittelbar unterhalb der Geländeoberkante, er hat einen größten Durchmesser von ca. 15 m. In einem tieferen Teil der Abbauwand, der etwa um 5 m nach Westen, d. h. zum Beschauer hin, vorspringt, ist die Doline nochmals angeschnitten. Sie hat sich dort auf etwa 30 m Durchmesser erweitert. Die Doline ist mit Tonen, Sanden, Geröll und Kalkbreccie angefüllt.

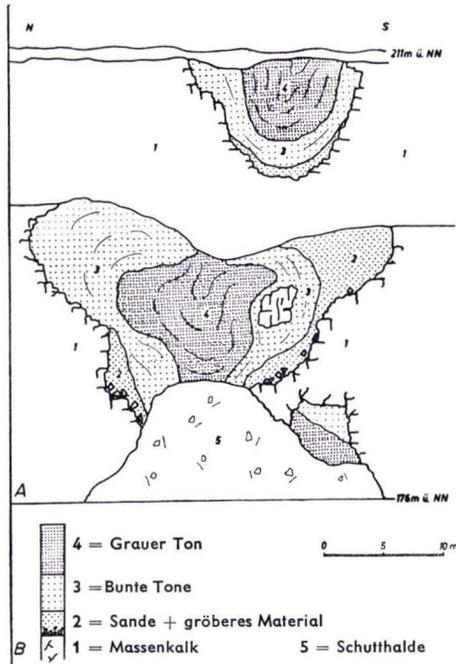


Abb. 2. A = Blick auf die Ostwand des Kalksteinbruchs Hermannstein; oberer und unterer Schnitt der Doline.
B = Schematisiertes Profil.

Die Gesteine liegen schichtartig geordnet, die Schichten sind aber nicht horizontal ausgebreitet, sondern erscheinen im Höhlenraum muldenförmig zusammengepreßt. Nahe der Höhlenwände stellen sie sich steil und schmiegen sich dort dem Massenkalk an. Spalten, gefüllt mit Letten und Brauneisenstein, durchsetzen an diesen Stellen die Höhlenwandungen und die Lockersedimentfüllung.

Die schichtige Lagerung der Sedimente und ihre Dislokationen an den Rändern lassen sich nur folgendermaßen erklären: Vor der Bildung der Doline muß sich unmittelbar über dem Höhlendach eine mächtige gegliederte Folge grober und feiner klastischer Sedimente befunden haben. Beim Einsturz der Höhle ist dieses Sediment mit dem Höhlendach als Ganzes in die Tiefe gebrochen. Die relative Abfolge im

Schichtprofil blieb dabei weitgehend erhalten, nur wurde das Schichtpaket beim Abgleiten in den engen Hohlraum muldenförmig komprimiert. Nahe der Höhlenwände und der Höhlensohle liegen also die stratigraphisch älteren Schichten, zum Höhleninneren gelangt man in stratigraphisch jüngere Schichten.

Folgendes Profil läßt sich erkennen (s. Abb. 2 unten): Grobe Breccien des Massenkalkes, offensichtlich Trümmer des ehemaligen Höhlendaches, finden sich am Grund und in Nischen der Höhle. Einige dieser Bruchstücke sind während des Rutschvorganges in den Ton eingeknetet worden. Auch diese zeigen ähnlich intensive Spuren der Zersetzung wie der Massenkalk außerhalb der Höhle. Offensichtlich geht die Zersetzung, mindestens in ihren Anfängen, auf die Zeit vor der Dolinenbildung zurück. Die meisten Trümmer sind vermischt mit einem Quarzsand, der auch gröbere Gerölle von Quarziten, Lyditen und Quarzen führt. Diese Sande und Schotter lagen ursprünglich wohl unmittelbar über dem Höhlendach und stellen das Anfangsglied der Lockergesteinsdecke dar. Das Sediment geht nach oben in feinere weiße und gelbliche Sande und Klebsande über. Die ursprüngliche Mächtigkeit der ganzen sandigen Folge dürfte etwa 2 m betragen haben. Dann schließen weiße bis lichtockergelbe, stellenweise feingeschichtete Tone an, diese insgesamt etwa 3 m mächtig. Den Abschluß bildet eine 4 m mächtige Folge grauer bituminöser Tone; diese sind stets feinstgeschichtet. Damit endet das Profil.

Wir haben die Sedimente auf ihre Mineralführung und auf Fossilien untersucht. Makrofossilien waren keine vorhanden. Dagegen konnten Holzsplitter, kleine Früchte und eine reiche Sporenflora gewonnen werden.

Die Sande

Die Proben wurden zunächst durch Schlämmen von ihrem Feinkorn ($-0,063$) befreit. Zur Beseitigung der Eisenoxyd- und Eisenhydroxydfilme kochten wir den Siebrückstand für einige Minuten in verdünnter Salzsäure. Dann wurden die Proben gewaschen, getrocknet und über ein Schüttelsieb in die einzelnen Kornklassen getrennt. Die Sande der Korngrößen $0,2-0,063$ betteten wir in Aroclor ($n = 1,665$) ein und zählten die Körner unter dem Polarisationsmikroskop aus. Die größeren Anteile wurden unter der Binokularlupe bestimmt.

Aus den Korngrößen $< 0,3$ wurde in Bromoform ($D = 2,82$) der Schwermineralanteil abgetrennt. Auch von den Schwermineralkörnern fertigten wir Aroclor-Präparate an.

Die Siebanalysen ergaben folgende Mittelwerte: Feinkies $5-35\%$, Grobsand $20-40\%$, Mittelsand $10-25\%$, Feinsand $20-30\%$, Grobschluff und feinere Anteile $5-40\%$. Offensichtlich sind die Sande nur wenig klassiert, dies deutet auf einen kurzen Transportweg.

Farblose Quarzkörner herrschen vor; gelegentlich werden rosafarbene, violette oder graue Körner gefunden. Die Körner sind nur wenig oder überhaupt nicht gerundet. Der überwiegende Teil der Quarze löscht undulös aus.

Auch einige Quarzitkörner sind vorhanden; man erkennt sie an der Mosaikstruktur, deren einzelne Felder unterschiedlich auslöschen.

Glimmerschüppchen finden sich relativ spärlich, Tonschieferbröckchen und Kieselschieferkörner dagegen häufiger.

Insgesamt führen die Sande relativ viel Schwerminerale. Ihren Hauptanteil bestreiten die widerstandsfähigen Vertreter Zirkon, Rutil und Turmalin, sie machen in jeder Probe über 80% der Schwermineral-Körner aus.

Zirkonkörner sind am häufigsten, ihre Anteile streuen zwischen 30–60 des Korn-Hundertsatzes. Meist sind die Individuen farblos, nur ganz vereinzelt treten rosa gefärbte auf. Das Verhältnis von gut gerundeten zu ungerundeten Zirkon-Kristallen beträgt etwa 1 : 1. Zonar gebaute Kristalle sind unter ihnen etwa ebenso häufig wie normale. Rutil erreicht Kornanteile zwischen 10 und 35%. Dunkelrote Färbungen sind häufig, gelbe Körner seltener. Der Turmalinanteil liegt bei 10–20%.

Vereinzelt fanden sich noch: Epidot, Granat, Titanit, Hornblende, Augit, Anatas, Brookit, ?Andalusit und ?Vesuvian. Sie sind in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit angeführt.

Aus dem Befund ergibt sich: Die meisten Gesteine scheinen aus der näheren Umgebung zu stammen. Paläozoische Kieselschiefer und Quarzite, die als Lieferanten der Gerölle in Frage kommen, finden sich an zahlreichen Stellen in der Nachbarschaft. Die geringe Abrundung der Gerölle spricht für kurzen Transportweg. Auch die Quarzkörner der Sande zeigen zum großen Teil kantige Ausbildung, sie sind überdies nur wenig klassiert. Die Mehrzahl der angeführten Schwerminerale kommt in den paläozoischen Gesteinen der näheren Umgebung vor. Auch Minerale wie Epidot und Granat, also solche, die ihren Ursprung sicherlich im Grundgebirge haben, lassen sich in der Gießener Grauwacke (HENNINGSEN 1961, S. 612) und andernorts im Rheinischen Schiefergebirge auf sekundärer Lagerstätte nachweisen.

Sporen und Pollen Aufbereitungsmethode

Insgesamt wurden 52 Proben aufbereitet.

Da sich das Material in Wasser verhältnismäßig leicht aufschlännen ließ, wurde folgender, besonders einfacher Aufbereitungsgang versucht:

1. Zerkleinern im Mörser.
2. Aufschlännen (etwa 30 g je Probe) mit heißem Wasser, eventuell einmal kurz aufkochen lassen.
3. Zentrifugieren.
4. Den gut ausgetrockneten Rückstand mit Schwerelösung (K_2CdJ_4 , Dichte 2,0–2,1) gut vermischen und zentrifugieren.
5. Die leichte Fraktion abtrennen, diese mit Wasser verdünnen und wieder zentrifugieren.
6. Den Rückstand mit wenig Glycerin aufnehmen.

Als Flüssigkeit wurde also nur Wasser verwandt. Die üblichen ätzenden Chemikalien wie Salpetersäure, Salzsäure, Wasserstoffsuperoxyd, Flußsäure und Laugen wurden vermieden. Diese Methode hat den Vorteil, daß sie erstens relativ schnell durchzuführen ist und zweitens, daß keinerlei Substanzen verwendet werden, die die Pollen und Sporen in irgendeiner Weise beschädigen könnten. So wurde ein sehr gut erhaltenes Material isoliert.

Die Festpräparate, mit Glyceringelatine hergestellt, werden im Geol.-Paläont. Institut, Gießen, Landgraf-Philipp-Platz 4–6 aufbewahrt. Dort befindet sich auch eine Liste der Kreuztischzahlen, geeicht auf das Mikroskop Nr. 559 510.

Fossiliste

Weder in den Sanden noch in den hellen Tonen fanden sich Exinen. Aber das oberste Schichtglied, der graue feinstgebänderte Ton, lieferte eine reiche Ausbeute.

Im einzelnen wurden folgende Genera und Spezies bestimmt. Ihre stratigraphische Reichweite ist in der Liste mit angegeben.

Sporites H. POT. 1893

I. Triletes REINSCH 1881

- (1) *Concavisporites obtusangulus* (R. POT.) PF. 1953, M. Campan — U. Miozän
- (2) *Undulatisporites microcutis* PF. 1953a, M. Campan — Paleozän
- (3) *Corrugatisporites toratus* WEYL. & GREIF. 1953, U. Senon

II. Zonales (BENNIE & KIDSTON 1886) IBRAHIM

- (4) *Triquitrites rotalis* WEYL. & KRIEG. 1953, M. Campan
- (5) *Cingulatisporites pseudofirmatus* WEYL. & KRIEG. 1953, M. Campan

Pollenites R. POT. 1931

I. Inapertures PF. & TH. 1953

- (6) *Inaperturo-pollenites verrucosus* WEYL. & GREIF., U. Senon

II. Saccites ERDTMAN

- (7) *Pityosporites microalatus* (R. POT.) TH. & PF. 1953, M. Campan — M. Tertiär

III. Normapolles PF. 1953

a. Plicapollis PF. 1953b

- (8) *Plicapollis sarta* PF. 1953b, M. Campan
- (9) *Plicapollis silicatus* PF. 1953b, M. Campan

b. Trudopollis PF. 1953

Trudopollis sp.

- (10) *Trudopollis multiplex* WEYL. & KRIEG. 1953, M. Campan
- (11) *Trudopollis directus* PF. 1953b, M. Campan
- (12) *Trudopollis penepfectus* (PF. 1953a), M. Campan — Paleozän
- (13) *Trudopollis capsula* PF. 1953b, M. Campan
- (14) *Trudopollis mechanicus* PF. 1953b, M. Campan
- (15) *Trudopollis hemiparvus* PF. 1953b, M. Campan
- (16) *Trudopollis proparvus* PF. 1953b, M. Campan
- (17) *Trudopollis protrudens* PF. 1953b, M. Campan
- (18) *Trudopollis nonperfectus* (PF. 1953a), M. Campan
- (19) *Trudopollis parvotrudens* PF. 1953b, M. Campan
- (20) *Trudopollis hemipfectus* (PF. 1953a), M. Campan
- (21) *Trudopollis retifectus* WEYL. & KRIEG. 1953, M. Campan
- (22) *Trudopollis arector* PF. 1953b, M. Campan
- (23) *Trudopollis incessus* WEYL. & KRIEG. 1953, M. Campan
- (24) *Trudopollis succedanus* PF. 1953b, M. Campan
- (25) *Trudopollis conector* PF. 1953b, M. Campan
- (26) *Trudopollis retigressus* WEYL. & KRIEG. 1953, M. Campan
- (27) *Trudopollis imperfectus* (PF. 1953a), M. Campan — ältestes Tertiär
- (28) *Trudopollis rector* PF. 1953b, M. Campan
- (29) *Trudopollis fossulotrudens* (PF. 1953a), M. Campan — U. Eozän

c. *Vacuopollis* PF. 1953 b(30) *Vacuopollis percentus* PF. 1953 b, M. Campand. *Extratripоро-pollenites* PF. 1953 a(31) *Extratripоро-pollenites clarus* PF. 1953 a, Oberkreide — ältestes Tertiär(32) *Extratripоро-pollenites pseudogramifer* PF. 1953 a, Oberkreide — ältestes Tertiäre. *Oculopollis* PF. 1953*Oculopollis* sp.(33) *Oculopollis suboculus* WEYL. & KRIEG. 1953, M. Campan(34) *Oculopollis praedicatus* WEYL. & KRIEG. 1953, M. Campan(35) *Oculopollis principalis* subsp. *typicus* WEYL. & KRIEG. 1953, M. Campan(36) *Oculopollis aestheticus* WEYL. & KRIEG. 1953, M. Campan(37) *Oculopollis antibulbosus* WEYL. & KRIEG. 1953, M. Campanf. *Tetrapollis* PF. 1953(38) *Tetrapollis competitor* WEYL. & KRIEG. 1953, M. Campan(39) *Tetrapollis pseudoalnus* KRUTZSCH 1959 b, Santon — Paleozän(40) *Tetrapollis pseudoalnoides* KRUTZSCH 1959 b, Santon — Paleozäng. *Pflugipollis* KRUTZSCH 1959 b(41) *Pflugipollis lusaticus* KRUTZSCH 1959 b, M. Turon — Santon

IV. Postnormapolles PF. 1953 b

(42) *Triatrio-pollenites perplexus* PF. 1953 b, M. Campan — Paleozän(43) *Triatrio-pollenites concavus* PF. 1953 a, M. Campan — U. Eozän

Außer diesen Sporen und Pollen wurden eine ganze Reihe von Formen gefunden, die in der Literatur noch nicht beschrieben sind. Ihre Beschreibung und Benennung soll einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben.

Der Vergleich mit der umfangreichen einschlägigen Kreideliteratur (BOLCHOVITINA, KRUTZSCH, PFLUG, WEYLAND & KRIEGER u. a.) zeigt:

1. Die Masse unserer Funde ist stratigraphisch bezeichnend für das Mittelcampan (Nr. 4, 5, 8–11, 13–26, 28, 30, 33–38).
2. Mehrere der Vertreter kommen zwar im Mittelcampan vor, reichen aber noch etwas nach oben oder unten (Nr. 1, 2, 7, 12, 27, 29, 31, 32, 39, 40, 42, 43).
3. Drei Formen, nämlich Nr. 3, 6 und 41 sind bisher aus dem Mittelcampan noch nicht bekannt geworden, aber aus unmittelbar darunter liegenden Schichten. Ihre Reichweite scheint also etwas größer zu sein als bisher angenommen.

Zweifelloos ergibt sich aus dem Befund ein mittelcampanes Alter.

Andere organische Reste

Ein Teil der Tone wurde über ein 0,15-mm-Sieb ausgeschlämmt. Den Rückstand durchmusterter wir unter der Binokularlupe. Weder die Sande noch die hellen Tone lieferten Fossilien, dagegen fanden sich in dem grauen Ton einige Pflanzenreste. Die Suche nach Mikrofauna blieb ergebnislos.

Eine trilete Megaspore wurde entdeckt. Ihr Durchmesser beträgt 600μ . Ihr Erhaltungszustand läßt keine nähere Bestimmung zu.

Außerdem fanden sich Splitter von Fusit. Auch Stengelstückchen, eine nicht identifizierbare Fruchtschuppe und wenige andere unbestimmbare Pflanzenreste wurden gefunden.

Daneben enthielt der Ton zahlreiche kleine Fruktifikationen, sowie deren Bruchstücke. Sie sind in ihrer Gestalt recht verschieden; wir haben kugelige, spindelförmige, tetraedrische und andere Formen unterschieden. Die Größen streuen zwischen 0,3 und maximal 2,0 mm.

Kretazische Früchte und Samen dieser geringen Größe sind bisher nur von E. F. VANGEROW (1954) aus dem Aachener Basiston und von E. KNOBLOCH (1964) aus dem südböhmischen Senon beschrieben worden. E. F. VANGEROW faßt seine Formen unter dem Gattungsnamen *Microcarpolithes* zusammen. Die von uns gesammelten Exemplare passen jedoch nicht in den von ihm beschriebenen Formenkreis. E. KNOBLOCH vermutet, daß es sich bei diesen kleinen Formen um Früchte und Samen von Kräutern gehandelt hat.

Datierung des Vorkommens

Alle Beobachtungen sprechen dafür, daß die Exinen sich auf primärer Lagerstätte befinden. Ihr Erhaltungszustand ist so ausgezeichnet, daß eine Umlagerung ausgeschlossen erscheint. Alle Formen bezeichnen denselben Zeitabschnitt: „Oberkreide“. Elemente jüngerer Alters, wie man sie in einem Mischspektrum primärer und sekundärer Elemente erwarten muß, fehlen. Sporen und Pollen sind nur in der dunklen bituminösen Ton-Fazies vorhanden, für die ein primärer Sporengehalt übrigens auch charakteristisch ist. Umlagerungen hätten sicherlich auch einige Exinen in die übrigen Schichtglieder hineingebracht.

Sicherlich ist der ganze neun Meter mächtige Schichtkomplex während kontinuierlicher Sedimentation innerhalb eines relativ begrenzten Zeitabschnittes entstanden. Die Ablagerung beginnt mit einem grobklastischen Anfangsglied und geht dann nach oben ohne scharfe Grenzen in die feinerklastische Fazies über.

Aus allem ist zu schließen, daß die ganze in der Doline enthaltene Folge in die Oberkreide gehört.

Schlußfolgerungen zur Entstehung des Vorkommens

Die Fossilreste sprechen für eine limnische Entstehung. Irgendwelche Anzeichen mariner Beeinflussung fehlen.

Zweifellos erinnert das Gestein nach Mächtigkeit und Fazies an die tertiären Tonvorkommen des Westerwaldes. Ob in der Kreide Tonlager auf dem Rheinischen Schiefergebirge sehr verbreitet waren, ist allerdings zu bezweifeln. Kreidesporen sind hier niemals, sei es auf primärer, sei es auf sekundärer Lagerstätte, bekannt geworden. Kreidesporen finden sich dagegen in den oligozänen Sanden und Tonen der Hessischen Senke regelmäßig (S. HOLTZ 1961 und 1962). Beziehungen dürften also eher in dieser Richtung zu suchen sein. Die ältesten Tertiär-Schichten der Hessischen Senke gehören

ins Mittel-Eozän, zwischen diesen und den liassischen Restschollen der Grabenzonen fehlt heute jede primäre Ablagerung. Offensichtlich war das Gebiet in der Zwischenzeit meist Festland.

Aus den eozänen Schichten kennt man ebenfalls keine Kreidesporen. Kreidenvorkommen, falls sie überhaupt in der Hessischen Senke stärker verbreitet waren, waren im Eozän wohl größtenteils bereits der Abtragung zum Opfer gefallen. Dafür spricht auch ein neuerdings von H. D. PFLUG & L. WERDING (1964) beschriebener Fund verschiedenalteriger Rotlehme aus einer Spalte des Massenkalkes von Pohlgöns in der Wetterau. Der älteste dieser Lehme enthält Vertreter des Untereozän. Nicht eine Kreidespore wurde gefunden. Vom Unter-Eozän hat man sonst keine Nachricht in der Hessischen Senke.

Vielleicht stammt der oben erwähnte Kreidepollen der oligozänen Meeresschichten vorwiegend aus Dolinenfüllungen ähnlich der von uns entdeckten. Sie könnten vom transgredierenden Meer angeschnitten und aufgearbeitet worden sein.

Aus dem unserer Doline eng benachbarten Tertiärvorkommen \pm oligozäner Sande ergibt sich, daß die alttertiäre (\pm präoligozäne) Landoberfläche etwa 4 m über der heutigen Tagebauoberkante, d. h. mindestens 35–40 m über der Dolinensohle, gelegen haben muß. Viel dürfte allerdings von der Campan- bis zur Tertiärzeit davon nicht abgetragen worden sein, denn dann müßte man annehmen, daß die Doline sehr tief war. In diesem Fall wäre aber der Verband der abgestürzten Schichten wohl stärker gestört worden.

Zusammenfassung

Im devonischen Massenkalk bei Hermannstein war eine Doline aufgeschlossen. Sie enthält Lockergesteine aus Geröllen, Sanden und Tonen. Wie die Beobachtungen ergaben, ist hier eine Sedimentfolge, von der heute nichts mehr auf der Oberfläche erhalten ist, als geschlossene Scholle in die Doline gestürzt und dort vor der Erosion bewahrt worden. Neben verschiedenen weniger wichtigen pflanzlichen Resten enthalten die Tone eine reiche Sporenflora. Diese gehört ins Mittel-Campan. Gleiches Alter gilt damit für das Sediment, da sich die Fossilreste allen Anzeichens auf primärer Lagerstätte befinden. Pollen und Sporen jüngeren Alters wurden nicht gefunden.

Liefergebiet der Sedimente dürfte die nähere Umgebung gewesen sein. Dafür sprechen die Kantigkeit der Körner und ihre geringe Klassierung.

Wir nehmen an, daß die Bildung einem begrenzten limnischen Becken entstammt. Nichts deutet auf irgendwelche marine Einflüsse. Der Befund wirft vielleicht mehr Licht auf die verschiedenen Meldungen über das Vorkommen sekundären Kreidepollens in oligozänen Meeressanden der Hessischen Senke.

Die Anregung zu dieser Arbeit gab mir mein hochverehrter Lehrer Herr Prof. Dr. Dr.-Ing. H. D. PFLUG, Gießen. Für seine wohlwollende Unterstützung und Förderung möchte ich mich herzlich bedanken. Herr Dr. S. RIETSCHEL, Frankfurt, übernahm freundlicherweise die Bestimmung der Massenkalkfauna. Herr Dr. D. HENNINGSSEN gab mir bei der Bestimmung der Schwerminerale wertvolle Hinweise. Ihnen sowie den Herren vom Kalksteinbruch Hermannstein, die mir beim Auf sammeln der Fossilien und bei der Probenentnahme behilflich waren, sei an dieser Stelle ebenfalls herzlich gedankt.

Schriftenverzeichnis

- AHLBURG, J.: Geol. Kte. Preußen 1 : 25000, Bl. Braunfels, Berlin 1918.
- BOLCHOVITINA, N. A.: Charakteristik der Sporen und Pollen der Kreideablagerungen der zentralen Gebiete der UdSSR. — Trudy Inst. Geol. Nauk, **145**, Geol. Serie, 61, Moskau 1953 (russisch).
- COUPER, R. A.: British Mesozoic Microspores and Pollen Grains. A Systematic and Stratigraphic Study. — *Palaeontographica*, Abt. B, **103**, S. 75–179, Stuttgart 1958.
- HENNINGSEN, D.: Untersuchungen über Stoffbestand und Paläogeographie der Giessener Grauwacke. — *Geol. Rdsch.*, **51**, S. 600–626, Stuttgart 1961.
- HOLTZ, S.: Sporen und Pollen im marinen Mitteloligozän des Ahne-Tales (Blatt Kassel-West). — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **89**, S. 73–84, Wiesbaden 1961.
- Sporen-stratigraphische Untersuchungen im Oligozän von Hessen. — *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **40**, Wiesbaden 1962.
- KEGEL, W.: Geol. Kte. Preußen 1 : 25000, Bl. Wetzlar–Großen-Linden, mit Erläuterungen, Berlin 1929.
- KNOBLOCH, E.: Neue Pflanzenfunde aus dem südböhmischen Senon. — *Jb. staatl. Mus. Geol.*, 1964, S. 133–201, Dresden 1964.
- KRUTZSCH, W.: Bemerkungen zur Benennung und Klassifikation fossiler (insbesondere tertiärer) Pollen und Sporen. — *Z. Geologie*, **3**, S. 258–311, Berlin 1954.
- Normapolles im sächsischen Turon. — *Jb. staatl. Mus. Mineral. Geol.*, **2**, S. 125–131, Dresden 1956.
- Sporenpaläontologische Untersuchungen in der sächsisch-böhmischen Kreide und die Gliederung der Oberkreide auf mikrobotanischer Grundlage. — *Ber. Geol. Ges. DDR*, **2**, S. 123–129, Berlin 1957 (1957a).
- Sporen- und Pollengruppen aus der Oberkreide und dem Tertiär Mitteleuropas und ihre stratigraphische Verteilung. — *Z. angew. Geol.*, **6**, S. 509–548, Berlin 1957 (1957b).
- Mikropaläontologische (sporenpaläontologische) Untersuchungen in der Braunkohle des Geiseltales. — *Z. Geologie*, **8**, Bh. 21–22, S. 1–425, Berlin 1959.
- Einige neue Formgattungen und Arten von Sporen und Pollen aus der Mitteleuropäischen Oberkreide und dem Tertiär. — *Palaeontographica*, Abt. B, **105**, S. 125–157, Stuttgart 1959 (1959b).
- Beitrag zur Kenntnis der Mikroflora der Niederschönauer Schichten. Eine kleine Mikroflora aus der Bohrung Königstein 1. — *Ber. deutsch. geol. Ges.*, **8**, S. 224–236, 1963.
- MILNER, H. B.: *Sedimentary Petrography*. G. Allen & Unwin Ltd., London 1962.
- PACLTOVÁ, B.: Někteří rostlinné mikrofosilie ze sladkovodních uloženin svrchní křídý (senon) v jihočeských pánvích, Část I. — Nakladatelství Československé Akademie VĚD, Praha 1961 (tschech.).
- PFLUG, H. D.: Zur Entstehung und Entwicklung des angiospermiden Pollens in der Erdgeschichte. — *Palaeontographica*, Abt. B, **95**, S. 60–171, Stuttgart 1953 (1953b).
- Anlage und Entwicklung der Niederrheinischen Bucht in der Oberkreide und dem Alttertiär auf Grund sporenpaläontologischer Altersdatierungen. — *Fortschr. Geol. Rheinld. und Westf.*, **2**, S. 409–418, Krefeld 1958.
- Die Deformationsbilder im Tertiär des rheinisch-saxonischen Feldes. — *Freib. Forsch.-H.*, **C. 71**, S. 1–110, Berlin 1959.
- & WERDING, L.: Kalksinter und Rotlehme in Karstspalten des Massenkalkes von Pohl-Göns (Blatt 5518 Butzbach). — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **92**, S. 126–138, Wiesbaden 1964.
- PIERCE, R. L.: Lower Upper Cretaceous Plant Microfossils from Minnesota. — *Univ. of Minnesota, Minnesota geol. surv. Bull.*, **42**, Minnesota 1961.
- POCOCK, S. A. J.: Microfloral Analysis and Age Determination of Strata at the Jurassic-Cretaceous Boundary in the western Canada Plains. — *Palaeontographica*, Abt. B, **111**, Stuttgart 1962.

- POTONIE, R.: Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae, I. Teil: Sporites. — Beih. Geol. Jb., **23**, Hannover 1956.
- Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae, II. Teil: Sporites (Nachträge), Saccites, Aletes, Praeolpates, Polyplicates, Monoletes. — Beih. Geol. Jb., **31**, Hannover 1958.
- Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae, III. Teil. — Beih. Geol. Jb., **39**, Hannover 1960.
- REISSINGER, A.: Die „Pollenanalyse“ ausgedehnt auf alle Sedimentgesteine der geologischen Vergangenheit II. Teil. — Palaeontographica, Abt. B, **90**, S. 99–126, Stuttgart 1950.
- ROSS, N.-E.: On a cretaceous Pollen and Spore bearing clay of Scania. — Bull. Geol. Inst. Upsala, **34**, Uppsala 1949.
- THIERGART, F.: Der stratigraphische Wert mesozoischer Pollen und Sporen. — Palaeontographica, Abt. B, **89**, S. 1–34, Stuttgart 1949.
- Einige Sporen und Pollen aus einer Cenomankohle Südfrankreichs (St. Paulet Caisson nahe Montélimar, nördlich Marseille) und Vergleiche mit gleichaltrigen Ablagerungen. — Z. Geologie, **3**, S. 548–559, Berlin 1954.
- THOMSON, P. W. & PFLUG, H. D.: Pollen und Sporen des mitteleuropäischen Tertiärs. — Palaeontographica, Abt. B, **94**, S. 1–138, Stuttgart 1953 (1953a).
- VANGEROW, E. F.: Megasporen und andere Mikrofossilien aus der Aachener Kreide. — Palaeontographica, Abt. B, **96**, S. 24–38, Stuttgart 1954.
- WEYLAND, H. & GREIFELD, G.: Über strukturbietende Blätter und pflanzliche Mikrofossilien aus den unternen Tonen der Gegend von Quedlinburg. — Palaeontographica, Abt. B, **95**, S. 30–52, Stuttgart 1953.
- & KRIEGER, W.: Die Sporen und Pollen der Aachener Kreide und ihre Bedeutung für die Charakterisierung des mittleren Senons. — Palaeontographica, Abt. B, **95**, S. 6–29, Stuttgart 1953.

Manuskript eingegangen am 10. 2. 1965

**Die Grenze Schleichsand/Cyrenenmergel
(Mittel/Oberoligozän)
am Klopp-Berg und am Peters-Berg
(Bl. 6521 Gau-Odernheim/südl. Rheinhessen)¹⁾**

Von

MANUTSCHEHR MEHRNUSCH, Mainz

Mit 3 Tabellen

Kurzfassung: Zur Untersuchung der Grenze Schleichsand/Cyrenenmergel im Bereich des auf Blatt Gau-Odernheim liegenden Blödesheimer Plateaus erfolgte zur Klärung der geologischen Situation eine Spezialkartierung der in dem betreffenden Gebiet anstehenden Schichtfolge vom Rupelton bis zu den aquitanen Hydrobien-Schichten. Die Ergebnisse sind in der Diss. des Verf. niedergelegt. Ferner erfolgte im Rahmen dieser Diss. die nachstehend zusammenfassend dargestellte Bearbeitung von Profilen aus dem Grenzbereich.

1. Einleitung

Für die Bearbeitung der Grenze Schleichsand/Cyrenenmergel wurden Profile am E-Hang des Klopp-Berges (SW Dittelsheim) und am W-Hang des Peters-Berg (östlich Gau-Odernheim außerhalb des eigentlichen Kartierungsgebietes) untersucht. Die angetroffenen Schichten lagern \pm horizontal (max. F.: rd. 5° S.).

2. Profilbeschreibung

Im folgenden können im Rahmen dieser Mitteilung nur die wichtigsten geologischen und faunistischen Ergebnisse berücksichtigt werden, weitere Einzelheiten insbesondere über die quantitative Zusammensetzung der speziell untersuchten Mikrofauna sind der Diss. des Verf. (Ms. 1964) zu entnehmen.

Das Profil am Klopp-Berg ist folgendermaßen aufgebaut: Zuunterst steht von 170—rd. 235 m²⁾ Schleichsand als gelblicher bis gelbbraunlicher Mergel und gelblich-brauner Sand an. In dieser Folge kommen bei 220 m *Pedalion maxillata sandbergeri*, *Ostrea callifera* und *O. cyathula*, sowie *Glycymeris obovatus* zusammen mit *Pitar*

¹⁾ Vorläuf. Mitteilung aus der Diss. des Verf.; die vollständige Arbeit ist in der Bibliothek des Geol. u. Paläont. Institutes, Mainz, Saarstr. 21, einzusehen.

²⁾ Alle Höhen-Angaben hier und ff.: m üNN.

(*Cordiopsis*) *polytropa* vor. Von 225 bis 235 m finden sich *Pirenella plicata papillata*, *P. lamarcki* und *P. plicata* cf. var. *multinodosa*. Von 220 bis 225 m handelt es sich also um Oberen Schleichsand, und zwar um die „*Perna*-Schichten“ und von 225 bis 235 m um die „Papillaten-Schichten“. Bei 235 m folgen dann graublau bis grünliche Mergel (mit grauen Feinsandeinlagerungen), die keine Makrofossilien enthalten und vom Verf. nach Mikrofauna und petrographischer Ausbildung zum Cyrenenmergel gerechnet werden (s. Abschn. 3). Ab rd. 250 m setzen hier in ganz ähnlicher Ausbildung aber mit anderer Fauna (vgl. Tab. 2, 3) Süßwasserschichten und bei 270 m schließlich Cerithien-Schichten mit einem gelblichen Kalk an der Basis ein.

Am Peters-Berg streichen folgende Schichten aus: Ab 142 m ist ein gelblich-brauner Sand mit gelblichgrünen bis olivgrünen Mergeln in Wechsellagerung abgeschlossen; diese Folge reicht bis 211 m. In ihr tritt bei 143 m eine etwa 50 cm starke Fossil-Lage mit *Pedalion maxillata sandbergeri*, *Ostrea callifera*, *O. cyathula* und *Glycymeris obovatus* auf. Die Makrofossilien finden sich in dieser Lage ungefähr im gleichen Mengenverhältnis zueinander, *Pedalion* überwiegt keinesfalls. Eine zweite Fossil-Lage tritt bei 175 m auf, sie enthält außer zahlreichen *Pedalion maxillata sandbergeri* nur selten die anderen genannten Makrofossilien. Weiter oberhalb findet sich von 195 bis 211 m *Pirenella plicata papillata* zusammen mit *P.* cf. var. *multinodosa* und *P. lamarcki*, außerdem wurden noch *Balanus stellaris* etwas unterhalb 211 m und von 200 bis 211 m Bruchstücke von *Pedalion maxillata sandbergeri*, *Pitar* (*Cordiopsis*) *polytropa* und *Glycymeris obovatus* festgestellt.

Bei den Schichten ab 195 m handelt es sich nach dem Fossilinhalt um die „Papillaten-Schichten“ des Oberen Schleichsandes. Die Fossil-Lage bei 175 m ist wegen des gehäuften Vorkommens von *Pedalion maxillata sandbergeri* (= *Perna*) als „*Perna*-Bank“ des Oberen Schleichsandes anzusprechen, die in ähnlicher stratigraphischer Position auch aus anderen Teilen Rheinhessens bekannt ist (s. FALKE 1960, S. 41). Für die tieferen Teile des Profils von 175 bis 142 m hinunter ist auf Grund ihrer Makrofauna vorerst keine Datierung möglich. Nach Mitteilung von Herrn Prof. FALKE konnte kürzlich aber die Mächtigkeit des Schleichsandes auf Grund einer Bohrung im Bereich von Gau-Odernheim zu 120 m ermittelt werden. Nach diesem Befund ist anzunehmen, daß es sich bei den Basisschichten des Profils um höheren Unteren Schleichsand handelt, denn eine um 69 m betragende Mächtigkeit der Wechselfolge zwischen 142 m und 211 m erscheint zu groß, um die Folge allein dem Oberen und dem hier davon nicht näher abzugrenzenden Mittleren Schleichsand zuzuordnen.

Bei 211 m erfolgt ein deutlicher Wechsel der Gesteinsfarbe. Es beginnt eine Wechsellagerung nur noch grau gefärbter, feinkörniger Sande mit graubläulichem bis blauem Mergel. In dieser Folge finden sich keine Makrofossilien mehr, vom Verfasser wird entsprechend wie am Klopp-Berg das bis rd. 230 m reichende Schichtpaket als Cyrenenmergel eingestuft. Oberhalb 230 m zeigen die Mergel außer graubläulichen Farbtönen stellenweise auch grünliche und rötliche Färbung. Nach den mikrofaunistischen Untersuchungsergebnissen sind diese Schichten als Süßwasserschichten anzusprechen. Sie bauen den obersten Teil des Peters-Berges bis 246 m auf.

Ein Vergleich der beiden Profile zeigt folgendes: Während am Klopp-Berg der Schleichsand vom Liegenden zum Hangenden zunächst mergelige, dann sandige (mit lokalen Sandstein-Einschaltungen bei 200 m) und schließlich wieder eine mehr

mergelige Ausbildung zeigt, ist im Bereich des Peters-Berges die fazielle Entwicklung eintöniger. In den Mergeln kommen nur vereinzelt feinkörnige Sandlinsen vor. Unterschiede treten auch in der Fossilführung, speziell der Makrofauna, auf. Zwar finden sich in den beiden Profilen auffallend fossilreiche Schichten, z. B. *Pedalion*-führende Lagen. Sie kommen aber in sehr unterschiedlicher Höhenlage und mit unterschiedlicher faunistischer Zusammensetzung im Schleichsand-Profil vor, so daß eine Parallelisierung der „Perna-Bank“ bzw. der *Pedalion*-führenden Lage des einen Profils mit der *Pedalion*-führenden des anderen nicht möglich erscheint. Als Leit-horizont können in den beiden Profilen aber die „Papillaten-Schichten“ des Oberen Schleichsandes benutzt werden. Ihre Basis liegt am Klopp-Berg bei 225 m, am Peters-Berg dagegen bei 195 m; dieser Höhenunterschied von 30 m erklärt sich durch Annahme einer Verwerfung entlang des Selzbaches. Bei dem Vergleich der Mikrofossil-führung ist allgemein Übereinstimmung in der Zahl der Arten, weniger in der Zahl der Individuen festzustellen (s. hierzu Tab. 1 und Tab. im Ms. der Diss.).

Tabelle 1
Mikrofauna im Oberen Schleichsand am Klopp-Berg
(zwischen 220 und 234,5 m)
und am Peters-Berg (zwischen 200 und 211 m)

(Fußnoten-Erläuterungen siehe unter Tab. 3)

a) Foraminiferen

<i>Bolivina beyrichi</i> REUSS	<i>Lagena striata</i> (ORB.)
<i>Bulimina</i> sp.	<i>Lenticulina</i> (Robulus) sp. ²⁾
<i>Cibicides boueanus</i> (ORB.)	<i>Loxoconcha</i> cf. <i>favata</i> KUIPER
<i>Cibicides lobatulus</i> (WALK. & JAC.)	<i>Nodosaria ewaldi</i> REUSS
<i>Cibicides tenellus</i> (REUSS)	<i>Nonion affine?</i> (REUSS)
<i>Cibicides</i> sp.	<i>Nonion granosum</i> (ORB.)
<i>Cornuspira</i> cf. <i>invovens</i> (REUSS) ²⁾	<i>Nonion roemeri</i> CUSHMAN
<i>Discorbis orbicularis</i> (TERQUEM) ²⁾	<i>Nonion</i> sp. ²⁾
<i>Discorbis trochiformis?</i> (AND.) ¹⁾	<i>Nonionella</i> sp. ²⁾
<i>Discorbis</i> sp. ²⁾	<i>Pseudopolymorphina subnodosa</i> (REUSS) ¹⁾
<i>Elphidium?</i> <i>nonioninoides</i> (AND.)	<i>Pullenia</i> sp.
<i>Eponides kiliani</i> (AND.)	<i>Pyrulina fusiformis</i> (ROEMER)
<i>Eponides pygmeus</i> (HANT.)	<i>Pyrulina lanceolata</i> (REUSS)
<i>Eponides</i> sp.	<i>Quinqueloculina impressa subovalis</i> (AND.)
<i>Globigerina bulloides?</i> ORB.	<i>Quinqueloculina seminula?</i> (LINNÉ)
<i>Globigerina globularis</i> ROEMER	<i>Rotalia fallax</i> (STEUER)
<i>Globigerinella</i> sp.	<i>Siphonodosaria</i> sp. ¹⁾
<i>Globulina</i> sp.	<i>Turrilina andreaei</i> CUSHMAN ¹⁾
<i>Guembelina gracillima</i> (AND.)	<i>Turrilina alsatica</i> AND. ¹⁾
<i>Gyroidina soldanii</i> (ORB.)	

b) Ostracoden³⁾

<i>Candona praecox?</i> STRAUB ¹⁾	<i>Haplocytheridea basiliensis</i> OERTLI
<i>Cyamocytheridea punctatella</i> (BOSQ.)	<i>Haplocytheridea helvetica</i> (LIEN.)
<i>Cytherella gracilis</i> LIEN. ²⁾	<i>Neocyprideis glabra</i> GOERL.
<i>Cytherelloidea praesulcata</i> (LIEN.)	<i>Neocyprideis parallela</i> (LIEN.)
<i>Cytheretta posticalis</i> TRIEBEL	<i>Paracyprideis rarefistulosa</i> (LIEN.)
<i>Cytheridea</i> aff. <i>muelleri</i> (MSTR.)	<i>Paracytheridea</i> sp. ²⁾
<i>Cytheromorpha zinndorfi</i> (LIEN.)	<i>Stenocypris</i> sp. ¹⁾

In beiden Profilen folgt der Cyrenenmergel in mergelig-sandiger Fazies: Eine Wechsellagerung graublauer Mergel und grauer, feinkörniger, glimmerhaltiger Sande. Bei der Untersuchung der Cyrenenmergelproben vom Peters-Berg finden sich höhere Brauneisen- und Gipsgehalte als in den Proben am Klopp-Berg. Faunistisch stimmen dagegen beide Cyrenenmergel-Vorkommen überein, gegenüber fossilarmen unteren sind die höchsten Partien des Cyrenenmergels am Klopp-Berg wie auch um Peters-Berg auffallend mikrofossilreich. Ergänzend sei noch folgende Beobachtung mitgeteilt: Tritt in den Proben des Cyrenenmergel Gips (in faserig-stengliger Ausbildung) auf, so nimmt gleichzeitig die Fossilführung ab. Das gelegentliche Vorkommen von Sandschalern in den gipsführenden Proben bei gleichzeitigem Fehlen von Kalkschalern spricht dafür, daß Gips und Kalkschalen sich irgendwie gegenseitig ausschließen.

Tabelle 2

Mikrofauna des Cyrenenmergels am Klopp-Berg
(zwischen 235 und 251 m)
und am Peters-Berg (zwischen 211 und 228,5 m)

a) Foraminiferen

<i>Ammodiscus</i> sp. ¹⁾	<i>Globulina</i> sp. ²⁾
<i>Bolivina beyrichi</i> REUSS	<i>Guembelina gracillima</i> (AND.)
<i>Bolivina dilatata</i> REUSS ¹⁾	<i>Gyroidina soldanii</i> (ORB.) ¹⁾
<i>Bolivina fastigia</i> CUSHMAN ¹⁾	<i>Lagena</i> sp.
<i>Buliminella elegantissima</i> (ORB.) ¹⁾	<i>Lenticulina (Robulus)</i> sp. ¹⁾
<i>Cassidulina</i> sp.	<i>Loxococoncha</i> cf. <i>javata</i> KUIPER ¹⁾
<i>Cibicides boueanus</i> (ORB.)	<i>Nodosaria ewaldi</i> REUSS
<i>Cibicides lobatulus</i> (WALK. & JAC.)	<i>Nonion affine?</i> (REUSS)
<i>Cibicides tenellus</i> (REUSS)	<i>Nonion granosum</i> (ORB.)
<i>Cibicides</i> sp.	<i>Nonion roemeri</i> CUSHMAN
<i>Dentalina</i> sp. ²⁾	<i>Nonion</i> sp. ²⁾
<i>Discorbis orbicularis</i> (TERQUEM) ²⁾	<i>Nonionella</i> sp. ²⁾
<i>Discorbis trochiformis?</i> (AND.) ¹⁾	<i>Pullenia</i> sp.
<i>Discorbis</i> sp. ²⁾	<i>Quinqueloculina impressa subovalis</i> (AND.)
<i>Elphidium?</i> <i>nonioninoides</i> (AND.)	<i>Quinqueloculina seminula?</i> (LINNÉ)
<i>Eponides kiliani</i> (AND.)	<i>Rotalia jallax</i> (STEUER) ¹⁾
<i>Eponides pygmeus</i> (HANT.)	<i>Siphonodosaria</i> sp. ¹⁾
<i>Eponides</i> sp.	<i>Sphaeroidina bulloides</i> ORB. ¹⁾
<i>Globigerina bulloides?</i> ORB.	<i>Spiroplectammia attenuata</i> SPAND.
<i>Globigerina globularis</i> ROEMER	<i>Turrilina alsatica</i> AND.
<i>Globigerinella</i> sp.	<i>Turrilina andreaei</i> CUSHMAN ¹⁾

b) Ostracoden

<i>Candona praecox?</i> STRAUB	<i>Haplocytheridea basiliensis</i> (OERTLI) ¹⁾
<i>Candona recta?</i> LIEN. ²⁾	<i>Haplocytheridea helvetica</i> (LIEN.) ¹⁾
<i>Cyamocytheridea punctatella</i> (BOSQ.)	<i>Neocyprideis glabra</i> GOERL. ¹⁾
<i>Cyclocypris similis</i> LIEN. ²⁾ *)	<i>Paracypredeis rarefistulosa</i> (LIEN.) ²⁾
<i>Cytherella gracilis</i> LIEN. ²⁾	<i>Paracytheridea</i> sp. ²⁾
<i>Cytheridea</i> aff. <i>muelleri</i> (MSTR.)	<i>Stenocypris</i> sp. ¹⁾
<i>Cytheromorpha zinndorfi</i> (LIEN.)	Streifen-Ostracod (cf. Nr. 2 STRAUB) ¹⁾

*) ? Einzelfund bei 225 m

Tabelle 3

Mikrofauna der Süßwasserschichten am Klopp-Berg
(zwischen 253 und 270 m)
und am Peters-Berg (zwischen 231 und 246 m)

a) Ostracoden

Candona praecox? STRAUB
Candona recta? LIEN.
Cyclocypris similis LIEN.
Eucypris agglutinans (LIEN.)¹⁾
Ilyocypris sp.
Stenocypris sp.¹⁾
Streifen-Ostracod (cf. Nr. 2 STRAUB)

b) Foraminiferen⁴⁾

Cibicides boueanus (ORB.)¹⁾
Eponides sp.¹⁾
Globigerina bulloides? ORB.
Globigerina globularis ROEMER
Globigerinella sp.
Nonion sp.²⁾
Quinqueloculina impressa subovalis (AND.)²⁾

Anmerkung: Bei *C. praecox?* handelt es sich nach Mitt. von Dr. TRIEBEL (Frankfurt) um ein Larvenstadium. *Eucypris* und *Cyclocypris* jeweils nur als Steinkern erhalten (? aus hangenden Schichten verschleppt).

3. Ergebnis

Die Grenze Schleichsand/Cyrenenmergel kann nun für die beiden Profile zusammenfassend folgendermaßen charakterisiert werden: Makroskopisch ist zwischen beiden stratigraphischen Einheiten ein Umschlag in der Gesteinsfarbe von gelblichen zu graubläulichen Tönen der petrographisch sonst sehr ähnlich ausgebildeten Gesteine festzustellen. Einen Hinweis auf die Lage der Grenze gibt auch die Tatsache, daß im Cyrenenmergel keine Makrofossilien zu beobachten waren, während gerade die obersten Schleichsandhorizonte zumeist durch Makrofossilien (*Pirenella* etc.) gekennzeichnet sind. Mikroskopisch dagegen lassen sich an Hand der Mikrofauna weitere Unterschiede der beiden Einheiten erkennen: Im Schleichsand treten *Pyrulina lanceolata* und *P. fusiformis* auf, dagegen fehlen sie im Cyrenenmergel⁵⁾; das gleiche gilt für die im Schleichsand zu beobachtenden Reste von Seeigelstacheln. Ferner ist eine all-

¹⁾ nicht am Peters-Berg beobachtet.

²⁾ nur am Peters-Berg beobachtet.

³⁾ Einige der angeführten Ostracoden (z. B. *Candona praecox*, *Stenocypris* oder die Streifen-O.) gelten als Süßwasser-Formen, vgl. Tab. 3, ihr Vorkommen zusammen mit Foraminiferen ließe sich durch ?Verunreinigung der untersuchten Proben mit Material der hangenden Süßwasser-Sch. erklären, wahrscheinlich sind sie aber schon primär vorhanden gewesen.

⁴⁾ Das Vorkommen von Foraminiferen in den Süßwasserschichten ist erstaunlich, möglicherweise sind sie aus tieferen Schichten ?umgelagert, jedoch ist dies nicht am Erhaltungszustand der Fossilien erkennbar; lediglich für den *Quinqueloculina*-, „Einzelfund“ am Petersberg bei 231 m könnte eine Umlagerung zutreffen, s. Ms. Tab. 1.

An der Grenze zwischen Cyrenenmergel und Süßwassersch. (am Klopp-Berg im Bereich zwischen 251 und 253 m, am Peters-Berg zwischen 228,5 und 231 m) scheint jeweils ein allmählicher Faunen-Übergang stattgefunden zu haben bzw. es liegt eine Mischfauna (vgl. Ms.-Tab.) vor.

⁵⁾ Durch meinen Kollegen A. GUNAWARDENA, Mainz (mündl. Mitt.), wurde kürzlich *P. lanceolata* lediglich als Einzelfund noch bei etwa 220 m am Peters-Berg festgestellt; daß diese Foraminifere möglicherweise auch im Cyrenenmergel vorkommt, ist also nicht ganz auszuschließen.

gemeine Abnahme der Arten- und Individuenzahl der Foraminiferen und Ostracoden mit Einsetzen des Cyrenenmergels charakteristisch. Aus den Mineralkomponenten der Schlämmrückstände lassen sich nur bedingt Hinweise über die Lage der Grenze gewinnen, so ist im Grenzbereich zwischen den beiden Einheiten eine allmähliche Abnahme des Glimmergehaltes, der Größe der Quarzkörner sowie eine Abnahme der Menge der psammitischen Kalkkomponenten zu beobachten.

Während man somit die Grenze petrographisch lediglich durch die unterschiedliche Färbung der liegenden und hangenden Gesteine erkennen kann, läßt sie sich jedoch bei gleichzeitiger Beachtung der Fossilführung durchaus erfassen. Dieses Ergebnis dürfte von den untersuchten Profilen sinngemäß auch auf andere Gebiete übertragbar sein. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß die Grenze nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen kaum jeweils allein nach faunistischen oder allein nach petrographischen Untersuchungsbefunden einwandfrei zu ermitteln ist. — Erschwerend für die Grenzziehung und für die Erkennung der Schichten wirkt sich die Tatsache aus, daß ganz allgemein sowohl im Schleichsand als auch im Cyrenenmergel eine Abnahme der überlieferten Mikrofauna bei zunehmendem Sandgehalt der Sedimente festgestellt werden kann.

Zu ähnlichen Ergebnissen über den Mikrofossilinhalt der untersuchten Einheiten gelangte E. WIESNER, Frankfurt (Vortrag Dt. geol. Ges., Wiesbaden, 25. 11. 1964) bei Untersuchungen im östl. Mainzer Becken. WIESNER stellte heraus, daß allein nach der Mikrofauna (also ohne Berücksichtigung der Makrofossilien) eine Grenzziehung nicht möglich ist. Der Ansicht, daß auch der Schleichsand in das Oberoligozän (Chatt) zu stellen ist, vermag Verf. auf Grund der wenigen bekannten und für eine Einstufung maßgeblichen paläontologischen Daten (s. TOBIEN 1954) nicht zu folgen.

Abschließend möchte der Verf. Herrn Dr. BERG (Mainz) für Hinweise bei der Zusammenstellung der Ergebnisse für die Drucklegung danken.

4. Zusammenfassung

Die Grenze Schleichsand/Cyrenenmergel kann bei Beachtung bestimmter petrographischer Merkmale (z. B. Färbung, Sand- und Gipsführung) in Verbindung mit dem Fossilinhalt ermittelt werden.

Schriftenverzeichnis

Im Auszug:

- FALKE, H.: Rheinhessen und die Umgebung von Mainz. — Samml. geol. Führer, **38**, 165 S., 6 Abb., 7 Kt., Berlin-Nikolassee (Borntraeger) 1960.
- MEHRNUSCH, M.: Das Tertiär im Bereich des Blödesheimer Plateaus (südliches Rheinhessen). Mit einem besonderen Beitrag zur Grenzziehung Schleichsand/Cyrenenmergel. — Diss. (Masch.-schr.), 111 S., 4 Abb., 2 Tab., 1 Kt., Mainz 1964.
- TOBIEN, H.: Eine stampische Kleinsäugerfauna aus der Grenzregion Schleichsand/Cyrenenmergel von Heimersheim bei Alzey (Rheinhessen). — Z. deutsch. geol. Ges., **106**, 565—566, Hannover 1954.

Manuskript eingegangen am 15. 2. 1965

Ein Tuffband mit „Kissenboden“ aus dem Jung-Pleistozän Süd-Rhein Hessens

Von

WILHELM WEILER, Worms

Mit 1 Abbildung und Tafel 11

Kurzfassung: Beschreibung eines Tuffbandes aus dem Anfangsabschnitt des auf den Würm II-Vorstoß folgenden Interstadials. Ein Teil des Tuffbandes bildet einen sogenannten „Kissenboden“.

SONNE & STÖHR (1959) gaben einen Überblick über die Bimsvorkommen zwischen Mainz und Ingelheim. Ein Jahr darauf entdeckte Herr Dr. SONNE, Mainz, ein weiteres Tuffband bei einer Begutachtung der Baugruben für den neuen Hochbehälter der Stadt Worms nördlich der Pfrimm in der Gewann Ramayer des Vororts Leiselheim,

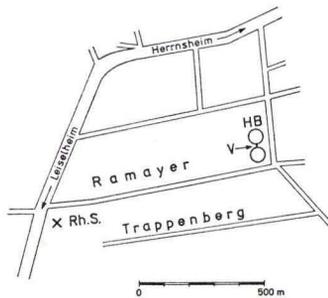


Abb. 1. Lage der beiden Hochbehälter der Stadt Worms. — HB = Baugruben der beiden Hochbehälter; V = Durchgang von der südlichen zur nördlichen Baugrube; Rh.S. = altpleistozäne Rheinsande.

östlich der Landstraße Leiselheim–Herrnsheim. Beide Baugruben, für deren Abb. 1 wiedergegebene Lage und Grundriß ich dem Vorstand des Tiefbauamts der Stadt Worms, Herrn Oberbaurat SOMMER, zu Dank verbunden bin, waren kreisrund und durch einen schmalen, gangartigen Einschnitt miteinander verbunden. In der südlichen Baugrube war das Tuffband an der Nordwand gut sichtbar (Taf. 11 Fig. 1), außerdem in gleicher Höhe an den Wänden des Durchgangs, von wo es sich nach beiden Seiten an der Südseite der nördlichen Baugrube über eine größere Strecke verfolgen ließ. Die geologische Untersuchung ergab nachstehendes Profil.

- ca. 2,00 m Ackerboden und Löß mit Geröllen
 0,50 m bräunliche Verlehmungszone mit zahlreichen Geröllen, etwa im unteren Drittel vom Tuffband durchzogen
- ca. 2,00 m reiner Löß, der an der Basis mit Gerölle führendem sandigem Löß beginnt. Liegendes: stellenweise 0,50 m mächtige, rotbraune, Kiese, unterlagert von gelblichen, grauen bis grünlichen, tonig-mergeligen und Glimmer führenden feinen Sanden.

Was zunächst das Liegende betrifft, so handelt es sich bei den Feinsanden um Ablagerungen eines altdiluvialen Rheinlaufs, die sich bis über Pfeddersheim hinaus in westlicher Richtung verfolgen lassen. Säugerreste, die sie an 2 Stellen lieferten, stimmen mit jenen aus den Sanden von Mosbach überein (WEILER 1931, S. 137). Vor Jahren waren die nämlichen Sande dicht südwestlich der beiden Baugruben in der Gewann Trappenberg neben der Landstraße Leiselheim-Herrnsheim in einer kleinen Sandgrube längere Zeit aufgeschlossen (WEILER 1917) (Abb. 1). Die im Profil der Baugruben an einzelnen Stellen sie überlagernden rotbraunen Kiese sind Reste einer Pfrimmterrasse, die sich als ziemlich einheitlicher Streifen dem Nordufer der Pfrimm entlang hinzieht und der älteren Stufe der Talwegterrasse des Würm I-Vorstoßes entspricht (WEILER 1931, S. 135; 1937, S. 93). Beide durch eine Verlehmungszone getrennte Löße im Hangenden der Terrasse sind demnach „Jüngerer Löß“.

Das Profil der Baugrube läßt zur Genüge erkennen, daß nach Ablagerung der älteren Stufe der Pfrimm-Talwegterrasse eine kräftige Abtragung diese Terrasse bis auf wenige, geringe Reste zerstörte, zugleich aber auch den als hochglaziale Ablagerung zeitlich ihr entsprechenden jüngeren Löß I völlig entfernte. Der an der Basis des Lößprofils liegende, mit Pfrimmgeröllen durchsetzte Sandlöß leitet daher die Bildung eines später entstandenen Lößes ein, mit größter Wahrscheinlichkeit des jüngeren Löß II, der zeitlich dem zweiten Vorstoß des Würm-Glazials angehört und als hochglaziale Ablagerung die jüngere Stufe der Talwegterrasse überlagert. Während des auf den Würm II-Vorstoß folgenden Interstadials verlehmt dieser Löß oberflächlich, aber wie die zahlreich eingeschlossenen Pfrimmgerölle verraten, trat gleichzeitig eine gewisse Verfrachtung hangabwärts ein, die erst in der Nähe des flacheren Uferrandes einigermaßen zur Ruhe kam, sonst hätte sich nicht stellenweise das Tuffband in der Verlehmungszone erhalten können.

Der über der Verlehmung liegende Lößstoß enthält ebenfalls Gerölle und ist daher kaum als äolischer Löß anzusehen. Um eine weitere, jüngste Lößbildung dürfte es sich nicht handeln, obwohl im südlichen Rheinhessen ein solcher Löß nachgewiesen ist (WEILER 1953, S. 221). Sehr wahrscheinlich liegt verschwemmter jüngerer Löß II oder I vor.

Auf Grund der vorstehenden Feststellungen ergibt sich, daß das südrheinessische Tuffband zeitlich dem auf den Würm II-Vorstoß folgenden Interstadial angehört, d. h. im ausgehenden Diluvium entstanden ist. Für die Ablagerungen der Bimstufe zwischen Mainz und Ingelheim nehmen SONNE & STÖHR (1959) etwas jüngere Ausbrüche im Neuwieder Vulkangebiet während des Alleröd an.

Das Tuffband selbst ist feinkörnig und sehr locker. Seine Mächtigkeit schwankt zwischen 1,5–2,5 cm. Soweit man beobachten kann, verläuft es ziemlich waagrecht; lediglich an einer Stelle war eine leichte Störung festzustellen, vielleicht infolge einer

oberflächlichen Unebenheit oder Setzung im Untergrund (Taf. 11 Fig. 2). Die Farbe des Tuffs ist sehr dunkel. Er erinnert daher an Basalttuffe, die westlich der überwiegend hellen Bimstufte des Neuwieder Beckens in der näheren und weiteren Umgebung von Daun in der Eifel in großer Verbreitung und Mächtigkeit anstehen. Indessen kommen dunkle Tuffe auch im Neuwieder Becken vor.

Am Durchgang, der beide Baugruben des Hochbehälters miteinander verbindet, zeigt das Tuffband kurz vor der nordwestlichen Eckkante, aber auch an der angrenzenden Wand der nördlichen Baugrube, eine eigenartige Gliederung, die es in flach bogenförmig gewölbte Teilstücke von unterschiedlicher Länge zerlegt, die zwischen 5–15 cm schwankt. An den Berührungsstellen der einzelnen Bögen hat sich der Tuff in der Regel stärker angehäuft und setzt sich außerdem ein kurzes Stück senkrecht in den Untergrund fort (Taf. 11 Fig. 3, 4). Da die flachen Bögen demnach die ganze Eckpartie – wenn auch nur auf einer beschränkten Fläche – durchsetzen, liegt mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit eine besondere Art von Polygonboden vor, ein sogenannter „Kissenboden“, wie ihn E. SCHMID (1953, S. 79 Abb. 2–4) zum erstenmal aus dem Löß der Vorstoßphase einer Vereisung bei Riegel am Kaiserstuhl beschrieb.

Neu an dem Fund des mit Tuff überdeckten Kissenbodens in Süd-Rhein Hessen ist im Grunde genommen nur der Umstand, daß seine Bildung nicht in den kalten Abschnitt einer Lößbildung fällt, sondern in den Anfangsabschnitt eines Interstadials.

Schriftenverzeichnis

- SCHMID, E.: Eiszeitlicher „Kissenboden“ im südlichen Oberrheintal. — Eiszeitalter u. Gegenwart, 3, S. 79–83, 4 Abb., Öhringen 1953.
- SONNE, V. & STÖHR, W.: Bimsvorkommen im Flugsandgebiet zwischen Mainz und Ingelheim. — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F. 41, S. 103–116, Stuttgart 1959.
- WEILER, W.: Über das Vorkommen von Mosbacher Sanden am Eingang ins Pfrimmtal bei Worms. — Cbl. Mineral- usw., Stuttgart 1917.
- Die diluvialen Terrassen der Pfrimm mit einem Anhang über altdiluviale Säuger aus der Umgebung von Worms. — Notizbl. hess. geol. L.-A., (V) 13, S. 124–145, 2 Abb., 1 Taf., Darmstadt 1931.
- Die altsteinzeitlichen Funde von Pfeddersheim bei Worms. — Notizbl. hess. geol. L.-A., (V) 18, S. 87–161, 25 Taf., Darmstadt 1937.
- Pliozän und Diluvium im südlichen Rhein Hessen. II. Teil. Das Diluvium. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 81, S. 206–235, 6 Abb., 1 Taf., Wiesbaden 1953.

Manuskript eingegangen am 25. 11. 1964

Eine frühholozäne *runderatus*-Fauna im Amöneburger Becken (Mollusca, Hessen)

Von

REINHOLD HUCKRIEDE, Marburg/Lahn

Mit Tafel 12

Über die spätglaziale und ältestholozäne Molluskenfauna Hessens ist relativ wenig bekannt. Es sind zu nennen die Wassermolluskenfauna der spätglazialen Gytjtja von Gießen-Klein-Linden (JAECKEL 1961) ferner die Faunen von Rhünda (Bl. 4822 Gudensberg). Nach C¹⁴-Datierungen (JACOBSHAGEN, MÜNNICH & VOGEL 1962) gehört die von HUCKRIEDE & JACOBSHAGEN (1958) in der Fundschicht des vielgedeuteten Rhünda-Menschenschädels geborgene Schneckenfauna in das Präboreal und die der liegenden kryoturbaten SchwemmlöÙe mit *Discus ruderatus* und *Columella columella columella* möglicherweise ins Spätglazial, wenn die Folge nicht doch älter ist. Auch bei den Funden von *Valvata piscinalis alpestris* KÜSTER in den tiefsten Schichten des Moores von Seckbach (Bl. Frankfurt a. M.-Ost 5818) (WENZ 1911, S. 140; MICHELS 1930, S. 61) ist nicht ausgeschlossen, daß es sich um ein recht frühes Stadium des Holozäns handeln könnte.

Gastropoden, die kühleres Klima bzw. härtere Winter bevorzugen, werden aber auch gelegentlich in Fossilisten genannt, die sonst relativ anspruchsvollere und wärmebedürftigere Arten enthalten. Entweder reichen diese nicht nach Horizonten getrennt gesammelten Gastropoden ins Ältestholozän hinunter oder, was wahrscheinlicher ist, sie haben sich in unseren Gebieten noch bis in die wärmeren Perioden der Nacheiszeit gehalten. Dieses Weiterleben von „kühlen“, borealen und östlichen Arten weit ins Holozän hinein ist z. B. bei den Kalktuff-Faunen des südniedersächsischen Berglandes nicht selten zu beobachten und betrifft *Discus ruderatus* (STUDER) und die Gruppe der wulstlosen Vertigonen. Die schattigen, kühlen Waldtäler und die gleichtemperierten und daher sommerkühlen Quellaustritte und Quellbächlein müssen den Kühle verlangenden Arten auch im heißen Hochsommer noch zusagende Lebensbedingungen geboten haben (siehe auch JAECKEL 1949, S. 94). Von hessischen Beispielen seien angeführt:

1. Fund eines Exemplars von *Discus ruderatus* in holozänen schlickigen Sanden von Frankfurt, Oederweg 80 (Bl. Frankfurt a. M.-Ost 5818), in einer Fauna, die sogar die wärmebedürftigen *Acme polita* und *Chondrula tridens* aufweist (BOETTGER 1889, S. 189; MICHELS 1930, S. 62).

2. *Discus ruderatus* in der Fauna des Kalkuffes von Weyer (Bl. Villmar 5615) (BOETTGER 1889, S. 189), die nach KAYSER (1886, S. 19) auch *Helix pomatia* enthält. Die älteren Autoren nennen die Schicht „oberplisticän“ oder „Älteren Kalktuff“, doch ist ein holozänes Alter viel wahrscheinlicher.

3. BOETTGER's (1886) „altalluviale“ Molluskenfauna des Großen Bruches bei Traisa (Bl. 6118 Darmstadt-Ost) aus „Wiesenlehm“. Seltene Exemplare von wulstlosen Vertigonen und *Discus ruderatus* werden hier in einer reichen Fauna mit vielen Clausiliiden, *Acme polita*, *Orcula dolium* und *Cepaea nemoralis* gemeldet.

Die Kalkmulde von Schröck

Eine bemerkenswerte Fauna des ältesten Holozäns wurde im September 1963 vom Verfasser im Amöneburger Becken entdeckt. Drainage-Gräben hatten östlich Schröck in den Rauhwiesen, wo das Bl. 5219 Amöneburg sumpfige Wiese angibt, eine helle Kalkmulde mit zahlreichen Mollusken angeschnitten. Handbohrungen am Ostrand des Sumpfbereiches ergaben:

- Hdb. 5 — 0,75 m Lehm, humos, dunkelbraun
 — 1,00 m keine Proben
 — 1,12 m torfiger Lehm, schwarz, kalkhaltig
 — 1,30 m Kalkmulde, hell bis dunkel (humos)
 — 1,81 m Laacher See-Tuff, z. T. humos
 — 1,95 m Laacher See-Tuff, feinstkörnig, humos, unten mit Holzresten
 — 2,00 m torfiger Ton, schwarz.
- Hdb. 6 — 0,50 m humoser Lehm
 — 0,60 m Lehm, hellbraun, kalkhaltig
 — 1,10 m Kalkmulde, hell
 — 1,25 m Ton, kalkhaltig, mit Laacher See-Tuff gemischt
 — 1,50 m Ton bis toniger Laacher See-Tuff, z. T. humos = umgelagerter Laacher See-Tuff
 — 1,94 m Schluff, tonig, mit feinsten Glimmerschüppchen, humos = wohl im Spätglazial umgelagerter Löß.

In der Hdb. 6 ist die Kalkmulde am mächtigsten, sonst hat sie nur eine Stärke von 17 oder 18 cm. Der Kalkgehalt der Schicht kann in diesem Gebiet Mittleren und Oberen Buntsandsteins nur aus dem damals noch unentkalkten Löß stammen, dem am Südrand des Wiesentälchens das Spätglazial aufliegt.

Zur Datierung der Schröcker Kalkmulde

Die Hoffnung, mit Pollenanalyse nähere Daten zum Alter der Kalkmulde und somit zur nacheiszeitlichen Einwanderungsgeschichte der hessischen Mollusken zu gewinnen, war trügerisch. In all den Stichproben, die sowohl Dr. GLASHOFF als auch cand. geol. LEUTERITZ in dankenswerter Weise untersuchten, waren die Pollen dieser sehr oberflächennahen Schichten zersetzt. Die Lage der Kalkmulde über dem Laacher See-Tuff und unser Wissen über die Spätglazial-Profile bei Marburg (LANG 1954, 1956) lassen jedoch nur eine Deutung zu: Beginn der Kalkmulde im jüngsten Spätglazial oder im Präboreal. Wie hoch die Bildung aber zeitlich reicht, bleibt etwas ungewiß,

doch lassen sich Schlüsse aus der Schneckenfauna ziehen, und diese spricht für die Wende Boreal/Atlantikum oder das Atlantikum selbst.

Die Fauna der Kalkmudde

Es wurden von diesem kalkigen Sediment je etwa 1–2 Zentner ausgeschlämmt, von einer randlichen Stelle = Hu 376 und aus der Mitte des Vorkommens = Hu 389, und zwar jeweils die ganze Mächtigkeit (15–25 cm) der Schicht umfassend.

	Hu 389	Hu 376
1 <i>Pisidium (Eupisidium) milium</i> HELD	+	+
2 „ „ <i>casertanum</i> (POLI)	+	+
3 „ „ <i>obtusale</i> (LAMARCK)	+	+
An Stelle dieser Erbsenmuscheln lebt heute an der Lokalität <i>Pisidium (Eupisidium) subtruncatum</i> MALM		
4 <i>Valvata (Valvata) cristata</i> O. F. MÜLLER	+	+
5 <i>Bithynia tentaculata</i> (L.)	+	+
6 <i>Carychium minimum</i> O. F. MÜLLER	h	h
7 „ <i>tridentatum</i> (RISSO)	h	h
8 <i>Aplexa hypnorum</i> (L.) juv.	+	—
9 <i>Galba truncatula</i> (O. F. MÜLLER)	—	+ 0
10 <i>Stagnicola palustris</i> (O. F. MÜLLER)	h	h
11 <i>Anisus leucostomus</i> (MILLET)	h	h
12 <i>Bathyomphalus contortus</i> (L.)	+	+
13 <i>Armiger crista</i> (L.) juv.	—	1 Ex.
14 <i>Azeca menkeana</i> (C. PFEIFFER)	3 Ex.	—
15 <i>Cochlicopa lubrica</i> (O. F. MÜLLER)	+	+
16 „ <i>nitens</i> [KÖKEIL] (GALLENSTEIN)	+	+
17 <i>Columella edentula</i> (DRAPARNAUD)	—	3 Ex.
18 <i>Vertigo (Vertigo) moulinsiana</i> (DUPUY)	1 Ex.	—
19 „ „ <i>pusilla</i> O. F. MÜLLER	+	+
20 „ „ <i>pygmaea</i> (DRAPARNAUD)	—	2 Ex. 0
21 „ „ <i>parcedentata</i> A. BRAUN	1 Ex.	—
22 „ „ <i>genesii geyeri</i> LINDHOLM	h	h
23 „ „ <i>antivertigo</i> (DRAPARNAUD)	h	h
24 „ „ <i>substriata</i> (JEFFREYS)	h	h
25 „ (<i>Vertilla</i>) <i>angustior</i> JEFFREYS	h	h
26 <i>Pupilla (Pupilla) muscorum</i> (O. F. MÜLLER)	—	+
27 <i>Vallonia costata costata</i> (O. F. MÜLLER)	h	h
28 „ <i>pulchella pulchella</i> (O. F. MÜLLER)	h	h
29 <i>Acanthinula aculeata</i> (O. F. MÜLLER)	3 Ex.	—
30 <i>Succinea (Succinea) putris</i> (L.) juv.	+	+ 0
31 „ (<i>Hydrotropa</i>) <i>elegans</i> RISSO (s. l.) juv.	+	+ 0
32 „ sp. juv. linksgewunden	1 Ex.	—
33 „ (<i>Succinella</i>) <i>oblonga</i> (DRAPARNAUD)	1 Ex.	5 Ex.
34 <i>Punctum pygmaeum</i> (DRAPARNAUD)	+	+
35 <i>Discus rotundatus</i> (O. F. MÜLLER)	11 Ex.	—
36 „ <i>runderatus</i> (HARTMANN)	h	h
37 Arioniden-Körner	+	+
38 <i>Vitrea cristallina</i> (O. F. MÜLLER)	+	+
39 <i>Nesovitrea (Perpolita) hammonis petronella</i> (L. PFEIFFER)	+	+
40 <i>Aegopinella</i> sp. juv.	+	—
41 <i>Zonitoides nitidus</i> (O. F. MÜLLER)	+	+

	Hu 389	Hu 376
42 Limaciden-Schilder	—	+
43 <i>Euconulus fulvus</i> (O. F. MÜLLER)	h	+
44 <i>Clausilia cruciata triplicata</i> A. SCHMIDT (det. KLEMM)	10 Ex.	6 Ex.
45 <i>Bradybaena fruticum</i> (O. F. MÜLLER)	+	+
46 <i>Helicondonta obvoluta</i> (O. F. MÜLLER) juv.	1 Ex.	—
47 <i>Trichia</i> sp.	+	—
48 Schnecken-Eier	—	+
49 <i>Candona marchica</i> HARTWIG (von der Größe der <i>rostrata</i> BRADY & NORMAN)	h	h
50 „ <i>candida</i> (O. F. MÜLLER) VAVRA	h	h
51 <i>Cyclocypris serena</i> (KOCH)	1 Ex.	—
52 Trichopteren-Köcher	+	—
53 Käfer-Deckflügel	+	—
54 Zicaden-Rest	+	—
55 Frosch-Knöchelchen	+	—
56 Nager-Incisiven	—	+
keine Fisch-Reste!		
0 = die Art lebt heute noch an dieser Stelle		

Samen, nach dankenswerten Bestimmungen von Dr. SCHNEEKLOTH, Niedersächs. L.-A. Bodenforschung:

57 <i>Polygonum convolvulus</i> L.	+	—
58 „ <i>persicaria</i> L.	+	—
59 <i>Menyanthes trifoliata</i> L.	+	+
60 <i>Ajuga</i> cf. <i>reptans</i> L.	+	—
61 unbestimmbare Labiatae	+	—
62 Compositae (cf. <i>Cirsium</i>)	+	—
63 <i>Scirpus</i> sp.	+	—
64 <i>Carex</i> sekt. <i>Eucarex</i> sp.	+	+

Auswertung der Reste

a) Klimatologisch wichtige Arten der nordisch-alpinen-kontinentalen Gruppe:

Vertigo genesii geyeri LINDHOLM. Diese auf nassen, nährstoffreichen Sumpf- und Moorwiesen lebende Schnecke muß als nordeuropäisch, alpin (KLEMM 1960, S. VII a 15; JAECKEL 1962, S. 90) bezeichnet werden. Sie ist beheimatet im Baltikum, Finnland, in Nord-Polen, im nördlichen Rußland, ostwärts bis Baikalien und Amur (JAECKEL 1962, S. 90, SCHLESCH & KRAUSP 1938, S. 77, 85; STEUSLOFF 1938), wogegen sie in den ozeanisch beeinflussten Ländern (Irland, England, Dänemark) nur in vereinzelt Posten bekannt ist. SCHMIERER (1935, S. 80) nennt die Art bei der Behandlung der seltenen Standorte im außeralpinen Deutschland ein „stenothermes, wärmescheues, hygrophiles Glazialrelikt“. GEYER (1912, S. 126) und SCHWIND (1930, S. 21) kannten nur einen einzigen Reliktenposten im Molassegebiet des Allgäus, SCHMIERER (1935) dort einen weiteren und einen Standort in der Mark Brandenburg. HÄSSLEIN (1940) fand einen Posten in Mittelfranken. STEUSLOFF (1942, S. 192–193) entdeckte sie im Genist in Mecklenburg und PLATE (1950, S. 80, 82) in ausgestochenen Grasplaggen auf Rügen. Einige weitere Fundorte in Deutschland nennt JAECKEL.

Etwas häufiger sind die Funde der vierzähligen Form in den holozänen Schichten Deutschlands. Im wesentlichen stammen sie aus dem Altholozän (Präboreal bis

Atlantikum): aus Schleswig-Holstein, Westfalen, Mecklenburg, Prov. Sachsen, Thüringen, Mark Brandenburg, Ostpommern, von der Donau (SCHMIERER 1935; BÜTTNER 1940, S. 82; JAECKEL 1962, S. 90), ferner aus dem Alm bei München (SCHWIND 1930). Ins jüngere Holozän eingestufte Funde sind viel seltener. Bei Laun an der Eger fand LOŽEK (1961, S. 23) die Unterart *geyeri* schon im Spätglazial oder Spätwürm.

Erwähnenswert ist noch, daß FAVRE (1927, S. 226) *Vertigo genesii geyeri* am Genfer See in Schichten mit *Discus ruderratus* gefunden hat, also in gleicher Vergesellschaftung wie bei Schröck.

Auffallend ist bei dem reichen Material dieser *Vertigo* von Schröck die Konstanz der Bezahnung: alle Stücke sind vierzählig. Für Hessen ist *Vertigo genesii geyeri* gänzlich neu.

Vertigo parcedentata A. BRAUN. Leider liegt diese typisch periglaziale Art des Würm und des Spätglazials nur in einem Exemplar vor, in Gestalt, Windungszahl und Mündung gut unterschieden von all den vielen Exemplaren der *Vertigo genesii geyeri*. Meines Erachtens spricht dieser Fund gegen die von STEUSLOFF (1938, 1942) vertretene Ansicht, beide seien nur ökologische Extreme einer einzigen euryhygromen Art.

Die einzige noch heute relikitär im westlichen deutschen Mittelgebirge (z. B. Harz, Süntel, Odenwald, Rhein. Schiefergebirge; BOETTGER 1889 b, S. 308; EHRMANN 1956, S. 42; STEUSLOFF 1952) lebende, von KOBELT (1871, S. 146) im Lahntal von Buchenau (Bl. 5117) gemeldete wulstlose *Vertigo*-Art: *Vertigo alpestris* ALDER = *Pupa shuttleworthiana* CHARPENTIER fehlt in der Schröcker Kalkmulde. BOETTGER (1889 b, S. 307) fand sie im „alten Alluvium“ des Großen Bruchs bei Traisa.

Discus ruderratus. In mehreren Arbeiten hat LOŽEK die Bedeutung dieser Schnecke als „altholozäne Leitart“ für Böhmen und Mähren herausgestellt, des Präboreals und des Boreals, aber auch noch des Atlantikums (LOŽEK 1955, S. 483, 1958, S. 35, 1963, Tab. 2; LOŽEK & TYRÁČEK 1962, S. 182–183). Auch BÜTTNER (1941, S. 156, 158) erwähnt die Art in mesolithischen Schichten, die er wegen der sehr reichen Molluskenfaunen als „bestimmt jünger als Boreal“ hält. FAVRE (1927, S. 409) betrachtet die Art bei Genf als typisch für das Boreal. In Hessen fand sich die Schnecke schon in einer noch krypturbaten Schicht zusammen mit *Columella columella columella* (MARTENS) (HUCKRIEDE & JACOBSHAGEN 1958, S. 119).

Rezent ist die Art ziemlich über Rußland und Sibirien verbreitet; im nördlichen und mittleren Skandinavien ist sie eine der gemeinsten Schnecken; in den nördlichen Alpen bevorzugt sie die schattigen, feuchten Wälder zwischen 1300 und 1900 m Höhe. Im außeralpinen Deutschland findet sie sich auf den höheren, rauheren Mittelgebirgen, doch sind einzelne Rückzugsposten selbst in der Mark, Prov. Sachsen und am Niederrhein bekannt geworden (GOLDFUSS 1900, S. 98, DEGNER 1933, S. 19–20, RENSCH & JAECKEL 1934, SCHMIERER 1940, EHRMANN 1956, S. 80). Rezente Vorkommen sind in Hessen nur aus dem Vogelsberg gemeldet worden.

Fossile Vorkommen beweisen, daß entweder das Klima kühler, kontinentaler als heute in Hessen war (vgl. WEHRLI 1941, S. 119; LOŽEK & TYRÁČEK 1962, S. 179) oder zumindestens die Lokalität bewaldet, schattig und feucht war und ein Überdauern wärmerer Zeiten ermöglichte.

b) Klimatologisch wichtige Arten der westeuropäischen, ozeanischen Gruppe:

Azeca menkeana. Diese besonders in den Kalkstein-Gebieten unter abgefallenem Laube in feuchten und quelligen Waldungen lebende westeuropäische Schnecke (GOLDFUSS 1900, S. 183; EHRMANN 1956, S. 33) ist im deutschen Mittelgebirge immer mehr im Schwinden begriffen. Im südniedersächsischen Bergland, wo die nördliche Verbreitungsgrenze liegt, fehlt sie schon in vielen bewaldeten Bergzügen aus Malm oder Muschelkalk; man kann ihre Gehäuse aber dort in großer Zahl aus den holozänen Kalktuffen lesen.

In Hessen ist sie ebenfalls recht selten. EHRMANN (1956, S. 33) gibt an: einzeln im Taunus, bei Dillenburg; Fuldagebiet, Gegend von Kassel. SANDBERGER & KOCH (1851, S. 281) nennen die Schnecke im Breitscheider Walde äußerst selten.

Durch den Kalkgehalt der Lößbedeckung war es aber einst der Schnecke möglich, Gebiete Hessens zu besiedeln, die sonst kalkfrei sind und die sie nach der oberflächlichen Entkalkung des Lößes wieder aufgeben mußte. Das fossile Vorkommen von Schröck im Buntsandstein-Gebiet und das im „Schneckenmergel“ von Wittelsberg im Amöneburger Becken (HUCKRIEDE & JACOBSHAGEN 1958, S. 121) sind gute Beispiele dafür.

Klimatologisch beweist die Schnecke ein ozeanisches Klima und Laubwald.

Acanthinula aculeata. Die klimatischen Anforderungen dieser winzigen europäischen Wald- und Gebüsch-Schnecke ist am besten gekennzeichnet durch ihr Fehlen im mittleren und nördlichen Skandinavien und Finnland und ihre Vorkommen in Nord-Marokko und Algerien. Sie geht in unseren Gebirgen kaum über 1500 m (EHRMANN 1956, S. 56). Lebensort: Unter totem Laub und morschem Holz. In manchen der südniedersächsischen Kalktuffe ist sie vom Atlantikum bis Jungholozän ungemein häufig, so auch im Kalktuff bei Ahlersbach (Bl. Schlüchtern 5623). Nach MENZEL (1911, S. 259) setzt sie im norddeutschen Holozän in seiner Zone III, d. h. in der *Littorina*-Zeit ein; TIDELSKI (1929, S. 348, 390) nennt sie jedoch schon von Kiel in einer entweder präborealen oder noch spätglazialen Torfschicht mit *Columella columella* und *Vertigo genesii*.

c) Ein besonderes Interesse können ferner beanspruchen:

Vertigo moulinsiana. Die Art ist „ein Spezialist in ökologischer Hinsicht“; sie lebt am Rande kalkhaltiger Sümpfe und stehender Gewässer auf *Glyceria*, *Carex*, *Iris*, *Sparganium*, ist gänzlich auf diese Pflanzen angewiesen (SCHMIERER 1936; STEUSLOFF 1937, S. 38; GEYER 1912, S. 33; LOŽEK 1956, LOŽEK & TYRÁČEK 1958, S. 284). Sie lebt zerstreut und selten in verschiedenen Teilen Europas. Die deutschen Fundpunkte lebender Exemplare sind gering an Zahl (JAECKEL 1962, S. 83; RENSCH 1935; SCHMIERER 1936, STEUSLOFF 1937). Durch die „Kultivierung“ der deutschen Landschaft ist sie sehr im Rückgang begriffen und der Ausrottung ausgeliefert. Ihre Blütezeit erlebte die Art im Ältest- und Altholozän, und so gilt sie z. B. in Böhmen als Leitfossil für das Spätglazial und den Übergang zum Holozän und für das Altholozän (LOŽEK 1955, S. 483, 1956). Auch in Hessen ist sie im wahrscheinlichen Präboreal gefunden worden bei Rhünda, aber auch in jüngeren Kalktuffen: Bornmühle westl. Rendel (Bl. Rodheim 5718; WENZ 1936, S. 36). Noch im vorigen Jahrhundert lebte

die Schnecke bei Frankfurt und Darmstadt (HEYNEMANN 1867, S. 59, GOLDFUSS 1882, S. 85, BOETTGER 1889 b, S. 307); diese Posten sind jedoch wohl meist inzwischen vernichtet worden (GEYER 1913, S. 40, SCHMIERER 1936, S. 1), ferner wird sie aus Nassau angegeben. Wenn C. R. BOETTGER (1938, S. 311) die Schnecke als hauptsächlich mediterran anzusprechen glaubt, so ist das eine extreme Ansicht.

Clausilia cruciata triplicata. Die Bestimmung verdanke ich Herrn Amtsrat i. R. W. KLEMM in Wien, dem an dieser Stelle herzlich gedankt sei. Diese Unterart ist die Westrasse der *C. cruciata*, die rezent in den Schweizer Alpen, im westlichen Vorarlberg, im Schweizer, Schwäbischen und Fränkischen Jura, in den Vogesen, im Schwarzwald und im Odenwald vorkommt. KLEMM schreibt zu unseren Stücken: „Sie stimmen mit den mir in meiner Sammlung vorliegenden Belegen aus älteren Löß des Kaiserstuhles und präglazialen Diluvium der Hundsheimer Höhle vollkommen überein“. Es handelt sich um den nördlichsten Fundpunkt der *C. cruciata* in Hessen, denn die bisherigen nördlichsten rezenten Vorkommen in diesem Teil Deutschlands sind bei Schlierbach, Brückenau und in der Rhön (BOETTGER 1878 a, b; 1879). EHRMANN (1956, S. 70) schreibt: „In kühlen feuchten Gebirgswäldern unter morschem Holz und Rinden der Baumstümpfe, an bemoosten Baumstämmen.“ Meist leben sie in Nadelwäldern (JAECKEL 1962, S. 154).

Cochlicopa nitens. Diese hygrophile Schnecke ist hiermit zum ersten Male in Hessen nachgewiesen worden. Sie ist eine seltene Form, die nur von wenigen zerstreuten Plätzen Mittel-, Nord- und Osteuropas gemeldet worden ist (NILSSON 1956). LOŽEK (1958 b) und LOŽEK & TYRÁČEK (1958) kennen z. B. nur zwei Fundpunkte in Böhmen (beide fossil, Holozän), einen in Mähren (Interglazial) und einen in der Slowakei (subfossil). Nach LOŽEK ist es eine ökologisch hochspezialisierte Art, welche wie *Vertigo moulinsiana*, mit der sie oft vergesellschaftet ist, nur in kalkhaltigen Sümpfen vorkommt. KLEMM (1960) kennt in Österreich nur Vorkommen in den Donau-Auen und aus Moorgründen südlich Klagenfurt. Nach NILSSON ist es nicht ausgeschlossen, daß die geringen und zerstreuten Vorkommen in Mittel- und Nordeuropa nur als westliche Vorposten einer überwiegend östlich betonten kontinentalen eurasiatischen Verbreitung aufzufassen sind.

Unter unseren Stücken sind bauchige und schlankere Exemplare vorhanden. Hält man neuerdings *C. nitens* und *C. lubrica* (MÜLLER) (NILSSON 1956) wie auch *C. lubricella* (PORTO) (WALDÉN 1955) für getrennte Arten, so ist man nach unserem, allerdings für Statistik nicht ausreichendem Material (Taf. 12 Fig. 1–18) geneigt, einen fließenden Übergang von der typischen *C. lubrica* zu *C. nitens* anzunehmen und wieder zu der alten Ansicht (EHRMANN 1956, S. 33) von *nitens* als „Lokalrasse“ von *lubrica* zurückzukehren.

Vertigo substriata (JEFFREYS). Sie ist in der Schröcker Kalkmudde sehr zahlreich. Daß es sich bei dieser Art um kein echtes Glazial-Relikt handelt, haben SUNIER (1926) und STEUSLOFF (1949) erkannt, da die Art in Holland auch Gebiete aus marinen und limnischen und äolischen Bildungen des Holozäns besiedelt hat und Fundplätze in den ozeanisch bestimmten Flachlandsgebieten, z. B. in Schleswig-Holstein, viel zu häufig sind. *V. substriata* ist aber doch auffällig oft in Bildungen kühlen oder kontinentalen Klimas gefunden worden und in den östlichen kontinentalen Faunen (Litauen, Masuren; SCHLESCH & KRAUSP 1938, S. 84) sehr verbreitet. Im

kryoturbaten Schwemmlöß von Rhünda und rezent oberhalb der Baumgrenze der Alpen ist sie mit *Columella columella* vergesellschaftet. Sehr häufig ist sie in einer Arten-armen Fauna neben zahlreichen *Vertigo parcedentata* A. BRAUN im tiefen, wohl spätglazialen Niveau des Kalktuffs vom Hirsch-Kopf im Deister (Niedersachsen). In Hessen ist sie rezent an einigen Punkten des Schiefergebirges nachgewiesen worden (BOETTGER 1889 b, S. 304).

Carychium minimum und *C. tridentatum*. Beide sind in dem reichen Material durch Übergänge verbunden. Erstere ist schon im Spätglazial des Seck-Bruches bei Hannover vertreten (DIETZ, GRAHLE & MÜLLER 1958, S. 85). Letztere wird gelegentlich als eine südeuropäische Form betrachtet, doch lebt sie z. B. bei Stockholm (WALDÉN 1955, S. 422).

Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Aus der durchschnittlich 15 bis 25 cm starken, auf dem Laacher See-Tuff liegenden Kalkmudde von Schröck wurden zwei Großproben geschlämmt. In der Probe Hu 376 vom Rand des Vorkommens sind Arten der nordisch-alpinen bzw. östlich-kontinentalen Gruppe recht häufig, westeuropäische Wald-Schnecken fehlen noch, ebenfalls *Discus rotundatus*. Es kann sich nur um jüngstes Spätglazial, vor allem aber um Präboreal handeln.

Die Probe Hu 389 aus der Mitte des Vorkommens erbrachte außer den Arten der anderen Probe noch wärmebedürftige Schnecken wie *Discus rotundatus*, *Acanthinula aculeata* und *Helicodonta obvoluta*, ferner die westeuropäische *Azeca menkeana*. Es scheint an diesem Punkt die kalkige Sedimentation länger angehalten zu haben als in den randlichen Partien, bis in die eigentliche Waldzeit, in der das Klima ozeanischer wurde, wohl bis an die Wende Boreal/Atlantikum, wenn nicht gar ins Atlantikum selbst. Es ist damit zu rechnen, daß hier eine Zeitlang noch die typischen Arten des spätglazialen und kontinentalen Klimas zusammen lebten mit den neuen Einwanderern aus dem ozeanischen Westen und Südwesten und daß diese Boten des nahenden Klimaoptimums sich sehr rasch nach Hessen ausgebreitet haben.

Die Kalkmudde ist in einem ganz seichten, stehenden oder nur ganz langsam fließenden, krautreichen, von Seggen und Simsen umgebenen Gewässer abgelagert worden. Das jetzt offene Wiesen- und Lößäcker-Gelände war damals ein versumpftes Waldtal.

Schriftenverzeichnis

- BOETTGER, C. R.: Zur Verbreitung der Landschnecke *Vertigo (Vertigo) moulinsiana* DUP. — S.-B. Ges. naturforsch. Freunde Berlin, 1937, S. 311—313, Berlin 1938.
- BOETTGER, O.: Zur Molluskenfauna des Vogelsberges. — *Nachrichtsbl. deutsch. Malakozool. Ges.*, 10, S. 108, Frankfurt a. M. 1878 [1878a].
- Neue und neu bestätigte Fundorte von Clausilien im westlichen Deutschland, vornehmlich in Nassau und den beiden Hessen. — *Nachrichtsbl. deutsch. Malakozool. Ges.*, 10, S. 131—137, Frankfurt a. M. 1878 [1878b].
- Clausilien aus dem Rhöngebirge. — *Nachrichtsbl. deutsch. Malakozool. Ges.*, 11, S. 51—52, Frankfurt a. M. 1879.
- Die altalluviale Molluskenfauna des Grossen Bruchs bei Traisa, Prov. Starkenburg. — *Notizbl. Ver. Erdk. Darmstadt, (IV) 7*, S. 1—7, Darmstadt 1886.

- BOETTGER, O.: Eine Fauna im alten Alluvium der Stadt Frankfurt a. M. — Nachrichtsbl. deutsch. Malakozool. Ges., **21**, S. 187—195, Frankfurt a. M. 1889 [1889a].
 — Die Entwicklung der *Pupa*-Arten des Mittelrheingebietes in Zeit und Raum. — Jb. nass. Ver. Naturk., **42**, S. 225—327, Wiesbaden 1889 [1889b].
- BÜTTNER, K.: Die Molluskenfauna eines Kalktufflagers in Arnstadt in Thüringen. — Arch. Molluskenk., **72**, S. 79—83, Frankfurt a. M. 1940.
 — Die Molluskenfauna der mesolithischen Station Adamsfels in der fränkischen Schweiz. — Arch. Molluskenk., **73**, S. 155—160, Frankfurt a. M. 1941.
- DEGNER, E.: Bemerkenswerte Molluskenfunde aus Schleswig-Holstein. — Arch. Molluskenk., **65**, S. 18—20, Frankfurt a. M. 1933.
- DIETZ, C., GRAHLE, H.-O. & MÜLLER, H.: Ein spätglaziales Kalkmudde-Vorkommen im Seck-Bruch bei Hannover. — Geol. Jb., **76**, S. 67—102, 9 Abb., Hannover 1958.
- EHRMANN, P.: Mollusca. — Die Tierwelt Mitteleuropas, **2**, Lfg. 1, 264 S., 147 Abb., 13 Taf., Leipzig (QUELLE & MEYER) 1956 (Nachdruck).
- FAVRE, J.: Les Mollusques post-glaciaires et actuels du Bassin de Genève. — Mém. Soc. Phys. Hist. natur. Genève, **40**, S. 171—434, 38 Abb., 14 Taf., Genf 1927.
- GEYER, D. (mit Beitrag von SCHMIDT, A.): Die Molluskenfauna der diluvialen und post-diluvialen Kalktuffe des Diessener Tales, eine biologisch-geologische Studie. — Mitt. geol. Abt. Württ. Stat. L.-Amt, **9**, 55 S., 2 Taf., Stuttgart 1912 (1912a).
 — *Sphyradium columella-gredleri* und *Vertigo parcedentata-genesii*. — Nachrichtsbl. deutsch. Malakozool. Ges., **44**, S. 124—128, Frankfurt a. M. 1912 [1912b].
 — Über die in Niederschwaben während des Quartärs erloschenen Mollusken. — Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver. N. F. **3**, S. 32—54, Stuttgart 1913.
- GOLDFUSS, O.: Beitrag zur Mollusken-Fauna der Umgegend von Frankfurt a. M. — Nachrichtsbl. deutsch. Malakozool. Ges., **14**, S. 81—86, Frankfurt a. M. 1882.
 — Die Binnenmollusken Mittel-Deutschlands. — 320 S., Leipzig (ENGELMANN) 1900.
- HÄSSLEIN, L.: *Vertigo genesii* GREDLER in Mittelfranken. — Arch. Molluskenk., **72**, S. 30—31, Frankfurt a. M. 1940.
- HEYNEMANN, D. F.: Die Mollusken-Fauna Frankfurt's. — Ber. Offenbacher Ver. Naturkde., **8**, S. 39—60, Offenbach 1867.
- HUCKRIEDE, R. & JACOBSHAGEN, V.: Der Fundplatz des Menschenschädels von Rhünda (Niederhessen). — Neues Jb. Geol., Paläontol., Mh., 1958, S. 114—129, 2 Abb., Stuttgart 1958.
- KLEMM, W.: Mollusca. — Catalogus Faunae Austriae, **7a**, 59 S., Wien 1960.
- JACOBSHAGEN, V., MÜNNICH, K. O. & VOGEL, J. C.: Das Alter des Schädels von Rhünda. III. C¹⁴-Datierung der Fundschicht. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **13**, S. 138—140, Öhringen 1962.
- JAECKEL, S.: Die Molluskenfauna des postglazialen Querkalkes an der mecklenburgischen Küste bei Meschendorf. — Arch. Molluskenk., **77**, S. 91—97, Frankfurt a. M. 1949.
 — Die Molluskenfauna der spätglazialen Gytja von Klein-Linden. — In DAHM, GUENTER, JAECKEL, WEILER, WEYL & WIERMANN: Eine spätglaziale Schichtfolge aus der Grube Fernie bei Gießen-Klein-Linden. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **89**, S. 332—359, 4 Abb., 6 Tab., Taf. 19—20, Wiesbaden 1961.
 — Ergänzungen und Berichtigungen zum rezenten und quartären Vorkommen der mitteleuropäischen Mollusken. In BROHMER, EHRMANN & ULMER: Die Tierwelt Mitteleuropas, **2**, Ergänzung, S. 25—294, 9 Taf., Leipzig (QUELLE & MEYER) 1962.
- KAYSER, E.: Erl. geol. Spec.-Kte. Preußen, Bl. Eisenbach, **37** S., Berlin 1886.
- KOBELT, W.: Fauna der nassauischen Mollusken. — 286 S., 9 Taf., Wiesbaden (NIEDNER) 1871 (aus Jb. Nass. Ver. Naturk., **25—26**).
- LANG, H. D.: Ein Alleröd-Profil mit eingelagertem Laacher-See-Tuff bei Marburg/Lahn. — N. Jb. Geol. Paläontol., Mh., 1954, S. 362—372, 5 Abb., Stuttgart 1954.
 — Jungpleistozäne Torfe im nördlichen Hessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**, S. 245—251, 3 Abb., 1 Tab., Wiesbaden 1956.
- LOŽEK, V.: Měkkýši Československého kvartéru. Mollusken des tschechoslowakischen Quartärs. — Rozpr. ústředn. ústavu geol., **17**, 510 S., 36 Abb., 15 Taf., Prag 19455.

- LOŽEK, V.: *Vertigo moulinsiana* (DUPUY) in Czechoslovakia. — *Basteria*, **20**, S. 12—17, 2 Abb., Leiden 1956.
- Stratigraphie und Weichtiere der holozänen Travertine in Haj bei Turna. — *Anthropozoikum*, **7**, S. 27—36, 6 Taf., Prag 1958 [1958a].
- *Cochlicopa nitens* (KOKKIL) in Czechoslovakia. — *Basteria*, **22**, S. 69—74, 2 Abb., Leiden 1958 [1958b].
- Der spätglaziale Süßwassermergel von Dobroměřice bei Louny (Laun, NW-Böhmen). — *Anthropozoikum*, **11**, S. 19—28, 4 Abb., 2 Taf., Prag 1961.
- Das Profil durch die Nitra-Aue bei Opatovce und einige Bemerkungen zur Problematik der Flußablagerungen. — *Sbornik geol. Věd. Anthropozoikum řada A svazek*, **1**, S. 33—47, 2 Abb., Prag 1963.
- & TYRÁČEK, J.: Die stratigraphische Erforschung des Travertins in Tucín bei Prerau. — *Anthropozoikum*, **7**, S. 261—286, 8 Taf., Prag 1958.
- Die holozänen Travertine von Bernatice an der Oder. — *Anthropozoikum*, **10**, S. 171—188, 6 Abb., 2 Taf., Prag 1962.
- MENZEL, H.: Klimaänderung und Binnenmollusken im nördlichen Deutschland seit der letzten Eiszeit. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **62**, S. 199—267, Berlin 1911.
- MICHELS, F.: Erl. geol. Kte. Preußen, Bl. Frankfurt/Main-Ost-Offenbach, 88 S., 1 Abb., 2 Taf., Berlin 1930.
- NILSSON, A.: *Cochlicopa nitens* (KOKKIL) GALLENSTEIN und *C. minima* SIEMASHKO, zwei selbständige Arten im Formenkreis der kollektiven *C. lubrica* (MÜLLER). — *Arkiv Zool.* (2), **9**, S. 281—304, 1 Abb., 10 Tab., Stockholm 1956.
- PLATE, H.-P.: Seltene *Vertigo*-Arten auf der Insel Rügen. — *Arch. Molluskenk.*, **79**, S. 79—85, Frankfurt a. M. 1950.
- QUICK, H. E.: *Cochlicopa* in the British Isles. — *Proc. Malacolog. Soc. London*, **30**, S. 204—213, 8 Abb., 1 Taf., London 1954.
- RENSCH, B.: Eine für die Kurmark neue, reliktiäre Landschnecke. — *Märkische Tierwelt*, **1**, S. 176, Berlin 1935.
- & JAECKEL, S.: Landschnecken mit vorwiegend östlichem Verbreitungstyp in der Mark. — *Märkische Tierwelt*, **1**, S. 4—7, Berlin 1934.
- SANDBERGER, F. & KOCH, K.: Beiträge zur Kenntnis der Mollusken des oberen Lahn- und Dillgebietes. — *Jb. Ver. Naturk. im Herzogthum Nassau*, **7**, S. 276—285, Wiesbaden 1851.
- SCHLESCH, H. & KRAUSP, C.: Zur Kenntnis der Land- und Süßwassermollusken Litauens. — *Arch. Molluskenk.*, **70**, S. 73—125, 2 Abb., Taf. 7, Frankfurt 1938.
- SCHMIERER, T.: Über *Vertigo (Vertigo) genesii geyeri* LINDH. in der Mark, einst und jetzt. (Gastrop. Pulmon.) — *Märkische Tierwelt*, **1**, S. 72—81, Berlin 1935.
- Über *Vertigo (Vertigo) moulinsiana* DUPUY und ihre Bedeutung für die Quartärgeologie. (Gastrop. Pulmon.) — *Märkische Tierwelt*, **2**, S. 1—19, Berlin 1936.
- Märkische Funde von *Gonyodiscus (Discus) ruderatus* (STUD.); *Vertigo (Vertigo) alpestris* ALD., neu für die Mark. (Gastrop. Pulmon.) — *Märkische Tierwelt*, **4**, S. 163—170, Berlin 1940.
- SCHWIND, J.: Mollusken aus dem Alm im Münchner Gebiet. — *Arch. Molluskenk.*, **62**, S. 1—32, Frankfurt a. M. 1930.
- STEUSLOFF, U.: Beiträge zur Molluskenfauna des Niederrhein-Gebietes II. Lebensraum und Ernährung von *Vertigo moulinsiana* in Mittel-Europa. — *Decheniana*, **94**, S. 30—46, Bonn 1937.
- Neue Beiträge zur Molluskenfauna und Ökologie periglazialer und altalluvialer Ablagerungen im Emscher-Lippe-Raume. Insbesondere über *Vertigo lilljeborgi*, *Vertigo parcedentata* und *Vertigo genesii*. — *Arch. Molluskenk.*, **70**, S. 161—193, 22 Abb., Frankfurt a. M. 1938.
- Weitere Beiträge zur Kenntnis der Verbreitung und Lebensansprüche der *Vertigo genesii-parcedentata* im Diluvium und Alluvium (Polyploidie während des Periglazials?). — *Arch. Molluskenk.*, **74**, S. 192—212, 2 Abb., Frankfurt a. M. 1942.

- STEUSLOFF, U: Beiträge zur Lebensgeschichte von *Monacha rubiginosa* und *Vertigo substriata* (Gastropoda). — Arch. Molluskenk., 78, S. 159—166, Frankfurt a. M. 1949.
- Mollusken-Besiedlung einer Klippe von Korallen-Oolith im Schnee Grunde des West-Süntels (Weserbergland) mit *Vertigo alpestris*. — Arch. Molluskenk., 81, S. 39—43, Frankfurt a. M. 1952.
- SUNIER, A. L. J.: *Vertigo substriata* JEFFREYS, faunae neerlandicae nova species, een zoogenaamd glaciaalrelikt. — Zool. Medd. Mus. naturl. Hist. Leiden, 9, S. 113—178, Leiden 1926.
- TIDELSKI, F.: Untersuchungen über spät- und postglaziale Ablagerungen in Becken der kuppigen Grundmoränenlandschaft Schleswig-Holsteins. — Arch. Hydrobiol., 20, S. 345—398, 1 Abb., Taf. 15—20, Stuttgart 1929.
- WALDÉN, H. W.: The land Gastropoda of the vicinity of Stockholm. — Arkiv Zool., (2), 7, S. 391—444, 16 Abb., 1 Taf., Stockholm 1955.
- WEHRLI, H.: Interglaziale und vor-saaleiszeitliche Ablagerungen in der Münsterschen Bucht. — Z. deutsch. geol. Ges., 93, S. 114—127, 4 Abb., Berlin 1941.
- WENZ, W.: Die Conchylienfauna des alluvialen Moores von Seckbach bei Frankfurt a. M. — Nachrichtsbl. deutsch. Malakozool. Ges., 43, S. 135—141, Frankfurt a. M. 1911.
- Erl. geol. Kte. Hessen, Bl. Rodheim, 61 S., 1 Abb., Darmstadt 1936.

Manuskript eingegangen am 5. 2. 1965

Zur paläogeographischen Entwicklung des Mittel- und Oberdevons im Bereich der Lagerstätte Eisenfeld

(Lahnmulde, Rhein. Schiefergebirge)

Von

HORST QUADE, Clausthal-Zellerfeld

Mit 8 Abbildungen, 1 Tabelle und den Tafeln 13—14

Kurzfassung: Am Beispiel der Roteisenstein-Lagerstätte Eisenfeld bei Philippstein/Oberlahnkreis wird in einem Überblick die paläogeographische Entwicklung mittel- und oberdevonischer Schichtfolgen in einem riffnahen Bereich dargestellt. Dabei wird insbesondere auf die Wirkung der submarinen Erosion und die Verteilung klastischer Sedimente eingegangen, die in großen Schuttfächern über den Lagerstätten-Bereich verbreitet sind.

Inhalt

I. Einleitung	207
II. Stratigraphie	209
III. Einzeluntersuchungen	210
1. Die Fazies der Massenkalke	210
2. Die Fazies der detritogenen Kalksteine	213
3. Das Relief des Lagerkalkes	218
4. Die Fazies der Bunten Hangendschichten	219
IV. Paläogeographie	220
1. Oberes Mitteldevon unter der Grenzlager-Zone	220
2. Die Grenzlager-Zone	223
3. Das Hangende der Grenzlager-Zone	224
4. Das jüngere Oberdevon	226

I. Einleitung

Die Roteisenstein-Lagerstätte Eisenfeld liegt nördlich und nordöstlich der Ortschaft Philippstein im Oberlahnkreis (Bl. Braunfels 5416 und Bl. Weilmünster 5516); sie umfaßt die Grubenfelder „Cons. Eisenfeld“, „Fortuna“ und „Otilie“. Ursprünglich bestand die Lagerstätte aus zwei selbständigen Abbaugebieten: Grube Eisenfeld (i. e. S.) im Süden mit dem Schacht Eisenfeld (ehemals Bohnenberg-Schacht) am nördlichen Ortsausgang von Philippstein, Grube Otilie im Norden mit einem Tages-

stollen an der Straße Philippstein–St. Georgen (s. Abb. 2). Diese beiden Gruben wurden in den letzten Jahren gemeinsam unter dem Namen „Eisenfeld“ geführt.

In ihrem südlichen Abbaugbiet hat die Lagerstätte eine streichende Ausdehnung (W–E) von ca. 600 m (altes Abbaugbiet der Grube Eisenfeld: Vertrauen-Lager). Der mittlere Teil (Abbaugbiet der letzten Jahre und altes Abbaugbiet: Reifenstein-Lager, Fortuna-Morgenstern-Lager) erstreckt sich in SW-NE-Richtung über ca. 500 m. Der Betriebspunkt Otilie mit dem alten Abbaugbiet „Alt-Otilie“ wurde von W auf ca. 600 m gegen E vorgetrieben. Ein kleines isoliertes Vorkommen südlich der eigentlichen Lagerstätte Eisenfeld (Franzzechen-Lager) wurde u. a. durch den Wilhelm-Stollen gelöst und hat eine W–E-Erstreckung von ca. 200 m (s. dazu Abb. 2). Insgesamt wurde durch Abbaue eine Fläche von ca. 700 000 qm erschlossen. Bei Beendigung der Abbauarbeiten im Jahre 1964 hatte die tiefste Sohle ein Niveau von ca. 14,5 m über NN erreicht.

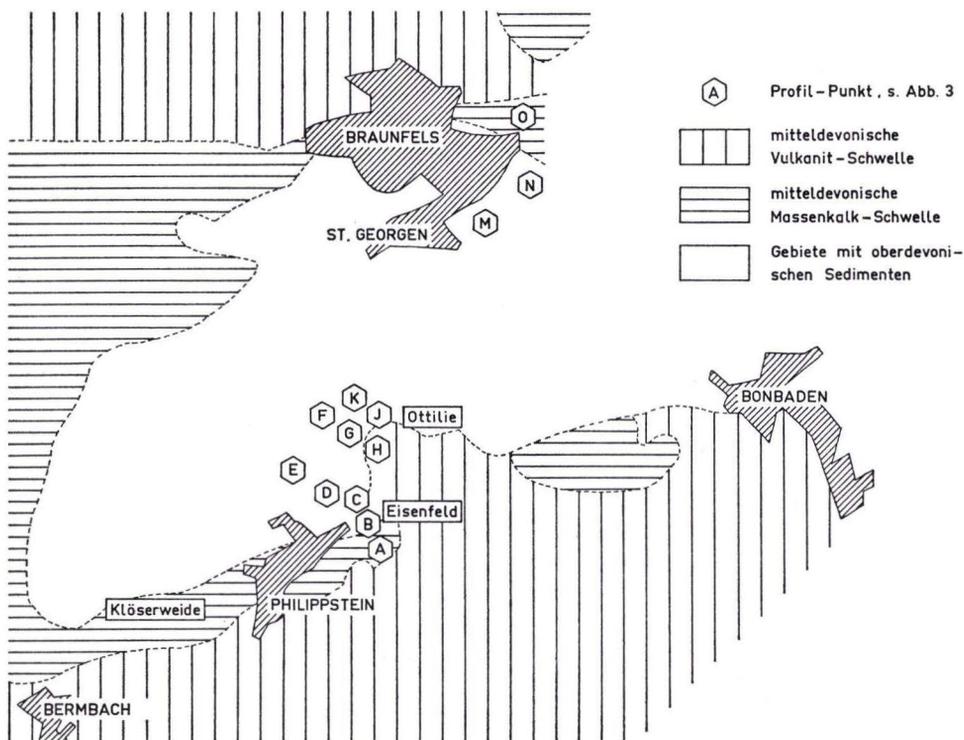


Abb. 1. Übersichtskarte über das Untersuchungsgebiet.

Die Lagerstätte Eisenfeld liegt am Südrand der Braunfels-Philippsteiner Oberdevonmulde, des Südwestteiles der Braunfels-Wetzlarer Oberdevonmulde (vgl. HENNINGSSEN & QUADE 1962). Sie wird im Süden durch den Bermbach-Bonbadener Mitteldevonsattel begrenzt (s. Abb. 2), der aus Diabas, Diabasmandelstein, Schalstein und Massenkalk aufgebaut ist. Dieser Mitteldevonsattel begrenzt auch im Westen in Form eines Massenkalkzuges die Oberdevonmulde (s. Abb. 1) und hat dadurch Anschluß an den nördlich der Mulde entlangziehenden Mitteldevon-Hauptsattel der Lahnmulde.

In der vorliegenden Arbeit soll ein kurzer Überblick über die stratigraphische und paläogeographische Entwicklung der Braunfels-Philippsteiner Oberdevonmulde mit ihren mitteldevonischen Randgebieten, insbesondere dem näheren Bereich der Lagerstätte Eisenfeld, während des oberen Mitteldevons und des Oberdevons gegeben werden, wie sie nach den Untertage-Aufschlüssen und an Hand der Bohrungen sowie übertägigen Kartierungen rekonstruierbar ist.

Die Rekonstruktion des Bildungsraumes einer syngenetischen Lagerstätte setzt eine möglichst genaue Kenntnis der Ablagerungsbedingungen und Verbreitung der Nebengesteine voraus, da die Erze selbst weder in ihrer chemischen noch mineralogischen Zusammensetzung direkte Aussagen über das Sedimentationsmilieu zulassen. Im Falle der Lagerstätte Eisenfeld stehen vor allem Beobachtungen über Reliefbildung durch vulkanische Vorgänge und submarine Erosion im Vordergrund sowie die Deutung klastischer Sedimente im Liegenden und Hangenden der Erzhorizonte. — Die Auswertung von 44 Übertage- und 33 Untertage-Bohrungen ergeben mit den Sohlenkartierungen ein dichtes Netz von Beobachtungspunkten, das durch eine Übertage-Kartierung (QUADE 1961) ergänzt wird. Zwar machen die intensiven Verfaltungen und Verschuppungen der Schichtfolge am Rande des Bermbach-Bonbadener Mitteldevonsattels eine Darstellung der Faziesverhältnisse am Bild des „ausgerekten“ Lagers unmöglich, doch hat sich im Verlaufe der faziellen Untersuchungen gezeigt, daß auch unter Vernachlässigung der tektonischen Überprägung die großen Züge der paläogeographischen Entwicklung des Gebietes sichtbar werden.

Dieser Veröffentlichung liegen eine Diplomarbeit und eine Dissertation zugrunde, die dank des Entgegenkommens meines verehrten Lehrers, Herrn Prof. Dr. R. WEYL, Gießen, möglich waren. Mein Dank gilt im besonderen Herrn Dr. H. DENGLER, Wiesbaden, der bei Geländebegehungen und Grubenfahrten die Untersuchungen mit Anregungen und fördernder Kritik unterstützte. Herr Dr. W. KREBS, Darmstadt, gab mir wertvolle Anregungen über die petrographische Deutung der kalkigen Sedimente und gestattete die Einsicht in noch unveröffentlichte Manuskripte. Herr Privatdozent Dr. W. ZIEGLER, Krefeld, gab mir durch eine kritische Durchsicht problematischer Conodonten-Proben Hinweise zur Einstufung der Faunen. Ihnen sei an dieser Stelle gedankt. Mein Dank gilt ferner der Harz-Lahn-Erzbergbau GmbH, Weilburg, für die Erlaubnis, in der Grube Eisenfeld geologische Untersuchungen durchzuführen und ihre Ergebnisse für die vorliegende Arbeit auszuwerten.

II. Stratigraphie

Die Ergebnisse stratigraphischer Untersuchungen in der Braunfels-Philippsteiner Oberdevonmulde und im Bereich der Lagerstätte Eisenfeld wurden in Abb. 3 als stratigraphisch-fazielles Profil durch das Untersuchungsgebiet dargestellt. Da die der Einstufung zugrunde liegenden Conodontenaufsammlungen bereits zu einem früheren Zeitpunkt (s. HENNINGSSEN & QUADE 1962) mitgeteilt wurden, sollen sie im Rahmen dieser Arbeit nicht wiederholt werden. Auf Neudatierungen wird im einzelnen Falle hingewiesen.

Das in Abb. 3 dargestellte Profil beruht auf Einzeluntersuchungen geschlossener Sedimentfolgen, die an folgenden Punkten möglich waren:

- Profil A Philippsteiner Massenkalkzug
- Profil B Bohrung Eisenfeld 37
- Profil C Bohrung Eisenfeld 9

Profil D	Eisenfeld, 192-m-Sohle, Hauptlager Süd
Profil E	Eisenfeld, 192-m-Sohle, Hauptlager Nord
Profil F	Eisenfeld, 192-m-Sohle, NE-Lager
Profil G	Ottilie, 57-m-Sohle, Südteil
Profil H	Ottilie, 57-m-Sohle, Hauptlager Nordteil
Profil J	Ottilie, Stollensohle, Hauptlager
Profil K	Ottilie, Stollensohle, Abbaue über der Sohle
Profil L	Kleiner Tiergarten, nördl. des Ottilie-Stollens, in Abb. 3 durch K verdeckt
Profil M	Übungsgelände des Landesluftschutzverbandes im südlichen Stadtgebiet von Braunfels
Profil N	Aufschlüsse a. d. Str. Braunfels-Bhf. Oberndorf
Profil O	Massenkalkzug nördlich Braunfels

In das schematische Profil wurden neben den stratigraphischen Einstufungen auch die jeweiligen Fazies eingetragen. Die Signaturen bedeuten im einzelnen:

S-Signatur	Schalstein und Diabas
Dreiecke	detritogener Kalkstein
gewellte Backstein-Signatur	Flaser- und Knollenkalk
Backstein-Signatur mit Querstrich	Plattenkalk
feine Punktierung	Bunte Hangendschichten
schwarz	Roteisenstein-Lager
Kreuzraster	Kieselschiefer

Bei der Anordnung der Profile wurde versucht, die Abfolgen nach faziellen Gesichtspunkten zu ordnen und dadurch die tektonische Deformation auszugleichen. Nicht berücksichtigt werden konnten die sehr stark schwankenden Mächtigkeiten der einzelnen Horizonte.

III. Einzeluntersuchungen

Die Lagerstätte Eisenfeld gehört zwar den Roteisensteinvorkommen vom sog. Typus Lahn-Dill an, die im variszischen Gebirge Mitteleuropas weit verbreitet auftreten und als syngenetische Bildungen vorwiegend an Magmatite der keratophyrisch-diabasischen Assoziation gebunden sind, nimmt jedoch auf Grund ihrer Erz- und Nebengesteinsbeschaffenheit eine Sonderstellung ein. Nach zahlreichen geologischen und petrographischen Untersuchungen in den letzten Jahrzehnten von u. a. AHLBURG, MICHELS, KEGEL, LIPPERT, DENGLER und BOTTKE treten derartige Lager in ihrer bauwürdigsten Form vorwiegend im Grenzbereich pyroklastischer Gesteine des hohen Mitteldevons und mariner kalkig-toniger Sedimente des tiefen Oberdevons auf und zeigen enge räumliche wie genetische Beziehungen zu vulkanischen Schwellen und schwellenanzeigenden Sedimenten im Hangenden. Im Unterschied zu diesem „Normal-Typus“ wird das fazielle Bild der Erzhorizonte und Nebengesteine der Lagerstätte Eisenfeld durch zwei Massenkalkzüge geprägt, deren mächtige Schuttmassen die Sedimentation im Grubenbereich entscheidend beeinflussen.

1. Die Fazies der Massenkalk

Auf dem beckenseitigen Nordhang wird die aus Diabas, Diabasmandelstein und Schalstein aufgebaute Vulkanischwelle des Bermbach-Bonbadener Mitteldevonsattels von einem Massenkalkrücken begleitet, der durch den nach NW vorspringenden

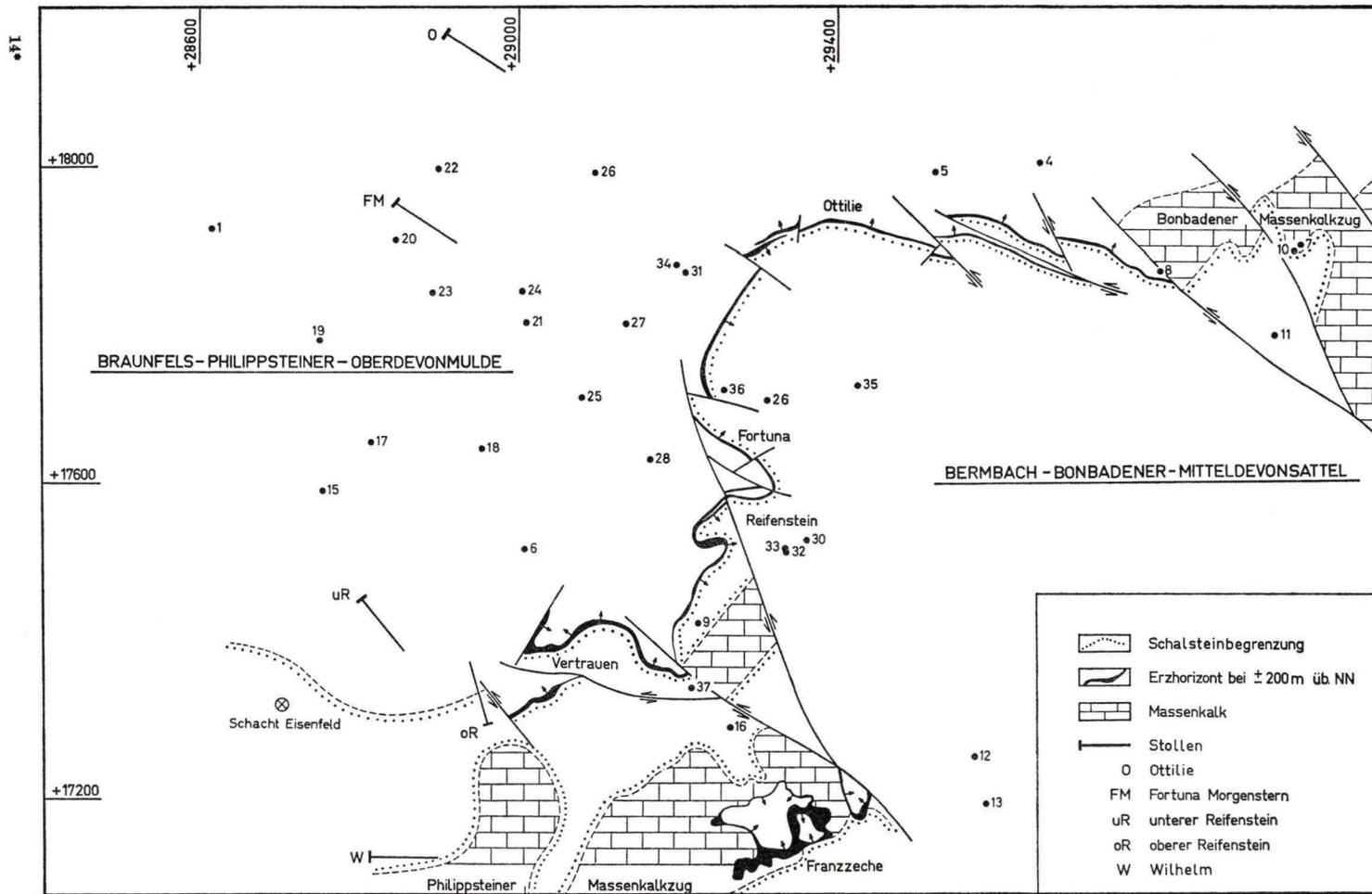


Abb. 2. Übersichtskarte über die Lagerstätte Eisenfeld mit den Erzhorizonten im Niveau 200 m üB. NN.

Sporn mit vulkanischen Gesteinen in einen südwestlichen Zug (Philippsteiner Massenkalkzug) und einen nordöstlichen Zug (Bonbadener Massenkalkzug) geteilt wird (s. Abb. 2). Der Philippsteiner Massenkalkzug setzt sich im Westen in der Umrandung der Braunfels-Philippsteiner Oberdevonmulde fort und hat im Norden Anschluß an den Massenkalk-Hauptzug der Lahnmulde (KEGEL 1922).

Der Philippsteiner Massenkalkzug im Süden des eigentlichen Lagerstättenbereiches wurde durch den Wilhelmstollen und durch die in seinem nördlichen Randbereich niedergebrachte Bohrung 16 erschlossen (s. dazu Abb. 2). Seine westliche Fortsetzung ist durch die Abbaue der Grube Klöserweide (s. Abb. 1) recht gut bekannt; diese Grube wurde wie auch im östlichen Teil des Massenkalkzuges das Franzzechen-Lager auf rotbraunen Eisenstein und mulmiges Manganerz betrieben. Ähnliche Beobachtungen wie am Philippsteiner Massenkalkzug ließen sich – wegen der schlechten Aufschlußverhältnisse in beschränktem Maße – auch am Bonbadener Massenkalkzug und am Massenkalk-Hauptzug nördlich der Braunfels-Philippsteiner Oberdevonmulde (s. Abb. 1, Profilpunkt 0) machen.

Die Massenkalksteine bestehen aus Stromatoporen-Rasen, einer Wechselfolge von grob-bankigen bis massigen, dichten bis grobspätigen Kalksteinen mit gelegentlich deutlich feinklastischem Gefüge, grobdetritogenen Lagen mit zahlreichen Fossilresten (Stromatoporen, *Favosites*, *Heliolites*, *Phillipsastraea*, *Alveolites*, Brachiopoden, Echinodermen) und gelegentlichen Schalstein-Einschaltungen. Bei den Stromatoporen-Rasen handelt es sich um über kurze Entfernungen aushaltende linsen- und lagenförmige Körper mit unregelmäßiger Oberfläche (s. Kalkbrüche oberhalb Philippstein), in denen Stromatoporen in Lebensstellung erhalten sind. Der Anteil des offenbar ohne großen Transportweg umgelagerten Riffabrieb-Materials in den Massenkalkfolgen macht etwa 90–95% der kalkigen Sedimente aus.

Petrographisch sind die Massenkalkzüge im großen recht gleichförmig aufgebaut: Die Rasen der vorwiegend flächig siedelnden Riffbildner werden vertikal wie lateral durchsetzt von mächtigen grob- bis feindetritogenen Einschaltungen, die Schutt dieser Riffbildner enthalten und weder eine Sortierung noch eine Klassierung erkennen lassen. In schichtparallelen Vertiefungen der sperrig-lagig gewachsenen Stromatoporen-Kolonien ist häufig ein gelbliches mergeliges Sediment angereichert, das offenbar nicht biogenen Ursprungs ist und auf Grund der unregelmäßigen Oberfläche syngenetisch in den Massenkalkfolgen fixiert werden konnte. In Hohlräumen innerhalb der Stromatoporen-Lagen sind vielfach Calcit-Aggregate zu beobachten, die von den Rändern her wachsend die Kavernen füllten. Offenbar ist der Calcit-Kristallisation eine Auswaschung von feinerem Riffabrieb-Material vorausgegangen.

Die Beziehungen der Massenkalkzüge zu den angrenzenden Schalstein-Bereichen lassen sich recht gut rekonstruieren, wenn auch aus den zentralen Massenkalkbereichen Bohrungen fehlen. Die im südlichen Vorraum des Philippsteiner wie des Bonbadener Massenkalkzuges niedergebrachten Bohrungen (z. B. 14, unmittelbar südlich des unteren Blattrandes von Abb. 2) haben eine deutliche Auflagerung der Riff-Fazies auf den vulkanitischen Abfolgen nachgewiesen; eine Verzahnung der beiden Fazies an diesen Stellen ist nicht zu beobachten. – Die Bohrung 16 hat den nördlichen Randbereich des Philippsteiner Massenkalkzuges erfaßt. Hier wechseln geringmächtige Riffkalk-Lagen mit mächtigen Detritus-Einschaltungen und ver-

einzelnen gegen E mächtiger werdenden Schalsteinbänken. — In den Bohrungen 12 und 13 wurden die östlichen Ausläufer in Mächtigkeiten von 30 bzw. 15 m angetroffen. — Allgemein ist zu beobachten, daß der Philippsteiner Massenkalkzug von E bzw. NE und der Bonbadener Massenkalkzug von W bzw. SW her wiederholt randlich von Tuffschüttungen eingedeckt wurden. Auf diese Weise war z. B. im Bereich des Franzzechen-Lagers das Riffwachstum vorzeitig beendet, während es randlich fort-dauerte; dadurch entstand an dieser Stelle in dem Massenkalkzug ein tiefes Loch, das erst im Oberdevon gelegentlich mit Sedimenten gefüllt und während der Faltungsphase zu einer allseitig geschlossenen Mulde ausgestaltet wurde (s. Abb. 3, linker Teil von Profil A).



Abb. 3. Schematische Darstellung der stratigraphisch-faziellen Verhältnisse in der Braunfels-Philippsteiner Oberdevonmulde (Erl. im Text).

Nach allen Beobachtungen ist anzunehmen, daß in den Massenkalk-Zügen die Zentren des Riffwachstums vorgelegen haben. Es lassen sich im Untersuchungsbereich insgesamt vier derartige Riff-Areale unterscheiden: Philippsteiner Massenkalkzug (Abb. 3, Profil A), Bonbadener Massenkalkzug, lokales Riff südlich Braunfels (Abb. 3, Profil M) und Massenkalk-Hauptzug (Abb. 3, Profil O).

2. Die Fazies der detritogenen Kalksteine

Während es sich bei den detritogenen Einschaltungen in den Massenkalken um Brekzienbildungen innerhalb der Riffe ohne wesentliche Umlagerung handelte, sind in den Vorräumen der Massenkalkzüge Riffdetritus-Kalke verbreitet, die weitere

Transportwege zurücklegten und sich mit anderen Sedimenten verzahnen können. Derartige Bildungen treten in mehreren stratigraphischen Horizonten in unterschiedlichen Mächtigkeiten auf.

Philippsteiner Massenkalkzug

Die ersten Riffdetritus-Lagen treten im Schalstein des oberen Mitteldevons auf, und zwar in dessen höherem Teil. Die Bohrung Eisenfeld 37 am Nordrand des Philippsteiner Massenkalkzuges durchteufte eine typische Abfolge von grobklastischen Kalken und Schalstein:

- 0–39,40 m graugrüner Schalstein, im oberen Teil gelbbraun verwittert
- 51,60 m vererzter Riffdetritus
- 57,00 m grüngrauer Schalstein mit hellgrauen, z. T. vererzten Kalkbrocken
- 63,90 m feinkörniger (fein-detritogener) rötlichgrauer Kalkstein
- 64,90 m kalkiger Roteisenstein
- 71,40 m gelbbrauner Schalstein mit z. T. vererzten Kalkbrocken
- 76,70 m feinkörniger dolomitischer Kalkstein mit einzelnen grobdetritogenen Lagen
- 91,30 m rötlich-grauer flaseriger Schalstein.

In diesen Detritus-Kalken liegen Kalkbrocken aller Fraktionen bis 20 cm \varnothing in einer feinen Matrix von vorwiegend Schalstein und untergeordnet feinem Riffabrieb. Mit zunehmender Größe der Fragmente nimmt auch der Rundungsgrad zu (Fragmente bis ca. 0,5 cm \varnothing : eckig bis kantengestoßen; Fragmente über 0,5 cm \varnothing : kantengerundet bis gerundet).

Der im Bereich der Grube Eisenfeld unter der Grenzlager-Zone auftretende Lagerkalk ist ein bis 30 m mächtiger Detrituskalk, der über mitteldevonischem Schalstein liegt und bis an die Grenze Mitteldevon/Oberdevon hinaufreicht. Die Matrix dieses Kalkes besteht vorwiegend aus feinem Riffabrieb. Lediglich auf der 192-m-Sohle (südl. Unterfahrung) tritt in dem Lagerkalk eine ca. 5 m mächtige Lage von Schalstein mit gerundeten Riffkalk-Brocken auf.

In der Grenzlager-Zone sind im allgemeinen detritogene Kalke auf die liegenden Bänke beschränkt (Abbaue zwischen der 162-m-Zwischensohle und der 192-m-Sohle). Lediglich im Bereich des Eisenfelder Sattels – vor allem in dem durch die Bohrung Eisenfeld 24 erschlossenen Abbaugelände – ist das ganze Erzprofil von Riffschuttmassen durchsetzt, die auch noch über dem Lager in den Bunten Hangendschichten beobachtet wurden. Neben aufgearbeitetem Riffmaterial wurden hier gerundete Brocken von bereits verfestigtem und neuerlich aufgearbeitetem Riffdetritus beobachtet. Während im allgemeinen die Einzelbrocken nur Durchmesser bis zu wenigen Dezimetern erreichen, treten hier gelegentlich solche mit bis 1,5 m \varnothing auf. Bei den Riffschuttkalken in der Grenzlager-Zone handelt es sich durchweg um Sedimente in einer Matrix von z. T. hochwertigem Roteisenstein.

Stratigraphisch jüngste Detritusbildung in der Lagerstätte Eisenfeld ist der Hangendkalk, der unmittelbar über den Bunten Hangendschichten liegt. Seine Mächtigkeiten schwanken zwischen 5 m (132-m-Sohle: Bereich des Vertrauenssattels; Mittellager der 132-m- und 192-m-Sohle) und wenigen cm (192-m-Sohle: Nordteil des Vertrauenssattels). Gelegentlich ist er in Form von bis 15 cm starken dichten Kalkbänken mit Bänderschiefererzwischenlagen ausgebildet. – Der Hangendkalk bildet

den Abschluß der klastischen Fazies des oberen Mitteldevons und unteren Oberdevons in der Grube Eisenfeld. Er wird überlagert von der feinpelitischen Fazies der Tonschiefer des höheren Oberdevons.

Allerdings treten jüngere Riffdetritus-Bildungen auch noch in dem unmittelbaren Vorraum des Philippsteiner Massenkalkzuges auf. So zeigt der untere Teil der Bohrung „Eisenfeld 37“ folgendes Profil:

237,20–242,50 m	mittelgrauer massiger Tonschiefer
–247,10 m	hellgrauer bis grünlichgrauer Flaserkalk
–253,60 m	hellgrauer massiger Kalkstein, gelegentlich grobkörnig bis brekziös
–254,30 m	hellgrüngrauer flaseriger Kalkstein
–259,00 m	hellgrauer massiger Kalkstein, teils brekziös, teils flaserig
–312,30 m	hellbraungrauer dichter dolomitischer Kalkstein, z. T. brekziös
–321,80 m	feinkörniger rotbrauner „Tuff“
–392,50 m	gelbbrauner feinkörniger, z. T. brekziöser Kalkstein

Aus der dritten Bank (von oben) wurden drei artenreiche Conodontenfaunen gewonnen:

Fauna 1 = bei 242,50 m Fauna 2 = bei 244,00 m Fauna 3 = bei 246,00 m

	1	2	3
<i>Palmatolepis</i>			
<i>P. deflectens deflectens</i> MÜLLER	+		
<i>P. crepida crepida</i> SANNEMANN			+
<i>P. distorta</i> BRANSON & MEHL		+	
<i>P. glabra glabra</i> ULRICH & BASSLER		+	
<i>P. glabra elongata</i> HOLMES		+	
<i>P. glabra pectinata</i> ZIEGLER		+	
<i>P. maxima</i> MÜLLER	+		
<i>P. minuta minuta</i> BRANSON & MEHL	+	+	+
<i>P. perlobata grossi</i> ZIEGLER		+	
<i>P. perlobata schindewolfi</i> MÜLLER	+	+	
<i>P. perlobata sigmoidea</i> ZIEGLER		+	
<i>P. quadrantinodosa inflexa</i> MÜLLER			+
<i>P. quadrantinodosalobata</i> SANNEMANN			+
<i>P. cf. regularis</i> COOPER			+
<i>P. rugosa trachytera</i> ZIEGLER	+		
<i>P. subperlobata</i> BRANSON & MEHL			+
<i>P. tenuipunctata</i> SANNEMANN			+
<i>Polygnathus</i>			
<i>Pol. cf. amana</i> MÜLLER & MÜLLER	+		
<i>Pol. diversa</i> HELMS	+		
<i>Pol. glabra glabra</i> ULRICH & BASSLER		+	+
<i>Pol. granulosa</i> BRANSON & MEHL	+		
<i>Pol. nodocostata nodocostata</i> BRANSON & MEHL	+		
<i>Pol. nodocostata ovata</i> HELMS		+	
<i>Pol. pennatuloidea</i> HOLMES		+	
<i>Pol. perplexa</i> THOMAS	+		+
<i>Pol. varinodosa</i> BRANSON & MEHL	+	+	+
<i>Scaphignathus</i>			
<i>Scaphignathus velifera</i> ZIEGLER	+		

Fauna 1: Charakterisiert durch das Auftreten von *P. rugosa trachytera* ZIEGLER und *Scaphignathus velifera* ZIEGLER

Datierung: mittl.—ob. *velifera*-Zone (to III β — tief. to IV n. ZIEGLER 1962)

Fauna 2: Charakterisiert durch das Zusammenauftreten von *P. glabra glabra*, *P. distorta*, *P. glabra elongata*, *P. perlobata grossi*, *P. perlobata sigmoidea*

Datierung: unt. *quadrantinodosa*-Zone (hoh. to II β n. ZIEGLER 1962)

Fauna 3: Diese Fauna enthält Formen verschiedenen Alters. *P. crepida crepida*, *P. quadrantinodosalobata* und *Pol. nodocostata incurva* (n. HELMS ab to II) weisen auf die *crepida crepida*-Zone hin (to II α n. ZIEGLER 1962). *P. quadrantinodosa inflexa* ist bezeichnend für die unt. *quadrantinodosa*-Zone (to II β — tief. to III α n. ZIEGLER 1962).

Datierung: vermutlich Grenze to II α /to II β

Aus der 5. Bank (von oben) des erbohrten Profiles liegen einige Conodontenbruchstücke vor, unter denen ein Plattformstück der Gattung *Palmatolepis* auf hohes to I hinweist (vermutlich *P. hassi* MÜLLER & MÜLLER).

Die als Bank 7 (von oben) aufgeführten „rot-braunen Tuffe“ dürften den Bunten Hangenschichten der Grube Eisenfeld entsprechen und damit in die tiefste Adorf-Stufe gehören.

Die Bohrung Eisenfeld 37 hat somit ein Profil durchteuft, das vom oberen Mitteldevon bis ins hohe to III—IV Riffdetritus-Lagen führt. Es handelt sich dabei offensichtlich um eine Bildung im unmittelbaren Brandungsraum des Riffes; im Beckenbereich der späteren Braunfels-Philippsteiner Doppelmulde wurden feinpelitische Sedimente der Bänder- und Rotschiefer abgelagert.

Bonbadener Massenkalkzug

Der Riffschuttsaum des Bonbadener Massenkalkzuges ist nur an wenigen Stellen im Norden und Nordosten des Betriebspunktes Ottilie bekannt.

Erst in den tieferen Bereichen des Abbaugebietes (ab 120-m-Sohle) wurden detritogene Kalksteinfolgen angefahren. Sie umfassen Teile des höchsten Mitteldevons und des untersten Oberdevons.

In dem zeitweilig zugänglichen Kalkstein-Profil im Kleinen Tiergarten nördlich des Ottilie-Stollens liegen mächtige grobbankige detritogene Kalksteine unter einem plattigen Kalkstein der tiefen Adorf-Stufe.

Als detritogene Kalksteine werden hier klastische karbonatische Gesteine bezeichnet, deren Korngrößen von 0,1 mm bis zu 1,5 m reichen können. Im allgemeinen sind sie nicht klassiert. Während die grobdetritogenen Kalke mit massenhaft auftretenden Bruchstücken riffbildender Organismen (Stromatoporen, Einzelkorallen) deutlich als riffnahe Schuttsedimente zu erkennen sind, erschweren Karbonat-Rekristallisationen in den dichten massigen bis plattigen Kalken die genetische Deutung. In einzelnen Bänken von nur wenigen cm Stärke konnten jedoch vereinzelt Sedimentstrukturen beobachtet werden, wie sie in nichtkarbonatischen klastischen Gesteinen sehr verbreitet sind: Gradierung, Linsen- und Flaserschichtung sowie eine kreuzschichtungsähnliche Bänderung (cross-lamination).

Die Verbreitung der in den Korngrößen sehr unterschiedlichen Detritus-Kalke ist abhängig von der Intensität der Aufarbeitungsvorgänge im Brandungsbereich der Riffe und den Ablagerungsbedingungen in den riff-ferneren Beckenteilen. In den Massenkalk-Profilen wechsellagern authigene Kalkbildungen in calcarenitischer und tuffitischer (Schalstein-) Grundmasse. In den Lagerkalkfolgen der Grube Eisenfeld treten Calcirudite und Calcarenite zunächst (im Süden der Lagerstätte) in inniger Verzahnung miteinander auf. Mit zunehmender Entfernung vom Philippsteiner Massen-

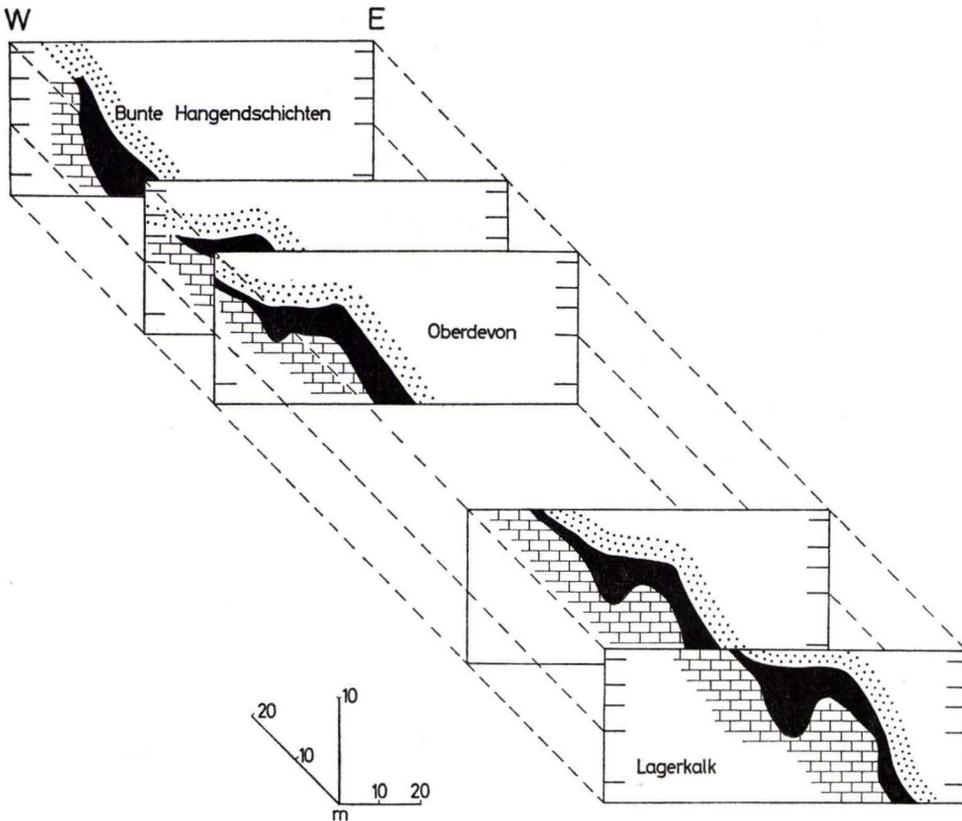


Abb. 4. Schematische Profil-Serie durch die Erosions-Formen zwischen der 162-m-Zwischensohle und der 192-m-Sohle der Lagerstätte Eisenfeld.

kalkzug (nach N und NW) nimmt die grobdetritogene Komponente zugunsten der feinerklastischen sehr schnell ab, so daß in den riff-fernten Profilen (in Abb. 3, Prof. G) nur noch Calcarenite vorhanden sind. Die tiefadorfischen Hangendkalke bestehen vorwiegend aus Calcareniten. Größere Fragmente treten nur sporadisch auf und bestehen häufig aus erneut aufgearbeiteten, resedimentierten Detrituskalken. Beckenwärts gehen diese Kalke in calcilutitische, bitumenreiche Plattenkalke über (s. Profil des Kleinen Tiergartens), bei denen detritogene Partikel nicht mehr ersichtlich sind.

3. Das Relief des Lagerkalkes

Das Grenzlager im Bereich der Lagerstätte Eisenfeld weist große Mächtigkeitsunterschiede auf und unterliegt auch in seiner horizontalen Verbreitung beträchtlichen Schwankungen. Zwischen der 162-m-Zwischensohle und der 192-m-Sohle wird der Erzkörper häufig an beiderseits gegen die Strecken einfallenden Flächen durch den Lagerkalk begrenzt, während die Bunten Hangendschichten gleichmäßig flach darüber liegen, so daß der Anschein einer Winkeldiskordanz entsteht. In allen drei Horizonten verläuft jedoch die Schichtung gleichsinnig und schneidet die schräg einfallenden Grenzflächen unter z. T. großen Winkeln.

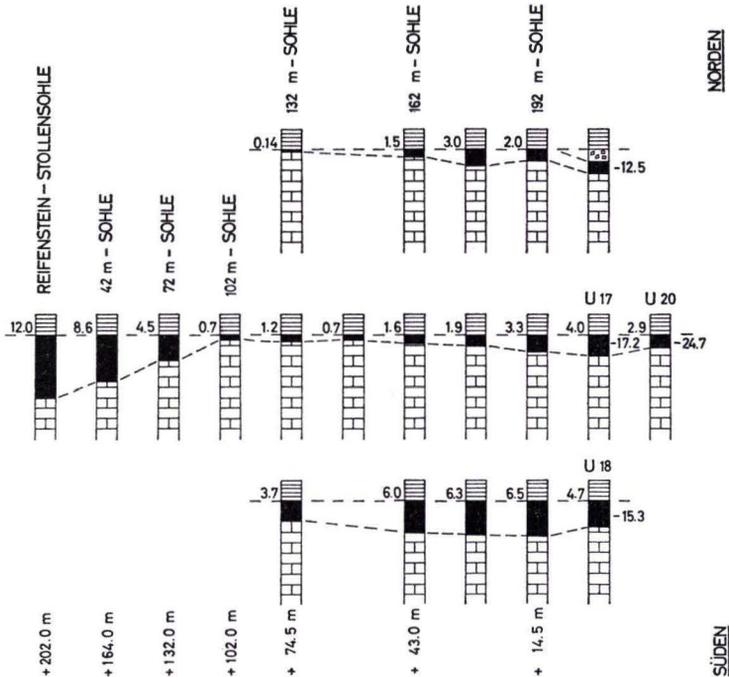


Abb. 5. Profil-Serie durch den Grenzlager-Bereich der Lagerstätte Eisenfeld im Einfallen der Schichten.

Diese Erscheinungen sind aus dem Oberflächenrelief des Lagerkalkes erklärlich. Dieses Relief wurde später mit Erzsediment eingedeckt, so daß die darüberliegenden Bunten Hangendschichten in ihrer Lagerung und Mächtigkeit (ca. 2 m) nicht mehr beeinflußt wurden.

Ähnliche Erscheinungen, wie sie in der Lagerstätte Eisenfeld beobachtet wurden, beschrieben u. a. EMERY, TRACEY & LADD (1954) als Erosionsformen an Riffen des Bikini-Atolls.

In Abb. 4 wird eine räumliche Darstellung von Profilen durch einen Teil der Lagerstätte Eisenfeld gegeben, die von N nach S die Ausprägung eines Kalkrückens und einer deutlich entwickelten Erosions-Hohlform mit großer Erzmächtigkeit zeigt.

Auch im großen zeigt die Lagerstätte eine derartige Beziehung zwischen Erosionsformen und Lagermächtigkeiten, wie Abb. 5 an Hand von Säulenprofilen im Einfall der Schichten veranschaulichen soll.

Unter den Erosionsformen können alle Übergänge zwischen wannenförmigen, flachen Vertiefungen und engen Rinnen mit steil einfallenden, vereinzelt sogar überhängenden Flanken auftreten. Sehr häufig wurde beobachtet, daß gerade in den steilen Hohlformen das Erz häufig von detritogenen Kalkfragmenten durchsetzt ist, die in unterschiedlichen Korngrößen dispers durch das ganze Profil verteilt sind. Dabei handelt es sich offenbar um Erosionsschutt, der während der Erzsedimentation von den Rücken eingespült wurde.

4. Die Fazies der Bunten Hangendschichten

Unmittelbar über der Grenzlager-Zone tritt in der Lagerstätte Eisenfeld an vielen Stellen eine Folge klastischer Gesteine, wechsellagernd mit Tonschiefern und Kalken auf, die hier wegen ihrer petrographischen Mannigfaltigkeit und ihrer sehr unterschiedlichen Färbung als „Bunte Hangendschichten“ bezeichnet werden. Nach Conodontenfunden wurden sie in die tiefste Adorf-Stufe eingestuft.

In einer früheren Arbeit (HENNINGSEN & QUADE 1962) wurde diese Serie als „adorfische Tuffe und Tuffite“ bezeichnet und den sog. Dillenburger Tuffen von KREBS (1958) gleichgestellt. Die Untersuchungen haben gezeigt, daß jedoch ein weitgehender Unterschied zu den Dillenburger Tuffen bestehen muß, denn die Bunten Hangendschichten der Lagerstätte Eisenfeld sind deutlich klastischer Entstehung. Sie enthalten i.w. Gerölle von Gesteinen, die im Bereich des Bernbach-Bonbadener Mitteldevonsattels (s. Tab. 1) angestanden haben.

Die Gesteinsfragmente sind durchweg gut gerundet und an den Rändern erheblich zersetzt. Die am meisten hervorstechenden Merkmale im Sedimentationsbild der Bunten Hangendschichten sind (1) eine deutlich ausgebildete Schichtung, hervorgerufen durch den wiederholten Wechsel grobarenitischer und feinarenitischer Lagen (2) eine schnelle Änderung in der petrographischen Zusammensetzung, Farbe und Korngröße (3) eine deutliche Gradierung (4) auffällige Schichtunterbrechungen in Form von synsedimentären Störungen und Gleitungen.

Die Bunten Hangendschichten der Lagerstätte Eisenfeld sind auf die unmittelbare Nachbarschaft der obermitteldevonischen Vulkanitschwelle beschränkt (s. dazu Abb. 8).

Die Tab. 1 gibt die Geröllzusammensetzung einiger Proben aus den Bunten Hangendschichten wieder. Die Proben entstammen einem Horizont von 0,5 m Mächtigkeit. Angegeben wird der zahlenmäßige Anteil der einzelnen Gerölle in Prozent.

Auffällig ist der hohe Anteil an basischen Vulkaniten und Gläsern sowie an Quarzit. Weiterhin treten keratophyrisch-porphyrische Gesteine, Sedimente (tonige Lutite) und umgelagerte Feldspäte, die als saure Plagioklase (An 10–20%) bestimmt wurden, in unterschiedlichen Anteilen auf. Die Grundmasse ist serizitisch-chloritisch-karbonatisch und zeigt keine Ähnlichkeit mit einer echten Tuffmatrix.

Nach ihrem Gesamt-Habitus sind diese Gesteine als klastische Sedimente anzusprechen, wobei zu bemerken ist, daß lediglich in arenitischen Fraktionen einzelne

Gerölle einwandfrei bestimmbar sind. Lutitische Fraktionen lassen keine Unterscheidungen zwischen derartigen Gesteinen und normalen Tongesteinen mehr zu. Daher erscheint es sinnvoll, die Bunten Hangendschichten als eine Wechselfolge von vulkanitischen Areniten, tonigen Lutiten und Kalksteinen zu charakterisieren.

Tab. 1. Geröllzusammensetzung der Bunten Hangendschichten (Ausschnitt eines Profiles) in % (nur sicher bestimmbare Gerölle)

Profil III Eisenfeld, über 192-m-Sohle	17b	16	19 ₁	19 ₂	21	24 ₁	25
Quarz	—	2	2	4	—	3	4
Quarzit	9	23	8	8	3	13	4
umgelagerte Feldspäte	33	—	39	41	34	26	53
basische Vulkanite und Gläser	25	23	39	36	59	13	34
Keratophyre und Porphyrite	9	7	4	—	—	24	—
tonige Lutite	10	23	6	8	2	—	—

IV. Paläogeographie

Noch im unteren Mitteldevon (Eifel-Stufe) war das Lahnggebiet mit den Wissenbacher Schiefen und den Tentaculitenschiefen Teil des mehr oder weniger einheitlichen Faziesbereiches der rheinischen Geosynklinale (KEGEL 1950). Erst mit der an der Grenze zwischen Eifel- und Givet-Stufe nachgewiesenen „Brandenberg-Phase“ (zusammenfassend s. HENNINGSEN 1960, S. 37) begann mit der submarinen Förderung zunächst saurer (Keratophyr, Keratophyrtuffe) und schließlich basischer Eruptivmassen (Diabas, Diabasmandelstein, Schalstein) eine Aufgliederung des Sedimentationstrogos. Neben den vulkanischen Bildungen zeigen chemisch-organogene und detritogen-pelitische Gesteine starke Faziesdifferenzierungen an, die im oberen Mitteldevon und tiefen Oberdevon ihre größten Ausmaße erreichen und das Lahnggebiet als selbständiges Element in der rheinischen Geosynklinale hervorheben.

Die Schichten des Unterdevons und unteren Mitteldevons sind im Bereich der Lagerstätte Eisenfeld und in deren weiteren Umgebung nicht aufgeschlossen, dürften aber nach paläogeographischen Überlegungen hier die gleiche Ausbildung haben wie im übrigen Lahnggebiet (s. HENNINGSEN & QUADE 1962): mit geringen Ausnahmen (Singhofener Tuffe des Unter-Ems, Keratophyrtuffe der Kondel-Gruppe und Eifel-Stufe) gehören sie der sedimentären Fazies an.

1. Oberes Mitteldevon unter der Grenzlager-Zone

Mit dem Beginn des oberen Mitteldevons setzt die submarine Förderung mächtiger Schalsteinmassen ein, die zu weitreichenden Schwellen aufgeschüttet werden. Diabase und Diabasmandelsteine durchsetzen als kissen- und lagergang-förmige Intrusionen, als deckenartige Subeffusionen und als submarine Effusionen die über 100 m mächtige Serie der Lockerprodukte.

Derartige Vulkanitschwellen-Züge umschließen jenseits der Massenkalk-Komplexe die Braunfels-Philippsteiner Oberdevonmulde im Norden, Westen und Süden. Nord-

östlich Philippstein ragt ein etwa 800 m breiter Sporn des Bermbach-Bonbadener Mitteldevonsattels nach NW in die Mulde vor; an diesen Sporn sind die Roteisensteinlager der Lagerstätte Eisenfeld gebunden (s. Abb. 1 und 2).

Es ergibt sich so das Bild eines Schwellenzuges, der von N, W und S ein nach NE offenes Becken geringer Tiefe einschließt, in dem während des Oberdevons die Sedimente der späteren Braunfels-Philippsteiner Oberdevonmulde zur Ablagerung kamen.

Am Rande der im oberen Mitteldevon aufgeschütteten Schalsteinschwelle des Bermbach-Bonbadener Mitteldevonsattels konnten sich in Gebieten mit geringer

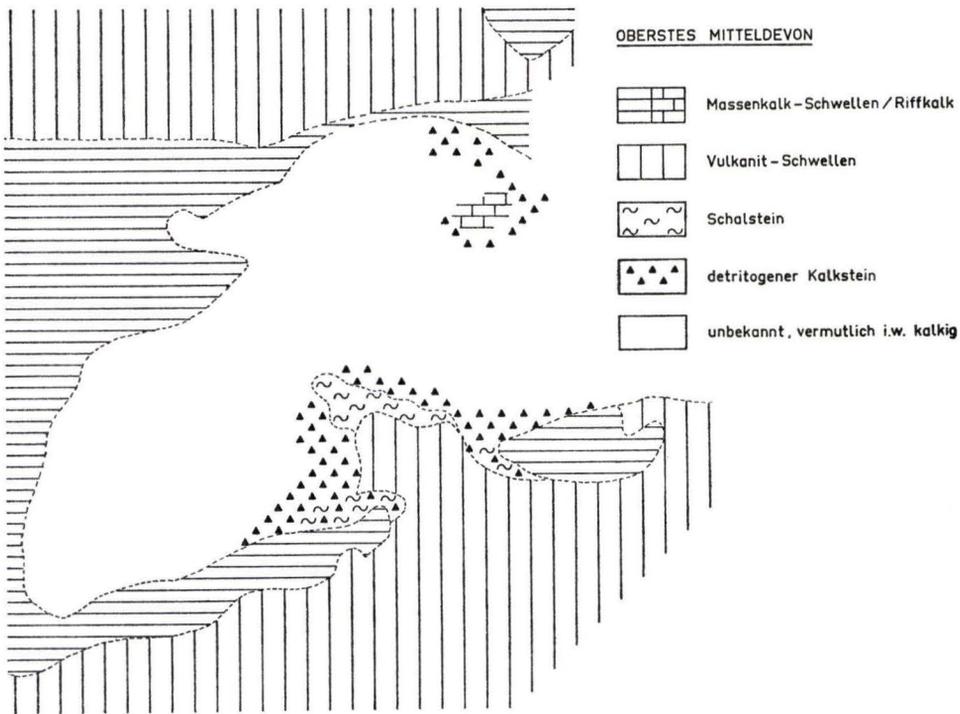


Abb. 6. Faziesverhältnisse im Oberen Mitteldevon.

Wasserdeckung und lebhafter Wellenbewegung Stromatoporen-Riffe als Biostrome ansiedeln. Diese Voraussetzungen waren vor allem auf den zum Becken (nach N) einfallenden Hängen der Schwelle gegeben. In der Brandungszone wurde ein großer Teil dieser Riffe wieder abgetragen und als Grobdetritus und feiner Abrieb in situ oder nach kurzem Transport innerhalb der Biostrome wieder abgelagert. Feiner Riffsand, grober Riffschutt und Schalstein vermischten sich zu Brekzien. Bei Eruptionen im Bereich der vulkanischen Schwelle wurden die Riffe zeitweise von Tuffen eingedeckt und kamen zum Absterben. Während einige Teile der Riffe – vor allem an den Übergängen in die Schalsteinmassen (E und NE des Philippsteiner Massenkalkzuges, S und SW des Bonbadener Massenkalkzuges) – nach derartigen Eruptionen nicht weiter-

wuchsen und stets von Schalstein bedeckt blieben, setzte sich an anderen Stellen die Riffbildung fort. Aus dem westlichen Philippsteiner Massenkalkzug ist als jüngste Riffbildung ein grobbankiger Kalk mit *Phillipsastraea hennahi* (LONSDALE) und *Spirifer verneuli* MURCHISON bekannt (s. AHLBURG 1918 b), die in die tiefste Adorf-Stufe gehört.

Die Massenkalkbildung ist von biostromalen Riffen mit Stromatoporen ausgegangen, beruht aber im wesentlichen auf Aufarbeitungs- und Umlagerungsvorgängen innerhalb der Brandungszone dieser Riffe. Sie ist auf den SW und NE des Lagerstättenbereiches beschränkt. Frei von Riffen ist dagegen ein nach NW vorspringender Sporn der Schalsteinschwelle (Betriebspunkt Ottilie, Abbaue oberhalb der 120-m-Sohle). Von diesem Schwellensporn scheinen die Schalstein-Eruptionen dieses Gebietes ausgegangen zu sein. Daher ist es erklärlich, daß in seiner unmittelbaren Nachbarschaft (Ostteil des Philippsteiner Massenkalkzuges, Westteil des Bonbadener Massenkalkzuges) die Riffbildung nur auf wenige Horizonte innerhalb des givetischen Schalsteins beschränkt ist (s. dazu Bohrungen Eisenfeld 12, 13, 30, 33), mit weiterer Entfernung (Bohrungen Eisenfeld 16) auf den gesamten oberen Teil des Givets übergreift und schließlich im äußersten Westen des Philippsteiner Massenkalkzuges (Grube Klösterweide), wo keine Schalstein-Schüttungen im obersten Mitteldevon mehr erfolgten, bis in die tiefe Adorf-Stufe hinaufreicht.

Abb. 6 zeigt eine paläogeographische Skizze des oberen Mitteldevons unter der Grenzlager-Zone in der Umrandung der Braunfels-Philippsteiner Oberdevonmulde, unter besonderer Berücksichtigung des Lagerstättenbereiches Eisenfeld.

In diese Skizze wurde das Mitteldevon im Beckeninneren (in der Skizze: Weiß) nicht eingetragen. Es ist auch nur unzureichend bekannt. AHLBURG (1918, S. 72) gibt ein Profil wieder, das durch den südwestlichen Teil des Beckens – etwa von Philippstein in nordwestlicher Richtung – gelegt wurde und einem Schnitt durch den sog. Volpertsgraben-Querschlag der Grube Klöserweide (SW Philippstein) entspricht. Hier liegt unter dem Oberdevon stets Massenkalk. Es ist anzunehmen, daß auch in dem übrigen Becken Massenkalk als wesentlichste Fazies vorhanden ist, denn er tritt an einigen Stellen in kleinen Aufbrüchen schwellenartig hervor, so z. B. am locus typicus des Braunfelser Kalkes (s. QUADE 1961, HENNINGSEN & QUADE 1962) südöstlich Braunfels (s. Abb. 3 Profil M). Schalstein bildet vermutlich nur vor dem Sporn der vulkanischen Schwelle die Unterlage der späteren oberdevonischen Beckenfüllung (s. Abb. 6).

Vor den beiden Massenkalkzügen im Bereich der Lagerstätte Eisenfeld treten während des obersten Givets Riffschuttkalke in Mächtigkeiten bis zu 30 m auf (s. Abb. 3, Profil B – F). Sie verzahnen sich schwellenwärts mit Schalstein. Lediglich im Bereich des Abbaugbietes des Betriebspunktes Ottilie sind sie nicht vorhanden und wurden erst durch Bohrungen unterhalb der 120-m-Sohle und beim Streckenvortrieb auf der 120-m-Sohle in Richtung N und NE nachgewiesen (Profil L). Wie die Ausbildung der späteren oberdevonischen Fazies zeigt, hat an der nordwestlichen Spitze des Schalsteinschwellen-Sporns vermutlich eine kleine Vorschwelle bestanden, auf der die Riffschuttmassen nicht abgelagert werden konnten. Es hat sogar den Anschein, als sei die mitteldevonische Fazies des Betriebspunktes Ottilie auch nach NE gegen die Riffschutt-Sedimente des Bonbadener Massenkalkzuges durch eine kleine

Schalsteinschwelle begrenzt, so daß die im Grubenbereich erschlossenen erzführenden Abfolgen in einer flachen, gegen SW und NE aushebenden Senke abgelagert wurden.

Südlich der Massenkalkzüge treten Schuttkalke nicht auf. Es ist anzunehmen, daß die dort anschließende Schalsteinschwelle bereits zur Zeit der Massenkalkbildung bestand und daß von ihr aus keine späteren Tuffschüttungen erfolgten. Lediglich im Bereich des Schwellensporn, der die Massenkalkzüge voneinander trennt, scheint die vulkanische Aktivität bis an die Obergrenze des Givets als Tufferuptionen angedauert zu haben. Dadurch kommt es zu gelegentlichen Verzahnungen von Detritus-Kalken mit Schalstein.

Während der Detritus des Philippsteiner Massenkalkzuges über 600 m nach N verfrachtet wurde (Grube Eisenfeld), ist der Schutt des Bonbadener Massenkalkzuges auf einen schmalen Streifen von ca. 80 m Breite beschränkt.

Am Ende des oberen Mitteldevons – unmittelbar vor Ablagerung des Grenzlagere – kommt die Riffschutt-Anlieferung zunächst zum Stillstand. Statt dessen wirkt sich an der Oberfläche der Detritus-Kalke eine intensive Erosion aus, die zur Ausbildung von über Zehner von Metern anhaltenden Rinnen führt, die durch breite gerundete Rücken getrennt sind. In diesen Rinnen sammeln sich brekziöse Kalkmassen von den Rücken her, die sich mit den sich absetzenden Roteisensteinschlammern vermischen.

2. Die Grenzlager-Zone

Über dem durch Schalstein, Massenkalk und Detrituskalk gegliederten Relief des oberen Mitteldevons lagert sich an der Wende des Mitteldevons zum Oberdevon das Grenzlager ab (s. Abb. 7). Diese Grenzlager-Zone stellt keinen stratigraphischen Horizont dar, sondern einen zeitlichen Bereich im obersten Mitteldevon und untersten Oberdevon, der sich durch eine syngenetische hämatitische Vererzung auszeichnet.

Das Grenzlager der Lagerstätte Eisenfeld ist an die unmittelbare Nachbarschaft des nach NW in das Becken vorspringenden Sporns der Schalsteinschwelle des Bermbach-Bonbadener Mitteldevonsattels gebunden. Es greift nur randlich noch gelegentlich auf die Vorräume der Massenkalkzüge über, z. B. nördlich des Bonbadener Massenkalkzuges und nördlich des Philippsteiner Massenkalkzuges. Hier ist das Grenzlager jedoch durch neuerliche Detritus-Schüttungen erheblich verunreinigt und nur selten bauwürdig.

Das Roteisenstein-Lager des Betriebspunktes Eisenfeld ist in erster Linie von dem Relief des Lageruntergrundes in seiner Mächtigkeit und Verbreitung bestimmt. In ausgeprägten Hohlformen reichert es sich zu Mächtigkeiten bis zu 12 m an, während es auf den Rücken bis zu wenigen cm abnimmt oder ganz ausfällt (s. Abb. 4 und Abb. 5). Die Verbreitung des Grenzlagere des Betriebspunktes Eisenfeld entspricht ungefähr der des Lagerkalkes, des Riffschuttkalkes des oberen Givets. Wo dieser beckenwärts ausklingt, tritt auch das Erz nicht mehr auf (s. Abb. 3 Profil G – H). Das deutet darauf hin, daß das von der Schalsteinschwelle stammende Erzsediment sich nur deshalb in einer so großen Ausstrichbreite ablagern konnte, weil in den Rinnen und Wannern des Lagerkalkes günstige Bedingungen für die Sedimentation gegeben waren.

Im Norden ist die Ausbreitung des Grenzlagere in der Fazies des Betriebspunktes Eisenfeld durch die schon erwähnte kleine Vorschwelle im Betriebspunkt Otilie be-

grenzt. Die Riffschuttmassen, die in der Grube Eisenfeld den Lageruntergrund bilden, klingen hier aus. In Abb. 7 zeigt sich diese Vorschwelle in der Verengung der Ausstrichbreite des Grenzlagers und der Ablagerung von Knoten- und Plattenkalken am nord-westlichen Ende des Schalsteinschwellen-Sporns.

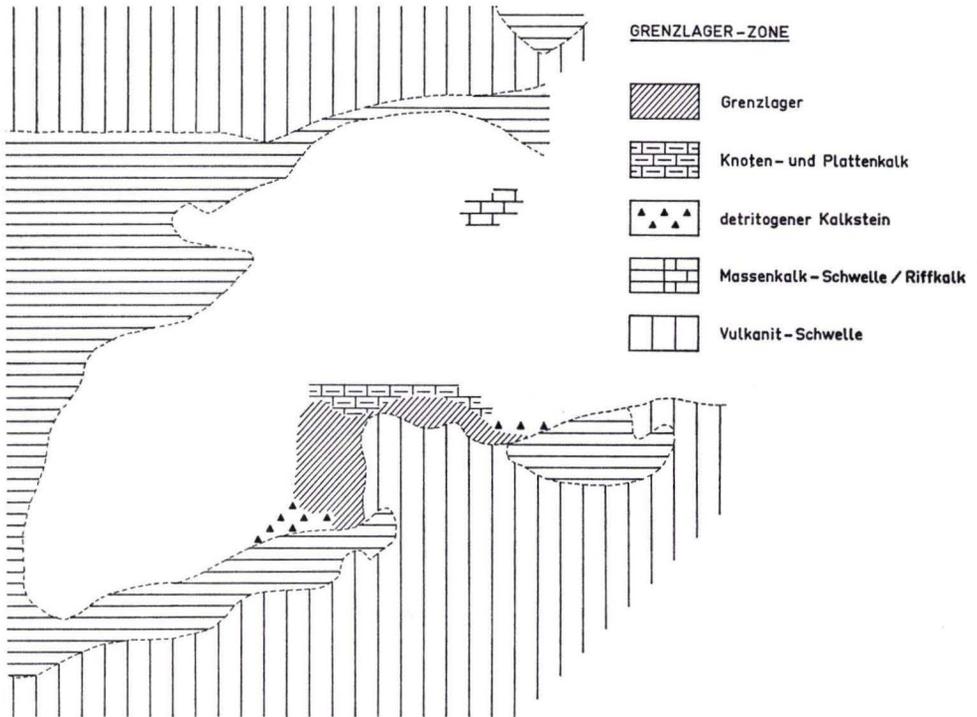


Abb. 7. Faziesverhältnisse der Grenzlager-Zone.

Nördlich, vor allem nordöstlich dieser Vorschwelle schließt sich das Grenzlager in der Fazies des Betriebspunktes Ottilie an, stets unterlagert von Schalstein (s. Abb. 3). In einem flachen wannenähnlichen Becken wurde zunächst im oberen Mitteldevon ein Lager gebildet, das häufig durch Schalstein „verunreinigt“ ist. Nach einem Schalstein-Zwischenmittel, das gegen die Vorschwelle bis auf wenige cm abnimmt (s. Profil H – J in Abb. 3) und ausklingt, folgt nach oben ein weiterer Erzhorizont der nach NE allmählich in den Schuttmassen des Bonbadener Massenkalkzuges ausklingt.

In den übrigen Teilen des Beckens (s. Abb. 3: weiß) herrscht wie auf den Schwellen die Kalkbildung vor, so z. B. westlich Philippsstein und südlich Braunfels (s. Abb. 3, Profil L – N).

3. Das Hangende der Grenzlager-Zone

Mit dem Beginn der Adorf-Stufe – vor allem über die Grenzlager-Zone – beginnt die allmähliche Absenkung des Beckens. Die in dem oberen Mitteldevon angelegten Schwellen ragen als Bereiche ohne Sedimentbeckung heraus, während ihre Ränder

schrittweise von den Beckensedimenten überlagert werden. Die bisher als Hochschwelle (im Sinne von RABIEN 1956) wirksamen Massenkalkkomplexe treten als „tote“ Riffzüge und Abtragungsgebiete deutlich in Erscheinung. Gelegentliche randliche Eindeckung mit Cephalopodenkalken (Bereich der Grube Klöserweide) deuten an, daß diese Schwellen den Charakter von Tiefschwellen annehmen. Die Zergliederung des Sedimentationsraumes in Becken und Schwellen sowie der unterschiedliche Einfluß der Schalstein-Massenkalk-Züge machen sich durch eine starke Faziesdifferenzierung bemerkbar.

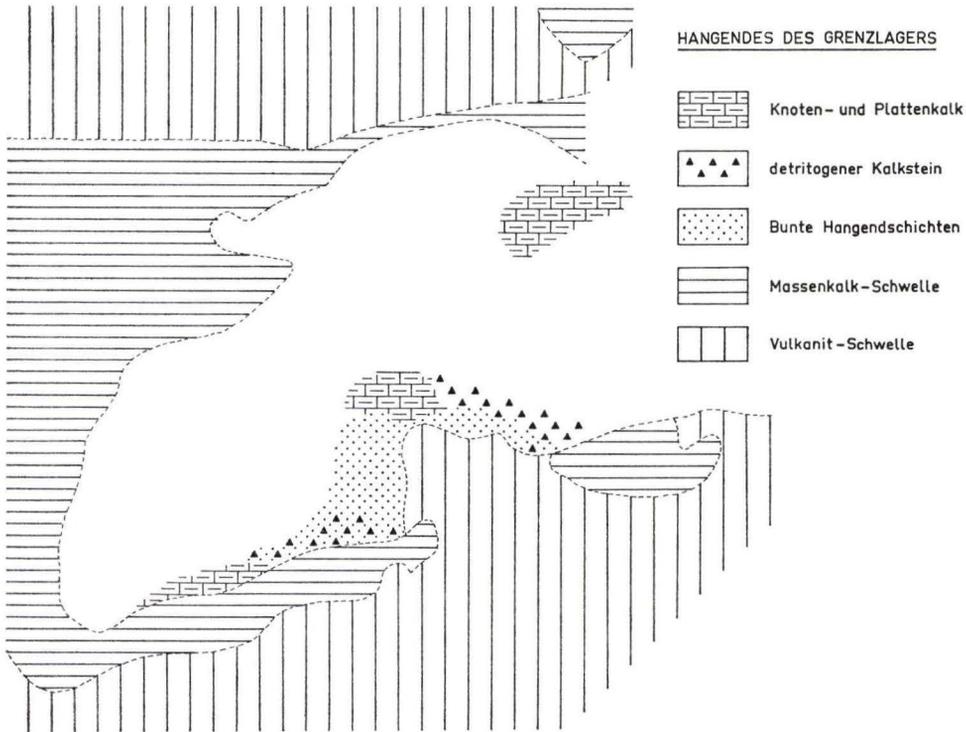


Abb. 8. Faziesverhältnisse des Hangenden der Grenzlager-Zone.

Riffschuttbildungen treten nur in den unmittelbaren Vorräumen der Massenkalkzüge auf. Während vor dem Philippsteiner Massenkalkzug Detritus-Kalke nur einen kleinen Raum einnehmen (s. Abb. 3, Profil C–G), reichen sie vor dem Otilie-Lager in einer schmalen Zunge in das Becken hinein und gehen in dichte Plattenkalke über.

In den Gebieten, in denen im höchsten Givet und während der Wende Mitteldevon/Oberdevon Riffbildungen erfolgten (Westteil des Philippsteiner Massenkalkzuges, locus typicus des Braunfelser Kalkes), sowie auf der kleinen Vorschwelle nordwestlich des Schalsteinspornes werden unreine Plattenkalke und Flaserkalke als schwellenanzeigende Sedimente abgelagert. Diese gehen beckenwärts schnell in die Tonschieferfazies über (in Abb. 8: weiß).

Als charakteristischste Hangendsedimente treten die Bunten Hangendschichten auf, die nahezu in der gleichen Verbreitung wie das Grenzlager als schmaler Gürtel den Sporn der aufragenden Schalsteinschwelle umgeben. Diese klastischen Gesteine enthalten fast ausschließlich Material, das im Bereich des heutigen Bermbach-Bonbadener Mitteldevonsattels abgetragen zu sein scheint: Diabas, Keratophyr, Schalstein. Außerdem treten Quarzit und Tonschiefer in großer Menge als Gerölle auf, die heute nicht mehr in der Umgebung der Lagerstätte Eisenfeld nachzuweisen sind. Da jedoch die Bunten Hangendschichten mit wachsender Entfernung von der Schalsteinschwelle in die Tonschiefer-Fazies des Beckeninneren übergehen, muß angenommen werden, daß neben den Vulkanitgeröllen auch die aufgearbeiteten Sedimente aus dem Bereich der Mitteldevonschwelle stammen. Auffällig ist, daß Riff- und Massenkalk-Gerölle in den Bunten Hangendschichten nahezu fehlen. Offensichtlich war zu dieser Zeit die Reliefenergie im Bereich der Massenkalkzüge geringer als im höchsten Mitteldevon; möglicherweise hatte auch die Brandungsintensität nachgelassen. Außerdem kann man daran denken, daß mit der Absenkung des Beckens auch die Massenkalkzüge abgesenkt wurden, während die Schalsteinschwelle als Hochgebiet teilweise der Abtragung unterlag. An einzelnen Stellen lassen sich nämlich auch adorfische Tonschiefer auf dem Massenkalk des Philippsteiner Zuges nachweisen, während Tonschiefer-Auflagerungen auf Schalstein nicht zu beobachten sind.

Während dieser Entwicklungsphase macht sich erstmalig im unmittelbaren Vorraum des Philippsteiner Massenkalkzuges ein Bereich tiefster Absenkung und entsprechend großer Sedimentmengen bemerkbar (s. Abb. 3, Profil B), der bis ins hohe Oberdevon hinein deutlich hervortritt und gegenüber der übrigen Beckenfazies eine Mächtigkeits-Verdopplung aufweist.

4. Das jüngere Oberdevon

Im weiteren Verlauf der paläogeographischen Entwicklung des Bildungsraumes der Lagerstätte Eisenfeld nimmt die Absenkung des Beckens ihren Fortgang.

In der mittleren Adorf-Stufe erfolgt nochmals von den Massenkalkzügen her die Einschüttung klastischer Kalksedimente, die sich im Bereich des Betriebspunktes Eisenfeld als Hangendkalk auf die Bunten Hangendschichten legen und sich beckenwärts mit Bänderschiefer verzahnen. Auch nördlich des Lagers Ottilie treten Detrituskalke in dieser Zeit erneut auf. — In den übrigen Teilen der Lagerstätte werden weiterhin unreine Plattenkalke sedimentiert, dgl. im Bereich des Braunfelser Kalkes südlich Braunfels (s. Abb. 5, Profil M).

In der höchsten Adorf-Stufe schließlich ist die Absenkung so weit fortgeschritten, daß in dem gesamten Becken Bänderschiefer abgelagert werden. Bitumen- und Pyritgehalt deuten an, daß der Absatz dieser Tonschiefer oft unter Sauerstoffabschluß vor sich ging. Kieselschiefer konnten sich vereinzelt in der Nähe der Massenkalkzüge in relativ ruhigem Wasser bilden. — Lediglich im Vorraum des Philippsteiner Massenkalkzuges treten während des höheren Oberdevons wiederholt Riffdetrituskalke auf (s. Abb. 3, Profil B), die andeuten, daß dieser Zug während dieser Zeit stets als Hochgebiet erhalten blieb.

Anhaltende Senkungstendenzen machen sich auch bei einigen Teilen der Massenkalkzüge bemerkbar. Hier treten gelegentlich zu bunten Letten zersetzte Tonschiefer auf, die heute in Schlotten erhalten sind. Im allgemeinen jedoch bleiben die Massenkalkzüge als Schwellen während des gesamten Oberdevons bestehen. Auch in den Kernbereichen der Schalsteinschwellen lassen sich keine oberdevonischen Sedimente mehr nachweisen. Es ist anzunehmen, daß auch sie von einer jüngeren Bedeckung weitestgehend frei bleiben, denn Hinweise auf spätere Abtragung sind nicht vorhanden.

Am Ende der Adorf-Stufe ist die Absenkung des Gesamtraumes so weit fortgeschritten, daß ein nur noch gering gegliederter, einheitlicher Sedimentationsraum — wie in der übrigen Lahnmulde — vorhanden ist. Daher beginnt fast einheitlich in der Nehden-Stufe die Sedimentation von Rotschiefern, einer Tonschiefer-Fazies des sauerstoffreichen Milieus. Lediglich in der tief abgesenkten Zone vor dem Philippsteiner Massenkalkzug tritt weiterhin eine dunkle schwarzgraue Tonschiefer-Fazies von großer Mächtigkeit auf.

Schriftenverzeichnis

- AHLBURG, J.: Die stratigraphischen Verhältnisse des Devons in der östlichen Lahnmulde. — Jb. preuß. geol. L.-A., **31**, 1, S. 448—481, Berlin 1913.
 — Geol. Kte. Preußen etc., 1:25 000, Lfg. 208, Bl. Braunfels (1918a) und Weilmünster (1918b). — Berlin 1918.
- BISCHOFF, G. & ZIEGLER, W.: Die Conodontenchronologie des Mitteldevons und des tiefsten Oberdevons. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **22**, Wiesbaden 1957.
- BOTTKE, H.: Der Roteisenstein des östlichen Sauerlandes und seine Beziehungen zur Stratigraphie und Fazies des Oberen Givets und der Adorf-Stufe. — Roemeriana, **6**, S. 15—96, Clausthal 1962.
- EMERY, K. O.: Submarine Geology of Bikini-Atoll. — Bull. Geol. Soc. Am., **59**, 9, S. 855 bis 860, Baltimore 1948.
- EMERY, TRACEY & LADD: Geology of Bikini Atoll and Nearby Atolls. — Geol. Survey, Prof. Pap., 260—A, Washington 1954.
- HARBOUGH, J. W.: Small scale cross-lamination in limestones. — J. Sed. Petr., **29**, 1, S. 30—37, Menasha 1959.
- HEIM, A.: Über submarine Denudation und chemische Sedimente. — Geol. Rdsch., **15**, S. 1—47, Stuttgart 1924.
- HELMS, J.: Conodonten aus dem Saalfelder Oberdevon (Thüringen), — Geologie, **8**, S. 634—677, Berlin 1959.
 — Die „*nodocostata*-Gruppe“ der Gattung *Polygnathus*. Oberdevonische Conodonten. — Geologie, **10**, S. 674—711, Berlin 1961.
- HENNINGSSEN, D. & QUADE, H.: Stratigraphie und Faziesverhältnisse in der Braunfels-Wetzlarer Oberdevonmulde (Lahnmulde, Rheinisches Schiefergebirge). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **90**, S. 179—209, Wiesbaden 1962.
- HOLZAPFEL, E.: Das Obere Mitteldevon (Schichten mit *Stringocephalus burtini* und *Maeneceras terebratum*) im Rheinischen Gebirge. — Abh. Kgl. Reuß. L.-A., N.F., H. 16, Berlin 1895.
 — Bericht über die Ergebnisse der Aufnahme im Jahre 1896; Beobachtungen im Lahngbiet. — Jb. preuß. geol. L.-A., **17**, S. XXXVIII—XLVI, Berlin 1897.
- JUX, U.: Die devonischen Riffe im Rheinischen Schiefergebirge. — N. Jb. Geol. Pal., **110**, 2, S. 186—258; 3, S. 259—392, Stuttgart 1960.
- KEGEL, W.: Abriß der Geologie der Lahnmulde. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F. **86**, Berlin 1922.
 — Sedimentation und Tektonik in der rheinischen Geosynklinale. — Z. deutsch. geol. Ges., **100**, S. 267—284, Hannover 1950.

- KREBS, W.: Dillenburger Tuffe. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86, S. 140—152, Wiesbaden 1958.
- Zur Schwellen- und Beckenfazies in der südwestlichen Dillmulde. — Z. deutsch. geol. Ges., 111, S. 773—774, Hannover 1960 (1960a).
- Stratigraphie, Vulkanismus und Fazies des Oberdevons zwischen Donsbach und Hirzenhain (Rheinisches Schiefergebirge, Dill-Mulde). — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 33, Wiesbaden 1960.
- KREKELER, F.: Geologische Untersuchungen in der nördlichen Lahnmulde. — Ber. Oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilkde., 12, Gießen 1928.
- LECOMPTÉ, M.: Quelques précisions sur le phénomène récifal dans le dévonien de l'Ardenne et sur le rythme sédimentaire dans lequel il s'intègre. — Bull. Inst. Royal des Sciences Nat. de Belgique, 32, 21, Bruxelles 1956.
- LEHMANN, E.: Eruptivgesteine und Eisenerze im Mittel- und Oberdevon der Lahnmulde. — Wetzlar 1941.
- LIPPERT, H. J.: Zur Gesteins- und Lagerstättenbildung in Roteisensteingruben des östlichen Dill-Gebietes. — Abh. senckenberg. naturforsch. Ges., 485, S. 1—30, Frankfurt 1951.
- McKEE, E. D. & WEIR, D. W.: Terminology for stratification and cross-stratification in sedimentary rocks. — Bull. Geol. Soc. Am., 64, 4, S. 381—390, Baltimore 1953.
- MICHELS, FR.: Das Roteisensteinvorkommen der Grube „Neuelust“ bei Nanzenbach (Dillkreis). — Senckenbergiana, 3, 3/4, Frankfurt 1921.
- PROKOPOVICH, N.: The nature of corrosion zones in the Middle Ordovician of Minnesota. — J. Sed. Petrol., 25, 3, S. 207—215, Menasha 1955.
- QUADE, H.: Die Betriebsabteilung Ottilie der Grube Eisenfeld bei Philippstein. Eine geologische Aufnahme. — Arch. Harz-Lahn-Erzbergbau AG 1959.
- Zur Geologie der südwestlichen Braunfels-Wetzlarer Oberdevonmulde (Lahnmulde). — Unveröffentl. Diplomarbeit Gießen 1961.
- Entstehung und Ausbildung der Roteisensteinlagerstätte Eisenfeld bei Philippstein im Oberlahnkreis. — Unveröffentl. Dissertation Gießen 1963.
- RABIEN, A.: Zur Stratigraphie und Fazies des Ober-Devons in der Waldecker Hauptmulde. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 16, Wiesbaden 1956.
- RÖSLER, H. J.: Zur Petrographie, Geochemie und Genese der Magmatite und Lagerstätten des Oberdevons und Unterkarbons in Ostthüringen. — Freib. Forsch.-H., C 92, S. 1 bis 275, Berlin 1960 (1960a).
- SANNEMANN, D.: Oberdevonische Conodonten (to II α). — Senckenbergiana, 36, S. 123 bis 156, Frankfurt 1955.
- SCHMIDT, H.: Die bionomische Einteilung der fossilen Meeresböden. — Fortschr. Geol. Pal., XII, 38, S. 1—154, Berlin 1935.
- TWENHOFEL, W. H.: Coral and other Organic reefs in geologic column. — Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., 34, 2, S. 182—202, Tulsa 1950.
- WEISS, M. P.: Corrosion zones: a modified hypothesis of their origin. — J. Sed. Petr., 28, 4, S. 486—489, Menasha 1958.
- WILSON, W. B.: Reef definition. — Bull. Am. Ass. Petrol. Geol. 34, 2, S. 181, Tulsa 1950.
- ZIEGLER, W.: Conodontenfeinstratigraphische Untersuchungen an der Grenze Mitteldevon/Oberdevon und in der Adorf-Stufe. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 87, S. 7—77, Wiesbaden 1958.
- Die Conodonten aus den Geröllen des Zechsteinkonglomerates von Rossenray (südwestlich Rheinberg/Niederrhein), Fortschr. Geol. Rheinl. Westf., 6, 15 S. — Krefeld 1960.
- Taxionomie und Phylogenie Oberdevonischer Conodonten und ihre stratigraphische Bedeutung. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 38, Wiesbaden 1962.

Die Uran-Anreicherungen in den tertiären Braunkohlen Nordhessens, zugleich ein Beitrag zur geochemisch-lagerstättenkundlichen Bedeutung des radioaktiven Ungleichgewichtes

Von

STEFAN MEISL, Wiesbaden

Mit 14 Abbildungen, 8 Tabellen und Tafel 15

Kurzfassung: Tertiäre Braunkohlen-Vorkommen der Hessischen Senke und einige ihrer Begleitsedimente zeichnen sich örtlich durch eine bemerkenswerte Uranführung aus. Diese Uran-Anreicherungen sind deutlich mit Verwerfungen oder mit regionaltektonischen Elementen (Grabenzügen) verknüpft und dokumentieren damit ihren epigenetischen Charakter. Am häufigsten sind Urangehalte zwischen 100–200 g/t festgestellt worden. Örtlich kommen zwar auch wesentlich höhere Urangehalte (bis zu 0,45% U) vor, wirtschaftlich interessante Vorräte fehlen jedoch überall. Genetisch von größter Bedeutung ist, daß zwischen Uran und seinen Folgeprodukten kein radioaktives Gleichgewicht besteht. Das radioaktive Ungleichgewicht äußert sich in einem markanten Fehlbetrag an Folgeprodukten. Die Hauptmenge des Urans ist adsorptiv an huminsäurereiche Kohlepartikelchen gebunden; definitive Uranminerale fehlen. Dagegen ist das durch den Uranzerfall gebildete Radium örtlich als Radiobaryt mineralisch fixiert.

Die beschriebenen Uran-Anreicherungen sind frühestens im Quartär entstanden. Das Uran stammt aus dem tieferen Untergrund und ist entweder aus dem Kupferschiefer oder aus einem tiefer gelegenen (vermutlich variscischen) Urandepot herzuleiten.

Abstract: Tertiary brown coal deposits of the Hessian Basin and some of their accompanying sediments locally show remarkable uranium contents. These uranium enrichments markedly are bound to faults or to other elements of regional tectonics (graben), thus demonstrating their epigenetic character. Most frequently uranium concentrations between 100 to 200 ppm occur. Though in some cases essentially higher uranium concentrations are found (0,45% U), economic deposits are not known. In genetic point of view it is of greatest importance that uranium is not in radioactive equilibrium with its daughter products, and that the radioactive disequilibrium is expressed in a marked deficit of these daughter products. It is proved that most of uranium is bound adsorptively to coal particles rich in humic acids. Independent uranium minerals are lacking whereas radium, a decay product of uranium, in some cases is fixed in Radiobarite.

The formation of the described uranium enrichments took place not before the Quaternary. The source of uranium is supposed to be in the deep underground, either in the "Kupferschiefer" or in an uranium deposit, even deeper located (probably Hercynic).

Inhalt

Einleitung	230
1. Radioaktivitätsmessungen und geologische Beobachtungen	231
2. Urangehalt, radioaktiver Gleichgewichtszustand	242
a) Methodisches	242
b) Ergebnisse	246
3. Die geochemisch-lagerstättenkundliche Bedeutung des radioaktiven Ungleichgewichts und seine Ursachen in den uranföhrnden Braunkohlen Nordhessens	250
4. Das Alter der Uran-Anreicherungen in den tertiären Braunkohlen Nordhessens	255
5. Die Uranträger und die radioaktiven Minerale in den uranföhrnden Braunkohlen	255
6. Herkunft der uranhaltigen L6sungen, genetische Vorstellungen	260
7. Zusammenfassung	262
Schriftenverzeichnis	263

Einleitung

Durch die Uranfunde in Braunkohlenvorkommen der USA und anderer Länder angeregt, richtete sich das Interesse der an der hessischen Uranprospektion beteiligten Bergbau-Unternehmen frühzeitig auf die Braunkohlenvorkommen des Kassel-Borkener-Reviere. Der erste Nachweis von Uran in Braunkohlen dieses Gebietes gelang 1956 der Gewerkschaft Brunhilde an Bohrkernen aus dem Braunkohlenfeld „Brunhilde“ bei Groenritte (Landkreis Kassel). Diese Entdeckung wirkte sich f6rdernd auf die Untersuchungen der in den benachbarten Gebieten tätigen Gesellschaften aus (PREAG, Preußische Elektrizitäts AG und BUBIAG, Braunkohlen- und Brikett-Industrie AG). Bald danach fand die PREAG (durch Messungen von J. KULICK, 1957, nachgewiesen) in ihrem Konzessionsgebiet zwei bedeutendere Strahlungsanomalien: Grube Ihringshausen-Ost und Grube Stellberg-Tiefenrod (beide bei Kassel). Diejenige in der Grube Stellberg-Tiefenrod wurde in den folgenden Jahren von M. BROSIUS (1958) und von der Bundesanstalt f6r Bodenforschung (1959, durchgef6hrt von V. P. KAHR & K. SEITZ) im Auftrage der PREAG erneut untersucht. Dabei ergab sich allerdings, daß die nachgewiesenen Vorräte keine wirtschaftliche Nutzung erm6glichen. In der Fachliteratur werden diese Uranfunde von BISGIEL (1959) erstmalig erwähnt, der die bis Ende 1958 erzielten Ergebnisse der uranprospektierenden Firmen zusammenfaßt.

Bei den oben erwähnten Untersuchungen standen naturgemäß wirtschaftliche Aspekte im Vordergrund. Genetische Fragen wurden zwar in einigen Berichten (BROSIUS 1958) angeschnitten, aber nicht eingehender behandelt. Diese Fragen näher zu untersuchen, hat sich Verfasser zum Ziele gesetzt. Dazu wurden in den Jahren 1959 bis 1961 alle zugänglichen Braunkohlenvorkommen Nordhessens sehr engmaschig vermessen. Dies f6hrte zur Entdeckung einiger neuer, bis dahin unbekannter (allerdings wirtschaftlich ebenfalls uninteressanter) Uran-Anreicherungen. Im Zuge dieser Arbeiten sind zahlreiche Proben radiometrisch und chemisch auf ihren Urangehalt untersucht worden. Darüber hinausgehend wurde mit Hilfe geeigneter Verfahren der radioaktive Gleichgewichtszustand des Urans und seiner Folgeprodukte gepr6ft und versucht, den Uranträger in der Braunkohle zu ermitteln. In der vorliegenden Arbeit wird über die Ergebnisse dieser Bem6hungen, die wichtige R6ckschlsse auf das Alter und auf die Genese der untersuchten Uran-Anreicherungen erlauben, berichtet.

Für die hilfreiche Förderung meiner Arbeit bin ich insbesondere Herrn Professor Dr. H. HENTSCHEL (Wiesbaden) zu großem Dank verpflichtet. Mein aufrichtiger Dank gilt ferner Herrn Professor Dr. E. BAIER (Mainz), Herrn Professor F. MICHELS (Wiesbaden) und Herrn Professor Dr. H. UDLUFT (Wiesbaden) für die erhaltenen Ratschläge und für das stete Interesse an meiner Arbeit. Herrn Dr. P. PFEFFER (Wiesbaden) verdanke ich zahlreiche chemische Uranbestimmungen. Für die Einführung in die Röntgen-Mineraldiagnostik danke ich Herrn Dr. v. STEINWEHR (Mainz). Herr Privatdozent Dr. G. HERMANN (Mainz) sowie Herr Dr. H. SCHNEIDER (Gießen) machten mich mit der Gamma-Spektrometrie vertraut, während Herr Professor R. COPPENS (Nancy) mich in die Arbeitsweise mit Kernemulsionen einweihte. Bei meinen erzmikroskopischen Untersuchungen war mir die Beratung von Herrn Professor Dr. P. RAMDOHR (Heidelberg) und von Herrn Professor Dr. A. HELKE (Mainz) von großem Nutzen. Wertvolle Anregungen erhielt ich auch von Herrn Professor A. SCHÜLLER † (Heidelberg). — Allen diesen Herren danke ich auch an dieser Stelle für ihre Hilfsbereitschaft. Dem Herrn Bundesminister für Wissenschaftliche Forschung (Bad Godesberg) danke ich für die finanzielle Unterstützung des Forschungsvorhabens, in dessen Rahmen diese Arbeit entstand.

Nicht zuletzt gilt mein Dank auch den technischen Mitarbeitern des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, insbesondere Herrn A. GLASER für die Hilfe im Gelände und im Laboratorium.

1. Radioaktivitätsmessungen und geologische Beobachtungen

Zur Messung der γ -Aktivität von Gesteinen in Gruben oder in Tagesaufschlüssen wurden tragbare Szintillometer (Typ LgSB der Fa. Prof. Dr. Berthold, Wildbad i. Schw. und ein von der Bundesanstalt für Bodenforschung, Hannover, entwickeltes Gerät) verwendet. Die Messungen, stets mit geologischen Beobachtungen kombiniert, erfaßten alle befahrbaren Strecken der Gruben. Sie wurden im Abstand von 1–10 m durchgeführt (allerdings bei kontinuierlicher Überwachung des Gerätes, so daß keine Indikation übergangen wurde). Die auf diese Weise erhaltenen Meßergebnisse (in Imp/min. oder in Imp/sec., je nach dem verwendeten Gerät) sind schließlich in Karten verschiedenen Maßstabes als Isoradenpläne dargestellt und geologisch ausgewertet worden.

Im Bereich der Indikationen wurden zusätzlich noch geologische und radiometrische Profile aufgenommen, miteinander korreliert und ausgewertet. Bei derartigen Profilaufnahmen richtete sich der Meßpunktabstand nach der jeweiligen Mächtigkeit der petrographisch unterscheidbaren Schichten. Da diese aber im Verhältnis zur Reichweite der γ -Strahlen oft zu gering war, mußte der störende Einfluß der aktiven Schichtglieder auf den Meßwert der zwischengelagerten inaktiven oder nur schwach aktiven Schichten ausgeschaltet werden, um eine exakte Aufnahme des radiometrischen Profils zu ermöglichen. Dies wurde durch Messung der γ -Aktivität von nach Schichtgliedern getrennt entnommenen Proben in einer transportablen Bleikammer erreicht. Bei diesem Vorgehen bot sich weiterhin noch der Vorteil, daß die genaueren radiometrischen und chemischen Uranbestimmungen im Laboratorium auf die wirklich uranföhrnden Lagen beschränkt werden konnten.

Die Variationsbreite der Strahlungsintensität in den einzelnen Vorkommen ist aus der Tab. 1 ersichtlich, in der die maximalen Strahlungswerte zusammengestellt sind.

Die in der Tabelle angegebenen Werte sind mit verschiedenen, aber gleichwertigen Geräten gemessen worden. Zum besseren Vergleich sind auch die in Imp/min

gemessenen Werte in Imp/sec ausgedrückt und diejenigen, die in Bohrlöchern bei günstiger Geometrie der Meßanordnung (4π) gemessen wurden, auf die Hälfte reduziert worden (2π -Geometrie bei den normal ausgeführten Messungen).

Tab. 1. Maximale Gamma-Aktivität in den untersuchten Vorkommen
* Reduzierte Werte, da im Bohrloch gemessen.

Vorkommen	Strahlungsträger	γ -Aktivität (Imp/sec)
Gr. Neue Hoffnung	Braunkohle	1000
Gr. Ihringshausen-Ost	„	1000
Gr. Marie-Trost	„	270
Alt. Tagebau Zeche Freudental	„	600*)
Gr. Stellberg-Wiesenschacht	„	320
Gr. Stellberg-Tiefenrod	„	2000
Gr. Stellberg-Ost	„	800
Tagebaufeld Dillich	Sandiger Ton	1000*)
Tagebaufeld Dillich	Quarzit	5500

Der in der Tabelle zum Vergleich angeführte Quarzit im Liegenden der Braunkohle gehört zwar zum Verband der flözführenden Schichten, wird jedoch wegen der mit ihm verbundenen uranführenden Kupfererzparagenese in einer gesonderten Arbeit beschrieben (MEISL 1965). An dieser Stelle sei hierzu lediglich bemerkt, daß der angeführte Meßwert sich auf ein Lesestück von etwa 100 g Gewicht bezieht, und somit die Strahlungsintensität dieses Gesteins außergewöhnlich hoch ist. Von diesem Wert abgesehen, ist, wie der Tabelle leicht zu entnehmen ist, die Gamma-Aktivität in der Grube Stellberg-Tiefenrod am höchsten.

Nach diesem kurzen Überblick folgen nun einige Beispiele, die neben einer knappen Beschreibung der geologischen Situation insbesondere die Beziehungen der Strahlungsanomalien zur lokalen Tektonik hervorheben sollen.

Abb. 1 bringt einen in der Grube Neue Hoffnung (bei Holzhausen i. Reinhardswald) aufgenommenen Isoradenplan, aus dem die unterschiedliche Gamma-Aktivität der Braunkohle deutlich hervorgeht. Während der Strahlungspegel in weiten Flözbereichen recht niedrig ist (etwa 1000 Imp/min., rd. 17 Imp/sec), fanden sich schmale Streifen stark erhöhter Intensität.

Ein in dieser Grube aufgenommenes Profil zeigt weiter sehr eindrucksvoll, daß die Strahlungsanomalien mit Verwerfungen zusammenfallen, ja, durch diese scharf lokalisiert werden (Abb. 2). Die Gamma-Aktivität erreicht an diesen Stellen maximal das 60fache des etwa 1000 Imp/min (bzw. rd. 17 Imp/sec) betragenden Normalwertes der uranfreien Braunkohle.

Im Rahmen des geologischen Aufbaus der nächsten Umgebung betrachtet ergibt der obige Befund, daß die hierbei wichtigsten, generell NNE-SSW gerichteten Verwerfungen einen schmalen tektonischen Graben begrenzen (Holzhausener Graben), der seinerseits wiederum durch WNW-ESE gerichtete Querstörungen zergliedert wird (Abb. 3). Beide Richtungen werden auch von den Strahlungsanomalien eingehalten (vgl. Abb. 1), wobei aber die Strahlungsintensität entlang der NNE-SSW gerichteten Verwerfungen wesentlich höher ist als im Bereich der Querstörungen.

Auch in der Grube Ihringshausen-Ost (bei Kassel) läßt der dort aufgenommene Isoradenplan (Abb. 4) die zwanglose Zuordnung der auffällig gestreckten Strahlungsanomalien zu den von SCHWARZ (1930) und von FINDEISEN (1952) übernommenen Störungslinien gut erkennen. Die in dieser Grube vorhandenen, mit schluffigen Sedimenten ausgefüllten ehemaligen Wasserläufe (Erosionsrinnen) können dagegen mit den Strahlungsanomalien in keinerlei Beziehungen gebracht werden.

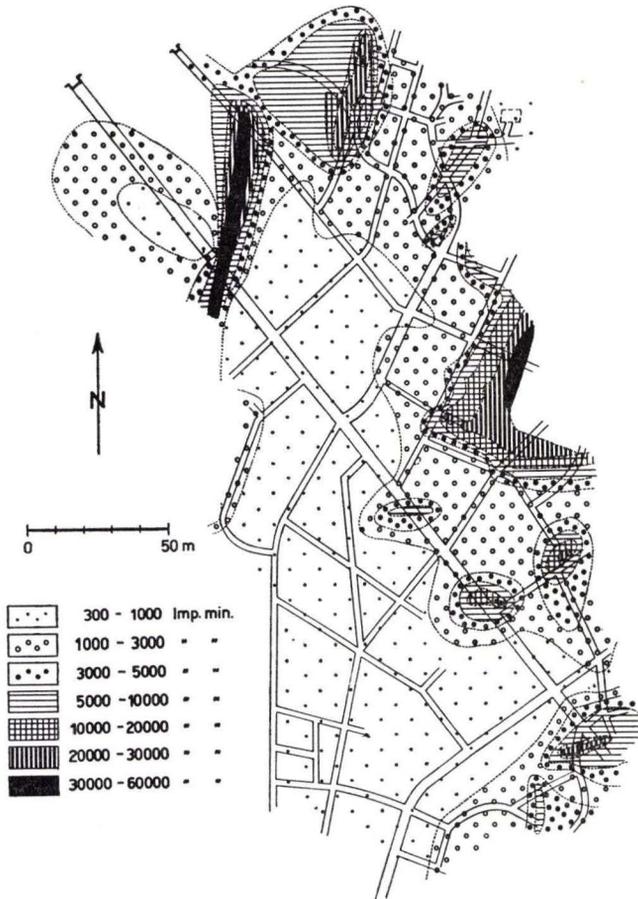


Abb. 1. Isoradenplan, aufgenommen in der Grube Neue Hoffnung bei Holzhausen im Reinhardswald. Die Uranführung der Braunkohle beschränkt sich auf schmale Streifen, die mit nachgewiesenen Verwerfungen zusammenfallen.

Ähnliche, aber noch etwas mehr ausgeprägte Beziehungen zur Tektonik des Gebietes zeigen zwei an und für sich belanglose, fast punktförmige Strahlungsanomalien im Raum Oberkaufungen, die sich an eine Randverwerfung des Kasseler Grabens anlehnen.

Dagegen lassen sich solche Beziehungen im Raum des Stellbergers (in der Nähe von Kassel) nur durch detaillierte Profilaufnahmen nachweisen. Die in diesem Raum,

speziell in der Grube Stellberg-Tiefenrod ermittelten Uran-Anreicherungen sind die bedeutendsten aller an Braunkohlen gebundenen Uranfunde Nordhessens, weshalb die hier angetroffenen Verhältnisse etwas ausführlicher besprochen werden müssen.

Von den in der Einleitung angegebenen Bearbeitern vermutete schon M. BROSIUS (1958) gewisse Beziehungen zwischen Strahlungsanomalien und vorhandenen Verwerfungen. Sie nahm an, daß die Anomalien einer im Untergrund verborgenen eggischen Störung folgen. KAHR & SEITZ (1959) konnten diese Vermutung nicht be-

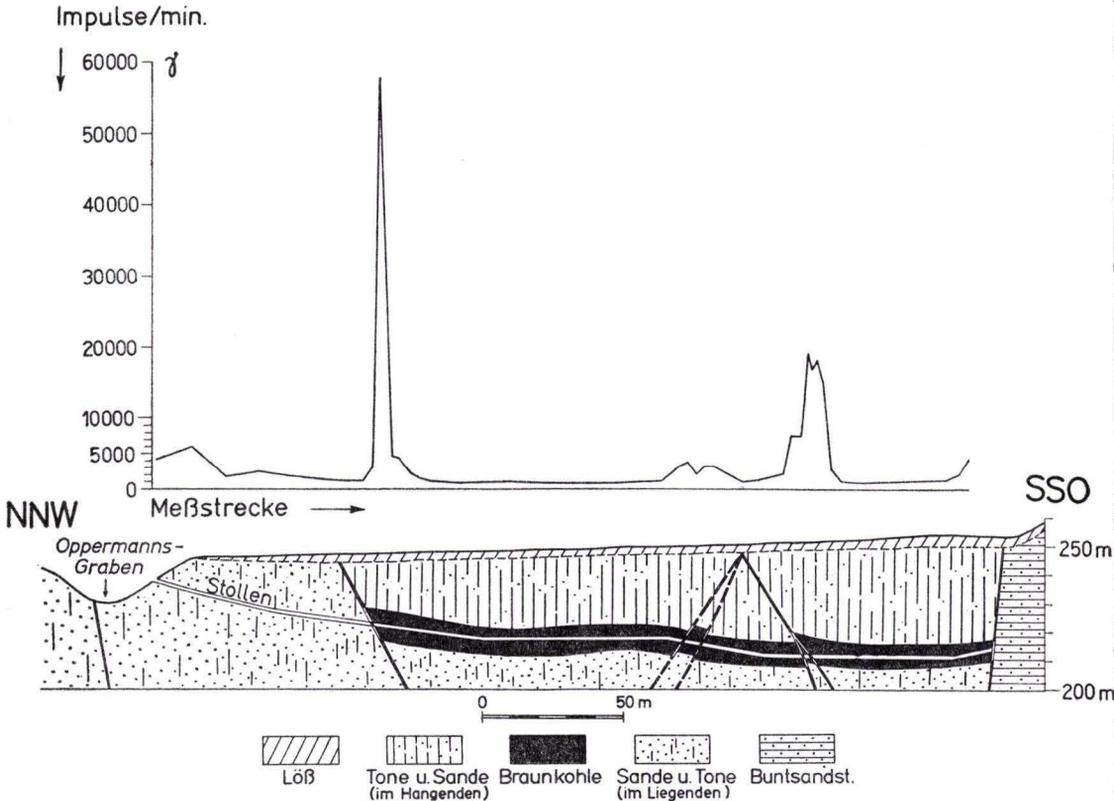


Abb. 2. Strahlungsprofil, aufgenommen in der Grube Neue Hoffnung bei Holzhausen im Reinhardswald. Erhöhte Strahlungsintensitäten treten nur im Bereich von Verwerfungen auf.

stätigen, und es sei zugleich bemerkt, daß die Strahlungsanomalien tatsächlich keinem der beiden Hauptstörungssysteme (NNE-SSW gerichtete Längsstörungen, den sog. „Flözgraben“ begrenzend und NNW-SSE gerichtete Querverwerfungen; vgl. auch STECKHAN 1952, S. 126, Abb. 26) zwanglos zugeordnet werden können. Dennoch spielen Verwerfungen bei der Lokalisierung von Uran-Anreicherungen auch in der Grube Stellberg-Tiefenrod eine unverkennbare Rolle, wie aus Abb. 5 ersichtlich ist, die auch die Heterogenität der Flözbasis vor Augen führt. Die Uranführung beschränkt sich hier ausschließlich auf die durchweg schwächtigen, zuweilen gänzlich

ausbleibenden Übergangsschichten zwischen dem eigentlichen Flöz und dem sandigen Liegenden (vgl. auch KULICK 1957; M. BROSIUS 1958; KAHR & SEITZ 1959). Aber auch innerhalb dieser dünnen Schichtenfolge kann die Uranführung zwischen weiten Grenzen schwanken (vgl. Abb. 5).

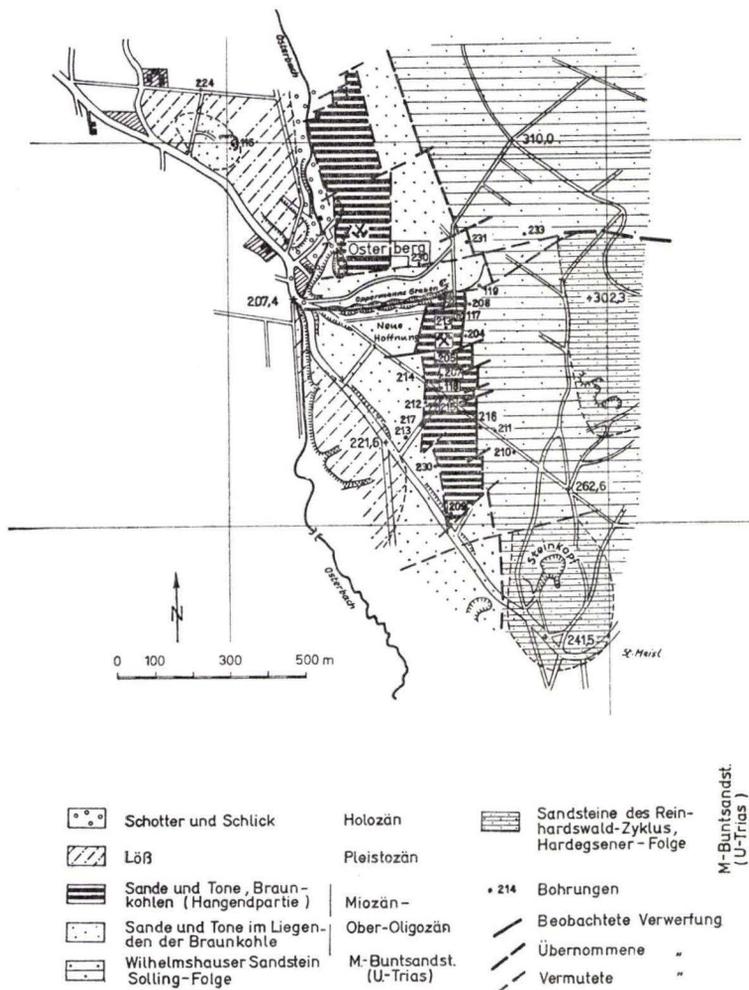


Abb. 3. Geologische Situation im Bereich des Braunkohlenvorkommens bei Holzhausen im Reinhardswald. Das Braunkohlenvorkommen liegt in einem schmalen tektonischen Graben (Holzhausener Graben).
Anmerkung: Die Solling-Folge wird neuerdings in den Oberen Buntsandstein gestellt.

Die grauen oder gelben, stellenweise auch weißen, mittelkörnigen Sande im Liegenden enthalten kein Uran. Die darauffolgende dünne kohlige sandige Eisenschwarte („Basiskruste“ in Abb. 5) ist durch besonders hohe Urangehalte ausgezeichnet, aber schon in der nächsthöchsten, nur lokal ausgebildeten Kohlenmulm-Lage (stellenweise jedoch bis zu 90 cm mächtig!) sinkt der Urangehalt, um — nach er-

heblicher Reduktion in der örtlich darüberlagernden Kohlenbrekzie – im eigentlichen Flöz einen gleichmäßigen, niedrigen Verlauf anzunehmen (unterste Kurve in Abb. 5; „Rieselkohle“, da grusig zerfallend). Die Stelle höchster Urankonzentration (hier nach der im Laboratorium erfolgten Bestimmung über 4500 g/t!) lehnt sich dabei ganz dicht an eine Verwerfung mit einer allerdings nur einige cm betragenden Sprunghöhe an.

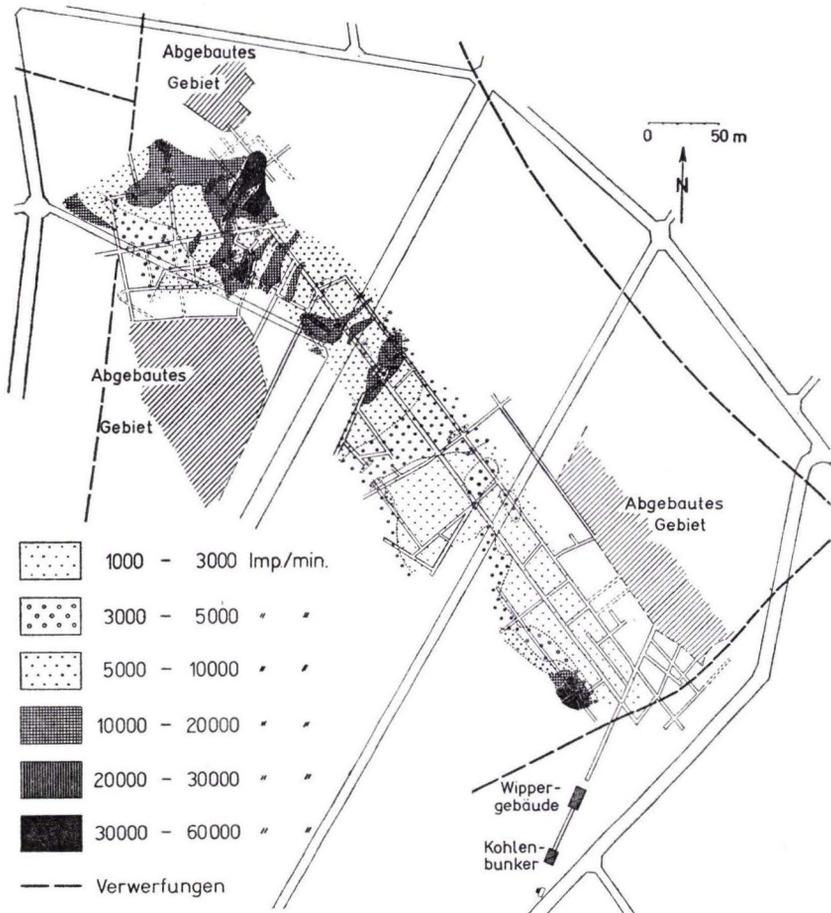


Abb. 4. Isoradenplan, aufgenommen in der Grube Ihringshausen-Ost bei Kassel. Die nachgewiesenen Strahlungsanomalien sind mit Verwerfungen korrelierbar.

In der Grube Stellberg-Tiefenrod ist das Flöz am Kontakt und in der Nähe von Basaltkörpern thermometamorph in Glanzkohle veredelt. Dasselbe Flöz ist aber in den benachbarten Gruben Stellberg-Wiesenschacht und Stellberg-Ost (wo Basalte fehlen) unverändert geblieben. Uran-Anreicherungen sind auch in diesen Gruben bekannt, aber, insbesondere in der Grube Wiesenschacht, wesentlich spärlicher, zudem schwächer als im Tiefenroder Revier. Diese auffälligen Unterschiede

versuchten KAHR & SEITZ (1959) vermutungsweise mit der thermisch bedingten Schrumpfung der Kohle im Tiefenroder Raum zu erklären. Nach ihnen könnte dadurch eine relative Anreicherung des Urans in der Glanzkohle gegenüber den unveränderten Flözteilen erfolgt sein. Wie aber soeben gezeigt wurde (vgl. Abb. 5), ist im eigentlichen, thermometamorph beeinflussten und dadurch veredelten Flöz in der Grube Stellberg-Tiefenrod („Rieselkohle“, kompakte, linsige und stengelige Glanzkohle usw., Abb. 5, unterste Kurve) keine Anreicherung des Urans festzustellen. Im übrigen ist, wie später ausgeführt wird, die Uranvererzung wesentlich jünger als der basaltische Magmatismus (d. h. als die Ursache der thermischen Kohlenveredlung in

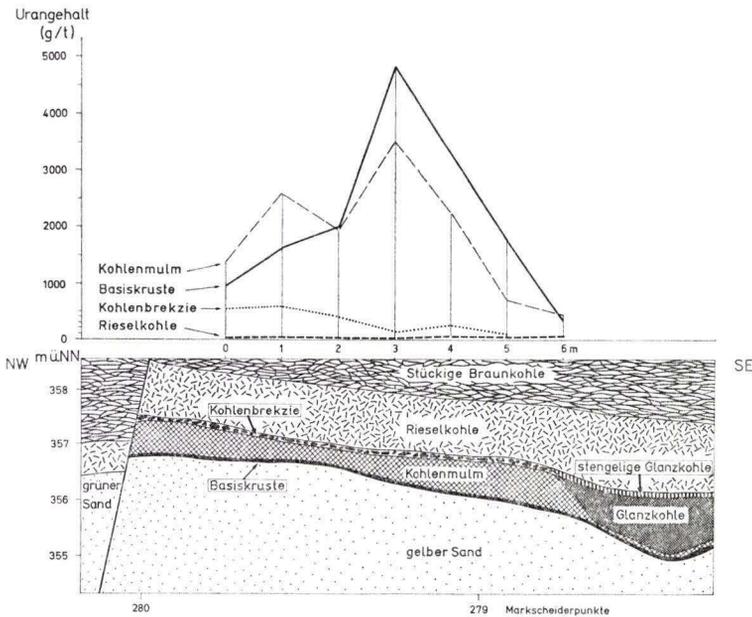


Abb. 5. Geologisch-radiometrisches Profil, aufgenommen in der Grube Stellberg-Tiefenrod (Wattenbach bei Kassel). Die Uranführung beschränkt sich auf die schwächtigen Übergangsschichten zwischen dem eigentlichen Flöz und dem sandigen Liegenden. Aber auch innerhalb dieser heterogenen Flözbasis ist die Uranführung recht unterschiedlich. Die Stelle höchster Urankonzentration lehnt sich dicht an eine kleine Verwerfung an.

diesem Gebiet). Damit entfällt die Frage nach einer möglichen Interferenz beider Vorgänge.

Weitere an Braunkohlen gebundene Strahlungsanomalien (d. h. Uran-Anreicherungen) sind noch in der Zeche Marie-Trost bei Kassel (geringfügig und flächenmäßig eng begrenzt) sowie im Braunkohlenfeld „Braunhilde“ bei Großenritte im Landkreis Kassel (Gew. Brunhilde, 1956) festgestellt worden. Beide Anomalien können vielleicht mit einer im Habichtswald als Basaltaufstiegszone bekannten eggischen Störungslinie (vgl. UDLUFT & LANG 1956) in Beziehung gebracht werden (vgl. auch Abb. 8).

Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Uran-Anreicherungen im Tertiär der Hessischen Senke ist im Raum Dillrich nicht die Kohle der wichtigste Uranträger,

obwohl auch sie örtlich schwach uranföhrnd sein kann (eine Probe enthielt 100 g U/t). Viel wichtiger sind hier in dieser Hinsicht der Braunkohlen-Quarzit (vgl. MEISL 1965) und eine braune sandige Tonschicht, beide reich an organischer Substanz, die offensichtlich auch hier wesentlich zur Fixierung des Urans beitrug. Von diesen sollen hier die an die Tonschicht gebundenen Urananreicherungen näher behandelt werden.

Diese etwa 80–100 cm mächtige sandige Tonschicht liegt inmitten einer stark tonigen Sedimentserie variabler Mächtigkeit im Hangenden des Braunkohlenflozes.

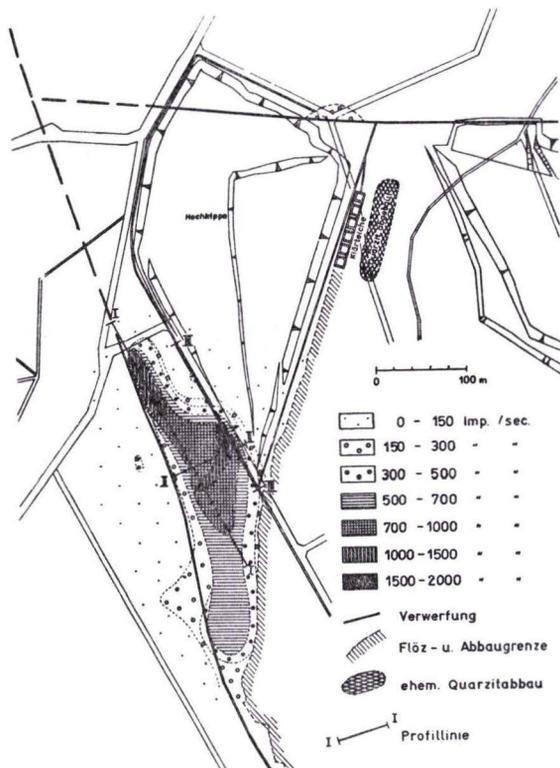


Abb. 6. Isoradenplan, aufgenommen im Bereich des Braunkohlen-Tagebaus von Dillich bei Borken. Die Uranföhrung der sandig-tonigen Sedimente im Hangenden des Braunkohlenflozes beschränkt sich im wesentlichen auf die unmittelbare Nähe einer eggischen Verwerfung.

Sie ist durch Eisenhydroxyd bräunlichrot, aber örtlich von organischer Substanz auch dunkelbraun bis schwarz gefärbt und enthält manchmal faustgroße kantige hellfarbige Quarzitgerölle, die inaktiv sind. Außerdem finden sich in diesem Sediment noch abgerundete Sandstein- und Basaltgerolle. Der Gerollinhalt, vor allem die Basaltgerolle, sprechen für ein relativ junges Alter dieses sonst fossilfreien Sedimentes, das durch Gamma-Aktivitätsmessungen in 60 zu diesem Zweck ausgeführten Bohrungen von 2–6 m Tiefe näher untersucht wurde. Die Meßergebnisse sind in der bisher geübten Weise ausgewertet und in einem Isoradenplan (Abb. 6) sowie in Profilen (Abb. 7) dargestellt.

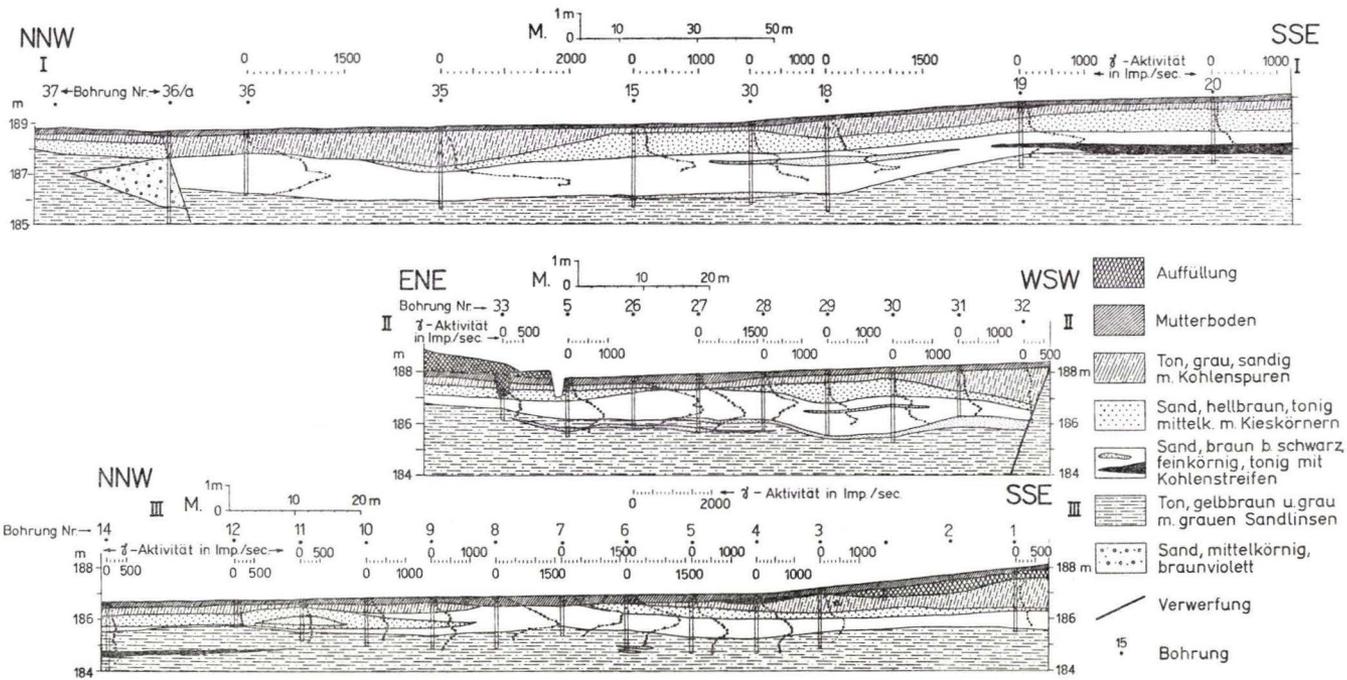


Abb. 7. Geologisch-radiometrische Profile im Bereich der Uran-Anreicherungen in den tonig-sandigen Sedimenten von Dillich bei Borken. Die Strahlungsintensität ist von der Korngrößenverteilung des Sedimentes und von der quantitativen Beteiligung der organischen Substanz im Sediment abhängig.

Aus Abb. 6 geht hervor, daß die braune sandige Tonschicht sich nur in der unmittelbaren Nähe von Verwerfungen durch erhöhte Radioaktivität auszeichnet. Die bedeutendste von den insgesamt 3 in dieser Tonlage ermittelten Strahlungsanomalien lehnt sich an eine NNW-SSE (eggisch) gerichtete Verwerfung an (südwestlich der Hochkippe, Abb. 6) und breitet sich über ein Gebiet von etwa 2 ha aus. In diesem Gebiet wurden auch die Profile (Abb. 7) aufgenommen, die eine Abhängigkeit der Strahlungsintensität von der Korngrößenverteilung im Sediment anzeigen. Zwischen- gelagerte grobe Sandlinsen sind dabei durch niedrige, tonige und an organischer Substanz reiche Linsen dagegen durch stärker erhöhte Strahlungswerte gekennzeichnet.

Überblickt man die bisher vorgetragenen Einzelergebnisse, so ergibt sich vor allem, daß die Strahlungsanomalien in ihrer überwiegenden Mehrzahl, unabhängig von der stratigraphischen Lage des Trägergesteins, mehr oder weniger deutlich von Verwerfungen lokalisiert werden. Diese Verwerfungen folgen zwar den verschiedensten Richtungen, anscheinend sind jedoch rheinische und eggische Richtungen gegenüber anderen etwas bevorzugt. Inwiefern sich hierin reelle Verhältnisse abzeichnen, kann angesichts der relativ geringen Anzahl der Beobachtungspunkte nicht statistisch geprüft werden. Diese Verwerfungen fügen sich aber in einen durch den tektonischen Großbau des Gebietes gegebenen Rahmen ein, so daß die Strahlungsanomalien zwangsweise auch zu den regionaltektonischen Bauformen des untersuchten Raumes gewisse Beziehungen aufweisen müssen. Um diese zu veranschaulichen, sind die Strahlungsanomalien in eine tektonische Übersichtskarte eingetragen (Abb. 8)¹⁾.

Abb. 8 zeigt nun erwartungsgemäß, daß alle Strahlungsanomalien unverkennbare Beziehungen zu den tektonischen Gräben oder grabenähnlichen Senken der nordhessischen Gebiete aufweisen. Sie treten bevorzugt an den Randspalten dieser Gräben auf, wie z. B. bei Holzhausen und Dillich. Die Uran-Anreicherungen in der Grube Ihringshausen-Ost und in den Gruben des Stellberges können mit der „Gebensteiner Störungszone“ (RÖSING 1959) in Verbindung gebracht werden, deren Grabencharakter allerdings noch nicht eindeutig bewiesen ist. Die Anomalien bei Oberkaufungen liegen wiederum deutlich am Rande des Kasseler Grabens.

Die saxonischen Grabenzüge sind bekanntlich während der jungkimmerischen Bewegungsphase (Wende Jura/Kreide) entstanden und damit wesentlich älter als die durch Uran-Anreicherungen ausgezeichneten Tertiärschichten. Bekanntlich sind aber auch die jungtertiären Bewegungen an saxonisch vorgeprägten Bahnen erfolgt, wodurch die konvergenten Formen im mesozoisch-tertiären Deckgebirge verständlich werden (MURAWSKI 1960). Diese Verwerfungen dienten offenbar als Migrationswege für die uranhaltigen Lösungen. In welcher erdgeschichtlichen Epoche diese Migration stattgefunden hat, kann aus dem geschilderten Erscheinungsbild allein nicht objektiv beantwortet werden.

¹⁾ Als Grundlage zu Abb. 8 dienten alle bisher erschienenen und alle im Archiv des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung lagernden unveröffentlichten geologischen Spezialkarten, ferner die Veröffentlichungen von MARTINI (1937), UDLUFT & LANG (1956 u. 1957), die Übersichtskarte der saxonischen Gebirgsbildung (STILLE 1922) und die Geologische Übersichtskarte von Hessen 1:300 000 (RÖSING 1960).

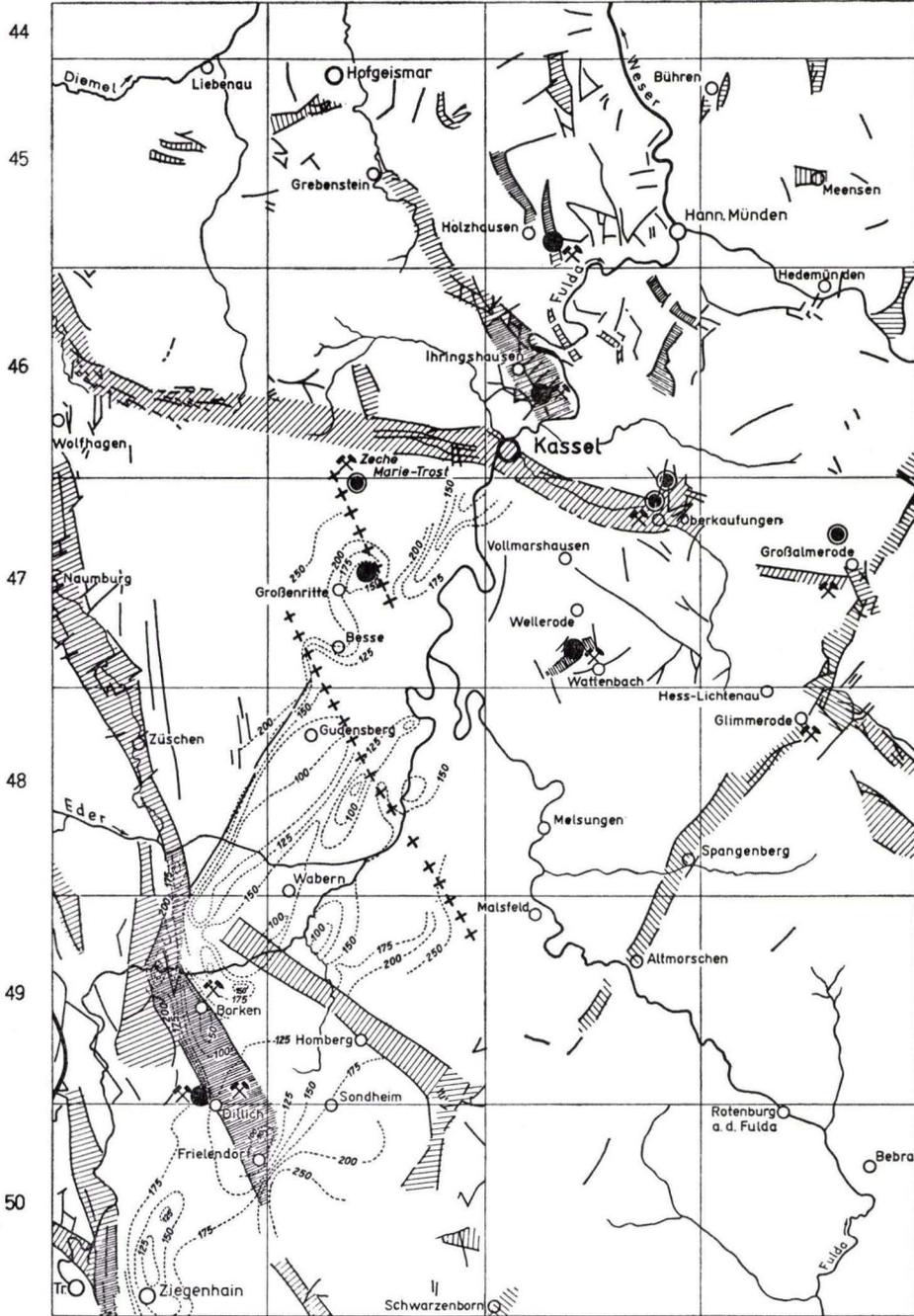


Abb. 8. Tektonische Übersichtskarte der Niederhessischen Senke. M. 1:400000. Außer den tektonischen Grabenzügen und Verwerfungen sind hier auch die Höhenlinien der Tertiärbasis (gestrichelte Linien) und zwei als Basalt-Aufstiegszonen bekannte Störungslinien (Kreuzchen) dargestellt worden. Voll ausgefüllte Kreise bezeichnen Vorkommen mit einer maximalen Urankonzentration $> 300 \text{ g U/t}$; Vorkommen mit Urangehalten $< 300 \text{ g U/t}$ werden mit einem Doppelkreis gekennzeichnet, wobei nur der innere Kreis ausgefüllt worden ist. Alle nachgewiesenen Uran-Anreicherungen zeigen deutliche Beziehungen zu den regionaltektonischen Bauformen des untersuchten Raumes. Sie treten bevorzugt an den Randspalten der für die niederhessischen Gebiete so charakteristischen Grabenzüge auf.

2. Urangehalt, radioaktiver Gleichgewichtszustand

a) Methodisches

Der effektive Urangehalt der genommenen Proben wurde überwiegend radio-metrisch mit der „Gleichgewichts-Methode“ nach EICHHOLZ, HILBORN & MCMAHON (1953) bestimmt. Dabei wird gleichzeitig sowohl die β - als auch die γ -Aktivität des Gesteins gemessen. Aus den auf diese Weise ermittelten Uranäquivalenten kann der effektive Urangehalt mit Hilfe der folgenden Beziehung berechnet werden:

$$U = eU\beta (a + 1) - eU\gamma,$$

wobei $eU\beta$ und $eU\gamma$ die bereits erwähnten Uranäquivalente und a eine empirisch ermittelte Konstante sind²⁾.

Die Konstante a ergibt sich, wenn man die β -Zählraten ($M\beta$) eines im radioaktiven Gleichgewicht befindlichen Eichpräparates (Pechblende) und eines aus Uranoxyd (ohne Folgeprodukte) zueinander in Beziehung setzt:

$$a = \frac{M\beta \text{ Pechblende}}{M\beta \text{ Uranoxyd}} \approx 1,3 \text{ (EICHHOLZ, HILBORN \& MCMAHON 1953)}$$

Diese Konstante wurde bei der verwendeten Geräte-Kombination (Strahlungsmeßgeräte der Fa. Friesecke & Hoepfner, Typ FH 90 und der Fa. Siemens & Halske, Typ DMZ) und den verwendeten Eichpräparaten [Joachimsthaler Pechblende mit Quarzmehl verdünnt und Uranoxyd von der Fa. Merck (reinst)] in guter Übereinstimmung mit dem EICHHOLZ'schen Wert gefunden (1,31).

Die Grundlage dieses Verfahrens ist die ungleiche Verteilung der β - bzw. γ -strahlenden Nuklide innerhalb der Uran-Familie. Die γ -Strahlung der Uranreihe wird bekanntlich überwiegend von den Folgeprodukten des Radiums (Ra^{226}), insbesondere vom Pb^{214} (RaB) und vom Bi^{214} (RaC) emittiert (vgl. u. a. EICHHOLZ, HILBORN & MCMAHON 1953 und Abb. 9, 11 a - c).

Der Beitrag des Th^{234} (UX_1) und des Pa^{234} (UX_2) zur Gesamt-Gamma-Strahlung der Uran-Reihe macht nur wenige Prozente aus und kann zunächst (nach EICHHOLZ und Mitarb.) vernachlässigt werden³⁾.

In der von der Uran-Reihe emittierten β -Strahlung haben dagegen die unmittelbaren Folgeprodukte des Urans und des Radiums etwa den gleichen Anteil. Insbesondere der Beitrag des Th^{234} (UX_1) und des Pa^{234} (UX_2) (beide unmittelbare Folgeprodukte des U^{238}) ist hierbei wesentlich.

Auf Grund dieser Unterschiede zwischen β - und γ -Strahlung kann die Uran-Familie schematisch in die sogenannte „Uran-Gruppe“ und in die „Radium-Gruppe“ aufgeteilt werden, wobei letztere für die gemessene γ -Strahlung fast allein verantwortlich ist. Bei radioaktivem Gleichgewicht ist der Strahlungsbeitrag beider Gruppen sowohl zur β - als auch zur γ -Strahlung gleich groß, während er es im Falle des radioaktiven Ungleichgewichts nicht ist.

²⁾ Deutschsprachig wurde die Ableitung der obigen Beziehung von ROTHE (1959) ausführlich referiert.

³⁾ De LANGE (1956) empfiehlt auch die Berücksichtigung des geringen γ -Anteiles der „Uran-Gruppe“. Darauf konnte jedoch verzichtet werden, da die Genauigkeit der Ergebnisse dadurch nicht wesentlich gesteigert wird.

Dies folgt aus der bekannten Definition des radioaktiven Gleichgewichts: Das radioaktive Gleichgewicht hat sich eingestellt, wenn der durch den Zerfall eines Tochterelementes eingetretene Verlust desselben durch die Nacherzeugung aus seiner Muttersubstanz gerade kompensiert wird. Das Verhältnis der vorhandenen Atome beider Substanzen (N_1/N_2) und das Verhältnis der Zerfallsraten bleiben in diesem Falle konstant. In der üblichen mathematischen Ausdrucksweise gelten dann:

$$\frac{dN_1}{dt} = \lambda_1 N_1 \tag{1}$$

$$\text{und } \frac{dN_2}{dt} = \lambda_2 N_2 \tag{2}$$

$$\text{sowie } \frac{dN_1}{dt} = \frac{dN_2}{dt} = \lambda_1 N_1 = \lambda_2 N_2 \tag{3}$$

$$\text{oder } \lambda_1 N_1 - \lambda_2 N_2 = 0 \tag{4}$$

Für beliebig viele aufeinanderfolgende Zerfallsprodukte einer Zerfallsreihe ergibt sich daraus der Satz:

$$\lambda_1 N_1 = \lambda_2 N_2 = \lambda_3 N_3 \dots \lambda_n N_n = \text{konst.} \tag{5}$$

Aus dem Satz (5) folgt, daß im Falle des radioaktiven Gleichgewichts die Zahl der zerfallenden Atome und die Zahl der emittierten Korpuskularstrahlen die gleiche ist, ferner, daß auch die Strahlungsintensitäten für alle Glieder der Reihe die gleichen sind (vgl. MEYER & SCHWEIDLER 1916, S. 51–52).

In die Praxis umgesetzt bedeutet es, daß die radiometrisch bestimmten Uran-gehalte (unabhängig von der Strahlungsart, die bei ihrer Bestimmung zugrunde gelegt worden ist) untereinander gleich sein müssen, wenn das radioaktive Gleichgewicht gegeben ist. Außerdem müssen sie sich mit den chemisch bestimmten Uran-gehalten (unter Berücksichtigung der Fehlergrenze) decken.

Bei Nichtübereinstimmung dieser Werte kann das Ausmaß der Abweichung vom radioaktiven Gleichgewicht mit einem Koeffizienten $p = \frac{eU\gamma}{U}$ (Gleichgewichtsfaktor)

angegeben werden. Im Gleichgewichtsfaktor p haben wir aber gleichzeitig eine relative Maßzahl des radioaktiven Ungleichgewichts. Mit seiner Hilfe können folgende Fälle unterschieden werden:

- 1. ... $p = 1$ radioaktives Gleichgewicht
- 2. ... $p \neq 1$ radioaktives Ungleichgewicht
- a) ... $p < 1$ Uran-Defizit (= Überschuß an Folgeprodukten)
- b) ... $p > 1$ Fehlbetrag an Folgeprodukten (= Uran-Überschuß).

Durch den Gleichgewichtsfaktor p zeigen sich nur dann reelle Verhältnisse an, wenn die Thorium-Reihe, die ein Ungleichgewicht vortäuschen kann, abwesend ist und allein die Uran-Reihe zur gemessenen Strahlung beiträgt.

Die eventuelle Anwesenheit der Thorium-Reihe kann außer einer chemischen Th-Bestimmung u. a. auch mit Hilfe von γ -Spektren nachgewiesen werden, die sich ihrerseits ebenfalls zum Studium des radioaktiven Gleichgewichts- bzw. Ungleichgewichtszustandes eignen. Die Auswertung von γ -Spektren stellt somit eine Kontrollmöglichkeit der mit der Gleichgewichts-Methode erzielten Ergebnisse hinsichtlich

Die Strahlungsenergie der übrigen unmittelbaren Folgeprodukte des Urans (Th^{234} , U^{234} , Th^{230}) überschreitet dagegen die Grenze 0,15 MeV nicht (Abb. 9, vgl. auch HURLEY 1956a). Die zugehörigen Linien häufen sich im Anfangsteil des Spektrums, sie werden nicht aufgelöst und bilden eine einzige intensive durch Überlagerung entstandene Linie. Aus diesem Grunde sind der Verwendung von γ -Spektren zum Studium des radioaktiven Gleichgewichts gewisse Grenzen gesetzt, da die Mengenverhältnisse der zu dieser Linie beitragenden Isotope ohne radiochemische Abtrennung dieser Nuklide nicht bestimmt werden können.

Theoretisch kann das radioaktive Ungleichgewicht nur dann exakt beschrieben, gekennzeichnet und gedeutet werden, wenn die Abweichungen von der nach dem Zerfalls-Gesetz berechneten Gleichgewichtsmenge für jedes Nuklid der Reihe getrennt bestimmt werden können. Dabei müssen außer den Nukliden der Uran-Familie auch diejenigen der Thorium- und Aktinium-Reihe berücksichtigt werden. Eine exakte Methode zur Bestimmung des Mengenanteils der wichtigsten Nuklide hat ROSHOLT (1958) ausgearbeitet. Dabei werden die einzelnen Nuklide radiochemisch mit Hilfe von geeigneten Trägersubstanzen ausgefällt, abgetrennt und ihre Mengen durch Strahlungsmessungen bestimmt. Die erzielten Ergebnisse werden jedoch nicht absolut, sondern in auf den Urangehalt bezogene Äquivalent-Mengen ausgedrückt. Die für diese Methode notwendigen Einrichtungen standen mir leider nicht zur Verfügung.

Eine annähernde, qualitative Kennzeichnung des radioaktiven Gleichgewichts- bzw. Ungleichgewichts-Zustandes ist mit Hilfe der γ -Spektren in einem gewissen Umfange jedoch auf folgendem Wege möglich:

Die Abweichungen vom radioaktiven Gleichgewicht müssen im γ -Spektrum eine entsprechende Intensitätsverschiebung der einzelnen Nukliden zugehörigen Linien zur Folge haben. Am empfindlichsten werden hierbei die Intensitätsänderungen durch die charakteristische Linie des $\text{Bi}^{214} \gamma_1$ (RaC) bei 0,609 MeV angezeigt. Diese Intensitätsänderung muß mit einer gegenläufigen Intensitätsverschiebung im Energiebereich 0,05–0,15 MeV („Uran-Gruppe“) verbunden sein. Das Intensitätsverhältnis beider Linien wird die relativen Konzentrationsverschiebungen ausdrücken und kann demzufolge als relatives Maß für die Abweichungen radioaktiven Gleichgewichts verwendet werden. Der Einfachheit halber wird im folgenden die Intensität der $\text{Bi}^{214} \gamma_1$ -Linie mit I_{RaC} , diejenige der Linie im Energiebereich 0,05–0,15 MeV mit I_U^* bezeichnet. Das Verhältnis (V) kann dann mit der Symbolik: $V = I_U^*/I_{\text{RaC}}$ ausgedrückt werden. Das gleiche Verhältnis muß aber auch für ein im radioaktiven Gleichgewicht befindliches Eichpräparat ermittelt werden, um eine Bezugsbasis (V_o) für die Werte (V) zu erhalten. Für die Bezugsbasis (V_o) wird der Wert $V_o = 1$ gesetzt. Alle V -Werte müssen demzufolge durch (V_o) dividiert werden ($V/V_o = y$). Da aber dem auf diese Weise erhaltenen y -Wert ähnliche radiophysikalische Sachverhalte zugrunde liegen wie dem Gleichgewichtsfaktor p , können mit ersterem ebenfalls zwei Fälle unterschieden werden:

1. $y \approx 1$ radioaktives Gleichgewicht
2. $y \neq 1$ radioaktives Ungleichgewicht
- a) $y < 1$ Uran-Defizit = Folgeprodukte-Überschuß
- b) $y > 1$ Uran-Überschuß = Fehlbetrag an Folgeprodukten.

Das hier gegebene Alternativ-Verfahren kann zwar keinen Anspruch auf große Genauigkeit erheben, es verhilft aber, ebenso wie die p -Werte (Gleichgewichtsfaktor),

zu einer groben Orientierung über das Vorzeichen der Abweichungen vom radioaktiven Gleichgewicht. Da I_U^* im allgemeinen größer als I_{RaC} ist, kann man erwarten, daß die y -Werte den p -Werten etwa umgekehrt proportional sein werden (vgl. Tab. 6).

Der verwendete einfache Verhältnis-Wert (V bzw. y) bietet den Vorteil, daß die Konzentrations-Unterschiede zwischen Probe und Eichpräparat automatisch ausgeschaltet werden. Die Dichte-Unterschiede zwischen Probe und Eichpräparat wären allerdings noch zu berücksichtigen. Sie beeinflussen aber die Intensitätsverhältnisse nur unwesentlich, wenn die Schichtdicke der Probe nicht groß ist. Dies zeigen die für die mit Kohle und mit Quarz verdünnten Eichpräparate ermittelten V -Werte, die trotz erheblicher Dichte-Unterschiede nur unwesentlich differieren ($V_{\text{Quarz}} = 5,40$; $V_{\text{Kohle}} = 5,46$). Der dadurch entstandene Fehler konnte bei diesem sowieso groben Verfahren vernachlässigt werden.

b) Ergebnisse

Aus den im Abschnitt I besprochenen Vorkommen wurden insgesamt 516 Proben radiometrisch auf ihren Uragehalt untersucht.

Zur Kontrolle der radiometrischen Uranbestimmungen wurden von Herrn P. PFEFFER im Chemischen Laboratorium des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung etwa 300 chemische Uranbestimmungen durchgeführt, wobei verschiedene Bestimmungsverfahren (fluorimetrische, kolorimetrische und gewichtsanalytische) angewendet worden waren. Unabhängig davon sind einzelne Parallelbestimmungen noch im Chemischen Laboratorium der Preussag, im Chemischen Laboratorium des Geologischen Landesamtes von Rheinland-Pfalz zu Mainz und im Anorganisch-Chemischen Institut der Johannes-Gutenberg-Universität zu Mainz angefertigt worden, um den möglichen Streubereich der chemischen Verfahren abzugrenzen.

Etwa die Hälfte der Proben stammt aus der Grube Stellberg-Tiefenrod. Im übrigen ist aus nachstehender Tabelle (Tab. 2) ersichtlich, wie die Proben auf die einzelnen untersuchten Vorkommen verteilt sind.

Tab. 2. Verteilung der radiometrisch untersuchten Proben auf die einzelnen Vorkommen im nordhessischen Tertiär

*Brauner sandiger Ton. Ohne Vermerk: Braunkohlen.

Vorkommen	Zahl der Proben
Grube Neue Hoffnung (Holzhausen im Reinhardswald)	33
Grube Ihringshausen-Ost (Kassel-Wolfsanger)	96
Grube Stellberg-Tiefenrod (Wattenbach)	261
Grube Stellberg-Wiesenschacht (Wattenbach)	1
Grube Stellberg-Ost (Wattenbach)	2
Grube Marie-Trost (Kassel)	10
Raum Oberkaufungen (alter Tagebau am Grafen-Weinberg)	29
Raum Dillich-Stolzenbach (bei Borken)	84*

Entsprechend der starken Schwankungen der im Gelände gemessenen Strahlungsintensität (vgl. Tab. 1) schwanken auch die radiometrisch bestimmten Uragehalte zwischen breiten Grenzen.

Am häufigsten wurden Urankonzentrationen zwischen 100–200 g/t bestimmt (Abb. 10).

Die Häufigkeit der höheren Urankonzentration zeigt eine stark abnehmende Tendenz (s. Abb. 10). Die Grenze 600 g U/t wird nur in Proben aus den Braunkohlen-gruben Stellberg-Tiefenrod, Stellberg-Ost, Ihringshausen-Ost und im Braunkohlen-Quarzit von Dillich (vgl. MEISL 1965) überschritten. Nur zwei Braunkohlen-Proben (beide aus der Grube Stellberg-Tiefenrod) und zwei Quarzit-Proben (vgl. MEISL 1965) zeigen eine über 3000 g U/t hinausgehende Urankonzentration an.

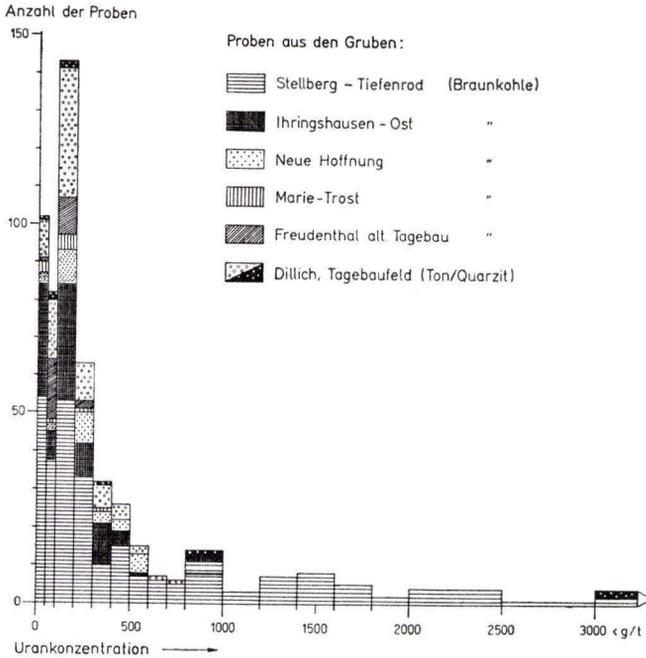


Abb. 10. Häufigkeit der verschiedenen Urankonzentrationen in den Uran-Anreicherungen im nordhessischen Tertiär.

Die in den einzelnen Vorkommen bestimmten maximalen Urangelhalte sind in Tab. 3 zusammengefaßt (Urangelhalte des Braunkohlen-Quarzits von Dillich wurden in Tab. 3 nicht aufgenommen).

Aus der Tab. 3 ist ersichtlich, daß die mit den beiden voneinander unabhängigen Methoden (radiometrisch und chemisch) gewonnenen Werte relativ gut übereinstimmen.

Dieser Grad der Übereinstimmung konnte jedoch nur im Falle der stärker aktiven Proben erreicht werden. Die Diskrepanzen werden infolge der wachsenden Ungenauigkeit beider Bestimmungsverfahren im Bereich niedriger Urankonzentrationen mit abnehmenden Urangelhalten immer größer.

Im Gegensatz dazu sind aber große Abweichungen zwischen den mit der γ - bzw. β -Zählmethode errechneten Uranäquivalenten zu verzeichnen. Keiner der beiden

Werte stimmt wiederum mit den chemisch bestimmten Urangehalten überein. Darin dokumentiert sich, daß sich Uran in den untersuchten Proben nicht im radioaktiven Gleichgewicht mit seinen Folgeprodukten befindet.

Tab. 3. Maximale Urangehalte in den einzelnen Vorkommen des nordhessischen Tertiärs

Vorkommen	Probe-Nr.	Probenmaterial	Urangehalt				Gleichgewichtsfaktor $p = \frac{eU\gamma}{U}$
			radiometrisch			chemisch ²⁾ U (g/t)	
			γ -Zählg. eU γ (g/t)	β -Zählg. eU β (g/t)	Be-rechn. ¹⁾ U (g/t)		
Neue Hoffnung	158	Braunkohle	246,5	359	506,0	500	0,487
Ihringshausen-Ost	237	„	207,5	500,5	881,4	900	0,235
Stellbg.-Tiefenrod	146	„	1216	1800	2570	2400	0,473
Stellbg.-Tiefenrod	374	„	3025	3775	4745	4500	0,638
Oberkaufungen	269	„	110	155	213,0	250	0,517
Marie-Trost	594	„	134	207,2	302,3	n. b.	0,443
Dillich	602	„	190	121,5	162,5	166	0,552
Dillich	652	Sand, tonig	300	480,8	713	710	0,421

Da die aufgenommenen γ -Spektren die Abwesenheit der Thorium-Reihe in den Proben aus Nordhessen erwiesen haben, gibt die Gleichgewichtsmethode, wenn auch ein relativ grobes, so doch ein reelles Bild über das radioaktive Ungleichgewicht.

Für eine überwiegende Mehrzahl der untersuchten Proben ist ein Fehlbetrag an Folgeprodukten festzustellen.

Aus der Tab. 3 ist ersichtlich, daß dies insbesondere für die stark aktiven Proben ausnahmslos zutrifft. Für die Proben aus dem nordhessischen Tertiär kann folgende Statistik aufgestellt werden:

Tab. 4. Häufigkeit der Abweichungen vom radioaktiven Gleichgewichtszustand in den Uran-Anreicherungen in tertiären Sedimenten Nordhessens

rad. Gleichgewichtszustand	Anzahl der Proben	%
$p < 1$ (Uran-Überschuß)	451	87,40
$p \approx 1$ (annähernd im rad. Gleichgewicht)	10	1,94
$p > 1$ (Folgeprodukte-Überschuß)	55	10,66
Gesamtzahl der Proben:	516	100,00

¹⁾ Nach der Formel von EICHHOLZ, HILBORN & McMAHON 1953.

²⁾ Anal.: P. PFEFFER 1960—61.

n.b. Nicht bestimmt.

U: Effektiver Urangehalt; eU γ und eU β : Uranäquivalente.

Da, wie erörtert, die radiometrische Uranbestimmung bei Proben mit niedriger Urankonzentration ungenau ist, und demzufolge auch die Aussagekraft des p -Wertes hinsichtlich des radioaktiven Gleichgewichtszustandes fraglich wird, empfiehlt sich bei einer derartigen statistischen Betrachtung, die schwach aktiven Proben unberücksichtigt zu lassen, um ein deutlicheres Bild zu bekommen. Wenn man aber aus Tab. 4 die Proben, die einen Urangehalt von weniger als 100 g/t aufweisen, ausklammert, ergibt sich folgende revidierte Aufstellung (Tab. 5):

Tab. 5. Häufigkeit der Abweichungen vom radioaktiven Gleichgewichtszustand in den Uran-Anreicherungen in tertiären Sedimenten Nordhessens (für Proben mit einem Urangehalt > 100 g/t)

rad. Gleichgewichtszustand	Anzahl der Proben	%
$p < 1$ (Uran-Überschuß)	319	95,51
$p \approx 1$ (annähernd im rad. Gleichgewicht)	4	1,20
$p > 1$ (Folgeprodukte-Überschuß)	11	3,29
Gesamtzahl der berücksichtigten Fälle:	334	100,00

Diese Zahlen rechtfertigen die einleitend vorweggenommene Feststellung: Das radioaktive Ungleichgewicht ist in den Uran-Anreicherungen im nordhessischen Tertiär durch einen markanten Fehlbetrag an Folgeprodukten gekennzeichnet. Es handelt sich dabei durchaus um den Allgemeinfall, dem eine verschwindend kleine Anzahl von Ausnahmefällen gegenübersteht.

Wie bereits im ersten Teil dieses Abschnittes ausführlich auseinandergesetzt, eignen sich auch γ -Spektren zum Studium des radioaktiven Gleichgewichts- bzw. Ungleichgewichtszustandes.

Systematische Untersuchungen dieser Art am nordhessischen Probenmaterial konnte ich nicht durchführen, da mir die dafür notwendigen Instrumente nicht zur Verfügung standen. Einige repräsentative Proben habe ich aber in verschiedenen Instituten untersuchen können (Physikalisches Institut der Justus Liebig-Universität in Gießen, Anorganisch-Chemisches Institut der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz). Drei von diesen Proben stammen aus den in dieser Arbeit behandelten Vorkommen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen (y -Werte) sind in der Tab. 6 zusammengestellt und mit den durch die „Gleichgewichtsmethode“ gewonnenen p -Werten verglichen.

Tab. 6. Das radioaktive Ungleichgewicht auf Grund der spektralen Untersuchung der γ -Strahlung

Probe-Nr.	Vorkommen	Probenmaterial	y	$p = \frac{eU\gamma}{U}$	Abb. Nr.
237	Grube Ihringshausen-Ost	Braunkohle	1,716	0,235	11 a
146	Grube Stellberg-Tiefenrod	„	1,240	0,473	11 b
165	Grube Stellberg-Tiefenrod	„	0,910	0,877	11 c

Der Tabelle kann man entnehmen, daß in zwei Fällen sowohl die p - als auch die γ -Werte gleichsinnig einen Fehlbetrag an Folgeprodukten für die untersuchten Proben anzeigen. Aus der Definition beider Werte folgt ihre umgekehrte Proportionalität (vgl. Abschn. 2a), die jedoch nicht so vollkommen ist, als nach dem ihnen zugrunde gelegten ähnlichen radiophysikalischen Sachverhalt erwartet werden könnte. Dies mag darauf zurückzuführen sein, daß beide Werte das radioaktive Ungleichgewicht nur grob und global kennzeichnen. Für die Probe 165 ergaben sich einander widersprechende Werte.

Zu den in den Abb. 11a–11c wiedergegebenen γ -Spektren sei folgendes erläutert:

Das γ -Spektrum der Probe 237 aus der Grube Ihringshausen-Ost (Abb. 11a) zeigt die vollständige Abwesenheit der Thorium-Reihe und, mit den Ergebnissen der Gleichgewichtsmethode in Einklang stehend, einen beträchtlichen Uran-Überschuß an (vgl. Tab. 6).

Die Abb. 11b zeigt ein Teil-Spektrum der Probe 146. Im Energiebereich 0,24 MeV erscheint in beiden Spektren nur eine der Intensität des $\text{Pb}^{214} \gamma_2$ entsprechende Linie. Das Intensitäts-Verhältnis $I_{U^*}/I_{RaC} = V$ entspricht nicht dem Gleichgewichtsverhältnis (vgl. Tab. 6). Die $\text{Bi}^{214} \gamma_1$ -Linie ist niedriger und zeigt dadurch ein Radium-Defizit an. Dies steht mit den Ergebnissen der Gleichgewichtsmethode voll im Einklang (vgl. Tab. 6).

In Abb. 11c ist ein Teil-Spektrum der Probe 165 aus der Grube Stellberg-Tiefenrod dargestellt. Das Intensitäts-Verhältnis $I_{U^*}/I_{RaC} = V$ ist größer, als es dem Gleichgewicht entsprechen würde (vgl. Tab. 6). Daraus ergibt sich, im Gegensatz zum Ergebnis der Gleichgewichts-Methode, ein geringfügiges Urandefizit.

3. Die geochemisch-lagerstättenkundliche Bedeutung des radioaktiven Ungleichgewichts und seine Ursachen in den uranföhrnden Braunkohlen Nordhessens

Die aus dem Zerfall des Urans entstehenden neuen Kernarten – mit wenigen Ausnahmen – sind Isotope anderer chemischer Elemente. Sie verhalten sich chemisch und damit auch geochemisch wie die Elemente, deren Isotope sie sind. Sie können demnach in einem gegebenen geochemischen Milieu vom Uran getrennt werden und dadurch eine sich auf längere Zeiträume erstreckende Störung des radioaktiven Gleichgewichts verursachen.

Eine Ausnahme bilden dabei die drei natürlichen Isotope des Urans (U^{238} , U^{235} , U^{234}), die durch natürliche geochemische Vorgänge nicht getrennt werden können, und deshalb in der folgenden Betrachtung unberücksichtigt bleiben.

Aus dem U^{238} entsteht durch α -Zerfall das Th^{234} (UX_1), das sich seinerseits durch Emission eines β -Teilchens in Pa^{234} (UX_2) umwandelt. Diese Nuklide können z. B. ausgelaugt werden und dadurch ein radioaktives Ungleichgewicht verursachen. Dabei gilt als grobe Faustregel, daß sich das radioaktive Gleichgewicht nach etwa der 10fachen Halbwertszeit des fraglichen Tochterelements wieder eingestellt hat. Angesichts der kurzen Halbwertszeit des Th^{234} und Pa^{234} muß deshalb das radioaktive Gleichgewicht sich bereits nach einem halben Jahr, nach Beendigung der Auslaugung, wieder eingestellt haben. Das durch eine getrennte Migration des Th^{234} und Pa^{234} hervorgerufene Ungleichgewicht ist deshalb lagerstättenkundlich kaum, höchstens meßtechnisch (für die radiometrische Uranbestimmung) von Bedeutung. Dagegen kann eine länger andauernde, lagerstättenkundlich bedeutende Störung des radioaktiven Gleichgewichtes durch die getrennte Wanderung

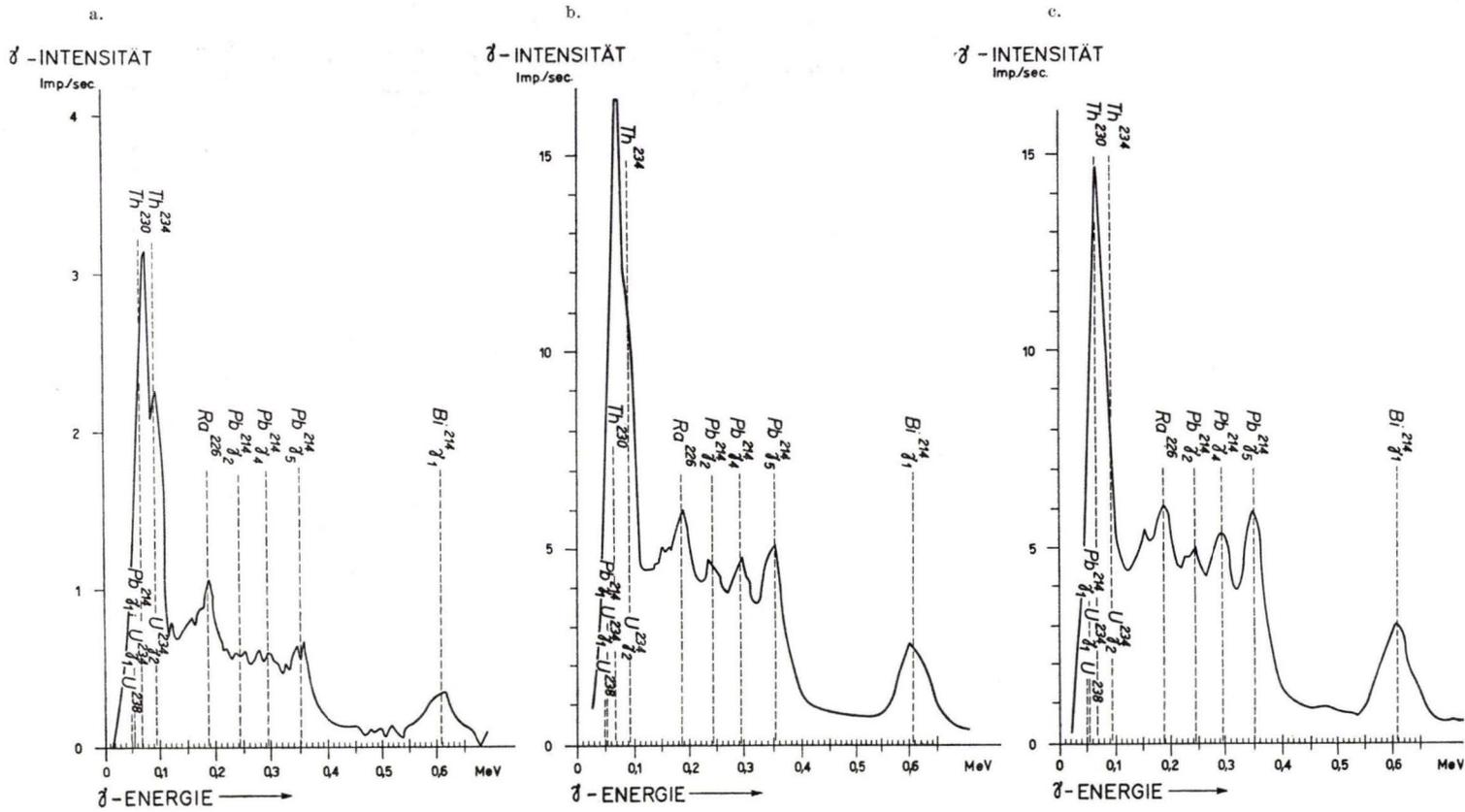


Abb. 11. γ -Spektren von uranföhrnden Braunkohlen aus der Grube Ihringshausen-Ost (a) und aus der Grube Stellberg-Tiefenrod (b und c). Weitere Erläuterungen finden sich im Text.

des Ioniums ($\text{Th}^{230}:T = 80\,000$ Jahre, unmittelbares Folgeprodukt des U^{234} (U II) und des Radiums ($\text{Ra}^{226}:T = 1622$ Jahre) eintreten.

Die geochemische Eigenständigkeit dieser Tochterelemente des Urans dokumentiert sich besonders kraß bei Tiefseesedimenten, in denen das Ionium ohne seine Muttersubstanz angereichert wird (vgl. PETTERSSON 1953 in Faul 1954, S. 119). Im Verwitterungsbereich wird das nur als vierwertig bekannte Th-Kation (also auch das Ionium) vom Uran ebenfalls getrennt.

Das Ra^{+2} verhält sich, entsprechend seinem erdalkalischen Charakter, dem Ba^{+2} ähnlich. Es begleitet deshalb das Ba^{+2} (Ionenradius: 1,45 Å; Ra^{+2} : 1,52 Å) oder das Pb^{+2} (1,32 Å) und tritt im Baryt (Radiobaryt) oder im Pyromorphit auf (GOLDSCHMIDT 1954, S. 257).

Die Folgeprodukte des Ra^{226} sind wiederum alle sehr kurzlebig. Ihre eventuelle Entfernung kann deshalb keine dauerhafte Störung des radioaktiven Gleichgewichts verursachen. Allein die infolge des Entweichens des gasförmigen Radons ($T = 3,4$ Tage) eingetretene Gleichgewichtsstörung kann Anspruch auf gewisse (allerdings nur meßtechnische) Bedeutung erheben. Sie beeinträchtigt die radiometrische Uranbestimmung. Stark emanierende Proben müssen deshalb für etwa 40 Tage in einem gasdichten Gefäß aufbewahrt werden und dürfen erst nach Ablauf dieser Zeit gemessen werden. Dann nämlich ist das radioaktive Gleichgewicht zwischen der Mutter- und Tochtersubstanz (Ra^{226} bzw. Rn^{222}) praktisch wieder hergestellt.

Dauerhafte Störungen des radioaktiven Gleichgewichts sind für die Genetik der Uran-Anreicherungen sehr bedeutungsvoll. Sie zeigen auf alle Fälle die getrennte Migration zumindest einer der drei langlebigsten (chemisch verschiedenen) Nuklide der Uranfamilie an (U^{238} , Th^{230} und Ra^{226}) an. Das Vorzeichen der Migration (Zufuhr oder Auslaugung) ergibt sich oft schon aus dem Studium des Gleichgewichtszustandes. Im Zweifelsfalle müssen aber sonstige lagerstättenkundliche Merkmale des Vorkommens mit berücksichtigt werden.

Im folgenden sei zunächst der Fall des Uran-Defizits in den Uran-Anreicherungen im nordhessischen Tertiär besprochen.

Im Abschnitt 2 konnte statistisch gezeigt werden, daß nur wenige Proben durch ein Defizit an Uran gekennzeichnet sind. Prinzipiell kann dieser Fall eintreten, wenn das Uran selektiv ausgelaugt oder dem Gestein Radium zugeführt wird. Diese Möglichkeiten habe ich an einigen Beispielen aus der Grube Stellberg-Tiefenrod geprüft. Dabei zeigte sich, daß diejenigen Proben, die sich durch Urandefizit (= Folgeprodukte-Überschuß) auszeichnen, aus einer gewissen Lage der uranführenden Basisfolge stammen, während die übrigen Schichtglieder einen markanten Fehlbetrag an Folgeprodukten (= Uran-Überschuß) aufweisen (Abb. 12).

Das geologische Profil in der Abb. 12 wurde bereits in der Abb. 5 in einem anderen Zusammenhang gezeigt. Diesmal sind dem Profil die p -Werte ($p = \frac{eU\gamma}{U}$) gegenübergestellt, die die Abweichung vom radioaktiven Gleichgewicht anzeigen. Diese Werte wurden in logarithmischem Maßstab dargestellt. Man sieht, daß der Fall des Uran-Defizits auf die brekziöse Kohlenlage beschränkt ist.

Außerdem vermindert sich das Uran-Defizit innerhalb dieser Lage mit zunehmendem Abstand von der Verwerfung.

Dieser Befund könnte mit Auslaugungsprozessen erklärt werden, die durch das entlang der Verwerfung zirkulierende Grundwasser oder durch das herabsickernde meteorische Wasser hervorgerufen worden sind. Das dabei ausgelaugte Uran wäre dann den unterlagernden Schichten („Kohlenmulm“ und „Basiskruste“) zugeführt, d. h. deren ursprünglicher Uran-Überschuß dadurch erhöht worden (Abb. 12).

Der umgekehrte Vorgang, nämlich die sekundäre Anreicherung des Radiums in der Kohlenbrekzie, wobei die unterlagernden Schichten als Radium-Quelle dienen, ist m. E. in diesem Falle unwahrscheinlich und zwar aus folgenden Gründen:

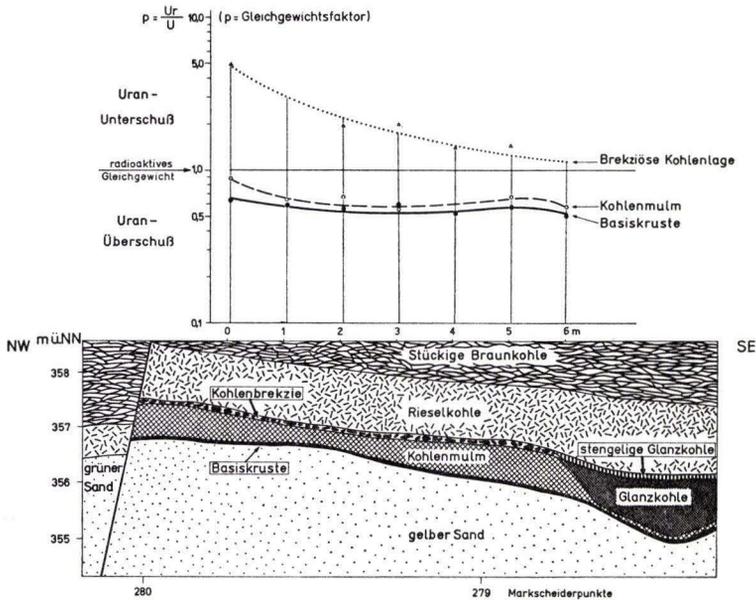


Abb. 12. Radioaktiver Gleichgewichtszustand des in der Flözbasis angereicherten Urans in der Grube Stellberg-Tiefenrod (Wattenbach bei Kassel). Nur Proben aus der brekziösen Kohlenlage zeichnen sich durch ein Folgeprodukte-Überschuß (Uran-Unterschuß) aus. Das Uran-Defizit vermindert sich innerhalb dieser Lage mit zunehmendem Abstand von der Verwerfung.

Wie bereits erwähnt, tritt in der uranführenden Basisfolge des Flözes reichlich Schwefelkies auf, der z. T. in Brauneisen umgewandelt ist. Bei der Oxydation des Schwefelkieses werden aber bekanntlich nicht unbedeutende Mengen von Schwefelsäure frei, weshalb der Gehalt des zirkulierenden Grubenwassers an Sulfat-Ionen hier besonders hoch sein muß.

Zwei Wasseranalysen aus der Grube Stellberg-Tiefenrod, die in der folgenden Tabelle wiedergegeben sind, bestätigen diese Annahme (Tab. 7).

Die Analysen wurden im Chemischen Laboratorium des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung durchgeführt. Die angeführten Analysen-Werte zeigen erhebliche quantitative Unterschiede im Chemismus des im Liegenden bzw. Hangenden des Braunkohlenflözes zirkulierenden Grundwassers.

Tab. 7. Chemismus des Grubenwassers in der Grube Stellberg-Tiefenrod

	Liegendwasser	Hangendwasser
Fe	339,0 mg	5,0 mg
Mn	7,2 mg	0,4 mg
Ca ⁺⁺	171,0 mg	9,3 mg
Mg ⁺⁺	68,9 mg	1,7 mg
Na ⁺	10,5 mg	4,7 mg
K ⁺	6,0 mg	1,5 mg
Cl ⁻	6,0 mg	8,0 mg
SO ₄ ⁻⁻	1370,0 mg	41,2 mg
pH	4,5	6,6

Bei dem extrem hohen Sulfatgehalt des Grundwassers im Liegenden kann das Radium aber sicher nicht ausgelaugt werden, es wird unter solchen Bedingungen vielmehr als Sulfat ausgefällt, wenn ein geeigneter Träger (z. B. Barium) die Mitfällung des in unwägbaren Mengen vorhandenen Radiums begünstigt.

Den Beweis dafür, daß dieser Fall tatsächlich eingetreten ist, erbrachten die im Abschnitt 5 beschriebenen mineralogischen Untersuchungen, deren Ergebnisse hier z. T. vorweggenommen werden müssen. In einigen Proben aus der „Basiskruste“ konnte nämlich Radiobaryt festgestellt werden. Das Auftreten des Radiobaryts in dieser Probe zeigt an, daß das Radium nicht wandern konnte, da es wegen der gleichzeitigen Anwesenheit von Ba⁺⁺ und SO₄⁻⁻ praktisch an Ort und Stelle ausgefällt worden ist. Diese Probe zeigt aber, wie alle Proben aus der gleichen Schichtlage (vgl. Abb. 12), ein Folgeprodukte-Defizit (s. nachstehende Aufstellung).

Probe	Radiometrische Uranbestimmung			Chem. Uranbestimmung	Gleichgewichtsfaktor	
	eU γ (g/t)	eU β (g/t)	Berechnet n. EICHHOLZ und Mitarb. U (g/t)	(Anal.: P. PFEFFER) U (g/t)	$p = \frac{eU\gamma}{U \text{ rad.}}$	$p = \frac{eU\gamma}{U \text{ chem.}}$
370	1180	1534	1997	1800	0,591	0,565

Wenn dieses Folgeprodukte-Defizit aber nicht, wie oben angezeigt wurde, auf nachträgliche Auslaugung des Radiums zurückgeführt werden kann, dann ist es höchstwahrscheinlich primär, d. h., die zum Erreichen des radioaktiven Gleichgewichts notwendige Zeit stand nicht zur Verfügung. Nach ROSHOLT (1958) wird dieser Typ des Ungleichgewichtes gegenüber demjenigen, der durch sekundäre geochemische Prozesse hervorgerufen wurde, als das „primäre Ungleichgewicht“ bezeichnet.

Die in der Grube Stellberg-Tiefenrod erzielten Ergebnisse können mit großer Wahrscheinlichkeit auch auf die übrigen an die Braunkohle gebundenen Uran-Anreicherungen im nordhessischen Raum übertragen werden. In diesen ist das radioaktive Ungleichgewicht demnach primär.

4. Das Alter der Uran-Anreicherungen in den tertiären Braunkohlen Nordhessens

Das primäre Ungleichgewicht ist von grundsätzlicher Bedeutung. Wenn dabei die Mengen-Anteile der einzelnen Nuklide bestimmt werden können, dann läßt sich auf dieser Grundlage das Bildungsalter der Uran-Anreicherungen genau berechnen. Die Werte p und y können dazu aber nicht dienen, da sie nur Verhältniszahlen sind. Auf Grund dieser Werte kann man aber zumindest Grenzen für das Alter angeben, wenn man bedenkt, daß das primäre Ungleichgewicht innerhalb der 10fachen Halbwertszeit des langlebigsten Folgeproduktes praktisch verschwinden muß.

Das langlebigste Folgeprodukt mit vom Uran verschiedenen geochemischen Verhalten ist innerhalb der Uran-Familie das Ionium (Th^{230}). Seine Halbwertszeit beträgt 80000 Jahre. Daraus ergeben sich maximal 800000 Jahre. Dieser Wert ist aber für das Alter von Uran-Anreicherungen mit primärem Folgeprodukte-Defizit nach STERN & STIEFF (1959) zu hoch; das radioaktive Gleichgewicht innerhalb der Uranfamilie hat sich nach diesen Autoren schon etwa 500000 Jahre nach der Bildung der Uran-Anreicherungen praktisch eingestellt.

Für die Uran-Anreicherungen in den tertiären Braunkohlen Nordhessens ist auf Grund des gleichsinnigen Ungleichgewichtes und nach den untereinander ähnlichen lagerstättenkundlichen Merkmalen der Braunkohlenflöze in diesem Raum zu urteilen, ein im wesentlichen identisches Bildungsalter anzunehmen.

Für diese würde sich auf Grund des primären Ungleichgewichtes ein maximales Alter von etwa 500000 Jahren, oder mit Begriffen der relativen geologischen Zeitrechnung ausgedrückt, ein quartäres bis rezentes Alter ergeben.

Dabei wird unter „Alter“ der Zeitpunkt der Uran-Fixierung an die organische Substanz verstanden, die mit der Uranzufuhr in diesem Niveau zusammenfallen muß, da, wie später gezeigt wird (Abschnitt 5), das Uran an die kohlige Substanz adsorptiv gebunden ist und da diese Adsorption nach Untersuchungen von SZALAY (1954) ein augenblicklicher Vorgang ist.

5. Die Uranträger und die radioaktiven Minerale in den uranführenden Braunkohlen

Die Untersuchungen zur Bestimmung der Uranträger wurden an den uranreichsten Proben aus der Flözbasis der Grube Stellberg-Tiefenrod durchgeführt. Mit Kernspurplatten, und zwar mit Agfa K-2 und Illford C-2 Platten, die für die α -Strahlen besonders empfindlich sind, wurden die sonst unsichtbaren oder leicht zu übersehenden radioaktiven Minerale lokalisiert. Die Methode ist u. a. bei YAGODA (1949) und COPPENS (1950) ausführlich beschrieben. Wichtige Hinweise auf den Charakter des Uranträgers ergaben sich schon aus der Verteilung der α -Bahnspuren auf den Kernspurplatten. Während eine gleichmäßige Verteilung der α -Bahnspuren (Taf. 15 Fig. 1), nämlich auf adsorptiv an die Kohle gebundenes Uran schließen läßt, weisen stern- oder igelförmige Spurenhäufungen auf selbständige hochradioaktive Minerale hin (vgl. Taf. 15 Fig. 2).

Für weitere Untersuchungen schien die Probe 370 die günstigsten Voraussetzungen zu bieten.

Dieses Probenmaterial, eine sandig-mulmige Braunkohle, wurde aufgeschlämmt, der Kornanteil $< 0,06$ mm in nassem Zustand abgetrennt und der Rest getrocknet nach

Korngrößen zerlegt. Es ließen sich dabei 6 Fraktionen gewinnen. β -Aktivitätsmessungen ergaben, daß das radioaktive Mineral sich in der Korngrößenfraktion 0,06–0,10 mm angereichert hatte. Diese ist anschließend mit schweren Flüssigkeiten in verschiedene Wichtefraktionen zerlegt worden. Als Trennflüssigkeit wurde Bromoform ($D = 2,9$) allein und in verschiedenen Verdünnungen mit Benzol verwendet. Die Radioaktivität der abgetrennten Wichtefraktionen wurde wiederum durch β -Aktivitätsmessungen festgestellt.

Neben einem sehr flachen Maximum der Radioaktivität im Wichtebereich 2,0 bis 2,3 g/cm³ zeichnet sich für die Wichtefraktion 2,6–2,7 g/cm³ erwartungsgemäß ein Minimum (wegen des Quarz-Anteiles in dieser Fraktion!) und ein steiles Ansteigen der β -Aktivität im Wichtebereich $> 2,9$ g/cm³ ab. In dieser Fraktion hat sich demnach das radioaktive Mineral weiter angereichert.

Die Trennung nach der Wichte wurde durch das den Körnern anhaftende Brauneisen stark beeinträchtigt. Dies mußte jedoch in Kauf genommen werden, da eine Säure-Behandlung neben dem Brauneisen auch die eventuell vorhandenen sekundären Uranminerale mit herausgelöst haben würde. Die Wichtefraktion 2,0–2,3 g/cm³ ließ nur adsorptiv an die Kohle gebundenes Uran erwarten.

Nach Untersuchungen von SZALAY (1954 und 1958) sind dabei vorwiegend die Huminsäuren für die adsorptive Bindung des Urans verantwortlich. Da Humusstoffe der Braunkohlen sich bekanntlich in Laugen lösen, muß Uran, wenn es an diese Stoffe gebunden ist, zusammen mit den Huminsäuren extrahiert werden. Um dies nachzuprüfen, wurde diese Fraktion mit 2 n NaOH-Lösung behandelt, in der sich die Kohlepartikelchen restlos auflösten. Nach Ausfällung der gelösten Huminsäuren wurde die β -Aktivität des Niederschlages erneut geprüft. Da eine nennenswerte Aktivitätsminderung dabei nicht festgestellt wurde, ergab sich, daß die leichteste Fraktion dieser Probe vorwiegend aus in NaOH-löslichen Huminsäuren besteht, die Uran in adsorptiver Bindung enthalten. Dies steht mit den experimentellen Ergebnissen von SZALAY (1954 u. 1958) sowie mit denen von ROZHKOVA und Mitarb. (1958) im Einklang.

In der schweren Fraktion überwiegt das Brauneisen, das jedoch nicht als wichtiger Träger des Urans angesehen werden kann. Diese Fraktion wurde mit dem Frantz'schen Magnetscheider in zahlreiche Fraktionen zerlegt, wobei die Trennung ständig durch β -Aktivitätsmessungen überwacht wurde. Auf diesem Wege konnten kleine Aggregate isoliert werden, die aus winzigen weißen tafeligen Kriställchen mit extrem hoher Radioaktivität bestehen. Sie enthalten aber trotz hoher Radioaktivität kein Uran, wie sich mikrochemisch erwies. Positive Reaktion ergaben sie nur für Barium. Ein Röntgen-Pulverdiagramm sowie eine kristalloptische Überprüfung dieser Kriställchen bestätigten dann die Vermutung, daß es sich dabei um Baryt bzw. um Radiobaryt handelt. Radiobaryt allein ist sonach für den steilen Anstieg der β -Aktivität im Wichtebereich $> 2,9$ g/cm³ verantwortlich.

Das Röntgeninterferenzbild des Radiobaryts wird in der Abb. 13 wiedergegeben, der auch die nicht näher bestimmten relativen Intensitäten der einzelnen Linien zu entnehmen sind.

Von Linien höherer Intensität fehlt nur eine Linie des Baryts ($d = 2,726 \text{ \AA}$), dafür ist aber die Intensität der benachbarten Linien im Diagramm des Radiobaryts ($d =$

2,734 Å) deutlich größer als der Literaturwert. Nur zwei schwache Linien des Baryts verschwinden völlig im Untergrund, während einige, ebenfalls schwächere Linien — mit den benachbarten verschmolzen — als eine einzige breite Linie hervortreten. Sie weisen durch ihre Breite vielleicht auf die Fehlordnung im Gitter hin, die durch den Einbau des Radiums verursacht wurde.

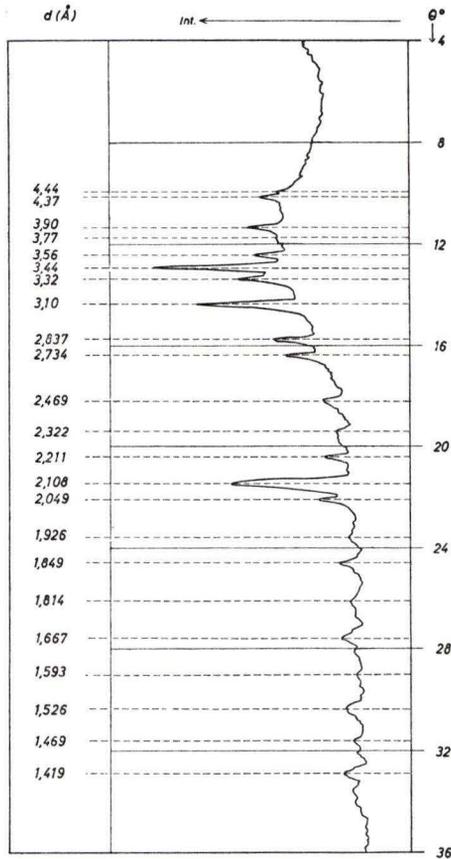


Abb. 13. Röntgeninterferenzbild des Radiobaryts aus der Braunkohle der Grube Stellberg-Tiefenrod (Wattenbach bei Kassel).

Tab. 8 enthält die Ergebnisse der Röntgenuntersuchung, aus der die gute Übereinstimmung mit Baryt ersichtlich ist.

Das Auftreten des Radiobaryts in dieser Probe ist von besonderer Bedeutung. Geochemisch besagt es, daß das durch den radioaktiven Zerfall des Urans gebildete Radium nicht wandert, sondern durch das SO_4^{--} Anion in Gegenwart von Ba^{++} Kation praktisch an Ort und Stelle ausgefällt wurde (vgl. dazu Abschnitt 3).

Die Anwesenheit des Bariums in der Braunkohle stellt dabei kein besonderes Problem dar. Nach GOLDSCHMIDT (1954, S. 256) treten in manchen Kohlen ungewöhnlich hohe

Bariumgehalte auf (0,1—1,0% BaO in der Asche, manchmal aber noch mehr), die auf eine biogeochemische Anreicherung des Bariums zurückzuführen sind. Barium aus der Braunkohle konnte im vorliegenden Falle z. B. durch vagabundierende Bikarbonat-Lösungen mobilisiert werden.

Tab. 8. *d*-Werte des Baryts und des Radiobaryts

Baryt: BaSO ₄ ¹⁾		Radiobaryt: (Ba, Ra) SO ₄ (Grube Stellberg-Tiefenrod)	
<i>d</i> (Å)	I/I ₀	<i>d</i> (Å)	
4,44	17	4,44	
4,34	36	4,3666	
3,90	57	3,9003	
3,77	12	3,7697	
3,567	31	3,5620	
3,442	100	3,4392	
3,317	67	3,3217	
3,101	97	3,0993	
2,834	53	2,8376	
2,734	16	2,7346	
2,726	47	—	
2,481	14	2,4687	
2,444	2	—	
2,322	15	2,3224	
2,303	6	—	
2,281	7	—	
2,209	27	2,2108	
2,120	80	2,1082	
2,104	76	—	
2,056	23	2,0491	
1,947	1	—	
1,930	7	1,9255	
1,857	16	1,8489	
1,787	3	—	1,8137
1,760	9	—	
1,754	9	—	
1,726	5	—	
1,723	6	—	
1,681	7	—	
1,673	14	—	
1,669	10	1,6670	
1,636	8	—	
1,593	8	1,5953	
1,590	7	—	
1,534	18	—	
1,526	11	1,5258	
1,495	3	—	
1,474	10	1,4691	
1,457	3	—	
1,426	8	1,4192	

1) ASTM-Kartei, Nr. 5—0448; Ref.: SWANSON u. FUYAT, NBS, Circ., 539, vol. III, 1953.

Der erbrachte Nachweis des Radiobaryts ist auch für die Altersfrage der Uran-Anreicherungen in der Grube Stellberg-Tiefenrod von größter Bedeutung, wie in den Abschnitten 3 und 4 bereits erörtert wurde. Die starke Radioaktivität des Radiobaryts zeigt außerdem an, daß dieses Mineral selbst eine verhältnismäßig junge, im geologischen Maßstab rezente Bildung sein muß. Da wegen der relativ kurzen Halbwertszeit des Radiums – wieder nach geologischem Maßstab betrachtet – die Aktivität des Radiobaryts schnell abklingt, würde sie sich nicht mehr bemerkbar machen, wenn das Alter des Minerals die 10fache Halbwertszeit des Radiums überschritten hätte (16000 Jahre).

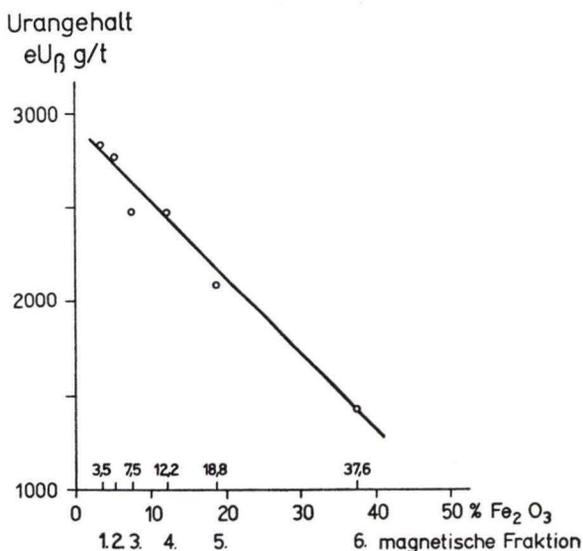


Abb. 14. Korrelation zwischen dem Fe₂O₃- und Urangehalt in den uranföhrnden Braunkohlen aus der Grube Stellberg-Tiefenrod (Wattenbach bei Kassel) Probe 374, Kornfraktion 0,10–0,15 mm, Wichtefraktion < 2,0 g/cm³. Der Urangehalt ist dem Fe₂O₃-Gehalt umgekehrt proportional.

In ganz ähnlicher Weise wie die Probe 370 wurde eine Probe aus der Mulmzone behandelt (374). Es zeigte sich auch hier, daß mit abnehmender Korngröße die β-Aktivität zunächst leicht anstieg.

Zur weiteren Erfassung und Einengung der eventuell vorhandenen Uranminerale wurde dann eine Trennung nach der Wichte an den Korngrößen-Fractionen 0,10 bis 0,15 mm und 0,06–0,10 mm durchgeführt.

Während im Korngrößenbereich 0,10–0,15 mm eine einigermaßen gleichmäßige Abnahme des Urangehaltes mit der steigenden Wichte festgestellt wurde, zeigte sich im Korngrößenbereich 0,06–0,10 mm auch in diesem Falle ein Anstieg der Aktivität für die Wichtefractionen 2,7–2,9 g/cm³ und > 2,9 g/cm³ an.

Aus der schweren Fraktion konnte dann magnetisch eine winzige Menge Radiobaryt abgetrennt werden. Hierdurch ist die hohe β-Aktivität dieser Fraktion hinreichend erklärt. Uranminerale konnten auch aus dieser Probe nicht isoliert werden.

Die leichteste Fraktion ($W < 2,0 \text{ g/cm}^3$) bestand erwartungsgemäß überwiegend aus Kohlepartikelchen. Um so überraschender war, daß diese Fraktion sich magnetisch nicht einheitlich verhielt, sondern einen breiten Bereich magnetischer Suszeptibilität aufwies. Mit zunehmender magnetischer Suszeptibilität sank die Radioaktivität der so gewonnenen Fraktion erheblich (Abb. 14).

Die Gründe für solches Verhalten sind vermutlich darin zu suchen, daß sowohl die variable magnetische Suszeptibilität als auch die sich anzeigende Aktivitätsabnahme mit dem Eisenhydroxyd-Mantel der Körner in Zusammenhang steht. Diese Vermutung wurde durch die an den gewonnenen Fraktionen durchgeführten Eisenbestimmungen bestätigt (Abb. 14). Es ergab sich daraus, daß die Beziehung des Urangeltes zum Fe_2O_3 -Gehalt linear ist, und zwar ist der Urangelgehalt dem Eisengehalt umgekehrt proportional, so daß das Brauneisen als Träger des Urans, wenn überhaupt, nur eine sehr untergeordnete Rolle spielen kann (vgl. Abb. 14).

Nachdem mikrochemisch in dieser Fraktion auch Kupfer nachgewiesen werden konnte, wurde dieses in vier magnetischen Fraktionen quantitativ bestimmt. Der niedrige Kupfergehalt (maximal 550 g/t) zeigt aber keine Beziehungen zum Urangelgehalt.

Die Übergangsschichten an der Flözbasis in der Grube Stellberg-Tiefenrod weisen außerdem eine sehr komplexe Folge von Schwermineralien auf. Mengennmäßig herrscht Zirkon vor, der zur Radioaktivität des Gesteins einen gewissen, sicherlich aber sehr bescheidenen Beitrag liefert. Die Zirkone sind meist idiomorph, manchmal an den Kanten abgerollt. Sie sind überwiegend hell, farblos, untergeordnet aber auch gelb bis braun. Die optischen Eigenschaften sind normal: einachsige, positiv mit $n_e = 1,97$ und $n_w = 1,93$.

Ähnlich gestaltete Untersuchungen an Proben aus der radioaktiven Tonschicht bei Dillich ergaben, daß der Uranträger im braunen sandigen Ton ebenfalls aus organischer Substanz besteht.

Sonach hat die Suche nach dem Uranträger in der Braunkohle und im radioaktiven Tonlager von Dillich erbracht, daß die Hauptmenge des Urans adsorptiv an huminsäurereiche kohlige Substanz gebunden ist. Uranminerale konnten nicht nachgewiesen werden. Dagegen tritt mineralisiert, zumindest in der Braunkohle der Grube Stellberg-Tiefenrod, ein besonderer Radioaktivitätsträger, der Radiobaryt auf.

6. Herkunft der uranhaltigen Lösungen, genetische Vorstellungen

Die vorhergehend beschriebenen Uran-Anreicherungen Nordhessens stehen, einzeln betrachtet, wurzellos da. Sie können mit keiner primären Uranlagerstätte oder auch nur mit irgendeinem Gesteinskomplex, der überdurchschnittlich Uran führt, in direkte Verbindung gebracht werden.

Es wurde gezeigt, daß die Flöze meist nur in ihren untersten Partien uranführend sind, und man kann dies wohl so deuten, daß die Imprägnation vorwiegend durch aufsteigende Lösungen erfolgt ist. Über den Charakter der Lösungen ist damit allerdings noch nichts ausgesagt. Gemeinsam ist weiterhin die adsorptive Bindung des Urans und das gleichgerichtete radioaktive Ungleichgewicht, das in diesem Falle, wie wohl auseinandergesetzt, allgemein primär ist und damit das junge Alter und an-

gesichts der Verknüpfung dieser Vorkommen mit den tektonischen Elementen auch den epigenetischen Charakter derselben gut dokumentiert. Es sei ergänzend bemerkt, daß die Uranführung in Braunkohlen auch anderswo zum größten Teil ebenfalls epigenetisch ist (North-Dakota, South-Dakota, Wyoming, New Mexico, Nevada, Montana u. a. in den USA, Schwandorf in Bayern, Lias-Kohlen in Ungarn, tertiäre Kohlen in Kroatien usw.).

Wenn man nun die beschriebenen Uran-Anreicherungen im großen tektonischen Rahmen betrachtet, dann können zwei alternative Vorstellungen über ihre Genese entwickelt werden. In beiden Fällen kann die Uran-Quelle im Untergrund vermutet werden.

Es könnte z. B. angenommen werden, daß das Uran aus dem im Untergrund des untersuchten Gebietes durchziehenden dünnen Kupferschieferflöz des Zechsteins stammt, das, wie bekannt, synsedimentäres, aber in den sogenannten „Rücken“ auch hydrothermal angereichertes Uran führt. Das Uran ist hier mit einer Co, Ni und Cu-Paragenese vergesellschaftet und zumindest in den „Rücken“ in Form von Pechblende mineralisiert (vgl. u. a. SCHÜLLER 1959). Als zusätzlicher Lieferant für Uran könnte ferner auch der Buntsandstein in Betracht gezogen werden, in dem nach LUDWIG (1961) und TRUSHEIM (1961) auch synsedimentäre Uran-Anreicherungen vorkommen.

Diese sind bisher nur aus dem norddeutschen Raum bekannt und auf eine graue tonige Lage in der Hardegsener Folge (Mittlerer Buntsandstein) beschränkt. Obwohl die Hardegsener Folge als solche auch in hessischen Gebieten nachgewiesen ist (vgl. u. a. RÖSING 1959 und LAEMMLEN 1959), konnte die radioaktive graue tonige Lage hier bisher nicht aufgefunden werden.

Außerdem treten, insbesondere im Röt, gelegentlich sogenannte „Vanadinkerne“ auf, die in Norddeutschland nach Untersuchungen von MEMPEL (1960) z. T. bedeutende Urankonzentrationen aufweisen. Die „Vanadinkerne“ im hessischen Röt wurden diesbezüglich noch nicht untersucht.

Wenn aber Uran aus diesen Horizonten mobilisiert wurde, kann es nur azendent oder lateral in die Flözbasis der tertiären Kohlen gekommen sein. Als Zufuhr- und Wanderwege müssen die Verwerfungen gedient haben, die während der tektonischen Geschichte dieses Gebietes sich des öfteren öffneten. Das Uran wurde dabei nur dort ausgefällt oder adsorptiv fixiert, wo die physikalisch-chemischen Bedingungen diese Vorgänge begünstigten.

Die zweite Hypothese, die man über die Herkunft der uranhaltigen Lösungen entwickeln kann, steht mit dem epigenetischen Charakter der Uran-Anreicherungen und mit ihrer offensichtlichen Verknüpfung mit den saxonischen Gräben (vgl. Abschnitt 1) bzw. mit ihrem Auftreten in ähnlich gerichteten Tertiärsenken ebenfalls im Einklang. Sie gründet sich auf die Tatsache, daß im Rheinischen Schiefergebirge (in den Randzonen der hessischen Buntsandsteintafel) aber auch im Kupferschiefer Spuren einer hydrothermalen Tätigkeit (epithermale Erzparagenesen bzw. die bereits erwähnten „Rücken“) bekannt sind.

Das aus dem Rheinischen Schiefergebirge bekannte Paläozoikum mit seinem epithermalen Gang-Folge muß aber auch im Untergrund der Hessischen Senke vorhanden sein. Außerdem sind in den paläozoischen Sockel auch Plutone eingedrungen.

gen, wie es z. B. die Tiefengesteins-Einschlüsse in den tertiären Basalten beweisen. Diese Plutone können als Produkte der variscischen Gebirgsbildung angesehen werden und liegen im nördlichen Bogen der variscischen Gebirgskette. Allerdings haben diese Plutone und auch ihr paläozoischer Mantel im Bereich der Hessischen Senke z. T. eine erhebliche Tiefenlage.

Im Zusammenhang mit dem variscischen Plutonismus treten nun aber in Mittel- und West-Europa überall meso- bis epithermale Uranlagerstätten auf, die die französischen Geologen veranlaßt haben, von einer „Uranprovinz“ im Variscikum zu sprechen (vgl. GEFROY u. SARCIA 1954).

Der Gedanke, die Uranvorkommen Nordhessens gewissermaßen als „Abkömmlinge“ einer hypothetischen primären Uranlagerstätte im paläozoisch-kristallinen Sockel der Hessischen Senke zu betrachten, ist demnach nicht völlig abwegig. Dafür sprechen auch die epigenetischen Uran-Anreicherungen im mitteldevonischen Schalstein (Grube Neue Lust, vgl. MEISL 1962). Der Prozeß allerdings, demzufolge Uran in die höheren Stockwerke gefördert worden ist, muß sehr kompliziert gewesen sein. Vielleicht erfolgte er stufenweise, zeitlich mit den verschiedenen tektonischen Bewegungsphasen verbunden. In diesem Sinne wären „sekundäre hydrothermale“ Vorgänge als Ursache der Uran-Anreicherungen anzusehen, wie sie bereits von M. BROSIUS (1958) im Zusammenhang mit den Uran-Anreicherungen der Grube Stellberg-Tiefenrod vermutet worden sind. Die uranhaltigen Agenzien wurden aber in den höheren Stockwerken bereits weitgehend abgekühlt und vermischten sich sicherlich auch mit dem Grundwasser.

Diese Lösungen konnten außerdem auch aus dem Uran-Inhalt der durchquerten Sedimente etwas aufnehmen, wobei natürlich kaum entschieden werden kann, wieviel Uran aus der Tiefe und wieviel aus den Sedimenten stammt.

Diese zweite Vorstellung setzt außerdem den Tiefgang der Schollen-Tektonik voraus, der aber nach MURAWSKI (1960) in der Hessischen Senke gegeben ist. Dafür spricht vor allem auch der tertiäre Basaltvulkanismus in diesem Gebiet.

7. Zusammenfassung

1958 vom Hessischen Landesamt für Bodenforschung mit der Suche nach Uran betraut, hat Verfasser in den Jahren 1959–1961 in Nordhessen umfangreiche Szintillometer-Messungen durchgeführt und diejenigen Gebiete, in welchen fremde oder eigene Messungen Strahlungsanomalien festgestellt hatten, auf die Verteilung der radioaktiven Substanz näher untersucht. Besonders günstige Objekte waren dabei die Braunkohlengruben in der Hessischen Senke. Die Geländearbeiten wurden durch radiometrische und mineralogische Untersuchungen am entnommenen Probenmaterial vervollständigt.

Es ergab sich dabei:

1. Alle Strahlungsanomalien sind flächenhaft eng begrenzt und – stratigraphisch betrachtet – nicht horizontbeständig. Außerdem sind alle untersuchten Vorkommen deutlich mit Verwerfungen oder mit regionaltektonischen Elementen (Grabenzüge) verknüpft.

2. Alle radioaktiven Anomalien sind auf eine Anreicherung von Uran zurückzuführen. Proben mit nennenswertem Thoriumgehalt wurden nicht gefunden. Am häufigsten sind Urangehalte zwischen 100–200 g U/t, örtlich sind aber auch recht hohe Urankonzentrationen bis zu 4500 g U/t (0,45% U) festgestellt worden. Trotzdem sind alle nordhessischen an Braunkohle (oder an die kohligten Beimengungen ihrer Begleitsedimente) gebundenen Uranvorkommen wirtschaftlich bedeutungslos, da entsprechende Vorräte überall fehlen.
3. Es besteht kein radioaktives Gleichgewicht zwischen Uran und seinen Folgeprodukten in den untersuchten Uran-Anreicherungen. Das herrschende radioaktive Ungleichgewicht ist in der überwiegenden Mehrzahl der untersuchten Fälle durch einen markanten Fehlbetrag an Folgeprodukten gekennzeichnet. Eine nachträgliche Auslaugung des Urans und der daraus resultierende, gelegentlich festgestellte Folgeprodukte-Überschuß beschränkt sich auf bestimmte dünne örtliche Lagen.
4. In den Braunkohlen der Hessischen Senke und im uranführenden sandigen Ton von Dillich konnten keine Uranminerale nachgewiesen werden. Die Hauptmenge des Urans ist adsorptiv an huminsäurereiche Kohlepartikelchen gebunden. Im Gegensatz zum Uran ist das durch seinen Zerfall gebildete Radium, zumindest in der Grube Stellberg-Tiefenrod, als Radiobaryt mineralisch fixiert.
5. Die Uran-Anreicherungen in den tertiären Braunkohlen der Hessischen Senke sind als junge Bildungen quartären bis rezenten Alters anzusehen. Ihr junges Alter schließt eine synsedimentäre Entstehungsweise aus und unterstreicht den auf Grund der Geländefunde postulierten epigenetischen Charakter dieser Bildungen.
6. Über die Herkunft des Urans in den offensichtlich aufsteigenden Lösungen als Zubringer für alle Uran-Anreicherungen im nordhessischen Tertiär lassen sich nur hypothetische Vorstellungen entwickeln. Die primäre Lagerstätte, deren „Abkömmlinge“ sie sein könnten, ist im tieferen Untergrund zu vermuten. Neben eventuellen synsedimentären Uran-Anreicherungen im Buntsandstein und solchen im Zechstein-Kupferschiefer, könnte das vermutete primäre Urandepot auch im präpermischen paläozoisch-kristallinen Sockel im Untergrund der Hessischen Senke liegen. Als Zufuhr- und Wanderwege des aus diesen Quellen stammenden Urans dürften die z. T. sicherlich tiefreichenden Randspalten der saxonischen Gräben gedient haben, die durch tektonische Bewegungen im erdgeschichtlichen Ablauf des öfteren geöffnet worden sind. Zur Fixierung des gelösten Urans wird es dabei in Fortführung dieser hypothetischen Vorstellungen nur dort gekommen sein, wo günstige Ausfällungsbedingungen bestanden. Diese Voraussetzungen erfüllten im nordhessischen Raum bevorzugt Kohlegesteine.

Schriftenverzeichnis

- BISGIEL, W.: Die Uransuche in Hessen. — *Atomwirtschaft*, 4, Nr. 4, 167–172, Düsseldorf 1959.
- BROOKE, C., PICCIOTTO, E. u. POULAERT, G.: Mésure directe de l'uranium et du thorium par spectrométrie gamma. — *Bull. soc. belge Géol., Paléont., Hydrol.*, 67, Heft 2, 315–328, Bruxelles 1958.
- COPPENS, R.: Étude de la radioactivité de quelques roches par l'émulsion photographique. — *Bull. Soc. Franc. Min. Crist.*, 73, 217–321, Paris 1950.
- EICHHOLZ, G., HILBORN, J. W. u. McMAHON, C.: The determination of uranium and thorium in ores. — *Canad. J. Phys.*, 31, 4, 613–628, 1953.
- FINDEISEN, H. K.: Geologische Beschreibung des Stadtgebietes von Kassel und seiner näheren Umgebung. — Unveröffentl. Diplomarbeit, Heidelberg 1952.
- GEFFROY, J. u. SARCIA, J. A.: Contribution à l'étude des pechblendes francaises. — *Sciences de la Terre*, 2, 1–2, 157 S., Nancy 1954.
- GOLDSCHMIDT, V. M.: *Geochemistry*. Oxford 1954 (Calderon press).
- HURLEY, P. M.: Direct radiometric measurement by gamma-ray scintillation spectrometer. Part I: Uranium and Thorium series in equilibrium. — *Bull. geol. soc. Amer.*, 67, 395–404, New York 1956.
- Direct radiometric measurement by gamma-ray scintillation spectrometer. Part II: Uranium Thorium and potassium in common rocks. — *Bull. geol. soc. Amer.*, 67, 405–412, New York 1956.
- LAEMMLEN, M.: Geologie der Umgebung von Eschwege und des Hohen Meißners. Bericht über die Exkursionen anlässlich der 110. Hauptversammlung der Deutschen Geolog. Gesellschaft. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, 111, 2. Teil, 288–289, Stuttgart 1959.
- LANGE, P. W., de: The determination of uranium and thorium in uranothorianite and monazite by the "Equilibrium"-method. — *Transact. and Proceed. geol. soc. South Africa*, 19, 259–274, 1956.
- LUDWIG, G.: Zur Genese der Uran-haltigen grauen Hardegseiner Tone im Mittleren Buntsandstein des Werra-Leine-Gebietes (Vorl. Mitt.). — *Geol. Jb.*, 78, 135–138, Hannover 1961.
- MARTINI, H. J.: Großschollen und Gräben zwischen Habichtswald und Rhein. Schiefergebirge. — *Geotekt. Forsch.*, 1, 69–173, Berlin 1937.
- MEISL, S.: Lagerstättenkundliche und geochemische Untersuchung von Uranvorkommen in Nordhessen. Dissertation, Mainz 1962.
- Eine uranföhrnde sulfidische Erzparagenese im tertiären Braunkohlen-Quarzit von Dillich/Hessische Senke. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, 93, 281–291, Wiesbaden 1965.
- Meta-Zeunerit in uranföhrnden vererzten Pflanzenresten im Oberen Buntsandstein bei Wrexen/Waldeck (Nordhessen). — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, 93, 266–280, Wiesbaden 1965.
- MEMPEL, G.: Neue Funde von Uran-Vanadium-Kernen mit Entfärbungshöfen. — *Geol. Rdsch.*, 49, 267–276, Stuttgart 1960.
- MEYER, ST. u. v. SCHWEIDLER, E. R.: *Radioaktivität*. Leipzig-Berlin 1916.
- MURAWSKI, H.: Das Zeitproblem bei der Tektogenese eines Großgrabensystems. Ein taphrogenetischer Vergleich zwischen Hessischer Senke und Oberrheinalgraben. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, 88, 294–342, Wiesbaden 1960.
- PETTERSON, H.: Radioaktive elements in Ocean waters and sediments. In H. FAUL'S „Nuclear Geology“, S. 115–119. New York-London 1954 (J. Wiley u. Sons u. Chapman u. Hall-Verlag).
- RÖSING, FR.: Geologie der Umgebung von Eschwege und des Hohen Meißners (Bericht über die Exkursionen anlässlich der 110. Hauptversammlung der Deutschen Geolog. Gesellschaft). — *Z. deutsch. geol. Ges.*, 111, 289–291, Stuttgart 1959.
- Geologische Übersichtskarte von Hessen 1:300 000, Wiesbaden 1960.
- ROSHOLT, J. N.: Radioactive disequilibrium studies as an aid in understanding the natural migration of uranium and its decay products. — *Proceed. second. UNI Conf. Atom. Energ.*, 2, 230–236, Genf 1958.

- ROTHE, K.: Radiometrische Bestimmungen an Mineralien und Gesteinen (Grundlagen, Meßverfahren mit Zählrohr, Eichung und Anwendung). — Freiburger Forschungshefte, C 68, 1—160, Berlin 1959.
- ROZHKOVA, E. V., RASUMNAYA, E. G., SEREBRYAKOVA, M. B. u. SHCHEBRAK, O. V.: The role of sorption in the process of uranium concentration in sedimentary rocks. — Proceed second U. N. L. Conf. Atom. Energ., 2, 420—431, Genf 1958.
- SCHÜLLER, A.: Metallisation und Genese des Kupferschiefers von Mansfeld. — Abh. Akad. Wiss. Berlin, Kl. Chem., Geol., Biol., 6, Berlin 1959.
- SCHWARZ, FR.: Geologie der Gegend zwischen Kassel und dem Reinhardswalde. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F. 132, Berlin 1930.
- STECKHAN, W.: Der Braunkohlenbergbau in Nordhessen. — Hess. Lagerstättenarchiv, 1, 1—212, Wiesbaden 1952.
- STERN, T. W. u. STIEFF, L. R.: Radium-uranium equilibrium and radium-uranium age of some secondary minerals. — Geol. surv. Prof. Paper, 320, 151—156, Washington 1959.
- STILLE, H.: Übersichtskarte der saxonischen Gebirgsbildung (1:250 000). Berlin 1922.
- SZALAY, S.: The enrichment of uranium in some brown coals in Hungary. — Acta geologica. Acad. sci. Hung., 2, 299—310, Budapest 1954.
- The significance of humus in the geochemical enrichment of uranium. — Proceed. second. U. N. I. Conf. Atom. Energ., 2, 182—186, Genf 1958.
- TEICHMÜLLER, M. u. TEICHMÜLLER, R.: Inkohlungsuntersuchungen und ihre Nutzanwendung. — Geologie en Mijnbouw., 2 (Nw. Serie), 41—66, s'Gravenhage 1958.
- TRUSHEIM, FERD.: Über radioaktive Leithorizonte im Buntsandstein Norddeutschlands zwischen Ems und Weser. — Erdöl u. Kohle, 14, 797—802, Hamburg 1961.
- UDLUF, H. u. LANG, H. D.: Der Untergrund der Niederhessischen Senke. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, 184—203, Wiesbaden 1956.
- Die Niederhessischen Braunkohlen in ihrer Abhängigkeit von den faziellen Verhältnissen der tertiären Sedimentationsraumes. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 87, 333—366, Wiesbaden 1959.
- YAGODA, H.: Radioactive measurements with nuclear emulsions. New York-London 1949.

Im Archiv des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung liegen einige unveröffentlichte Berichte über Uranprospektionsarbeiten von verschiedener Seite vor, von denen folgende verwendet wurden:

- BROSIUS M.: Uranprospektion auf Zeche Stellberg-Tiefenrod — (Gutachtliche Äußerung, angefertigt für die Preag, Hannover), 1958.
- Bundesanstalt für Bodenforschung: Gutachtlicher Bericht über die Uranführung der Braunkohle am Stellberg bei Kassel. — Sachbearbeiter: KAHR, V. P. u. SEITZ, K. (angefertigt für die Preag, Hannover), Hannover 1959.
- Hess. Landesamt für Bodenforschung: Uran-Memorandum. — Berichterstatter: MICHELS, F., HENTSCHEL, H. u. KUTSCHER, FR. (1957).
- Gewerkschaft Brunhilde: Bericht über radiometrische Auszählung der von der Preag — Abteilung Borken — übersandten Bodenproben. Buschhof 1956.
- KULICK, J.: Szintillometermessungen in den Gruben Stellberg-Tiefenrod und Stellberg-Wiesenschacht (1957).
- Bericht über die Szintillometer-Messungen auf der Zeche Ihringshausen-Ost bei Kassel nach einer Übersichtsaufnahme am 3. 12. 1957.
- Seismos G.m.b.H.: Bericht über Szintillometermessungen zum Aufsuchen von Uran- und Thoriummineralien im Gebiet der Kreise Ziegenhain-Fritzlar-Homberg und Eschwege (Angefertigt für die Bergwerk Frielendorf A.G., Berichterstatter: KLOPP), Hannover 1957.

Meta-Zeunerit in uranführenden vererzten Pflanzenresten im Oberen Buntsandstein bei Wrexen/Waldeck (Nordhessen)

Von

STEFAN MEISL, Wiesbaden

Mit 5 Abbildungen, 2 Tabellen und den Tafeln 16–18

Kurzfassung: Im Oberen Buntsandstein bei Wrexen/Waldeck treten innerhalb eines 7–8 m mächtigen Schichtpaktes kupfererzführende inkohlte Pflanzenreste mit z. T. beachtlicher Urankonzentration auf. Uran und seine Folgeprodukte befinden sich nicht im radioaktiven Gleichgewicht, es wurde ein beträchtlicher Fehlbetrag an Folgeprodukten festgestellt. Primäre Uranminerale fehlen. Für ihre einstige Gegenwart sprechen allerdings Hohlformen inmitten intensiver, durch radioaktive Bestrahlung entstandener Höfe höherer Inkohlung (Inkohlungshöfe). Diese primären Uranminerale sind wahrscheinlich im Quartär — anscheinend restlos — ausgelaugt worden. Ihr Urangehalt findet sich in dem neugebildeten Meta-Zeunerit wieder, der als Hauptträger des Urans nachgewiesen wurde. Paragenetisch kann das Vorkommen mit einigen Uranlagerstätten im Colorado-Gebiet verglichen werden. Für die primäre Kupfer- und Uranvererzung wird eine aufsteigende Stoffzufuhr (entlang von Verwerfungen) aus dem unterlagernden Kupferschiefer oder aus einem noch tiefer gelegenen Urandepot angenommen.

Abstract: In the sandstones of the upper Bunter (Triassic) near Wrexen Waldeck, within a section 7 to 8 meter thick, carbonized plant remains bearing copper ores appear, which have a considerable concentration of uranium in some cases. Uranium and its daughter products are not in radioactive equilibrium. A considerable deficit of such daughter products was found.

Primary uranium minerals are lacking. However, microscopic cavities in the coal, within the intensive spots with a higher rank of coalification (coalification-halos) caused by radioactive irradiation, give evidence of their former presence. These primary uranium minerals have been leached — as it seems completely — probably in the Quarternary era. Their uranium content is found again in the secondary meta-zeunerite, which was proved as the main carrier of uranium.

Paragenetically this deposit can be compared with some deposits of the Colorado area. Ascending solutions from the subjacent copper shale (Kupferschiefer) or from a more deeply located uranium depot (along the faults) are supposed to be responsible for the formation of primary copper and uranium mineralization.

Inhalt

Einleitung	267
1. Geländebefund	267
2. Urangehalt und Uranmineralisation	269
2,1 Beschreibung des Meta-Zeunerits von Wrexen	273
3. Mikroskopische Untersuchung der Erzparagenese, Folgerungen	274
4. Zusammenfassung	278
Schriftenverzeichnis	279

Einleitung

Im Oberen Buntsandstein bei Wrexen/Waldeck (Top. Karte 1:25000, Bl. 4420 Peckelsheim) tritt eine an inkohlte Pflanzenreste gebundene Kupfererzparagenese auf, die von SÖFNER (1939) beschrieben und als telethermale Bildung gedeutet wurde. Die Uranföhrung dieser Pflanzenreste ist erst 1953 von P. PFEFFER durch eine auf den Hinweis von E. ZSCHOCKE (ein lagerstättenkundlich interessierter Bergmann) durchgeföhrte chemische Analyse nachgewiesen worden. Nachdem der Wrexener Uranfund durch die Prospektionstätigkeit der Gewerkschaft Brunhilde 1955–56 auch in der Öffentlichkeit bekannt und bereits von SCHARF (1957) und KOHL (1957) erwähnt worden ist, wurden die uranföhrenden Pflanzenreste von M. & R. TEICHMÜLLER (1958) erstmalig eingehender untersucht. In ihrer speziell den Problemen der Inkohlung gewidmeten Studie erörtern M. & R. TEICHMÜLLER besonders ausführlich die Wechselbeziehungen zwischen Uranföhrung und Inkohlungsgrad, sie gehen aber auch auf die Fragen des Uranträgers und der Genese dieser Uran-Anreicherungen ein. Außerdem finden sich nur noch bei BISGIEL (1959) einige Angaben über das Vorkommen.

Im Rahmen der Arbeiten des Verfassers in Nordhessen (MEISL 1962) wurden auch die Uran-Anreicherungen von Wrexen radiometrisch und mineralogisch untersucht. Über die Ergebnisse dieser Untersuchungen wird nachstehend berichtet.

Für uneigennützigte Hilfe und Beratung ist Verfasser Herrn Professor Dr. H. HENTSCHEL (Wiesbaden), Herrn Professor Dr. P. RAMDOHR (Heidelberg) und Herrn Privatdozenten Dr. G. HERRMAN (Mainz) zu aufrichtigem Dank verpflichtet.

1. Geländebefund

Das Vorkommen liegt am Stein-Berg unmittelbar südöstlich der Ortschaft Wrexen (Abb. 1). Dort werden Sandsteine der Solling-Folge (vgl. A. HERRMANN 1959) in drei größeren Steinbrüchen für Bauzwecke gewonnen.

Erzföhrende Pflanzenreste sind bislang in größeren Mengen ausnahmslos im südlichen (dem „alten“) Jäkel'schen Steinbruch gefunden worden, wo sie 1961 an vier Stellen (vgl. Abb. 1, Fundstellen I–IV) der Messung und Beobachtung zugänglich waren.

Die größte Anhäufung vererzter Holzreste (Fundstelle I in Abb. 1) war inmitten einer grauen, schräggeschichteten, etwa 1 m mächtigen, gegen die begleitenden Bänke durch dünne, glimmerreiche Tonstein- bzw. blättrige Glimmersandstein-Lagen abgegrenzten Bank eines mittelkörnigen Sandsteins aufgeschlossen (Abb. 2 und Taf. 16 Fig. 1). Innerhalb dieser Sandsteinbank hob sich eine ungeschichtete, dem Querschnitt einer Erosionsrinne ähnliche, wechselkörnige Sandsteinpartie ab. Diese enthielt etwa 20–30 bis zu 20 cm große, von Azurit und Malachit umsäumte, inkohlte Holzreste (Taf. 16 Fig. 2). Der Sandstein ist nur im Bereich des etwa 2 m langen „Erznestes“ uranföhrend, wobei die Hauptmenge des Urans sich in den Holzresten konzentriert (vgl. Abb. 2, in welcher die Meßwerte dargestellt sind).

Die übrigen, ebenfalls an vererzte Pflanzenreste gebundenen Strahlungsanomalien in diesem Steinbruch (s. Abb. 1), sind allerdings weder, was die Häufigkeit der Pflanzenreste noch die Intensität der Strahlung anlangt, mit der ersten Fundstelle vergleichbar. An der Fundstelle II föhrte eine graue, stellenweise braungefärbte Sandsteinbank

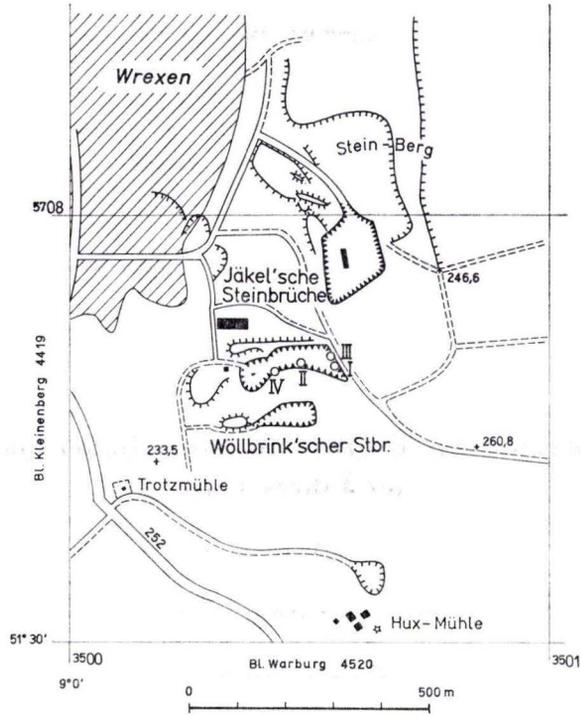


Abb. 1. Lageskizze der Strahlungsanomalien im Jäckel'schen Steinbruch bei Wrexen/Waldeck. Ausschnitt aus dem Meßtischblatt 4420 Peckelsheim.

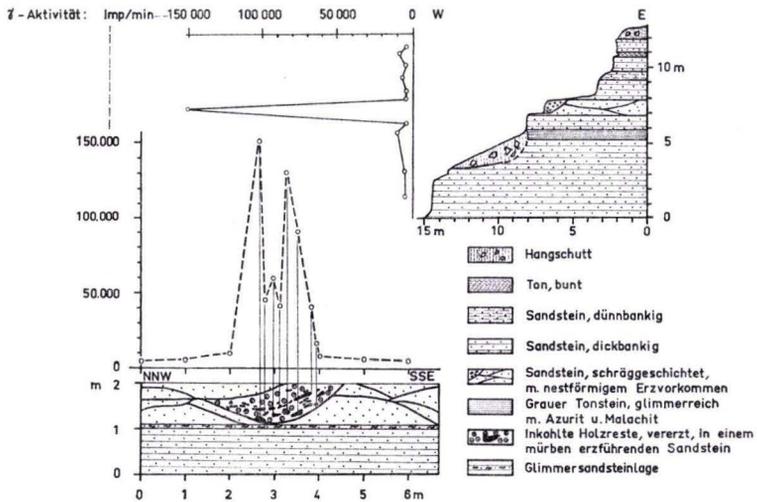


Abb. 2. Geologisch-radiometrische Profile, aufgenommen an der östl. Wand im Jäckel'schen Steinbruch in Wrexen/Waldeck; Fundstelle I. Die Strahlungsanomalien treten nur im Bereich einer wechsellagernden schräggeschichteten Sandsteinbank auf. Sie sind auf den Urangehalt der im dargestellten „Erznest“ angesammelten inkohlierten und vererzten Holzreste zurückzuführen.

nur spärliche Pflanzenreste und wies dementsprechend nur niedrige Radioaktivität auf. Ebenso waren an der Fundstelle III — in einem graugrünen, nach unten allmählich in einen grauen blättrigen Tonstein übergehenden, glimmerreichen Sandstein — nur hin und wieder einige Zweigstücke und etwas Pflanzen-Häcksel enthalten, die sich fast nur in der schwach erhöhten Strahlungsintensität dieser Lage bemerkbar machten. Vereinzelt fanden sich außerdem (Fundstelle IV, Abb. 1), zumeist ebenfalls innerhalb einer schräggeschichteten Sandsteinbank, noch eingeschwemmte Holzreste mit beträchtlicher Gamma-Aktivität.

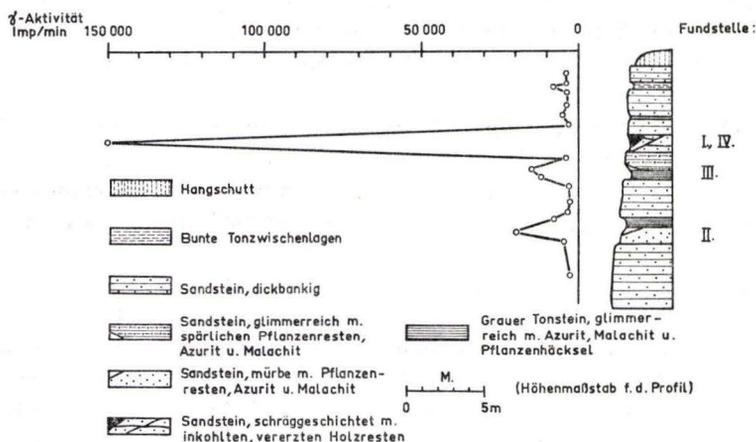


Abb. 3. Geologisch-radiometrisches Idealprofil im Jäckel'schen Steinbruch in Wrexen/Waldeck. Die sporadischen Nester uranföhrnder Pflanzenreste sind auf eine 7—8 m mächtige Wechselfolge von schräggeschichteten Sandsteinlagen und blättrigen Tonsteinen beschränkt.

Die an den vier erwähnten Fundstellen aufgenommenen radiometrischen Profile wurden in einem Idealprofil zusammengefaßt (Abb. 3), das die gegenseitige stratigraphische Lage der vier Fundstellen anzeigt. Danach sind die sporadischen Nester von uranföhrnden Pflanzenresten auf eine etwa 7—8 m mächtige Folge von wechsellagernden schräggeschichteten Sandsteinbänken und blättrigen Tonsteinen beschränkt.

In den benachbarten Steinbrüchen (vgl. Abb. 1) ließen sich 1961 weder pflanzenföhrnde Lagen beobachten noch Strahlungsanomalien feststellen. Auch Kupferminerale sind hier offensichtlich seltener; lediglich im nördlichen („neuen“) Jäckel'schen Steinbruch fanden sich im obersten Teil der etwa 30 m hohen Steinbruchwand, in einem blättrigen, allmählich in dünnplattigen Glimmersandstein übergehenden Tonstein, hin und wieder Malachit und Azurit-Flitter. Diese Horizonte könnten stratigraphisch den Lagen der Fundstelle III (vgl. Abb. 3) im „alten“ Jäckel'schen Bruch entsprechen.

2. Urangehalt und Uranmineralisation

Wie eingangs bereits erwähnt, wurde Uran in den vererzten inkohlten Holzresten von Wrexen erst 1953 durch eine chemische Analyse nachgewiesen (s. Tab. 1).

Tab. 1. Chemische Teil-Analyse eines vererzten inkohlten Holzes aus dem „alten“ Jäkel'schen Steinbruch bei Wrexen
Anal. P. PFEFFER, 1953, Lab. Nr.: 3560

SiO ₂	Cu	Fe	S	U	V	Cr	%
0,8	56,6	2,0	14,9	0,2	—	—	

Diese Analyse zeigt, daß neben dem beachtlichen Urangehalt vor allem eine erhebliche Kupferkonzentration in den inkohlten Holzresten vorhanden ist. Zusätzlich konnten an umfangreicherem Probenmaterial wesentlich höhere Urangehalte festgestellt werden (Tab. 2). Trotzdem ist das Vorkommen im wirtschaftlichen Sinne weder als Kupfer- noch als Uranlagerstätte von irgendwelcher Bedeutung.

Tab. 2. Ergebnisse der radiometrischen Untersuchung von Proben aus dem „alten“ Jäkel'schen Steinbruch bei Wrexen

Probe Nr.	Uran-Äquivalente		Effektiver Urangehalt ¹⁾ U _E (g/t)	Gleichgewichts-faktor: $p = \frac{eU\gamma}{U_E}$
	eU γ (g/t)	eU β (g/t)		
132	780,0	1065,0	1436,0	0,543
691	4625,0	6230,0	8310,0	0,557
692	101,4	200,0	328,3	0,300
693	904,0	1290,0	1791,0	0,505
694	2550,0	3780,0	5385,0	0,474
695	400,0	620,0	906,0	0,442

Aus der Tab. 2 ist ersichtlich, daß die Uran-Äquivalenten (eU γ und eU β) voneinander stark abweichen. Dies bedeutet, daß Uran sich mit seinen Folgeprodukten nicht im radioaktiven Gleichgewicht befindet, da sonst die Uran-Äquivalenten untereinander gleich sein und sich mit dem effektiven Urangehalt decken müßten. EICHHOLZ, HILBORN & McMAHON (1953) zeigten u. a., daß die effektiven Urangehalte auf Grund von gesetzmäßigen Beziehungen zwischen den Uran-Äquivalenten (eU γ und eU β) auch in solchen Fällen bestimmt werden können²⁾. Ihre „Gleichgewichtsmethode“ gestattet gleichzeitig Angaben über das Vorzeichen und über das relative Ausmaß der Abweichung vom radioaktiven Gleichgewicht. Dazu eignet sich der Koeffizient $p = eU\gamma/U_E$ (Gleichgewichtsfaktor). Im Falle des radioaktiven Gleichgewichts ist $p = 1$. Ein Fehlbetrag an Tochtersubstanzen des Urans liegt vor bei $p > 1$, dagegen ein Überschuß an Folgeprodukten, d. h. ein Urandefizit, wenn $p < 1$ ist.

Die in der Tab. 2 gleichzeitig für den Gleichgewichtsfaktor angeführten Werte ($p < 1$) zeigen an, daß sich das radioaktive Ungleichgewicht hier in einem markanten

¹⁾ Berechnet aus den Uran-Äquivalenten (eU γ und eU β) nach EICHHOLZ, HILBORN & McMAHON (1953).

²⁾ Hinsichtlich der radiophysikalischen Grundlagen dieses Verfahrens und der mathematischen Ableitung der erwähnten Beziehungen muß hier auf die Original-Arbeit und auf eine ausführliche deutschsprachige Darstellung von ROTHE (1959) verwiesen werden.

Fehlbetrag an Folgeprodukten (vornehmlich der „Radium-Gruppe“) äußert. Zum gleichen Ergebnis führt auch die Auswertung³⁾ der aufgenommenen Gamma-Spektren, von denen ein repräsentatives Teil-Spektrum in Abb. 4 dargestellt wurde.

Abweichungen vom radioaktiven Gleichgewicht innerhalb der Uran-Reihe sind von grundsätzlicher geochemischer und geochronologischer Bedeutung. Geochemisch bedeuten sie stets eine Trennung der Tochtersubstanzen (die alle Isotope eines anderen chemischen Elementes sind und infolgedessen sich

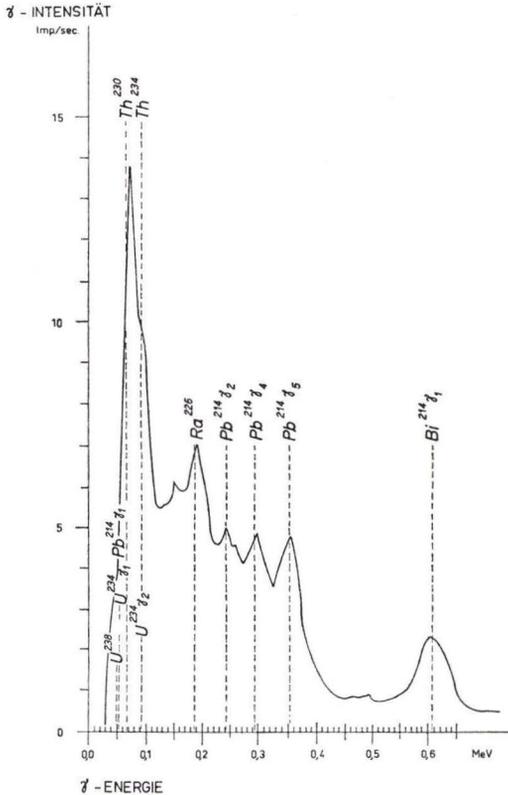


Abb. 4. γ -Spektrum des uranföhrnden Buntsandsteins aus dem Jäckel'schen Steinbruch bei Wrexen/Waldeck. Im Spektrum kommt die Abwesenheit der Th-Reihe gut zum Ausdruck. Die relativ geringe Intensität der Bi²¹⁴ γ_1 -Linie deutet auf ein durch Folgeprodukte-Defizit gekennzeichnetes radioaktives Ungleichgewicht

geochemisch anders als Uran verhalten) von der Muttersubstanz. Geochronologisch sind insbesondere Ungleichgewichte mit einem Fehlbetrag an Folgeprodukten wichtig. Sie lassen Rückschlüsse auf das Alter der geochemischen Trennung oder der möglichen juvenilen Zufuhr des Urans (ohne Folgeprodukte!) zu, da zum Erreichen des radioaktiven Gleichgewichts nach dem Zerfalls-Gesetz ca. 500 000 Jahre erforderlich sind (vgl. STERN u. STEFF 1959). Erst nach dieser Zeit wird sich das in einem neugebildeten Uranmineral fixierte Uran mit seinen von ihm stets nacherzeugten

³⁾ Einzelheiten über dieses Verfahren entnehme man MEISL (1965).

Tochtersubstanzen im radioaktiven Gleichgewicht befinden. Dies gilt allerdings nur, wenn die durch den radioaktiven Zerfall des Urans stets nachgebildeten Tochter-elemente nicht gleichzeitig weggeführt werden. Eine fortdauernde Auslaugung aller Tochterelemente ist aber von vornherein wenig wahrscheinlich, da ein bestimmtes geochemisches Milieu nicht gleichzeitig die Migration einer geochemisch doch recht verschiedenen Elementengruppe begünstigen kann. Einige wichtige Glieder der Uran-Familie (z. B. das Radium²²⁶) können jedoch unter Umständen ausgelaugt und fortgeführt werden. Ein solcher Vorgang zieht wiederum die Minderung des mengenmäßigen Anteils von den unmittelbaren Folgeprodukten des ausgelaugten Nuklids nach sich.

Eine fortdauernde Auslaugung des Radiums im Falle der Wrexener uranföhrnden Pflanzenreste ist aber aus nachstehenden Gründen nicht wahrscheinlich: Durch Oxydation der mit ihnen verbundenen Sulfide wird eine nicht unbedeutende Menge von Schwefelsäure frei, die die Migration des Radiums auf größere Entfernungen verhindert. Unter solchen Bedingungen wird Radium vielmehr als Sulfat ausgefällt, wenn ein geeigneter Träger (z. B. Barium) seine Mitfällung (da Radium immer nur in unwägbareren Mengen vorhanden ist) begünstigt. Mit der Anwesenheit des Bariums kann aber in den untersuchten Pflanzenresten prinzipiell gerechnet werden. Nach GOLDSCHMIDT (1954, S. 256) treten in manchen Kohlen sogar ungewöhnlich hohe Bariumgehalte auf. Wenn aber dennoch eine Auslaugung des nachgebildeten Radiums (im begrenzten Umfange) eingetreten wäre, so würde Radium (in Radiobaryt gebunden) im Probenbereich verbleiben, und es dürfte kein Ungleichgewicht feststellbar sein. Das festgestellte radioaktive Ungleichgewicht hat demnach im vorliegenden Falle wahrscheinlich andere Ursachen. Auf Grund der obigen Ausführungen kann gefolgert werden, daß die zum Einstellen des radioaktiven Gleichgewichts erforderliche Zeit nicht zur Verfügung stand, d. h., Uran muß entweder in den letzten 500 000 Jahren juvenil zugeführt worden sein, oder es muß innerhalb dieser Zeit eine Neumobilisation des Urans durch Auflösung vorhandener älterer Uranminerale – vielleicht als Folge von Verwitterungseinwirkungen – eingetreten sein. In beiden Fällen müssen sich aus den Lösungen neue Uranminerale gebildet haben. Welche von den beiden aufgezeigten Möglichkeiten (juvenile Uranzufuhr oder Neumobilisation des Urans) im Falle der Wrexener Uran-Anreicherungen in Frage kommt, kann erst entschieden werden, wenn feststeht, in welcher Form Uran mineralisiert vorliegt.

M. & R. TEICHMÜLLER (1958) unterscheiden im Wrexener Material drei verschiedene Uranträger (S. 64):

1. die „reine“ Kohle,
2. eine grau-grüne Substanz, die an Stelle der Kohle getreten und sich z. T. aus dieser gebildet hat,
3. mulmiges Eisenhydroxyd, das offenbar aus Pyrit entstanden und heute besonders uranreich ist.

Sie vermuteten weiterhin, daß die grau-grüne Substanz „komplexer organischer Natur“ ist. Diese Vermutung konnte jedoch durch die eingehenden mineralogischen Untersuchungen des Verfassers nicht bestätigt werden.

Allerdings ließen sich mit Hilfe von Kernspurplatten-Testen, die an polierten Dünnschliffen durchgeführt wurden, die Angaben von M. & R. TEICHMÜLLER hin-

sichtlich der starken Radioaktivität der „grau-grünen Substanz“ bestätigen: nach einer Exposition von 40 Stunden hat sie auf einer Kernspurplatte eine wirre Anhäufung von α -Bahns Spuren hervorgerufen (vgl. Taf. 17 Fig. 1). Als Quelle der α -Strahlen wurde unter dem Mikroskop ein durchsichtiges grünliches Mineral erkannt, das im Schnitt „faserig“ erscheint (was auf die ausgezeichnete basale Spaltbarkeit des Minerals zurückzuführen ist) und meist rosettenförmige Aggregate bildet (Taf. 17 Fig. 2). Mit Überraschung wurde weiterhin registriert, daß die Kohle nicht besonders strahlt; nur vereinzelt sind α -Bahns Spuren in den der „reinen“ Kohle entsprechenden Stellen auf der Kernspurplatte festzustellen.

Aus dem Handstück, aus dem der polierte Dünnschliff hergestellt worden ist, ließen sich dann Aggregate (wie in Taf. 17 Fig. 2), aber auch Einzelkristalle (vgl. Taf. 18 Fig. 1) eines tetragonalen, tafelförmigen Uranminerals herauspräparieren, die mikrochemisch, optisch und röntgenographisch untersucht wurden.

Mikrochemisch konnten als Hauptkomponenten U, Cu und As nachgewiesen werden. Der Test für P, Ca und Ba verlief dagegen negativ. Das Uranmineral muß demnach ein Kupfer-Uranyl-Arsenat sein. Die an Körnerpräparaten bestimmten optischen Daten decken sich mit denjenigen des Meta-Zeunerits: $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

2.1 Beschreibung des Meta-Zeunerits von Wrexen

Habitus: Meist gute tetragonale, tafelförmige Kristalle (maximale Kantenlänge $\approx 1,5$ mm), die aber oft blättrig-schuppige und rosettenförmige, parallele bis subparallele Aggregate nach $\{001\}$ bilden. Als häufigste Kombination wurden $\{001\}$ und $\{111\}$ beobachtet (Taf. 18 Fig. 1). Gelegentlich treten weitere Pyramidenflächen, vor allem $\{221\}$, auf.

Physikalische Eigenschaften: Die Farbe ist smaragdgrün bis grasgrün. Die Spaltbarkeit ist nach $\{001\}$ ausgezeichnet, nach $\{100\}$ gut. Die Dichte des Minerals wurde nicht bestimmt. Es zeigte sich keine Fluoreszenz mit kurzwelligem UV-Licht.

Optische Daten:

Orientierung	n	Dichroismus	
O	$1,647 \pm 0,001$	grasgrün bis smaragdgrün	optisch negativ
E	$1,626 \pm 0,003$	bläulichgrün	

Die röntgenographische Überprüfung beschränkte sich auf eine Aufnahme mit dem Zählrohr-Goniometer. Es konnten dabei alle intensiveren Linien des Meta-Zeunerit-Diagramms nachgewiesen werden. Die Aufnahme wurde mit einer sehr kleinen Substanzmenge ausgeführt, weshalb die Interferenzen geringerer Intensität nicht genau ausgemessen werden konnten. Aus diesem Grunde wird auch auf die Wiedergabe des Diagramms verzichtet.

Paragenetisch tritt Meta-Zeunerit, außer an den Grenzen der Erzminerale zu Kohle, am häufigsten in mit mulmigen Eisenhydroxyd verkleideten länglichen Hohlräumen

auf, die in der Kohle vorhanden sind. Das Eisenhydroxyd bildet oft Pseudomorphosen nach einem Karbonat (wahrscheinlich Siderit), dessen Rhomboeder unter dem Binokular deutlich zu erkennen sind. Die Kriställchen des Meta-Zeunerits sitzen den Rhomboeder-Flächen auf oder sprießen aus dem zelligen Inneren der Rhomboeder-Pseudomorphosen hervor. Dadurch wird der von M. & R. TEICHMÜLLER (1958) festgestellte besonders hohe Uranreichtum des mulmigen Brauneisens plausibel. Aus dem Eisenhydroxydmulm lassen sich oft Kristalle mit 1 bis 1,5 mm Kantenlänge herauspräparieren. Meta-Zeunerit-Kristalle von dieser Größe können bei genügender Aufmerksamkeit im Handstück schon mit unbewaffnetem Auge erkannt werden. Sie sind jedoch infolge ihres sporadischen Auftretens und infolge der anwesenden grünen Kupferminerale unauffällig und können daher leicht übersehen werden. Auch in den mit Malachit ausgekleideten Hohlräumen sind rosettenförmige Aggregate des Meta-Zeunerits anzutreffen. Die Kristalle sind hier oft von nadeligen Gipskriställchen überkrustet. Dagegen meidet Meta-Zeunerit offensichtlich den Azurit, er wurde in Azurit-Drusen nie beobachtet. Dem Kupferglanz ist das Mineral dagegen nicht selten direkt aufgewachsen. Innerhalb der Kohle tritt Meta-Zeunerit in Schrumpfrissen und auf Unstetigkeitsflächen, die durch die ursprüngliche Holzstruktur vorgeprägt sind, in Form von Krusten oder kleineren Schüppchen auf. Diese Krusten sind in ihrer Farbe fahler als die ausgebildeten Kristalle. Sie wurden bereits von SÖFNER (1939, S. 421) beobachtet, für Malachit gehalten und als ganz junge Verwitterungsbildungen angesehen.

3. Mikroskopische Untersuchung der Erzparagenese, Folgerungen

Meta-Zeunerit ist ein sekundäres Uranmineral, das erfahrungsgemäß für die Oxydationszone derjenigen primären Uranlagerstätten typisch ist, die neben Pechblende (Uraninit) oder neben sonstigen primären Uranmineralen arsenhaltige Kupferminerale, wie z. B. Enargit, enthalten (vgl. FRONDEL 1958, S. 219). Im Wrexener Probenmaterial wurde jedoch weder Pechblende (oder ein sonstiges primäres Uranmineral) noch Enargit festgestellt. Nur die schon von SÖFNER (1939) nachgewiesene Paragenese wurde beobachtet: rhombischer Kupferglanz, Buntkupfer, Kupferkies, Covellin, Cuprit, Tenorit, Malachit, Azurit sowie Pyrit.

Obwohl sich primäre Uranminerale unmittelbar nicht nachweisen ließen, muß man mittelbar auf ihre frühere Anwesenheit schließen, und zwar aus folgenden Gründen:

Nach M. & R. TEICHMÜLLER (1958) ist die Wrexener Kohle durch radioaktive Bestrahlung in kleinen Bereichen in Anthrazit umgewandelt (metamorphosiert) worden. Ähnliche Umwandlungen kohligter Substanz durch radioaktive Bestrahlung wurden auch anderswo beobachtet (vgl. STACH 1955; HOEHNE 1958; RAMDOHR 1958 und 1960 sowie JEDWAB 1963a und b). Im Gegensatz zu den bekannten „pleochroitischen“ Höfen in verschiedenen Mineralen ist jedoch die Größe der Inkohlungshöfe nicht von der Reichweite der energiereichsten α -Teilchen abhängig, sondern sie ist anscheinend dem Uran- bzw. Thorium-Gehalt des Einschlusses und der Bestrahlungsdauer ungefähr proportional. Die Abgrenzung der Inkohlungshöfe ist zudem meist unscharf. Die geschilderten Sachverhalte legen aber die Vermutung nahe, daß diese lokale Veredelung der Kohle eine Art Thermometamorphose ist. Die dazu erforderliche

Wärme entsteht bei der Absorption der α - und β -Strahlen, deren Energie dabei fast ohne Verlust in Wärme umgesetzt wird. Die Wärmezufuhr erfolgt bei dieser Art von Thermometamorphose in relativ kleinen aber gleichbleibenden Raten, da nach BIRCH (1953 in FAUL, 1954, S. 152) durch den Zerfall von 1 g U^{238} jährlich etwa 0,73 cal. Wärme frei wird. Angesichts der geringen Wärmeleitfähigkeit der Kohle (größenordnungsmäßig 0,001–0,0001 cal./cmsecGrad) wird diese mit der Zeit lokal erwärmt, und es ist, nach dem Befund zu urteilen, nicht unmöglich, daß dabei die zur Anthrazitbildung erforderlichen relativ hohen Temperaturen entstehen.

Die Bildungsbedingungen des Anthrazits kann man mit den Zustandsbedingungen für Druck und Temperatur (pt) angeben. Einen Versuch, die Inkohlungs-Bedingungen allgemein in einem pt-Diagramm darzustellen, hat SZÁDECZKY-KARDOSS (1952) unternommen. Unter Benutzung von Literaturangaben gibt er für die Anthrazitbildung bei normalem Druck eine Temperatur (als Mittelwert erheblicher streuender Einzelangaben) von 383° C an.

Auf Grund der stratigraphischen Lage der Pflanzenreste errechnet sich aus vorhandenen geologischen Unterlagen eine maximale Deckschichten-Mächtigkeit von ca. 1000 m. Daraus ergeben sich pt-Werte ($p \approx 200$ atm; $t \approx 30-40^\circ$ C), die nach dem SZÁDECZKYschen p-t-Diagramm auch für den allgemeinen Inkohlungs-Zustand der Pflanzenreste (Gas-Flammkohle, vgl. auch M. & R. TEICHMÜLLER 1958) nicht ausreichen, so daß man auch für die normale Inkohlung noch eine zusätzliche Wärmezufuhr annehmen muß.

Die für die Anthrazitbildung erforderliche Temperatur wird aber bei solchen schwachen Druckverhältnissen kaum wesentlich niedriger sein als bei normalem Druck (350–380° C). Auf diese Temperatur mußte die Kohle durch die Zerfallswärme lokal erwärmt worden sein, um die Inkohlungshöfe zu erhalten. Bei so hohen Temperaturen ist aber jedes sekundäre Uranmineral (wie z. B. Meta-Zeunerit) instabil und würde sich deshalb in Pechblende umgewandelt haben, falls Uran in dieser Form vorgelegen hätte. Meta-Zeunerit kann demnach die Inkohlungshöfe durch seine Radioaktivität nicht hervorgerufen haben. Tatsächlich findet sich Meta-Zeunerit ganz selten im Zentrum der Inkohlungshöfe; dort sind vielmehr fast immer nur kleine Löcher anzutreffen (vgl. Taf. 18 Fig. 3).

Die Inkohlungshöfe sind offensichtlich durch die Radioaktivität eines Minerals hervorgerufen worden, das einst diese Löcher eingenommen hatte und dessen Strahlung langfristig auf die Kohle einwirken konnte. M. & R. TEICHMÜLLER beobachteten diese Löcher ebenfalls und vermuteten, daß diese ursprünglich mit uranhaltigem Pyrit ausgefüllt waren. Der Pyrit soll infolge der Verwitterung in Brauneisen umgesetzt und als Brauneisen dann beim Schleifprozeß herausgebröckelt worden sein. Pyrit-Reste, die der Oxydation nicht anheimgefallen sind, weisen jedoch keine Radioaktivität auf. Demzufolge bleibt nur noch die Möglichkeit übrig, daß diese Löcher einst von primären Uranmineralen (Pechblende oder Coffinit?) erfüllt gewesen waren, die dann später – anscheinend restlos – ausgelaugt worden sind. Die Löcher weisen keinerlei kristallographisch definierbare Formen auf, die weitere Folgerungen hinsichtlich der Art des ausgelaugten Minerals zuließen, sie folgen aber in ihrer Anordnung der pflanzlichen Struktur (Zellgewebe) genauso, wie die erhalten gebliebenen Kupferminerale, die das Zellgefüge getreu und deutlich abbilden (vgl.

Taf. 18 Fig. 2 u. 3). Daraus folgt aber, wenn die obige Deutung richtig ist, daß Uran zusammen mit Kupfer in die Pflanzenreste eingedrungen ist, wie es auch M. & R. TEICHMÜLLER angenommen haben (vgl. S. 64). Dabei erfolgte die erste Fixierung des Urans höchstwahrscheinlich durch Adsorption. Erst später wurde die adsorptive Bindung durch die allgemeine Inkohlungs-Zunahme der Pflanzenreste gelöst, da ihrzufolge die für die Adsorptionkapazität mitverantwortliche freie Oberfläche der Kohle verringert worden ist. Dies zeigt sich darin an, daß die ausgelaugten Uranminerale, im Gegensatz zu den Kupfermineralen, nicht das gesamte pflanzliche Gewebe pseudomorphosiert, sondern offensichtlich nur die Zellen-Hohlräume erfüllt haben. Daraus kann man aber schließen, daß das Uranangebot die Adsorptionskapazität der Pflanzenreste in ihrem damaligen Inkohlungs-Stadium nicht überschritten hat. Daß es dabei jedoch zu relativ hohen Urankonzentrationen gekommen ist (vgl. Tab. 2), muß man mit M. & R. TEICHMÜLLER annehmen, daß die Pflanzenreste zu dieser Zeit relativ schwach inkohlt gewesen waren.

M. & R. TEICHMÜLLER glauben aus diesem Grunde, eine frühzeitige Uranzufuhr, und zwar eine solche durch Verwitterungslösungen kurz nach Ablagerung des Sedimentes, annehmen zu müssen. Dies ist jedoch in keiner Weise zwingend, zumal wir über den zeitlichen Ablauf der Inkohlung nichts Sicheres wissen. Verfasser ist eher geneigt, mit SÖFNER (1939) eine telethermal aszendente Lösungszufuhr im Tertiär, anzunehmen. Diese Auffassung wird, außer durch die nachgewiesenen Beziehungen des Vorkommens zu den tektonischen Gräben des Gebietes, auch dadurch noch untermauert, daß schon für die allgemeine Inkohlung der Pflanzenreste eine zusätzliche Wärmezufuhr angenommen werden muß.

Die Auslaugung der angenommenen primären Uranminerale erfolgte erst, nachdem die Pflanzenreste in das Verwitterungsniveau gelangten. Nach geologischen Überlegungen ist dies aller Wahrscheinlichkeit nach im Quartär geschehen. Der zur Auflösung der primären Uranminerale erforderliche niedrige pH-Wert (≤ 3) stellt angesichts der sulfidischen Begleitminerale kein Problem dar. Dieser Vorgang ist mit der Entstehung des Meta-Zeunerits verbunden, und kann auf Grund des nachgewiesenen radioaktiven Ungleichgewichtes — wie wohl aufeinandergesetzt — erst innerhalb der letzten 500000 Jahre (also im Quartär) eingetreten sein. Das zur Bildung von Meta-Zeunerit erforderliche Arsen konnte dabei aus dem Pyrit, aber auch aus dem Kohlenmaterial mobilisiert werden, und es scheint deshalb kein zwingender Grund vorzuliegen, auch die völlige Auslaugung des Enargits anzunehmen. Enargit wurde in dieser Paragenese wahrscheinlich nie ausgeschieden.

Das kleine Vorkommen Wrexen zeigt besonders weitgehende Ähnlichkeiten mit den Uranlagerstätten im Colorado-Plateau, auf die u. a. bereits KOHL (1957) hingewiesen hat.

Die gemeinsamen Züge äußern sich:

1. in der petrographischen Beschaffenheit des Wirtgesteins,
2. im Auftreten von inkohlten Pflanzenresten, die auch im Colorado-Gebiet den Hauptanteil des Urans enthalten,
3. in der Lokalisierung der erzführenden Pflanzenreste in fossilen Flußläufen („Channels“),

4. in der Mineralparagenese, soweit nur die vanadinfreien Kupfer-Uran-Lagerstätten (z. B. Happy Jack mine, White Canyon district, San Juan County, Utah) in Betracht gezogen werden,
5. in den Beziehungen der Uran-Anreicherungen zu lokaltektonischen Elementen und dadurch auch zu den regionaltektonischen Bauformen des Gebietes.

Es liegt deshalb nahe, für die Uran-Anreicherungen von Wrexen auch eine gleiche oder doch nahe verwandte Entstehungsweise, wie die der Colorado-Lagerstätten, anzunehmen. Aber gerade die Frage der Genese ist auch für diese in dieser Hinsicht sehr intensiv untersuchten Lagerstätten ein bis heute noch umstrittenes, ungelöstes Problem.

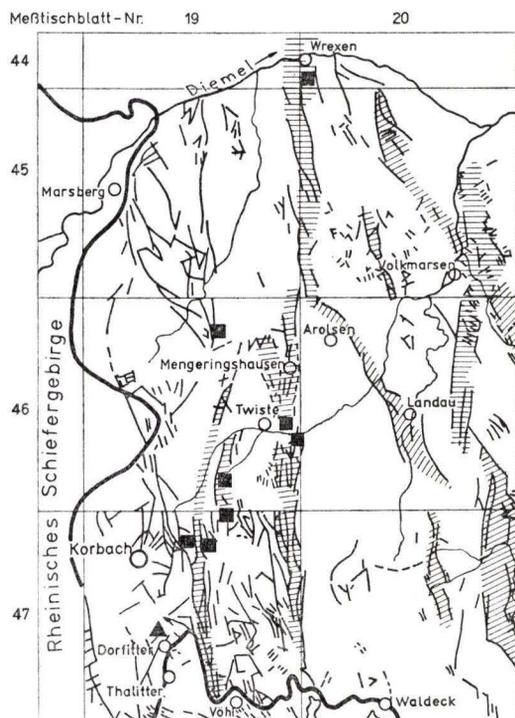


Abb. 5. Tektonische Übersichtskarte des Waldecker Landes, M. 1:400 000. Das Vorkommen Wrexen, aber auch die an den Unteren Buntsandstein gebundenen Uran-Anreicherungen zwischen Mengershausen und Korbach (ausgefüllte Quadrate), weisen ausgeprägte Beziehungen zu den tektonischen Gräben des Gebietes auf. Mit einem ausgefüllten Dreieck sind die an den Stinkkalk des Zechsteins gebundenen Uran-Anreicherungen bei Dorffitter dargestellt.

Anmerkung: Mengershausen anstatt Mengeringshausen.

Wohl wird im allgemeinen angenommen, daß die Uranlagerstätten am Colorado-Plateau epigenetisch sind, über die Herkunft der uranhaltigen Lösungen und über den Vererzungsprozeß sind aber die Meinungen stark geteilt.

Die im Laufe der Zeit entwickelten Hypothesen über die Genese der Colorado-Lagerstätten sind jüngst von HEINRICH (1958) übersichtlich zusammengefaßt und diskutiert worden.

HEINRICH schreibt dazu (S. 452): "The final chapter on the genesis of these deposits has not yet been written. Doubtless theories will continue to be modified. The writer believes that on the basis of presently available evidence the uranium deposits of the Colorado Plateau itself are of magmatic descent formed in Laramide time under low-intensity conditions in rocks already inhabited by ground water and subsequently modified by oxydation, largely in situ."

Auch für das Vorkommen Wrexen gilt die Feststellung von HEINRICH, daß das letzte Kapitel über die Genese dieses Vorkommens noch nicht geschrieben ist. Sie kann auch noch nicht geschrieben werden. Auch hier stehen den Ansichten, welche die Vererzung aus dem Grundwasser ableiten wollen (KOHL 1957 und M. & R. TEICHMÜLLER 1958) andere gegenüber, die eine aszendente, hydrothermale Lösungszufuhr annehmen (SÖFNER 1939). Als Zufuhrwege für die uranhaltigen Lösungen könnten bei der letztgenannten Auffassung Verwerfungen, insbesondere die östliche Randspalte des im Gebiet durchziehenden tektonischen Grabens gedient haben (vgl. Abb. 5⁴). Allerdings ist die Fundstelle der Wrexener Uran-Anreicherungen von dieser Randspalte rd. 200 m entfernt. Die laterale Migration der Lösungen entlang der Schichtfugen bis auf diese Entfernung, dürfte aber angenommen werden. Die strenge Lokalisierung der Uran-Anreicherungen durch die Pflanzenreste läßt sich durch die bekannte Affinität organischer Substanz zu Schwermetall-Ionen hinreichend erklären. Als Uranlieferant kommt, auch wenn man eine aszendente Lösungszufuhr annimmt, zunächst der unterlagernde Kupferschiefer, möglicherweise aber auch ein tiefer gelegenes primäres Urandepot, in Betracht.

4. Zusammenfassung

Im Oberen Buntsandstein (Solling-Folge) bei Wrexen/Waldeck (Nordhessen) finden sich in einem 7–8 m mächtigen Schichtpaket (in fossilen Flußläufen angehäuft, aber auch einzeln eingestreut) inkohlte Pflanzenreste mit einer bekannten sulfidischen und oxydischen Kupfererzparagenese. Die Fundstelle ist etwa 200 m von der östlichen Randspalte eines N-S gerichteten tektonischen Grabens entfernt.

Außer den Kupfererzen enthalten diese Pflanzenreste noch Uran in beachtlicher Konzentration (Gehalte bis zu 0,83% U wurden bestimmt), das sich mit seinen Tochtersubstanzen nicht im radioaktiven Gleichgewicht befindet. Das radioaktive Ungleichgewicht äußert sich in einem beträchtlichen Fehlbetrag an Folgeprodukten, vor allem Ra²²⁶.

Als Hauptträger des Urans konnte Meta-Zeunerit nachgewiesen werden. Die Kohlenstoffsubstanz und das Brauneisen spielen als Uranträger keine nennenswerte Rolle. Meta-Zeunerit ist infolge Verwitterungseinwirkungen in den letzten 500 000 Jahren entstanden.

⁴ Zur Anfertigung von Abb. 5 sind die „Übersichtskarte der Saxonischen Gebirgsbildung“ (1:25 000, STILLE 1922), die „Geol. Übersichtskarte von Hessen“ (1:300 000, RÖSING 1960) und die Ergebnisse der Spezialkartierung von KULICK (1961) verwendet worden. Außer dem Vorkommen Wrexen enthält diese Karte auch alle Uran-Anreicherungen im Unt. Buntsandstein und Zechstein des südlich anschließenden Gebietes. Man sieht, daß alle diese Uran-Anreicherungen ausgeprägte Beziehungen zu den lokaltektonischen Elementen dieses Gebietes aufweisen (vgl. KULICK 1961 und MEISL 1962).

Primäre Uranminerale (Pechblende oder Coffinit?) konnten nicht festgestellt werden. Es wird aber angenommen, daß solche Minerale, vor allem Pechblende, ursprünglich an der Paragenese beteiligt waren und erst später (wahrscheinlich im Quartär, nachdem die Pflanzenreste in das Verwitterungsniveau gelangten) ausgelaugt worden sind. Dafür sprechen die Hohlformen inmitten der intensiven, durch radioaktive Bestrahlung entstandenen Inkohlungshöfe, die weder mit den normalen Inkohlungs-Bedingungen noch mit der relativ kurzzeitigen Einwirkung der Radioaktivität vom Meta-Zeunerit erklärt werden können.

Uran ist wahrscheinlich zusammen mit Kupfer in die Pflanzenreste eingedrungen, zu einer Zeit, in der letztere erst relativ schwach inkohlt gewesen waren. Es wird eine ascendente, möglicherweise telethermale Lösungszufuhr angenommen. Als Lieferant der Schwermetall-Ionen kommt der unterlagernde Kupferschiefer, aber auch ein möglicherweise tiefer gelegenes Urandepot in Betracht.

Das Vorkommen ist paragenetisch mit den vanadinfreien Kupfer-Uran-Lagerstätten im Colorado-Gebiet verwandt.

Schriftenverzeichnis

- BISGIEL, W.: Die Uransuche in Hessen. — *Atomwirtschaft*, 4, 167—172, Düsseldorf 1959.
- BIRCH, FR.: Heat from radioactivity. In H. FAUL's *Nuclear geology*, 149—174 (1953). F. Wiley & Sons Verlag, New York, Chapman & Hall Verlag, London 1954.
- EICHHOLZ, G., HILBORN, J. W. & MC MAHON, C.: The determination of uranium and thorium in Ores. — *Canad. J. Phys.*, 31, 4, 613—628, 1953.
- FRONDEL, CL.: Systematic mineralogy of Uranium and Thorium. — *Geol. Surv. Bull.*, 1064, 400 S., Washington 1958.
- GOLDSCHMIDT, W. M.: *Geochemistry*. 730 S., Oxford 1954.
- HEINRICH, E. WM.: *Mineralogy and geology of radioactive raw materials*. New York-Toronto-London 1958 (McGraw-Hill. Verlag).
- HERRMANN, A.: Die Stratigraphie des Mittleren Buntsandsteins bei Wrexen/Waldeck. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, 87, S. 317—327, Wiesbaden 1959.
- HOEHNE, K.: Zirkonkristalle in Kohlenflözen. — *Chemie der Erde*, 19, 38—50, Jena 1958.
- JEDWAB, J.: Dégâts radiatifs naturels dans des matériaux asphaltiques uranifères. I. Les grès asphaltiques du mass Alary (Hérault-France). — *Bull. soc. Belge Géol., Paléontol., et Hydrol.*, 71, 487—496, Bruxelles 1963.
- Dégâts radiatifs naturels dans des matériaux asphaltiques uranifères. II. Bois fossile asphaltisé de Temple Mountain (Utah). — *Bull. soc. Belge Géol., Paléontol., et Hydrol.*, 72, 401—406, Bruxelles 1963.
- KOHL, E.: Uranhaltige Kohle im Buntsandstein von Wrexen (Waldeck). — *Z. Erzbergbau u. Metallhüttenwesen*, 10, 44, Stuttgart 1957.
- KULICK, J.: Die Gliederung des Unteren Buntsandsteins und der Volpriehausen-Folge des Mittleren Buntsandsteins in Waldeck (Nordhessen). — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, 89, 276—309, Wiesbaden 1961.
- MEISL, S.: Lagerstättenkundliche und geochemische Untersuchung von Uranvorkommen in Nordhessen. — *Dissertation*, Mainz 1962.
- RAMDOHR, P.: Neue Beobachtungen über radioaktive Höfe und über radioaktive Sprengungen. — *Abh. Akad. Wiss. Berlin, Kl. Chem. Geol. Biol.*, 2, Berlin 1957.
- Weitere Untersuchungen über radioaktive Höfe und andere radioaktive Einwirkungen auf natürliche Mineralien. — *Abh. Akad. Wiss. Berlin, Kl. Chem. Geol. Biol.*, 4, Berlin 1958.
- Neue Beobachtungen an radioaktiven Höfen in verschiedenen Mineralien, mit kritischen Bemerkungen zur Auswertung der Höfe zur Altersbestimmung. — *Geol. Rdsch.*, 49, 253—262, Stuttgart 1960.

- RÖSING, F.: Geologische Übersichtskarte von Hessen 1:300 000, Wiesbaden 1960.
- ROTHER, K.: Radiometrische Bestimmungen an Mineralien und Gesteinen (Grundlagen, Meßverfahren mit Zählrohr, Eichung und Anwendung) — Freiburger Forschungshefte, C 68, 1—160, Berlin 1959.
- SCHARF, W.: Uranvorkommen und ihre Aufsuchung im Bundesgebiet. — Glückauf, **93**, 571—577, Essen 1957.
- SÖFNER, R.: Die Kupfererze von Wrexen. — Z. angew. Mineral., **1**, 417—430, Berlin 1939.
- STACH, E.: Die Petrographie der Kohle als Hilfsmittel bei der Kohlenparallelisierung. — Z. deutsch. geol. Ges., **107**, 103—112, Hannover 1955.
- STERN, T. W. u. STIEFF, L. R.: Radium-uranium equilibrium and radium-uranium age of some secondary minerals. — Geol. Surv. Prof. Paper, **320**, 151—156, Washington 1959.
- STILLE, H.: Übersichtskarte der saxonischen Gebirgsbildung (1:250 000), Berlin 1922.
- & MESTWERDT, A.: Geol. Kte. Preußen und ben. deutsch. Länder, Bl. 4420 Peckelsheim, 2. Auflage, Berlin 1935.
- SZÁDECZKY-KARDOSS, E.: Szénközettan (Kohlenpetrographie, ungarisch). Budapest 1952 (Akad. Verl.).
- Gesteinsumwandlung und Kohlengesteine. — Acta geologica Acad. Sci. Hung., **1**, 205—224, Budapest 1952.
- TEICHMÜLLER, M. & R.: Inkohlungsuntersuchungen und ihre Nutzenanwendung. — Geologie en Mijnbouw., **2** (Nw. Serie), 41—66, s'Gravenhage 1958.

Manuskript eingegangen am 26. 3. 1965

Eine uranförende sulfidische Erzparagenese im tertiären Braunkohlen-Quarzit von Dillich/Hessische Senke

Von

STEFAN MEISL, Wiesbaden

Mit 3 Abbildungen, 2 Tabellen und den Tafeln 19–20

Kurzfassung: Im Raume Dillich in der Hessischen Senke tritt in einem tertiären Braunkohlen-Quarzit eine niedertemperierte sulfidische Erzparagenese (Kupferkies, Covellin, Idait, Pyrit, Markasit, Melnikovitpyrit, Bravoit u. a.) mit z. T. erstaunlich hohem Urangehalt (7,7%) auf. Als Uranträger wurde Meta-Torbernit nachgewiesen. Es wird angenommen, daß Uran primär an die nachgewiesene organische Substanz adsorptiv gebunden war. Die Neumobilisation des Urans und die Bildung von Meta-Torbernit erfolgte frühestens im Quartär, da Uran sich mit seinen Folgeprodukten nicht im radioaktiven Gleichgewicht befindet und da das radioaktive Ungleichgewicht sich in einem markanten Fehlbetrag an Folgeprodukten äußert.

Abstract: Near Dillich, in the Hessian Basin, there appears a low temperature sulphid ore paragenesis in a Tertiary (Eocene) brown coal quartzite (chalcopyrite, covellite, idaite, marcasite, melnicovite-pyrite, bravoite etc.) with a remarkably high uranium concentration (7,7%) in some cases. It is proved that meta-torbernite was the main carrier of uranium. It is supposed that primarily the uranium was adsorptively bound to the proved organic substance. The re-mobilization of the uranium and the formation of meta-torbernite took place at the earliest in the Quarternary era, as the uranium is not in radioactive equilibrium with its daughter products and as the radioactive disequilibrium is expressed in a marked deficit of daughter products.

Inhalt

Einleitung	282
1. Urangehalt und Uranmineralisation; Röntgenographischer Befund	282
2. Die mikroskopische Untersuchung der Erzparagenese im Braunkohlen-Quarzit	287
2.1 Der Mineralbestand des eisensulfidreichen Quarzit-Typs	287
2.2 Der Mineralbestand des kupferreichen Quarzit-Typs	289
3. Folgerungen	290
4. Zusammenfassung.	291
Schriftenverzeichnis	291

Einleitung

Im Jahre 1957 fanden Prospektoren der Seismos GmbH.¹⁾ auf der Halde des Braunkohlen-Tagebaues bei Dillich (Top. Karte 1:25000, Bl. 4921 Borken) ein eisensulfidführendes Quarzit-Lesestück mit erhöhter γ -Aktivität. Dieser Fund war zwar auffällig, schien aber wegen seines geringen Urangeltes (100 g U/t) keine besondere Bedeutung zu haben. Bei der näheren Überprüfung der Fundstelle (1960) fand ich jedoch in umfangreichem Lesestück-Material auch stark vererzte Braunkohlen-Quarzite von auffällig dunkelgrauer Farbe mit erstaunlich hoher Radioaktivität. Diese im wesentlichen aus Erzmineralen bestehenden Lesestücke zeigen mannigfache Übergänge zu dem erzfreien hellen Quarzit. Sie stammen aus einem ehemaligen Quarzitbruch im Bereich der Abraumhalde, wo der Quarzit in den fünfziger Jahren kurzzeitig abgebaut wurde. Dieser Quarzit, in dem die heute als Lesestücke vorliegenden vererzten Partien wahrscheinlich in Nestern oder in Adern auftraten, war 1960 der Beobachtung nicht mehr zugänglich.

Für die hilfreiche Unterstützung meiner Arbeit danke ich besonders Herrn Prof. Dr. H. HENTSCHEL (Wiesbaden).

Bei meinen erzmikroskopischen Untersuchungen war mir die Beratung von Herrn Prof. Dr. P. RAMDOHR (Heidelberg), von Herrn Privatdoz. Dr. FRENZEL (Heidelberg) und von Herrn Prof. Dr. A. HELKE (Mainz) von großem Nutzen. Herrn Dr. H. J. OTTEMANN (Heidelberg) verdanke ich die Aufnahme eines Röntgenfluoreszenz-Spektrums, Herrn Oberreg.-Geologen a. D. Dr. P. PFEFFER (Wiesbaden) die Durchführung von chemischen Uranbestimmungen. Allen diesen Herren danke ich auch an dieser Stelle für ihre Hilfsbereitschaft.

1. Urangelalt und Uranmineralisation; Röntgenographischer Befund

Der Urangelalt von 9 Proben wurde radiometrisch nach der „Gleichgewichtsmethode“ von EICHHOLZ, HILBORN & Mc.MAHON (1953) und chemisch (colorimetrisch, fluorimetrisch und z. T. gewichtsanalytisch) bestimmt. Die festgestellten Urankonzentrationen schwanken zwischen ≈ 20 g U/t und 77,000 g U/t (7,7% U). Im allgemeinen weisen sulfidische Proben einen höheren Urangelalt auf als sulfidarme.

Ein γ -Spektrum²⁾ der Probe 671 (Abb. 1) zeigt, daß im Braunkohlen-Quarzit nur die Uran-Reihe vertreten ist, da die für die Thorium-Reihe charakteristische Linie des Th^{208} -Nuklids praktisch fehlt (vgl. die mit zwei Fragezeichen versehene Stelle in Abb. 1). Dagegen konnten im Spektrum alle wesentlichen Nuklide der Uran-Reihe identifiziert werden. Um die Identifizierung der einzelnen Nuklide zu demonstrieren, ist in Abb. 1 auch die Eich-Gerade eingetragen, die durch Aufnahmen von γ -Linien bekannter Energie festgelegt wird. Üblicherweise verwendet man dazu die γ -Linien

¹⁾ Seismos, GmbH.: Bericht über Szintillometermessungen zum Aufsuchen von Uran- und Thoriummineralien im Gebiet der Kreise Ziegenhain-Fritzlar-Homberg und Eschwege (angefertigt für die Bergwerk Frielendorf A.G., Berichterstatter: Dr. KLOPP), Hannover 1957 (unveröffentlicht).

²⁾ Das Spektrum wurde 1961 mit einem 200-Kanal-Spektrometer im Centre National de la Recherches Radiogéologiques de l'Université de Nancy (Frankreich) aufgenommen. Die Möglichkeit, dieses Spektrum aufnehmen zu können, verdankt der Verfasser Herrn Prof. R. COPPENS (Nancy).

der künstlich radioaktiven Isotope Cs¹³⁷ und Co⁶⁰. Im übrigen kann der Auswertungsvorgang von der Abbildung abgelesen werden.

Aus dem abgebildeten γ -Spektrum lassen sich wichtige Rückschlüsse auf den radioaktiven Gleichgewichtszustand gewinnen, wenn man es mit dem γ -Spektrum eines sich im radioaktiven Gleichgewicht befindlichen uranhaltigen Präparates vergleicht. Wichtig sind bei diesem Vergleich vor allem die Linien im Energiebereich 0,05–0,15 MeV, zu deren Intensität hauptsächlich die Nuklide der „Uran-Gruppe“ beitragen (I_{U^*}) und die

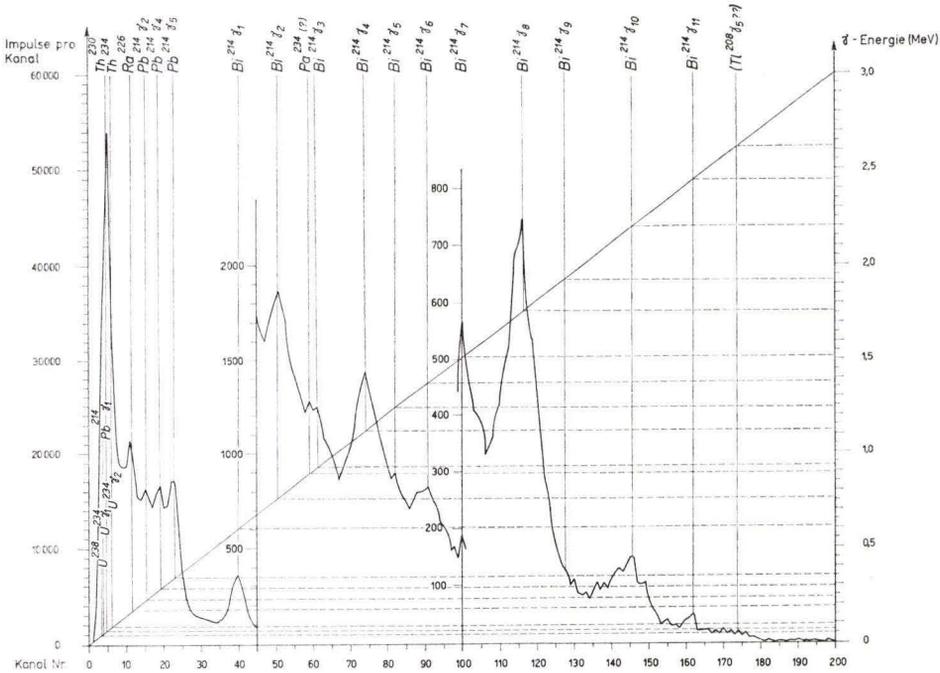


Abb. 1. γ -Spektrum eines uranförenden Braunkohlen-Quarzits. Probe 671, Tagebaufeld Dillich bei Borken. Nur die Nuklide der Uran-Reihe sind nachzuweisen. Bezüglich weiterer Erläuterungen wird auf den Text verwiesen.

$\text{Bi}^{214} \gamma_1$ Linie bei 0,609 MeV (I_{RaC}), deren Intensität durch die Beteiligung der „Radium-Gruppe“ bestimmt wird. Um den Einfluß der Konzentrationsunterschiede zwischen Probe und Eichpräparat auszuschalten, vergleicht man aber zweckmäßig nicht die gemessenen Intensitäten, sondern das Intensitätsverhältnis dieser wichtigen Linien: $I_{U^*}/I_{RaC} = V$ (für die Probe) bzw. $I_{0U^*}/I_{0RaC} = V_0$ (für das Eichpräparat) miteinander. Die Gleichung $\frac{V}{V_0} = y = 1$ gilt im Falle des radioaktiven Gleichgewichts. $y > 1$ bedeutet ein Überschuß an Uran, d. h., ein Defizit an Folgeprodukten, wogegen $y < 1$ ein Urandefizit anzeigt.

Im vorliegenden Falle (Abb. 1; Probe 671) hat sich $y = 1,400$ ergeben, woraus ein durch einen Fehlbetrag an Folgeprodukten bestimmtes Ungleichgewicht folgt. Zum selben Ergebnis führt auch die radiometrische Untersuchung dieser Probe: Die Uran-Äquivalente ($eU\gamma = 14500 \text{ g/t}$ und $eU\beta = 18600 \text{ g/t}$)

weichen erheblich voneinander ab und sind beträchtlich niedriger als der chemisch bestimmte effektive Urangehalt ($U_E = 24000 \text{ g/t}$). Daraus errechnet sich der Gleichgewichtsfaktor (vgl. MEISL 1965 a u. b) $p = \frac{eU\gamma}{U_E} = 0,606$, der ebenfalls einen markanten Fehlbetrag an Folgeprodukten anzeigt ($p = 1$ für das radioaktive Gleichgewicht). Wie an anderer Stelle (MEISL 1965 a u. b) ausführlich auseinandergesetzt, kann daraus auf die Anwesenheit junger, neugebildeter Uranminerale in der Paragenese geschlossen werden.

Uranminerale sind jedoch auch in den uranreichsten Proben nicht unmittelbar zu sehen. In der soeben erwähnten Probe mit 2,4% Uran tritt zwar ein Mineral auf, das durch seine grünlichgelbe Fluoreszenz unter der UV-Lampe für ein Uranmineral gehalten werden könnte. Dieses Mineral erwies sich aber nur als uranhaltiger Opal, der bis zu 1 mm breite Trümchen im Gestein bildet.

Amorphe Kieselsäure kann Uran adsorptiv binden, wie durch zahlreiche Funde bekannt ist. Uranführender Opal ist nach KIRCHHEIMER (1960) auch in West-Deutschland weit verbreitet.

Die chemische Analyse dieser Probe (Nr. 671) läßt aber Uranylphosphate vermuten (vgl. Tab. 1).

Tabelle 1. Chemische Analyse des Braunkohlen-Quarzits (Probe 671)
Analytiker: P. PFEFFER 1961 (Labor-Nr. 8057)

SiO ₂	54,76%	Fe	12,05%
TiO ₂	0,02%	S (gesamt)	14,90%
Al ₂ O ₃	2,00%	Cu	1,26%
MnO	0,05%	Co	0,01%
MgO	0,02%	Ni	0,22%
CaO	3,05%	U	2,40%
Na ₂ O	0,04%	C	2,40%
K ₂ O	0,01%	Cr	0,0 %
H ₂ O (gesamt)	4,61%	Pb	0,0 %
P ₂ O ₅	1,89%	Zn	0,0 %

Eine mit der Probe 671 angefertigte Kontakt-Autoradiographie (Taf. 19 Fig. 2) zeigte, daß Uran sich in den erzeichen Partien (hier Eisensulfide) angereichert hat. Um die vermuteten Uranminerale aufzufinden und die Verteilung des Urans im Schliffbereich näher zu untersuchen, wurde mit einem aus einer eisensulfidreichen Stelle angefertigten polierten Dünnschliff eine Kernspurplatte belichtet. Schon nach 40stündiger Exposition ließ sich ein dichter Filz von α -Bahnsuren auf der Kernspurplatte gewinnen (Taf. 19 Fig. 1). Aus der Kernspurplatte ließ sich erkennen, daß die Erzkörner selbst kein Uran enthalten. Die Quelle der α -Strahlung ist eine mikrokristalline teils durchsichtige, teils semiopake, bräunlichrot durchscheinende, mit Eisensulfiden und Quarz innig verwachsene Masse. Es gelang nicht, sie durch mikroskopische Methoden im Dünnschliff zu bestimmen. Nach mechanischer Aufbereitung der zwei uranreichsten Proben (Probe 671 u. 708) wurde versucht, die Uranminerale durch Anwendung der üblichen Phasen-Trennverfahren (Trennung nach der Korngröße, nach der Dichte, magnetisch) zu isolieren, um sie optisch bestimmen zu können. Infolge der komplizierten Verwachsungsverhältnisse und infolge der offensichtlichen

Feinkörnigkeit der gesuchten Minerale, ist aber ihre Isolierung mißlungen. Immerhin konnten sie in der Wichtefraktion 2,9–3,31 g/cm³ gegenüber ihrer Ausgangskonzentration offensichtlich beträchtlich angereichert werden (wie die stark angestiegene β -Aktivität dieser Fraktion vermuten läßt), so daß eine röntgenographische Bestimmung, trotz der beteiligten übrigen Mineralphasen, erfolgversprechend erschien. Die Ergebnisse dieser Bemühungen sind in Abb. 2 dargestellt.

Aus den Röntgendiagrammen (Fraktionen der Probe 708) konnte mit Hilfe der ermittelten d-Werte ein Uranmineral mit Sicherheit identifiziert werden: Meta-Torbernit. In Tab. 2 sind die gefundenen d-Werte dieses Minerals den Literaturwerten gegenübergestellt (vgl. dazu auch Abb. 2).

Tabelle 2. Die d-Werte des Meta-Torbernits

- a) Meta-Torbernit aus der Gunnis Lake mine, Calstock, Cornwall (vgl. FRONDEL, 1958, l. c. S. 210).
 b) Meta-Torbernit aus dem Braunkohlen-Quarzit. Dillich, Top. Karte 1:25000, Bl. 4921 Borken, Nord-Hessen. Verwendete Strahlung: Cu_{K α}

a)		b)	
d (Å)	Intensität	d (Å)	Bemerkung
8,66	9	8,67	
6,57	1	—	
5,42	6	5,42	
4,96	6	4,94	
4,32	5	4,32	
3,86	1	—	
3,69	10	3,70	
3,51	7	3,50	
3,24	8	3,23	
2,94	3	2,93	
2,67	4	?	v. Covellin (d = 2,70 Å überlagert?)
2,53	3	2,52	
2,47	1	—	
2,37	2	2,365	
2,16	3	?	
2,12	2	?	v. Quarz (d = 2,126 Å) überlagert?
2,05	3	2,401	z. T. v. Covellin (d = 2,04 Å) überlagert?
1,981	3	—	Überlagerung durch Quarz
1,888	1	—	
1,837	2	—	Überlagerung durch Idait
1,808	1	—	
1,771	2	1,765	Zuordnung fraglich!
1,750	1	—	
1,730	1	1,723	Zuordnung fraglich!
1,630	3	?	schwach angedeutet
1,608	1	—	
1,580	2	?	Überlagerung durch Kupferkies
1,549	4	?	z. T. durch Quarz (d = 1,542 Å) überlagert
1,459	1	—	
1,441	2	?	... schwach angedeutet
1,411	3	—	
1,384	2	—	
1,360	3	?	schwach angedeutet

Die beiden Werte-Reihen stimmen zufriedenstellend überein, soweit man die intensiveren Linien in Betracht zieht.

Die schwächeren Interferenzen, für die Bestimmung des Minerals weniger entscheidend, waren nur dann aufzufinden, wenn sie durch Linien anderer Komponenten nicht gestört bzw. überlagert wurden.

Ansonsten zeigen alle Fraktionen der Probe 708 in qualitativer Hinsicht die gleiche Zusammensetzung (Abb. 2).

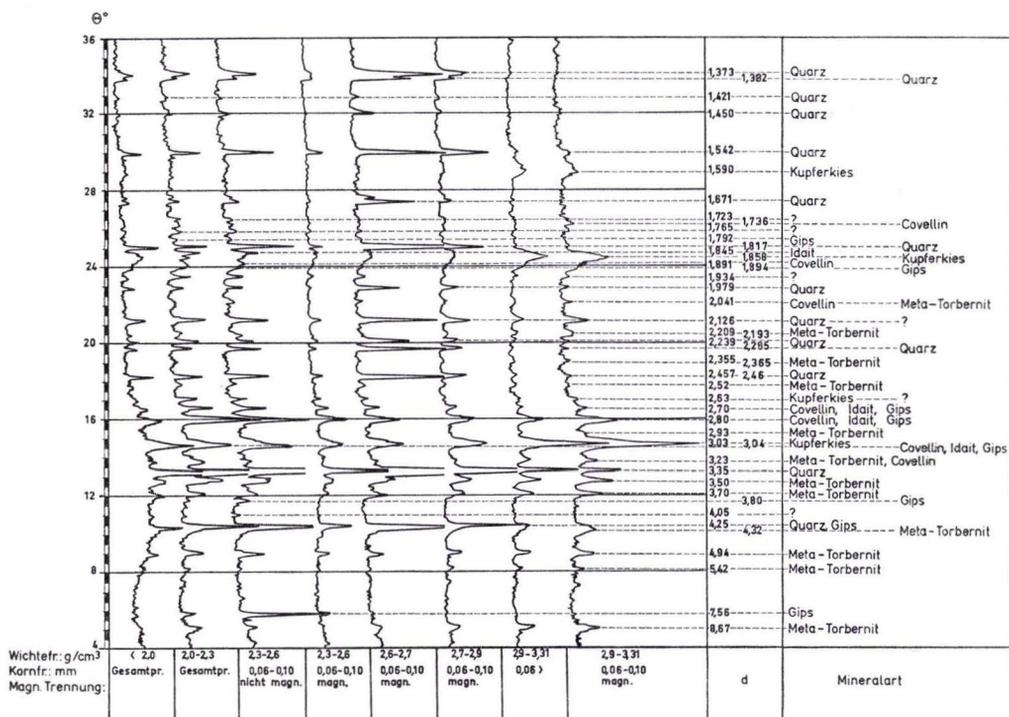


Abb. 2. Qualitativer Mineralbestand des Braunkohlen-Quarzits (Probe 708) aus dem Tagebaufeld Dillich bei Borken auf Grund der röntgenographischen Bestimmung. Die Intensitätsverhältnisse der den einzelnen Mineralen zugehörigen Linien in den Diagrammen der verschiedenen Fraktionen zeigen die mengenmäßigen Verschiebungen an, die durch den Trennvorgang eingetreten sind.

Röntgenographisch ließen sich neben Meta-Torbernit noch Quarz, Gips, Kupferkies, Covellin und Idait identifizieren. Einige Maxima der linienreichen Pulverdiagramme konnten keinen der beteiligten Minerale zugeordnet werden, Erzmikroskopisch konnte aber zusätzlich noch Nadeleisenerz und Cuprit in geringen Mengen nachgewiesen werden (vgl. folgenden Abschnitt). Einige mit Fragezeichen versehene d-Werte könnten diesen Mineralen angehören.

Die Intensitätsverhältnisse der den einzelnen Mineralen zugehörigen Linien in den Diagrammen der verschiedenen Fraktionen zeigen die mengenmäßigen Verschiebungen an, die durch den Trennvorgang eingetreten sind. Beachtenswert ist das Pulver-

diagramm der Wichte fraktion $W < 2,0 \text{ g/cm}^3$ mit seinem erhöhten Untergrund (vgl. Abb. 2). Der erhöhte Untergrund zeigt die Anwesenheit amorpher Substanz an, die angesichts der niedrigen Wichte nur organischer Natur sein kann. Im übrigen ist erwartungsgemäß mit zunehmender Wichte eine Zunahme des Erzanteiles einschließlich des Meta-Torbernit zu verzeichnen. Der Quarz-Anteil vermindert sich dagegen mit zunehmender Wichte und ist in den schweren Fraktionen eben gerade noch nachweisbar (vgl. Abb. 2).

Die Pulverdiagramme der aus der Probe 671 (eisensulfidreicher Quarzit-Typ) gewonnenen Fraktionen (nicht abgebildet) zeigen ähnliche Verhältnisse. Von den opaken Kupfermineralen ist nur noch Kupferkies vertreten. Neben Meta-Torbernit ließen sich röntgenographisch Pyrit, Markasit und Bravoit nachweisen.

2. Die mikroskopische Untersuchung der Erzparagenese im Braunkohlen-Quarzit

Im Lesestück-Material kann schon mit unbewaffnetem Auge ein überwiegend aus Markasit und Pyrit bestehender Typ von einem kupferreichen Quarzit-Typ unterschieden werden. Der Mineralbestand dieser beiden Typen soll in dem Folgenden getrennt beschrieben werden.

2.1 Der Mineralbestand des eisensulfidreichen Quarzit-Typs

Die erzmikroskopische Untersuchung bestätigte den röntgenographischen Befund. Darüberhinaus wurden noch Melnikovitpyrit und in Spuren Zinkblende identifiziert. Der Mineralbestand des eisensulfidreichen Quarzit-Typs kann demnach wie folgt angegeben werden: Pyrit, Melnikovitpyrit, Bravoit, Kupferkies und Zinkblende. Hinzu treten neben Quarz an klastischen Komponenten und Gangarten, noch Zirkon, Rutil und Anatas, ferner organische Substanz und Opal. Der Meta-Torbernit ist infolge seiner geringen Kristallgröße und seiner im Auflicht untypischen Merkmale erzmikroskopisch schwer zu erfassen; erst nachdem er röntgenographisch identifiziert wurde, konnte er auch im Anschliff erkannt werden. Der Pyrit ist in diesem Quarzit-Typ das überwiegende Erzmineral. Er tritt in idiomorphen, hexaedrischen und pentagondodekaedrischen Kristallen auf und ist in dieser Ausbildung häufig zonar, wodurch die während des Wachstums eingetretenen Tracht-Änderungen ausgezeichnet beobachtet werden können (Taf. 19 Fig. 3).

Außerdem tritt Pyrit auch als Zement auf. Er verkittet den Detritus, bildet Säume um die Quarzkörner und dringt in die kataklastisch entstandenen Risse der Quarze und auch anderer Komponenten ein. Dadurch entstehen oft sehr schwer zu entzählende Struktur-Bilder (Taf. 19 Fig. 4).

Prächtiger Zonarbau zeichnet die Bravoite aus. Sie treten mit Vorliebe in der Nähe von Korngrenzen zwischen Pyrit und anderen Bestandteilen, z. B. Kupferkies, auf (Taf. 20 Fig. 1).

Markasit, in diesem Quarzit-Typ ein häufiges Mineral, kommt vorwiegend in Form von dünnen Trümchen vor und läßt damit auf eine spätere Einwanderung bzw. Bildung schließen (Taf. 20 Fig. 2).

Die Reflexionsfarbe des Markasits ist ungewöhnlich. Die weißliche Tönung spricht dafür, daß im Gitter des Minerals Selen-Spuren eingebaut sind (mündl. Mitteilung von Herrn Prof. Dr. P. RAMDOHR, 1961).

Kupferkies umsäumt die klastischen Körner und zeichnet sich ebenfalls durch seine außergewöhnliche Reflexionsfarbe aus (bräunliche Tönung), die in gleicher Weise auf Selen-Einbau schließen läßt (vgl. RAMDOHR, 1960, S. 490). Im übrigen kommt der Kupferkies auch in Form schmaler Trümchen vor (Taf. 20 Fig. 2).

Melnikovitpyrit zeigt die gewohnten Strukturbilder (rhythmische Fällungs-Strukturen) und ein dem Pyrit gegenüber etwas herabgesetztes Reflexionsvermögen. Der Farbeindruck ist deshalb bräunlicher und matter als beim Pyrit. Melnikovitpyrit ist röntgenographisch nicht mehr als solcher zu erkennen, da er bereits zu Pyrit gealtert ist.

Die in Spuren auftretende Zinkblende, der Rutil und der Anatas weisen keinerlei Besonderheiten auf. Dagegen zeigen die Zirkone häufig sehr schönen Zonarbau.

Außer den eingangs erwähnten Gangarten und neben Quarz, der durch abgerollte klastische Körner sowie durch diagenetisch entstandene idiomorphe Formen vertreten ist, ist noch ein feines krypto- bis mikrokristallines Netzwerk zu beobachten (Taf. 19 Fig. 4).

Dieses Netzwerk besteht z. T. sicher aus Meta-Torbernit und ist die Quelle der mit den Kernspur-Platten nachgewiesenen α -Strahlung. Zum Teil aber besteht es aus semiopaken, rötlichbraunen durchscheinenden Partikelchen, wie mit Hilfe der polierten Dünnschliffe im Durchlicht festgestellt werden kann. Das Netzwerk insgesamt weist ein dem Quarz gegenüber etwas erhöhtes Reflexionsvermögen auf. Das Reflexionsvermögen des Netzwerkes entspricht etwa dem des Coffinit. Es zeigt verblüffende Ähnlichkeit mit dem feinkörnigen Coffinit aus der Woodrow-mine Valencia County, New Mexico, den ich in einigen Anschliffen studieren konnte. Die gesamte Paragenese in der Woodrow-mine ist übrigens der hier beschriebenen äußerst ähnlich. Dieser Deutung widerspricht aber der röntgenographische Befund: es konnte keine der charakteristischen Linien des Coffinit nachgewiesen werden.

Der Coffinit ist im Anschliff bestimmten kohligen Substanzen sehr ähnlich, mit denen er leicht verwechselt werden kann (RAMDOHR 1960, S. 1001).

Die erzmikroskopischen Merkmale des Netzwerkes weichen andererseits von den typischen Merkmalen der normalen kohligen Substanz ab, die jedoch bekanntlich inkohlungsbedingten Schwankungen unterworfen sind.

Dennoch handelt es sich hier sicher um eine organische Substanz, und zwar wahrscheinlich um eine solche mit stark humosem Charakter. Dafür sprechen: die chemische Analyse, nach der die Probe 671 2,4% C enthält (vgl. Tab. 1), das sicher nicht karbonatisch gebunden ist; sowie das Röntgen-Diagramm (Abb. 2) mit seinem erhöhten Untergrund, der auf die Anwesenheit von amorphen Substanzen hinweist, die wegen der niedrigen Wichte der untersuchten Fraktion nur organischer Herkunft sein können; schließlich das Röntgenfluoreszenz-Spektrum (Abb. 3), das durch seinen erhöhten Untergrund im Winkelbereich $20^\circ - 45^\circ - 55^\circ$ ebenfalls die Anwesenheit von amorphen Substanzen wahrscheinlich macht.

Das Röntgenfluoreszenz-Spektrum wurde durch die Bestrahlung eines Anschliffes (Probe 671) erhalten. In diesem wurde eine kreisrunde Fläche von 3 mm \varnothing bestrahlt,

die neben etwas Quarz nur das Netzwerk enthielt. Außer dem bereits erwähnten erhöhten Untergrund waren nur die charakteristischen Linien des Urans und des Kupfers vorhanden (Abb. 3).

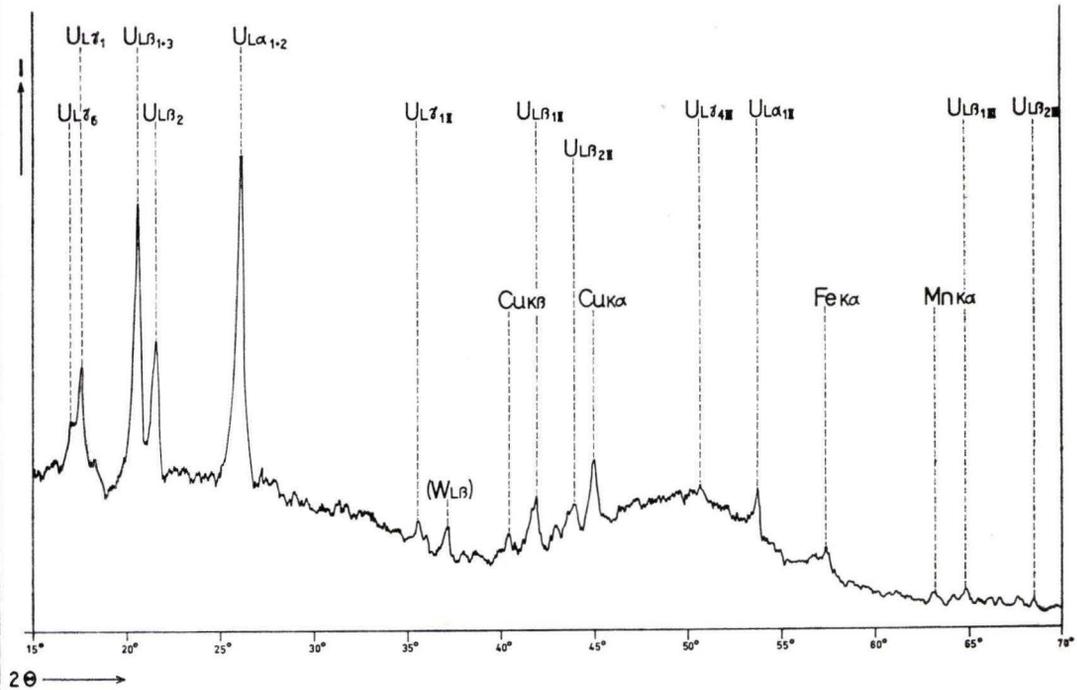


Abb. 3. Röntgenfluoreszenz-Spektrum, aufgenommen durch Bestrahlung einer kreisrunden Fläche von 3 mm \varnothing im Anschliff (Probe 671). Die bestrahlte Fläche enthielt neben etwas Quarz nur das im Text näher beschriebene Netzwerk. Im Spektrum sind in deutlicher Intensität nur die charakteristischen Linien des Urans und des Kupfers vorhanden.

2.2 Der Mineralbestand des kupferreichen Quarzit-Typs

Auch in diesem Quarzit-Typ ist das vorher beschriebene Netzwerk reichlich vorhanden. In diesem treten aber außer der organischen Substanz und außer Meta-Torbernit noch sehr feinkörnige Kupferminerale auf. Von ihnen ist Covellin durch seine auffälligen Anisotropie-Effekte auch bei äußerster Feinheit noch leicht zu erkennen.

Neben den Unterschieden im Netzwerk ist der Mineralbestand mit Kupferkies, Covellin, Idait, Cuprit (wenig) und Nadeleisenerz (wenig) ein völlig anderer als beim eisensulfidreichen Quarzit-Typ, wenn man davon absieht, daß der Kupferkies ein wesentlicher Bestandteil beider Typen ist. Übergänge zwischen beiden Typen sind im Anschliff-Material selten anzutreffen. Hier treten auch Pyrit und Markasit neben den erwähnten Kupfermineralen auf.

Das älteste Mineral der Paragenese ist allem Anschein nach Covellin (Taf. 20 Fig. 3). Aus seiner grobtafeligen Ausbildung darf man schließen, daß er aus rhombischem

Kupferglanz hervorgegangen ist. Vom Kupferglanz aber fehlt heute jegliche Spur. Außer dem normalen ist seltener der blau bleibende Covellin zu beobachten. Viel häufiger sind dagegen die Übergänge zwischen Covellin und Idait.

Der Idait ist an seinen charakteristischen, zum ersten Mal von FRENZEL (1959) beschriebenen Merkmalen leicht zu erkennen. Idait bildet sich auf Kosten des Covellins, ist mit ihm mannigfaltig verwachsen und verdrängt ihn recht unterschiedlich. Dadurch entstehen die bereits erwähnten Übergänge zwischen beiden Mineralen, die die charakteristischen Eigenschaften des einen nicht mehr ganz, die des anderen noch nicht ganz aufweisen.

Der Kupferkies ist einer der jüngsten Glieder der Paragenese. Er umsäumt und verdrängt die vorher beschriebenen Kupferminerale, aber auch die klastischen Komponenten. Er zeigt häufig Strukturen, die entweder als rhythmische Fällungen oder als „vererzte Bakterien“ gedeutet werden könnten. Kupferkies wird seinerseits vom Idait verdrängt, der sich auch unmittelbar aus ihm ohne Vermittlung eines anderen Kupferminerals bildet. Diese direkte Bildung des Idaits aus Kupferkies ist erstmals im Untersuchungsmaterial beobachtet worden.

3. Folgerungen

Die beschriebene Paragenese muß bei niedrigen Temperaturen entstanden sein. Dabei lassen sich für die kupferreiche Paragenese drei Bildungs-Etappen erkennen:

1. Die Bildung des Covellins, wahrscheinlich aus Kupferglanz,
2. die Bildung des Idaits und des Kupferkieses auf Kosten des Covellins, die mit einer Eisen-Zufuhr (wahrscheinlich auf Kosten des Pyrits) verbunden gewesen sein muß,
3. die Bildung der Oxydationserze: Nadeleisenerz, Cuprit und Meta-Torbernit.

Die Vererzung erfolgte frühestens zur Zeit der Diagenese, wahrscheinlich aber später. Da die geologischen Verhältnisse nicht genügend bekannt sind, werden weitere genetische Aussagen erschwert. Die Bildung des Meta-Torbernits ist frühestens im Quartär erfolgt (radioaktives Ungleichgewicht). Als sekundäres Uranmineral setzt Meta-Torbernit ein primäres Uranmineral voraus. Dieses konnte jedoch mineralogisch nicht nachgewiesen werden. Man könnte aber annehmen, daß das Uran primär adsorptiv an die organische Substanz gebunden war, die nachweisbar immer noch stark uranhaltig ist. Demzufolge spricht das radioaktive Ungleichgewicht nur für das junge Alter der Verwitterungsprozesse, die zur Bildung von Meta-Torbernit führten, nicht aber für den Zeitpunkt der primären Uranzufuhr. Diese Frage läßt sich auf Grund unserer bisherigen Informationen über die Uran-Anreicherungen im Braunkohlen-Quarzit nicht eindeutig beantworten und muß daher zunächst offengelassen werden.

Dem paragenetischen Typus nach können die hier beschriebenen Uran-Anreicherungen mit den Uranlagerstätten vom „sandstone type“ verglichen werden. Die wichtigsten Vertreter dieses Typs sind bekanntlich die berühmten Lagerstätten des Colorado Plateaus. Auf die paragenetische Ähnlichkeit mit dem Vorkommen Woodrow-mine, Valencia County, New Mexico wurde bereits hingewiesen. Ebenso bestehen gewisse paragenetische Ähnlichkeiten mit dem Vorkommen von Wrexen (vgl. MEISL 1962 u. 1965).

4. Zusammenfassung

Im Raume Dillich in der Hessischen Senke wurden Lesestücke eines vererzten tertiären Quarzits (Braunkohlen-Quarzit) gefunden, die neben einer interessanten tieftemperierten Erzparagenese (u. a. Kupferkies, Covellin, Idait, Pyrit, Melnikovit-pyrit, Bravoit) z. T. erstaunlich hohe Urankonzentrationen (bis zu 7,7% U) aufweisen. Lediglich die Nuklide der Uran-Reihe konnten nachgewiesen werden. Nuklide der Thorium-Reihe fehlen. Zwischen Uran und seinen Folgeprodukten besteht kein radioaktives Gleichgewicht. Dies steht in Einklang mit dem Nachweis eines sekundären Uranminerals, des Meta-Torbernit. Primäre Uranminerale konnten nicht nachgewiesen werden. Es wird vermutet, daß Uran primär adsorptiv an die ebenfalls vorhandene organische Substanz gebunden war. Die Neumobilisation des Urans und die Bildung von Meta-Torbernit erfolgte frühestens im Quartär. Die Zeit der primären Uranzufuhr bleibt unbestimmt.

Die Bildung der niedertemperierten Sulfidparagenese erfolgte frühestens zur Zeit der Diagenese des Quarzits, wahrscheinlich aber später. Das älteste Mineral ist Covellin, der wahrscheinlich aus rhombischen Kupferglanz hervorgegangen ist. Kupferkies ist das jüngste Glied der Paragenese, ebenso Idait, der sich gelegentlich direkt aus Kupferkies bildet. Diesen Mineralen folgen die Oxydationserze: Nadeleisenerz und Cuprit, die allerdings nur in Spuren auftreten. In eisensulfidreichen Typen ist die Altersfolge der Minerale weniger klar. Die beschriebene uranföhrrende Sulfidparagenese kann dem Typus Colorado Plateau zugeordnet werden.

Schriftenverzeichnis

- EICHHOLZ, G., HILBORN, J. W. & Mc MAHON, C.: The determination of uranium and thorium in ores. — *Canad. J. Phys.*, **31**, 4, 613—628, 1953.
- FRENZEL, G.: Idait und „blaubleibender Covellin“. — *N. Jb. Mineral., Abh.*, **93**, 87—132, Stuttgart 1959.
- FRONDEL, CL.: Systematic mineralogy of uranium and thorium. — *Geol. surv. Bull.*, 1064, Washington 1958.
- KIRCHHEIMER, FR.: Über radioaktive und uranhaltige Thermalsedimente insbesondere von Baden-Baden. — *Abh. geol. L.-A. Baden-Württemberg*, **3**, 67 S., Freiburg i. Br. 1959.
- MEISL, S.: Lagerstättenkundliche und geochemische Untersuchung von Uranvorkommen in Nordhessen. — *Dissertation, Mainz* 1962.
- Die Uran-Anreicherungen in der tertiären Braunkohlenformation Nordhessens, zugleich ein Beitrag zur lagerstättenkundlich-geochemischen Bedeutung des radioaktiven Ungleichgewichts. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **93**, 229—265, Wiesbaden 1965.
- Meta-Zeunerit in den uranföhrrenden vererzten Pflanzenresten im Mittleren Buntsandstein bei Wrexen. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **93**, 266—280, Wiesbaden 1965.
- RAMDOHR, P.: Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. 3. Auflage (Akademie Verlag) Berlin 1960.

Manuskript eingegangen am 26. 3. 1965

Tuffe, Basalt und Laterit am Oele-Berg bei Großen-Buseck, Krs. Gießen

Von

ERWIN SCHENK, Gießen – Hungen

Mit 3 Abbildungen und Tafel 21

Kurzfassung: Aufschlüsse beim Straßenbau am Oele-Berg haben zu erkennen gegeben, daß nicht erst nach dem Erlöschen des Vulkanismus, sondern bereits auf den ältesten Tuffen im Vogelsberg eine Lateritdecke entwickelt worden ist. Sie wurde von Tuffen überlagert und von einer Basaltintrusion unterfahren. Durch hydrothermale Zersetzung bei der Intrusion entstand Montmorillonit.

Abstract: New exposures at Oele-Berg near Gießen make sure that a laterite soil cover was developed at the earliest period of volcanic activity in the Vogelsberg area (Middle Miocene). It is preserved by younger yellowish layers of tuff. The lateritic layer is intruded by basaltic lava along its base. This subfusion of basalt controlled the origin of montmorillonite.

Inhalt

1. Aufschlußverhältnisse	292
2. Das Basaltlager	293
a) Neue Beobachtungen im Steinbruch	293
b) Aufschluß im Leitungsgraben an der Bundesstraße	294
3. Die Lateritdecke	295
4. Das Tuffprofil	296
5. Zusammenfassung	300
Schriftenverzeichnis	302

1. Aufschlußverhältnisse

Nachdem der Steinbruchaufschluß am Oele-Berg, rd. 9 km östlich von Gießen, in so ungewöhnlicher Weise eine Intrusion von Basalt in eine Folge von Tuffschichten zu erkennen gegeben hat (SCHENK 1964), wurde durch den Straßenbau und eine damit notwendig gewordene Neuverlegung der Gießener Wasserleitung vorübergehend ein Aufschluß geschaffen (Abb. 1), der das bisher bekannte Profil vom Bau des Berges, in dessen Osthang das Intrusivlager sitzt, in wesentlicher Weise ergänzt. Obwohl der Aufschluß in dem bis zu 3 m tiefen Graben nur vorübergehend war, lassen sich die

hier mitgeteilten Befunde bei Begehungen oder durch ein bis zwei Meter tiefe Handbohrungen leicht überprüfen und demonstrieren, auch wenn die Böschungen in einigen Jahren zugewachsen sein werden.

Das im Steinbruch erschlossene Basaltlager wurde in dem Leitungsgraben neben der Bundesstraße angeschnitten und dabei vor seinem sichtbaren westlichen Ende ein Basaltgang durchbrochen, von dem aus sowohl nach Osten als auch nach Westen die lagerbildende Intrusion abzweigt (Abb. 2). Über diesem Basalt liegt eine Lateritdecke, die diskordant von hellen, gelblichbraunen Tuffen überlagert wird (Abb. 1 u. Taf. 21 Bild 3), die wiederum wenige Meter über der Lateritdecke von einem nach Osten sehr flach ansteigenden Basaltlager einer zweiten horizontalen Intrusion (Abb. 1) geschnitten werden. Darüber folgen wiederum helle, bräunliche Tuffe, die insgesamt über eine Länge von rd. 900 m aufgeschlossen waren (Abb. 1). Die Befunde ermöglichen wichtige Schlußfolgerungen für die Einordnung der verschiedenen Basalte und die Laterit- bzw. Siallitbildung.

2. Das Basaltlager

a) Neue Beobachtungen im Steinbruch

In dem ausführlich beschriebenen Steinbruch am Osthang des Oele-Berges (SCHENK 1964) wurde mit dem fortschreitenden Abbau die Basaltwand nach Südwesten verlegt. Dabei trat ziemlich unvermittelt hinter Säulen, die in die Horizontale umbogen, eine Tuffwand von etwa 6 m Höhe hervor. Die Basis des Basaltlagers hat also eine beachtliche Stufe. Auch in der Südwand zeigte sich eine solch steile Grenze, so daß die Tuffschichten, die bis dahin fast nur noch in der Sohle des Steinbruches zu beobachten waren, sowohl im Westen als auch im Süden jetzt 4–6 m hoch aufragen. Die Steinbruchsohle mußte hier entsprechend höher angelegt werden. Verwerfungen sind in den Wänden nicht zu erkennen.

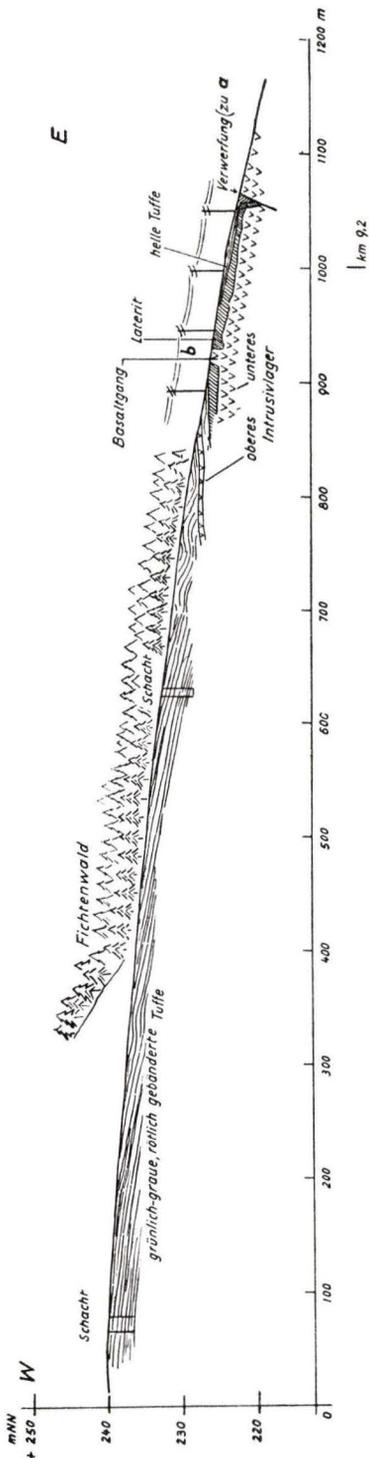


Abb. 1. Profil durch den Tuff-, Basalt- und Lateritaufschluß im Leitungsgraben und Straßenausschnitt an der Bundesstraße im Hang des Oele-Berges.

In der Südwest-Ecke des Steinbruches sieht man den Basalt schräg nach Osten hin in einer großen Spitze in den Tuff hochsteigen. In der hier angelegten neuen Sohle ist der Kontakt zu den Tuffen mit bolusreicher Basaltbreccie und engständiger Querklüftung der vertikalen Basaltsäulen vorzüglich aufgeschlossen. Leicht zu erkennen ist auch die Entstehung der Basaltkugeln durch die den Absonderungsfugen folgende hydrothermale Zersetzung und Bolusbildung (Taf. 21 Bild 1). Der weitere Aufschluß an der tiefen Sohle folgt vermutlich einer Aufstiegsbahn nach Süden hin, die in der Ecke zwischen der Südwest- und Südostwand angedeutet zu sein scheint. Im ganzen Steinbruch sind die Basaltsäulen gekappt von der Terrassenfläche in ungefähr 220 m ü. NN. Die gut 1 m mächtige Abraumdecke besteht aus einem blockreichen Schutt und Lößlehm, der deutlich Spuren der Solifluktion und Froststrukturböden aufweist.

b) Aufschluß im Leitungsgraben an der Bundesstraße

Wie im Steinbruch zeigt auch hier der Basalt alle Erscheinungen der autohydrothermalen Zersetzung. Festes frisches Gestein ist bis in etwa 1 m Tiefe unter der Obergrenze des Lagers, d. h. bis an die Sohle des Aufschlusses, nicht vorhanden.

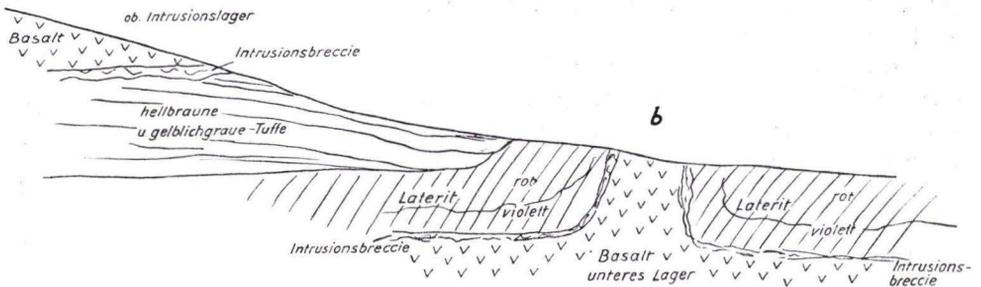


Abb. 2. Teilausschnitt aus Profil Abb. 1: Der aus dem unteren Basaltlager sich entwickelnde Gang hat die Lateritdecke durchbrochen, sie hochgeschleppt und in den Kontaktzonen eine Intrusionsbreccie entwickelt. Auch die Tuffe im Hangenden des Laterites sind hochgeschleppt.

Der Blasenreichtum des Gesteins ist auffallend groß, womit wiederum bestätigt wird, daß nicht nur die Oberflächen von Lavaergüssen durch Blasenreichtum ausgezeichnet sind, sondern ebenfalls die Intrusionen. Ebenso reichlich tritt der Bolus, der Montmorillonit, in Nestern und Adern sowie in Blasenräumen und feinsten Fugen auf. Sowohl der Basalt als auch sein Hangendes waren davon durchsetzt und durchtränkt (Taf. 21 Bild 2).

Dieser Basalt war aufgeschlossen vom Weg an der südwestlichen Waldecke an der Bundesstraße bis etwa 100 m östlich der Einmündung der Straße von Oppenrod. Hier ist das Lager durch eine Verwerfung mit antithetischen Nebenverwerfungen und dazwischen eingeschlossener grabenartiger Absenkung (Abb. 3) so versetzt, daß in der östlich angrenzenden Scholle der Basalt bis an die rezente Bodendecke reicht. Die Verwerfungshöhe ließ sich nicht ermitteln.

Im Westen war zwischen 70–80 m Entfernung von der Einmündung der Straße nach Oppenrod, zwischen dem 2. und 3. Mast der Hochspannung (Abb. 1), ein Basaltgang zu erkennen, der rd. 7 m Breite hat und außerdem beiderseits eine 1–2 m mäch-

tige Intrusionsbreccie (Abb. 2). Auch hier zeigte der Basalt, insbesondere in den Grenzzonen, alle Anzeichen der autohydrothermalen Zersetzung. Ebenso reichlich wie in dem horizontalen Lager waren auch in dem Gang Einschlüsse von Tuff und Montmorillonit zu beobachten. Vom Gang aus war das Basaltlager noch etwa 30 m nach Westen hin sichtbar, wo es in der aufsteigenden Grabensohle unter der Laterit- und Tuffdecke verschwand. Eine Fortsetzung des Ganges, sein Streichen, scheint in NW-Richtung zu liegen, konnte aber nicht sicher ermittelt werden.

3. Die Lateritdecke

Das Hangende des Basaltes wird nun nicht, wie im Steinbruch an Apophysen vom Hauptlager zeitweilig zu erkennen war (SCHENK 1964, Taf. 21; Abb. 3), von Tuffen gebildet, sondern von einer tiefroten Lateritschicht (Taf. 21 Bild 2 u. 3). Ihre Mächtigkeit beträgt bis zu 1–2 m. Die Grenze vom Basalt zum Laterit ist stark wellig. Im unmittelbaren Kontakt war makroskopisch bereits die thermische Einwirkung der Schmelze auf den Laterit zu erkennen. Die tiefrote Färbung ist in einer Zone von ungefähr 20–40 cm Breite in violett abgewandelt (Taf. 21 Bild 4). Der Grenzbereich weist fast überall Breccienbildungen aus Laterit und Basalt auf. Kurze, dicke Apophysen ragen in die Lateritdecke hinein. Vielfach ist auch der Basalt durch die Aufnahme bzw. Einwirkung des Laterits auf die Schmelze rötlich verfärbt. Kleine Lateriteinschlüsse sind hier und da im Basalt eingewalzt. Alle Befunde beweisen, daß die Lateritdecke vorhanden war, ehe die Basaltschmelze intrudierte, und daß der Basalt nicht nachträglich eine lateritische Verwitterung erfahren hat, die nach bisheriger Auffassung erst nach Ende der vulkanischen Tätigkeit im Pliozän entstanden sein soll (u. a. SCHOTTLER 1937, SCHÖNHALS 1954). Dies ergibt sich außerdem auch daraus, daß am östlichen Ende des Aufschlusses, wo die Lateritdecke am mächtigsten war, noch deutlich die primäre Schichtung von Tuffen erhalten ist. Der Laterit ist hier noch erkennbar aus Tuffschichten hervorgegangen und durch Verwitterung unter subtropischem bzw. gemäßigt warmem Klima entstanden (WIRTZ; SCHWARZBACH). Die Durchtränkung des Laterits mit Montmorillonit kennzeichnet ebenfalls seine frühere Existenz gegenüber der Intrusion des Basaltes.

Der Montmorillonit, den man allgemein als Mineral der Bodengenese auffaßt, ist also keine Neubildung, die bei der Lateritisierung entstanden ist. Hierfür spricht ebenfalls das Fehlen kaolinisierter Feldspäte in dem zersetzten Basalt, die für die Lateritbildung typisch sind (E. C. J. MOHR und F. A. VAN BAREN, HARRASSOWITZ, FRIEDRICH-LAUTZ).

Beiderseits des Ganges (Abb. 2) vor dem westlichen Ende des Basaltaufschlusses ist die Lateritdecke hochgeschleppt und gestaucht. Auch hier ist Laterit der Intrusionsbreccie einverleibt. Nach Westen hin ist die Lateritschicht muldenförmig verbogen. Dies ist offensichtlich ein Effekt der Gangbildung, d. h. der vertikalen Intrusion.

Auch in dem Straßengraben und in der Böschung südlich der Bundesstraße ist in dem tiefen Einschnitt vor der Einmündung der Straße von Oppenrod der Laterit noch angeschnitten worden. Beiderseits der Straße ist zu erkennen, daß er diskordant von hellen, gelblichbraunen Tuffen mit guter Schichtung überlagert ist. Die einzelnen

Schichten haben Mächtigkeiten von 1–5 cm. Während in der südlichen Böschung eine Überlagerung von etwa 3 m sichtbar ist, war im Straßengraben im Bereich der Einmündung der Straße nach Oppershofen nur eine Überlagerung von 10–15 cm zu beobachten. Die Basis dieser Tuffschichten, die Oberfläche des Laterits, steigt stärker nach Westen an als die heutige Geländeoberfläche und kennzeichnet damit ein altes Relief früher Tuffablagerungen.

In unmittelbarer Nähe des Weges zum Steinbruch ist die Mächtigkeit des Laterites in der kleinen Grabenbildung an der Verwerfung am größten, indem hier der helle Tuff eingesenkt ist zwischen die Lateritdecke und den östlich anstehenden bis in die rezente Bodendecke reichenden Basalt (Abb. 3). Auf die ganze Grabenlänge hin ist die Lateritschicht durch die Intrusion, wie bereits vermerkt, wellig verbogen (Taf. 21 Bild 2–4).

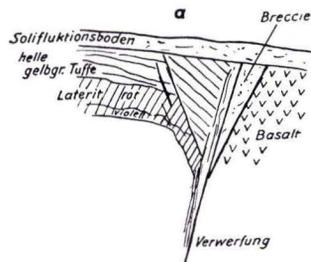


Abb. 3. Verwerfung am östlichen Ende der Lateritdecke im Aufschluß. Eine Verwerfung begrenzt im Osten die Lateritdecke mit den hellen Tuffen im Hangenden. Die Absenkung des Westflügels bewirkte eine grabenartige Bildung, in die Laterit und Tuffe sich eingesenkt haben.

Die Decke heller Tuffe macht alle diese Verbiegungen mit. Daraus ist zu schließen, daß auch die hellen Tuffe bereits abgelagert waren, als die Intrusion erfolgte.

4. Das Tuffprofil

Bereits durch die Bohruntersuchungen des Hess. Landesamtes für Bodenforschung zu dem Brücken- und Straßenbau für die Durchquerung des Wiesecktales waren tertiäre Tone und Sande am Fuße des Hanges erschlossen worden, die im Steinbruch von den unter dem Basalt liegenden Tuffen überlagert sind. Ihre Auflagerungsfläche über dem Oligozän liegt in ungefähr 200–210 m ü. NN. Beim Steinbruch liegt die Basis des Basaltes in rd. 220 m und 225 m ü. NN. Die Basaltobergrenze ist hier nicht aufgeschlossen. Sie ergibt sich jetzt durch den Aufschluß im Straßengraben mit mindestens 230 m ü. NN. Unter dem Basalt liegt also eine 10–20 m mächtige Folge von Tuffschichten. Sie gehört zu den frühesten, die mit der Entwicklung des Vulkangebietes abgelagert worden sind. Durch den nach Südwesten fortschreitenden Abbau im Steinbruch wurden sie im letzten Jahre in einer Höhe von etwa 6 m über der ursprünglichen Sohle in der Südwand einsehbar. Dabei zeigte sich, daß mit der Intrusion – offensichtlich durch Stauchungen – örtlich die Entwicklung flacher Mulden und sattelförmiger Verbiegungen der Schichten verbunden gewesen ist. Aus solchen Verbiegungen und Stauchungen kann man unschwer die Entwicklung von „Daug“¹⁾

¹⁾ Volkstümliche Bezeichnung für zersetzten Basalt.

buckeln und großen Einschlüssen, wie sie im Steinbruch zu beobachten waren und noch sind, ableiten.

Die generell vom Berg weg nach Osten hin einfallenden Tuffschichten sind in einem etwa 20 m breiten Teilstück der Intrusion mit mehreren Apophysen in dem Tuff wie zu einem Sattel aufgebogen, so daß der östlich anliegende Tuffkomplex eine Muldenform zeigt. Als tiefste Schicht sind in dem Flügel zwischen Mulde und Sattel bis zu 0,4 m mächtige braune, feine Aschentuffe aufgeschlossen. Darüber folgen grünliche Tuffe in etwa 1 m Stärke, die dann von den in der Skizze (Abb. 2) dargestellten Folgen überlagert sind. Auffallend sind die 20–40 cm starken Bänke mit grobkörnigen und klastischen Tuffen.

Da im Hangenden des Basaltes außer bei den Apophysen keine Tuffüberdeckung zu erkennen ist und im Leitungsraben an der Bundesstraße unmittelbar auf dem Basalt die Lateritdecke liegt, muß man annehmen, daß die Intrusion an der ursprünglichen Grenze von Tuff und Laterit erfolgt ist. Andeutungen hierfür sind in dem spärlichen Lateritkomponenten des Ackerbodens, etwa 100 m nördlich der Bundesstraße, zu sehen. Danach scheint die Lateritdecke vom Straßengraben aus auch in Richtung auf den Steinbruch hin anzusteigen und auszustreichen. Noch spärlichere Andeutungen für ihre Existenz finden sich etwa 50 m westlich des Steinbruchrandes am Feldweg von der Bundesstraße nach Großen-Buseck, an der weiter im Norden (am Rande des Blattes Gießen) wieder rote Laterite und Tuffe zutage treten. Basaltintrusionen an der Grenze von Tuff oder Basalt zum Laterit sind im Vogelsberg recht häufig, und man gewinnt daher den Eindruck, daß die Subfusionen solche Grenzzonen als Intrusionsbahnen bevorzugten, wie die hier vorhandene, ausgeprägte Grenzfläche zwischen Lateritdecke und Tuff. Der zweifelsohne größere Feuchtegehalt im Laterit innerhalb einer Tuffolge dürfte wahrscheinlich Anlaß für die Aufblätterung und Abhebung durch die intrudierende Schmelze gewesen sein. Durch Schwundrisse und polyedrische Absonderung infolge des Feuchtigkeitsverlustes ist der Laterit im Kontaktbereich ausgezeichnet.

Nach Süden hin ist die Lateritdecke als Grenze zum Basalt noch in dem Einschnitt der Straße nach Oppershofen, knapp 100 m südlich der Einmündung, zu erkennen. Die nördlich von hier liegende kleine Basaltkuppe des Breitenhains, deren Gesteine einen außerordentlichen Blasenreichtum aufweisen, scheint in diesem Zusammenhang nichts anderes zu sein als eine Aufwölbung des Intrusivlagers, dessen Intrusionsbreccie unter dem Laterit mit vielen Einschlüssen in beiden Straßenböschungen sichtbar ist. Auch der isolierte Basaltfleck, den SCHOTTLER bei der Kartierung südwestlich des Breitenhains abgegrenzt hat, gehört diesem Intrusivlager an. Nur 50–75 m von hier nach Nordwesten ist die Lateritdecke in den Äckern durch den Pflug angeritzt, so daß sie sich deutlich nach Westsüdwesten bis zum Rande des Tälchens verfolgen läßt.

Die hellen, gelblichbraunen Tuffe über der Lateritdecke (Taf. 21 Bild 3) fallen in der Böschung südlich der Bundesstraße mit etwa 10° nach Osten ein. Hier haben sie eine Mächtigkeit von etwa 3–4 m. Auch in dem ansteigenden Leitungsraben waren sie in dieser Mächtigkeit westlich von dem Basaltgang aufgeschlossen. Darüber liegt dann sowohl in der Böschung südlich der Bundesstraße als auch im Leitungsraben ein Intrusivlager von nur etwa 2 m Stärke. Die Basis dieser Intrusion ist ausgezeichnet

durch weiße und gelblichgraue kleine und große Hornsteinknollen. Der Basalt ist reicher an Olivin als der Trapp des tiefer liegenden, in dem Steinbruch aufgeschlossenen Lagers. Ob er zu dem Basalt gehört, der zwischen der Gänseburg und dem Oele-Berg einerseits und dem Altenberg andererseits unter dem Trapp zutage tritt, werden Untersuchungen in anderem Zusammenhang ergeben. Dieser Basalt ist sowohl in der Böschung als auch im Leitungsgraben stark zersetzt und ebenfalls reich an Einschlüssen und Blasen. Nach Westen hin verschwindet er im Anstieg des Leitungsgrabens unter hellbraunen und grauen Tuffen, die bis zum Weg nach dem Galgenberg aufgeschlossen waren. Zum Teil stehen sie auch noch in der bis über 4 m hohen Böschung im Einschnitt der neuen Bundesstraße unter dem Waldrand und der alten Straße an.

Die Folge der Tuffe reicht am Südhang des Oele-Berges hinauf bis an die Höhenlinie 250–255, wo eine Steilstufe die Kante des Basaltes deutlich kennzeichnet. Auch in dem ausgefahrenen Weg ist die Grenze des Basaltes zu erkennen. Hier liegt eine Breccienbildung vor und ein sehr blasenreicher Basalt, in dem bereits SCHOTTLER den Reichtum an Zeolithen festgestellt und in der Karte vermerkt hat (SCHOTTLER 1913). Es hat den Anschein, daß auch dieser höher liegende Basalt einer Intrusion und keiner Ergußdecke angehört.

Von dieser Untergrenze des Basaltes am Hang bis zur Bundesstraße hin läßt sich die Beschaffenheit der Tuffe aus dem langen Aufschluß im Leitungsgraben und in der Straßenböschung durch das Einfallen der Schichten nach Osten erkennen. Generell ist das Einfallen sehr flach und beträgt nicht mehr als 3–5°, örtlich jedoch sind Neigungen von 10–20° zu beobachten. Dabei ist es nicht einfach, klar zu entscheiden, ob die Einfallsrichtung nach Süden oder Osten geht. Man hat den allgemeinen Eindruck, daß die Schichten immer vom Oele-Berg wegfallen und einen sehr flachen Kegel mit sehr großem Radius bilden. In bezug auf das sedimentäre Tertiär der Umgebung ergibt sich ein allgemeines präbasaltisches Gefälle der Landoberfläche nach Osten.

An der Kreuzung des Feldweges mit der Bundesstraße etwa 200 m östlich der Gänseburg war für die Unterführung der Leitung auf die südliche Straßenseite ein 4 m tiefer Schacht ausgehoben. Hier, im Tiefsten der Tuffolge, war folgendes Profil aufgeschlossen:

Auf rötlichen, stark tonigen Tuffen in 5 cm starken Schichten liegen hellbraune, recht sandige Tuffe mit kleinen Bomben und tonigen, grünlichen Aschentuffen in 1–5 cm starken Lagen. Darüber folgen etwa 60 cm schwarzgraue Aschentuffe mit Lapilli und mittelkörnigem und klastischem Material. Gelbliche Tuffite, feinkörnig und sandig in ungefähr 20 cm starken Lagen, mit 3 cm roten unscharf abgegrenzten Bändern an ihren Grenzflächen, überlagern sie. Während in der Grabensohle dunkelrotgeflamnte, tonige Tuffe hervortraten, zeigten die Grabenwände eine ganz flach auf das Wiesektal hin einfallende Schichtung von grüngrauen, tonigen und rostfarbenen, z. T. ziegelrot gebänderten Tuffen mit dunklen Flecken.

Gelblichgraue Tuffe im Wechsel mit dunkelgrauen und schwarzgrauen, grobkörnigen Lapillituffen bilden ihr Hangendes bis zum Waldrand östlich der Gänseburg bei flachwelliger Lagerung und südlichem Einfallen. Etwa 5 cm starke Aschenlagen sind ihnen eingeschaltet.

Von der Waldecke an in Richtung auf das Wiesecktal zu liegt eine Folge schön geschichteter feiner Aschentuffe, grobklastischer Tuffe und Lapillituffe mit Bomben vor. Als Tiefstes sind hellbraune, dann dunkelgraue und graugrüne Tuffe bis zur Mitte des Waldstückes aufgeschlossen, wo dann eine ganz flache Aufwölbung in einem Schacht folgendes Profil zeigte:

- 0—0,6 m umgelagerter Tuff, oben dunkelgrau und humos. Sowohl die Färbung als auch der Humusgehalt nehmen nach unten hin ab und gehen über in geschichteten Tuff
- 1,0 m grob-, mittel- und feinkörniger Lapillituff, grau, mit einzelnen Basaltbomben (Probe 27)
- 2,3 m helle bis schokoladenbraune feine Aschentuffe; 0,3 m über ihrer Basis liegt eine Bombe von 25—30 cm Durchmesser (Probe 28)
- 2,31 m hellgrüne tonige Lage
- 2,46 m hellgraue, grobkörnige lapillireiche Tuffe
- 2,9 m grobe, dunkelgraue Lapillituffe
— Probeentnahmen beginnen bei 0,6 m —

Die Folge der im Schacht aufgeschlossenen Tuffe hält an bis zur Waldkante vor dem Feldweg zum Steinbruch. In dem Schacht fallen die Tuffe vom Berg weg deutlich nach Süden. Gleich östlich vom Schacht aber fallen sie nach Osten hin ein, und zwar zunächst flach, dann etwas stärker. Im Ansatz der Straßenkurve beträgt das Einfallen 5—10°, wobei Wellungen auftreten. Die grobkörnigen Tuffe über den schokoladenbraunen Tuffen des Schachtes nehmen an Mächtigkeit bis auf 2 m zu. Darüber liegen grünliche, tonige Tuffe. Dann folgen wieder grobe, grünlich gefleckte Tuffe. In der Kurve fallen sie mit etwa 20° nach Westen ein. Die schokoladenfarbenen Tuffe werden zunehmend rötlich, je mehr man in das Hangende kommt. In der Kurve fallen in dieser Wechselfolge bis zu 0,4 m starke Schichten grober Tuffe mit einzelnen Bomben auf, in denen Olivine gut zu erkennen sind. Diese Schichten liegen zwischen schokoladenbraunen Tuffen, die jeweils zu ihrer Obergrenze hin in einer Breite bis zu 0,3 m zunehmend rötlich verfärbt sind. Die Folgen der bräunlichen Aschentuffe bestehen aus 0,1—0,4 m starken Schichten.

Auch über der obersten bombenhaltigen Schicht, 50 m von der östlichen Waldecke, treten stark rotverfärbte Bänder auf. Die Schichten fallen hier mit etwa 15° nach Osten ein.

Rötliche Aschentuffe, stark talwärts fallend, sind auch gröberen hell- und dunkelgrauen Tuffen eingeschaltet. Die Wechsel der groben und feinkörnigen rötlichen, oft nur 5 cm starken Tuffschichten sind recht lebhaft.

Etwa 20 m vor der östlichen Waldecke beginnt eine flache Aufwölbung, die beim Weg an der Waldkante kulminiert, so daß die Schichten wieder ostwärts fallen. Hier war folgendes Profil aufgeschlossen:

- oben
- 0,4 m mittel- und grobkörnige Lapillituffe in 1,5—3 cm starken Schichten, Probe 31
- 0,5 m grober, grünlichgrauer Lapillituff
- 0,05 m feine rötliche Aschentuffe
- 0,08 m graugrüne grobe Aschentuffe, Probe 32
- 0,05—0,15 m feiner rötlicher Aschentuff
- 0,4 m grobe, schokoladenfarbene und rötlich gefleckte feine Aschentuffe
- unten

Keine 5 m unterhalb und östlich vom Weg an der Waldkante liegt unter sehr welligen, aber gut geschichteten Tuffen ein blasiger und an Einschlüssen sehr reicher Basalt, der von den Tuffen nur durch eine 10–20 cm starke Intrusionsbreccie getrennt ist. Ihr unmittelbar Hangendes besteht aus bräunlichen Aschentuffen. Im Liegenden, wo ebenfalls eine Intrusionsbreccie ist, die in über 1 m Stärke eine Grenzzone bildet, folgen rötlichbraune Tuffe, die nach unten grünlicher werden und in hellgraue Tuffe übergehen. Sie haben eine Mächtigkeit von etwa 3 m und reichen bis an die Lateritoberfläche. Der Basalt ist graublau, voller Einschlüsse von Tuff und Bol und zeigt runde, kantige und blockige Absonderungsformen. Das gleiche Profil ist dann in den Straßenböschungen südlich der Bundesstraße und im Einschnitt der Straße nach Oppershofen aufgeschlossen.

Unter dem Laterit und dem Intrusionslager im Steinbruch Launsbach am Oele-Berg ist folgendes Profil aufgeschlossen (Abb. 2):

In der etwa 20 m breiten Wand, in der die Schichten in den Steinbruch, d. h. nach Westen hin, einfallen

oben

Gelbbrauner Tuff, der von einer Basaltapophyse aus dem Steinbruch her mit sehr starken Zersetzerscheinungen und Daugtaschen in den Tuff hineinragt.

Unter dieser Apophyse ist der Tuff 1,5–2 m mächtig und gelbbraun. Dann folgen

0,2–0,4 m brauner Aschentuff

0,1 m grünliche Tuffe

1,8 m graubrauner Tuff mit diskordanten Lagen und welligen Oberflächen. Von 0,8–1,5 m hellbraune Tuffe, die im obersten Teil recht dunkel werden. Auch die Untergrenze deutet eine dunkle Zone an. Darunter folgen

1,0–1,5 m grüne Tuffe, die auf rötlichen Tuffen diskordant aufliegen

0,4 m sehr grobe, bräunlich-graue Tuffe

1,5 m gelblich-graue Tuffe auf grünlichen Tuffen, die über der Sohle ausstreichen

unten

Damit ergibt sich eine Folge von Tuffen am Hang des Oele-Berges, deren Mächtigkeit auf insgesamt 40–60 m geschätzt werden kann. Die daraus entnommenen Proben werden von Herrn SINGH, Mineral. Inst. Univ. Erlangen, eingehend bearbeitet.

5. Zusammenfassung

Durch Straßenbau und Leitungsgraben wurde am Oele-Berg das aus dem Steinbruch bekannte Intrusivlager und darüber hinaus das Tuffprofil in seinem Hangenden aufgeschlossen. Bei dem im Steinbruch nach Südwesten und Südosten fortschreitenden Abbau hatte sich bereits angedeutet, daß die Intrusion einem Spaltensystem folgt, von dem aus die seitliche Intrusion in verschiedenen Niveaus des Tufflagers erfolgt. Der Aufschluß im Leitungsgraben längs der Bundesstraße erhärtet diese Befunde durch den Aufschluß von Verwerfungen, die das Basaltlager auch dort stufenförmig zerlegen, wobei eine Absetzung von Osten nach Westen erfolgt. Durch Bolus- und Breccienbildung, Apophysen und Einschlüsse des Basaltes sowie durch autohydrothermale Zersetzung zeigt das Lager alle typischen Erscheinungen der

Subfusion. Der Aufschluß im Leitungsgraben gab schon hierdurch erstmalig die Obergrenze der im Steinbruch aufgeschlossenen Intrusion zu erkennen. Darüber hinaus wurde als Grenzfläche die Basiszone des roten Laterithorizontes festgestellt.

Als sehr bedeutsam für die Mechanik der Subfusion erscheint die Bindung der lateralen, horizontalen Intrusion an solche Lateritdecken, wie auch sonst an vielen Stellen im Vogelsberg zu beobachten ist. Ihr besonderer Feuchtegehalt sowie ihre ausgeprägte Abgrenzung gegen das primär Liegende und Hangende dürften Anlaß zu den Abzweigungen von der vertikalen Intrusion in die (inhomogenen und anisotropen) Schichtenfolgen des Nebengebirges sein. Seitliche Druckwirkungen, die auch zu Stauchungen der Tuffschichten führen und wiederum Anlaß zur Bildung der Daugbuckel und großer Einschlüsse geben könnten, sowie die tektonische Zerlegung und Aufblätterung bei den vulkanischen Vorgängen dürften die seitliche Intrusion am leichtesten ermöglichen.

Es wurde nachgewiesen, daß die Bildung der Lateritdecke durch Verwitterung von Tuffen, deren Schichtung örtlich noch zu erkennen ist, unter entsprechenden Klimabedingungen zur Zeit der vulkanischen Aktivität (im Miozän) sich vollzogen hat. Im Kontaktbereich zum Intrusivbasalt ist sie violett verfärbt, zum Teil stark in die Breccienbildung einbezogen und völlig durchtränkt von Montmorillonit. Dieses Mineral ist ein Produkt der autohydrothermalen Zersetzung des Basaltes und der Tuffe und keine primäre Bildung durch die Lateritisierung.

Die Lateritdecke wird diskordant überlagert von hellen gut geschichteten Tuffen und beweist durch ihre Einschaltung in ein Tufflager von etwa 40–60 m Mächtigkeit, daß die ältesten Tuffe auf Landoberflächen abgelagert wurden und ein tropisches oder subtropisches Klima herrschte, ohne daß dabei Eisenkrusten gebildet worden.

Diese in vielen Bohrungen immer wieder beobachteten Befunde der Lateritbildung während des ganzen Zeitraumes der vulkanischen Tätigkeit müssen als typische Zeugnisse der Bodenbildung des Miozäns im Vogelsberg angesehen werden. Sie ist nicht mit der Bildung einer Eisenerzkruste verknüpft gewesen. Dieser Vorgang ist örtlich und auf besondere zeitliche Abschnitte in der Geschichte des Vulkangebietes beschränkt.

Die Tuffe gehören der frühesten Zeit der vulkanischen Tätigkeit im Vogelsberg an. Ihre petrographische Untersuchung, die den Ansatz für eine Gliederung der ganzen Abfolge von Tuffen im Vogelsberg geben soll, bleibt Herrn SINGH, Mineral. Inst. Univ. Erlangen, vorbehalten.

SCHOTTLER (1918, 1937) hat den im Steinbruch aufgeschlossenen Basalt als Trapp I und als Teil eines Deckenergusses in die erste Phase der vulkanischen Tätigkeit im Vogelsberg nach der Vorläuferphase mit basischen Basalten und den Trachyten und Phonolithen eingeordnet. Dieser Deutung stehen außer den hier mitgeteilten auch zahlreiche andere Befunde entgegen, so daß die SCHOTTLERSche Auffassung nicht länger gelten kann.

Keineswegs soll damit aber die KLÜPFELSche Anschauung (KLÜPFEL 1954) bestätigt werden, daß nur Intrusionen im Vogelsberg auftreten. In dem dicht benachbarten Gebiet von Beuren und Nordeck liegen zum Beispiel mächtige Ergußdecken vor.

Schriftenverzeichnis

- HARRASSOWITZ, H.: Laterit. Material und Versuch erdgeschichtlicher Auswertung. — Fortschr. Geol. u. Paläontol., 4, Berlin 1926.
- KLÜPFEL, W.: Das Eruptionsgesetz der vorquartären Vulkane und vulkanischen Cyklen. — Ber. oberhess. Ges. Natur- u. Heilk., Naturwiss. Abt., 18, S. 95—106, Gießen 1938.
- Über die Altvulkane und die Neuvulkane und ihre Abstammung. — Forsch. u. Fortschr., 17 (16/17), S. 191—193, Berlin 1941.
- SCHENK, E.: Die geologischen Erscheinungen der Subfusion des Basaltes. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 46, 31 S., 6 Abb., 16 Taf., Wiesbaden 1964.
- SCHÖNHALS, E.: Die Böden Hessens und ihre Nutzung. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 2, S. 1—288, Wiesbaden 1954.
- SCHOTTLER, W.: Der Vogelsberg mit einem geologischen Querschnitt im Maßstab 1:75 000 (Taf. 26), einer Skizze seiner Bauelemente im Maßstab 1:200 000 (Taf. 27) und 2 Abbildungen im Text. — Notizbl. hess. geol. L.-A., (V) 18, S. 3—86, Darmstadt 1937.
- Geol. Kte. Großh. Hessen, Bl. Gießen mit Erl., Darmstadt 1913.
- SCHWARZBACH, M.: Klima der Vorzeit. Stuttgart 1950.
- WIRTZ, R.: Beitrag zur Kenntnis der Paläosole in dem Vogelsberg, W. Deutschland. Diss., Univ. Utrecht 1965.

Manuskript eingegangen am 19. 9. 1964

Das Zechsteinkonglomerat bei Stockheim/Wetterau

Von

ERWIN SCHENK, Gießen – Hungen und WERNER LANGSDORF, Darmstadt – Hungen

Mit 5 Abbildungen und 1 Tabelle

Kurzfassung: Der von H. L. F. MEYER (1912) beschriebene Aufschluß im Konglomerat des unteren Zechsteins bei Stockheim/Wetterau ist erneut aufgeschlossen worden, so daß Proben für Analysen entnommen werden konnten. Die Untersuchungen der Kornverteilung, des Rundungsgrades und der Gesteinskomponenten kennzeichnen die fluviatile Entstehung, die bereits H. L. F. MEYER und HÄUSER erkannt hatten.

1. Frühere Untersuchungen

Das von H. L. F. MEYER (1912) erkannte und als fluviatile Bildung richtig gedeutete Konglomerat an der Basis der Zechsteinfolge bei Bleichenbach und Stockheim in der südlichen Wetterau wurde nach einem langjährigen Verfall der Grube für die Gewinnung von Schottern vor einigen Jahren erneut aufgeschlossen, so daß es möglich war, Detailaufnahmen zu machen und Proben für moderne Untersuchungen zu entnehmen.

Bei seiner geologischen Kartierung von Blatt Ortenberg hat HÄUSER (1933) das Vorkommen noch studieren können. Dabei hat er auf die grobe Ausbildung des Schotterkörpers bei Stockheim und Bleichenbach hingewiesen, ebenso auf die auffallend dunkelbraunen bis schwarzen Manganknollen, die zutreffend als ehemalige Kalksteingerölle gedeutet worden sind. Über die Beschaffenheit und den Bestand des Konglomerates ist nur angeführt, daß eine arkoseartige, stets kalkige Grundmasse gut gerundete Quarz- und Quarzitgerölle einschließt.

Das Auftreten dieser groben fluviatilen Ablagerung neben den marinen im angrenzenden Raum (MURAWSKI 1963) deutet bereits hin auf die unmittelbare Nähe der Küste am Rande des Rheinischen Schiefergebirges. Die paläozoische Scholle, die bei Kaichen unter der Naumburg zutage tritt, macht schon wahrscheinlich, daß dieser Rand zur Zechsteinzeit erheblich weiter östlich gelegen hat als heute, so daß die grobe Mischung des Konglomerates von der Nähe des Liefergebietes abgeleitet werden kann.

Die Fortschritte in der Analyse von Geröllen und Schottern und die Steigerung ihres Aussagewertes einerseits und die bald zu erwartende Verfüllung der Kiesgrube andererseits geben Anlaß, die Untersuchungsbefunde hier mitzuteilen.

2. Die Stockheimer Kiesgrube

2.1. Lage

Der Aufschluß liegt ost-südöstlich von Stockheim/Wetterau, südlich der Bahn, auf Meßtischblatt Nr. 5620, Blatt Ortenberg der topographischen Karte 1:25000. Die genaue Lage ist gekennzeichnet durch die Gitterwerte

rechts 35 01 80
hoch 55 76 49

Die Höhenlage beträgt ungefähr 160 m ü. NN.

2.2. Beschreibung des Profils

- | | | |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 0–0,40 m | lehmiger Wiesenboden | |
| –1,15 m | dunkel- bis mausgrauer Kalkstein,
stark zerklüftet, dünnplattig,
fossilreich, bituminös | Zechsteinkalk |
| –2,25 m | schwarzer Schieferthon,
kalkhaltig, bituminös | Kupferletten
bzw. Kupferschiefer |
| –2,40 m | ockergelbe, etwas tonige Sandsteinbank
mit vereinzelt, gut gerundeten Geröllen | |
| –6,70 m | grobes Konglomerat. Es besteht vorwiegend aus Mittel- und Feinkies, ent-
hält aber zahlreiche faust- bis kopfgroße, an den Kanten gut gerundete
Quarzitgerölle. In der oberen Hälfte des Profils beginnt eine sekundär ge-
bildete schichtige Mangananreicherung, die nach dem Liegenden hin zu nuß-
großen Konkretionen übergeht und an der Basis des Aufschlusses kopfgroße
Formen erreicht. Diese Knollen haben die Form von großen Geröllen und
zerfallen in lockeren Grus, sobald man sie aus dem Verband löst. | |

Neben schwarzbraunen Lagen sind ockergelbe dünne Schichten eingeschaltet. Ihre Dicke beträgt nur wenige Millimeter. Sie haben große Ähnlichkeit mit den Ockerkrusten an Brunnenfiltern. Sowohl die Gerölle als auch das feinere Material sind vielfach von solchen Krusten umhüllt. Sie sind in HCl löslich.

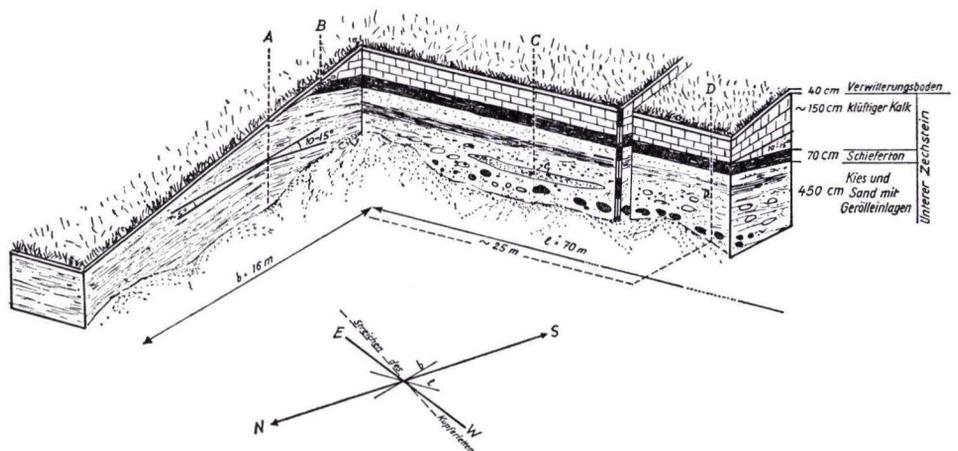


Abb. 1. Aufschlußprofile in der Kiesgrube der Gemeinde Stockheim mit dem Zechsteinkonglomerat.

Das Konglomerat weist eine Abnahme der Korngrößen von unten nach oben auf. Die groben Gerölle bzw. Manganknollen verschwinden bereits in der oberen Hälfte. Im übrigen ist es deutlich geschichtet, ohne daß ausgesprochene Bänke oder Lagen auftreten. Nur in der oberen Hälfte ist die Schichtung ausgeprägter.

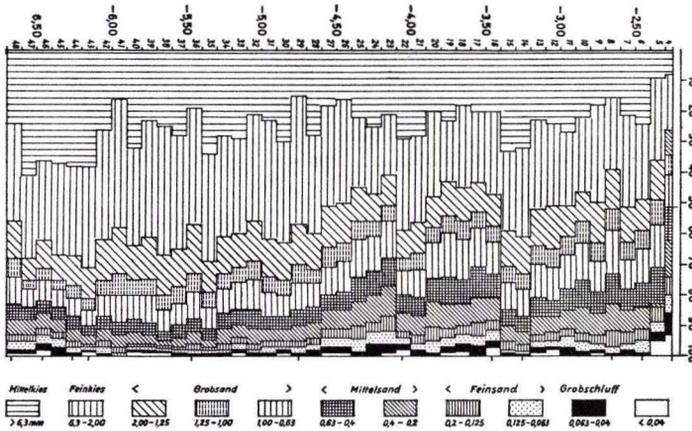


Abb. 2. Diagramm der Kornverteilung des Zechsteinkonglomerats nach der Siebanalyse.

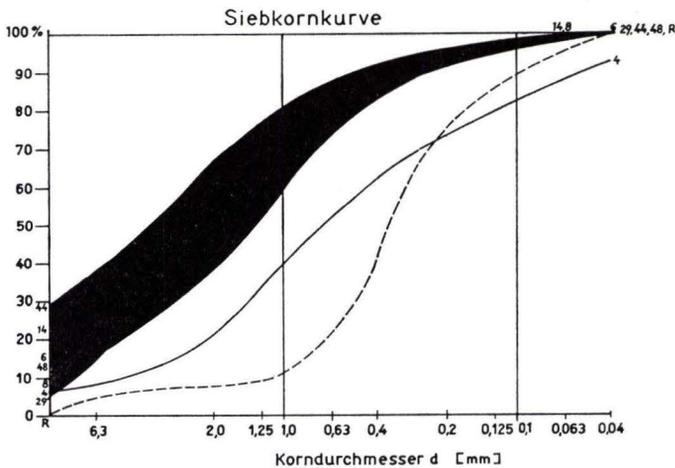


Abb. 3. Summenkurven der Kornverteilung im Zechsteinkonglomerat von Stockheim.

Die Grube ist im Streichen eines sich als Bank abhebenden Komplexes angelegt worden. Das gegenseitige Einfallen kennzeichnet den Wechsel der Schüttung (Abb. 1, Punkt A).

Durch das Ausstreichen des Schiefertones im Hang ist es bei dem morphologischen Gefälle von 15° zum Hangkriechen gekommen, so daß Fragmente des plattigen Kalkes aus dem Hangenden verschleppt worden sind (Abb. 1, Punkt B). In dem

Blockdiagramm ist eine Linse von verfestigtem Sand gekennzeichnet (Abb. 1, Punkt C), der offensichtlich aus aufgearbeiteten, gelb-roten Rotliegendgeröllen her stammt.

3. Kornverteilung

3.1. Probenentnahme

Für die Untersuchungen wurden von der Schiefertongrenze im Liegenden an aufwärts fortlaufend alle 10 cm Proben entnommen. Es ergaben sich 48 Proben. Gerölle von mehr als 10 mm Durchmesser wurden bei der Untersuchung ausgehalten.

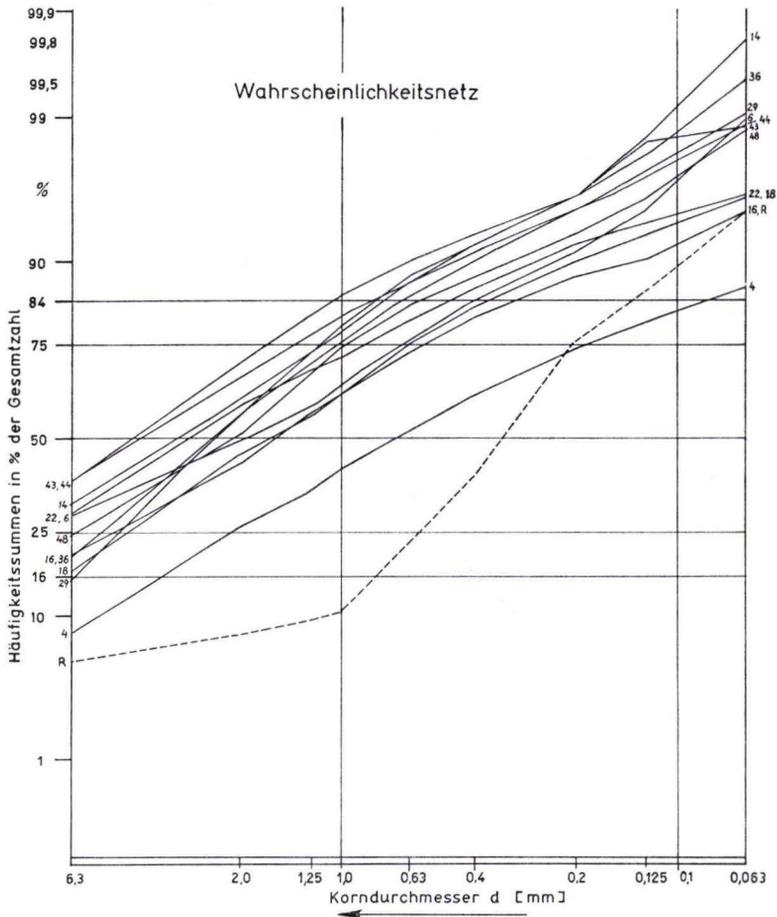


Abb. 4. Darstellung der Kornverteilung im Wahrscheinlichkeitsnetz.

Ca. 100 g der einzelnen Proben wurden bei 110° C getrocknet und das Trockengewicht dann bestimmt. Die Zeit der Siebung wurde gleichmäßig bei 15 Minuten gehalten.

Tab. 1. Korngrößenanteil im Stockheimer Konglomerat

Probe	Kornfraktion (%)									
	6,3 ∧	6,3-2,00	2,00-1,25	1,25-1,00	1,00-0,63	0,63-0,40	0,40-0,20	0,20-0,125	0,125-0,063	0,063 ∨
4	8,2	18,1	8,5	6,6	10,6	10,6	11,7	5,6	6,2	0,4
5	9,6	26,8	12,6	8,2	13,6	11,2	1,1	4,3	3,8	2,4
6	24,0	24,0	10,1	6,2	10,9	7,4	7,3	3,8	4,0	1,7
7	21,5	30,0	11,1	5,9	10,0	6,8	7,1	3,2	2,7	1,0
8	15,1	23,5	12,3	6,7	13,8	9,5	9,1	5,0	3,0	1,3
9	17,6	32,8	12,1	6,4	9,9	6,7	7,4	3,4	2,1	0,9
10	22,0	24,2	10,0	6,3	11,8	8,5	8,3	3,1	2,7	2,4
11	26,5	24,3	9,9	6,1	10,6	6,6	6,6	2,8	3,2	3,1
12	24,8	26,9	13,1	6,8	10,4	5,4	5,0	2,3	2,0	2,1
13	22,4	29,5	11,9	6,0	10,5	6,2	6,0	2,5	2,1	2,1
14	31,3	29,2	12,1	5,1	8,5	4,7	4,6	1,8	1,4	1,0
15	32,8	26,3	11,3	8,8	8,8	5,1	2,3	2,3	1,7	1,1
16	20,0	27,0	10,6	5,3	10,7	7,8	8,4	3,2	3,7	3,0
17	20,5	22,5	9,7	5,4	12,1	9,6	9,2	3,7	3,3	3,3
18	17,6	27,0	11,2	6,4	12,9	8,4	7,2	3,3	3,2	2,4
19	23,4	20,4	10,8	6,3	14,0	9,4	7,6	3,1	2,8	2,0
20	19,6	27,5	10,2	5,5	10,8	8,2	8,3	3,7	3,5	2,5
21	28,5	28,2	10,2	5,0	9,0	5,8	6,3	2,6	2,3	1,8
22	29,2	29,8	8,5	3,9	8,4	5,6	5,8	2,5	2,1	2,6
23	21,3	20,3	9,6	5,2	12,1	8,7	9,8	4,5	4,4	2,8
24	24,8	21,7	8,9	5,1	10,9	8,1	8,6	3,3	3,6	4,8
25	21,5	22,9	10,8	5,6	11,6	8,2	8,0	3,6	4,0	3,0
26	16,4	33,7	12,9	5,9	9,9	6,4	6,4	2,8	2,9	2,6
27	18,4	33,3	12,9	6,0	8,6	5,3	6,0	2,8	3,3	2,8
28	27,8	32,2	11,5	4,8	7,4	4,5	4,8	2,4	2,1	1,7
29	15,2	41,8	13,2	5,6	8,5	5,2	4,8	2,0	2,0	1,2
30	30,5	33,2	12,0	5,1	7,4	3,8	3,9	1,5	1,4	1,1
31	23,3	38,7	12,4	5,0	7,8	4,3	3,9	1,7	1,5	1,0
32	21,3	34,7	12,6	5,9	10,3	5,9	4,7	1,6	1,3	1,1
33	29,5	31,2	10,7	5,3	8,9	5,1	4,4	1,6	1,5	1,4
34	28,0	33,3	11,6	4,9	7,9	4,7	4,5	1,5	1,2	1,4
35	33,9	34,8	10,4	4,4	6,6	3,4	3,2	1,0	1,1	0,8
36	19,3	37,9	15,9	6,1	8,9	3,8	3,3	1,4	1,2	1,2
37	28,4	37,0	12,1	4,9	7,5	3,7	3,0	1,1	1,1	0,6
38	25,1	41,8	12,5	4,7	7,1	3,2	2,8	1,1	1,0	0,4
39	23,3	38,3	13,4	5,8	8,7	3,8	3,3	1,2	1,0	0,2
40	31,9	31,8	11,4	5,2	8,0	3,9	3,5	1,3	1,0	0,7
41	16,3	40,7	15,0	6,6	8,5	4,2	4,3	1,6	1,3	0,7
42	25,9	36,4	13,4	5,2	6,9	3,7	4,6	1,7	1,6	0,9
43	37,5	32,8	9,3	3,6	5,0	2,9	3,4	1,5	1,4	1,1
44	37,7	28,5	9,1	3,8	6,2	3,8	4,2	1,9	1,9	2,3
45	37,1	29,0	7,7	3,3	5,9	3,9	4,3	2,1	2,5	3,6
46	35,9	26,0	9,2	4,4	7,4	4,5	4,6	2,1	3,3	2,0
47	41,0	27,2	6,8	3,1	5,5	4,4	4,8	2,2	3,4	1,2
48	24,1	31,8	12,3	5,5	8,8	5,3	5,1	2,1	2,9	1,4
* \sum_{1}^{47} : 47	23,4	28,6	10,9	4,9	8,9	5,4	5,1	2,4	2,1	1,5

* In diesem Endergebnis sind die in der Tabelle nicht aufgeführten Proben 1-3 berücksichtigt.

3.2. Ergebnis der Siebanalyse

Die Ergebnisse der Siebung sind tabellarisch zusammengefaßt (Tab. 1) und graphisch dargestellt (Abb. 2). Die Ergebnisse der Proben 4, 6, 8, 14, 29, 44 und 48 sind als Summenkurven dargestellt, die Linsen mit den Rotliegendgeröllen in der besonderen Linie R (Abb. 3).

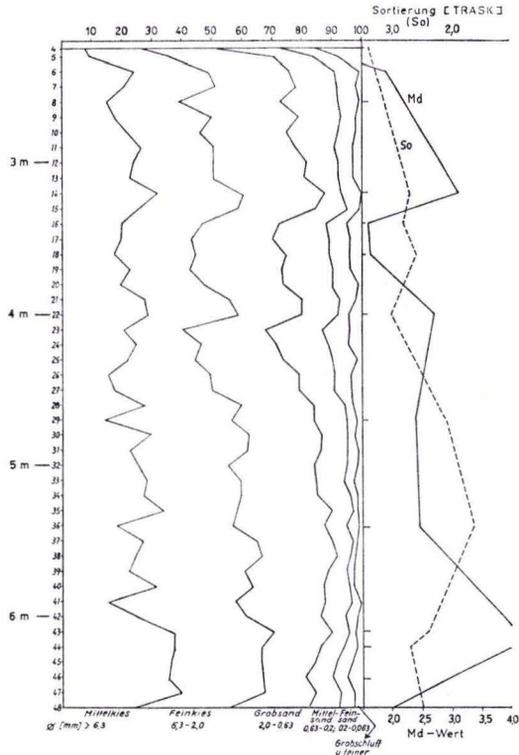


Abb. 5. Die Kornsortierung nach TRASK und Md-Wert des Zechsteinkonglomerats von Stockheim.

Die Darstellung auf logarithmischem Wahrscheinlichkeitspapier (Abb. 4) läßt auf eine fluviatile Bildungsweise schließen (SINDOWSKI 1961). Unterschiede in den Ablagerungsbedingungen sind nicht zu erkennen, mit Ausnahme bei der Probe 4 (Abb. 2 bis 4), die bereits zum Schiefertone überleitet. Pauschal ergibt sich eine Zunahme des Mittel- und Feinsandes vom Liegenden zum Hangenden (Abb. 2). Der Md-Wert und die Sortierung der Korngrößen (TRASK) streuen sehr stark (Abb. 5).

4. Kornform

Die Bestimmungen wurden nach der von RUSSEL und TAYLOR entwickelten Methode bestimmt. Ein Streupräparat der Fraktion 0,6–0,2 mm ergab an 310 Körnern:

Rundungstyp	%	Rechnung
I	57,0	$1 \cdot 57 = 57$
II	25,6	$2 \cdot 26 = 52$
III	17,4	$3 \cdot 17 = 51$
	<u>100,0</u>	<u>$162 : 100 =$</u>
		<u>1,62 R-Wert</u>
I = völlig eckig	II = eckig	III = angerundet
IV = gerundet	V = gut gerundet	
R = 1 (völlig eckig)	R = 5 (völlig rund).	

5. Geröllbestand

Die Analysen führen zu einer Aufgliederung der Gerölle bis zu Kopfgröße in 2 Gruppen:

- a) gelbgraue, fein- bis grobkörnige Quarzite mit kaolinisierten Feldspäten,
- b) violette bis gelbrote, sehr feinkörnige Sandsteine mit zum Teil kaolinisiertem Bindemittel. Der Rundungsgrad ist gering. Außerdem weisen sie eine große Anzahl paralleler durch Quarz verheilter Klüfte auf. Manche Stücke sind vollständig kaolinisiert. In der weißen Grundmasse sind die Kluffüllungen aus Quarz noch erhalten. Eine Probe führt Grobkies mittlerer Rundung in feinsandigem Hauptmittel. In einer anderen Probe wurde ein Geröll gefunden, das aus einem aufgearbeiteten, verfestigten Konglomerat stammt. Außerdem sind s-Flächen darin zu erkennen.

6. Zusammenfassung

Die Analyse des Stockheimer Zechsteinkonglomerates weist eine Abnahme der groben Fraktionen sowohl in der Menge der großen Gerölle als auch in den Kiesen und Sanden auf. Der Kurvenverlauf gibt bereits die fluviatile Entstehung zu erkennen. Unter den Kornformen herrschen die eckigen mit über 82% vor. Der R-Wert beträgt 1,62. Das Liefergebiet muß sehr nahe gelegen haben, zumal Rotliegendekomponenten auch eine Aufarbeitung dieser jungpaläozoischen Schichten zu erkennen geben.

Schriftenverzeichnis

- HÄUSER, F.: Tektonik und Stratigraphie der südöstlichen Wetterau. Dissertation Gießen 1933.
- MEYER, H. L. F.: Die Festlandsbildungen des Zechsteins am Ostrande des Rheinischen Schiefergebirges. — Kali, 5, S. 179—185, Halle a. S. 1911.
- Der Zechstein in der Wetterau und die regionale Bedeutung seiner Facies. — Ber. oberhess. Ges. Nat.- u. Heilkde. Gießen, N. F., naturwiss. Abt., 5, S. 49—106, 1912.
- Die Gliederung des Zechsteins. — Ber. oberhess. Ges. Nat.- u. Heilkde. Gießen, N. F., naturwiss. Abt., 1915.
- Beziehungen zwischen Tektonik und Sedimentation im Zechstein. — Kali, 9, S. 17—25, 1 Taf., Halle a. S. 1915.
- MURAWSKI, H.: Die Bedeutung der „Kinzigtalzone“ als Scharnierbereich zwischen der (Spessart-) Schwelle und dem nördlich vorgelagerten (Hessischen) Becken. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 91, S. 217—230, 4 Abb., Taf. 21, Wiesbaden 1963.

- RUSSEL, R. D. & TAYLOR, R. E.: Roundness and shape of Mississippi Riversands. — *J. Geol.*, **45**, S. 225—267, 11 Abb., Chicago 1937.
- SINDOWSKI, K. H.: 2. Mineralogische, petrographische und geochemische Untersuchungsmethoden, S. 161—278. In: A. BENTZ, *Lehrbuch der Angewandten Geologie*, **1**, Stuttgart 1961.
- TRASK, P. D.: Recent marine sediments. — *Soc. Econ. Paleont. Miner., Spec. Publ.*, **4**, Tulsa 1955.

Manuskript eingegangen am 19. 9. 1964

Geochemische Untersuchungen im Boden über hydrothermalen Erzgängen des Taunus-Ostrandes (Rheinisches Schiefergebirge)

Von

WALTER KLEIN, Groß-Krotzenburg und GERHARD MARTIN, Bad Nauheim

Mit 1 Abbildung, 1 Tabelle und 4 Diagrammen

Kurzfassung: Untersuchungen der Metallspuren im Boden an hydrothermalen Erzgängen im östlichen Taunus ergaben ein scharfes Ansteigen des Kupfergehaltes 60 bis 80 m und des Bleigehaltes 40 bis 50 m vom Gang entfernt. Die Erzgänge bestehen hauptsächlich aus Bleiglanz und Kupferkies in Gangquarz, die Gänge liegen unter einer nur wenige Meter mächtigen Gehängelehm-Überdeckung. Es ist möglich, den ungefähren Verlauf der Gänge durch geochemische Untersuchungen festzulegen.

Abstract: Analysis of metal traces in the soil near hydrothermal ore veins in the eastern Taunus Mountains (Rhenish Variscan Complex) indicate a sharp increase of copper 60 to 80 meters, of lead 40 to 50 meters near the ore vein. The ore veins are composed predominantly of galena and chalcopyrite in quartz, the veins subcrop below a Pleistocene loam cover of few meters thickness. It is possible to map the location of the ore bodies by geochemical studies.

Einleitung

Die Genauigkeit und Reichweite einer Kartierung von Erzgängen durch chemische Untersuchung von Bodenproben sollte am Beispiel der Blei- und Kupfer-Erzgänge des östlichen Taunusrandes überprüft werden. Diese Methode erfordert einen relativ geringen Aufwand und ist vor allem in verkehrsmäßig gering erschlossenen Ländern von Vorteil. Die Ergebnisse reichen oftmals für den Ansatz von Untersuchungsbohrungen aus oder es können geophysikalische Arbeiten ergänzt und wirksamer in Ansatz gebracht werden.

I. Die Erzgänge des Taunus-Ostrandes

Im östlichen Taunus treten zwischen Kleeberg, Butzbach, Bad Nauheim und Usingen hydrothermale Erzgänge auf, deren Blei-, Kupfer- und Silbergehalte seit römischer Zeit ausgebeutet wurden. Obwohl die geförderten Metallmengen bis zum Ende des Abbaues um 1900 gering blieben, gab der Bergbau den Anstoß für die frühe Entfaltung einer bodenständigen Metallindustrie im Raum Butzbach, deren Weiterentwicklung heute einen wichtigen Wirtschaftsfaktor darstellt.

Die meso- bis telethermalen Gänge bestehen aus Spaltenfüllungen und Imprägnationen von Breccienzonen in unterdevonischen Grauwacken und Schiefeln. Gangarten sind Quarz und Chaledon in mehreren Generationen. Kalkspat tritt als Gangart im Grubenfeld „Phillipseck“ bei Münster auf. Die Erzminerale sind in die Trennfugen der derben Quarzmassen und in die Breccien aus Nebengestein eingelagert, in geringem Maß in den Quarz der Gangart eingesprengt. Die Frühstadien der Quarzausscheidung fanden vor der Erzablagerung statt, daher kommen Erztrümer häufig zwischen Tapetenquarz-Bestegen von Klüften vor. Kupferkies findet sich nicht selten am Salband angereichert, während der Bleiglanz die Masse der Erztrümer bildet.

Schwach silberhaltiger Bleiglanz und Kupferkies sind die häufigsten Primärerze. Buntkupferkies, Fahlerz, Cerussit, Pyrit und Arsen-Antimon Sulfide kommen als Begleiter vor. Auffällig ist das völlige Fehlen von Zinkblende. Die Oxydationszone ist meist nur wenige Meter mächtig ausgebildet und enthält oxydische Eisen- und Manganerze, Bleiglanz, Cerussit, Pyromorphit, Malachit, Kupferlasur und Rotkupfer neben zersetztem Schiefer und Grauwacke, Chaledon und limonitischen Bindemitteln. Stets sind die Gänge oder Gangtrümer scharf gegen das Nebengestein abgegrenzt. Dieses setzt sich vorwiegend aus gefalteten Schiefeln und Grauwacken der unteren Ems-Stufe (Unterdevon) zusammen. Wo stellenweise bei Münster kalkige Schiefer der oberen Ems-Stufe (Unterdevon) und der Eifel-Stufe (Mitteldevon) den Gang „Phillipseck“ begrenzen, zeigt sich durch Auftreten von Kalkspat eine Beeinflussung der Gangart durch das Nebengestein. In den einförmigen Grauwacken-Schiefer-Folgen ist dagegen kein Einfluß zu beobachten. Jedoch zeigt sich an benachbarten Quarzgängen ein Zerschlagen in Einzeltrümer beim Übergang von Grauwacken in sandarme Schiefer.

Das erzführende Gebiet ist auf eine NW-SE streichende Horstscholle begrenzt. KUBELLA hat diese varistischen Strukturen im südlichen Taunus 1951 beschrieben und ihren Werdegang dargestellt. Die Erzführung endet im Südosten an der Störungszone gegen den Taunusquarzit, im Nordwesten mit dem rampenartigen Abtauchen der Schichten zur Lahn-Mulde hin. Ein System von Nordsüd- und Ostwest-Brüchen überlagert am Ostrand des Taunus die ältere Tektonik und leitet zum tertiären Schollenmosaik der Wetterau über. Die Vererzung hält sich sowohl an die NW-SE und NE-SW Brüche der varistischen Horstscholle als auch an die später aufgerissenen Ostwest- und Nordsüd-Spalten. Da beide Bruchsysteme vererzt sind, ist eine gleichzeitige Bewegung unter Wiederaufleben der älteren Bruchlinien wahrscheinlich. Das Streichen der Gänge (KÖBRICH 1936) weist auf eine gegenseitige Beeinflussung (Schienung) der beiden Störungssysteme in dieser Bewegungsphase hin. Die Überlagerungszonen enthielten zur Zeit der Mineralisation die größten Klüftungs-Porositäten und zeigen daher die reichste Vererzung.

II. Der Erzgang der Grube „Phillipseck“ 600 m südlich von Münster (Blatt Usingen-Fauerbach)

Die Grube wurde schon 1459 erstmalig urkundlich genannt. Seit damals wurde in verschiedenen Perioden bis ca. 1750 Abbau betrieben. Spätere Versuche zur Wiederaufwältigung wurden bis nach 1900 fortgesetzt. Die Erze erbrachten ungefähr 25%

Blei, 16 bis 18% Kupfer, daneben etwas Silber. Nach Funden auf der Halde setzten sich die Primärerze aus silberhaltigem Bleiglanz, Kupferkies, Buntkupfererz, Pyrit und Spuren von Fahlerz zusammen. Die Gangart ist derber Quarz. Die Hutzone zeigt Limonit, Kupferlasur, Malachit und etwas Rotkupfererz. In den gleichen Stücken kommt auch Bleiglanz und Cerussit vor.

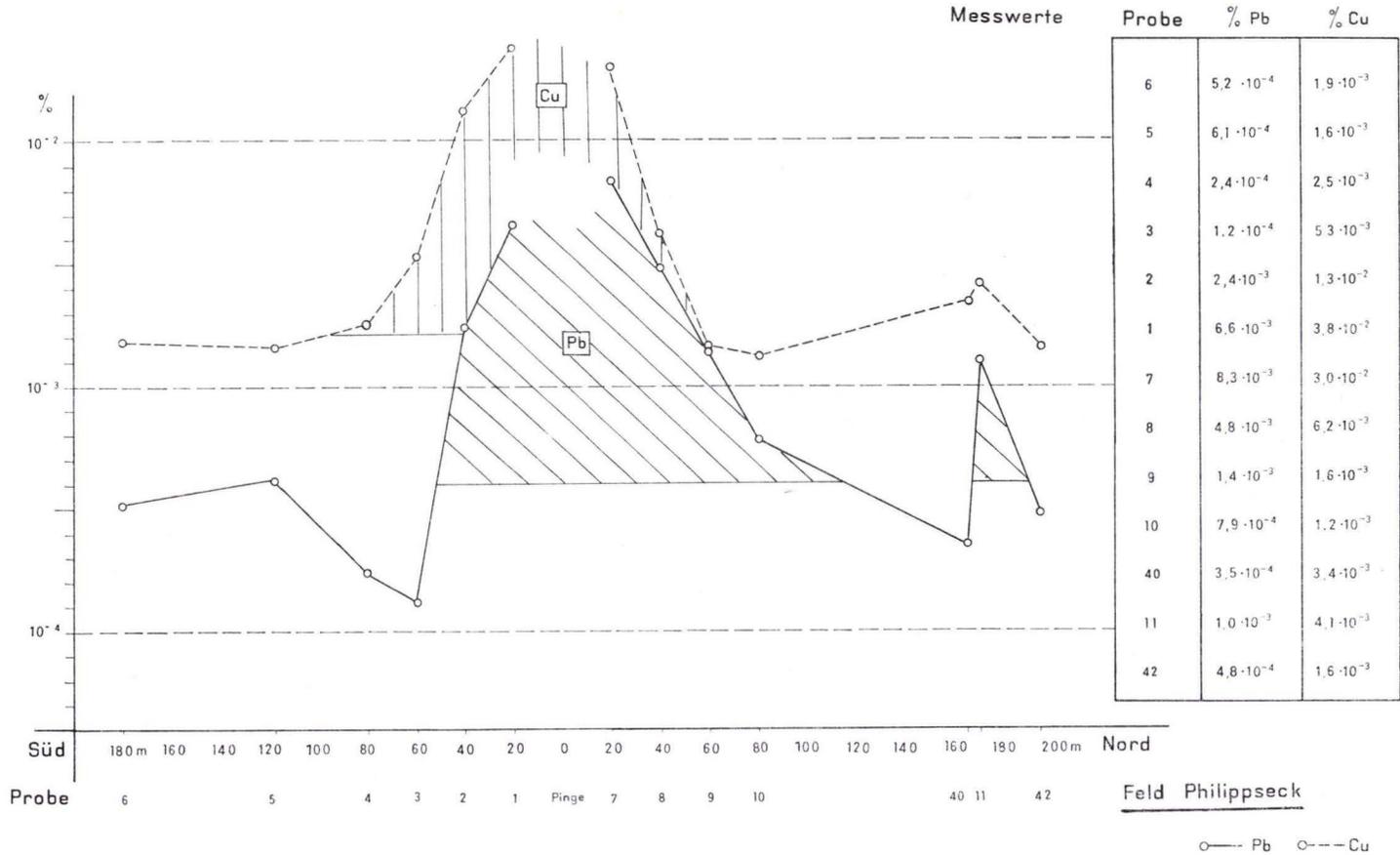
Der Erzgang ist bis zu 0,75 m mächtig und streicht N 110 E, also fast Ost-West, das Einfallen ist 70° Süd. Der Gang setzt durch Grauwacken und Schiefer. Die Erzführung verringert sich nach Westen. Ungefähr 500 m westlich der alten Baue treten kalkführende Schiefer als Nebengestein auf. Dort erscheint Kalkspat neben Quarz als Gangart. Die Oxydationszone ist dort kaum ausgebildet, schon 1 bis 2 m unter der Oberfläche trifft man auf Primärerze. Ungefähr 700 m westlich der alten Grube endet die Vererzung.

Die Überdeckung des Ganges mit Lockergesteinen ist gering, da der Gang in einem Härtlingsrücken liegt. Wahrscheinlich lagen ursprünglich über dem Gang im Abbaugebiet nur wenige Dezimeter Gehängelehm. Beiderseits der Gangzone liegt Ackerbaugelände, welches nach Süden flach, nach Norden steiler abfällt. Südwärts setzt sich die Bodendecke aus schwach sandigem, tonigem, feinststeinigem Schluff zusammen (Gehängelehm). Nördlich des Erzgangs besteht der Boden aus sandigem, schwach tonigem, feinststeinigem Schluff.

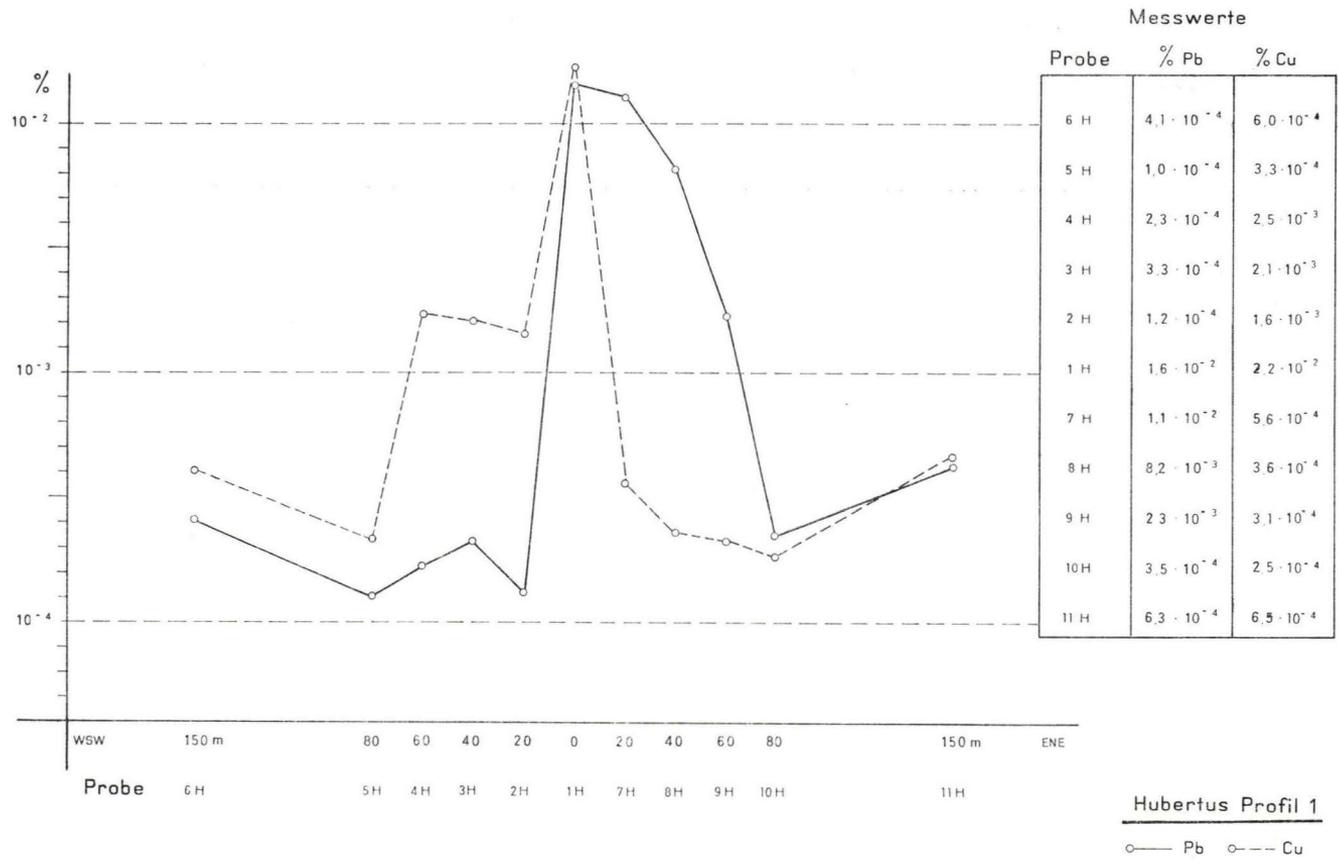
Quer zum Streichen der Gangzone wurden Bodenproben aus 30 bis 50 cm Tiefe entnommen. Die Kupfergehalte im Boden wurden spektralphotometrisch nach der Natriumdiäthylthiocarbamat-Methode in Anlehnung an ZIMMERMANN (1961) bestimmt. Die Bleispuren wurden ebenfalls spektralphotometrisch nach der Dithizon-Methode (IWANTSCHIEFF 1958) festgelegt. Störende Ionen wurden nach MÜLLER (1962) maskiert.

Die Untersuchung auf Kupfer zeigt einen allgemeinen Kupfergehalt im Boden zwischen 0,0012 und 0,0019%. Dieser steigt 60 bzw. 80 m beiderseits des Ganges merklich an (Diagramm 1). In einer Entfernung von 20 m ist der Kupfergehalt im Boden auf 0,038% gestiegen, das heißt um mehr als das Zehnfache. Nach Süden, in der Einfallrichtung des Ganges, liegen die Kupfergehalte höher als nordwärts. Der Bleigehalt im Boden verteilt sich weniger regelmäßig und liegt im ganzen niedriger. Dies dürfte auf die geringere Wasserlöslichkeit der Bleisalze zurückzuführen sein. Ein markanter Anstieg der Bleigehalte erfolgt ungefähr 50 m beiderseits des Ganges. Bei 40 m Entfernung liegen die Bleiwerte im Boden bereits fast eine Zehnerpotenz über dem normalen Bleigehalt von 4 bis $6 \cdot 10^{-4}$ %. Der Erzgang tritt somit deutlich im geochemischen Bild des Bodens der Umgebung hervor. Eine Anomalie mit höheren Kupfer- und Bleigehalten im Boden ergab sich 170 m nördlich des Erzganges (Diagramm 1). Ein flacher Schurf erbrachte korrodierten Gangquarz, jedoch ohne Erzspuren. Schwache Vererzung eines Parallelganges ist dort auf Grund der Bodenuntersuchung wahrscheinlich. KÖBRICH (1936) gibt einen Querschlag im alten Talstollen an, welcher nach seiner Lage möglicherweise diesen Quarzgang aufgefahren hat.

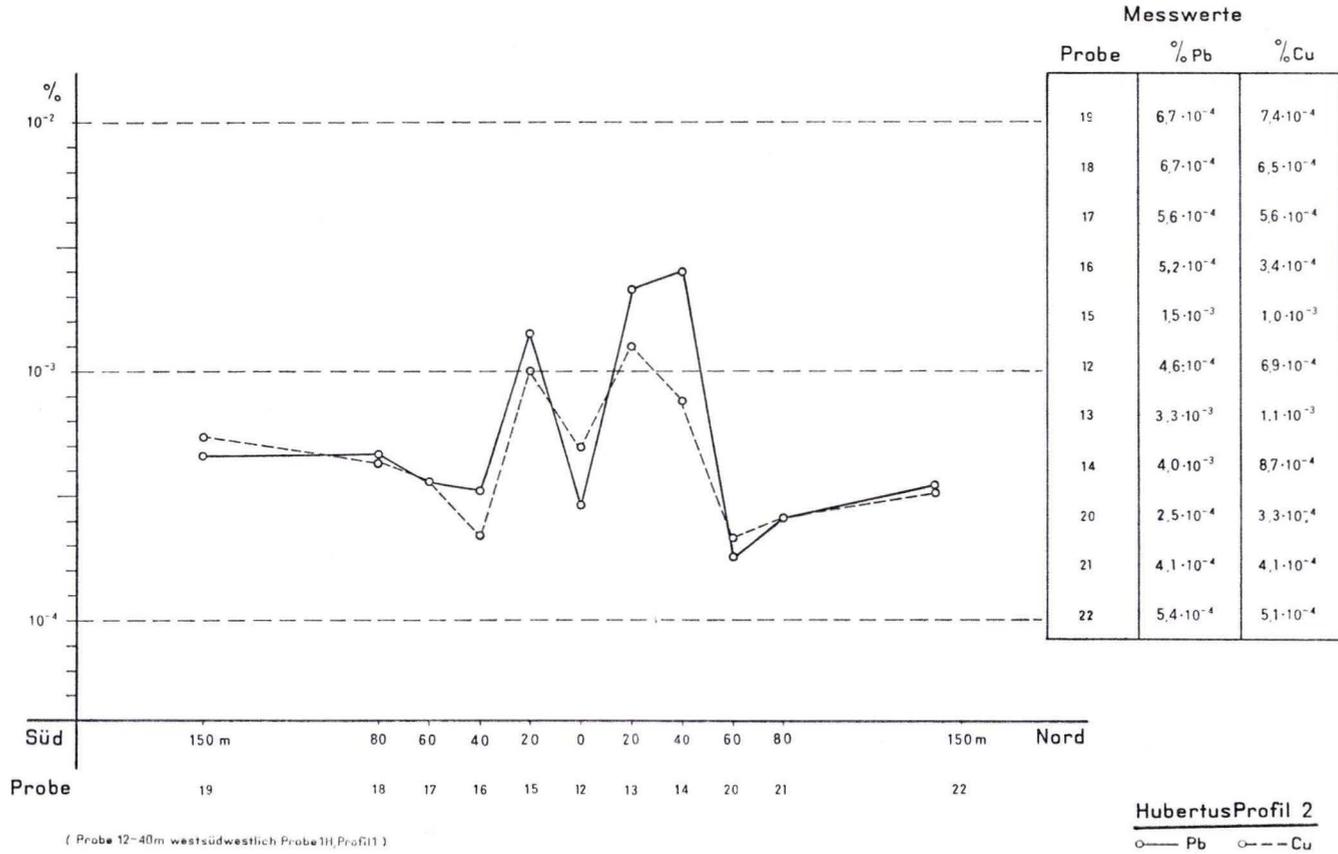
Silikatanalysen ergaben keine Abhängigkeit des SiO_2 -Gehaltes im Boden von der Lage zum Gang. Die Eisengehalte im Boden (4,1 bis 5,9%) spiegeln jedoch in undeutlicher Form Hauptgang und Parallelgang wider. Der SO_3 -Gehalt erreicht



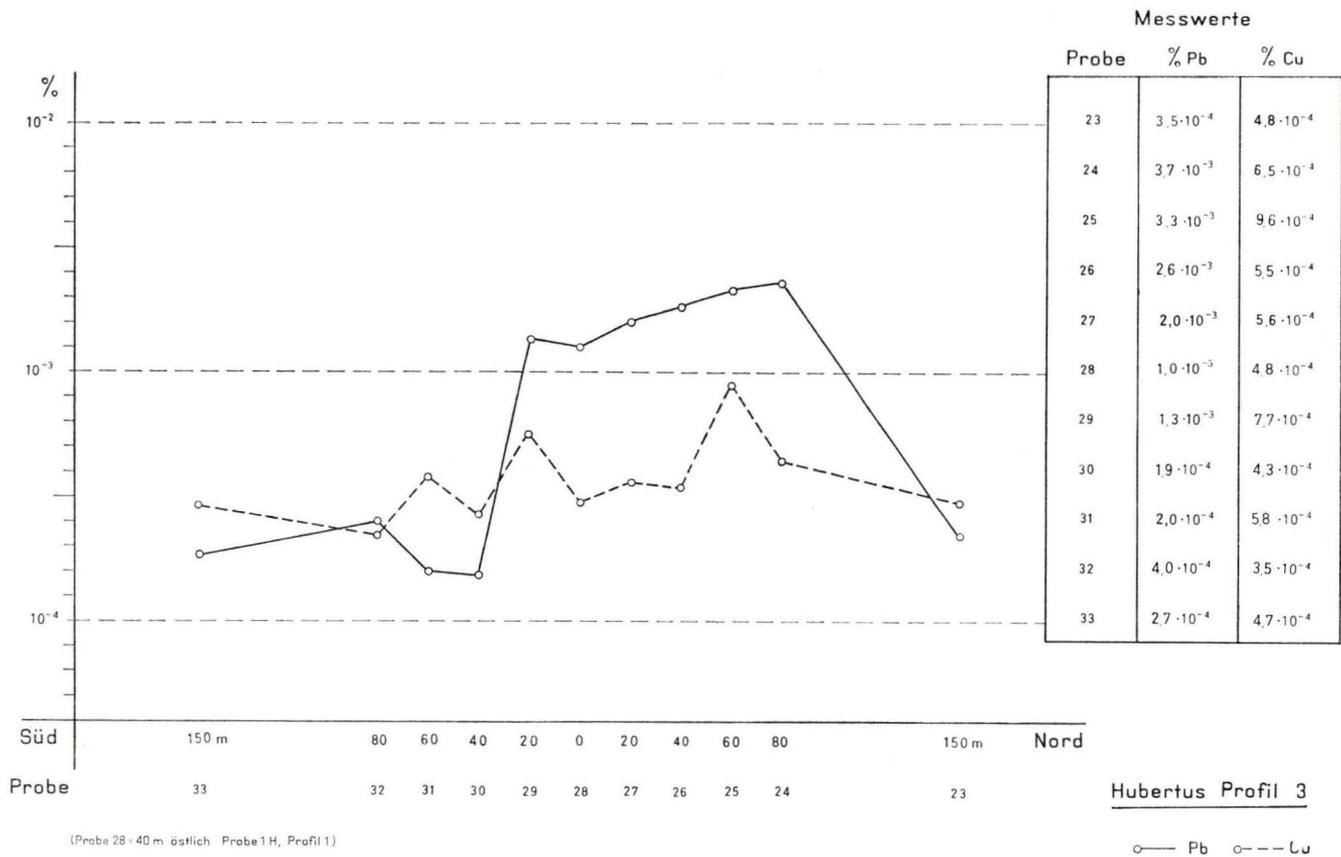
Diag. 1. Verteilung von Kupfer- und Bleispuren im Boden beiderseits des Erzganges „Phillipseck“ südlich Münster (Bl. Usingen-Fauerbach).



Diag. 2. Verteilung von Kupfer- und Bleispuren im Boden im Grubenfeld Hubertus (siehe Lageplan Abb. 1).



Diag. 3. Verteilung von Kupfer- und Bleispuren im Boden im Grubenfeld Hubertus (siehe Lageplan Abb. 1).



(Probe 28 = 40 m östlich Probe 1 H, Profil 1)

Diag. 4. Verteilung von Kupfer- und Bleispuren im Boden im Grubenfeld Hubertus (siehe Lageplan Abb. 1).

ebenfalls in unmittelbarer Nachbarschaft des Ganges einen Höchstwert. Tab. 1 gibt die Gesamt-Zusammensetzung der einzelnen Proben wieder.

Tabelle 1. Silikat-Analysen von Bodenproben aus dem Grubenfeld „Phillipseck“

Probe Nr.:	1	2	3	4	5	6	7	8
Entfernung vom Gang:	20	40	60	80	120	180	20	40 m
SiO ₂ : %	77,9	77,8	75,1	78,4	78,8	78,9	76,4	76,2
Fe ₂ O ₃ : %	5,3	5,5	4,9	5,1	4,2	4,1	5,1	5,4
Al ₂ O ₃ : %	14,8	15,1	18,9	15,6	15,1	16,2	17,7	17,9
CaO: %	1,0	0,6	0,9	0,7	0,6	0,5	0,7	0,5
MgO: %	0,5	0,8	0,5	0,3	0,9	0,4	0,5	0,4
SO ₃ : %	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
sa.: %	99,9	99,8	100,3	100,4	99,6	100,2	100,4	100,4

Probe Nr.:	9	10	11
Entfernung:	60	80	170 m
SiO ₂ : %	73,6	72,8	75,4
Fe ₂ O ₃ : %	5,3	5,8	5,9
Al ₂ O ₃ : %	19,6	20,4	17,4
CaO: %	1,2	0,6	0,7
MgO: %	0,2	0,6	0,7
SO ₃ : %	0,1	0,1	0,1
sa.: %	99,9	100,2	100,1

Anmerkung: Daß die Summe aller Bestandteile teilweise 100% übersteigt, ist dadurch begründet, daß das Eisen meist in zweiwertiger Form in den Mineralien gebunden ist, in der Analyse jedoch als dreiwertiges Eisen bestimmt wird.

Dies ist eine bei Silikat-Analysen häufig anzutreffende und bekannte Erscheinung.

Eine Vermessung des Erzganges auf Gamma-Strahlung wurde mittels Scintillometer vorgenommen. Zweck dieses Versuches war, bei Anwesenheit von Spuren radioaktiver Erze die Strahlung als Kartierhilfe zu verwenden. Es ergab sich jedoch bei entsprechender Dämpfung nur eine konstante Strahlung von 0,01 MR/H in der Umgebung des Ganges. Diese dürfte auf kosmische Strahlung oder auf strahlende Kalium-Isotopen im Schiefer zurückzuführen sein. Ebenso gaben Erzstufen von der Halde der Grube „Phillipseck“ keine Gamma-Strahlung oberhalb dieser Schwelle ab. Eine Kartierung des Ganges durch die Strahlung radioaktiver Erzspuren ist daher nicht möglich.

III. Der Gangzug „Hubertus“ 1,25 km SSW von Ziegenberg (Blatt Usingen-Fauerbach)

Der Haupterzgang wurde 1896 entdeckt und war trotz reicher Bleiglanz-Vererzung nur bis 1902 durch bergbauliche Tätigkeit einfachster Form aufgeschlossen. Da die Gänge in ebenem Waldgelände mit ungestörter Bodendecke liegen, sind Störfaktoren

für eine geochemische Untersuchung weitgehend ausgeschaltet. Die Überdeckung durch Schluffboden beträgt 1 bis 3 m. Der Hauptgang streicht nach KÖBRICH (1936) ungefähr Ost-West und fällt 50° bis 70° nach Süden ein. Ein Quergang streicht SSW-NNE. Beide Richtungen treten in der Tertiärtektonik am Westrand der Wetterau häufig auf. Beim Auffahren des Hauptganges wurden eine ein Meter breite vererzte, quarzführende Breccienzone sowie einige Gangtrümer angetroffen. Grau-

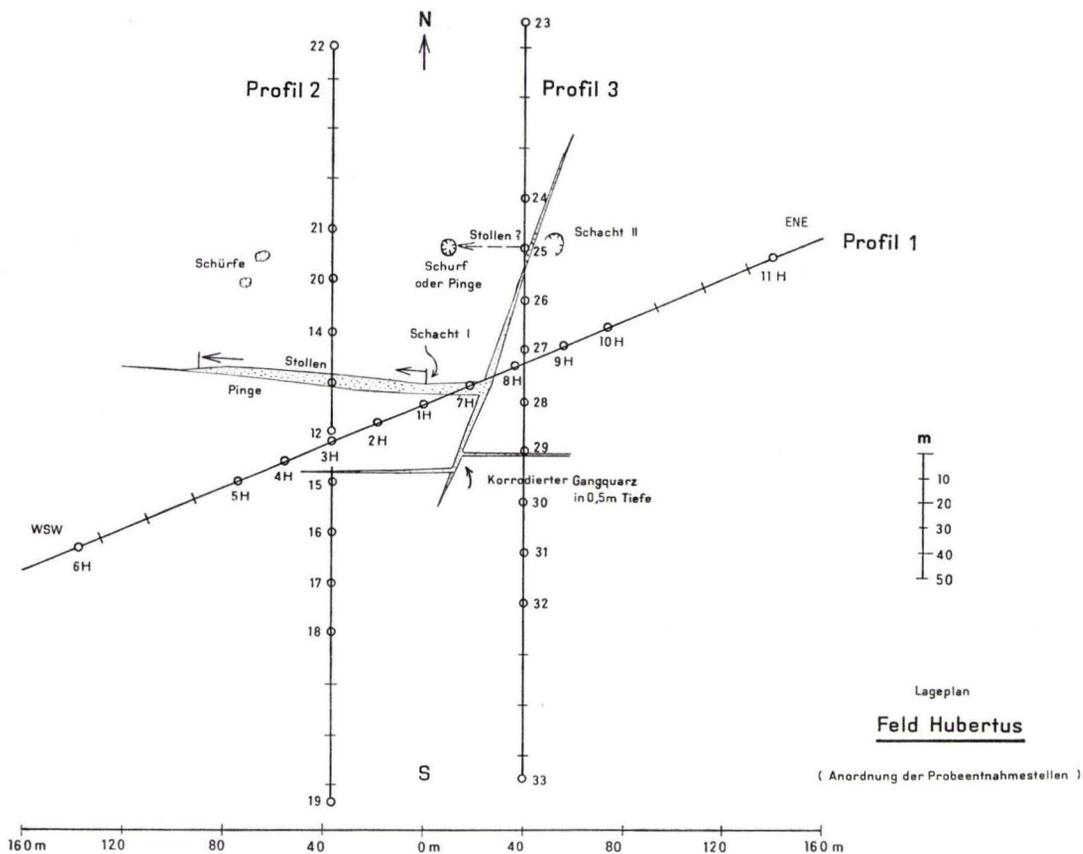


Abb. 1. Lage der Erzgänge und Probenentnahmestellen im Grubenfeld Hubertus südlich Ziegenberg (Bl. Usingen-Fauerbach).

wacken und zersetzte Schiefer der unteren Ems-Stufe (Unterdevon) bilden das Nebengestein. Der weitaus überwiegende Anteil der Erzführung besteht aus Bleiglanz mit 78% Blei und 22 g/t Silber. Daneben kommen oxydische Eisenerze, andere Bleierze und Spuren von Kupferkies vor. Die angefahrenen Erzpartien gehören teilweise noch der Oxydationszone an, da der Bergbau nur 4 m tief eindrang (KÖBRICH 1936).

Durch den sehr schwachen Anteil an Kupfererzen liegen die Kupfergehalte im Boden nahe der Gangzone nur wenig über 0,001%. Ein scharfer Anstieg gegenüber der Umgebung ist jedoch zu beobachten. Der normale Bleigehalt im Boden liegt

dort ungefähr bei $4 \cdot 10^{-4}\%$. 20 bis 40 m beiderseits von einem der Gänge steigt dieser Prozentsatz scharf an. Der Lageplan zeigt die Verteilung der Probeentnahmen, den Verlauf der Gänge nach dem geochemischen Bild und die Mutungsspuren, Pingen und Schürfe. Die Diagramme 2 bis 4 zeigen drei Profile im Bereich der Gänge.

Nach KÖBRICH (1936) und nach Beobachtungen im Gelände lassen sich die alten Mutungsarbeiten rekonstruieren. Durch Rollstücke entdeckt wurde der Gang von einem tonlägigen Schacht her in 4 m Tiefe 100 m weit nach Westen aufgefahren. Später wurde 60 m weiter nordöstlich auf einen Erzfund hin ein zweiter Schacht niedergebracht. In der Annahme, daß auch dieser Gang Ost-West streichen würde, schürfte man mehrmals ohne Erfolg in westlicher Richtung.

Schlußfolgerungen

Die Beweglichkeit der Metallsalze im Boden ist unterschiedlich. Durch die größere Wasserlöslichkeit der Kupfersalze gegenüber den Bleisalzen, besonders des Hydrokarbonats und Sulfats, ergibt sich die weitere Verbreitung des Kupfers beiderseits eines Erzganges. Man kann mit 80 m Kupferinfiltration und 40 m Bleiinfiltration im Boden beiderseits über einem Gang rechnen. BIERTHER und DEGENS (1954) erwähnen einen ähnlichen Anstieg des Kupfergehaltes im Nebengestein von hydrothermalen Erzgängen im westlichen Rheinischen Schiefergebirge, sowie eine schwächere Bleiinfiltration. Besonders verbreitet sind Kupferspuren höherer Konzentration, die durch Malachitkrusten auf Klüftchen erkennbar sind, in der Umgebung von Kupferlagerstätten im Porphyry. Man kann dies zum Beispiel im Gebiet von Imsbach (nördliche Rheinpfalz) beobachten. Porphyry-Lagerstätten zeigen oft Übergänge zum Typ der „disseminated copper ores“ in Nordamerika.

Neben deszendente Sickerwässern dürfte auch kapillarer Aufstieg eine Rolle für die post-hydrothermale Wanderung der gelösten Metalle spielen. Das Ausmaß der Anreicherung im Boden ist von der Bodenart, dem Adsorptionsvermögen des Bodens, dem Klima, der Mikroflora im Boden, der Erzzusammensetzung, der Anwesenheit komplexbildender Ionen oder ionenaustauschender Silikate und von der Mächtigkeit der Bodenüberdeckung abhängig. Bei sehr unterschiedlichem Bewuchs kann eine Metallanreicherung in Pflanzenteilen bestimmter Arten eine schwache, örtliche Positiv-Anomalie hervorrufen. Aus allen diesen Gründen kann die Mächtigkeit und der Metallgehalt eines Ganges nach den Daten der Bodenanalyse kaum abgeschätzt werden. Da sich viele dieser Faktoren in einem begrenzten Gebiet nur gering verändern, sind Vergleiche mit benachbarten, bekannten Gängen gestattet.

In ariden und semiariden Gebieten beobachtet man starke Spuren von grellfarbigen Kupferhydrokarbonaten in der weiteren Umgebung selbst kleinster Lagerstätten mit niedrigen Metallgehalten. Diese Beobachtung führt häufig zur falschen Einschätzung eines Erzvorkommens und zur Fehlplanung kostspieliger Mutungsarbeiten. Die weite Verbreitung und das kräftige Auftreten der Kupfersalze ist auf die intensive Wirksamkeit von aszendente Wässern zurückzuführen. Vielleicht sind daher in ariden Gebieten die schwerer beweglichen Bleisalze besser zur Kartierung geeignet, sofern die Erze bleihaltig sind.

In überwiegend humiden Gebieten liefern im allgemeinen die Kupferspuren im Boden den besseren Anzeiger für verdeckte Erzgänge. Selbst die äußerst geringen

Kupferspuren im Gang „Hubertus“ verursachen noch meßbare Anomalien. Die Reichweite der Bleiinfiltration ist wesentlich geringer. Bei Mangangehalten im Erz wurde mit Erfolg auch die Manganführung des Nebengesteins zur Kartierung verwandt (BIERTHER und DEGENS 1954), besonders beim Aufsuchen von Eisenspat-Vorkommen.

Schriftenverzeichnis

- BIERTHER, W. und DEGENS, E.: Geochemische Untersuchungen im Nebengestein hydrothermalen Erzgänge im Rheinischen Schiefergebirge. — N. Jb. Geol. Paläontol., Mh., 1954, S. 398—411, Stuttgart 1954.
- IWANTSCHIEFF, G.: Das Dithizon und seine Anwendung in der Mikro- und Spurenanalyse. Verlag Chemie G.m.b.H. Weinheim/Bergstraße 1958.
- KEGEL, W.: Erl. geol. Kte. Preußen 1:25000, Bl. Kleeberg-Kirchgöns, Berlin 1929.
- KÖBRICH, C.: Hessische Erzvorkommen. Teil 1: Die Nichteisenerze. — Handbuch der hessischen Bodenschätze, Heft 3, Darmstadt 1936.
- KUBELLA, K.: Zum tektonischen Werdegang des südlichen Taunus. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 3, S. 1—81, Wiesbaden 1951.
- MICHELS, F.: Erl. geol. Kte. Preußen 1:25000, Bl. Usingen-Fauerbach, Berlin 1928.
- MÜLLER, G. O.: Praktikum der quantitativen chemischen Analyse. S. Hirtzel Verlag, Leipzig 1962.
- ZIMMERMANN, M.: Photometrische Metall- und Wasseranalysen. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart 1961.

Manuskript eingegangen am 5. 1. 1965

Geologie und Nivellement in Nordhessen

Zur Anlage eines Fein-Nivellement-Netzes in Nordhessen im Raume westlich Kassel

Von

MANFRED HORN und **RALPH WENDLER**, Wiesbaden

Mit 3 Abbildungen

Aus dem Vergleich der Wiederholungswerte des Nivellements I. O. kann auf eine differenzierte, anhaltende Bewegung in verschiedenen Teilen Hessens geschlossen werden. Auf einigen Streckenteilen des Nivellements I. O. sind junge Bewegungen geologisch leicht zu erklären. Zu solchen Erscheinungen gehören z. B. Absenkungen durch Salzauslaugung im Untergrund. Im großen und ganzen fällt es jedoch schwer, aus den vorhandenen Höhendifferenzen einer Nivellement-Strecke I. O. Rückschlüsse auf die Bewegungen eines Gebietes zu ziehen. Einmal ist die Entfernung der Meßstrecken voneinander häufig wesentlich größer als die Flächenausdehnung einzelner verschieden bewegter Schollen, zum anderen ist nicht klar zu übersehen, wie groß die Teilschollen sind, welche sich rezent einheitlich bewegen.

Ein Nivellement aus weit auseinanderliegenden Meßstrecken läßt daher keine sicheren Aussagen über die Gesamtbewegung einer übermessen Scholle zu. Das gilt in besonderem Maße für das tektonisch stark zerrissene Nordhessen. Hier im Kreuzungsbereich zwischen Variscischem Gebirge und Mittelmeer-Mjösen-Zone sind eine Vielzahl verschiedenartig bewegter tektonischer Einheiten vorhanden. Die Größe dieser geologischen Teilkörper, zu denen die großen Schollen und die schmalen Grabenzonen gerechnet werden müssen, wechselt sehr stark.

Über das Verhalten des tieferen Untergrundes bestehen bisher keine eindeutigen Vorstellungen. Daher besteht der Wunsch, in der Hessischen Senke mit ihren saxo-nisch angelegten Schollen und Gräben ein Flächenfeinnivellement mit dem Ziel durchzuführen, noch anhaltende Bewegungen zu erkennen.

Für die im folgenden vorgeschlagene Vermessung wurde das Gebiet zwischen dem Rheinischen Schiefergebirge und Kassel ausgewählt. Auf einer relativ schmalen Zone liegt hier eine Scharung Nord-Südgerichteter tektonischer Elemente vor. Gleichzeitig besteht die Möglichkeit, die Vermessung stets bis in das Paläozoikum des Schiefergebirges fortzusetzen. Ebenso würden Hinweise über die eventuellen Bewegungen im Gebiet des Kellerwaldsporns von größtem Interesse sein.

Bei der Betrachtung der geologischen Karte dieses Gebietes fällt die Verzahnung von mesozoischen und paläozoischen Gesteinen nördlich des Kellerwaldes auf. Auf engstem Raum wechseln hier Gebiete relativer Hebung mit Gebieten relativer Senkung. Die in das Schiefergebirge eingesenkten Buntsandsteingebiete münden nach Norden hin in Störungszonen mit grabenartigem Charakter. Mit gleicher Konsequenz

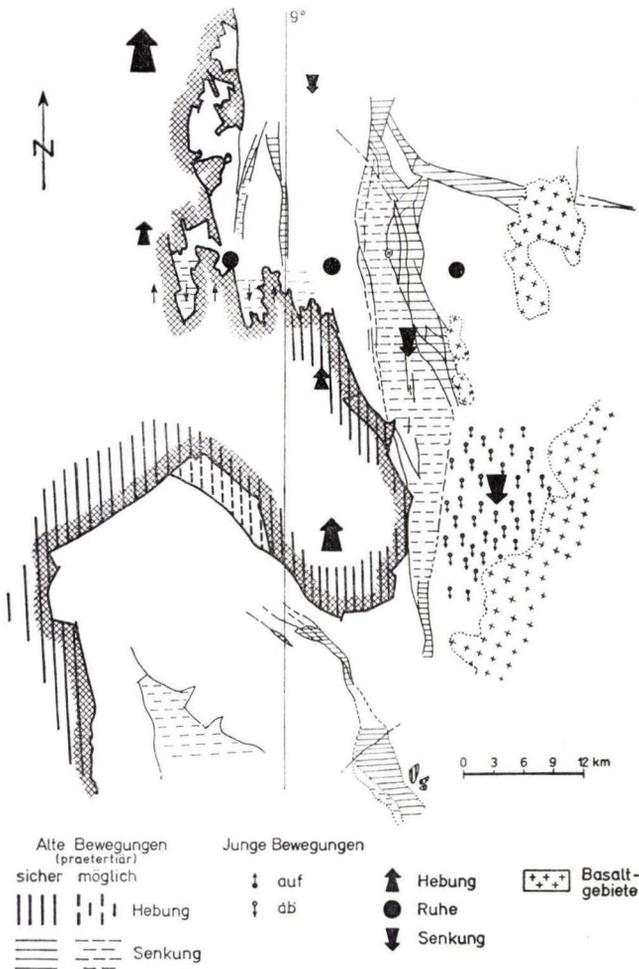


Abb. 1. Bewegungsablauf im Gebiet zwischen Kassel und dem Rheinischen Schiefergebirge.

setzen sich die in den Buntsandstein vortragenden Zechsteinsporne in nördlicher Richtung in horstartige Buntsandsteinrücken fort. Die Stärke und Richtung der Bewegung läßt sich aus geologischen Aufschlüssen nur teilweise beurteilen. Es ist unwahrscheinlich, daß die Intensität und Richtung der Bewegungen in allen Teilen einer geologischen Einheit gleich ist. Ganz im Gegenteil spricht die Ausbildung des

Gebirgsrandes am Nordost- und Südwestrand des Kellerwaldes nicht für eine gleichmäßige Hebung des Kellerwaldes.

Ganz erheblich komplizierter ist der Bewegungsmechanismus in den Hauptgrabenzonen (Naumburger Graben etc.), ganz zu schweigen von den Kreuzungspunkten zwischen eggischen und herzynischen Elementen (MARTINI 1937). Eine genaue Kenntnis der rezenten Bewegungen in diesem Gebiet könnte zu weiteren Erkenntnissen über den Mechanismus der saxonischen Faltung führen. Ein engmaschiges Feinnivellement sollte klären, inwieweit die Mittelmeer-Mjösen-Zone überhaupt noch in Bewegung ist. Im Vordergrund des geologischen Interesses steht dabei die Frage, ob sich die Teilelemente in den Gräben gegeneinander bewegen und wie die Bewegungsrichtung im Hinblick auf den alten variscischen Gebirgskern ist.

Für die Landesvermessung sind diese Fragen von außerordentlichem Interesse, da sie für die Festlegung des Nullpunktes einer Vermessung grundlegend sind. Da im Untersuchungsraum bislang kaum Zahlenangaben über Hebungen und Senkungen bekannt geworden sind, ist man bei der Anlage der Messungen im wesentlichen auf das Studium der geologischen Karte angewiesen. Es muß natürlich davon ausgegangen werden, daß das Gebiet zwischen Kassel und dem Rheinischen Schiefergebirge noch nicht völlig zur Ruhe gekommen ist. Wahrscheinlich hält an der Kreuzungsstelle der Mittelmeer-Mjösen-Zone mit dem Variscischen Gebirge die Bewegung weiter an. Darauf weisen neben den pleistozänen Bewegungen (UDLUFT & JACOBSHAGEN 1957, S. 268) auch die beobachteten Erdstöße im Gebiet westlich Kassel in allerjüngster Zeit (Erdbeben in Hemfurth a. d. Eder 1682) und die von UDLUFT (1950, S. 252) erwähnten rezenten Bewegungen am Oberbeisheimer Tunnel an der Bahnstrecke Treysa-Malsfeld hin. Für die geologische Forschung müßte es das wichtigste Ziel eines Nivellements sein, zu klären,

1. ob die Bewegung noch anhält,
2. wie groß die Elemente sind, die sich gleichsinnig bewegen,
3. ob ein Flächenelement an allen Punkten gleiche Bewegungstendenz und Geschwindigkeit hat.

Nur bei richtiger Auswahl der Untersuchungsfläche und wenn jedes Bewegungselement mit einer ausreichenden Zahl von Meßpunkten belegt wird, besteht Aussicht, die gestellten Fragen befriedigend zu beantworten. Die nachfolgenden Betrachtungen sollen die Grundlage für die Auswahl der einzelnen Nivellementlinien bilden.

Im vorliegenden Zusammenhang kann das Gebiet in vier große Einheiten aufgeteilt werden: Nämlich das Variscische Gebirge, die größtenteils relativ ungestörten Buntsandsteingebiete, die Grabenzonen und die Tertiärgelände mit ihrem Vulkanismus. Der variscische Gebirgsrumpf ist in geologischer Vergangenheit gegenüber dem triadischen Vorland mit Sicherheit herausgehoben worden, wobei hier die Ausdrücke Hebung bzw. Senkung stets relativ zu verstehen sind. In Abb. 1 wird versucht, ein differenziertes Bild der Bewegung des Gebietes zwischen Kassel und dem Rheinischen Schiefergebirge zu skizzieren.

Bei der Heraushebung der rheinischen Masse dürfte die Intensität der Bewegung gebietsweise verschieden gewesen sein. Im Kellerwald ist z. B. am Südrand und im Osten eine stärkere Hebung als im Norden zu beobachten. Die enge Verzahnung mit

dem Buntsandsteinvorland im Gebiet Meininghausen–Sachsenhausen, und das „Hineinlaufen“ der Grabenstrukturen von Meininghausen und Twiste in den Kellerwald veranlaßten zu den Eintragungen in Abb. 1. Für die Gebiete um Bad Wildungen und Geismar ist es möglich, daß sie als Teilschollen bewegt wurden. Beim Kellerwald könnte man durchaus Bewegungen vermuten, die mit der von WEIGELT

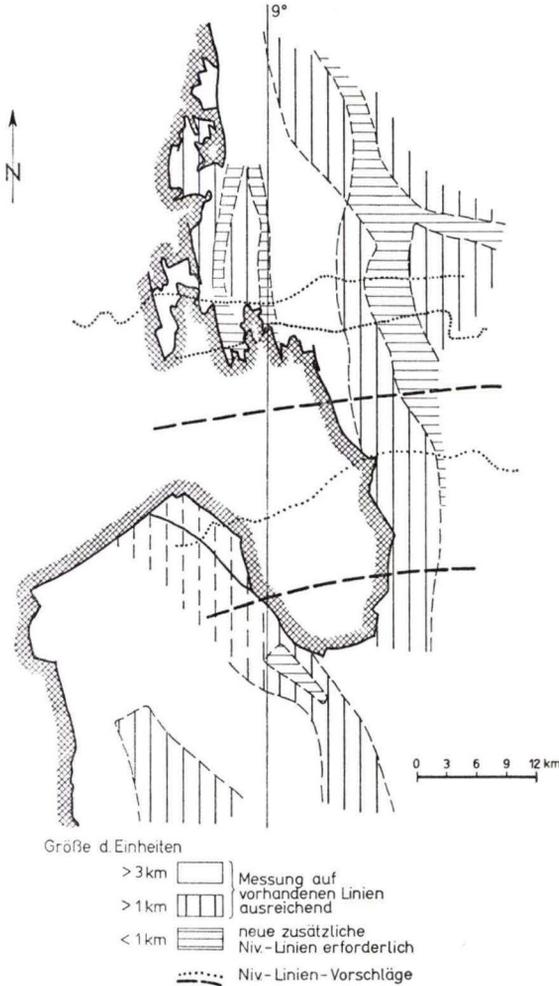


Abb. 2. Zonen mit verschieden großen Teilschollen im Gebiet zwischen Kassel und dem Rheinischen Schiefergebirge.

(1920) erstmalig erwähnten Kippschollentheorie zusammenpassen. Demgegenüber steht die Absenkung in den Grabenzonen. Die Bewegung in den einzelnen Gräben, die nach den Untersuchungen von MARTINI (1937) in mehreren, zeitlich voneinander getrennten Deformationsvorgängen stattfand, dürfte jedoch in den verschiedenen Teilschollen mit unterschiedlicher Intensität erfolgt sein.

Für die großen Buntsandsteinschollen außerhalb der Grabenzonen ist in Abb. 1 vereinfachend angenommen worden, daß sie nicht bewegt worden sind.

Über den Bewegungsablauf im Gebiet westlich und südwestlich des Habichtswaldes ist wenig bekannt, da tertiäre Sedimente und Basalte das Mesozoikum verdecken. Für das durch den Braunkohlen-Tagebau besser untersuchte Gebiet zwischen Kassel und Ziegenhain dagegen haben UDLUFT & LANG (1956) gezeigt, daß die Auflagerungsfläche des Tertiärs durchaus nicht einheitlich ist, sondern daß einzelne, örtlich begrenzte Bereiche besonders stark abgesunken sind.

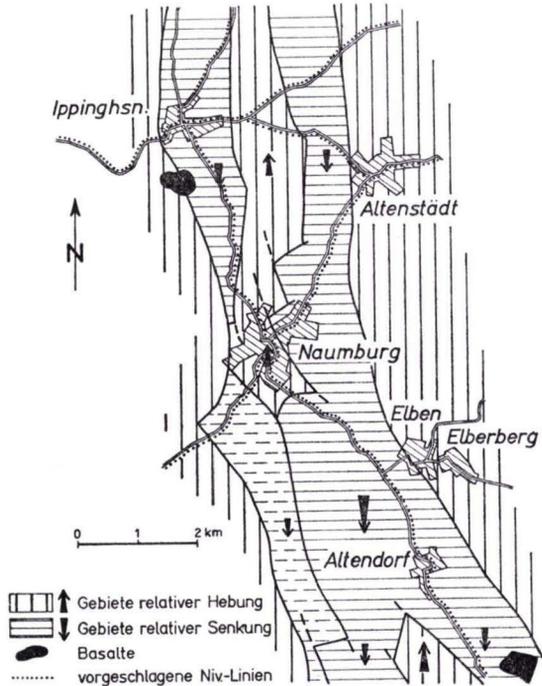


Abb. 3. Tektonische Skizze des Grabengebietes zwischen Altendorf und Ippinghausen (Bl. 4721 Naumburg).

Für die Anlage eines Meßnetzes zur praktischen Durchführung der Vermessung ist die Kenntnis der Lage und räumlichen Ausdehnung der einzelnen Teilschollen unbedingt erforderlich. Aussagen über das Ausmaß und die Tendenz von Schollenbewegungen sind nur dann sicher, wenn die Bewegung pro Einheit durch mindestens 3 Meßpunkte belegt ist. In Abb. 2 wurden die Räume ausgeschieden, in denen differenzierte Bewegungen des Untergrundes auf engstem Raum wahrscheinlich sind. In den Gebieten mit Einheiten > 3 km können bei der Anlage der Messungen und der Auswahl der Niv.-Linien weitgehend vermessungstechnische Gesichtspunkte berücksichtigt werden. In den Gebieten mit Teilschollen, welche in einer Richtung kleiner als 3 km sind, müssen u. U. völlig neue Strecken gelegt werden.

In Abb. 3 ist das Gebiet um Naumburg eingehender dargestellt worden. Bei einer engmaschigen Vermessung dieses Gebietes können die bereits vorhandenen Nivelle-

mentlinien Freienhagen–Ippinghausen–Naumburg–Altendorf und Naumburg–Altenstätt benutzt werden, wobei aber mindestens alle 200 m ein Meßpunkt liegen muß. Zusätzlich müssen aber in dem Dreieck Naumburg–Ippinghausen–Altenstätt weitere Meßstrecken mit möglichst geringem Punktabstand angelegt werden.

Ein solches engmaschiges, nach geologischen Gesichtspunkten angelegtes Fein-nivellement wird im Laufe der Jahre ein Zahlenmaterial liefern, an Hand dessen eine sichere geologische Deutung der Meßergebnisse möglich sein wird. Damit könnte zumindest für dieses Gebiet eine Antwort auf die Frage nach Art und Umfang der rezenten Bewegungen gegeben werden.

Schriftenverzeichnis

- MARTINI, H. J.: Großschollen und Gräben zwischen Habichtswald und Rheinischem Schiefergebirge. — Geotekton. Forsch., 1, S. 70–123, 36 Abb., 3 Taf., Berlin 1937.
- RÖSING, F.: Geol. Kte. v. Hessen 1:300 000, Wiesbaden 1961.
- UDLUFT, H.: Der Nachweis rezenter Bodenbewegungen durch die Nivellements von hoher Genauigkeit. — Z. Vermessungswesen, 75, S. 250–253, Stuttgart 1950.
- & LANG, D.: Der Untergrund der Niederhessischen Senke. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, S. 184–203, 1 Abb., Taf. 15, Wiesbaden 1956.
- & JACOBSHAGEN, V.: Zur Gliederung des Pleistozäns in Niederhessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 85, S. 255–281, 5 Abb., 1 Tab., Taf. 13–15, Wiesbaden 1957.
- WEIGELT, J.: Die mitteldeutschen Steinkohlenablagerungen. — Hall. Verb., 2, S. 1–40, Halle 1920.

Manuskript eingegangen am 8. 6. 1965

Nachrichten und Mitteilungen
aus dem
Hessischen Landesamt für Bodenforschung

Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers
11. Röhrenbildende Würmer auf Hunsrückschieferfossilien

Von

FRITZ KUTSCHER, Wiesbaden

Kurzfassung: Über 2 Beispiele epizoischer Würmer, deren Röhren auf Hunsrückschiefer-Fossilien aufgewachsen sind, wird referiert. Für Artbeschreibungen reichen die Erhaltung, aber auch die zahlenmäßig geringen Funde nicht aus.

Summary: Two examples of tubicole worms show that there are occurrences of Epizoa in the Hunsrück Shales. Their number and condition are not sufficient for an exact diagnosis of species.

Résumé: Il y a maintenant deux exemples d'Epizoa de Vermes connus des Hunsrückschiefer, pas bons pour une diagnose d'espèces exacte.

Vorbemerkung

Aufsiedler (Epizoen) sind aus dem Hunsrückschiefer gelegentlich beschrieben worden. Unter anderem befinden sich darunter auch röhrenbildende Würmer, denen die folgenden Zeilen gewidmet sind.

Röhrenbildende Würmer auf Hunsrückschieferfossilien

Bei der Untersuchung und Beschreibung von *Conularia* sp. a entdeckten RUD. & E. RICHTER (1930, S. 158, Abb. 2) erstmals im Hunsrückschiefer Röhren epizoischer Würmer. Diese Vorkommen waren sehr wichtig, denn sie dienten dem einwandfreien Nachweis, daß das Conularientier eine feste Schale gehabt haben muß. Daneben schlossen sie eine nähere Beschreibung des Aufsiedlers in folgender Form an:

„Es handelt sich um 0,5 cm lange, unverzweigte, walzenförmige Gebilde mit einer Ein-senkung in der Mitte. Sie sind stark gewunden und überqueren sich gelegentlich selbst. Es sind ehemalige Röhren, die nunmehr in Schwefelkieserhaltung überliefert sind und offenbar die Ausfüllungen von Kalkröhren sessiler Tiere darstellen, sicherlich Würmer, die sich auf der *Conularia*-Schale zu Lebzeiten angesiedelt haben.

Aufsiedler auf *Conularia* sp. a.“

Fundort: Bundenbach im Hunsrück.

Fundsichten: Unterdevon, Kauber Schichten.

Aufbewahrung: Sammlung Senckenberg, Frankfurt am Main.

Abbildung: RUD. & E. RICHTER 1930, S. 159, Abb. 2d.

Spirorbis sp.

Ein Jahr später gelang es KUTSCHER (1931) 2 Individuen eines röhrenbildenden Wurmes als Aufsiedler auf *Maucheria gemündensis* BROILI nachzuweisen und zu beschreiben.

Für das größere der beiden Individuen wurde folgende Beschreibung (KUTSCHER, S. 209 – 210) gegeben.

„Die Schale sitzt mit der ganzen Unterfläche auf, ist erheblich flach gedrückt, hat aber ihre kreisrunde Form annähernd behalten. Der Durchmesser des Stückes beträgt 5 mm; der Querschnitt der scheinbar dünnen Schale ist fast kreisrund und hat einen Durchmesser von 2 mm. Die Schale ist spiralig gewunden, und die einzelnen Umgänge berühren sich. Weiterhin ist die Schale mit breiten, deutlichen Querrippen verziert, die gelegentlich an der Innenseite der Schalenwindung in einen länglichen Knoten anschwellen können. Die Anordnung der Rippen ist nicht ganz regelmäßig, sie stehen um ihre Eigenbreite oder etwas weniger auseinander; auch ist ihre Anordnung nicht streng radial.“

Fundort: Gemünden, Kaisergrube.

Fundsichten: Unterdevon, Kauber Schichten.

Frühere Aufbewahrung: Sammlung des Geologisch-Paläontologischen Instituts der Universität, Berlin, Invalidenstr. 43.

Abbildung: KUTSCHER 1931, Taf. 2 Fig. 1.

Einige Bemerkungen zu dem Trägertier dieser Röhren mögen noch angeschlossen werden. *Maucheria gemündensis* BROILI konnte bisher in seiner Stellung nicht endgültig festgelegt werden. Erstmals wurde dieses Fossil von BROILI 1928 beschrieben, dann von HIRMER 1930 nochmals untersucht; beide deuteten es als fraglichen Pflanzenrest. Die später gefundenen Stücke (u. a. KUTSCHER 1931) änderten nichts an der problematischen Stellung. Es muß daher offen bleiben, ob diese Kalkröhren schon bei Lebzeiten des Trägers aufgewachsen waren oder erst nach dem Absterben. Die Beweismittel sind gering, da Lebensgewohnheiten und Lebensäußerungen eines Problematikums nur ungenügend konstruierbar sind.

Zusammenfassung und Ausblick

Röhrenbildende Würmer, auf Hunsrückschiefer-Fossilien aufgewachsen, wurden von RUD. & E. RICHTER und KUTSCHER erstmals bekanntgemacht. Die Wurmröhren sind in beiden Fällen mangelhaft erhalten und reichten bisher nicht zu einer einwandfreien Beschreibung aus. Während RUD. & E. RICHTER überhaupt nur von Kalkröhren bauenden Würmern sprechen, hat KUTSCHER die auf einer *Maucheria gemündensis* aufgewachsenen Wurmröhren als *Spirorbis* n. sp. in die Literatur eingeführt.

Sicherlich sind die bekanntgemachten Vorkommen Zufallsfunde. Bei sorgfältiger Durchmusterung der in den Sammlungen und bei Privatpersonen aufbewahrten Hunsrückschieferfossilien wird wahrscheinlich weiteres Material zutage kommen.

Schriftenverzeichnis

- BROILI, F.: Ein ? Pflanzenrest aus dem Hunsrückschiefer. — Sber. bayer. Akad. Wiss., math.-nat. Kl., Jg. 1928, S. 191–196, 2 Taf., München 1928.
- HIRMER, M.: Über ein zweites in den Hunsrückschiefern gefundenes Stück von *Maucheria gemündensis* BROILI. — Sber. bayer. Akad. Wiss., math.-nat. Abt., Jg. 1930, S. 39–46, 2 Taf., München 1930.
- KUTSCHER, F.: Zur Entstehung des Hunsrückschiefers am Mittelrhein und auf dem Hunsrück. — Jb. Nass. Ver. Naturk., 81, S. 177–232, 2 Abb., 2 Taf., Wiesbaden 1931.
- RICHTER, RUD. & E.: Bemerkenswert erhaltene Conularien und ihre Gattungsgenossen im Hunsrückschiefer (Unterdevon) des Rheinlandes. — Senckenbergiana, 12, S. 152–171, 5 Abb., Frankfurt 1930.

Manuskript eingegangen am 1. 4. 1965

Darustwald-Schichten am Angsfels zwischen Bodenthal und Bächergrund (Unter-Devon, Mittelrheintal)

Von

KARL-HEINZ EHRENBERG, EBERHARD KÜMMERLE,
FRITZ KUTSCHER & HANS-GEORG MITTMEYER, Wiesbaden

Mit 2 Abbildungen und 2 Tabellen

Einleitung

Bei einer gemeinsamen Exkursion obengenannter Autoren in das Gebiet des Angsfels-Steinbruchs zwischen Bodenthal (Bl. 5913 Presberg) und Bächergrund (Bl. 5912 Kaub) wurden Gestein, Fauna und Tektonik untersucht und besprochen. Das Ergebnis wird im folgenden mitgeteilt. Die frühere Auffassung über das Gebiet am Angsfels ist bei NÖRING 1939, S. 63–64 zusammengestellt.

Faunenfundpunkt im Steinbruch des Angsfelsen

Ein in dem Schrifttum öfters erwähnter Fossilfundpunkt im tieferen Teil des z. Z. auflässigen Steinbruchs war bei der jetzt laufenden Kartierung durch EHRENBERG und KÜMMERLE und ebenso im Zuge von Unterdevon-Studien durch MITTMEYER aufgefunden und ausgebeutet worden. Beim gemeinsamen Besuch des Fundpunktes erkannte KUTSCHER, daß das fossilführende Gestein und die Fauna selbst in verblüffender Ähnlichkeit dem von KUTSCHER beschriebenen Vorkommen vom Darustwald bei Oberheimbach (1937, S. 208–209; ca. 4,5 km entfernt) entspricht. MITTMEYER bestimmte auf Grund des ihm vorliegenden Fossilmaterials folgende Fauna:

Hysterolites (Acrospirifer) cf. primaevus (STEIN.) (Flügel-Bruchstück)

Hysterolites (Acrospirifer) arduennensis antecedens (FRANK)

Hysterolites (Hysterolites) hystericus SCHLOTH.

Hysterolites (Hysterolites) excavatus (KAYSER) (Dorsalklappe)

Hysterolites (Hysterolites) prohystericus (MAURER)

Rhenorenselaeria crassicosta (KOCH) (1 Exemplar)

Rhenorenselaeria strigiceps (F. ROEMER)

Chonetes unkelensis DAHMER

Tropidoleptus rhenanus (FRECH) (häufig)

Ferner Trigerien, div. Strophomeniden, Lamellibranchiaten (vorwiegend kleinwüchsige Formen), massenhaft Gastropoden (überwiegend *Bellerophon*), Tentaculiten, Fischreste (Knochenplatten und Flossenstacheln) usw.

Gesteinsverband am Angsfels-Steinbruch

EHRENBERG stellte den petrographischen Gesteinsverband im Steinbruch am Angsfels bei der Kartierung zusammen. Die Gliederung gibt die Tab. 1 wieder.

Tab. 1. Gliederung der Steinbruchschichten am Angsfels

Hangendes: 10,00 m	Ton- und Grauwackenschiefer mit eingelagerten dünnen Quarzit- und Grauwackenbänkchen
1,00 m	Quarzit, grau
8,00 m	Tonschiefer, sandig, dunkelgrau
0,70 m	Sandstein, quarzitisches, dünnplattig zerfallend, dunkelgrau
0,15 m	Grauwacke, mürbe, eisenreich, gelbbraun bis braun verwittert, mit reicher Fossilführung (<i>Bellerophon</i> -Bank)
0,25 m	Sandstein, glimmerreich, plattig zerfallend, grau
3,00 m	Tonschiefer, sandig, dunkelgrau, eingelagert Grauwacken u. Bänderschiefer
4,00 m	Quarzit, dickbankig, grau — weißgrau
1,50 m	Tonschiefer, sandig, dunkelgrau mit eingelagerten Quarzit- und Grauwackenbänkchen
2,00 m	Quarzit, bankig, grau — grünlichgrau
0,6 m	Grauwackenschiefer, dunkelgrau
0,40 m	Quarzit, grau
Liegendes:	Tonschiefer, ± sandig, dunkelgrau

Vergleich mit ähnlichen Schichten im Hunsrück und Taunus

Bei seinen früheren Arbeiten im Hunsrück fand KUTSCHER (1937, S. 200–201) eine junge und sogar jüngste Taunusquarzitfauna im Darustwald und am Heideberg, auf die eingangs hingewiesen wurde, korrelierte sie mit faunenführendem Taunusquarzit am Kohlenberg bei Stromberg und am Langenstein im Kellenbachtal. Ähnliche Fisch-Bonebeds beschrieben HERMANN SCHMIDT (1933) aus dem Taunusquarzit von Rüdesheim und MICHELS (1931) vom Goldenen Stein bei Hausen.

1940 (S. 457) faßte KUTSCHER diese fossilführenden Schichten im Hunsrück und Taunus auf Grund der sedimentologischen Ausbildung und besonderen Fossilführung als neuen und gut erkennbaren Horizont am Dache der Herdorfer Schichten zusammen.

SOLLE (1951, S. 313) äußerte hierzu, daß der Darustwald-Horizont noch in echter Herdorf-Gruppe liegt und keineswegs die Ulmen-Gruppe vertritt.

Stratigraphie der Darustwald-Schichten im Mittelrheingebiet, Hunsrück und Taunus

Auf Grund der eingehenden Studien am Mittelrhein, insbesondere in der Umgebung von Lorch, sowie der geschilderten gemeinsamen Begehung, mißt MITTMEYER der

Fauna am Angsfels, einschließlich der ähnlichen Faunen im Hunsrück und Taunus in der gleichen Position, große Bedeutung bei. Die *Bellerophon*-Bank, nach KUTSCHER auch die überlieferten Fischreste (Knochenplatten und Flossenstacheln), die dem Fossilhorizont ein besonderes, im Taunusquarzit sonst nicht bekanntes Gepräge gibt, kann als gut beobachtbarer Grenzhorizont definiert werden. Er ist besonders wertvoll, da durch ihn im verschuppten Überschiebungsbereich sichere stratigraphische Aussagen möglich sind.

Die Auffassung von MITTMEYER ist in der Tab. 2 zusammengefaßt (siehe dazu auch Abb. 2).

Tab. 2. Stratigraphische Stellung der Schichten am Angsfels

hohe und mittlere Ulmen-Gruppe	Hunsrücksschiefer
tiefe Ulmen-Gruppe	Obere Darustwald-Schichten (u. Übergangsschichten) über 40 m mächtig
----- Grenze Herdorf-Ulmen -----	----- <i>Bellerophon</i> -Bank -----
Herdorfer Gruppe	Untere Darustwald-Schichten (= oberer Taunusquarzit) über 150 m mächtig
mittleres und unteres Siegen	Taunusquarzit

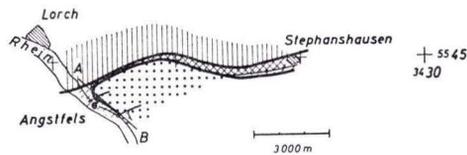


Abb. 1. Skizze der Schuppe mit Steinbruch am Angsfels. Verwerfungen und Schichtgrenzen schematisiert.

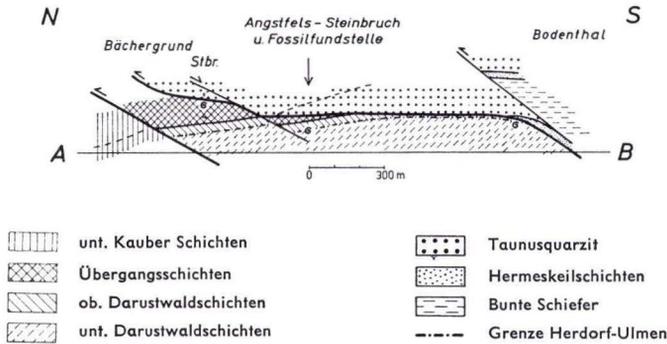


Abb. 2. Schematisiertes Profil (Faltenspiegel) des Abschnittes zwischen Bächergrund und Bodenthal (siehe A-B in Abb. 1 mit Angsfels-Fossilfundstelle).

Tektonische Verhältnisse zwischen Bächergrund und Bodenthal

Auf Grund der tektonischen Aufnahmen von JUNG (1955) und der Erhebungen von MITTMAYER bildet der angesprochene Bereich am Angstfels mit der Fauna eine schmale Schuppe, die von Überschiebungen größeren Ausmaßes begrenzt wird. Die Verhältnisse zwischen Bächergrund und Bodenthal (schematisch) sind in der Abb. 2 niedergelegt. Die Spuren einer intensiven Durchbewegung deuten sich in mannigfachen und komplizierten Kleinstrukturen, in unruhiger Schieferungsanordnung sowie in zahlreichen kleineren Verschiebungen, besonders im südlichen Teil dieser Zone, an.

Zusammenfassung

Im Angstfels-Steinbruch zwischen Bächergrund und Bodenthal (Mittelrhein) tritt eine interessante junge Taunusquarzitfauna auf. Sie besteht aus Brachiopoden, kleinwüchsigen Lamellibranchiaten, Gastropoden (im wesentlichen Bellerophontiden) und Fischresten (Knochenplatten und Flossenstacheln). Diese aus dem Rahmen fallende Taunusquarzitfauna ist horizontbeständig; sie wurde an zahlreichen Stellen im Hunsrück, im Mittelrheintal und im Taunus in \pm charakteristischer Form gefunden und gibt somit einen gut ansprechbaren Leithorizont ab.

Der Fund von *Rhenorenselaeria crassicosta* (KOCH) belegt eindeutig, daß die Fauna am Angstfels dem oberen Herdorf angehört und die Ulmen-Gruppe ausschließt.

Schriftenverzeichnis

- JUNG, H.: Zur Tektonik des Devons im Rheingaugebirge im Rheindurchbruch bei Bingen-Rüdesheim. — Geol. Rdsch., 44, S. 223—265, 25 Abb., Taf. 12, Stuttgart 1955.
- KUTSCHER, F.: Taunusquarzit, Throner Quarzite und Hunsrücksschiefer des Hunsrückes und ihre stratigraphische Stellung. — Jb. preuß. geol. L.-A. f. 1936, 57, S. 186—237, Berlin 1937.
- Fossilvorkommen im Taunusquarzit des Simmerbachtals. — Z. deutsch. geol. Ges., 92, Jg. 1940, S. 449—458, Berlin 1940.
- NÖRING, F. K.: Das Unterdevon im westlichen Hunsrück. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F. 192, 96 S., 11 Abb., 9 Taf., Berlin 1939.
- SOLLE, G.: Obere Siegener Schichten, Hunsrücksschiefer, tiefstes Unterkoblenz und ihre Eingliederung ins Rheinische Unterdevon. — Geol. Jb. f. 1949, 65, S. 299—380, 2 Abb., 3 Tab., Hannover 1951.

Manuskript eingegangen am 30. 6. 1965

Ein fossilführendes Cyrenenmergel-Profil bei Hochheim am Main*

Von

ALBERT KARSCHNY und EBERHARD KÜMMERLE, Wiesbaden

In einer Baugrube zur Fundamentierung der nördlichen Zubringerstraße zum Rhein-Main-Schnellweg (Top. Karte 1:25000 Bl. 5916 Hochheim a. M., R 34 52 64, H 55 41 87, ca. 120 m ü. NN.) war Mitte April 1965 ein Profil durch einen Teil des Cyrenenmergels (vermutlich den höheren) aufgeschlossen.

Die Cyrenenmergelschichten sind hier unter mehreren Metern Pleistozän-Terrasse begraben und streichen nur an der dem Main zugeneigten Hangseite aus, wo die Aufschlußverhältnisse meist ungünstig sind. Daher erschien es ratsam, das Baugrubenprofil aufzunehmen und genauer zu untersuchen.

Es wurde folgendes lithologisches Schichtprofil aufgenommen:

Schicht Nr.	Mäch- tigkeit	
8	2—6 m	Kiese, Sande und Lehme: Terrasse.
7	1,5 m	hellblaugrauer toniger Mergel mit kreidig-pulvrig zerfallenden Kalkkonkretionen.
6	0,7 m	sehr fossilreicher blaugrauer toniger Mergel bis mergeliger Ton mit wenig Braunkohle.
5	0,4 m	rostgelber Schluff bis Feinsand.
4	0,2 m	fossilführender grauer Mergel mit geringmächtiger Braunkohlelage.
3	1,0 m	eisenschüssiger graugrüner mergeliger Ton bis toniger Mergel mit rosa gefärbten Molluskenschalenrümern.
2	0,15 m	Braunkohle.
1	1,0 m	hellgrauer fetter zäher Ton.

Aus den Schichten 5 und 6 wurden folgende Faunenreste bestimmt:

Quinqueloculina seminula (L.)
Guttulina cf. *pulchella* D'ORBIGNY
Guttulina sp.
Pyrulina lanceolata (REUSS)
Uvigerina tenuistriata REUSS
Bolivina sp.
Nonion granosum (D'ORBIGNY)

*) Die Anregung zu dieser Kurzmitteilung gab Herr Professor Dr. F. KUTSCHER, Wiesbaden.

Nonion nonioninoides (ANDREAE)

Nonion umbilicatum (W. & J.)

Discorbis orbicularis (TERQUEM)

Cibicides tenellus (REUSS)

Globigerina sp.

Globotruncana sp.

Gümbelina sp.

Bryozoa indet.

Mytilus sp. juv.?

Polymesoda convexa (BRONGNIART)

Cardium (*Parvicardium*) *scobinula kochi* SEMPER

Cardium sp.

Pitar (*Cordiopsis*) *polytropa obtusangula* (SANDBERGER)

Abra sp.

Angulus (*A.*) *nysti* (DESHAYES)

Angulus sp.

Corbula sp.

Corbulomya nitida SANDBERGER

Sphenia papyracea SANDBERGER

Teredo cf. *excisa* v. KOENEN

Lamellibranchiata indet.

Hydrobia sp.

Stenothyra compressiuscula (SANDBERGER)

Potamides (*P.*) *lamarcki* (BRONGNIART)

Pirenella plicata papillata (SANDBERGER)?

Pirenella plicata galeottii (NYST) vel *multinodosa* (SANDBERGER)

Pirenella sp. (nicht bestimmbar)

Tympanotonos (*T.*) *margaritaceus* (BROCCHI)

Ostomia sp. (juv.?)

Gyraulus sp.

Gastropoda indet.

Streifen-Ostrakod (cf. Nr. 2 STRAUB) DOEBL & MALZ

Candona praecox STRAUB

Candona sp.

Cyclocypris cf. *similis* LIENENKLAUS

Cytheridea sp. C 66 [aff. *müllerii* (MÜNSTER)] DOEBL & MALZ

Loxococoncha sp.

larvale Ostrakodenformen

Balanus sp.

Skelettelemente von Echinodermen

Fischzähne

Fischwirbel

1 Otolith (? Asteriscus)

Charophyten-Oogonien

Innerhalb der Foraminiferenfauna ist das Vorkommen umgelagerter kretazischer Formen besonders hervorzuheben.

Die Molluskenschalen sind in geringmächtigen Schill-Lagen, die stellenweise durch Eisenverbindungen fest verbacken sind, angereichert. Gut und vollständig erhaltene

Formen sind nicht häufig. Von den dünnschaligen Exemplaren liegen fast nur Bruchstücke vor. — Auffällig ist das häufige Auftreten von Jugendformen, vor allem von *Polymesoda*, *Pitar* und *Sphenia*. Im Gegensatz zu den ausgewachsenen Exemplaren sind die jugendlichen in einem sehr guten Erhaltungszustand.

Die Individuenzahl der aufgefundenen Arten ist sehr unterschiedlich. Am häufigsten scheinen *Sphenia papyracea*, *Polymesoda convexa*, *Potamides lamarcki* und *Corbulomya nitida* vorzukommen. Das als *Pirenella plicata papillata* bestimmte Exemplar ist mit Vorbehalt zu dieser Art gestellt worden, da es stark abgerollt und die Mündung nicht erhalten ist. — Von *Teredo* cf. *excisa* liegen eine beschädigte linke Klappe und ein Bruchstück einer rechten Klappe vor. Form und Berippung stimmen gut mit der bei v. KOENEN gegebenen Beschreibung überein. Die vorliegenden Stücke sind jedoch erheblich kleiner als die bei v. KOENEN (1894, Taf. 95 Fig. 6–8) abgebildeten. Ob es sich bei den aufgefundenen Exemplaren um Kümmerformen, ein Jugendstadium oder eine neue Art handelt, ließ sich nicht feststellen.

Unter den Ostrakoden überwiegen *Cyclocypris* cf. *similis* und *Cytheridea* sp. C 66 [aff. *müllerii*].

Schriftenverzeichnis

- BOETTGER, O.: Über die Gliederung der Cyrenenmergelgruppe im Mainzer Becken. — Ber. senck. naturf. Ges., 1873–1874, S. 50–102, Frankfurt a. M. 1875.
- DOEBL, F. & MALZ, H.: Tertiär des Rheintal-Grabens. In: Leitfossilien der Mikropaläontologie, S. 379–398, 2 Abb., 1 Tab., Taf. 56–59, Berlin-Nikolassee 1962.
- KOCH, C.: Erl. geol. Spec.-Kte. Preussen u. thür. St., Bl. Hochheim, 1. Aufl., 40 S., Berlin 1880.
- KOENEN, A. v.: Das Norddeutsche Unter-Oligocän und seine Mollusken-Fauna. — Abh. geol. Spec.-Kte. Preussen u. thür. St., 10, 1458 S., 101 Taf., Berlin 1889–1894.
- LEPPLA, A. & STEUER, A.: Erl. geol. Kte. Preußen u. ben. Bundesst., Bl. Hochheim-Raunheim, 2. Aufl., 64 S., Berlin 1923.
- LIENENKLAUS, E.: Die Ostracoden des Mainzer Tertiär-Beckens. — Ber. senck. naturf. Ges., 1905, S. 3–74, Frankfurt a. M. 1905.
- SANDBERGER, F.: Die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens. 458 S., 1 Übers., 35 Taf., Wiesbaden 1863.
- Die Land- und Süßwasser-Conchylien der Vorwelt. 1000 S., 1 Übers., 36 Taf., Wiesbaden 1870–1875.
- WENZ, W.: Die Molluskenfauna der Schleichsande und Cyrenenmergel in der Baugrube des Frankfurter Osthafens. — Nachr. bl. malakozool. Ges., 49, S. 154–166, 1 Abb., Frankfurt a. M. 1917.
- Das Mainzer Becken und seine Randgebiete. 351 S., 38 Abb., 36 Taf., Heidelberg 1921.

Manuskript eingegangen am 12. 5. 1965

Cerithien-Schichten am Hochheimer Berg

(Miozän des Mainzer Beckens, Wiesbaden)

Von

ALBERT KARSCHNY, Wiesbaden

Kurzfassung: Verschiedene Bohrungen am Hochheimer Berg werden beschrieben und ihre Fossilführung wird mitgeteilt. Das auf der geologischen Karte als Hydrobien- bzw. *Corbicula*-Schichten dargestellte Vorkommen wird in die Cerithien-Schichten eingestuft.

Im Jahre 1950 ist im Hessischen Landesamt für Bodenforschung eine größere Anzahl von Kernbohrungen aus dem Raume Wiesbaden-Hochheim-Flörsheim bearbeitet worden. Die Bohrungen haben das Pleistozän durchteuft und sind mit wechselnden Endteufen im Tertiär abgebrochen worden. Drei von ihnen (Nr. 44 bis 46) standen am Hochheimer Berg (Top. Kte. 1:25000 Bl. 5915 Wiesbaden, Nr. 44: R 34 51 66 H 55 41 95, Nr. 45: R 34 51 86 H 55 42 31, Nr. 46: R 34 52 10 H 55 42 13). Da ihre Schichtenfolge sich in etwa gleicht, wird hier nur von der Bohrung Nr. 46 ein zusammengefaßtes Profil gebracht:

- 0,00—4,00 m Kein Kern.
- 5,50 m a) Mergel, dunkel- bis braungrün, mit weißen kalkigen Einlagerungen, rostbraunen Bändern und Konkretionen, Dendriten und Geröllen (Quarz, Quarzit) bis 5 cm \varnothing (Nachfall), sehr zäh.
b) 0,75 m Mergel, hellgelb bis hellgrün, porös, mit Kalkkonkretionen bis 3 cm \varnothing , teilweise sehr zäh.
Kerngewinn: 1,00 m.
- 6,50 m Mergel, zu Anfang hellgrün, dann hellgelb, mit vielen bis 5 mm großen Kalkkonkretionen und einzelnen Muschelschalenfragmenten.
Kerngewinn: 0,50 m.
- 9,50 m Mergel, hellgraugelb, z. T. hellgrüngrau, teilweise feinporös, mit Kalkkonkretionen bis 5 cm \varnothing .
Kerngewinn: 1,15 m.
- 10,50 m Mergel, gelb bis rostigbraun, mit vereinzelt Kalkkonkretionen bis 2 cm \varnothing .
Kerngewinn: 0,25 m.
- 12,50 m Mergel, hellgrau und hellgelb, teils locker, teils fest, stellenweise feinporös.
Kerngewinn: 1,05 m.
- 14,50 m a) 0,15 m Ton, olivgrün, braungescheckt, mit vereinzelt kleinen Kalkkonkretionen, zäh.
b) 0,95 m Mergel, hellgrün, mit gelblichen Einlagerungen und kleinen weißen Kalkkonkretionen, z. T. etwas zäh.
Kerngewinn: 1,10 m.

- 18,50 m Mergel, hellgrün, stellenweise rostigbraun bis -gelb, z. T. fest und feinpörös, z. T. sehr zäh, mit weiß bis grauen kalkigen Einlagerungen.
Kerngewinn: 2,30 m.
- 19,50 m a) 0,35 m wie vor, sehr zäh.
b) 0,65 m Mergel, dunkelgrün, am Ende hellgrün, teilweise mit violettstichigen Flasern und kleinen weißen Kalkabscheidungen, zäh, schwach sandig, mit Quarzbröckchen bis 5 mm \varnothing .
Kerngewinn: 1,00 m.
- 21,00 m Mergel, hellgrün, mit dunkelgrünen Zwischenlagen, kleinen weißen Kalkkonkretionen, dunklen violettstichigen Abscheidungen (Mn?) und einzelnen bis 5 mm großen Quarzbröckchen.
Kerngewinn: 0,95 m.
- 24,50 m Ton, dunkelgrün, kalkfrei, mit grauen, schluffigen, z. T. kalkhaltigen Schmitzen, Quarzbröckchen bis 5 mm \varnothing , z. T. sehr zäh. Am Ende mit hellgrauen Kalkabscheidungen.
Kerngewinn: 2,20 m.

Im Mai 1951 konnte in einer Baugrube (Gitterwerte: R 34 51 23 H 55 42 13) östlich der Donnerrmühle am Westhang des Hochheimer Berges folgendes kleine Profil aufgenommen werden:

- 0,00—0,15 m Mutterboden.
- 0,45 m Mergel, gelblichgrau, stark verwittert.
- 1,35 m Mergel, hellgrau, teilweise hellgelb, wechsellagernd mit gelbgrauen Kalksteinbänkchen bis 0,15 m Mächtigkeit.
- 1,45 m Mergel, dunkel- bis hellgrün, zäh.
- 2,25 m Mergel, hellgrau, z. T. gelb, mit geringmächtigen Kalksteinbänkchen.

Zur Wassererschließung für ein Siedlergehöft ist von der Firma Pettenpohl im Jahre 1959 eine Brunnenbohrung im nordwestlichen Teil des Hochheimer Berges niedergebracht worden (Gitterwerte: R 34 51 33 H 55 42 06). Sie wurde bei einer Endteufe von 32,00 m eingestellt. Ein 24stündiger Pumpversuch hatte bei einer Leistung von 3 l/s eine Absenkung des ruhenden Grundwasserspiegels von 22,30 m auf 26,45 m ergeben.

Nach Bohrmeisterangabe wurde folgendes Schichtenprofil angetroffen:

- 0,00— 0,35 m Mutterboden und Kies, braun.
- 1,40 m Kalkmergel und Ton, grau, weiß, braun.
- 2,10 m Ton, graugrün.
- 2,60 m Kalkmergel, hellgrau.
- 3,10 m Ton, graublau.
- 5,80 m Kalkmergel, graugelb.
- 9,50 m Kalkstein und Ton, graugelb.
- 27,30 m Kalkmergel mit Kalksteinbänken, graugelb und hellgrau.
- 30,40 m Kalkstein, mürbe, hellgrau.
- 32,00 m Ton, blau.

Bei gelegentlichen Geländebegehungen wurde weiteres Material aus den tertiären Schichten aufgesammelt. Es handelt sich dabei um Lesesteine und um den Aushub eines Flachbrunnens. Teufenangaben über die letztgenannten Gesteinsproben waren leider nicht mehr zu erlangen.

Nach A. STEUER (1922) wären am Hochheimer Berg Hydrobien-Schichten zu erwarten gewesen. In den Erläuterungen zu Bl. Wiesbaden-Kastel (2. Aufl.) ist ihr Vorkommen an jenem Ort jedoch nicht erwähnt.

In der 1. Auflage des Blattes Wiesbaden (C. KOCH 1880) sind am Hochheimer Berg *Corbicula*-Kalke dargestellt. Ihr Auftreten östlich und nordöstlich von Kastel ist in den Erläuterungen zur 1. Auflage eingehend beschrieben. Danach sind in dem betreffenden Gebiet folgende Fossilien gefunden worden:

„*Dreissenia Brardii* FAUJ. sp.
Corbicula Faujasii DESH. (*Cyrena*)
Litorinella inflata FAUJ.
Litorinella acuta DRAP.“

Bei Untersuchungen des Materials aus den Bohrungen, dem Flachbrunnen und der Baugrube zur stratigraphischen Einstufung der Proben wurden folgende Fossilien bestimmt¹⁾:

Bohrung Nr. 46

- 4,00— 5,50 m *Cyclocypris similis* LIENENKLAUS
Cyprideis miocaenica (LIENENKLAUS)
Cytheromorpha zimndorfi (LIENENKLAUS)
Cytherura cf. *alata* BRADY
Eucypris agglutinans (LIENENKLAUS)
Buliminella sp. 2 [cf. *elegantissima* (D'ORBIGNY)] DOEBL
Bulimina coprolithoides ANDREAE
Bolivina sp.
Quinqueloculina sp.
 Gastropodensteinkerne [nicht bestimmbar]
- 10,50— 12,50 m *Ericia antiqua* (BRONGNIART) [nur Deckel]
Pirenella sp.
Discorbis sp.
- 13,50— 14,50 m *Hydrobia* sp.
Discorbis sp.
- 15,50— 16,50 m *Ericia antiqua* (BRONGNIART) [nur Deckel]
- 18,50— 19,50 m *Strophostoma tricarinatum* BRAUN

Brunnenbohrung Siedlergehöft, untersucht wurden die Proben von 0 bis 9 m und von 29 bis 32 m.

Bolivina moguntiaca BARTENSTEIN & HEINEMANN
Bolivina antiqua D'ORBIGNY
Bolivina sp.
Buliminella sp. 2 [cf. *elegantissima* (D'ORBIGNY)] DOEBL
Nonion granosum (D'ORBIGNY)
Nonion sp.
Uvigerinella sp. 2a DOEBL
Quinqueloculina seminula (LINNÉ)
Quinqueloculina sp.
Discorbis sp.
Rosalina globularis D'ORBIGNY
Elphidium cf. *minutum* (REUSS)

¹⁾ Ein Teil der Mikrofauna wurde von den Herren Dr. E. TRIEBEL, Frankfurt a. M. und Dr. E. KÜMMERLE, Wiesbaden, bestimmt. Für die Hilfe sei auch an dieser Stelle bestens gedankt.

Dreissenia sp.
Pirenella plicata intermedia vel *multinodosa*
Hydrobia dollfusi WENZ
Theodoxus sp.
 Schill von Schnecken- und Muschelschalen
 Ostracoden
 Fischreste

Die Verteilung der Mikrofauna in den oberen und unteren Proben ist etwa gleich. Am häufigsten treten *Bolivina moguntiaca*, *Buliminella* sp. 2 [cf. *elegantissima*] und *Rosalina globularis* auf.

Besonders bemerkenswert ist das Auftreten von *Elphidium* cf. *minutum*. Diese Art wurde nur in der Probe zwischen 1,40 und 2,10 m festgestellt, in der sie nicht selten ist. Soweit mir bekannt, ist ein Vorkommen von *Elphidium* im Mainzer Becken bzw. in seinen Randgebieten bisher nicht beschrieben worden.

Die Makrofauna findet sich vorwiegend in den Proben bis 2,60 m. Sehr häufig sind *Pirenella* und *Hydrobia*. Weiter unten sind nur Schalenbruchstücke und unbestimmbare Steinkerne beobachtet worden.

Flachbrunnen

Bolivina moguntiaca BARTENSTEIN & HEINEMANN
Quinqueloculina sp.
Discorbis sp. ?
Dreissenia brardi (BRONGNIART)
Ecphora cancellata (THOMAE)
Pirenella plicata intermedia (SANDBERGER)
Hydrobia elongata (FAUJAS)
Cytheromorpha zinnndorfi (LIENENKLAUS)

Baugrube

Bolivina moguntiaca BARTENSTEIN & HEINEMANN
Quinqueloculina seminula (LINNÉ)
Pirenella sp.
 Schalenbruchstücke kleiner Landschnecken
 Ostracoden

Auf Grund der oben angeführten Fauna werden die am Hochheimer Berg anstehenden Sedimente den Cerithien-Schichten zugeordnet. Eine Einstufung als Hydrobien- bzw. *Corbicula*-Schichten dürfte sich, jedenfalls im mittleren und östlichen Teil, ausschließen.

Die etwa 5 m mächtigen Schichten über dem dunkelgrünen Ton bei Endteufe in den Bohrungen Nr. 44 bis 46 vertreten wahrscheinlich den Landschneckenkalk (nach PLASS 1965 Untere Cerithien-Schichten), auf den das Vorkommen von *Strophostoma tricarinatum* hinweist. — Der in den letzten 3 m angetroffene grüne Ton ist fossilfrei, so daß eine biostratigraphische Einstufung desselben nicht möglich ist. Vermutlich ist er den oberoligozänen Süßwasserschichten zuzuordnen.

Die an verschiedenen Punkten, hauptsächlich aber am Fuße des Westhanges des Hochheimer Berges gefundenen Lesesteine sind hellgrauer, z. T. hellgelber, organogener, fester Kalkstein. Dieser ist teils völlig von Hydrobien aufgebaut, teils als Algenkalk ausgebildet. Folgende Fossilien wurden bestimmt: *Hydrobia inflata* (FAUJAS), *Hydrobia elongata* (FAUJAS) und *Dreissenia brardi* (BRONGNIART).

Da der Hochheimer Berg mit Weinreben bestanden ist, kann angenommen werden, daß das zuletzt beschriebene Material aus benachbarten Steinbrüchen stammt und beim Bearbeiten des Weinberges dort aufgebracht worden ist, wie ja vielerorts üblich. Ob im westlichen Teil noch *Corbicula*-Schichten anstehen, ließ sich leider nicht feststellen. Jedenfalls ist ihr Vorkommen für diesen Teil nicht ganz auszuschließen.

Schriftenverzeichnis

- DOEBL, F. & MALZ, H.: Tertiär des Rheintal-Grabens. In: Leitfossilien der Mikropaläontologie. S. 379–398, 2 Abb., 1 Tab., Taf. 56–59, Berlin-Nikolassee (Bornträger) 1962.
- FISCHER, K. & WENZ, W.: Die Landschneckenkalke des Mainzer Beckens und ihre Fauna. — Jb. nass. Ver. Naturk., 67, S. 21–154, Taf. 4–11, Wiesbaden 1914.
- KOCH, C.: Geol. Spec.-Kte. Preußen u. benachb. thüring. St., Bl. Wiesbaden mit Erl., Berlin 1880.
- PLASS, W.: Zur Chatt/Aquitane-Grenze im Mainzer Becken und Rheintal-Graben. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1965, 1, S. 55–57, Stuttgart 1965.
- REUSS, A.: Zur Fauna des deutschen Oberoligocäns. — Sbr. math.-nat. Cl. Akad. Wiss. Wien, 50, S. 435–482, Taf. 1–5, Wien 1865.
- SANDBERGER, F.: Die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens. 458 S., 1 Übers., 35 Taf., Wiesbaden 1863.
- STEUER, A.: In LEPPLA, A. & STEUER, A.: Geol. Kte. Preußen u. ben. Bu.-St., Bl. Wiesbaden-Kastel mit Erl., Berlin 1922.
- WENZ, W.: Die Arten der Gattung *Hydrobia* im Mainzer Becken. — Nachrichtsbl. deutsch. malakozool. Ges., 2,3, S. 1–22, Taf. 1–3, (Separat-Abdruck) Frankfurt 1913.
- Das Mainzer Becken und seine Randgebiete. 351 S., 518 Abb., 41 Taf., Heidelberg 1921.

Manuskript eingegangen am 11. 6. 1965

Über ein Vorkommen von allerödzeitlichem Bimstuff bei Odersbach (Bl. 5515 Weilburg)

Von

WOLFGANG PLASS und ARNO SEMMEL, Wiesbaden

Kurzfassung: Es wird ein Vorkommen von allerödzeitlichem Bimstuff beschrieben, das eine Lockerbraunerde trägt, die seitlich allmählich in den „Deckschutt“ übergeht. Demnach ist der Deckschutt im Postalleröd entstanden.

Auf dem flachgeneigten Osthang des Kahlhau im Forstrevier Odersbach liegt bei 330 m ü. NN. ein etwa 1 m mächtiges Vorkommen von grauem Bimstuff, das zeitlich dem trachytischen Eifel-Vulkanismus des Alleröd zuzurechnen sein dürfte. Der Tuff trägt eine typische Lockerbraunerde im Sinne von SCHÖNHALS (1957). Diese 50–60 cm mächtige Lockerbraunerde enthält Beimengungen von Lößlehm und in den randlichen Bereichen auch Kieselschiefer-Material, das aus dem hangaufwärts anstehenden devonischen Kieselschiefer stammt. Dort, wo der Bimstuff auskeilt, verliert der hangende Boden allmählich die leuchtende braune Farbe und das lockere Gefüge. Der Lößlehm- und Steingehalt wird mit zunehmender Entfernung vom Bimstuff größer, der Bimsanteil geringer. Schließlich liegt ein fahlhellbrauner, kieselschieferhaltiger Lößlehm von ca. 50 cm Mächtigkeit vor, der in seinen typischen Eigenschaften dem in den hessischen Mittelgebirgen weitverbreiteten „Deckschutt“ entspricht (vgl. SEMMEL 1964). Das Liegende dieses Schutttes wie auch des Tuffes bildet an vielen Stellen ein Schutt aus gelblichbraunem plastischem Ton mit reichlich Kiesel- und Tonschiefer-Material, der wohl als eine fossile, größtenteils umgelagerte Verwitterungsdecke devonischer Tonschiefer zu deuten ist. Örtlich schaltet sich zwischen diesen gelbbraunen Schutt und den Deckschutt ein brauner schwach toniger Lößlehm ein, der ebenfalls Kieselschiefer-Material führt. Hier gleicht das Profil einem Boden, der üblicherweise als „Parabraunerde“ bezeichnet wird, wobei der sog. „A₁“-Horizont dem Deckschutt, der sog. „B_t“-Horizont dem liegenden braunen schwach tonigen Lößlehm entsprechen würde.

Die Verknüpfung von Deckschutt und Bimstuff läßt erkennen, daß der Deckschutt nur im Postalleröd entstanden sein kann. Da die Neigung des Hanges, an dem die Übergänge von der Bims-Lockerbraunerde zum Deckschutt ausgebildet sind, oft nur 3–5° beträgt, dürften diese Solifluktionsbewegungen unter „periglazialen“ Bedingungen stattgefunden haben und damit wohl in die Jüngere Tundrenzeit gehören (vgl. SEMMEL 1964).

Ähnliche Beobachtungen konnten auch bei Wiesbaden im Gebiet der Hohen Wurzel (ca. 550 m ü. NN.) gemacht werden. Die dort verbreitete Lockerbraunerde aus Bimstuff geht ebenfalls kontinuierlich in den Deckschutt über.

Schriftenverzeichnis

- SCHÖNHALS, E.: Spätglaziale äolische Ablagerungen in einigen Mittelgebirgen Hessens. — Eiszeitalter u. Gegenwart, 8, 5—17, Öhringen 1957.
SEMMELE, A.: Junge Schuttdecken in hessischen Mittelgebirgen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 92, 275—285, Wiesbaden 1964.

Manuskript eingegangen am 31. 5. 1965

Petrographische Begriffe aus einer Bauernphysik des Jahres 1770

Von

FRITZ KUTSCHER, Wiesbaden

Mit 1 Abbildung

JOHANN EBERHARD KAYSER veröffentlichte 1770 eine Bauernphysik mit dem Titelblatt:

JOHANN EBERHARD KAYSER
Hochfürstl. Fuldaischen Hof- und Regierungs-Raths
Erste Linien
der Naturkunde des Ackerbaues
in einer kurzgefaßten Bauernphysik
durch
Fragen und Antworten
mit einem Versuche
zwölf practischer Abhandlungen,
zur Aufmunterung
des Buchischen Landmannes,
In zwey Büchern.
Fulda,
gedruckt und verlegt von Johann Jacob Stahel,
Fürstl. Hof- und Universitätsbuchhändler und Buchdrucker.
1770.

Die beiden Bücher, die dem damaligen Bischof von Fulda gewidmet wurden, behandeln den Ackerbau des Buchenlandes. Die dabei benutzten petrographischen Begriffe für den Untergrund sollen im folgenden bekanntgemacht werden.

Zu erläutern ist vorweg der Begriff „Buchisch“, der von Buchonia = Buchenland abgeleitet ist. Es ist dies eine Landschaftsbezeichnung für das Gebiet der oberen Fulda und Haune zwischen dem Ostabhang des Vogelsberges und dem Grabfeld, etwa die heutigen Kreise Fulda und Hünfeld umfassend.

Der bedeutendste Abt in der Spätzeit des Klosters Fulda, Heinrich von Bibra (1750–1788), unternahm, nach dem Vorbild Friedrich des Großen, eine erhebliche wirtschaftliche Förderung des Landes und unter ihm entstand auch die eingangs erwähnte „Bauernphysik“⁽¹⁾.

¹⁾ Die geschichtlichen Daten verdanke ich Herrn Kollegen Dr. STENGEL-RUTKOWSKI.

Zwente Abtheilung.

Die Erde, derselben Beschaffenheit und Verbesserung.

Sr. 15. Wie vielerley ist die Erde?

A. Nach der Mineralwissenschaft ist sie gar mancherley, da man aber nur vom Nutzen des Bauers redet, so ist sie hauptsächlich viererley: Als 1. Letten oder Thon, 2. Laimen, 3. Sand, und 4. Gartenerde. (2)

Sr. 16. Was ist der Letten?

A. Der Letten oder Thon ist die allerdickeste und sehr bindende Erde, sie läßt sich zu einem Zeiche arbeiten, und in allerhand Formen bringen, wie wir täglich bey den Häfnern finden. Er ist mehrentheils grau, einiger weiß, fahl, roth, gelb, grün, blau, schwarz, auch von verschiedenen Farben, in dem Feuer brennet er sich entweder weiß oder rothlecht. (3)

Sr. 17. Was ist der Laimen?

A. Er ist eine sehr bekannte, theils gelb, theils rothlechte Erde, welche so viel bindendes an sich hat, daß sie sich, ob schon nicht so vest, als wie der Letten, in allerhand Formen drucken läßt, wird er in dem Feuer gebrannt; so wird er zu einer rothen Ziegel oder zu einem Steine. (4)

Sr. 18. Was ist der Sand?

A. Dieser bestehet aus lauter kleinen Steinchen, die mehrentheils rund, bey etlicher Gattung des Sands aber auch eckig und meist Glasartig sind. (5)

Sr. 19. Was ist die Gartenerde?

A. Welche aus der Fäulniß der in das Pflanzen- und Thierreich gehörigen Dinge entstehet, schwarzbraun aussieht, eine dichte Fettigkeit in sich hat, und leicht ist. (6)

Im ersten Buch der Bauernphysik sind in 5 Abteilungen die Verhältnisse der Böden in ihrer Abhängigkeit vom Wasser, von den Erdarten und vom Dung dargestellt. Auf die Frage 15: „Wie vielerley ist die Erde?“ werden die Gesteine, die für den Nutzen des Bauern eine Rolle spielen, genannt. In den anschließenden Fragen 16–19 erscheinen dann die Definitionen, die wegen der Anschaulichkeit mit den Originaltexten hier angeführt werden (Abb. 1).

Es erübrigt sich, weitgehend auf die genannten Begriffe und Definitionen einzugehen, da sie verständlich sind und für sich selbst sprechen. Wichtig scheint zu sein darauf hinzuweisen, daß weit voraus der klassischen Geologie die heute noch bekannten bzw. wenig abgewandelten Begriffe bereits vorhanden waren.

Der Name Letten, der bis heute überkommen und noch weitgehend z. B. bei Bohrmeisterangaben und im Volksmund benutzt wird, ist nach der alten Definition dem Ton (Thon), auch Schieferton gleichzusetzen. Weiterhin gibt die Definition auch Aufschluß über die wirtschaftliche Bedeutung des Lettens als Ausgangsmaterial für die Häfnerereien, die zur damaligen Zeit sehr verbreitet waren. Die genannten Farben erfassen recht vollständig das äußere Erscheinungsbild des jeweils anstehenden Tones.

Dem Wort Laimen ist der heutige Begriff Lehm nicht ohne weiteres anzusehen. Die Farbe, die Konsistenz ähnlich dem Letten (siehe oben) und die Möglichkeit des Brennens zu Ziegel und Stein läßt eine andere Deutung kaum zu. In manchen Gegenden Deutschlands, besonders im alemannischen und fränkischen Sprachraum, erscheint das Wort Laimen in Form von Laim und Leim verbunden zu Laimkule, Laimkaute (ebenso mit „e“ geschrieben) usw. für Lehmgruben, aus denen Lehm für den Häuserbau gewonnen wurde.

Eindeutig ist die Bezeichnung Sand. Er kommt in der größtenteils aus Buntsandstein aufgebauten Landschaft um Hersfeld und Hünfeld in großer Verbreitung vor.

Nicht ohne weiteres klar ist der Umfang dessen, was unter Gartenerde zu verstehen ist. Sicherlich ist es ein Sammelbegriff für organogene Lockergesteine sowie anmoorige Böden, Moorböden und vielleicht auch mit Humusstoffen angereicherte Sande.

Manuskript eingegangen am 19. 2. 1965

Angewandte erdmagnetische Messungen in Hessen
**6. Erdmagnetische ΔZ -Messungen
im Gebiet der Blauen Kuppe südlich Eschwege**

Von

FRITZ KUTSCHER, Wiesbaden

Mit 1 Abbildung

Einleitung

Angeregt durch die zahlreichen wissenschaftlichen Veröffentlichungen über die Blaue Kuppe bei Eschwege, ein Basaltvorkommen im Buntsandstein mit sehr interessanten Kontakterscheinungen, wurden zur weiteren Erforschung dieses Vorkommens 1962 einige erdmagnetische ΔZ -Profile über die Blaue Kuppe und über die nördlich vorgelagerte Kleine Kuppe (früher auch Staufenbühl genannt) gelegt. Mit den nachfolgend beschriebenen Ergebnissen sollte eine eventuelle Verbindung zwischen Blauer Kuppe und Kleiner Kuppe erforscht werden, da die geophysikalische Untersuchungstechnik heute das sicherste Verfahren ist, die Grenzen und die Mächtigkeiten von Basalt im Untergrund festzulegen. Gegenüber dem Geophysiker hat der Geologe und Petrograph in den meisten Fällen große Schwierigkeiten, exakt Verbindungslinien zwischen einzelnen basaltischen Teilkörpern nachzuweisen.

Geschichtliche Bemerkungen

Die Blaue Kuppe (Bl. 4826 Eschwege) liegt etwa 3,5 km ssw. Eschwege auf der Straße zwischen Eschwege und Langenhain. Das Basaltvorkommen, welches die morphologische Erhebung bedingt, hat eine so große Bedeutung für die Meinungsbildung in der Anfangszeit der Geologie besessen, daß an dieser Stelle ein nochmaliger kurzer historischer Hinweis gestattet sei. Zur Zeit GOETHES, während des Streites über die „neptunische oder plutonische Entstehung“ der Gesteine war das Basaltvorkommen mit seinen imposanten Kontakterscheinungen am Buntsandstein häufiges Exkursionsziel. Sie bildete schließlich einen der wichtigsten Beweise für den Ursprung des Basaltes aus flüssiger Schmelze. So finden sich in der Zeit zwischen 1800 und 1845 in der einschlägigen Literatur zahlreiche Hinweise auf das Vorkommen (RAMDOHR 1921). Seiner historischen Bedeutung und seinem reichen Mineralbestand dürfte die Blaue Kuppe auch die eingehende mineralogische Bearbeitung verdanken, die sie in den Jahren 1921 und 1955 (KORITNIG) erfuhr.

Geologische Situation

Das Hauptvorkommen, die Blaue Kuppe, ist ein selbständiger Schlot auf einer NNE – SSW streichenden Gangspalte. Der Basalt ist – soweit beobachtbar – in den sandig-schluffig-tonigen Schichten des Unteren Buntsandstein aufgedrungen; es handelt sich um einen Olivinbasalt doleritischer bis glasiger Struktur. Die derzeitigen Aufschlüsse sind vermutlich Anschnitte eines tieferen Stockwerkes des Aufstiegskanals, wie von den verschiedenen petrographischen Bearbeitern richtig erkannt worden ist (RAMDOHR, KORITNIG). Das jetzt angeschnittene Stockwerk des Schlotes hat wahrscheinlich zum Zeitpunkt des Basaltaufstiegs in einer Teufe von 100 oder mehr Metern unter der damaligen Geländeoberkante gelegen. Der Intrusionsvorgang ist in das Oberpliozän zu verlegen. Die Sedimente in der Nachbarschaft des Basaltes sind mit einer Suszeptibilität von $50 - 100 \cdot 10^{-6}$ cgs als magnetisch steril zu betrachten. Der Basalt dagegen hat eine mittlere Suszeptibilität von rund $2000 \cdot 10^{-6}$ cgs und unterscheidet sich damit erheblich von der „unmagnetischen“ Umgebung. Im Zentralteil des Vorkommens Blaue Kuppe finden sich kontaktmetamorph umgewandelte Sandsteine, deren ursprünglicher Quarz-, Feldspat-, Ton- und Eisenmineralgehalt je nach den örtlich herrschenden Temperaturbedingungen bis zu Cordierit, Pyroxen und Magnetit umgewandelt wurde. Die Anordnung der kontaktmetamorphisierten Buntsandsteinpartien erweckt den Eindruck, daß es sich um eine Doppelspalte handeln könnte. NNE der Blauen Kuppe findet sich die Kleine Kuppe, die aus petrographisch ähnlichem, wenn auch nicht gleichen Basalt wie das Hauptvorkommen besteht. Nach RAMDOHR ist das Gestein der Kleinen Kuppe erheblich alkalireicher, und im Gegensatz zur Blauen Kuppe enthält der Basalt hier eine große Menge Feldspatvertreter.

Bei der Kontaktmetamorphose der tonigen Anteile des Sandsteins, welche bereits primär nach KORITNIG (1954) 6,6 Gew.-% oder nach einer anderen Analyse (KORITNIG 1956) 5,3 Gew.-% Hämatit enthalten, wurde eine recht beträchtliche Menge Magnetit neugebildet. KORITNIG berichtet dazu, daß nach der kontaktmetamorphen Überprägung in einer verglasten Tonlage des Buntsandsteins 6 Gew.-% Magnetit feststellbar waren. Die Folge ist, daß der kontaktmetamorphe Buntsandstein in seinen gesteinsphysikalischen Eigenschaften nicht immer klar vom Basaltgestein zu trennen ist.

Magnetische Messungen

Die magnetischen Feldmessungen wurden im Oktober 1962 mit einer magnetischen Feldwaage (Gfz Askania 581643) ausgeführt. Als Basispunkt wurde die Station B (R 347218 H 565916) mit 0γ willkürlich festgelegt. Ein Anschluß an das Netz I. Ordnung wurde nicht durchgeführt, ebenso wurde auf eine Normalfeldkorrektur bei der geringen Größe des Meßgebietes verzichtet. Die Tagesvariation wurde durch kurzzeitiges Anschließen an den Punkt B eliminiert. Von der Straßenkreuzung östlich des Punktes 253,8 ca. 700 m nördlich des T. P. Blaue Kuppe, wurden in 100 m Entfernung O – W verlaufende Profile über das Gelände gelegt. Der Punktabstand auf den Profilen betrug 10 m. Im Bereich der Blauen und der Kleinen Kuppe selbst wurde der Punkt- und Profilabstand erheblich verringert und z. T. ein recht enges

Meßpunktnetz gewählt. Das Ergebnis der magnetischen Vermessung ist in der Abb. 1 dargestellt. Diese ΔZ -Isanomalenskizze läßt 2 getrennte Störkörper im Gebiet der Höhen 380,6 und 288,9 erkennen. Beide Körper sind völlig normal magnetisiert. Die Gradienten im zentralen Teil der magnetischen Störkörper sind z. T. außerordentlich steil; die Maximumamplitude beträgt im Zentralgebiet der Blauen Kuppe 6184 γ und 3350 γ im Bereich der Kleinen Kuppe. Der Isanomalienverlauf läßt in beiden Fällen auf saiger stehende zylindrische Störkörper mit rundem bis elliptischem Querschnitt

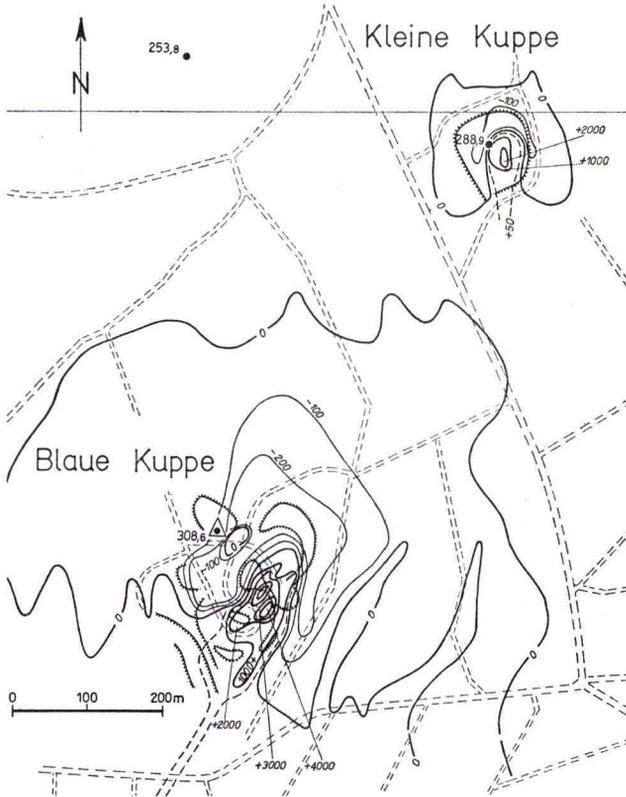


Abb. 1. ΔZ -Isanomalenskizze.

schließen. Im SO der Blauen Kuppe ist, wie auch frühere durch das Geophysikalische Institut der Universität Göttingen durchgeführte erdmagnetische Messungen (siehe dazu KORITZIG 1955, S. 507–508) zeigen, in der Fortsetzung des Hauptstörkörpers ein schmaler Gang von Material höherer Suszeptibilität im Isanomalienbild verfolgbar. Eine eindeutige Feldverbindung zwischen Blauer und Kleiner Kuppe ist nicht zu beobachten, es sei denn, daß eine unsichere Ausbuchtung der Null-Isanomalien als solche gedeutet werden soll. Auch der Feldlinienverlauf im Zentralteil der Blauen Kuppe spricht nicht für das Vorhandensein von 2 verschiedenen Störkörpern, eine Tatsache, die bereits an früherer Stelle verneint worden war.

Schlußfolgerungen und Ergebnisse

Nach Auswertung und Deutung der magnetischen Messungen handelt es sich bei den Basaltvorkommen Blaue und Kleine Kuppe bei Eschwege um 2 getrennte Aufstiegskanäle, die auf einer Störung aufsitzen. Die tektonische Störung, die hier als Förderspalte diente, ist nur z. T. mit basaltischem Material ausgefüllt worden. Im heute angeschnittenen Stockwerk sind sichere Fortsetzungen des Basaltvorkommens der Blauen Kuppe in SW-Richtung magnetisch erfaßt und als Gangstück der Förderspalte mit magnetischer Amplitude von über 50 γ deutbar. Dagegen ist eine direkte Verbindung im Untergrund von der Höhe 308,6 zur Höhe 288,9 im erdmagnetischen Isanomalenbild nicht nachweisbar. Falls hier wirklich Basalt vorhanden ist, so kann es sich nur um eine ganz dünne Tapete handeln, die weitgehend chemisch zersetzt ist und deren Suszeptibilität sich von der des benachbarten Buntsandsteins nicht mehr oder nur noch unwesentlich unterscheidet.

Die magnetischen Messungen sprechen bei der Blauen Kuppe ebenso gegen die Annahme eines auf so engem Raum auch schwierig vorstellbaren Doppelschlotes; vielmehr ist wahrscheinlich, daß es sich bei dem metamorphisierten Sedimentmaterial im Zentralteil des Schlotes um große eingebrochene Schollen handelt. Bei dem Vorhandensein eines geteilten Schlotsystems wäre sicherlich mit Feldumkehr an zentralen Bereichen des Schlotes, bedingt durch die komplizierten thermomagnetischen Beziehungen, zu rechnen.

Schriftenverzeichnis

- HENTSCHEL, H., KORITNIG, S., KUTSCHER, F., RÖSING, F.: Ganztagekursion zur Blauen Kuppe und zum Meißner am 25. Mai 1961. — Decheniana, 114, S. 195—201, 2 Abb., Bonn 1962.
- KORITNIG, S.: Die Vorgänge bei der Kontaktbildung im Buntsandstein durch die Basalte der Blauen Kuppe und des Alpstein, Nordhessen. — Heidelb. Beitr. Mineral. u. Petrogr., 4, S. 89—98, 1 Abb., Berlin, Göttingen, Heidelberg 1954.
- Die Blaue Kuppe bei Eschwege mit ihren Kontakterscheinungen. — Heidelb. Beitr. Mineral. u. Petrogr., 4, S. 504—521, 11 Abb., Berlin, Göttingen, Heidelberg 1955.
- Die „Blaue Kuppe“ bei Eschwege. — Der Aufschluß, 7, S. 127—137, 4 Abb., Roßdorf bei Darmstadt 1956.
- MOESTA, F.: Erl. geol. Spec.-Kte. Preußen u. Thür. St., Bl. Eschwege, 24 S., 2 Prof.-Taf., Berlin 1876.
- RAMDOHR, P.: Über die Blaue Kuppe bei Eschwege und benachbarte Basaltvorkommen. — Jb. preuß. geol. L.-A. für 1919, 40, 1, S. 284—355, 3 Abb., Taf. 4, Berlin 1921.

Manuskript eingegangen am 11. 6. 1965

Vorsicht bei Verwendung von Schutzfolien auf geologischen Karten

Von

FRITZ KUTSCHER, Wiesbaden

Geologische Karten gehören zu den am meisten benutzten und strapazierten Gebrauchsgegenständen der Geologen, sei es im Gelände, im Hörsaal oder am Schreibtisch. Sie werden durch häufigen Gebrauch nach einiger Zeit unleserlich, unansehnlich und schließlich sogar unbrauchbar. Nachlassen der Farbkraft und der Brillanz, Vergilben des Papierses, Brüchigwerden, Einreißen und Zerkratzen sind die bekanntesten Gebrauchsspuren.

Seit einiger Zeit gibt es Wege, zumindest der mechanischen Beanspruchung wirksam vorzubeugen. Dazu gehört die Folienkaschierung, wobei die Kartenoberfläche mit einem transparenten Schutzfilm versehen wird.

Der Benutzer oder Besitzer geologischer Karten, der sein wertvolles Kartenmaterial mit einer Folie schützen will, ist aber gelegentlich betroffen, wenn nach dem Überkleben oder Aufbügeln einer Folie manche Farben sich vollends verändern. Gelegentlich sind solche veränderten oder sogar unbrauchbar gewordenen geologischen Karten an die Vertriebsstelle des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zurückgeschickt worden, mit dem unberechtigten Hinweis, daß beim Druck schlechte Farben verwendet worden seien. Davon kann keineswegs die Rede sein. Die Untersuchung zeigte, daß selbst die besten im geologischen Kartendruck verbrauchten Pigmentfarben angegriffen werden. Wie empfindlich die Farben reagieren können, wurde offensichtlich, als man ein Exemplar der Geologischen Übersichtskarte von Hessen 1:300000 versehentlich in eine gerade entwickelte Lichtpause einschlug. In wenigen Stunden hatten die Ammoniakreste beträchtliche farbliche Veränderungen hervorgerufen. Ganz ähnlich ist die Wirkung des Weichmachers, der zum Geschmeidigwerden dem Folienmaterial beigemischt wird, und der je nach Fabrikat aus ganz verschiedenen Substanzen bestehen kann. Diese Elastifizierungsmittel zeigen häufig die Tendenz, in ihre Unterlage einzuwandern. Gegenüber den Druckfarben können sie wie ein Lösungsmittel wirken: Sie weichen zunächst die Farbschicht auf und mobilisieren dann die Farbstoffe.

Die auflösende und farbverändernde Wirkung kann in anderen Fällen auch auf den verwendeten Klebstoff zurückgehen, wie z. B. bei Gebrauch von Klebeband aus PVC, dessen Klebmasse mit dem Grundmaterial ebenfalls reagiert.

Die festgestellten Erscheinungen erfordern Hinweise für die zukünftige Verwendung von Kaschierfolien.

Zunächst sollen grundsätzlich bei den Farben nur Pigmente verarbeitet werden, die absolut beständig gegen Weichmacher und Klebstoffe sind. Dies kann in manchen Fällen eine Konzession an den Farbton bedeuten, weil nicht jede Farbe absolut weichmacher- und klebstoffunlöslich herstellbar ist, besonders nicht die oft gebrauchten Gelb- und Rotpigmente und ihre Mischfarben.

Weiterhin ist zu beachten, möglichst solches Kaschiermaterial zu verwenden, das gemäß seiner chemischen Zusammensetzung nicht zur Migration in die Unterlage neigt. Um sicher zu gehen, sollte man grundsätzlich an einem kleinen Teil der Karte einen Vorversuch unternehmen, ob Farbveränderungen auftreten. Dabei kann man durch Erwärmen (z. B. Aufbügeln) den Ablauf des Versuches beschleunigen.

Bei hochkonzentrierten, intensiven Vollfarben ist der Veränderungsgrad geringer als bei schwächeren, sogen. Tonfarben, die leider zu einem bedeutenden Teil im geologischen Kartendruck Verwendung finden. Während bei Tonfarben schon wenig Weichmachermasse eine Veränderung hervorrufen kann, ist bei Vollfarben die Weichmachersubstanz meist vorzeitig verbraucht, und die Reaktion kommt zum Stillstand, bevor die Pigmentstoffe restlos umgesetzt sind. In solchen Fällen ist die chemische Einwirkung mit bloßem Auge überhaupt nicht feststellbar.

Um den genannten Schwierigkeiten vollends aus dem Wege zu gehen, kann man heute auf einem stabilen „Papier“ und zwar auf Kunstfaserstoffen drucken, bei denen auf einen Folienschutz vollends verzichtet werden kann. Auf die stabilen Eigenschaften dieser Faserprodukte, die leider heute noch recht teuer sind um allgemein Verwendung zu finden, habe ich 1964 hingewiesen.

Die Veränderung der Farben bei Behandlung mit selbstklebenden Folien ist keineswegs auf die geologischen Karten beschränkt. Das Ausbluten von Farben tritt überall auf, wo selbstklebende farblose und abwaschbare Folien zum Schutz gegen Verstauben, Verschmutzen durch Anfassen usw. verwendet wurden und zwar nicht allein bei Druckfarben, sondern auch bei Tempera-, Aquarell- und Plakatfarben, ebenso auch bei Tuschen.

Schriftenverzeichnis

KUTSCHER, F.: Die Verwendung von künstlichen Papieren (Faserprodukte) für den Druck geologischer Karten. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 92, S. 286–290, 1 Abb., Wiesbaden 1964.

Sie fragen — wir antworten. — Der Fadenzähler, 14, No. 3, S. 2, Frankfurt am Main, 1. März 1965.

Manuskript eingegangen am 7. 4. 1965

B.
Amtlicher Teil

Tätigkeitsbericht

des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung für das Geschäftsjahr 1964 (1. 1. – 31. 12. 1964)

Abt. I. Geologische Landesaufnahme, Paläontologie und Angewandte Geophysik

1. Geologische Landesaufnahme

Im Geschäftsjahr 1964 wurde die geologische Landesaufnahme 1:25000 weiter vorangetrieben. Für die Blätter 4621 Wolfhagen und 4719 Korbach wurden die Druckvorbereitungen von Karte und Erläuterungen fortgesetzt. Das Blatt 5323 Schlitz wurde ausgedruckt, die Erläuterungen dazu nahezu abgeschlossen. Auf den Blättern 4721 Naumburg, 5623 Schlüchtern, 5624 Brückenau und 5916 Hochheim wurde mit der Kartierung begonnen. Insgesamt wurden 328 km² geologisch neu aufgenommen.

In nachstehender Tabelle sind die auf den einzelnen Blättern durchgeführten Arbeiten zusammengestellt:

Blatt-Nr. u. Name	Durchgeführte Arbeiten	Aufgenommene Fläche in km ²
4621 Wolfhagen	Fortsetzung der Arbeit an den Erläuterungen.	—
4719 Korbach	Ausarbeitung der Erläuterungsteile: Tektonik, Lagerstätten, Stratigraphie des Buntsandsteins, Morphologie.	—
4720 Waldeck	Fortsetzung der Kartierung im Zechstein und Buntsandstein. Untersuchung pleistozäner Sedimente. Fossilauflammlungen im Unterkarbon. Seismische, elektrische und magnetische Messungen; geophysikalisch kartierte Fläche ca. 15 km ² , z. T. mehrfach überdeckt.	20
4721 Naumburg	Beginn der Kartierung im Bereich des Naumburger Grabens und seiner Randgebiete. Übersichtsbegehungen und Profilaufnahmen im ganzen Blattgebiet. — Vergleichsbegehungen im Buntsandstein und Tertiär der Anschlußblätter 4821 Fritzlar und 4620 Arolsen.	27

Blatt-Nr. u. Name	Durchgeführte Arbeiten	Aufgenommen Fläche in km ²
4722 Kassel- Niederzwehren	Fortsetzung der Kartierung; etwa 600 Flachbohrungen durchgeführt und bearbeitet.	20
4723 Oberkaufungen	Arbeiten an den Erläuterungen.	—
4820 Bad Wildungen	Fortsetzung der Kartierung im Unterkarbon und Quartär. Verfolgung neuer Aufschlüsse, Profilaufnahmen, Fossilauflammlungen, Bohr- und Schürfarbeiten. Ausarbeitung der Erläuterungen für den Devon-Anteil des Blattes.	28
5124 Hersfeld	Revisionsbegehungen; Anfertigung der Druckvorlage des Blattes.	—
5215 Dillenburg	Fortsetzung der Kartierung im Devon und Unterkarbon des Blattes und der Randgebiete der Grenzblätter 5115 Ewersbach und 5214 Burbach. Aufnahme von Stollen und Tagesaufschlüssen einschließlich Fossilauflammlungen. Magnetische Messungen mit sehr engem Punktabstand (ca. 2 km ²). Elektrische Messungen einschließlich umfangreicher Versuchsmessungen. Kartierte Profile ca. 10 km.	27
5224 Eiterfeld	Anfertigung der Druckvorlage des Blattes und der Randaufstellung. Entnahme von Proben zur petrographischen Untersuchung. Ausarbeitung der Erläuterungsteile: Einführung, Morphologie, Stratigraphie, Geophysik.	—
5323 Schlitz	Magnetische Messungen (ca. 0,45 km ²). Fertigstellung der Erläuterungen. Druck der geologischen Karte.	—
5324 Hünfeld	Neu- und Revisionskartierung im Buntsandstein, Muschelkalk und Quartär. Vergleichsbegehungen auf den Nachbarblättern. Ausarbeitung des Erläuterungsteiles Geophysik.	48
5523 Neuhof	Kartierung von Buntsandstein, Tertiär und Quartär im nördlichen Blattgebiet. Magnetische Messungen (0,2 km ²).	52
5623 Schlüchtern	Kartierung von Buntsandstein, Tertiär und Quartär.	14
5624 Brückenu	Kartierung von Buntsandstein.	2
5913 Presberg	Kartierung im Unterdevon, im Tertiär und Pleistozän. Detaillierte Aufnahme des Rheinprofils. Seismische und erdmagnetische Messungen.	69

Blatt-Nr. u. Name	Durchgeführte Arbeiten	Aufgenommene Fläche in km ²
5916 Hochheim	Kartierung des Quartär. Profilaufnahmen und Probenentnahme im Tertiär.	21
6217 Zwingenberg	Kartierung der quartären Deckschichten des Odenwaldrandes. Arbeit am Reinblatt und an der Randaufstellung des Quartäranteiles. Magnetische Vermessung des Frankenstein-Massivs bei Zwingenberg (ca. 3 km ²), Suszeptibilitäts- und Dichte-Karte des gleichen Gebietes.	—
6218 Neukirchen und Nachbarblätter	Probensammlung für die überschlägige Bestandsaufnahme des Kristallins.	—

2. Stratigraphie

Niederbringung und Bearbeitung einer geologischen Untersuchungsbohrung von 208,7 m Tiefe bei Altenstädt Lkrs. Wolfhagen (Bl. 4721 Naumburg) zur Klärung der Buntsandsteinstratigraphie im nordwestlichen Hessen.

Vergleichsbegehungen, Verfolg vergänglicher Aufschlüsse, Exkursionen in verschiedenen Landesteilen und Formationen.

3. Biostratigraphie und Paläontologie

Fossilaufsammlungen für die Einstufung von Aufschlüssen und Profilen im Paläozoikum (Unterdevon bis Unterkarbon) der Blätter 4720 Waldeck, 4820 Bad Wildungen, 5215 Dillenburg, 5216 Oberscheld, 5616 Grävenwiesbach und 5913 Presberg.

Biostratigraphische und biofazielle Untersuchungen von Profilen bei Donsbach (Bl. 5215 Dillenburg) zur Feinstratigraphie der Adorf-Stufe und zum Vergleich von Ostracoden- und Conodonten-Chronologie.

Bearbeitung von Fährten aus dem Buntsandstein auf Bl. 5224 Eiterfeld.

Biostratigraphische Untersuchungen von Profilen der Grenzsichten Alt-/Jungtertiär auf Bl. 5916 Hochheim zur Aufstellung eines Standardprofils am Nordrand des Mainzer Beckens.

Mikro- und makropaläontologische Untersuchungen und Einstufungen von tertiären Proben aus Bohrungen und Aufschlüssen der Blätter 4722 Kassel-Niederzwehren, 4824 Hess. Lichtenau, 5817 Frankfurt/Main-West, 5913 Presberg, 5914 Eltville, 5915 Wiesbaden und 5916 Hochheim.

Untersuchung von Knochenresten pleistozäner Wirbeltiere.

4. Geophysik

Bearbeitung des Schlußberichts für das geophysikalische Forschungsprogramm auf Eisenerze in Hessen: „Forschungsvorhaben J 457: Zusammenstellung und theoretische Bearbeitung der Verfahren mit geophysikalischen Methoden, die in den ver-

gangenen Jahrzehnten bei Arbeiten im Hessischen Erzbergbau gesammelt wurden“.
(Förderung der Forschung aus dem Haushalt des Bundesministeriums für Wirtschaft
Titel 0902/605.)

Erdmagnetische Messungen in der Umgebung der Wolkenbrüche (Bl. 4422 Trendelburg), Kontrollmessungen an den Helfensteinen (Bl. 4622 Kassel-West).

Erprobung und Inbetriebnahme einer kleinseismischen Apparatur mit umfangreichen Geländeversuchen zwecks Klärung des möglichen Einsatzes bei geophysikalischen Kartierungsarbeiten.

Regionale magnetische Vermessungen:

- a) Ausbau Netz II. Ordnung in Nordhessen,
- b) Feldmessungen beendet für die Blätter 4621 Wolfhagen, 4719 Korbach, 4720 Waldeck, 5124 Hersfeld, 5223 Queck, 5323 Schlitz, 5324 Hünfeld, 5424 Fulda.

5. Nivellement

Begehungen in Schwalbach a. Ts. (Main-Taunuskreis) zur Besichtigung der dort eingetretenen Geländesenkungen und Gebäudeschäden zwecks Durchführung eines Nivellements.

Begehung von 5 Feinnivellementslinien im westlichen Nordhessen und Ausarbeitung eines Vorschlages für die Anlage dieses Feinnivellements.

Erkundung der Nivellementslinie I. Ordnung im Raume Frankfurt a. M. und Ausarbeitung eines geologischen Gutachtens über die geplante Linienführung.

Abt. II. Lagerstätten, Mineralogie, Petrographie, Geochemie

1. Lagerstätten

Eisenerze und Buntmetalle:

Die geologisch-lagerstättenkundlichen Aufnahmen und Arbeiten auf verschiedenen Eisenerzgruben des Lahn-Dill-Gebietes wurden fortgesetzt, um weitere Unterlagen zur Genese von Erz- und Nebengestein zu bekommen.

Die Untersuchungen zur Paragenese eines Kupferganges auf der Eisenerzgrube Lindenberg wurden weitergeführt und an einer Kupfererzführung im Grünschiefer von Ruppertshain in Angriff genommen.

Braunkohle:

In Nordhessen wurde die laufende Aufnahme und Registrierung der Untersuchungsbohrungen des Braunkohlenbergbaues fortgesetzt.

Kali und Erdöl:

Die Aufschlußtätigkeit wurde wie in den Vorjahren verfolgt.

Steine und Erden:

8 Gutachten wurden zur Vorratsermittlung von Ton-, Lehm-, Kies-, Kalkstein- und Basaltvorkommen erstattet.

Lagerstättenkarten:

Im Rhein-Main-Dreieck wurden Lagerstätten der Steine und Erden neu aufgenommen. Danach wurde die Lagerstättenkarte zum wasserwirtschaftlichen Rahmenplan Schwarzbach-Ried fertiggestellt.

2. Petrographie und Geochemie

Im Rahmen der geologischen Spezialkartierung wurden die petrographischen Untersuchungen auf den Blättern 4621 Wolfhagen, 4719 Korbach und 5224 Eiterfeld fortgesetzt.

Gesteine des Vordevon im Taunus wurden untersucht und mit denen des Soonwaldes verglichen. Bereits laufende Arbeiten an Vulkaniten des Westerwaldes aus der Umgebung von Langendernbach (Lkrs. Limburg) wurden beendet. Diese Arbeiten im Taunus und Westerwald dienten als Unterlagen für Exkursionsführer zur Tagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft in Wiesbaden im Herbst 1964 ebenso wie die Untersuchung von Vulkaniten bei Herborn und Dillenburg.

Sedimentpetrographische Untersuchungen an Buntsandsteinproben der Bohrung Schlierbachswald bei Eschwege wurden fortgesetzt.

3. Chemisches Laboratorium

Im Chemischen Laboratorium wurden 96 Gesteinsvollanalysen und 16 Gesteinsteilanalysen angefertigt.

Von 434 Proben – überwiegend aus Bohrungen – wurden mechanische Korngrößen-Analysen, z. T. für hydrogeologische Gutachten, durchgeführt. Im Rahmen eines hydrogeologischen Gutachtens wurden 27 Proben einer Rückstandshalde des Kalibergbaus analysiert.

Für die bodenkundliche Kartierung wurden 203 Bodenproben untersucht.

Von 7 Sonderproben wurden Analysen auf verschiedene Komponenten hin gefertigt.

Ferner wurden 10 kleine Mineralwasseranalysen, teilweise nach physikalisch-chemischen Messungen am Entnahmeort, erstellt.

Abt. III. Hydrogeologie

1. Hydrogeologische Grundlagenforschung

Das im vorigen Berichtsjahr aufgestellte Forschungsprogramm zur Untersuchung der Auswirkungen der Ablagerung von Industriemüll wurde in Angriff genommen. Hierzu wurden 15 Grundwasserbeobachtungsbrunnen niedergebracht. Mit der Untersuchung der entnommenen Wasserproben und der Bohrproben wurde begonnen.

In verschiedenen Fachausschüssen und Arbeitskreisen (z. B. Heilquellen, Notstandswasserversorgung, Geohydrologie, Wasserversorgung und Abwasser, Schutzgebiete, Gewässerkundliche Signaturen, Wasserrecht, Laugenversenkung) wurde mitgearbeitet.

2. Praktische Aufgaben

Von den im Jahre 1964 erstatteten 524 Gutachten entfielen

179 auf den Reg.-Bezirk Darmstadt,

138 auf den Reg.-Bezirk Kassel und

207 auf den Reg.-Bezirk Wiesbaden.

Nach dem Inhalt behandelten die Gutachten:

- 261 Wassererschließungen,
- 85 Trinkwasserschutzgebiete,
- 102 Grundwassergefährdung durch Lagerflüssigkeiten, Kläranlagen, Müllablagerungen u. dgl.,
- 36 Ausnahmegenehmigungen in Heilquellenschutzgebieten,
- 7 Wasserwirtschaftliche Rahmenpläne und
- 33 Sonstige.

Von überörtlicher Bedeutung und größerem Umfang waren vor allem die Gutachten über Wassererschließungsmöglichkeiten im bayerischen Spessart und eine „Generelle Planung Meißner“, bei der zu dem Problem der Beeinflussung der Quellen am Hohen Meißner durch den Braunkohlenbergbau Stellung zu nehmen war.

Der Schutz des Grundwassers im Bereich einer Raffinerie in Raunheim und im hessischen Staatsgebiet am Atomkraftwerk Kahl (Bayern) sowie die Gefährdung des Grundwassers durch Erhöhung der Rückstandshalde des Kaliwerkes Neuhof (Lkrs. Fulda) waren Gegenstand weiterer größerer Beurteilungen.

685 Bohrungen wurden verfolgt.

Abt. IV. Ingenieurgeologie

Die Arbeiten der Abteilung Ingenieurgeologie haben im Berichtsjahr wieder vorwiegend aus Gutachter-Beratung in Gründungs- und Planungsfragen für Landes-, Bundes- und Kommunalbehörden bestanden. Im Geschäftsjahr 1964 wurden insgesamt 207 Gutachten erstattet. Hinzu kommen noch eine Anzahl brieflicher, mündlicher und fernmündlicher Auskünfte über Gründungsberatungen mit gutachtlichem Aussagewert an staatliche Bauämter und andere Dienststellen des Landes, des Bundes und der Kommunen.

Die Gutachten behandelten:

- 27 Behördenbauten
- 17 Universitäts- und Hochschulbauten
- 11 Bauvorhaben für die Bundeswehr
- 21 Krankenhäuser und Schulen
- 11 Dorfgemeinschaftshäuser, Jugendherbergen, Schwimmbäder, Kläranlagen u. ä.
- 36 Aussiedlerhöfe
 - 9 allgemeine Straßenbaugutachten
 - 7 BAB Trassengutachten
- 42 Brückenbauwerke (meist an BAB-Neubaustrecken)
- 4 Rutschungen
- 16 Teilgutachten für Talsperren
- 3 Gutachten für Felsbau;

hinzu kommen noch 189 Stellungnahmen zu Bauleitplänen.

An (teilweise noch laufenden) größeren Aufgaben sind zu nennen:

Untersuchungen über die Auswirkungen des Salzhanes auf den Bau der BAB-Neubaustrecke Bad Hersfeld-Heilbronn.

Trassenführung der BAB über die geplante Talsperre im Gebiet Döllbach. Hierbei wurden wichtige Ergebnisse über den Aufbau alter Auslaugungsbezirke von Zechsteinsalz im tiefen Untergrund gewonnen.

Entwicklungsarbeiten für felsmechanische Meßgeräte. Ein optisches Lot für die Messung von Bewegung in Bohrlöchern konnte 1964 erstmals eingesetzt werden.

Mehrere Gutachten über die Situation von Ortschaften über Auslaugungsbezirken (des Zechstein: Cornberg Krs. Rotenburg; des Muschelkalk: Weißenbach Krs. Witzenhäusen).

Untersuchung von Kavernenbildungen in tertiären Gesteinen mit besonderer Berücksichtigung von Fragen der Bebauung (Lämmerspiel Lkrs. Offenbach).

Zusammenstellen und Auswerten von Setzungsmessungen.

Untersuchungen über die Ursachen von großräumigen Niveauänderungen im Main-Taunuskreis.

Unbefriedigend ist noch immer, daß sich die Abteilung wegen der großen Zahl von anfallenden Gutachten bisher kaum Forschungsaufgaben widmen konnte, obwohl zahlreiche wichtige Probleme anstehen und sich im Laufe der Zeit reichlich Material zur wissenschaftlichen Auswertung angesammelt hat.

Abt. V. Bodenkunde

Kartierungsarbeiten

Neu kartiert wurden folgende Flächen:

Bl. 4720 Waldeck	115 km ²
Bl. 5520 Nidda	12 km ²
Bl. 5815 Wehen	56 km ²
Bl. 5916 Hochheim	21 km ² .

Die Blätter 5224 Eiterfeld und 5915 Wiesbaden befinden sich in Druckvorbereitung; Blatt 5913 Presberg wurde ausgedruckt.

Sonstige Arbeiten

Für die geologische Landesaufnahme 1:25000 wurden bodenkundliche und quartärgeologische Spezialuntersuchungen auf den Blättern 4719 Korbach und 5324 Hünfeld durchgeführt und an dem bodenkundlichen Teil der Erläuterungen der Blätter 4719 Korbach, 5124 Hersfeld und 5518 Butzbach gearbeitet.

Bodenprofile und Durchlässigkeitsuntersuchungen der Lysimeterstationen Langenstein/Allendorf, Hof Schönau, Eschollbrücken und Hattersheim wurden ausgewertet.

Weiterarbeit an der bodenkundlichen Profilkartei, die auf 477 Karteikarten gebracht wurde.

Die Zahl der Lackprofile wurde um 20 auf 61 erhöht.

Mitarbeit an der Kartieranleitung für die Bodenkarte 1:25000 der Geologischen Landesämter.

2 Gutachten über die Eignung gewisser Flächen für Sonderkulturen wurden erstattet.

Abt. A. Allgemeine Aufgaben

Die Abteilung A – Allgemeine Aufgaben – wurde durch Erlaß des vorgesetzten Ministeriums für Wirtschaft und Verkehr vom 9. Oktober 1963 mit Wirkung vom 1. Dezember 1963 errichtet. Sie umfaßt alle bis zum damaligen Zeitpunkt selbständigen Referate, nämlich: Verwaltung, Bibliothek, Vertriebsstelle, Archiv, außerdem die Werkstatt.

Die Bibliothek hatte im Berichtsjahr einen Zuwachs von rd. 3200 Bänden und 740 Karten.

Die Anzahl der Tauschpartner hat sich von 516 auf 523 erhöht.

Die Ausleihe (einschl. Benutzung im Lesesaal) betrug ca. 5600 Bände bzw. Karten.

Durch die Vertriebsstelle sind im Jahre 1964 4637 Karten i. M. 1:25000, 969 Karten anderer Maßstäbe und 1357 sonstige Veröffentlichungen verkauft worden.

Das Archiv hatte im Berichtsjahr einen Zuwachs von 877 Gutachten und Berichten. 420 Schichtenverzeichnisse von Bohrungen (Wasser, Lagerstätten usw.) sind eingegangen. Die Zahl der zugegangenen Schichtenverzeichnisse von Baugrund-Bohrungen und -Sondierungen betrug 1989. – In die Sammlung der chemischen Analysen der hessischen Mineral-, Trink- und Betriebswässer wurden 1555 Analysen übernommen.

Abt. I. Schriftleitung

Im Berichtsjahr wurden folgende Druckerarbeiten ausgeführt:

1. Notizblatt hess. L.-Amt Bodenforschung, Band 92, Wiesbaden 1964.

2. Abh. hess. L.-Amt Bodenforschung:

Heft 41, WALLISER, O. H.: Conodonten des Silurs. – 106 S., 10 Abb., 2 Tab., 22 Taf., Wiesbaden 1964.

Heft 46, SCHENK, E.: Die geologischen Erscheinungen der Subfusion des Basalt-tes. – 31 S., 6 Abb., 2 Tab., 16 Taf. mit 39 Bildern, Wiesbaden 1964.

Heft 47, HÖLTING, B. & STENGEL-RUTKOWSKI, W.: Beiträge zur Tektonik des nordwestlichen Vorlandes des basaltischen Vogelsberges, insbesondere des Amöneburger Beckens. – 35 S., 2 Taf., Wiesbaden 1964.

Heft 48, LAEMMLEN, M. & DIEDERICH, G.: Das obere Biebental im Nordspessart. Neugliederung des Unteren Buntsandstein, Exkursionsführer und geologische Karte, mit einem Beitrag von R. VILLWOCK. – 34 S., 2 Abb., 5 Tab., 4 Taf., 1 Kte., Wiesbaden 1964.

3. Geol. Karte von Hessen 1:25000, Bl. 5323 Schlitz, Wiesbaden 1964.

4. Bodenkarte von Hessen 1:25000, Bl. 5913 Presberg, Wiesbaden 1964.

5. Sonderschriften:

a) MICHELS, F.: Widmung für Wilhelm Wagner. –

b) KUTSCHER, F.: Schriften und geologische Karten von Wilhelm Wagner. – Hess. L.-Amt Bodenforsch., 8 S., Wiesbaden 1964.

c) KUTSCHER, F.: Hinweise für richtiges Korrekturlesen. – Hess. L.-Amt Bodenforsch., 8 S., 1 Abb., Wiesbaden 1964.

**Veröffentlichungen von Angehörigen
des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung
in geologischen und sonstigen Fachzeitschriften**

- BARGON, E.: Die Bodenkartierung 1:25 000 unter besonderer Berücksichtigung des Blattes Wiesbaden. — Z. deutsch. geol. Ges., **114**, 3, S. 719–721, Hannover 1964.
- BÖKE, E. & HOLLMANN, F.: Beobachtungen zur mechanischen und zeitlichen Deutung kleintektonischer Trennflächen im Ruhrkarbon. — Geol. Rdsch., Bd. 53, 1963, ersch. 1964.
- DIEDERICH, G. in: LAEMMLEN, M. & DIEDERICH, G.: Das obere Biebental im Nordspessart. Neugliederung des Unteren Buntsandstein, Exkursionsführer und geologische Karte, mit einem Beitrag von R. VILLWOCK. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **48**, 34 S., 2 Abb., 5 Tab., 4 Taf., 1 Kte., Wiesbaden 1964.
- FINKENWIRTH, A.: Das Eisenerz des Lias γ am Kahlberg bei Echte und der Weißjura in Süd-Hannover in ihrer grundsätzlichen Bedeutung für lagerstättenkundliche, paläographisch-fazielle und tektonische Probleme des Saxonikums. — Beih. geol. Jb. **56**, 131 S., 25 Abb., 2 Tab., 12 Falttaf., Hannover 1964.
- FINKENWIRTH, A.: Die Versenkung der Kaliabwässer im hessischen Anteil des Werra-Kalireviere. — Z. deutsch. geol. Ges., **116**, S. 215–230, Hannover 1964.
- FINKENWIRTH, LIPPERT & VILLWOCK: Lagerstätten. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda. E 22–24, Wiesbaden (Hess. Min. Landwirtsch. u. Forsten, Abt. Wasserwirtschaft) 1964.
- FINKENWIRTH & MATTHES: Geologie. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda. E 19–20, Wiesbaden 1964.
[Erläuterungen zu RÖSING: Kte. „Geologie“ 1:300 000.]
- FINKENWIRTH & MATTHES: Tektonik. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda. E 21, Wiesbaden 1964.
[Erläuterungen zu FINKENWIRTH & MOTZKA: Kte. „Tektonik“ 1:300 000.]
- FINKENWIRTH & MOTZKA: Karte „Tektonik“ 1:300 000. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda. Wiesbaden 1964.
- FINKENWIRTH & MOTZKA: Karte „Lagerstätten“ 1:300 000. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda. Wiesbaden 1964.
- HÖLTING & MATTHES: Grundwasserleiter und Grundwasserhöflichkeit. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda. E 91–92, 1 Kte. 1:300 000, Wiesbaden 1964.
- HÖLTING, B. & STENGEL-RUTKOWSKI, W.: Beiträge zur Tektonik des nordwestlichen Vorlandes des basaltischen Vogelsberges, insbesondere des Amöneburger Beckens. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **47**, 35 S., 2 Taf., Wiesbaden 1964.
- HÖLTING & THEWS: Grundwasserbeschaffenheit. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda. E 93–95, 1 Kte. 1:300 000, Wiesbaden 1964.
- KÜMMERLE, E.: Das Profil der Bohrung Großkarben II. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 265–266, Wiesbaden 1964.
- KÜMMERLE, E. in: KUTSCHER, F. & KÜMMERLE, E.: Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. — 6. Die Conularien-Arten des Hunsrückschiefers. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 52–59, 1 Abb., 2 Taf., Wiesbaden 1964.
- KUTSCHER, F.: CARL KOCH's Denkmal im Nerotal bei Wiesbaden. — Jb. nass. Ver. Naturk. **97**, S. 29–36, 1 Taf., Wiesbaden 1964.
- KUTSCHER, F.: Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. — 7. Spülsäure in Schichten der Kaisergrube von Gemünden. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 261–264, Taf. 15, Wiesbaden 1964.
- KUTSCHER, F.: Die Verwendung von künstlichen Papieren (Faserprodukte) für den Druck geologischer Karten. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 286–291, 1 Abb., Wiesbaden 1964.
- KUTSCHER, F.: Hinweise für richtiges Korrekturlesen. — Sonderschrift hess. L.-Amt Bodenforsch., 8 S., 1 Abb., Wiesbaden 1964.

- KUTSCHER, F.: Schriften und Geologische Karten von WILHELM WAGNER. — Sonderschrift hess. L.-Amt Bodenforsch., 8 S., Wiesbaden 1964.
- KUTSCHER, F. & KÜMMERLE, E.: Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. — 6. Die Conularien-Arten des Hunsrückschiefers. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 92, S. 52—59, 1 Abb., 2 Taf., Wiesbaden 1964.
- LAEMMLEN, M. & DIEDERICH, G.: Das obere Biebental im Nordspessart. Neugliederung des Unteren Buntsandstein, Exkursionsführer und geologische Karte, mit einem Beitrag von R. VILLWOCK. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 48, 34 S., 2 Abb., 5 Tab., 4 Taf., 1 Kte., Wiesbaden 1964.
- MATTHES, G.: Das Einzugsgebiet der Fulda. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda. E 82—83, 1 Abb., Wiesbaden 1964.
- MATTHES, G.: Niedrigwasserabfluß und Grundwasserneubildung. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda. E 84—90, 4 Tab., Wiesbaden 1964.
- MATTHES, G.: Geologische Verhältnisse an den Sperrstellen. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda. E 126, 1 Tab., Wiesbaden 1964.
- MATTHES, G.: Zur Vergroßung der magmatischen Tiefengesteine des Odenwaldes. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 92, E 160—178, 1 Abb., Wiesbaden 1964.
- MATTHES, G.: Hessisches Geologisches Schrifttum 1963. Mit Nachträgen aus den Jahren 1939 bis 1962. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 92, S. 306—325, Wiesbaden 1964.
- MATTHES, G., HOFFMANN, U. & BOEHM, H.-P.: Zur Verteilung der Tonminerale in den mitteleozänen Schichten der Grube Messel bei Darmstadt. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 92, S. 202—211, 3 Abb., 3 Tab., Wiesbaden 1964.
- MATTHES, G. & THEWS, J.-D.: Gaging of low-water as means of investigation of the hydrogeological conditions of a region. — Assemblée générale de Berkeley de l'U.G.G.I., Ass. int. l'Hydrol. sci., publ. 63, S. 389—392, 2 Abb., Gentbrugge 1964.
- NÖRING, F.: Die geologischen und hydrogeologischen Grundlagen der Wasserversorgung der Stadt Langen. — Festschrift anlässlich der Erweiterung des Wasserwerkes West der Stadtwerke Langen GmbH, 20. 5. 1964, 4 S., Langen 1964.
- RABIEN, A. in: KREBS, W. & RABIEN, A.: Zur Biostratigraphie und Fazies der Adorf-Stufe bei Donsbach (Conodonten- und Ostracoden-Chronologie, Oberdevon I, Rheinisches Schiefergebirge, Dillmulde). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 92, S. 75 bis 119, 3 Abb., 3 Tab., Taf. 6—7, Wiesbaden 1964.
- REUL, K.: Bemerkung zu einer Bohrung im Untermiozän des Vogelsberg-Nordostrandes. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 92, S. 267—269, Wiesbaden 1964.
- RÖSING, F.: Geologie. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda. 1 Kte. 1:300 000, Wiesbaden 1964.
- SEMMEL, A.: Boden. — In Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda. E 18—19, Wiesbaden 1964.
[Erläuterungen zu SCHÖNHALS, Kte. „Boden“ 1:300 000.]
- SEMMEL, A.: Beitrag zur Kenntnis einiger Böden des Hochlandes von Godjam. — N. Jb. Geol. Paläontol., Mh., 1964, 8, S. 474—487, Stuttgart 1964.
- SEMMEL, A. in: SCHÖNHALS, E., ROHDENBURG, H. & SEMMEL, A.: Ergebnisse neuerer Untersuchungen zur Würmlöß-Gliederung in Hessen. — Eiszeitalter und Gegenwart 15, S. 199—206, Öhringen 1964.
- SEMMEL, A.: Junge Schuttdecken in hessischen Mittelgebirgen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 92, S. 275—285, Wiesbaden 1964.
- STENGEL-RUTKOWSKI, W. in: HÖLTING, B. & STENGEL-RUTKOWSKI, W.: Beiträge zur Tektonik des nordwestlichen Vorlandes des basaltischen Vogelsberges, insbesondere des Amöneburger Beckens. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 47, 35 S., 2 Taf., Wiesbaden 1964.
- THEWS, J.-D. in: MATTHES, G. & THEWS, J.-D.: Gaging of low-water as means of investigation of the hydrogeological conditions of a region. — Assemblée générale de Berkeley de l'U.G.G.I., Ass. int. l'Hydrol. sci., publ. 63, S. 389—392, 2 Abb., Gentbrugge 1964.
- ZAKOSEK, H.: Bodenkarte von Hessen 1:25 000, Bl. Presberg 5913, Wiesbaden 1964.

Wissenschaftliche Vorträge von Angehörigen des Amtes

- BARGON, E. zusammen mit D. RAMBOW: Ein präpleistozänes Bodenprofil in Obervorschütz, Bl. 4822 Gudensberg. — Monatsversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft am 29. 4. 1964 in Wiesbaden.
- DIEDERICH, G.: Der Untere Buntsandstein norddeutscher Auffassung zwischen dem Fulda-Werra-Bergland und dem Nordschwarzwald (Überblick über die Lithofazies und Stratigraphie). — Monatsversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft am 16. 12. 1964 in Wiesbaden.
- FINKENWIRTH, A.: Die Versenkung der Kaliabwässer im hessischen Kalirevier. — Frühjahrstagung der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Essen am 9. 5. 1964; Tagung des Bundes der Wasser- und Kulturbauingenieure, Landesverband Hessen, in Fulda am 21. 5. 1964.
- HOLTZ, S.: Über die torfigen Ablagerungen in den Salzauslaugungssenken des nördlichen Rhönvorlandes. — Monatsversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft am 26. 2. 1964 in Wiesbaden.
- HORN, M.: Geologie von Bad Wildungen. — Waldeckischer Geschichtsverein, Bad Wildungen, am 9. 7. 1964.
- KÜMMERLE, E.: Über Pleistozänablagerungen im rheinhessischen Tertiärgebiet. — Monatsversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft am 25. 3. 1964 in Wiesbaden.
- KUTSCHER, F.: Die geologische Kartierung in Hessen und das Geologische Kartenwerk 1:25 000 mit Erläuterungen. — Arbeitsgemeinschaft Kasseler Geologen im Museum für Naturkunde in Kassel am 17. 4. 1964.
- KUTSCHER, F.: 10 Jahre geophysikalisches Forschungsprogramm auf Eisenerze in Hessen. — Geophysikalisches Kolloquium der Institute Frankfurt a. M. und Mainz in Frankfurt a. M. am 12. 10. 1964.
- KUTSCHER, F.: Der Buntsandstein und seine heutigen Probleme. — Monatsversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft am 16. 12. 1964 in Wiesbaden.
- LAEMMLEN, M.: Der Mittlere Buntsandstein und die Solling-Folge im südlichen Hessen und in den südlichen Nachbargebieten. — Monatsversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft am 16. 12. 1964 in Wiesbaden.
- LIPPERT, H.-J.: Der Weg der Geologie von der Forschung zur Anwendung. — Antrittsvorlesung im Geologisch-Paläontologischen Institut der Justus-Liebig-Universität in Gießen am 15. 5. 1964.
- MATTHESS, G.: Methoden zur Untersuchung der Grundwasserbewegung in Festgesteinen. — Lehrgang des Bundes der Wasser- und Kulturbauingenieure in Gießen am 3./4. 12. 1964.
- NÖRING, F.: Hydrogeologische Grundlagen der Wasserversorgung des Rhein-Main-Gebietes. — Gemeinsam mit der Volkshochschule vor der Wetterauischen Gesellschaft für die Gesamte Naturkunde in Hanau am 10. 12. 1964.
- RAMBOW, D. zusammen mit E. BARGON: Ein präpleistozänes Bodenprofil in Obervorschütz, Bl. 4822 Gudensberg. — Monatsversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft am 29. 4. 1964 in Wiesbaden.
- RÖSING, F.: Über Buntsandsteinschutt. — Monatsversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft am 26. 2. 1964 in Wiesbaden.
- RÖSING, F.: Über den Buntsandsteinschutt der Söhre. — Kolloquium des Geologischen Instituts der Universität Gießen am 30. 6. 1964.
- SCHMITT, O.: Über pleistozäne Ablagerungen am Rand des Odenwaldes. — Monatsversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft am 29. 1. 1964 in Wiesbaden.
- SEMMEL, A.: Geomorphologische Untersuchungen im nördlichen Rhönvorland. — Kolloquium des Geographischen Institutes der Universität Frankfurt a. M. am 4. 2. 1964; Kolloquium des Geographischen Institutes der Universität Gießen am 8. 5. 1964.
- ZAKOSEK, H.: Zweck und Bedeutung der Kartierung im Wein- und Obstbau. — Lehr- und Forschungsanstalt Geisenheim/Rh. am 27. 1. 1964.

ZAKOSEK, H.: Standortuntersuchungen im Weinbau von Hessen. — Monatsversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft am 25. 2. 1964 in Essen.

ZAKOSEK, H.: Die Bedeutung der Bodenkartierung für den Obstbau. — Landesverband der Obst- und Gartenbauvereine in Hessen am 8. 5. 1964 in Frankfurt a. M.

Personalbestand: 31. Dezember 1964

Leiter: Professor Dr. HANS UDLUFT, Direktor

Vertreter: Dr. FRIEDRICH NÖRING, Regierungsdirektor

Oberregierungsgeologen:

Professor Dr. FRIEDRICH KUTSCHER
 Dr. HANSJOACHIM LIPPERT
 Dr. ALBERT SCHWARZ
 Privatdozent Dr. HEINRICH ZAKOSEK

Regierungsgeologen:

Dr. ERNST BARGON
 Dr. HANS DENGLER
 Dr. ALFRED FINKENWIRTH
 Dr. BERNWARD HÖLTING
 Dr. JENS KULICK
 Dr. HANS-GÜNTHER KUPFAHL
 Dr. MANFRED LAEMMLEN
 Dr. GEORG MATTHESS
 Dr. STEFAN MEISL
 Dr. RENATE MOTZKA
 Dr. ARNOLD RABIEN
 Dr. FRANZ RÖSING
 Dr. HELMUT PRINZ
 Dr. OTTO SCHMITT
 Dr. ARNO SEMMEL
 Dr. WITIGO STENGEL-RUTKOWSKI
 Dr. DIETRICH THEWS

Wissenschaftliche Angestellte:

Geologe Dr. HORST BERNHARD
 Geologe Dr. ECKHARD BÖKE
 Dipl.-Geologe Dr. GIBBERT DIEDERICH
 Dipl.-Geologe KARL-HEINZ EHRENBERG
 Dipl.-Geologe Dr. WALTER FICKEL
 Geologe Dr. KUNIBERT FRIEDRICH
 Dipl.-Geologe Dr. ARTHUR GOLWER
 Dipl.-Geographin Dr. ANNELIES HERZBERG

Dipl.-Geologe Dr. HELMUT HICKETHIER
 Dipl.-Geologe Dr. SIEGFRIED HOLTZ
 Dipl.-Geologe Dr. MANFRED HORN
 Dipl.-Geologe Dr. EBERHARD KÜMMERLE
 Dipl.-Ingenieur KARL-HANS MÜLLER
 Dipl.-Geologe Dr. ERNST PAULY
 Dipl.-Geologe WOLFGANG PLASS
 Dipl.-Geologe Dr. DIETRICH RAMBOW
 Dipl.-Geologe HELMUT REICHMANN
 Dipl.-Geologe Dr. KONRAD REUL
 Geologe Dr. WINFRIED STEINHAUSEN
 Dipl.-Chemiker GÜNTHER THIELICKE
 Dipl.-Geologe RALPH WENDLER

Bibliothek und Vertriebsstelle:

Bibliothekarin: Frau JOHANNA SCHADWINKEL
 Frl. INGRID BOCK
 Frl. GERDA BÖHME
 Frl. LIESEL FALTER
 Frau GERTRUD GROSSMANN
 Frl. LIESELOTTE HÖRNING
 Frau RUTH SALZBURG
 Frau LIESELOTTE SCHULTE

Technische Bedienstete:

Reg.-Kartographen-Oberinspektor HANS NEUMANN
 NORBERT BLECK
 LUDWIG BÖTTIGER
 JOSEF BREITFELDER
 RICHARD BUSCHNER
 Ing. EWALD CLOEREN
 HANS EWALD
 KARL FINK
 ANTON GLASER
 SIEGFRIED GRÜN
 GERNOT HÜHNER
 ALBERT KARSCHNY
 GERHARD KNAB
 GERHARD LAUE
 HEINZ LEICK
 KLAUS NIEDER
 ALBERT ROMSCHINSKI
 Frl. SUSANNE SALCHER

ALOIS SEDLATSCHER
 OTTO SOHN
 HANS-HEINRICH SCHMIDT
 Fr. ANNA SCHMITT
 NORBERT SCHOLZ
 WILHELM STICH
 WILHELM TERME
 ERWIN THIEL
 Frau ILSE TOBIAS
 Fr. BÄRBEL WEISHEIT
 GERD WERNER
 HELMUT WESNER
 ROLAND WIEDERER
 HANS-MARTIN WIENKE
 WILHELM ZIMMERHACKEL
 Fr. URSULA ZÖLLER

Landkartentechnisches Büro:

Leitung: Reg.-Kartographen-Oberinspektor JOHANNES MATHEIS
 JOSEF BÄUERLEIN
 JÜRGEN BARTHOLOMAY
 Fr. INGBORG BRANDT
 JOSEF FISCHER
 Frau MARGARETE GLOTH
 KARL HIELSCHER
 RUDOLF HEUSER
 Fr. ANTONIE HOCH
 WERNFRIED HÜBLER
 WILLI SCHIMANSKI
 SIEGFRIED STEIN
 PAUL UHL

Verwaltung:

Leitung: Reg.-Amtmann HUBERTUS CHRISTIAN
 HUBERT GROSSMANN
 Fr. ILSE FRÖLICH
 Frau URSULA MICHNA
 Fr. CHRISTA MÜLLER
 Frau HILDE RATTAY

Schreibbüro:

Leitung: Fr. GERTRUD SCHUMACHER
 Frau HELMA JÄKEL

Frl. ULRIKE KALKHOF
 Frau URSULA KALTWASSER
 Frl. CHRISTEL KRUTZ
 Frl. URSULA KOPP
 Frl. HEIDRUN MÜLLER
 Frau URSULA ROTH
 Frau ELISABETH RUTHE
 Frau DORIS SCHIML
 Frau URSULA STOBER
 Frau EDELTRAUD ZIERZ

Archiv, Registratur, Pförtner, Schriftleitung und Telefon:

Reg.-Hauptsekretär ERNST RUPPEL
 RUDOLF DIEHL
 Frl. ROSEL FISCHER
 HANS KLEBE
 Frl. ANNY MÜLLER
 Frau ERIKA PANNEITZ
 Frau ROSEMARIE REUBOLD
 Frau HEDWIG WEWER

Lohnempfänger:

Fahrer PAUL ANDOR
 Fahrer LIENHARD BARNETT
 Fahrer WILHELM BRÜCK
 Fahrer FERDINAND FLISS
 Fahrer ALFRED HUBMANN
 Fahrer FRIEDRICH LUDWIG
 Fahrer FRITZ MEILINGER
 Fahrer KARL-HEINZ OTTO
 Facharbeiter JOACHIM EWALD
 Facharbeiter ERICH STRAUCH
 Bohrgehilfe HERMANN PAULUS
 Bohrgehilfe BURCKHARD STEIN
 Bohrgehilfe ANTON SCHWARZ
 Hausmeister KARL ROMPEL
 Heizer WERNER FAIKA

Reinemachefrauen: Frau KAROLINE DIEHL
 Frau ADELE LOEFFLER

Freiwillige Mitarbeiter:

Prof. Dr. OTTO BURRE, Oberregierungsgeologe a. D., Darmstadt, Niebergallweg 26
 Dr. h. c. ERWIN BUSSE, Verwaltungsoberinspektor, Kassel-Ki., Mittelbinge 6

Prof. Dr. FRANZ MICHELS, Direktor a.D., Wiesbaden, Schöne Aussicht 17
OSKAR ROSE, Konrektor a.D., Wiesbaden, Bismarckring 1
Dipl.-Geologe Dr. ERWIN SCHENK, Gießen, Professorenweg 6
Dr. MAX TEIKE, Oberregierungsgeologe a.D., Wiesbaden, Drususstr. 29
Prof. Dr. HEINZ TOBIEN, Darmstadt, Friedensplatz 1
Prof. Dr. WILHELM WAGNER, Berggrat a.D., Darmstadt, Claudiusweg 16

Korrespondent:

Dr. FRANZ HÄUSER, Oberstudienrat, Windecken, Kr. Hanau, Bahnhofstr. 15

Ausgeschieden bis 31. 12. 1964:

OTTO ABEL
Frl. GERDA ARZBÄCHER
Frl. ROSEMARIE AUST
Frau HEDWIG EBEL
ERHARD KRAUSS
Dr. KURT MAGAR
PETER-AUGUST MALL
Frau INGE NOAH
Dr. RALF VILLWOCK
Frau EDLE WIEGAND

FRIEDRICH NÖRING

Hessisches Geologisches Schrifttum 1964

mit Nachträgen aus den Jahren 1948—1963

Bearbeitet von **GEORG MATTHES**, Wiesbaden

Nachtrag aus dem Jahre 1948

TRIEBEL, E.: Die Foraminiferen-Gattung *Ammodiscus* im deutschen Zechstein. — Senckenbergiana, **29**, 1/6, S. 137—139, 3 Abb., Frankfurt/Main 1948. [Wetterau, Kinzig-Tal]

Nachtrag aus dem Jahre 1952

HESEMANN, J.: Die Eisenerzlagerstätten Deutschlands. I. — Gesamtvorräte. — In: BLONDEL, F. & MARVIER, L.: XIX. Congr. geol. internat., Symposium sur les Gisements de Fer du Monde, II, S. 2—3, Algier 1952.

RICHTER, R. & E.: Phacopacea von der Grenze Emsium/Eiffium (Tril.). — Senckenbergiana, **33**, 1/3, S. 79—107, 4 Abb., 4 Taf., Frankfurt/Main 1952.

Die Eisenerzlagerstätten Deutschlands. — In: BLONDEL, F. & MARVIER, L.: XIX. Congr. geol. internat., Symposium sur les Gisements de Fer du Monde, II, S. 2—38, Algier 1952.

Nachtrag aus dem Jahre 1953

DIEHL, H.: Magnetische Felsen im Odenwald. — Der Odenwald, **1**, 1, S. 9—11, 1 Abb., Darmstadt 1953.

JORNS, W.: Hallstattzeitliche Funde auf dem Breuberg. — Der Odenwald, **1**, 1, S. 28, Darmstadt 1953.

— Neue Bodenerkundungen aus Starkenburg. — 186 S., Kassel (Bärenreiter) 1953.

MÖSSINGER, F.: Bergbau-Namen und ihre Überprüfung im Gelände. — Der Odenwald, **1**, 1, S. 30, Darmstadt 1953.

WACHS, B.: Zur Kenntnis der Oligochaeten der Werra. — Arch. Hydrobiologie, **59**, 4, S. 508—514, 1953.

WEBER, H. H.: Die „Heuneburg“ bei Lichtenberg. — Der Odenwald, **1**, 1, S. 25—27, 1 Abb., Darmstadt 1953.

WIESENTHAL, G.: Der Odenwald. I. Die geschichtliche Erforschung in älterer Zeit. — Der Odenwald, **1**, 1, S. 3—9, Darmstadt 1953.

— Spuren der römischen Bergstraße. — Der Odenwald, **1**, 1, S. 28, Darmstadt 1953.

Nachtrag aus dem Jahre 1954

ACKERMANN, H.: Weißes „N“ in grünem Ring. Der Eberstädter Naturpfad. — Der Odenwald, **4**, S. 11/12 u. 24, 2 Abb., Darmstadt 1954.

DIEHL, H.: Der Odenwald. Über die geologischen Verhältnisse der Bergstraße. — Der Odenwald, **1**, 3, S. 3—6, Darmstadt 1954.

HAHN, L.: Neuere Bodenfunde im Raume Reinheim-Ueberau. — Der Odenwald, **4**, S. 24/25, Darmstadt 1954.

- HALLSTEIN, K.: Eine Wanderung vom Mümlingtal ins Maintal bei Obernburg. — Der Odenwald, 4, S. 20—24, Darmstadt 1954.
- HOCH, G.: Territorialgeschichte der östlichen Dreieich. — Der Odenwald, 4, S. 17—19, Darmstadt 1954.
- LOEWE, G.: Ein Hügelgrab der älteren Eisenzeit im Darmstädter Odenwald. — Der Odenwald, 2, S. 24/25, 1 Abb., Darmstadt 1954.
- Reste einer römischen Mühle am Ausgang des Breitenbachtals bei Raibach. — Der Odenwald, 3, S. 33, Darmstadt 1954.
- MEISEL, W.: Der Odenwald. 2. Der Odenwald im deutschen Fremdenverkehr. — Der Odenwald, 2, S. 3—6, 1 Abb., Darmstadt 1954.
- RÖDER, A.: Flösserei auf Odenwald-Bächen. — Der Odenwald, 2, S. 7—11, 1 Abb., Darmstadt 1954.
- WEBER, H. H.: Vom Mümlingtal in das Gersprenztal, eine Wanderung in dem Grenzraum zwischen dem vorderen und dem hinteren Odenwald. — Der Odenwald, 3, S. 26—32, Darmstadt 1954.

Nachtrag aus dem Jahre 1955

- ACKERMANN, H.: Boden- und Vegetationsverhältnisse auf dem Westhang des Melibokus. — Der Odenwald, 2, 4, S. 109—113, 9 Abb., Darmstadt 1955.
- DIEHL, H.: Eine geologische Wanderung am Nordrande des Odenwaldes. — Der Odenwald, 2, 2, S. 57—60, Darmstadt 1955.
- KUNZ, R.: Seltene Kleinfarne unserer Heimat. — Der Odenwald, 2, 3, S. 79—82, 4 Abb., Darmstadt 1955.

Nachtrag aus dem Jahre 1956

- DIEHL, H.: Gesteinskundliche Untersuchung an einem Werkzeug der jüngeren Steinzeit. — Der Odenwald, 3, 3, S. 71—78, 3 Abb., Darmstadt 1956.
- GÜTERBOCK, G.: Wetzkerben und Näpfchensteine. — Der Odenwald, 3, 1, S. 3—7, 5 Abb., Darmstadt 1956.
- IRSCHLINGER, R.: Neckarsteinach. Aus der Geschichte der vier Burgen, ihrer Bewohner und der Stadt. — 44 S., 9 Abb., Mannheim-Freudenheim (Selbstverl.) 1956.
- VERSCHUER, Freiherr K. von: Hessen um Rhein und Main. — Monographien deutscher Wirtschaftsgebiete, 5, 316 S., Abb., Oldenburg (Stalling) 1956.
- Paraffin- und Mineralölwerk Messel G.m.b.H. Grube Messel bei Darmstadt. — Der Odenwald, 3, 3, S. 78—81, 2 Abb., Darmstadt 1956.

Nachtrag aus dem Jahre 1957

- ACKERMANN, H.: Darmstadts Institut für Naturschutz und Büro für Unterrichtshilfen. — Der Odenwald, 4, 2/3, S. 50—59, 2 Abb., Darmstadt 1957.
- DIEHL, H.: Der Felsberg. — Der Odenwald, 4, 1, S. 18—23, 1 Abb., Darmstadt 1957.
- Über den Bergstraßen-Neckar. — Der Odenwald, 4, 2/3, S. 70—75, 3 Abb., Darmstadt 1957.
- FRIESE, A.: Eine Aufgabe landesgeschichtlicher Forschungsarbeit im Hinteren Odenwald. — Der Odenwald, 4, 2/3, S. 64/65, Darmstadt 1957.
- JORNS, W.: Breubergbund und Bodendenkmalpflege. — Der Odenwald, 4, 2/3, S. 59—61, Darmstadt 1957.

Nachtrag aus dem Jahre 1958

- BAYER, R.: Der Waldlehrpfad bei Ober-Schönmattenweg. — Der Odenwald, 5, 1, S. 25—28, Darmstadt 1958.
- DIEHL, H.: Über den Bergstraßen-Neckar. II. Die Siedelungsverhältnisse. — Der Odenwald, 5, 1, S. 3—11, 3 Abb., Darmstadt 1958.
- GÖTZ, W.: Der Odenwald. — Kosmos, 54, 7, S. 265—272, 9 Abb., Stuttgart 1958.
- HALLSTEIN, K.: Eine Wanderung vom Mümlingtal in den Bachgau. — Der Odenwald, 5, 3, S. 92—94, Darmstadt 1958.

- HARDES, W.: Vorgeschichtliche Funde in der Wüstung Marbach. — Der Odenwald, 5, 1, S. 29—31, 3 Abb., Darmstadt 1958.
- KARAFIAT, H.: Beziehungen zwischen Pflanzen- und Tiergesellschaften. Ein neues Forschungsvorhaben der Naturschutzstelle Darmstadt. — Der Odenwald, 5, 3, S. 77—83, 2 Abb., Darmstadt 1958. [Bergstraße]
- MÜLLER, W.: Über das Auftreten von Kohlensäure im Werra-Kaligebiet. — Freib. Forsch., A 101, 99 S., 26 Abb., 14 Tab., Berlin 1958.
- NAHRGANG, K.: Die Südgrenze des Wildbanns Dreieich. — Der Odenwald, 5, 1, S. 12—14, 1 Abb., Darmstadt 1958.
- Sprenger, A.: Die Margaretenschlucht bei Neckargerach. — Der Odenwald, 5, 2, S. 57—58, Darmstadt 1958.

Nachtrag aus dem Jahre 1959

- DIEHL, H.: Auf dem Katzenbuckel. — Der Odenwald, 6, 3, S. 90—93, Darmstadt 1959.
- GAIL, F. W.: Die Geologie und der Bergbau. — In: 1000 Jahre Gemeinde Donsbach, S. 15—26, 1 Abb., Donsbach 1959.
- Aus der Geschichte des Dorfes Donsbach. — In: 1000 Jahre Gemeinde Donsbach, S. 27—48, 4 Abb., Donsbach 1959.
- HALLSTEIN, K.: Eine Wanderung auf den höchsten Berg des Odenwaldes, den Katzenbuckel. — Der Odenwald, 6, 4, S. 113—118, 2 Abb., Darmstadt 1959.
- KUNZ, R.: Der Frauenschuh im Odenwald. — Der Odenwald, 6, 2, S. 39—41, Darmstadt 1959.
- STÜRMEER, W.: Untersuchungen an Kieseliefer-Geröllen des Maines. — Nachr. naturw. Mus. Stadt Aschaffenburg, 63, 26 S., 5 Taf., Aschaffenburg 1959.
- TRENTEPOHL, M.: Die Wiesen am Silzbach. Ein Forschungsvorhaben der Naturschutzstelle Darmstadt zur Rettung gefährdeter Vegetation. — Der Odenwald, 6, 1, S. 10 bis 16, 1 Abb., Darmstadt 1959.
- Floristische und vegetationskundliche Forschung in Hessen. — Der Odenwald, 6, 4, S. 106—111, 3 Abb., Darmstadt 1959.
- WEBER, H. H.: Die Erdbachversickerungen bei Dorf-Erbach. — Der Odenwald, 6, 1, S. 29/30, Darmstadt 1959.

Nachtrag aus dem Jahre 1960

- BECHER, W.: Die Herren von Breuberg und die Stadt Wörth am Main. — Der Odenwald, 7, 3, S. 71—87, 2 Abb., Darmstadt 1960.
- BEISINGER, G.: Das Landschaftsschutzgebiet Tromm. — Der Odenwald, 7, 4, S. 122—124, Darmstadt 1960.
- DIEHL, H.: Altes und Neues vom Ziegelwald bei Groß-Umstadt. — Der Odenwald, 7, 2, S. 39—46, 4 Abb., Darmstadt 1960. [Quarzporphyrvorkommen bei Groß-Umstadt]
- FEUCHTINGER, M.-E.: Entlastungsautobahn Main-Neckar. — Straße u. Autobahn, 11, 10, 1960.
- HALLSTEIN, K.: Naturparke, ihre Bedeutung und Verbreitung. — Der Odenwald, 7, 3, S. 89—91, 1 Tab., Darmstadt 1960.
- HEBERER, G. & KURTH, G.: Über den Typus des pleistozänen Schädels von Rhünda (Hessen). — Homo, 11, S. 216—220, 1960.
- LORENZ, W.: Burg Wildenberg. Bericht über die zur Zeit laufenden Sicherungs- und Ausgrabungsarbeiten. — Der Odenwald, 7, 3, S. 95—97, Darmstadt 1960.
- MITTERMAIER, F. P.: Das tausendjährige Solz. Ein Abriß seiner Geschichte. — Festschr. z. Tausendjahrfeier d. urkundl. Ersterwähnung von Solz 8. bis 11. Juli 1960, Solz 1960.
- RÖDER, J.: Tautonenstein und Heunesäulen bei Miltenberg. Ein Beitrag zur alten Steinindustrie am Untermain. — Materialh. bayer. Vorgesch., 15, 86 S., 30 Taf., 4 Ktn., Kallmünz (Lassleben) 1960.
- Darmstadt in Zahlen. 1959. — Darmstadt (Stat. Amt u. Wahlamt) 1960.
- Landeshauptstadt Wiesbaden. — Stat. Ber., 41, 3, 1960.

Nachtrag aus dem Jahre 1961

- DEHM, R.: Über *Pyrgocystis* (*Rhenopyrgus* nov. subgen.) *coronaeformis* RIEVERS aus dem rheinischen Unterdevon. — Mitt. bayer. Staatssamml., Pal. hist. Geol., 1, S. 13—17, 1 Taf., München 1961. [Hunsrückschiefer]
- ENDRICH, P.: Vor- und Frühgeschichte des bayerischen Untermaingebietes. — Veröff. Geschichts- u. Kunstver. Aschaffenburg e. V., 4, 446 S., 116 Abb., Aschaffenburg 1961.
- HENTSCHEL, H.: Der Schalstein, ein durch Plättung geformter Tektonit. — N. Jb. Miner., Abh., 96, 2/3, S. 305—317, 6 Taf., Stuttgart 1961.
- HILLEN, F. W.: Wohnungs- und Bauprobleme der Nachkriegszeit. — In: Das Buch der Stadt Hungen, Gießen (Münchowsche Universitätsdruckerei) 1961.
- HÜNERMANN, K. A.: Die Suidae (Artiodactyla, Mammalia) aus den Dinotheriensanden (Unterpliozän-Pont) Rhein Hessens (SW-Deutschland). — Darmstadt 1961.
- JORDAN, W.: Importierte Jura-Fossilien in Mainz. — Z. rhein. naturf. Ges. Mainz, 1, S. 26—27, 1 Taf., 1961.
- KAHLKE-WEISMANTEL: Rentierfunde im Rhein-Main-Gebiet. — Das neue Mainz, Wirtschaft, Verkehr, Kultur, 5, 1961.
- KAISER, D.: Die Industriebeschäftigten in den Landkreisen und kreisfreien Städten 1958 und 1960. — Staat u. Wirtsch. i. Hessen, 16, 4, 1961.
- KOCH, R.: Über die Zerstörung eines merowingischen Reihengräberfeldes bei Pflaumheim im Landkreis Obernburg. — Jber. bayer. Bodendenkmalpflege, S. 34—40, 5 Abb., 1961.
- KUSS, S. E.: Ein Beitrag zur Pleistozän-Fauna von Herxheim (Pfalz). — Beitr. naturf. Ges. Freiburg i. Br., 51, S. 145—147, 1961.
- LENZ, K.: Beziehungen und Verflechtungen von Bevölkerung und Wirtschaft im hessisch-westfälischen Grenzgebiet. — Ber. deutsch. Landesk., 27, 1, 1961.
- MONHEIM, F.: Agrargeographie des Neckarschwemmkegels. Historische Entwicklung und heutiges Bild einer kleinräumig differenzierten Agrarlandschaft. — Heidelberger geogr. Arb., 5, Heidelberg-München (Keyser) 1961.
- PESCHECK, CHR.: Vor- und Frühzeit Unterfrankens. Eine kurze Einführung. — 80 S., 35 Abb., 12 Ktn., Würzburg 1961.
- RIEVERS, J. † (Aus dem Nachlaß herausgegeben von R. DEHM): Zur Entstehung des Bundenbacher Dachschiefers und seiner Versteinerungen. — Mitt. bayer. Staatssamml., Pal. hist. Geol., 1, S. 19—22, München 1961.
- STENGEL, E. E. & UHLHORN, F.: Geschichtlicher Atlas von Hessen. — Hrsg. i. Auftr. Arbeitsgem. Hist. Kommissionen Hessen, Lfg. 4—5, 5 S., 8 Taf., Marburg (L.-Amt geschichtl. Landesk.) 1961.
- WEBER, H. H.: Der Schloßberg zwischen Ober-Ramstadt und Nieder-Modau. — Der Odenwald, 8, 4, S. 121—123, Darmstadt 1961.
- WEBER, K.: Untersuchungen über die Faziesdifferenzierungen, Bildungs- und Umbildungserscheinungen in den beiden Kalilagern des Werra-Fulda-Gebietes unter besonderer Berücksichtigung der Vertaubung. — Diss., Clausthal 1961.
- WOLBURG, J.: Sedimentations-Zyklen und Stratigraphie des Buntsandsteins in NW-Deutschland. — Geotekt. Forsch., 14, S. 7—74, 17 Abb., 5 Tab., 12 Taf., Stuttgart (Schweizerbart) 1961.
- Fundberichte aus Hessen. — Hrsg. v. Amt f. Bodendenkmalpflege i. Reg.-Bez. Darmstadt, Amt f. Bodenaltertümer, Marburg/Lahn, L.-Amt f. kulturgesch. Bodenaltertümer, Wiesbaden, 1, Bonn 1961.
- Statistisches Jahrbuch Frankfurt am Main 1961. — Frankfurt/Main (Stat. Amt u. Wahlamt) 1961.

Nachtrag aus dem Jahre 1962

- ANACKER, H.: Die Grumbacher Hartsteinwerke. — Heimatkal. Landkr. Birkenfeld 1963, S. 73—75, 2 Abb., Neuwied 1962.
- Warum kommen in den heimischen Schichten so wenige Versteinerungen vor? — Heimatkal. Landkr. Birkenfeld 1963, S. 80—82, Neuwied 1962. [Rotliegendes des Nahgebietes]

- BISCHOFF, G.: Conodonten-Stratigraphie im Devon und Unterkarbon Deutschlands. — In BARTENSTEIN & BISCHOFF: Leitfoss. Mikropaläontol., S. 43—65, 1 Abb., 1 Tab., 4 Taf., Berlin (Borntraeger) 1962.
- BOTTKE, H.: Der Roteisenstein des östlichen Sauerlandes und seine Beziehungen zur Stratigraphie und Fazies im oberen Givet und der Adorf-Stufe. — *Roemeriana*, **6**, S. 17—96, 13 Abb., Clausthal-Zellerfeld 1962.
- DIEHL, H.: Die Paläolithstation Ziegelwald bei Groß-Umstadt, Kreis Dieburg. — *Fundberichte aus Hessen*, **2**, S. 43—54, 8 Taf., Darmstadt 1962.
- DOMBROWSKI, H.: Creno-Paläontologie, ein neuer Zweig der Quellenforschung. — *Schr.-R. deutsch. Bäderverb.*, **20**, S. 61—67, 7 Abb., Gütersloh 1962 = Heilbad u. Kurort, **14**, S. 50—53, 7 Abb., Gütersloh 1962. [Bad Nauheim]
- GRÖNKE, L.: Der Friedrich-Wilhelm-Sprudel von Bad Nauheim. Seine Erbohrung und Neuverrohrung. — *Heilbad u. Kurort*, **14**, S. 206—208, 6 Abb., Gütersloh 1962.
- HOFBAUER, J.: Aufstieg der Fische in den Fischpässen des mehrfach gestauten Maines. — *Arch. Fischereiwissenschaft*, **13**, 3, S. 92—125, 1962.
- JAEGER, H.: Das Silur (Gotlandium) in Thüringen und am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges (Kellerwald, Marburg, Gießen). — *Symposiums-Bd. 2. internat. Arbeitstag. Silur/Devon-Gr. 1960*, S. 108—135, 3 Tab., Stuttgart 1962.
- MEYER, E.: Die Ortsnamen des Kreises Dieburg. — *Der Odenwald*, **9**, 2, S. 52—58, Darmstadt 1962.
- MICHELS, F.: Zur Geologie der Mineralquellen. — *Therapie d. Gegenwart*, **101**, S. 420—425, 2 Abb., Berlin 1962. [Schlangenbad, Bad Schwalbach, Wiesbaden.]
- SCHMIDT, H.: Über die Faziesbereiche im Devon Deutschlands. — *Symposiums-Bd. 2. internat. Arbeitstag. Silur/Devon-Gr. 1960*, S. 224—230, 4 Abb., Stuttgart 1962.
- SHIRLEY, J.: Review of the correlation of the supposed Silurian strata of Artois, Westphalia, the Taunus and Polish Podolia. — *Symposiums-Bd. 2. internat. Arbeitstag. Silur/Devon-Gr. 1960*, S. 234—242, 2 Abb., Stuttgart 1962.
- SPEHLING, W.: Über einige Kleinformen im vorderen Odenwald. — *Der Odenwald*, **9**, 3, S. 67—78, 9 Abb., Darmstadt 1962.
- THEIS, O.: Neue Zweige der Schieferindustrie im Landkreis Birkenfeld. — *Heimatkal. Landkr. Birkenfeld 1963*, S. 85—87, 2 Abb., Neuwied 1962.
- UDLUFT, H.: Geologie und Geochemie als Grundlage des Quellenschutzes und der Quellpflege. — *Heilbad u. Kurort*, **14**, S. 30—36, 10 Abb., 7 Tab. = *Schr.-R. deutsch. Bäderverb.*, **20**, S. 29—41, Gütersloh 1962. [Bad Soden-Salmünster]
- WALLISER, O. H.: Conodontenchronologie des Silurs (= Gotlandiums) und des tieferen Devons mit besonderer Berücksichtigung der Formationsgrenze. — *Symposiums-Bd. 2. internat. Arbeitstag. üb. d. Silur/Devon-Grenze u. d. Strat. v. Silur und Devon, Bonn-Bruxelles 1960*, S. 281—287, 1 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1962.
- WEBER, H. H.: Auf der „Hohen Straße“ von Reinheim nach Rohrbach. — *Der Odenwald*, **9**, 4, S. 117—121, Darmstadt 1962.
- ZAKOSEK, H.: Die Böden des Rheingaukreises. — *Aus: 75 Jahre Rheingaukreis, Rüdesheim 1962*.
- ZIRNBAUER, H.: Rhein-Main-Donau. Die Geschichte einer Idee in Bildern. — 112 S., Nürnberg (GAA-Verlag) 1962.
- Bericht über die Aufsuchung von Mineralien und Wasser in Bayern von 1951 bis 1962. — *Ges. z. Aufsuch. v. Bodenschätzen i. Bayern m. b. H.*, München 1962.

Nachtrag aus dem Jahre 1963

- ALBERTI, G.: Unterdevonische Trilobiten aus dem Frankenwald und Rheinischen Schiefergebirge. — *Geol. Jb.*, **81**, S. 135—156, 3 Abb., 1 Taf., Hannover 1963. [Kellerwald]
- ANACKER, H.: Geomorphologisch-botanische Exkursion am 12. Juni 1962 durch die sog. Kammer nach Enzweiler. Geologisch-geomorphologische Erörterungen und Beobachtungen. — *Decheniana*, **115**, 2, S. 249/250, Bonn 1963.

- ANACKER, H.: Geologisch-biologische Ganztagesexkursion nach Fischbach — dem Idarkopf — Kempfeld und der Wildenburg (Hunsrück) am 14. Juni 1962. Geologisch-morphologische Erörterungen und Beobachtungen. — *Decheniana*, **115**, 2, S. 250—252, Bonn 1963.
- Geologische Hinweise auf der Ganztagesexkursion nach Kirn–Hellberg–Schloß Dhaun am 15. Juni 1962. — *Decheniana*, **115**, 2, S. 252—253, Bonn 1963.
- ATZBACH, O. & SCHWAB, K.: Geologische Ganztagesexkursion durch die Nahemulde und den Pfälzer Sattel am 14. Juni 1962. — *Decheniana*, **115**, 2, S. 267, Bonn 1963.
- BANK, H.: Geologische Ganztagesexkursion durch die Nahemulde und den Pfälzer Sattel am 14. Juni 1962. — *Decheniana*, **115**, 2, S. 261—266, 2 Abb., Bonn 1963.
- Geologische Ganztagesexkursion durch die Nahemulde und das Mainzer Becken am 15. Juni 1962. — *Decheniana*, **115**, 2, S. 268—270, Bonn 1963.
- & KUTSCHER, F.: Geologische Exkursion in das Hahnenbachtal am 13. Juni 1962. — *Decheniana*, **115**, 2, S. 256—260, Bonn 1963.
- BECHER, W.: Die Karte der „Herrschaft Breuberg“ von 1615 in ihrer Bedeutung für die Heimatgeschichte. — *Der Odenwald*, **10**, 3, S. 92—96, 2 Abb., Darmstadt 1963.
- Der Wildbann im südlichen Bachgau und andere Fragen zur Frühgeschichte der Herrschaft Breuberg. — *Der Odenwald*, **10**, 4, S. 104—121, 2 Abb., Darmstadt 1963.
- BERNHARDT, W.: Aalsterben in der Werra bei extrem niedrigen Wassertemperaturen. — *Deutsch. Fischerei-Z.*, **10**, 11, S. 327—329, 1963.
- BORNEFF, J. & FISCHER, R.: Polyzyklische, aromatische Kohlenwasserstoffe in Walderde. — *Arch. Hyg.*, **146**, S. 430, 1963. [Erde aus der Nähe von Darmstadt]
- — Polyzyklische Kohlenwasserstoffe in Oberflächenwasser. — *Arch. Hyg.*, **146**, S. 572, 1963. [Wasser aus dem Rhein bei Mainz]
- BOUCOT, A. J.: The Globithyrid Facies of the Lower Devonian. — *Senck. leth.*, **44**, 1, S. 79—84, 3 Abb., Frankfurt/Main 1963. [Taunusquarzit]
- CARLÉ, W.: Salinare Tiefenwässer in Süddeutschland. — *Heilbad u. Kurort*, **10**, 8 Abb., Gütersloh 1963.
- DEHNERT, E.: Bericht über die Veranstaltungen der Wetterauischen Gesellschaft in der Zeit vom 28. 3. 1961 bis 25. 3. 1963. — *Jber. wetterau. Ges. gesamt. Naturk.*, **115—116**, S. 63—65, Hanau 1963.
- DIEHL, W.: Die historische kulturlandschaftliche Ordnung im Kahlgrund (nördlicher Vorspessart) und ihre Wandlung in der Gegenwart. — *Rhein-Main.Forsch.*, **54**, S. 55—66, 1 Abb., Frankfurt/Main (Kramer) 1963.
- DOMBROWSKI, H.: Organismes vivants du Paléozoïque, Problèmes Géologiques, Biologiques et Méthodologiques. — *La Presse Medicale*, **71**, 22, S. 1147—1152, 10 Abb., 1 Tab., Paris 1963.
- EIGENFELD, R.: Über Feldspat- und Plagioklas-Augit-Knollen in Vulkaniten der Rhön und der Haßberge. — *Fortschr. Mineral.*, **40**, S. 61, Stuttgart 1963.
- ERNST, E.: Strukturwandlungen und Verstädterungstendenzen in industrienahen ländlichen Siedlungen — dargestellt am Beispiel Anspach/Taunus. — *Rhein-Main.Forsch.*, **54**, S. 67—104, 8 Abb., 10 Tab., Frankfurt/Main (Kramer) 1963.
- FALKE, H.: Geologische Ganztagesexkursion durch die Nahemulde und das Mainzer Becken am 15. Juni 1962. — *Decheniana*, **115**, 2, S. 270/271, Bonn 1963.
- FÖRSTER, K.: Die Rhein-Main-Donau-Großschiffahrtsstraße in der Raumplanung. — *Raumforsch. u. Raumordn.*, **21**, 4, S. 193—205, 5 Abb., 3 Ktn.-Beil., Köln-Berlin-Bonn-München (C. Heymann) 1963.
- FRICKE, W.: Die räumliche Verteilung der Wohnhaustypen im Rhein-Main-Gebiet auf Grund der Gebäudezählung 1961. — *Rhein-Main.Forsch.*, **54**, S. 119—138, 5 Abb., Frankfurt/Main (Kramer) 1963.
- GAERTNER, H.: Zur Gliederung des Mittleren Buntsandsteins im thüringisch-nordhessischen Grenzgebiet. — *Geol. Jb.*, **80**, S. 741—770, 4 Abb., 1 Taf., Hannover 1963.
- GERSTENHAUER, A.: Beobachtungen über fossile Karsterscheinungen am Spessarttrand bei Meerholz. — *Rhein-Main.Forsch.*, **54**, S. 139—145, 3 Abb., Frankfurt/Main (Kramer) 1963.

- GÖTTING, F. & LEPPLA, R.: Geschichte der Nassauischen Landesbibliothek zu Wiesbaden und der mit ihr verbundenen Anstalten 1813–1914. Festschrift zur 150-Jahrfeier der Bibliothek am 12. Oktober 1963. — Wiesbaden 1963.
- HALLSTEIN, K.: Vor- und frühgeschichtliche Besiedlung des nordöstlichen Odenwaldes. — Der Odenwald, **10**, 3, S. 79–86, 1 Tab., Darmstadt 1963.
- Die Breuburger Karte von 1615. — Der Odenwald, **10**, 3, S. 87–92, 1 Abb., Darmstadt 1963.
- HÄUSER, F.: Versuch einer Datierung der Funde aus dem Paläolithikum im Kreise Hanau. — Jber. wetterau. Ges. gesamt. Naturk., **115–116**, S. 19–41, 23 Abb., Hanau 1963.
- HENNINGSEN, D.: Zur Herkunft und Unterscheidung der sandigen Gesteine am Südostrand des Rheinischen Schiefergebirges. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1963**, 2, S. 49 bis 67, 3 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1963.
- HENTSCHEL, H.: Die Bildung der Bimsstein-Tuffe und das Problem der Ignimbrite. — Bull. volc., **25**, S. 291–313, Neapel 1963.
- In-situ-Brekzien der unterkarbonischen Pillowdiabase des Dillgebietes im Rheinischen Schiefergebirge. — Bull. volc., **25**, S. 97–107, 6 Taf., Neapel 1963.
- HERRMANN, A. & HOFRICHTER, E.: Die Hardeggen-Folge (Abfolgen 1–4) des Mittleren Buntsandsteins in der nördlichen Hessischen Senke. — Geol. Jb., **80**, S. 561–652, 8 Abb., 1 Tab., 6 Taf., Hannover 1963.
- Die Faziesgliederung der tieferen Solling-Folge des Mittleren Buntsandsteins Südniedersachsens. — Geol. Jb., **80**, S. 653–740, 9 Abb., 1 Tab., 5 Taf., Hannover 1963.
- HUGELMANN, H.: Die Wasserversorgung der Stadt Kassel in Vergangenheit und Zukunft. — Neue DELIWA-Z., **12**, S. 513–517, 1963.
- ILLIES, H.: Entstehung geologischer Gräben. Der Oberrheingraben als geologisches Forschungsobjekt und Modell. — Umschau, **63**, 16, S. 508–510, Frankfurt/Main 1963.
- Der Westrand des Rheingrabens zwischen Edenkoben (Pfalz) und Niederbronn (Elsaß). — Oberrhein. geol. Abh., **12**, 1/2, S. 1–23, 1 Taf., Karlsruhe 1963.
- JACOBSHAGEN, E., HUCKRIEDE, R. & JACOBSHAGEN, V.: Eine Faunenfolge aus dem jungpleistozänen Löß bei Bad Wildungen. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **44**, 105 S., 9 Abb., 2 Tab., 14 Taf., Wiesbaden 1963.
- JÄTZOLD, R.: Die Neuaufforstung in Südwestdeutschland als kulturgeographisches Problem. — Ber. deutsch. Landesk., **31**, 2, S. 375–392, 3 Abb., 1 Kte., Bad Godesberg 1963.
- KALLIES, H.-B.: Gesteinsausbildung und Fossilführung an der Grenze Mittlerer/Oberer Buntsandstein im südlichen Niedersachsen. — Geol. Jb., **80**, S. 367–436, 6 Taf., Hannover 1963.
- KINKEL, K.: Die klimatischen Verhältnisse des Odenwaldes. — Der Odenwald, **10**, 2, S. 35–41, 2 Tab., Darmstadt 1963.
- KÜMMERLE, E.: Die Foraminiferenfauna des Kasseler Meeressandes (Oberoligozän) im Ahnetal bei Kassel (Bl. Nr. 4622 Kassel-West). — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **45**, 72 S., 1 Abb., 2 Tab., 11 Taf., Wiesbaden 1963.
- KUSS, S. E.: Ein Beitrag zur Korrelierung des südwestdeutschen Aquitans. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1963**, 1, S. 11–18, 4 Abb., Stuttgart 1963.
- MATZAT, W.: Anerbensitte und Gewinnflur — untersucht am Beispiel Richelbach im Odenwald. — Rhein-Main.Forsch., **54**, S. 25–40, 1 Abb., 4 Tab., Frankfurt/Main (Kramer) 1963.
- NAGEL, G.: Friedberg. Versuch der Darstellung von funktionalen und strukturellen Veränderungen in Handel und Gewerbe (1928–1955). — Rhein-Main.Forsch., **54**, S. 105–117, 2 Abb., 1 Tab., Frankfurt/Main (Kramer) 1963.
- NICKEL, E.: Gesichtspunkte zu Gefügestudien in Odenwald-Gneisen. II. Vergleich von Phasenabfolgen im Kristallin des südlichen Bergsträsser Odenwaldes. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1963**, 12, S. 659–668, 1 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1963.

- OBST, J.: Zur Dreizelgenbrachwirtschaft im Kreis Marburg nach dem „regstrum curiarum“ des Deutschen Ordens aus dem Jahre 1358. — Rhein-Main.Forsch., 54, S. 9—23, 4 Abb., 4 Tab., Frankfurt/Main (Kramer) 1963.
- OEHME, R.: Pläne und Versuche einer kurpfälzischen Landesaufnahme im 18. Jahrhundert. — Ber. deutsch. Landesk., 31, 2, S. 416—446, Bad Godesberg 1963.
- OKRUSCH, M.: Bestandsaufnahme und Deutung dioritartiger Gesteine im südlichen Vorpessart. Ein Beitrag zum Dioritproblem. — Geologica Bavarica, 51, S. 3—107, 34 Abb., 28 Tab., 3 Beil., München 1963.
- Zur Genese dioritischer Gesteine im südlichen Spessartkristallin. — Fortschr. Mineral., 40, S. 65, Stuttgart 1963.
- POPPE, G.: Die Bundeswasserstraßen im Jahre 1962. — Bautechnik, 40, 11, S. 365—377, 1963.
- PREUSCHOFF, H.: Jungsteinzeitliche Menschenreste aus Hessen. — Umschau, 63, 22, S. 706—707, 2 Abb., Frankfurt/Main 1963.
- PÜNTMANN, E.: Kontinuierliche Messungen des atmosphärischen Aerosols im Vorder-Taunus; seine Wetterabhängigkeit und seine hygienische Bewertung. — Zbl. biol. Forsch., 11, 3, S. 189—223, 1963.
- QUITZOW, H. W.: Mittelrhein und Niederrhein. — In: QUITZOW, H. W., WAGNER, W. & WITTMANN, O.: Die Entstehung des Rheintales vom Austritt des Flusses aus dem Bodensee bis zur Mündung. — Beitr. z. Rheink., 14, S. 35—47, 4 Abb., Koblenz 1963.
- , WAGNER, W. & WITTMANN, O.: Die Entstehung des Rheintales vom Austritt des Flusses aus dem Bodensee bis zur Mündung. — Beitr. z. Rheink., 14, S. 10—47, 3 Abb., 7 Taf., Koblenz 1963.
- RADERMACHER, W.: 50 Jahre Flußüberwachung im Gebiet der Werra und Fulda. — Die Weser, 37, 12, S. 149—150, 1963.
- RADIG, F.: Notizen zur Aktuo-Geologie. 171. Bericht: Exogene Dynamik, Juli bis September 1963. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1963, 11, S. 651—658, Stuttgart 1963. [Gewitter in Gießen]
- SCHAARSCHMIDT, F.: Sporen und Hystrichosphaerideen aus dem Zechstein von Büdingen in der Wetterau. — Palaeontographica (B), 113, S. 38—91, 29 Abb., 1 Tab., 10 Taf., Stuttgart 1963.
- SCHÄFER, A.: Die Pflanzenwelt in und um Ludwigshafen am Rhein. — Pollichia, (III), 10, S. 5—67, 7 Abb., Bad Dürkheim 1963.
- SHELLMANN, TH.: Erwähnungen und Deutungen mariner Tertiärvorkommen in Niederrhessen vor dem Jahre 1820. — Jber. wetterau. Ges. gesamt. Naturk., 115—116, S. 43—51, Hanau 1963.
- SCHUEERBRANDT, A.: Stadtkartierungen im Odenwald: Michelstadt—Erbach—Beerfelden. — Der Odenwald, 10, 2, S. 57—64, 2 Abb., Darmstadt 1963.
- SCHOTTLER, W.: Bericht zum 10jährigen Bestehen des Geologischen Landesamtes Rheinland-Pfalz am 1. April 1963. — Mainz 1963.
- SIEVERTS-DORECK, H.: Zur Verbreitung der Echinoidea im Perm. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1963, 3, S. 117—136, Stuttgart 1963. [Wetterau]
- STRIENITZ, R.: Paragenetische und geochemische Untersuchungen verschiedener Salzgesteine der Flöze Thüringen und Hessen. — Geologie, 12, S. 1113—1114, Berlin (Akad.-Verl.) 1963.
- TOBIEN, H.: JOHANN HEINRICH MERCK als Naturforscher. Paläontologische und osteologische Studien. — Mercksche Familien-Z., 21, S. 117—147, 4 Taf., 1963.
- TRIEBEL, E.: Ostracoden aus dem Sannois und jüngeren Schichten des Mainzer Beckens: 1. Cyprididae. — Senck. leth., 44, 3, S. 157—207, 12 Taf., Frankfurt/Main 1963.
- WACHS, B.: Zur Kenntnis der Oligochaeten der Werra. — Arch. Hydrobiolog., 59, 4, S. 508—514, 1963.
- WAGNER, W.: Der Rhein im Rheinalgraben und im Mainzer Becken. Eine Schiffsreise von Karlsruhe nach Bingen. — In: QUITZOW, H. W., WAGNER, W. & WITTMANN, O.: Die Entstehung des Rheintales vom Austritt des Flusses aus dem Bodensee bis zur Mündung. — Beitr. z. Rheink., 14, S. 22—34, 1 Abb., Koblenz 1963.

- Ausbau der Nidda. Regelung der Abflußverhältnisse im Niederschlagsgebiet. — 26 S., 3 Anl., Friedberg/Hess. (Hess. Min. Landwirtsch. u. Forsten) 1963.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Ergänzungsh., Land Hessen, Rhein-Weser-anteil, Abflußjahr 1962. — 99 S., 1 Kte., Wiesbaden (Hess. Min. Landwirtsch. u. Forsten, Abt. Wasserwirtsch.) 1963.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Rheingebiet, Abflußjahr 1961. — 254 S., 7 Ktn., Mainz (L.-Amt Gewässerk. Rheinland-Pfalz) 1963.
- Hessen unter den Bundesländern. — Hessenkunde d. Hess. Stat. L.-Amtes, 4, Wiesbaden 1963.

1964

- ARNETZL, H.: Der Ebersteiner Kalkstein. — Heimatkal. Kreis Wetzlar, 14, S. 77—82, 4 Abb., Wetzlar 1964.
- ATZBACH, O.: Geologische Ergebnisse der Weinbergskartierung in der Pfalz. — Jber. u. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. 46, S. 129—131, Stuttgart 1964.
- BARGON, E.: Die Bodenkartierung 1:25 000 unter besonderer Berücksichtigung des Blattes Wiesbaden. — Z. deutsch. geol. Ges., 114, 3, S. 719—721, Hannover 1964.
- BECKER, F. K.: Alzey. Eine Aufgabe für die landesgeschichtliche Forschung. — Alzeyer Gesch.-Bl., 1, S. 125—136, Alzey 1964.
- BERCKHEMER, H.: Das Erdbeben vom 10. 2. 1964 in Offenbach a. Main. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 92, S. 255—260, 1 Abb., Wiesbaden 1964.
- BERG, K.: Wasserwirtschaftliche Aufgaben in Hessen. — Staatsanz. Land Hessen, Sonderausg., S. 5—7, Wiesbaden 1964.
- BIK, E. TH. A.: An aberrant Nonionid from the Miocene of the Mayence basin. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 92, S. 68—74, 3 Abb., 1 Taf., Wiesbaden 1964.
- BLEITNER: Der Lullusbrunnen wird neu gebohrt. — Kurzeitung, 38, 17, 1 S., 1 Abb., Bad Hersfeld (Hess. Staatsbad) 1964.
- BOTTKE, H.: Zur Kenntnis der litoralen Sedimente des Zechsteins und seiner Gipslagerstätten bei Adorf/Krs. Waldeck. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 92, S. 179 bis 201, 6 Abb., 5 Tab., 2 Taf., Wiesbaden 1964.
- Über ein weiteres Vorkommen von Quecksilbererzen im Raum Königsberg/Krs. Wetzlar. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 92, S. 250—254, 1 Tab., 1 Taf., Wiesbaden 1964.
- BUSSE, E.: Die Gastropoden-Gattungen *Undularia* KOKEN und *Pustularia* KOKEN im obersten Mittleren Muschelkalk des westlichen Meißner-Vorlandes. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 92, S. 29—51, 5 Tab., 2 Taf., Wiesbaden 1964.
- BUZENGEIGER: Schifffahrt. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda, E 145—150, 2 Abb., Wiesbaden 1964.
- CREYTZ, D. v.: Die Gezeiten- und Luftdruckwirkung im überfluteten Reichenbergschacht. — Z. Geophys., 30, S. 141—151, 6 Abb., Würzburg 1964.
- DANIEL, W.: Der Kalkofen des Philipp Leidolf I. in Holzhausen um 1889. — Heimatkal. Kreis Wetzlar, 14, S. 98—103, 7 Abb., Wetzlar 1964.
- DAVIDS, H.: Die Wasserversorgung der Stadt Langen. — In: Festschr. Einweihung des Wasserwerkes West der Stadtwerke GmbH., Langen (Hessen) am 20. Mai 1964, 4 S., Langen 1964.
- DIEDERICH, G. & LAEMMLEN, M.: Das obere Biebental im Nordspessart. Neugliederung des Unteren Buntsandstein, Exkursionsführer und geologische Karte. Mit einem Beitrag von VILLWOCK, R. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 48, 34 S., 2 Abb., 5 Tab., 4 Taf., 1 Kte., Wiesbaden 1964.
- FALKE, H.: Zur Tektonik des Rotliegenden im Saar- und Nahe-Gebiet. — Jber. u. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. 46, S. 35—51, 5 Abb., Stuttgart 1964.
- FELDT, L. G.: Hessisches Wassergesetz vom 6. Juli 1960. Kommentar. — Wasserrecht u. Wasserwirtsch., 6, Berlin (E. Schmidt) 1964.
- FINKENWIRTH, A.: Die Versenkung der Kaliabwässer im hessischen Anteil des Werra-Kalireviere. — Z. deutsch. geol. Ges., 116, 1, S. 215—230, 6 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Hannover 1964.

- FINKENWIRTH, LIPPERT & VILLWOCK: Lagerstätten. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda, E 22—24, Wiesbaden 1964. [Erläuterungen zu FINKENWIRTH & MOTZKA: Kte. „Lagerstätten“.]
- & MATTHES: Geologie. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda, E 19—20, Wiesbaden 1964. [Erläuterungen zu RÖSING: Kte. „Geologie“.]
- — : Tektonik. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda, E 21, Wiesbaden 1964. [Erläuterungen zu FINKENWIRTH & MOTZKA: Kte. „Tektonik“.]
- & MOTZKA: Tektonik. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda, 1 Kte. 1:300 000, Wiesbaden 1964.
- — : Lagerstätten. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda, 1 Kte. 1:300 000, Wiesbaden 1964.
- FÜCHTBAUER, H.: Fazies, Porosität und Gasinhalt der Karbonatgesteine des norddeutschen Zechsteins. — Z. deutsch. geol. Ges., **114**, 3, S. 484—531, 10 Abb., 3 Tab., 3 Taf., Hannover 1964.
- GLASHOFF, H.: Ostrakoden-Faunen und Paläogeographie im Oxford NW-Europas. — Paläont. Z., **38**, 1/2, S. 28—65, 3 Abb., 4 Tab., 2 Taf., Stuttgart 1964. [„Hessische Straße“.]
- GUYOT, W. & PAULITSCH, P.: Quarzfugen-Indizierung am Röntgen-U-Tisch. — N. Jb. Mineral., Mh., **1964**, 9—11 (Br. Sander-Heft), S. 284—294, 5 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1964. [Quarzporphyr von Groß-Umstadt]
- HAMMEL, H.: Gegenwärtige Probleme der Wasserversorgung, insbesondere in Ballungszentren. — Staatsanz. Land Hessen, Sonderausg., S. 22—24, 2 Abb., Wiesbaden 1964.
- Ordnung der Wasserversorgungsverhältnisse in einem Teilgebiet Hessens am Beispiel des Gruppenwasserwerkes Vorderrhön. — Staatsanz. Land Hessen, Sonderausg., S. 27—28, 1 Abb., Wiesbaden 1964.
- Reinhaltprobleme an hessischen Gewässern. — Staatsanz. Land Hessen, Sonderausg., S. 31—33, 1 Abb., Wiesbaden 1964.
- Ordnung der Abwasserhältnisse in einem Abwasserschwerpunkt am Beispiel des Gruppenklärwerkes Wetzlar. — Staatsanz. Land Hessen, Sonderausg., S. 35—38, 3 Abb., Wiesbaden 1964.
- Die Abwasserverhältnisse in Hessen. — Korrespondenz Abwasser, 7, S. 12—13, 1964.
- HAUSCHULZ, J.: Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung und Landesraumordnung. — Staatsanz. Land Hessen, Sonderausg., S. 13—16, 1 Abb., Wiesbaden 1964.
- Hochwasserdienst und Katastrophendienst. — Staatsanz. Land Hessen, Sonderausg., S. 19—21, 2 Abb., Wiesbaden 1964.
- HEIL, R.: Kieselschwamm-Nadeln im Ölschiefer der Grube Messel bei Darmstadt. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 60—67, 3 Abb., Wiesbaden 1964.
- HENNINGSEN, D. & STEGEMANN, W.: Ein Basalt/Tuff-Profil am Ölberg östlich Gießen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 154—159, 3 Abb., Wiesbaden 1964.
- HENNE, H.: Die Beseitigung der Kaliabwässer. — Die Weser, **38**, 2, S. 19—20, 1964.
- HÖLTING & MATTHES: Grundwasserleiter und Grundwasserhöflichkeit. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda, E 91—92, 1 Kte. 1:300 000, Wiesbaden 1964.
- & STENGEL-RUTKOWSKI, W.: Beiträge zur Tektonik des nordwestlichen Vorlandes des basaltischen Vogelsberges, insbesondere des Amöneburger Beckens. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **47**, 37 S., 2 Taf., Wiesbaden 1964.
- & THEWS: Grundwasserbeschaffenheit. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda, E 93—95, 1 Kte. 1:300 000, Wiesbaden 1964.
- ILLIES, H.: Aus der Erdgeschichte von Bergzabern. — Kurbl. Bergzabern, 6, S. 1—2, 1964.
- Bau und Formengeschichte des Dahner Felsenlandes. — Jber. u. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. **46**, S. 57—67, 4 Abb., Stuttgart 1964.
- KREBS, W. & RABIEN, A.: Zur Biostratigraphie und Fazies der Adorf-Stufe bei Donsbach (Conodonten- und Ostracoden-Chronologie, Oberdevon I, Rheinisches Schiefergebirge, Dillmulde). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 75—119, 3 Abb., 3 Tab., 2 Taf., Wiesbaden 1964.

- KÜMMERLE, E.: Das Profil der Bohrung Großkarben 2. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 265—266, Wiesbaden 1964.
- KUTSCHER, F.: Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. 7. Spülsäure in Schichten der Kaisergrube von Gemünden. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 261—264, 1 Taf., Wiesbaden 1964.
- Die Verwendung von künstlichen Papieren (Faserprodukte) für den Druck geologischer Karten. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 286—290, 1 Abb., Wiesbaden 1964.
- KARL KOCHS Denkmal im Nerotal bei Wiesbaden. — Jb. nassau. Ver. Naturk., **97**, S. 29—36, 1 Taf., Wiesbaden 1964.
- Schriften und Geologische Karten von WILHELM WAGNER. Zusammengestellt anlässlich seines 80. Geburtstages. — 8 S., Wiesbaden (Hess. L.-Amt Bodenforsch.) 1964.
- & KÜMMERLE, E.: Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. 6. Die Conularien-Arten des Hunsrückschiefers. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 52—59, 1 Abb., 2 Taf., Wiesbaden 1964.
- LOTZE, F.: Aktuogeo-logische Charakteristik des Jahres 1962. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1964**, 1, S. 1—24, 7 Tab., Stuttgart 1964.
- LUDWIG, G.: Beziehungen zwischen Metallgehalten und Paläogeographie des grauen Hardegen-Tones (Mittl. Buntsandstein) im Werra-Leine-Gebiet. — Z. deutsch. geol. Ges., **114**, 3, S. 695—696, Hannover 1964.
- LÜTKEMANN, J.: Wasser und Wald. — In: Festschr. Einweihung d. Wasserwerks d. Stadtwerke GmbH Langen (Hessen) am 20. Mai 1964, 2 S., Langen 1964.
- MARTINI, H.-J.: Leistung und Ergiebigkeit der deutschen Erdgasfelder, Aussichten neuer Erdgasexplorationen im Raum der Bundesrepublik Deutschland und des benachbarten Auslandes unter Berücksichtigung der in Vorbereitung befindlichen Explorationen im deutschen Küstenvorland. — GWF, **105**, 41, S. 1123—1132, 1964.
- MATTHESS, G.: Zur Vergrusung der magmatischen Tiefengesteine des Odenwaldes. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 160—178, 1 Abb., Wiesbaden 1964.
- Hessisches Geologisches Schrifttum 1963. Mit Nachträgen aus den Jahren 1939 bis 1962. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 306—325, Wiesbaden 1964.
- Das Einzugsgebiet der Fulda. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda, E 82 bis 83, 1 Abb., Wiesbaden 1964.
- Niedrigwasserabfluß und Grundwasserneubildung. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda, E 84—90, 4 Tab., Wiesbaden 1964.
- Geologische Verhältnisse an den Sperrstellen. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda, E 126, 1 Tab., Wiesbaden 1964.
- & BUSCHNER: Abflußpenden bei Niedrigwasser 1959. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda, 1 Kte. 1:300 000, Wiesbaden 1964.
- , HOFMANN, U. & BOEHM, H.-P.: Zur Verteilung der Tonminerale in den mittelo-zänen Schichten der Grube Messel bei Darmstadt. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 202—211, 3 Abb., 3 Tab., Wiesbaden 1964.
- & THEWS, J.-D.: Gaging of low-water as means of investigation of the hydrogeological conditions of a region. — Assemblée générale de Berkeley de l'U. G. G. I., Ass. int. d'Hydrol. sci., publ. **63**, S. 389—392, 2 Abb., Gentbrugge 1964.
- MITTMEYER, J.: Zur Geologie des Aartaales im Taunus. — Z. deutsch. geol. Ges., **114**, 3, S. 707, Hannover 1964.
- MÜLLER-STEFFEN, K.: Neue oberdevonische Ostracoden (Familia Entomozoidae) aus dem Oberharz. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **119**, 2, S. 157—171, 2 Taf., Stuttgart 1964.
- NÖRING, F.: Die geologischen und hydrogeologischen Grundlagen der Wasserversorgung der Stadt Langen. — In: Festschr. Einweihung d. Wasserwerks West d. Stadtwerke GmbH Langen (Hessen) am 20. Mai 1964, 4 S., 1 Abb., Langen 1964.
- NICKEL, E.: Gesichtspunkte zu Gefügestudien in Odenwald-Gneisen. III. Vergleich von Phasenabfolgen im Kristallin der Zwischenzone und des Böllstein. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1964**, 1, S. 30—42, 2 Tab., Stuttgart 1964.

- PFLUG, H. D.: Anwendung der Photometrie in der Geologie. — Z. deutsch. geol. Ges., **114**, 3, S. 713, Hannover 1964. [Beispiele: Kaliflöz Hessen des Werra-Gebietes, 2 Profile aus dem Schiefergebirge, Basaltgang von Großen Busseck (Kreis Gießen).]
- & WERDING, L.: Kalksinter und Rotlehme in Kalkspalten des Massenkalkes von Pohl-Göns (Blatt 5518 Butzbach). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 126 bis 138, 4 Abb., 1 Tab., Wiesbaden 1964.
- PULVER, W.: Entwicklung, Organisation und Aufgaben der Wasserwirtschaftsverwaltung. — Staatsanz. Land Hessen, Sonderausg., S. 8–10, 2 Abb., Wiesbaden 1964.
- Finanzhilfen des Staates bei der Lösung wasserwirtschaftlicher Aufgaben. — Staatsanz. Land Hessen, Sonderausg., S. 63–66, 3 Abb., Wiesbaden 1964.
- REUL, K.: Bemerkung zu einer Bohrung im Untermiozän des Vogelsberg-Nordostrand. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 267–269, Wiesbaden 1964.
- RICKES, F.: Das Feldwegenetz als wichtigstes Mittel zur Lösung des landwirtschaftlichen Transportproblems — Stand des Ausbaues in Hessen. — Staatsanz. Land Hessen, Sonderausg., S. 49–53, 5 Abb., 3 Tab., Wiesbaden 1964.
- Wechselbeziehungen zwischen Landschaft und Wasser. — Staatsanz. Land Hessen, Sonderausg., S. 41, 43–47, 5 Abb., Wiesbaden 1964.
- RÖSING: Geologie. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda, 1 Kte. 1:300000, Wiesbaden 1964.
- SCHENK, E.: Basalt-Vulkanismus und Aquitan bei Allertshausen im Lumdatal nordöstlich von Gießen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 223–249, 4 Abb., 1 Taf., Wiesbaden 1964.
- Das Quartärprofil in den Braunkohlentagebauen bei Berstadt und Weckesheim (Wetterau). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 270–274, Wiesbaden 1964.
- Die geologischen Erscheinungen der Subfusion des Basaltes. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **46**, 31 S., 6 Abb., 2 Tab., 16 Taf., Wiesbaden 1964.
- SCHIRMER, H.: Klimatologie. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda, E 41–57, 18 Tab., 6 Ktn., Wiesbaden 1964.
- SCHNEIDER, F. K.: Wasserrecht in Hessen. — Staatsanz. Land Hessen, Sonderausg., S. 55–61, 4 Abb., Wiesbaden 1964.
- SCHNITZER, W. A.: Zur Paläogeographie des Buntsandsteins in Mainfranken. — *Geologica Bavarica*, **53**, S. 7–11, 1 Abb., München 1964.
- SCHÖNHALS, E.: Boden. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda, 1 Kte. 1:300000, Wiesbaden 1964.
- SEMMELE, A.: Junge Schuttdecken in hessischen Mittelgebirgen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 275–285, 3 Abb., 1 Tab., Wiesbaden 1964.
- Boden. — In: Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda, E 18–19, Wiesbaden 1964. [Erläuterungen zu SCHÖNHALS: Kte. „Boden“.]
- SONNE, V.: Erdgeschichte — Ewige Wandlung. — *Alzeyer Gesch.-Bl.*, 1, S. 5–23, 16 Abb., Alzey 1964 [Mainzer Becken].
- STEGEMANN, W.: Zur Datierung der Rockenberger und Ostheimer Schichten in der Wetterau und Allgemeines zur Sporenstratigraphie im Chatt/Miozän Hessens. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 139–153, 3 Abb., Wiesbaden 1964.
- STELLRECHT, R.: Der tertiäre Vulkanismus bei Forst am Pfälzer Rand des Oberrheingrabens. — *Jber. u. Mitt. oberrhein. geol. Ver.*, N. F. **46**, S. 97–128, 11 Abb., Stuttgart 1964.
- STROBACH, K.: Kolloquium der Deutschen Forschungsgemeinschaft zum Schwerpunktprogramm: Geophysikalische Erforschung des tieferen Untergrundes Mitteleuropas. — *Z. Geophys.*, **30**, 5, S. 249–253, Würzburg 1964.
- STÜMPPEL, B.: Aus der Ur- und Frühgeschichte des Kreises Alzey. — *Alzeyer Gesch.-Bl.*, 1, S. 24–63, 28 Abb., Alzey 1964.
- TABORSZKY, F.: Beiträge zur Petrogenese der Neunkircher Höhe (Odenwald). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 212–215, 1 Taf., Wiesbaden 1964.

- TOBIEN, H.: Paläontologische Forschungen mit radiologischen Methoden. — Ber. über 44. Tag. deutsch. Röntngengesellsch. vom 24.—28. 4. 1963 in Baden-Baden, A, S. 11 bis 22, 9 Abb., Stuttgart (Thieme) 1964.
- Säugerreste aus der obermiozänen Kieselgur von Beuern/Vogelsberg. — Z. deutsch. geol. Ges., **114**, 3, S. 714, Hannover 1964.
- VILLWOCK, R.: Zur Petrographie der Basalte. — In: DIEDERICH, G. & LAEMMLEN, M.: Das obere Biebental im Nordspessart. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **48**, S. 27 bis 32, 3 Tab., 2 Taf., Wiesbaden 1964.
- WALGER, E.: Über die Entstehung des „Calcit-Achats“. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 216—222, 1 Abb., 2 Taf., Wiesbaden 1964.
- WIENKE, W.: Wasser als Wirtschaftsgut. — In: Festschr. Einweihung d. Wasserwerkes West d. Stadtwerke GmbH, Langen (Hessen) am 20. Mai 1964, 2 S., Langen 1964.
- WIESNER, E.: Neue Beobachtungen aus dem Rotliegenden der Wetterau. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 120—125, Wiesbaden 1964.
- WOLF, K.: Die Konzentration von Versorgungsfunktionen in Frankfurt am Main. Ein Beitrag zum Problem funktionaler Abhängigkeit in Verstädterungsregionen. — Rhein-Main.Forsch., **55**, 159 S., 12 Abb., 22 Tab., Frankfurt/Main (Kramer) 1964.
- Ein Bohrer stößt in die Tiefe. Die Suche nach einem neuen Lullusbrunnen verläuft programmgemäß. — Kurzeitung, **38**, 18, 2 S., 3 Abb., Bad Hersfeld (Hess. Staatsbad) 1964.
- Festschrift zur Einweihung des Wasserwerks West der Stadtwerke GmbH, Langen (Hessen) am 20. Mai 1964. — 28 S., Langen 1964.
- German Research Group for Explosion Seismology: Crustal structure in Western Germany. — Z. Geophys., **30**, 5, S. 209—234, Würzburg 1964.
- Jahresbericht der Bergverwaltung des Landes Nordrhein-Westfalen für das Jahr 1963. — 144 S., 74 Abb., 14 Tab., Anl. (162 Tab.), Düsseldorf (Min. Wirtsch., Mittelstand und Verkehr) 1964.
- Tätigkeitsbericht des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung für die Zeit vom 1. 1.—31. 12. 1963. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **92**, S. 291—305, Wiesbaden 1964.
- Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Fulda. — 15+197+49+60+15+2 S., 136 Tab., 74 Abb., 1 Atlas (2 S., 78 Ktn.), Wiesbaden (Hess. Min. Landwirtsch. u. Forsten, Abt. Wasserwirtschaft) 1964.

Manuskript eingegangen am 18. März 1965

Autorenregister, Sach- und Ortsregister, Fossilregister

Autorenregister

- AHLBURG, J. 210, 222
- BACKHAUS, E. 112-140
- BAIER, E. 231
- BERG, D. E. 68-72
- BIERTHER, W. 320, 321
- BIRCH, FR. 276
- BISGIEL, W. 230
- BLANCKENHORN, M., 149-151, 162, 165, 170
- BOETTGER, C. R. 202
- BOETTGER, O. 196, 197, 200, 202, 203
- BÖGER, H. 99, 108
- BOTTKE, H. 210
- BREDDIN, H. 32, 78
- BROIL, F. 8, 26, 332
- BROKE, C. 244
- BROSIUS, M. 230, 234, 235, 239, 262
- BÜTTNER, K. 200
- CASTER, K. E. 43
- CHELIUS, C. 114, 119, 123, 126, 127, 131, 132, 136
- COPPENS, R. 231, 255, 282
- DAHLGRÜN, F. 99, 102-104
- DEGENS, E. 320, 321
- DEGNER, E. 200
- DENGLER, H. 209, 210
- DIETZ, C. 203
- DENCKMANN, A. 99, 102, 148, 149
- DIEDERICH, G. 141-146
- DIENEMANN, W. 148-150
- EHRENBERG, K. H. 334-337
- EHRMANN, P. 200-202
- EICHHOLZ, G. 242, 248, 254, 270, 282
- EMERY, K. O. 218
- ENGELS, B. 44
- FALKE, H. 188
- FAUL, H. 252, 275
- FAVRE, J. 200
- FINDEISEN, H. K. 233
- FISCHER, K. 68-70, 72
- FRENZEL, G. 282, 290
- FRONDEL, CL. 274
- FUCHS, A. 26, 31, 74-75, 77-83
- GASCHE, E. 120
- GEFFROY, J. 262
- GEINITZ, H. B. 121, 127, 131
- GEYER, D. 199, 201
- GIRTY, J. 48, 50
- GLASER, A. 231
- GLASHOFF 197
- GOLDFUSS, O. 200-202
- GOLDSCHMIDT, V. M. 252, 257, 272
- GRAHLE 203
- GRAMANN, F. 148, 164, 169
- GRANGER, W. 68, 70
- GROSS, W. 7-18
- GRUPE, O. 159
- GUNAWARDEAN, A. 191
- GUNZERT, G. 149, 150, 159
- HARRASSOWITZ, H. 295
- HÄSSLEIN, L. 199
- HÄUSER, F. 303
- HECKMANN, F. 150, 161-163, 170
- HECHT, G. 121
- HEIL, R. 129
- HEINRICH, E. W. M. 277, 278
- HELKE, A. 231, 282
- HELMS, J. 216
- HENNINGSEN, D. 180, 184, 208, 209, 219, 220, 222
- HENTSCHEL, H. 125, 231, 267, 282
- HENTSCHEL, H. E. 130, 136
- HERRMANN, A. 148, 151, 154, 159, 267
- HERRMANN, G. 231, 267
- HEYNEMANN, D. F. 202
- HILBORN, J. 242, 248, 270, 282
- HIRMER, M. 332
- HOCH, U. 162, 168, 169

- HOEHNE, K. 276
 HOLTZ, S. 183
 HORN, M. 99—111, 322—327
 HUCKRIEDE, R. 196—206
 HURLEY, P. M. 245
 HYATT, A. 52, 54

 ILLIES, H. 136
 IWANTSCHIEFF, G. 313

 JACOBSSHAGEN, V. 196, 200, 201, 324
 JAECKEL, S. 199—202
 JAEGER, H. 12
 JAEKEL, O. 63—65
 JEDWAB, J. 274

 KAHR, V. P. 230, 234, 235, 237
 KARSCHNY, A. 338—345
 KAYSER, E. 25, 26, 148, 197
 KAYSER, J. E. 348, 349
 KEGEL, W. 177, 210, 212, 220
 KLEIN, W. 311—321
 KLEMM, G. 114, 123, 124, 126, 136, 137,
 199, 202
 KLÜPFEL, W. 131, 137, 301
 KNOBLOCH, E. 183
 KOCH, C. 201, 343
 KÖBRICH, C. 312, 313, 319, 320
 KOENEN, A. v. 340
 KOHL, E. 267, 276, 278
 KORITNIG, S. 351—353
 KRAUSP 200, 202
 KREBS, W. 209, 219
 KUBELLA, K. 312
 KULICK, J. 148, 151, 230, 235, 278
 KÜMMERLE, E. 334—340, 343
 KUPFAHL, H. D. 148, 156
 KUTSCHER, F. 19—46, 61—67, 331—337,
 348—356

 LADD 218
 LAEMMLEN, M. 142, 261
 LAMBRECHT, K. 68, 69
 LANG, H. D. 149, 197, 237, 240, 326
 LANGSDORF, W. 303—310
 LEHMANN, W. M. 39, 42—44, 63, 65
 LEUTERITZ 197
 LIPPERT, H.-J. 210
 LOŽEK, V. 200—202
 LUDWIG, G. 261
 LUNGE, P. W. DE 242

 McMAHON, C. 242, 248, 270, 282
 MARTIN, G. 311—321

 MARTINI, H. J. 240, 324, 325
 MATTHESS, G. 375—387
 MATTHEW, W. D. 68, 70
 MEHRNUSCH, M. 187—192
 MEISCHNER, K.-D. 99, 101, 108, 109
 MEISL, ST. 229—291
 MEMPEL, G. 261
 MENZEL, H. 201
 MEYER, H. L. F. 129, 303
 MEYER, ST. 243
 MICHELS, F. 128, 131, 196, 210, 231
 MILLER, A. K. 50
 MITTMEYER, H.-G. 73—98, 334—337
 MOJSISOVICS, E. v. 58
 MÜHLHAUS, I. 176—186
 MÜLLER, G. O. 313
 MÜLLER, H. 203
 MÜNNICH 196
 MURAWSKI, H. 240, 262, 303

 NILSSON, A. 202
 NÖRING, F. 114, 130, 136, 334

 OPITZ, R. 31, 39
 OTTEMAN, J. 282
 OWEN, J. B. 50

 PAECKELMANN, W. 80—81,
 PAPROTH, E. 107
 PETERSSON, H. 252
 PFEFFER, P. 231, 246, 248, 254, 267, 270,
 282, 284
 PFLUG, H. D. 184
 PIA, J. v. 50
 PICCIOTTO, E. 244
 PLASS, W. 344, 346, 347
 PLATE, H.-P. 199
 POULAERT, G. 244
 PRANTL, F. 12, 17

 QUADE, H. 207—228

 RABIEN, A. 225
 RAMDOHR, P. 231, 267, 274, 282, 288, 351,
 352
 RASAMNAYA, E. G. 256
 REINACH, A. v. 115, 116, 120, 121, 123, 124,
 130
 RENEVIER, E. 132
 RENSCH, B. 200, 201
 REZHKOVA, E. V. 256
 RICHTER, RUD. 28, 31, 33, 39, 43, 44
 RICHTER, R. & E. 39, 42, 44, 331, 332
 RIETSCHEL, S. 177, 184
 RITZKOWSKI, S. 147—175

- ROCHOLT, J. N. 245, 254, 259
 ROEMER, F. 25
 RÖSING, F. 240, 261, 278
 RÖSLER, A. 85, 86
 ROTHE, K. 242, 270

 SANDBERGER, F. 201
 SARCIA, J. 262
 SCHAEFER, H. 69
 SCHARF, W. 267
 SCHENK, E. 292—310
 SCHINDEWOLF, O. H. 149, 153
 SCHLESCH, H. 199, 202
 SCHMID, E. 195
 SCHMIDT, H. 100, 104, 107
 SCHMIERER, T. 199—202
 SCHNEEKLOTH 199
 SCHNEIDER, H. 231
 SCHÖNHALS, E. 295, 346
 SCHOTTLER, W. 295, 297, 298, 301
 SCHÜLLER †, A. 231, 261
 SCHWALM, H. 150
 SCHWARZ, FR. 233
 SCHWARZBACH, M. 295
 SCHWEIDLER, E. R. 243
 SCHWIND, J. 199, 200
 SEILACHER, A. 27—29
 SEITZ, K. 230, 234, 235, 237
 SEMMEL, A. 346, 347
 SEREBRYAKOVA, M. B. 256
 SHEHEBRAK, O. V. 256
 SINDOWSKI, K. H. 308
 SMITH, J. P. 55, 56
 SÖFNER, R. 267, 274, 276, 278
 SOERGEL-RIETH, E. 68
 SOLLE, G. 12, 74, 76, 77, 80, 335
 SONNE, V. 193, 194
 STACH, E. 274
 STECKHAN, W. 234, 239
 STEINWEHR, H. E. v. 231
 STENSIÖ, E. 10
 STERN, T. W. 255
 STEUER, A. 342
 STEUSLOFF, U. 199—202

 STIEF, L. R. 255, 271
 STILLE, H. 240, 278
 STÖHR, W. 193, 194
 STOPPEL, D. 104
 STRAUB, E. W. 127, 128
 SZÁDECZKY-KARDOSS, E. 275
 SZALAY, S. 255, 256

 TEICHMÜLLER, M. 267, 272, 274—276, 278
 TEICHMÜLLER, R. 267, 272, 274—276, 278
 TIDELSKI, F. 201
 TOBIEN, H. 47—60, 68, 70, 165, 192
 TRACEY 218
 TRIEBEL, E. 343
 TROXELL, E. L. 70
 TRUSHEIM, FERD. 261
 TYRÁČEK 200—202

 UDLUFT, H. 168, 231, 237, 324, 326

 VANGEROW, E. F. 183
 VOGEL, J. C. 196

 WAGNER, W. 130
 WALDEN, H. W. 202, 203
 WALLISER, O. H. 12
 WEHRLICH, H. 200
 WEIGELT, J. 325
 WEILER, W. 193—195
 WEINELT, W. 133
 WENDLER, R. 322—327
 WENZ, W. 196, 201
 WERDING, L. 184
 WEYL, R. 209
 WIEGEL, H. 165
 WIESNER, E. 192
 WIRTH, E. 128, 129
 WIRTZ, R. 295

 YAGODA, H. 255

 ZIEGLER, W. 209, 216
 ZIMMERMANN, M. 313
 ZSCHOCKE, E. 267

Sach- und Ortsregister

- Aartal 90, 91
 Abentheuer 33
 Adorf-Stufe, Untere 100, 101
 — —, Mittlere 99—102
 — —, Obere 102
 Aktinium-Reihe 245
 Albersweiler 130

 α -Bahns Spuren 255, 273, 284
 α -Strahlen 255, 273, 275, 288
 Alheimer Sandstein 145
 Ältere Sand- und Tonserie 164, 169
 Altholzän 196—203
 Amöneburger Becken 196, 197, 201
 Anatas 287, 288

- Angstberg 101, 102, 104, 105
 Angstfelsen 83–84, 334–337
 Annularlobus 50
 Anthrazit 274, 275
 Antimonio Mine, Mexiko 58
 Arkose 102, 103
 Aroclor 179
 Aschkuppen-Gesteine 102, 104
asymmetrica-Zone 101
Avicula-Fazies 149, 150
Avicula-Hauptlager 149, 152
 Azurit 267–269, 274
- Bächergrund 334, 336, 337
 Bad Wildungen 99, 103, 108
 Bänderschiefer der Adorf-Stufe 100–103, 106
 Barium 252, 254, 256, 258, 272
 Baryt 252, 256–258
 Basalt 165, 236, 238, 262, 292–301, 351, 352, 354
 Basaltgang 117, 124
 Basiskonglomerat des Zechsteins 108
 Bauerbacher Sandstein 149, 150, 157
 Bauernphysik, petrogr. Begriffe 348–350
Bellerophon-Bank 334–337
 Bernbach-Bonbadener Mitteldevonsattel 211, 220–223
β-Aktivität 242, 256, 259, 275, 285
 Bewegungserscheinungen in der Hessischen Senke 322–327
 Bimstuff 346
 Blastoidea, Allgemeine Bemerkungen 63
 —, Bauplan 62
 —, Ökologie 66
 —, Stammbaum 63
 —, Systematik 62
 Blaue Kuppe 351–354
 Bleichenbach/Wetterau 303
 Bleigehalte im Boden 313–317, 320, 321
 Blödesheimer Plateau 187
 Bodenthal 334, 336, 337
 Bonbadener Massenkalkzug 216, 217
 Borken 238, 239, 246, 285, 286
 Bornhofener Schichten 87, 94
 Bornicher Schichten 73–98
 — —, Typ-Profil 74–76
 Braunfels 208
 Braunfeler Kalk 225
 Braunfels-Philippsteiner Oberdevonmulde 207–228
 Braunfels-Wetzlarer Oberdevonmulde 208
 Braunkohle, uranföhrnd, tertiär 229, 230, 232–235, 246–261, 263
 Braunkohlenfeld „Brunhilde“ 230, 237
- Braunkohlen-Quarzit 238, 247, 281–287, 290, 291
 Braunkohlensenke, Kasseler 169
 —, Niederhessische 148, 173
 Bravoit 281, 287, 291
 bretonische Faltung 99, 109, 110
 Bruchtektonik am Taunusstrand 311, 312, 319
 —, Vererzung 311, 312, 319
 Bundenbach 25, 26, 28, 30, 32, 33, 38, 39, 42, 43, 61, 64, 66, 331
 Buntkupfer 274
 Buntsandstein 351, 354
 —, kontaktmetamorph umgewandt 352, 354
 — Nordhessens, Bewegungserscheinungen 323, 324
 —, Uran-Anreicherungen im 234, 235, 261, 266, 267, 271, 277, 278
- Ceratiten-Schichten 162
 Cerithien-Schichten 188, 341, 344
 Chirotheriensandstein 158–160, 170
 Coffinit 275, 279, 288
 Colorado-Gebiet/Plateau 266, 267, 276 bis 279, 290, 291
 Conodonten, oberdevonische 99–107, 215–216
 —, unterkarbonische 99–107
Corbicula-Schichten 341–345
 Covellin 274, 281, 285, 286, 289–291
 Cuprit 274, 286, 289–291
 Cypridinenschiefer 102
 Cyrenenmergel 187f., 338
- Dachschiefer 101
 Darmstadt 114, 119, 124–128, 130, 202
 Darustwald-Schichten 334–337
 Dasberg-Stufe 100, 102, 105–106
 Deckschutt 346
 Deister 203
 Derscheid 32
 Detfurth-Folge 149, 150–153, 154, 170
 Devon/Karbon-Grenze 108–110
 Diabas 103, 108–110
Diatryma cf. *steini* 68–72
 —, Beschreibung 69–71
 —, Präparationstechnik 69
 —, Vorkommen 71
 Dietzenbach 123, 130
 Dillenburg Tuffe, s. Eisenfeld, Bunte Hangendschichten
 Dillich 232, 237–240, 246–248, 260, 263, 281, 282, 284, 286, 291
 Diskontinuitätsfläche 114

- Diskordanz, bretonische 109
 Dithiozon-Bestimmung von Blei 313
 Dittelsheim 187
 Dittershäuser Graben 147
 Doline in dev. Massenkalk 176—179
 Dorffter 277
 Dreieichenhain 113—124, 127—131, 135, 136

 Ebertsberg bei Götzenhain 123
 Eeg 85
 Eeg-Schichten 74, 76, 85, 86
 Eifel-Stufe 109
 Eisenfeld, Bunte Hangendschichten, Petrographie 219—220
 —, devonische Roteisenstein-Lagerstätte 207—228
 —, Paläogeographie 220—227
 —, Riff- und Riffdetritus-Kalk 210—217
 —, Stratigraphie 209—219
 —, Submarine Erosion 218, 219
 Enargit 274, 276
 Eozän 68
 Epizoen 331, 332
 erdmagnetische Messungen 351—354
 Eschwege 351—354
 Externlobus 49, 58, 59
 Externsattel 49, 58, 59

 Fazies, herzynische 100
 Fehlbetrag an Folgeprodukten 229, 243, 245, 248—250, 252, 262, 266, 270, 271, 278, 281, 283, 284
 Fein-Nivellement-Netz 322, 324, 326, 327
 Fischreste 339, 344
 Folgeprodukte-Defizit 254, 255, 271
 Folgeprodukte des Radiums 242, 252
 — des Urans 242, 245
 Folgeprodukte-Überschuß (= Urandefizit) 248, 249, 253
 Formsandstein, Formsand 148—150, 153
 Forstbachtal 74, 75
 Forstel-Hummetroth 132, 134
 Fossilbruchstücke in Ooiden 117
 Fossilentzerrung 78
 Frankfurt/M. 196, 202
 Frebershausen 101
 Fulda 348

 Gamma-Aktivität (-Strahlung) 231, 232, 242, 244, 249, 269, 282
 Gamma-Spektren 231, 243—245, 248—251, 271, 282, 283
 Gartenerde 349, 350
 Gastropoden, Zechstein 121

 Gau-Odernheim 187
Gattendorfia-Stufe 99, 107, 108
 Gedinne-Stufe 12, 17
 Geiseltal/Halle 68, 71
 Gellershausen 101, 102, 105, 107
 Gemünden, Hunsrück 7, 12, 25, 32, 33
 Geol. Karte 1 : 25000
 Bl. Usingen-Fauerbach 312, 318
 Gießen 292, 297
 Gießen-Klein-Linden 196
gigas-Zone 101
 Gips 274, 286
 Glanzkohle 237
 Gleichgewichtsfaktor 243, 245, 248, 254, 270, 284
 „Gleichgewichts-Methode“ 242, 243, 248 bis 250, 270, 282
 Götzenhain 113—115, 120, 129
 Grabenzonen in Nordhessen, Bewegungserscheinungen 322—326
 Graham, Texas, USA 52
 „Grebbe Steiner Störungszone“ 240
 Großen-Buseck, Krs. Gießen 292—301
 Großenritte 230, 237
 Großer Bruch bei Traisa 197, 200
 Grube Katzenberg, Eifel 11
 Gundernhausen 114, 130, 135, 137
 Gyttha von Gießen-Klein-Linden 196

 Hahnstättener Mulde 94
 Hangenberg-Kalk 107
 — -Schichten 103, 106—110
 Hardeggen-Folge 149, 150, 154—157, 170, 235, 261
 Hauptkonglomerat des Schwarzwaldes 144
 Heidelberg, Perm 132, 137
 Hemberg-Stufe 99, 100, 102, 104—106, 110
 Henry County, Montana, USA 50
 Heppenheim 129
 Herdorfer Gruppe 335—337
 Hermannstein b. Wetzlar 176—178, 184
 Herrnsheim 193, 194
 Herrstein 33
 Hessische Senke 229, 237, 241, 261—263, 281, 291, 322—327
 Hessisches Geologisches Schrifttum 375—387
 Hessisches Landesamt für Bodenforschung, siehe Tätigkeitsbericht des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung
 Hetschbach 134
 Hochheim am Main 338
 Hochheimer Berg 341—345
 Hohensteiner Antiklinale 94

- Hohe Wurzel b. Wiesbaden 347
 Holzbachtal 84
 Holzhausen i. Reinhardswald 232–235, 240
 Holzhausener Graben 232–235
 Hosselkus Limestone, California, USA 55, 56
 Howard, Kansas, USA 48, 50
 Hubertus, Grubenfeld bei Ziegenberg 315–320
 Hundsdorf 103
 Hundsdorfer Sattel 103, 104, 105, 108–110
 Hünfeld 348, 350
 Hunsrücksschiefer 7, 11, 12, 19, 20, 27, 28, 32–35, 38, 39, 42–45, 61–67, 331, 332
 Hydrobien-Schichten 341, 342, 344
 Hydrothermale Erzgänge am Taunus-Ostrand 311–321
 –, Bleiglanz 312, 313, 318, 319
 –, Buntkupferkies 312, 313
 –, Cerussit 312, 313
 –, Fahlerze 312, 313
 –, Kupferkies 312, 313, 319
 –, Kupferlasur 312, 313
 –, Malachit 312, 313, 320
 –, Pyromorphit 312
 –, Rotkupfererz 312, 313
 Idait 281, 285, 286, 289–291
 Ihringshausen-Ost, Grube 230, 232, 233, 236, 240, 246–251
 Imsbach (Rheinpfalz), Kupferlagerstätte 320
 Infrazechstein 131, 137
 Inkohlungshöfe 266, 274, 275, 279
 Internlobus 49, 58, 59
 Internsattel 49, 58
 Ionium 252, 255
 Käfer-Deckflügel 199
 Kahlenberg 105, 106
 Kaisergrube, Gemünden 332
 Kalkalgen, marin 120–122, 129
 Kalkbank, Auflösung 117
 Kalkmudde von Schräck 196–203
 Kalktuff, Ahlersbach 201
 –, Bornmühle bei Rendel 201
 –, Hirsch-Kopf im Deister 203
 –, Weyer 197
 Kartierung von Erzlagerstätten 311, 318, 320, 321
 –, Ansatz geophysikalischer Arbeiten 312
 –, in ariden Gebieten 320
 –, in Entwicklungsländern 311, 320
 Kassel 230, 233, 236, 237, 322, 324, 325
 Kasseler Graben 233, 240
 Katzenelnbogener Antiklinale 94
 Kaub 25, 31, 32, 61, 64, 65
 Kauber Schichten 76, 84, 91, 92, 331, 332
 Kellersbüschchen s. Dreieichenhain
 Kellerwald 147, 148, 165
 –, Bewegungerscheinungen 322–325
 –, nördlicher 99, 102, 103, 107, 109
 –-Schwelle 169
 Kieselschiefer, Kulm- 103, 108, 109
 Kilianstädten 131
 Kirn 34
 Kirschbornweiher s. Dreieichenhain
 Kleinern 101–103, 106, 108
 Klopp-Berg 187f.
 Klufftektonik 166–168, 173
kockeli-dentilineata-Zone 107
 Korbach 277
 Kreidevorkommen von Hermannstein, Datierung 182, 183
 –, Doline in dev. Massenkalk 178
 –, limn. 176–186
 –, Mineralbestimmungen 179, 180
 –, Profil 178, 179
 –, Sporenaufbereitung 180
 –, Sporenlisten 181, 182
 Kunstfaserstoffe 356
 Kupfer 260, 270, 276, 279, 289
 Kupferbergbauversuch 114
 Kupfergehalte im Boden 313–317, 319–321
 Kupferglanz 274, 290, 291
 Kupferkies 274, 281, 285–291
 Kupferschiefer 229, 261, 263, 266, 278, 279
 Laacher See-Tuff 197, 203
 Lahn-Dill, Lagerstätten-Typus 207–228
 Laimen 349, 350
 Landschneckenkalk 344
 Langen 113, 114, 123
 Laterallobus 49
 Laterit, Vogelsberg 292–301
 Lebensspuren 117, 118
 Leiselheim 193, 194
 Letten 349, 350
 Liegende Alaunschiefer 99, 103, 105–110
 Lochkover Schichten (e) 12, 17
 Lockerbraunerde 346
 Lutetien 71
 Mainzer Becken, Miozän 341–345
 Malachit 267–269, 274
 Marburg/Lahn 197

- Marburger Bausandstein 149, 150, 154
 Marie-Trost, Grube 232, 237, 246–248
 Markasit 281, 287–289
 Mayen 33
 Mehlen 104
 Melanionton 164, 169
 Melaphyr 120, 123–127, 130, 136
 Melnikovitpyrit 281, 287, 288, 291
 Mengerlinghausen 277
 Messel/Darmstadt 68, 71
 —, Perm 123, 127
 Meta-Torbernit 281, 285–291
 Meta-Zeunerit 266, 273–279
 Mitteldevon 100, 101, 109, 110
 Mittelmeer-Mjösenzzone 322, 324
 Momberger Graben 168
 Monthelon/Epernay 71
 Montmorillonit 292, 294, 295, 301
 Mt. d'Or/Lyonnais 71
 Moor von Seckbach 196
 Münster (Taunus), Grubenfeld Phillipseck
 312, 313, 314, 318
 Muschelkalk 148, 161–163, 170
 Muscheln, Zechstein 121, 128
- Nadeleisenerz 286, 289–291
 Nardesgarten s. Dreieichenhain
 Natriumdiäthylcarbammat-Methode zur
 Kupferbestimmung 313
 Naurod 32
 Nehden/Hemberg-Grenzschichten 104
 Nehden-Stufe 102, 104, 108, 110
 Neue Hoffnung, Grube 232–234, 246–248
 Neue Lust, Grube 262
 Neufchâteau 33
 Neuhof bei Götzenhain 124
 Neukauten-Mühle 77, 78
 Niedergirmes 176
 Niederrodenbach 132
- Oberdevon 99–110
 —, stratigr. Gliederung im nördl. Keller-
 wald 99–110
 —, Schichtenfolge im nördl. Kellerwald 100
 Oberdorfelden 131
 Oberkaufungen 233, 240, 246, 248
 Oberrotliegend 121, 123, 127–131, 136, 137
 Odenwald, Perm 132–137
 Odersbach 346
 Oele-Berg b. Gießen 292–301
 Oketo, Kansas, USA 54
 Oklahoma, USA 52
 Opal 284, 287
 Organische Substanz 238–240, 255, 260,
 278, 287–290
- Ortenberg 303, 304
 Ostracoden, oberdevonische 99–105
 Ottilie, devonische Roteisenstein-Lager-
 stätte 207–228
 Overath bei Köln 11
- Papillaten-Schichten 188, 189
 Pechblende 242, 261, 274, 275, 279
Pentremitella, Diagnose 63
 — *osoleae*, Beschreibung 65, 66
 — —, Diagnose 66
 — —, Vorkommen 66
Pentremitidea medusa, Beschreibung 64,
 65
 — —, Diagnose 65
 — —, Lebensweise 65
 — —, Vorkommen 65
Pericyclus-Stufe, untere 99
Perna-Schichten 188, 189
 Petersberg 187f.
 Pflanzenhäcksel 120
 Pflanzenreste, inkohlt, vererzt, uranführend
 266–270, 272, 275, 276, 278, 279
Phacops, Diagnose 21
 —, Verbreitung 21
 — *ferdinandi*, Allgemeine Beschreibung
 25–27
 — —, eingerollte Individuen 30
 — —, Erscheinungsformen 29–32
 — —, erweiterte Artbeschreibung 27, 28
 — —, Extremitäten 27
 — —, Führten 32
 — —, Gliedmaßen 26, 30
 — —, Leitwert 33–34
 — —, Stammbaum 20, 21
 — —, Synonymenliste 21–25
 — —, Tritt- u. Grabspuren 27
 — —, Umschlag des Kopfschildes 26
 — —, Verbreitung 32–33
 — —, Vorkommen im Rotliegenden 34
 Phillipseck 120
 Philippstein 207, 208
 Philippsteiner Massenkalkzug 214–216
 Phillipseck, Grubenfeld bei Münster
 (Taunus) 312, 313, 314, 318
 Pohlköns 184
 Post-Hydrothermale Wanderung von
 Metallsalzen 320
 Prager Mulde 12, 17
 Prosutur 60
 Pyrit 253, 272–276, 281, 287–289, 291
 Pyromorphit 252
- Quarz 284–289
 Quarzit 232, 238, 247, 282

- Rabenstein 101, 104–106, 108
radioaktives Gleichgewicht 229, 230, 242
bis 246, 248–250, 252–255, 263, 266,
270–272, 281, 283, 284, 291
radioaktives Ungleichgewicht 229, 242,
243, 245, 248–250, 254, 260, 263, 270
bis 272, 276, 278, 281, 283, 290
Radiobaryt 229, 252, 254, 256–260, 263,
272
Radium 229, 242, 252–254, 259, 263, 272
Radium-Defizit 250
„Radium-Gruppe“ 242, 244, 271, 283
Radon 252
Radotin (Böhmen) 12
Reinhardshausen 109
Reinheim 134, 136
Reitzenhagen 103, 109
Rheingraben 127–129, 136
Rheinisches Schiefergebirge 105, 107, 176,
180, 183, 303
–, Bewegungserscheinungen 322, 324, 325
Rhön 202
Rhünda 196, 201
Rhünda-Menschenschädel 196
Röt 149, 160, 161, 170
Rotschiefer (Hemberg-Stufe) 102, 104–106
ruđeratus-Fauna 196–203
Rupelton 169
Rutil 287, 288
- Sand 349, 350
Sandsteine der Nehden-Stufe 102–104
Sannois 165
Sauerthaler Schichten 76, 83, 84, 90–93
Saxonische Grabenzüge 240, 261, 263
Schalstein 262
Schienung, gegenseitige, von Störungen 312
Schleichsand 187f.
Schlierbach 202
Schlierbacher Graben 147, 165, 166, 168,
170
Schneckenmergel von Wittelsberg 201
Schröck 197, 203
Schuppen-Tektonik 94, 95, 337
Schutzfolien auf geol. Karten 355, 356
–, Farbveränderungen der Karten 355,
356
Schwarzschiefer der Unteren Adorf-Stufe
100
Schwemmlöß von Rhünda 196, 203
Schwerelösung (K_2CdJ_4) 180
Scintillometer-Vermessung von Erzgängen
318
Seckbach 196
Seeigelstacheln 191
- Seitzenhahn – Hausener Mulde 94
Shasta County, California, USA 55, 56
Siegen-Stufe 12, 17
Silikatanalysen von Bodenproben 318
Singhofener Schichten 76, 84, 85
Siphonodella-triangula-inaequalis-Zone 107
– *-triangula-triangula*-Zone 107
– *-crenulata*-Zone 107
Solling-Folge 149, 157–160, 170, 267,
278
Spachbrücken 135
Spätglazial 196, 197, 200, 201, 203
Sporenaufbereitung 180
Sporenuntersuchungen 120
Sprendlingen 113–115, 120, 129
Sprendlinger Horst 114, 123, 130
Stellberg-Ost, Grube 232, 236, 246, 247
Stellberg-Tiefenrod, Grube 230, 234, 236,
237, 246–255, 257–260, 262, 263
– Wiesenschacht, Grube 232, 236, 246
Stockheim/Wetterau 303–309
Strahlungsanomalien 230, 232–234, 237,
240, 262, 267–269
Stubensandstein 148, 153
Styliolinen, oberdevonische 100–102
Sulfat-Ionen 253, 254, 257
Süßwasserschichten, oberoligozäne 188,
191, 344
Suturen, Nautilida 47–60
- Tätigkeitsbericht des Hessischen Landes-
amtes für Bodenforschung 359–374
–, Allgemeine Aufgaben 366
–, Biostratigraphie und Paläontologie 361
–, Bodenkunde 365, 366
–, Chemisches Laboratorium 363
–, Geologische Landesaufnahme 359 bis
361
–, Geophysik 361, 362
–, Hydrogeologie 363
–, Ingenieurgeologie 364, 365
–, Lagerstätten 362
–, Nivellement 362
–, Personalbestand 370–374
–, Petrographie und Geochemie 363
–, Schriftleitung 366
–, Stratigraphie 361
–, Veröffentlichungen von Angehörigen
des Amtes 367, 368
–, Wissenschaftliche Vorträge von Ange-
hörigen des Amtes 369, 370
Taunusquarzit, Oberer 76, 83
–, Unterdevon 11
Tektonische Querdehnung 95
Tenorit 274

- Tentaculiten, oberdevonische 99–102
 Thorium-Reihe 243, 244, 245, 248, 250, 271, 282, 291
 Thuringium 132
 Tiefenbachtal 84, 92, 93
 Topeka, Kansas, USA 53
 Topographische Karte 1 : 25 000
 Bl. Alsfeld 169
 Bl. Armsfeld 103
 Bl. Bad Wildungen 99–110
 Bl. Borken 148
 Bl. Braunfels 207
 Bl. Darmstadt-Ost 114, 124–127, 132 bis 135
 Bl. Darmstadt-West 114, 128
 Bl. Frankfurt/M.-West u. -Ost 130
 Bl. Fürstenberg 101
 Bl. Groß Umstadt 133
 Bl. Haibach 133
 Bl. Langen 113–122, 127
 Bl. Langenselbold 132
 Bl. Messel (s. Langen)
 Bl. Neu Isenburg 113–122
 Bl. Obernburg 132
 Bl. Roßdorf (s. Darmstadt-Ost)
 Bl. Schrecksbach 169
 Bl. Weilmünster 207
 Bl. Wetzlar 176
 Bl. Ziegenhain 147
 Traisa 197, 200
 Transgression der Liegenden Alaunschiefer 108, 109
 Transgressionskonglomerat des Unterkarbons 108
 Trichopteren-Köcher 199
 Trilobitenfährten 28, 29
 Trochitenkalk 162
 Tuff, Vogelsberg 292–301
 Tuffband mit Kissenboden 193–195

 Ulmen-Gruppe 74, 82–85, 87, 88, 335 bis 337
 Unterems, Höheres 85
 Unterer Buntsandstein, Nordschwarzwald 144
 –, Odenwald 142
 –, Pfälzer Wald 142, 143
 –, Rhönvorland 144
 –, Sandsteinfolge 144
 –, Spessart 142
 –, Wechselfolge 144
 –, Werra-Kaligebiet 144
 Unterkarbon 99, 100, 106–110
 –, Transgression des ... 103
 Uran 229–291
 Uran-Anreicherungen im tertiären Braunkohlen-Quarzit 281–291
 – in Pflanzenresten im Buntsandstein 266–280
 – in tertiären Braunkohlen 229–265
 Uran-Defizit (Überschuß an Folgeprodukten) 243, 245, 248–250, 252, 253, 270, 283
 Uran-Gruppe 242, 244, 245, 283
 Uran-Reihe (-Familie) 242–245, 252, 255, 271, 272, 282, 291
 Uran-Überschuß 243, 245, 248, 250, 252, 253
 Urberach, „Die Bulau“ 114

 Variscisches Gebirge, Bewegungerscheinungen 322, 324
 Vogelsberg 292, 297, 301
 Volpriehausen-Folge 149–153, 170

 Waldecker Hauptmulde 100, 102
 Wattenbach 237, 253, 257
 Weilburg 346
Weinbergina opitzi, Allgemeine Bemerkungen 42, 43
 –, Diagnose 42
 –, Fährten 43, 44
 –, Fundschichten 42
 –, Ökologie 44
 –, Stammbaum 40
 –, Synonymenliste 41, 42
 Wese-Tal 102, 104–106, 109
 Wetterau, Zechsteinvorkommen 303–309
 Weyer 197
 Wiesbaden 341–343
 Windecken 131
 Wittelsberg 201
 Wittgensteiner Hauptmulde 100
 Wocklum-Stufe 105, 106
 Wolfskehlen 127–130, 136
 Worms 193
 Wrexen/Waldeck 266–278, 290
 Wulstsandsteine 100, 104
 Würmer, röhrenbildende 331, 332
 Wyoming 70

 Ypresien 71

 Zeche Freudental (Oberkaufungen) 232, 246, 248
 Zechstein, Arkosandstein 114, 117, 118, 123, 126, 127
 –, Borgehalte 117, 122, 126–128
 –, Dolomitknollen 127, 132, 136
 –, Fazieswechsel 117–120, 122, 123

- Zechstein, in Rotliegendfazies 112—140
 —, Karneole 114, 137
 —, Karst 135
 —, Konglomerate der Randfazies 114, 117, 120, 127, 137
 —, Kupferschiefer 304
 —, Küstenbereich 121—123, 133—135
 —, Mikrofazies 117, 118, 122, Taf. 10
 —, Ooide und Onkoide 117, 120
 —, Paläogeographie 132—136
 —, Plattendolomit 121, 135, 136
 —, Plattenkalke 113—129, 304, 305
 —, Quarzite 132, 134, 135
 —, Schluffsteine der Randfazies 117, 118, 127
 —, Schluffsteine, violettfarbig 117, 118, 129, 134
- Zechstein, Schluff- und Sandsteine, kalkführend 114, 117—120, 126, 127, 135
 —, Sedimentationsrhythmen 118, 126
 —-1-Verbreitung 132—135
 —-3-Verbreitung 133—137
 Zechsteinkonglomerat bei Stockheim 303—309
 —, Geröllbestand 303, 309
 —, Korngrößenanalysen 305—309
 Zeilhard 135—137
 Zicaden 199
 Ziegenberg, Grubenfeld Hubertus 315 bis 320
 Ziegenhainer Tertiärbecken 169
 Zinkblende 287, 288
 Zirkon 260, 287, 288

Fossilregister

- Abra* sp. 339
Acanthinula aculeata 198, 201, 203
Acanthocrinus rex 63—65, 67
Acme polita 196, 197
Acropus 156
Aegopinella sp. 198
Ajuga cf. *reptans* 199
Alveolites 212
Ammodiscus sp. 190
Amphissites bispinosus 105
Ancyrodella nodosa 101
Angulus (A.) nysti 339
 — sp. 339
Anisus leucostomus 198
Aplexa hypnorum 198
Arenicoloides, s. *Corophioides*
Armiger crista 198
Asiatosuchus 71
Avicula 148—150
 — *murchisoni* 152
Azeca menkeana 198, 201, 203
- Balanus stellaris* 188
 — sp. 339
Bathymophalus contortus 198
Bertillonella (Rabienella) cicatricosa 102
Bithynia tentaculata 198
 Blastoidea 61—67
Bolivina antiqua 343
 — *beyrichi* 189, 190
 — *dilatata* 190
 — *fastigia* 190
 — *moguntiacae* 343, 344
 — sp. 338, 343
Bradybaena fruticum 199
- Bryozoa 339
Bulimina coprolithoides 343
 — sp. 189
Buliminella elegantissima 190
 — sp. 2 [cf. *elegantissima*] 343, 344
- Candona candida* 199
 — *marchica* 199
 — *praecox* 189, 191, 339
 — *recta* 190, 191
 — *rostrata* 199
 — sp. 339
Cardium (P.) scobinula kochi 339
 — sp. 339
Carex 199, 201
Carychium minimum 198, 203
 — *tridentatum* 198, 203
Cassidulina sp. 190
Cepaea nemoralis 197
Ceratites (Acanthoceratites) compressus compressus 162, 163
 — — — *subnudus* 163
 — — — *evolutus bispinatus* 163
 — — — *parabolicus* 163
 — — — *praecursor* 163
 — — — *spinosus spinosus* 163
 — (*Progonoceratites*) *armatus riedeli* 162, 163
- Charophyten 339
Cheiracanthus, Acanthodii 12—14
Cheirolepis, Chondrostei 15
Chirotherium 156, 170
Chondrula tridens 196
Chonetes unkelensis 334

- Cibicides boueanus* 189, 191
 — *lobatulus* 189, 190
 — *tenellus* 189, 190, 339
 — sp. 189, 190
Cingulatisporites pseudofirmatus 181
Cirsium 199
Clausilia cruciata triplicata 199, 202
Cochlicopa lubrica 198, 202
 — *nitens* 198, 202
Columella columella columella 196, 200, 201, 203
 — *edentula* 198
Concavisporites obtusangulus 181
Conularia sp. a 331
Corbicula faujasi 343
Corbula sp. 339
Corbulomya nitida 339, 340
Cornuspira cf. *invovens* 189
Corophioides luniformis 156
Corrugatisporites toratus 181
Cyanocytheridea punctatella 189, 190
 Cyanophyceen 120, 121
Cyclocypris serena 199
 — *similis* 190, 191, 343
 — cf. *similis* 339, 340
Cyprideis miocaenica 343
Cytherella gracilis 189, 190
Cytherelloidea praesulcata 189
Cytheretta posticalis 189
Cytheridea aff. *muelleri* 189, 190
 — sp. C 66 [aff. *muellerii*] 339, 340
Cytheromorpha zinddorfi 189, 190, 343, 344
Cytherura cf. *alata* 343
- Dentalina* 190
Diatryma cotei 71
 — *sarasini* 71
 — *steini* 71
 — cf. *steini* 68—72
Discorbis orbicularis 189, 190, 339
 — *trochiformis* 189, 190
 — sp. 189, 190, 343, 344
Discus rotundatus 198, 203
 — *runderatus* 196—198, 200
Domatoceras umbilicatum 52
Dreissenia brardi 343—345
 — sp. 344
- Echinodermen 339
Ecphora cancellata 344
Elphidium cf. *minutum* 343, 344
 — ? *nonioninoides* 189, 190
Encrinurus liliiformis 162
Entomozoe (Nehdentomis) nehdensis 103
 — — *pseudophthalmus* 102
- Entomozoe (Nehdentomis) pseudorichterina* 102
 — — *tenera* 102, 103
 — — *tenera* vel *tenuistriata* 103
 — (*Richteria*) *serratostrata* 103, 104
 Entomozoidae 101
Eponides kiliani 189, 190
 — *pygmeus* 189, 190
 — sp. 189, 191
Ericia antiqua 343
Eucarex 199
Euconulus fulvus 199
Eucypris agglutinans 191, 343
Extratritopo-pollenites clarus 182
 — — *pseudogranifer* 182
- Favosites* 212
- Galba truncatula* 198
Gastornis 71
Gemündina, Placodermi 11
Globigerina bulloides 189, 191
 — *globularis* 189, 191
 — sp. 339
Globigerinella sp. 189, 191
Globo truncana sp. 339
Globulina sp. 189, 190
Glyceria 201
Glycymeris obovatus 187, 188
Gnathodus kockeli 106
Gümbelina gracillima 189, 190
 — sp. 339
Guttulina cf. *pulchella* 338
 — sp. 338
Gyracanthides, Acanthodii 12
Gyracanthus, Acanthodii 12
Gyraulus (G.) depressus 164
 — sp. 339
Gyroidina soldanii 189, 190
- Haplocytheridea basiliensis* 189, 190
 — *helvetica* 189, 190
Helicodonta obvoluta 199, 203
Heliolites 212
Helix pomatia 197
Hindeodella sp. 106, 107
Homalonotus 28
Homotenus tenuicinctus 102
Hydrobia dollfusi 344
 — *elongata* 344, 345
 — *inflata* 343, 345
 — sp. 339, 343, 344
Hysterolites arduennensis antecedens 76, 80, 88, 334
 — *assimilis* 76—80

- Hysterolites excavatus* 334
 — *hystericus* 76, 77, 334
 — *pellico* 76, 77
 — —-Gruppe 77–80
 — *prohystericus* 334
- Ilyocypris* sp. 191
 Inapertures 181
Inaperturo-pollenites verrucosus 181
Iris 201
- Jagorina*, Placodermi 10
- Kloedenia dillensis* 103
Lagena striata 189
 — sp. 190
Lenticulina (Robulus) sp. 189, 190
Ligonodina monodentata 107
 — sp. 107
Limulus 40, 43, 44
Liroceras liratum 50
Loxococoncha cf. *javata* 189, 190
 — sp. 339
Loxonema sp. 177
- Machaeracanthus, Acanthodii* 7, 11–17
Maucheria gemündensis 332
Mecynodus cf. *auriculatus* 177
Melanoides (Tarebia) acuta 164
Melanopsis (Stilospirula) hassiaca 164
Menyanthes trifoliata 199
Mesoblastus 63
Metacoceras cornutum 48, 52
 — *dubium* 54
 — sp. 52
Microcarpolithes 183
Moa 68
Monograptus hercynicus 17
Murchisonia coronata 177
Mytilus sp. 339
- Nautilide, cf. *Metacoceras* 53
Neocyprideis glabra 189, 190
 — *parallela* 189
Nereites 101
Nesovitrea (Perpolita) hammonis petronella 198
Nodosaria ewaldi 189, 190
Nonion affine 189, 190
 — *granosum* 189, 190, 338, 343
 — *nonioninoides* 339
 — *roemeri* 189, 190
 — *umbilicatum* 339
 — sp. 189, 191, 343
Nonionella sp. 189, 190
Normapolles 181
- Oculopollis suboculus* 182
 — *praedicatus* 182
 — *principalis* subsp. *typicus* 182
 — *aestheticus* 182
 — *antibulbosus* 182
Odostomia sp. 339
Orcula dolium 197
Ostrea callifera 187, 188
 — *cyathula* 187, 188
Ozarkodina regularis 106, 107
 — sp. 105
- Palaeonisciden 121
Palmatodella cf. *delicatula* 104
 — sp. 103, 104
Palmatolepis crepida 126, 215
 — *deflectens deflectens* 215
 — *distorta* 104, 105, 215, 216
 — *gigas* 101
 — *glabra elongata* 215, 216
 — — *glabra* 215, 216
 — — *pectinata* 103, 215
 — *hassi* 216
 — *martenbergensis* 102
 — *maxima* 215
 — *minuta minuta* 215
 — *perlobata grossi* 215, 216
 — *perlata schindewolfi* 215
 — *perlata sigmoidea* 215, 216
 — *quadrantinodosa inflexa* 215, 216
 — — *marginifera* 105
 — *quadrantinodosalobata* 215, 216
 — cf. *regularis* 215
 — *rugosa grossi* 104, 105
 — — *trachytera* 215, 216
 — *subperlobata* 215
 — *tenuipunctata* 215
 — *transitans* 101
 — sp. 103, 105
Paracyprideis rarefistulosa 189, 190
Paracytheridea sp. 189, 190
Parametacoceras bellatulum 50
Pedalion maxillata sandbergeri 187, 188
Pentremitella 61, 63, 67
 — *osoleae* 63, 65, 67
Pentremites 63
Pentremitidea 63, 67
 — *medusa* 63, 64, 67
Perna 188
Pflugipollis lusaticus 182
 Phacopinae 21
Phacops 21
 — *fecundus* 25
 — *ferdinandi* 19–35
 — *latifrons* 25

- Phacops logani* 25
Phillipsastraea 212
 — *hennahi* 222
Pirenella lamarcki s. *Potamides lamarcki*
 — *plicata galeottii* vel *multinodosa* 339
 — — *intermedia* 344
 — — — vel *multinodosa* 344
 — — *multinodosa* 188
 — — *papillata* 188, 191, 339, 340
 — sp. 339, 343, 344
Psidium (Eupsidium) casertanum 198
 — — *miliun* 198
 — — *obtusale* 198
 — — *subtruncatum* 198
Pitar (Cordiopsis) polytropa 187, 188
 — — — *obtusangula* 339
Pityosporites microalatus 181
Pleuracanthus 121
Pleurotomaria cf. *catenulata* 177
 — *orbignyana* 177
 — cf. *sigaretus* 177
Plicapollis sarta 181
 — *silicatus* 181
Polygnathus cf. *amana* 215
 — *asymmetrica asymmetrica* 101, 102
 — — *ovalis* 101
 — *cristata* 101
 — *diversa* 215
 — *glabra glabra* 215
 — *granulosa* 215
 — *nodocostata incurva* 216
 — — *nodocostata* 105, 215
 — — *ovata* 215
 — *pennatuloidea* 215
 — *perplexa* 215
 — *pura* 106
 — *triangula inaequalis* 106, 107
 — *varinodosa* 215
Polygonum convolvulus 199
 — *persicaris* 199
Polyphodonta linguiformis 105
Polymesoda convexa 339, 340
Postnormapolles 182
Posidonia venusta 105, 106, 107
Potamides (P.) lamarcki 188, 339, 340
Proclydonautilus hessi 55
 — *triadicus* 58
 — *ursensis* 56, 57
Protacrodus vetustus, *Elasmobranchii* 15
Pseudopolygnathus dentilineata 106
 — *triangula pinnata* 107
Pseudopolymorphina subnodosa 189
Pullenia sp. 189, 190
Punctum pygmaeum 198
Pupa shuttleworthiana 200
Pupilla (P.) muscorum 198
Pycnostroma 120, 121, Taf. 10
Pyrulina fusiformis 189, 191
 — *lanceolata* 189, 191, 338
Quinqueloculina impressa subovalis 189,
 191
 — *seminula* 189, 190, 338, 343, 344
 — sp. 343, 344
Radotina, *Placodermi* 17
Rhenorensaelaeria crassicosta 334, 337
 — *strigiceps* 334
Rhipidophyllum vulgare 33
Richterina (Fossirichterina) intercostata
 105
 — (*Fossirichterina?*) cf. *intercostata* 104,
 105
 — (*R.*) *striatula* 102, 104, 105
 — — cf. *tenuistriata* 104, 105
 — (*Volkina*) *zimmermanni* 102
Rosalina globularis 343, 344
Rotalia fallax 189, 190
Saccites 181
Scaphignathus velifera 215, 216
Schizodus obscurus 128, Taf. 10
Scirpus 199
Siphonodella crenulata 107
 — *duplicata* 106, 107
Siphonodosaria sp. 189, 190
Sparganium 201
Sphaeroidina bulloides 190
Sphenia papyracea 339, 340
Spinocyrtia 80, 81
Spirifer verneuli 222
Spiroplectammia attenuata 190
Spirorbis sp. 332
Sporites 181
Stagnicola palustris 198
Stenocypris sp. 189, 191
Stenothyra compressiuscula 339
Stensiöella heintzi, *Placodermi* 7—11, 16
Streifen-Ostracod (cf. Nr. 2) 190, 191,
 339
Strophostoma tricarinatum 343, 344
Styliolinidae indet. 101
Subcuspidella 80—82
 — *humilis* 76, 81, 82
 — *incerta* 76, 81
 — *mediorhenana* 76, 82
Succinea (Hydrotrope) elegans 198
 — (*S.*) *putris* 198
 — (*Succinella*) *oblonga* 198
Synziphosura 40

- Tentaculites deubeli* 102
Teredo cf. *excisa* 339, 340
Tetrapollis competitor 182
 — *pseudoalvus* 182
 — *pseudoalnoides* 182
Theodoxus sp. 344
Triletes 181
Triatrio-pollenites concavus 182
 — — *perplexus* 182
Trichia sp. 199
Trimerocephalus mastophthalmus 103
Triquitrites rotalis 181
Tropidoleptus rhenanus 334
Trudopollis arector 181
 — *capsula* 181
 — *conrector* 181
 — *directus* 181
 — *fossulotrudens* 181
 — *hemiparvus* 181
 — *hemiperfectus* 181
 — *imperfectus* 181
 — *incessus* 181
 — *mechanicus* 181
 — *multiplex* 181
 — *nonperfectus* 181
 — *parvotrudens* 181
 — *penepfectus* 181
 — *proparvus* 181
 — *protrudens* 181
 — *rector* 181
 — *retifectus* 181
 — *retigressus* 181
 — *succedanus* 181
Tubulites articulatus 121
Turbo cf. *caelatus* 177
Turritina alsatica 189, 190
 — *andreaei* 189, 190
Tympanotonos (T.) margaritaceus 339
Uncites gryphus 177
Undulatisporites microcutis 181
Ungerella calcarata 102
 — *latesulcata* 101
 — *torleyi* 101
 — *triangulata* 101
Uvigerina tenuistriata 338
Uvigerinella sp. 2a 343
Vacuopollis percentus 182
Vallonia costata costata 198
 — *pulchella pulchella* 198
Valvata piscinalis alpestris 196
 — (*V.*) *cristata* 198
Vertigo (V.) alpestris 200
 — — *antivertigo* 198
 — — *genesii* 201
 — — — *geyeri* 198, 199, 200
 — — *moulinsiana* 198, 201, 202
 — — *parcedentata* 198, 200, 203
 — — *pusilla* 198
 — — *pygmaea* 198
 — — *substriata* 198, 202
 — (*Vertilla*) *angustior* 198
Vitrea cristallina 198
Viviparus (V.) lentus splendidus 164
Weinbergina opitzi 38–45
 Weinberginidae 40
 Xiphosura 40
 Zonales 181
Zonitoides nitidus 198

Verzeichnis der Autoren dieses Bandes

- Dr. EGON BACKHAUS, Diplom-Geologe, Institut für Geologie und Technische Gesteinskunde der Technischen Hochschule Darmstadt, 61 Darmstadt, Alexanderstr. 35.
- Dr. DIETRICH E. BERG, Diplom-Geologe, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Mainz, 65 Mainz, Saarstr. 21.
- Dr. GISBERT DIEDERICH, Diplom-Geologe, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, 62 Wiesbaden, Leberberg 9—11.
- Dr. KARL-HEINZ EHRENBERG, Diplom-Geologe, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, 62 Wiesbaden, Leberberg 9—11.
- Professor Dr. WALTER GROSS, Institut und Museum für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen, 74 Tübingen, Sigwartstr. 10.
- Dr. MANFRED HORN, Diplom-Geologe, Regierungsgeologe im Hessischen Landesamt für Bodenforschung, 62 Wiesbaden, Leberberg 9—11.
- Dr. REINHOLD HUCKRIEDE, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Marburg, 355 Marburg (Lahn), Deutschhausstr. 10.
- ALBERT KARSCHNY, Technischer Angestellter, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, 62 Wiesbaden, Leberberg 9—11.
- WALTER KLEIN, Chemotechniker, 636 Friedberg (Hessen) Burg 7.
- Dr. EBERHARD KÜMMERLE, Diplom-Geologe, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, 62 Wiesbaden, Leberberg 9—11.
- Professor Dr. FRITZ KUTSCHER, Regierungsdirektor und Abteilungsleiter im Hessischen Landesamt für Bodenforschung, 62 Wiesbaden, Leberberg 9—11.
- WERNER LANGSDORF, Institut für Geologie und Technische Gesteinskunde der Technischen Hochschule Darmstadt, 61 Darmstadt, Alexanderstr. 35.
- Dr. GERHARD H. MARTIN, Diplom-Geologe, 635 Bad Nauheim, Parkstr. 15.
- Dr. GEORG MATTHES, Diplom-Geologe, Regierungsgeologe im Hessischen Landesamt für Bodenforschung, 62 Wiesbaden, Leberberg 9—11.
- Dr. MANUSCHEHR MEHRNUSCH, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Mainz, 65 Mainz, Saarstr. 21.
- Dr. STEFAN MEISL, Diplom-Geologe, Regierungsgeologe im Hessischen Landesamt für Bodenforschung, 62 Wiesbaden, Leberberg 9—11.
- Dr. HANS-GEORG MITTMEYER, Diplom-Geologe, 62 Wiesbaden, Nerobergstr. 8.
- INGE MÜHLHAUS, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Gießen, 63 Gießen, Landgraf Philipp-Platz 4—6.
- WOLFGANG PLASS, Diplom-Geologe, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, 62 Wiesbaden, Leberberg 9—11.
- Dr. HORST QUADE, Lehrstuhl für Geologie außereuropäischer Länder der Bergakademie Clausthal — Technische Hochschule —, 3392 Clausthal-Zellerfeld 1.
- Dr. SIEGFRIED RITZKOWSKI, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Marburg, 355 Marburg (Lahn), Deutschhausstr. 10.
- Dr. ERWIN SCHENK, Diplom-Geologe, Leiter der Geologischen Forschungsstelle des Zweckverbandes Oberhessische Versorgungsbetriebe Friedberg (Hessen), 63 Gießen, Professorenweg 6.
- Dr. ARNO SEMMEL, Regierungsgeologe im Hessischen Landesamt für Bodenforschung, 62 Wiesbaden, Leberberg 9—11.
- Professor Dr. HEINZ TOBIEN, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Mainz, 65 Mainz, Saarstr. 21.
- Professor Dr. WILHELM WEILER, 652 Worms a. Rhein, Luginsland 22.
- RALPH WENDLER, Diplom-Geologe, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, 62 Wiesbaden, Leberberg 9—11.

Schriftleitung

Für die Redaktion verantwortlich:
Professor Dr. FRITZ KUTSCHER
Regierungsdirektor und Abteilungsleiter
beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung
62 Wiesbaden, Leberberg 9-11.

**VERÖFFENTLICHUNGEN
DES
HESSISCHEN LANDESAMTES FÜR BODENFORSCHUNG**

Wiesbaden, Leberberg 9-11

VERÖFFENTLICHUNGEN
DES HESSISCHEN LANDESAMTES FÜR BODENFORSCHUNG
seit 1950

1. NOTIZBLATT DES HESSISCHEN LANDESAMTES FÜR BODENFORSCHUNG

VI. Folge, Heft 1: 344 Seiten, 11 Tafeln, 35 Abbildungen, 1950	17,50 DM
VI. Folge, Heft 2: 255 Seiten, 21 Tafeln, 18 Abbildungen, 1951	16,— DM
VI. Folge, Heft 3: 449 Seiten, 24 Tafeln, 30 Abbildungen, 1952	20,— DM
Band 81 (VI/4): 446 Seiten, 18 Tafeln, 66 Abbildungen, 1953	20,— DM
Band 82 (VI/5): 411 Seiten, 10 Tafeln, 50 Abbildungen, 1954	20,— DM
Band 83 (VI/6): 420 Seiten, 26 Tafeln, 58 Abbildungen, 1955	20,— DM
Band 84 (VI/7): 492 Seiten, 35 Tafeln, 58 Abbildungen, 24 Tabellen, 1956	20,— DM
Band 85 (VI/8): 555 Seiten, 28 Tafeln, 100 Abbildungen, 55 Tabellen, 1957	25,— DM
Band 86 (VI/9): 444 Seiten, 20 Tafeln, 63 Abbildungen, 23 Tabellen, 1958	25,— DM
Band 87: 461 Seiten, 23 Tafeln, 1 Bildn., 72 Abbildungen, 14 Prof., 32 Tabellen, 1959	25,— DM
Band 88: 430 Seiten, 23 Tafeln, 73 Abbildungen, 25 Tabellen, 1960	25,— DM
Band 89: 504 Seiten, 24 Tafeln, 97 Abbildungen, 16 Tabellen, 1961	25,— DM
Band 90: 558 Seiten, 36 Tafeln, 75 Abbildungen, 31 Tabellen, 1 Bild, 1962	30,— DM
Band 91: 427 Seiten, 27 Tafeln, 104 Abbildungen, 27 Tabellen, 1963	30,— DM
Band 92: 340 Seiten, 15 Tafeln, 63 Abbildungen, 19 Tabellen, 1964	30,— DM

2. ABHANDLUNGEN DES HESSISCHEN LANDESAMTES FÜR BODENFORSCHUNG

Heft 1: JOHANNSEN, A.: Die geologischen Grundlagen der Wasserversorgung am Ostrand des Rheinischen Gebirges im Raume von Marburg-Frankenberg-Borken. 1950. 87 S., 10 Taf., 8 Abb.	8,— DM
Heft 2: SCHÖNHALS, E.: Die Böden Hessens und ihre Nutzung. Mit einer bodenkundlichen Übersichtskarte 1:300000. 1954. 288 S., 15 Taf., 25 Abb., 60 Tab.	15,— DM
Heft 3: KUBELLA, K.: Zum tektonischen Werdegang des südlichen Taunus. 1951. 81 S., 2 Taf., 14 Abb.	5,— DM
Heft 4: GÖRGES, J.: Die Lamellibranchiaten und Gastropoden des oberoligozänen Meeressandes von Kassel. 1952. 134 S., 3 Taf.	7,50 DM
Heft 5: SOLLE, G.: Die Spiriferen der Gruppe <i>arduennensis-intermedius</i> im rheinischen Devon. 1953. 156 S., 18 Taf., 45 Abb., 7 Tab.	20,— DM
Heft 6: SIMON, K.: Schrittweises Kernern und Messen bodenphysikalischer Kennwerte des ungestörten Untergrundes. 1953. 63 S., 3 Taf., 19 Abb.	7,— DM
Heft 7: KEGEL, W.: Das Paläozoikum der Lindener Mark bei Gießen. 1953. 55 S., 3 Taf., 3 Abb.	6,— DM
Heft 8: MATTHES, S.: Die Para-Gneise im mittleren kristallinen Vor-Spessart und ihre Metamorphose. 1954. 86 S., 36 Abb., 8 Tab.	12,50 DM

- Heft 9: RABIEN, A.: Zur Taxionomie und Chronologie der Oberdevonischen Ostracoden. 1954. 269 S., 7 Abb., 5 Taf., 4 Tab. 17,— DM
- Heft 10: SCHUBART, W.: Zur Stratigraphie, Tektonik und den Lagerstätten der Witzenhäuser Grauwacke. 1955. 67 S., 4 Taf., 8 Abb. 8,— DM
- Heft 11: STREMMER, H.: Bodenentstehung und Mineralbildung im Neckarschwemmlern der Rheinebene. 1955. 79 S., 3 Taf., 35 Abb., 28 Tab. 7,— DM
- Heft 12: v. STETTEN, O.: Vergleichende bodenkundliche und pflanzensoziologische Untersuchungen von Grünflächen im Hohen Vogelsberg (Hessen). 1955. 67 S., 1 Taf., 4 Abb., 2 Tab. 5,50 DM
- Heft 13: SCHENK, E.: Die Mechanik der periglazialen Strukturböden. 1955. 92 S., 21 Abb., 13 Tab., 10 Taf. 12,— DM
- Heft 14: ENGELS, B.: Zur Tektonik und Stratigraphie des Unterdevons zwischen Loreley und Lorchhausen a. Rhein (Rheinisches Schiefergebirge). 1955. 96 S., 31 Abb., 2 Tab., 15 Diagramme, 5 Taf. 12,60 DM
- Heft 15: WIEGEL, E.: Sedimentation und Tektonik im Westteil der Galgenberg-Mulde (Rheinisches Schiefergebirge, Dill-Mulde). 1956. 156 S., 41 Abb., 7 Tab., 7 Taf. 18,60 DM
- Heft 16: RABIEN, A.: Zur Stratigraphie und Fazies des Oberdevons in der Waldecker Hauptmulde. 1956. 83 S., 2 Abb., 2 Tab., 3 Taf. 7,— DM
- Heft 17: SOLLE, G.: Die Watt-Fauna der unteren Klerfer Schichten von Greimerath (Unterdevon, Südost-Eifel). Zugleich ein Beitrag zur unterdevonischen Mollusken-Fauna. 1956. 47 S., 7 Abb., 6 Taf. 5,— DM
- Heft 18: Beiträge zur Geologie des Vorspessarts. Mit 6 Beiträgen von BEDERKE, BRAITSCH, GABERT, MURAWSKI, PLESSMANN. 1957. 167 S., 65 Abb., 18 Tab. 13,— DM
- Heft 19: BISCHOFF, G.: Die Conodonten-Stratigraphie des rhenoherynischen Unterkarbons mit Berücksichtigung der *Wocklumeria*-Stufe und der Devon/Karbon-Grenze. 1957. 64 S., 1 Abb., 2 Tab., 6 Taf. 8,— DM
- Heft 20: PILGER, A. & SCHMIDT, Wo.: Die Mullion-Strukturen in der Nord-Eifel. 1957. 53 S., 42 Abb., 8 Taf. 9,80 DM
- Heft 21: LEHMANN, W. M.: Die Asterozoen in den Dachschiefern des rheinischen Unterdevons. 1957. 160 S., 31 Abb., 55 Taf. 30,— DM
- Heft 22: BISCHOFF, G. & ZIEGLER, W.: Die Conodontenchronologie des Mitteldevons und des tiefsten Oberdevons. 1957. 135 S., 16 Abb., 5 Tab., 21 Taf. 20,— DM
- Heft 23: ZÖBELEIN, H. K.: Kritische Bemerkungen zur Stratigraphie der Subalpinen Molasse Oberbayerns. 1957. 91 S., 2 Abb. 8,— DM
- Heft 24: GUNZERT, G.: Die einheitliche Gliederung des deutschen Buntsandsteins in der südlichen Beckenfazies. 1958. 61 S., 14 Abb., 7 Tab. 14,— DM
- Heft 25: PAULY, E.: Das Devon der südwestlichen Lahnmulde und ihrer Randgebiete. 1958. 138 S., 41 Abb., 6 Taf. 20,— DM
- Heft 26: SPERLING, H.: Geologische Neuaufnahme des östlichen Teiles des Blattes Schaumburg. 1958. 72 S., 14 Abb., 5 Tab., 10 Taf. 10,— DM
- Heft 27: JUX, U. & PFLUG, H. D.: Alter und Entstehung der Triasablagerungen und ihrer Erzvorkommen am Rheinischen Schiefergebirge, neue Wirbeltierreste und das Chirotheriumproblem. 1958. 50 S., 11 Abb., 3 Taf. 5,60 DM

- Heft 28: SCHMIDT, H.: Die Cornberger Fährten im Rahmen der Vierfüßler-Entwicklung. 1959. 137 S., 57 Abb., 9 Taf. 15,— DM
- Heft 29: Beitrag zur Geologie der Mittleren Siegener Schichten. Mit 9 Beiträgen von BAUER, FENCHEL, MÜLLER, PAHL, PAPROTH, PILGER, REICHENBACH, SCHMELCHER, WENTZLAU. 1960. 363 S., 85 Abb., 22 Taf., 10 Tab. 36,— DM
- Heft 30: BURRE, O.: Untersuchungen über die Berechnung der dem Grundwasser von den Niederschlägen zugehenden Wassermengen aus den Bewegungen des Grundwasserspiegels. 1960. 68 S., 1 Abb., 8 Tab., 5 Taf. 8,60 DM
- Heft 31: RÖDER, D. H.: Ulmengruppe in sandiger Fazies (Unter-Devon, Rheinisches Schiefergebirge). 1960. 66 S., 4 Abb., 1 Tab., 7 Taf. 8,— DM
- Heft 32: ZAKOSEK, H.: Durchlässigkeitsuntersuchungen an Böden unter besonderer Berücksichtigung der Pseudogleye. 1960. 63 S., 12 Abb., 2 Taf., 1 Tab. . . . 11,— DM
- Heft 33: KREBS, W.: Stratigraphie, Vulkanismus und Fazies des Oberdevons zwischen Donsbach und Hirzenhain (Rheinisches Schiefergebirge, Dill-Mulde). 1960. 119 S., 21 Abb., 7 Tab., 11 Taf. 14,80 DM
- Heft 34: STOPPEL, D.: Geologie des südlichen Kellerwaldgebirges. 1961. 114 S., 21 Abb., 2 Tab., 4 Taf. 14,— DM
- Heft 35: MATTHES, G.: Die Herkunft der Sulfat-Ionen im Grundwasser. 1961. 85 S., 3 Abb., 31 Tab. 7,60 DM
- Heft 36: STENGER, B.: Stratigraphische und gefügetektonische Untersuchungen in der metamorphen Taunus-Südrand-Zone (Rheinisches Schiefergebirge). 1961. 68 S., 20 Abb., 4 Tab., 3 Taf. 9,— DM
- Heft 37: ZAKOSEK, H.: Zur Genese und Gliederung der Steppenböden im nördlichen Oberrheintal. 1962. 46 S., 1 Abb., 19 Tab. 6,80 DM
- Heft 38: ZIEGLER, W.: Taxionomie und Phylogenie Oberdevonischer Conodonten und ihre stratigraphische Bedeutung. 1962. 166 S., 18 Abb., 11 Tab., 14 Taf. . . . 22,60 DM
- Heft 39: MEISCHNER, KL.-D.: Rhenaer Kalk und Posidonienkalk im Kulm des nordöstlichen Rheinischen Schiefergebirges und der Kohlenkalk von Schreufa (Eder). 1962. 47 S., 15 Abb., 2 Tab., 7 Taf. 11,60 DM
- Heft 40: HOLTZ, S.: Sporen-stratigraphische Untersuchungen im Oligozän von Hessen. 1962. 46 S., 1 Abb., 6 Taf. 9,— DM
- Heft 41: WALLISER, O. H.: Conodonten des Silurs. 1964. 106 S., 10 Abb., 2 Tab., 32 Taf. 12,— DM
- Heft 42: KUTSCHER, F.: Register für die Notizblatt-Bände der 5. Folge, Hefte 1—20, erschienen 1916—1939. 1963. 58 S., 1 Taf. 7,60 DM
- Heft 43: EINSELE, G.: Über Art und Richtung der Sedimentation im klastischen rheinischen Oberdevon (Famenne). 1963. 60 S., 8 Abb., 7 Tab., 5 Taf. . . . 7,60 DM
- Heft 44: JACOBSHAGEN, E., HUCKRIEDE, R. & JACOBSHAGEN, V.: Eine Faunenfolge aus dem jungpleistozänen Löß bei Bad Wildungen. 1963. 105 S., 9 Abb., 2 Tab., 14 Taf. 12,— DM
- Heft 45: KÜMMERLE, E.: Die Foraminiferenfauna des Kasseler Meeressandes (Oberoligozän) im Ahnetal bei Kassel (Bl. Nr. 4622 Kassel-West). 1963. 72 S., 1 Abb., 2 Tab., 11 Taf. 9,40 DM

- Heft 46: SCHENK, E.: Die geologischen Erscheinungen der Subfusion des Basaltes. 1964. 31 S., 6 Abb., 2 Tab., 16 Taf. mit 39 Bildern. 7,60 DM
- Heft 47: HÖLTING, B. & STENGEL-RUTKOWSKI, W.: Beiträge zur Tektonik des nord-westlichen Vorlandes des basaltischen Vogelsberges, insbesondere des Amöneburger Beckens. 1964. 35 S., 2 Taf. 5,60 DM
- Heft 48: DIEDERICH, G., LAEMMLEN, M. & VILLWOCK, R.: Das obere Biebortal im Nordspessart. Neugliederung des Unteren Buntsandstein, Exkursionsführer und geologische Karte. 1964. 34 S., 2 Abb., 5 Tab., 4 Taf., 1 Kte. 7,20 DM
- Heft 49: KUTSCHER, F.: Register für die Notizblatt-Bände der 4. Folge, Hefte 1—35, erschienen 1880—1914. 1965. 56 S., 1 Taf. 6,60 DM

3. HESSISCHES LAGERSTÄTTENARCHIV

- Heft 1: STECKHAN, W.: Der Braunkohlenbergbau in Nordhessen. Eine Abhandlung über geschichtliche, geologische, bergtechnische und wirtschaftliche Fragen des nordhessischen Braunkohlenbergbaues sowie Darstellung der einzelnen Vorkommen und Bergbauggebiete unter besonderer Berücksichtigung der geologischen Zusammenhänge. 1952. 212 S., 45 Abb. 25,— DM
- Heft 2: DENCKEWITZ, R.: Verbandsverhältnisse und Gefügeanalyse von Erz und Nebengestein des Eisenerzvorkommens Lindenberg am Südwestrand der Lahnmulde. 1952. 87 S., 12 Abb., 10 Taf. 12,50 DM
- Heft 3: MESSER, E.: Kupferschiefer, Sanderz und Kobaltrücken im Richelsdorfer Gebirge. 1955. 130 S., 39 Abb., 19 Tab., 29 Taf. 18,— DM
- Heft 4: BROSIUS, M.: Die Tertiärmulde von Glimmerode. 1959. 48 S., 7 Abb., 3 Tab., 10 Anl. 8,— DM
- Heft 5: PFLUG, H. D.: Untersuchungen an Kalisalz-Profilen des Werra-Gebietes. 1962. 50 S., 1 Abb., 1 Tab., 6 Diagr., 4 Taf. 9,60 DM

4. GEOLOGISCHE KARTE VON HESSEN 1:25000

4622	Kassel West mit Erl. (2. Aufl.) 1958	10,— DM
5223	Queck mit Erl. 1963	15,— DM
5323	Schlitz mit Erl. Im Druck.	

5. KARTEN VERSCHIEDENER MASS-STÄBE

Geologische Übersichtskarte von Hessen 1:300000. Von F. RÖSING. 1961	8,— DM
Geologische Übersichtskarte von Hessen 1:1000000, 1952	1,— DM
Geologische Übersichtskarte der Dill-Mulde, der nordöstlichen Lahn-Mulde und des Hörre-Zuges 1:100000. Von H.-J. LIPPERT. 1958	1,— DM
Geologische Karte der Lahnmulde im Gebiet Diez-Laurenburg 1:25000. Von E. PAULY. 1958. Aus: Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 25, 1958	2,60 DM
Geologische Karte des südlichen Kellerwaldgebirges 1:25000. Von D. STOPPEL 1961. Aus: Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 34, 1961	5,— DM
Geologische Karte der Umgebung von Bieber im nordwestlichen Spessart 1:25000. Von G. DIEDERICH 1959/60. Aus Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 48, 1964	2,20 DM
Bodenkundliche Übersichtskarte von Hessen 1:300000. Von E. SCHÖNHALS. 1951. Mit Erläuterungen (= Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 2, 1954).	15,— DM
Dazu kann die gleiche Karte mit vereinfachter Topographie bezogen werden	2,50 DM
Bodenübersichtskarte von Hessen 1:600000. Von E. SCHÖNHALS. 1958	3,— DM
Hydrogeologische Übersichtskarte von Hessen 1:600000. 1955	3,— DM

Tafel 1

Tafel 1

Stensiöella heintzi BROILI

Zweites, im Jahre 1963 in Gemünden (vermutlich Kaisergrube) entdecktes Exemplar. Nr. 1963 I 6 der Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie in München. × 2.



Tafel 2

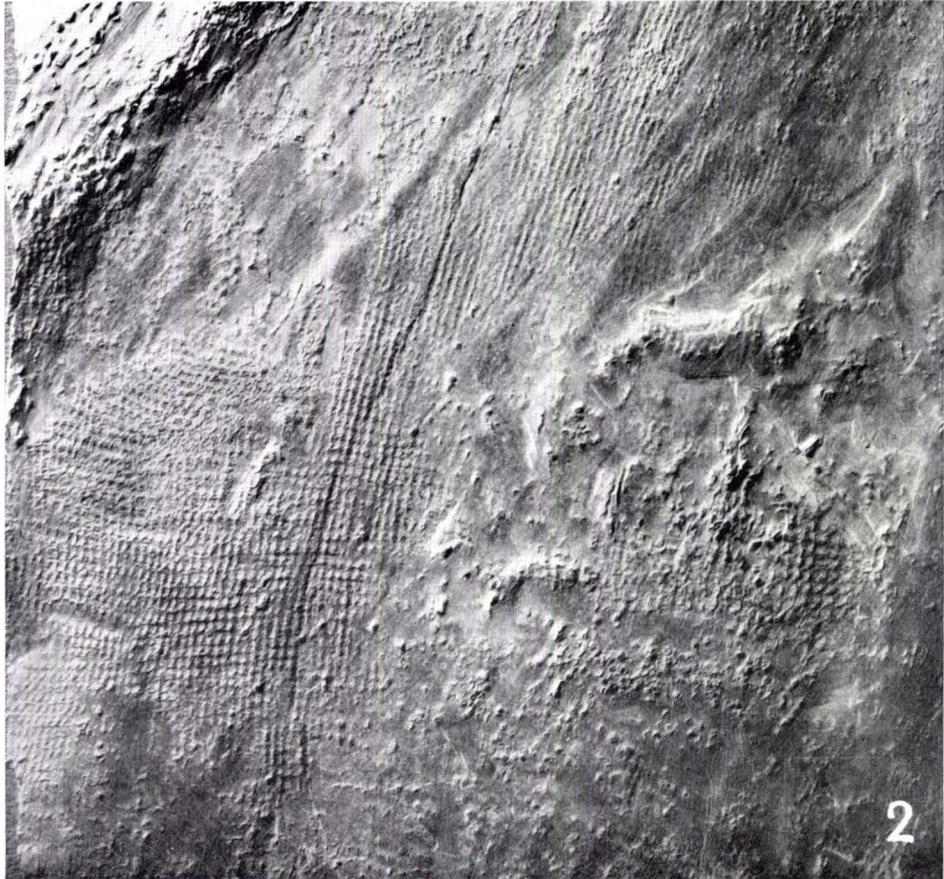
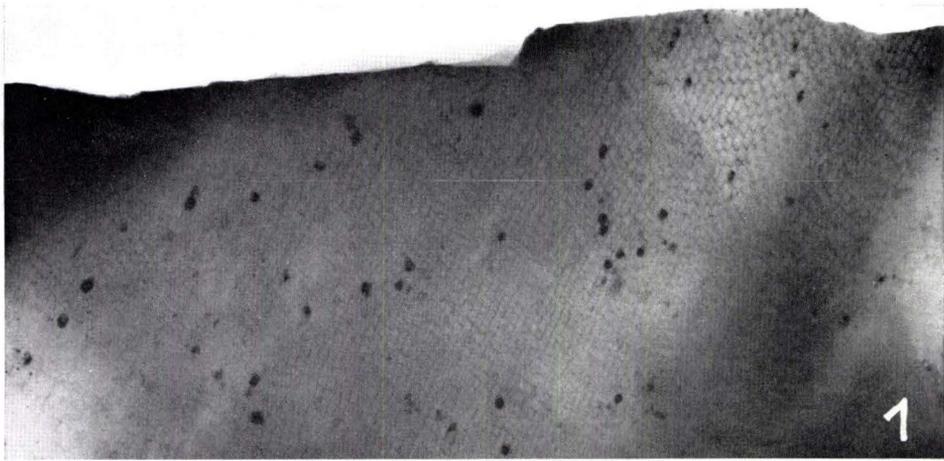
Tafel 2

Machaeracanthus sp. indet.

Rest des Schuppenkleides der rechten Körperseite. Gemünden im Hunsrück-
schiefer. Sammlung Prof. Dr. K. J. MÜLLER, Berlin. $\times 1$.

Fig. 1. Ausschnitt aus einer Röntgenaufnahme, die die Anordnung der Schuppen
deutlich hervorhebt, da die mit Gestein erfüllten Zwischenräume die Röntgen-
strahlen weniger durchlassen als die Schuppen.

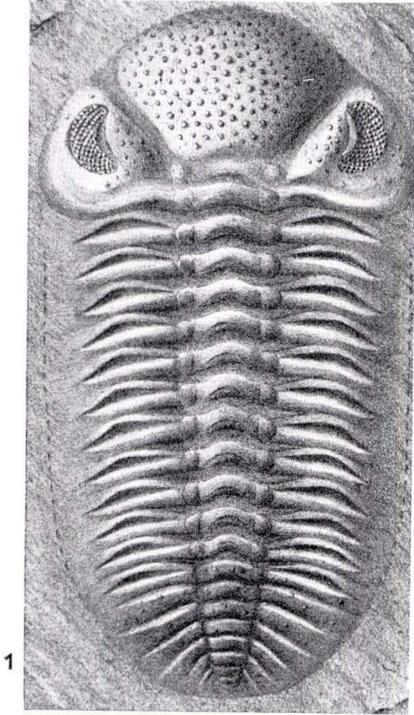
Fig. 2. Ausschnitt aus dem Rest des Schuppenkleides; der Vorderrand der Schuppen
ist nach rechts oben gerichtet.



Tafel 3

Tafel 3

- Fig. 1. *Phacops ferdinandi* KAYSER I. 2/3.
Nachbildung der Originalzeichnung von KAYSER 1880, Taf. 3 Fig. 2. Mäßig großes Exemplar, nach mehreren der Geologischen Landesanstalt zu Berlin angehörigen Stücken entworfen.
- Fig. 2. Trittsiegel eines in der Strömung von links nach rechts abtreibenden *Phacops*. Aus dem Hunsrückschiefer der Kaisergrube bei Gemünden. 4/1.
Nach SEILACHER 1962, Taf. 24 Fig. 3 (Nachklischee eines Ausschnittes). Auf der Suche nach Halt haben Borstenschirm und Endkrallen zunehmend vertiefte Furchen hinterlassen. Die beiden Riefensysteme verlaufen nicht parallel. Die Krallen wurden also unabhängig von den Borsten bewegt (Text nach SEILACHER).
- Fig. 3. Strömungsmarken und Eindrücke von Trilobiten-Spindelringen. 2/5. Nach SEILACHER 1960, Taf. 12 Fig. 4. Ausschnitt einer Platte von der Kaisergrube bei Gemünden (Kauber Schichten, Hunsrückschiefer). Neben zahlreichen anderen Strömungsmarken fallen 4 Eindrücke von Trilobiten-Spindelringen durch Biegung und gleichsinnige Orientierung auf. Stets weist die Konvexseite stromauf und ist flach ausgewischt, im Gegensatz zu der steil abfallenden Leekante. Die ausgezogenen Pleuren-Spitzen lassen die Wölbung übertrieben hoch erscheinen. Strömung von unten nach oben (Text und Klischee SEILACHER).
- Fig. 4. Querläuferfährte eines Trilobiten von Gemünden in besonders scharfer Erhaltung. 1/1. Nach SEILACHER 1960, Taf. 13 Fig. 4.
An einzelnen Trittsiegeln sind bis zu 4 Krallen- oder Borstenabdrücke zu erkennen, welche jeweils nach vorn und außen weisen. Beim Herausziehen der Beinspitzen aus dem Schlamm entstanden geschwungene Schleifspuren. Strömung von links nach rechts (Text und Klischee SEILACHER).



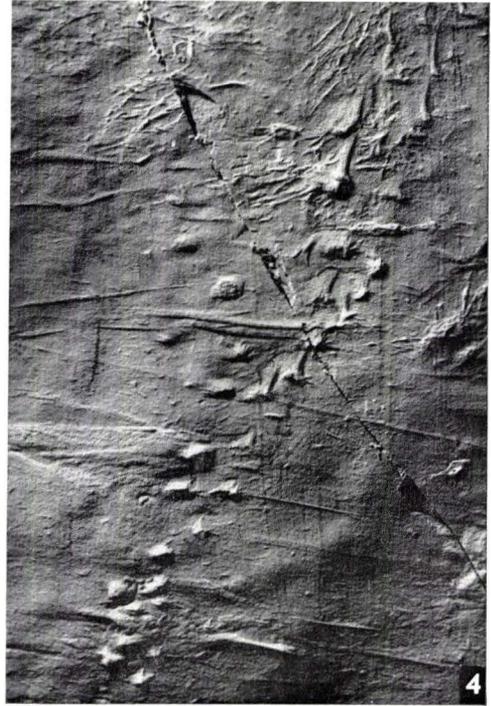
1



2



3



4

Tafel 4

Fig. 5. *Phacops*-Fährte aus dem Hunsrückschiefer der Kaisergrube bei Gemünden. 4/3.

Ausschnitt aus SEILACHER 1962, Taf. 25 Fig. 1. SEILACHER gibt hierzu folgenden Text:

Sohlfläche einer feinsandigen Lage mit Ausfüllungen anorganogener Schleif- und Aufstoßmarken, welche Strömung von oben nach unten anzeigen. Die zweizeilige *Phacops*-Fährte verläuft nach der Lage der Rückschubhäufchen gegensinnig, d. h. von unten nach oben. Sie besteht aus Trittsiegeln verschiedener Größen, von denen die kleineren weiter innen stehen. Die rosettenförmigen Eindrücke des Borstenschirmes sind in der rechten Tritt-Zeile im Uhrzeigersinn, in der linken im Gegenuhrzeigersinn abgebogen (Beweis für einwärts gerichtete Unterschenkel). Die Siegel zerquetschen die Schleifmarken. Sie sind also in dem Teil der Strömungskurve geprägt, der zwischen der Erosion der schlammigen Unterlage und dem Absatz der indeckenden Feinsand-Lamellen lag (Text und Klischee nach SEILACHER).

Fig. 6, 7. *Phacops ferdinandi* KAYSER.

6. Eingerolltes Exemplar. Ansicht von außen.
 7. Kopfschild von unten (innen). Der untere Umschlag des Kopfschildes ist freigelegt. Er besteht aus einem mittleren, sichelförmigen Schild, das sich seitlich in lange, schmale, dicht unter der ventralen Randfurche gelegene, gebogene, am Außenrand gezähnte Hörner fortsetzt.
- Vorkommen in der Grube Gottes Segen im Auelsinn, Kauber Schichten des Hunsrückschiefers. Nachklischiert der Taf. 15 Fig. 5 und 5a bei A. FUCHS 1915.

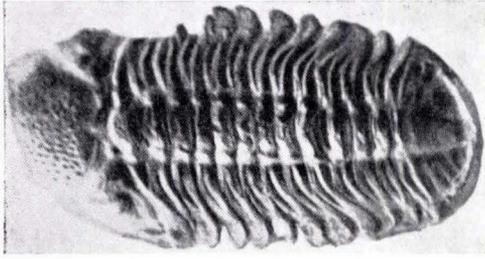
Fig. 8, 9. *Phacops (Phacops) ferdinandi* KAYSER. Verschiedene Erhaltung.

8. Kieserhaltener Panzer; Fundpunkt Bundenbach. Er erlaubte eine Präparation und Freilegung. Nachklischierung nach RUD. RICHTER 1931, S. 328, Abb. 15.
9. Der Panzer war bereits vor Erhärtung des Sedimentes gelöst. Die verschwommene Körperlichkeit erscheint durch die schräge Beleuchtung stark übertrieben. Grube Schiellenberg bei Herrstein. Nachklischierung nach RUD. RICHTER 1931, S. 328, Abb. 14.

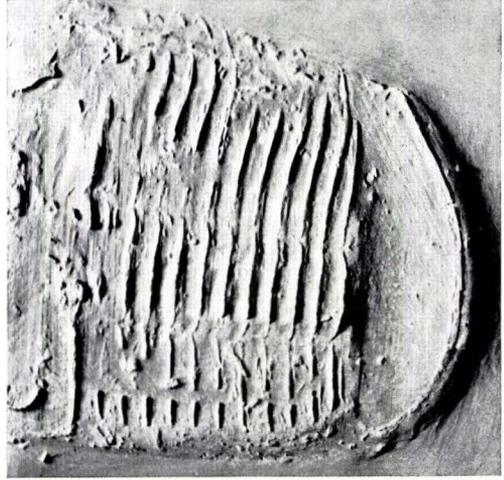
Fig. 10. *Phacops ferdinandi* KAYSER.

Nicht vollständig erhalten, flach gedrückt. Individuum im Besitze von Ph. Lorenz, Gemünden (Hunsrück). Fast 1/1.

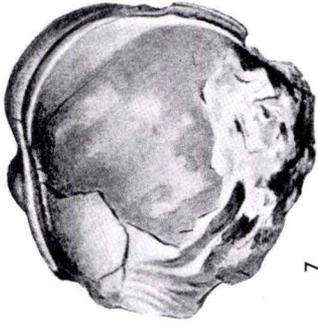
Der Trilobit liegt auf einer Schichtfläche, die als Spülsaum ausgebildet ist, kenntlich an den daraufliegenden, zerbrochenen Novakien und dem Detritus; das gleiche Material befindet sich auch auf der Fossiloberseite.



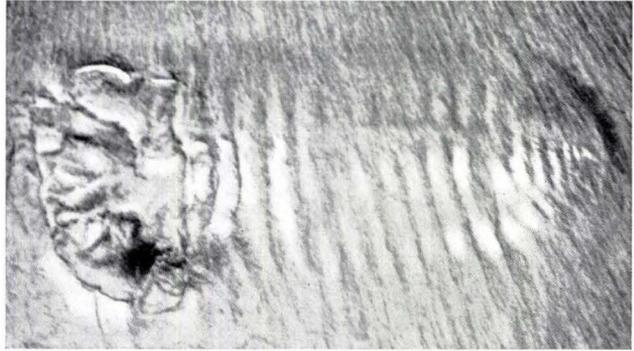
8



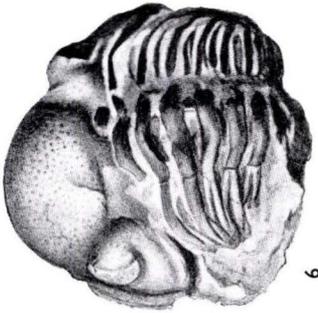
10



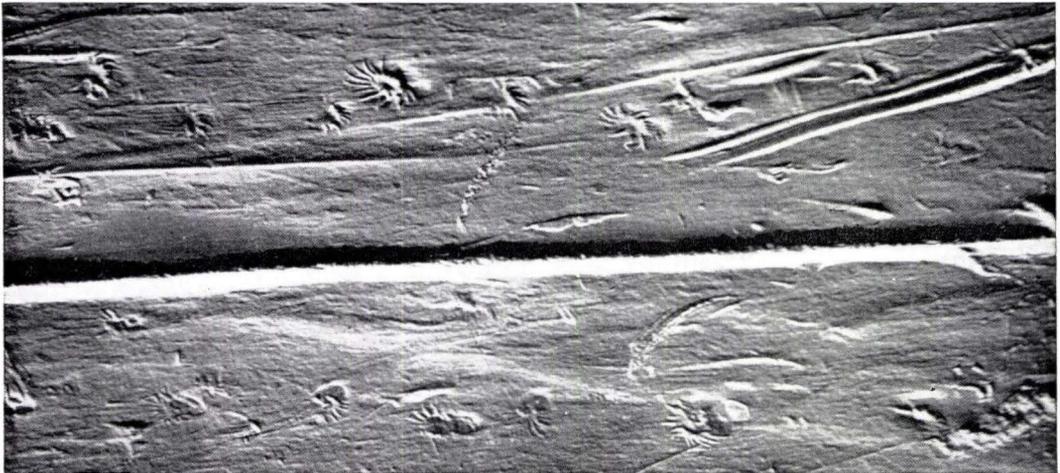
7



9



6



5

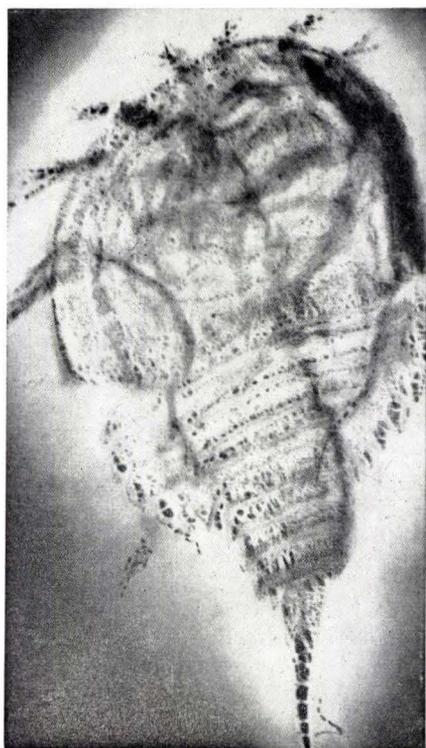
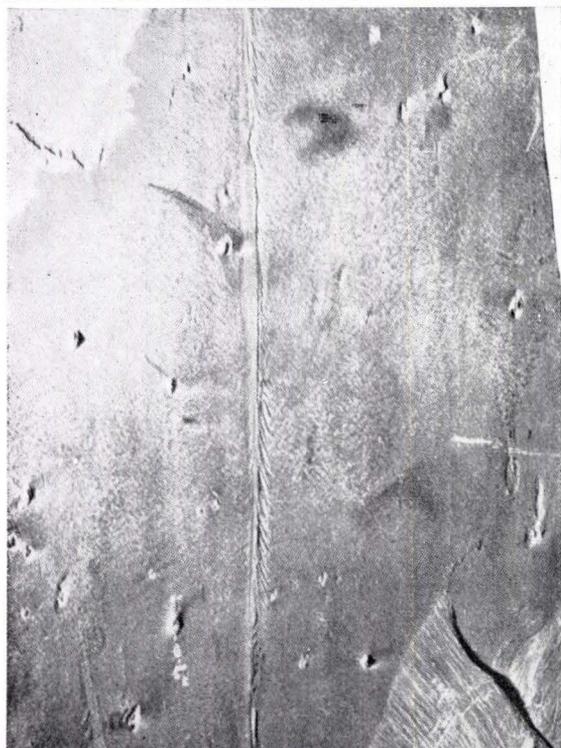
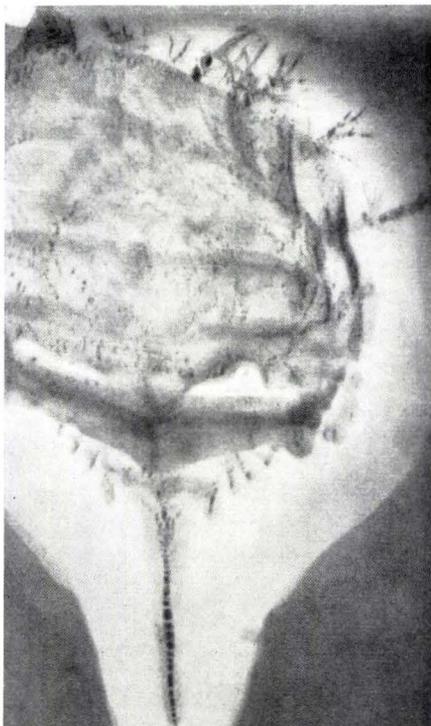
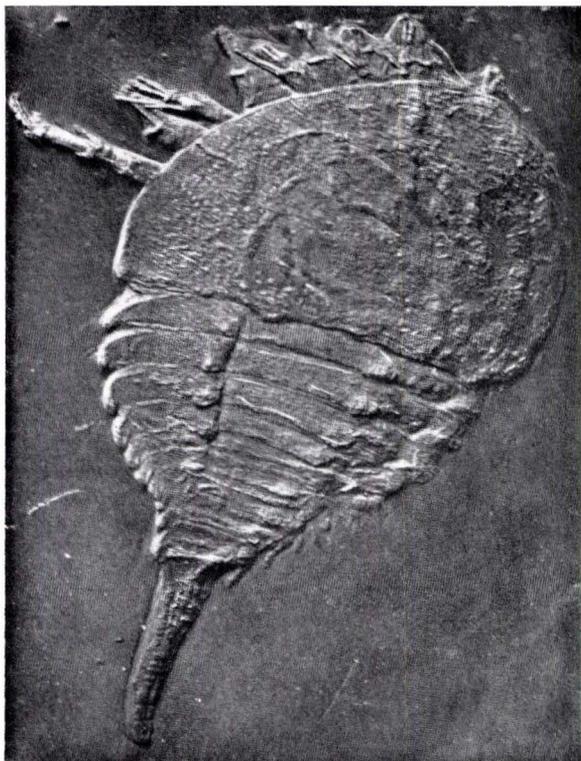
Tafel 5

Tafel 5

- Fig. 1. *Weinbergina opitzi* RUD. & E. RICHTER, Oberflächenaufnahme. $\times 1$. Bundenbach im Hunsrück; Hunsrücksgiefer, Kauber Schichten. Original im Senckenberg-Museum (VIII 7a). Nachklischiert aus RUD. & E. RICHTER 1929, Abb. 1 auf S. 195.
- Fig. 2. *Weinbergina opitzi* RUD. & E. RICHTER. Röntgenaufnahme der Dorsalseite des 2. Frankfurter Stückes. Senckenberg-Museum, Frankfurt a. M. (VIII 7b). Nachklischiert der Fig. 3 auf Taf. 1 bei W. M. LEHMANN 1956. 1/1. Ein Teil des linken Bildabschnittes wurde weggelassen.
- Fig. 3. Schreit-Fährte eines Xiphosura, wahrscheinlich *Weinbergina opitzi*. Bundenbach; Hunsrücksgiefer, Kauber Schichten. Senckenberg-Museum, Frankfurt a. M. (XXX 529). Nachklischierung des mittleren Abschnittes der Abb. 15a auf S. 249 bei RUD. RICHTER 1941. 1/2 nat. Größe.
- Fig. 4. *Weinbergina opitzi* RUD. & E. RICHTER. Röntgenaufnahme der Ventralseite des Bonner Stückes (Egr. 38). Nachklischiert der Fig. 5 auf Taf. 2 bei W. M. LEHMANN 1956. Etwa 4/5 nat. Größe.

Röntgen-Aufnahmedaten (nach W. M. LEHMANN 1956, S. 70)

Abstand Brennfleck-Präparat und Film	600 mm
Spannung an der Röhre	30 KV eff.
Röhrenstromstärke	20 MA
Belichtungsdauer	5—7 sec.



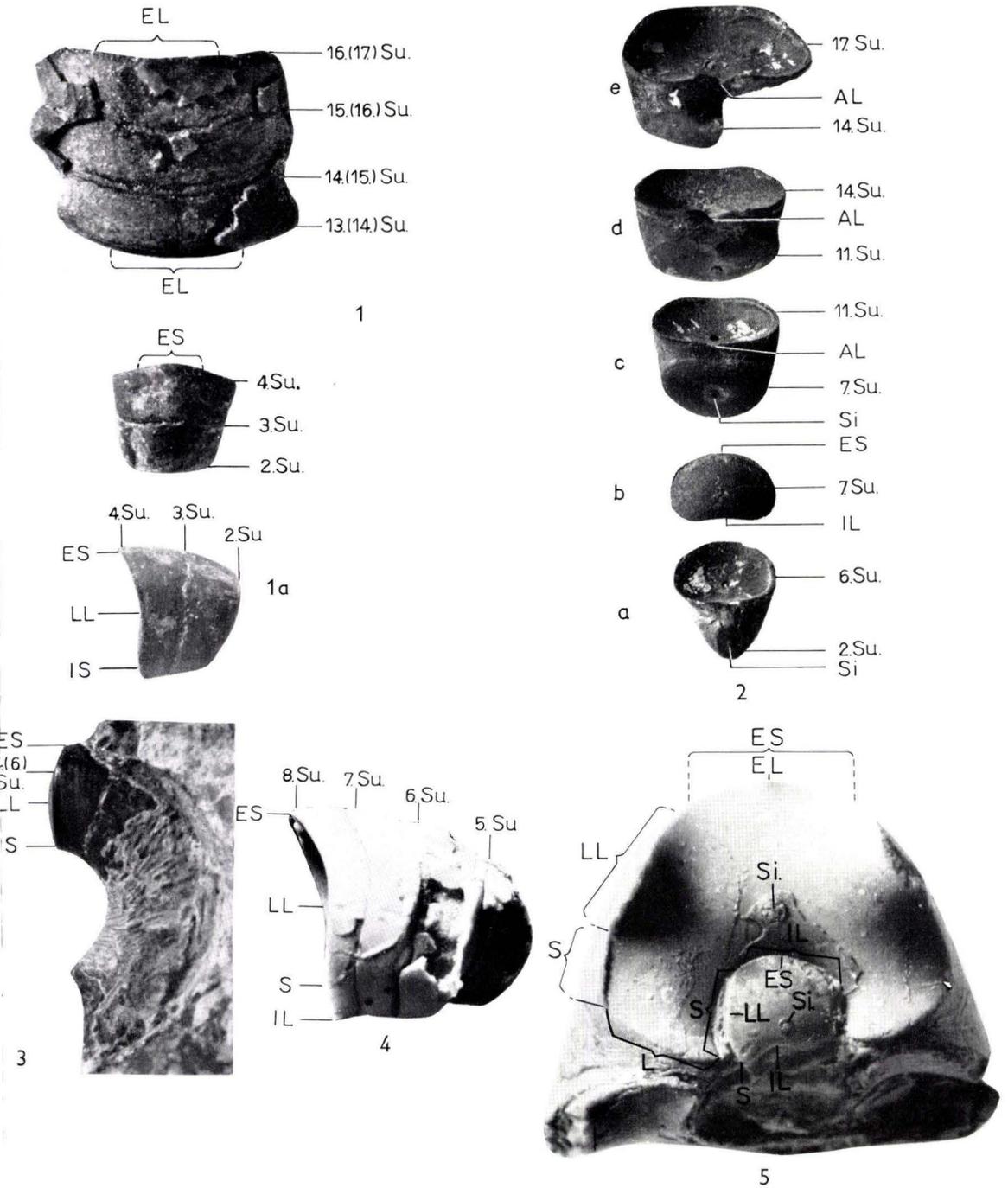
Tafel 6

Tafel 6

- Fig. 1. *Metacoceras cornutum* (GIRTY), Howard Limestone, ob. Pennsylvanian, Howard, Kansas, USA. Stanford University, Dept. of Geology, Type Nr. LSJU 9811, 9812.
2 Windungsfragmente mit 2.-4. Sutura (9812), bzw. 13. (od. 14.)-16. (od. 17.) Sutura (9811); von extern. $\times 6,8$. S. 48
- Fig. 1 a. Dasselbe. Windungsfragment mit 2.-4. Sutura (LSJU 9812); von lateral. $\times 6,8$. S. 48
- Fig. 2. *Liroceras liratum* (GIRTY), Howard Limestone, ob. Pennsylvanian, Howard, Kansas, USA. Stanford University, Dept. of Geology, Type Nr. LSJU 9813-9817. $\times 3,4$. S. 50
a: Anfangsteil des Gehäuses mit 2.-6. Sutura, von intern (9813); b: Windungsfragment mit der 7. Sutura (bzw. Septum), von hinten (9814); c: Windungsfragment mit 7.-11. Sutura, von intern (9815); d: Windungsfragment mit 11.-14. Sutura und beginnendem Annularlobus (AL), von intern (9816); e: Windungsfragment mit 14.-17. Sutura und deutlichem AL, von intern, rechte Gehäuspartie z. T. weggebrochen. (9817). 2a-2e von einem Individuum stammend.
- Fig. 3. *Metacoceras* sp. Oberes Karbon, Oklahoma, USA. Stanford University Dept. of Geology Type Nr. LSJU 9818. Innenwindung eines jugendlichen Gehäuses, die Sutura am 4. (oder 5.-6.) Septum zeigend; von lateral. $\times 6,4$. S. 52
- Fig. 4. *Metacoceras dubium* HYATT, Fort Riley Formation, ob. Perm, Oketo, Kansas, USA. Stanford University, Dept. of Geology, Type Nr. LSJU 9819 (= Exemplar B). Windungsfragment mit wahrscheinlich 5.-8. Septum, von lateral. Die Interlobus-Partie ist leicht beschädigt und zeichnerisch ergänzt. $\times 5,6$. S. 54
- Fig. 5. *Proclydonautilus triadicus* (MOJS.), Karnische Stufe, ob. Trias, ndl. Mine Antimonio, N-Ende der Sierra del Alamo, Sonora Provinz, Mexiko. Stanford University, Dept. of Geology, Type Nr. LSJU 9820. Juveniles Windungsfragment mit sehr junger Septalfläche nebst Sutura (innen), und einer - um einen Umgang - älteren Septalfläche nebst Sutura (außen). Von hinten (= apical). Die Elemente der älteren Sutura sind durch eckige Klammern markiert, die Elemente der jugendlichen Sutura durch Hinweis-Striche. $\times 5,3$. S. 58

Abkürzungen:

AL: Annularlobus	IL: Internlobus	Si: Siphon
EL: Externlobus	IS: Internsattel	S: Sattel
ES: Externsattel	LL: Laterallobus	Su: Sutura



Tafel 7

Tafel 7

Fig. 1. *Pentremitidea medusa* JAEKEL

4 Exemplare. Links erwachsenes Exemplar, rechts unten Jugendexemplare. Die gesamte Kolonie an der Wurzel von *Acanthocrinus rex* ursprünglich festgewachsen. Ein Teil der Stiele ist der Präparation zum Opfer gefallen. Vergrößerung: 4fach. Nachklischiert der Taf. 1 bei O. JAEKEL 1895.

Fig. 2. *Pentremitella osoleae* W. M. LEHMANN

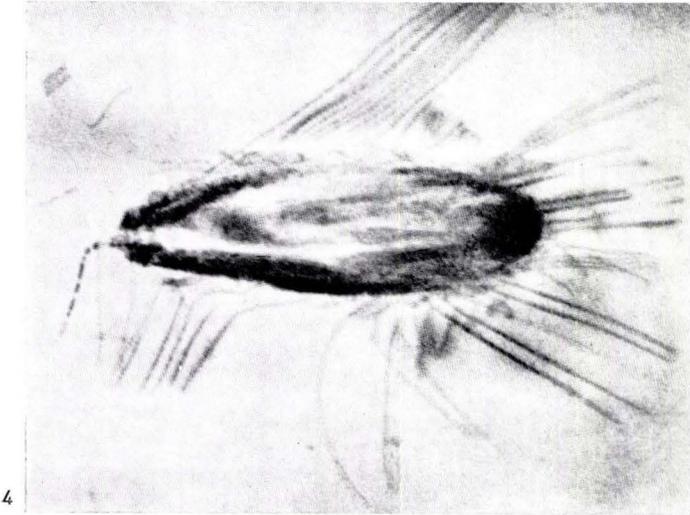
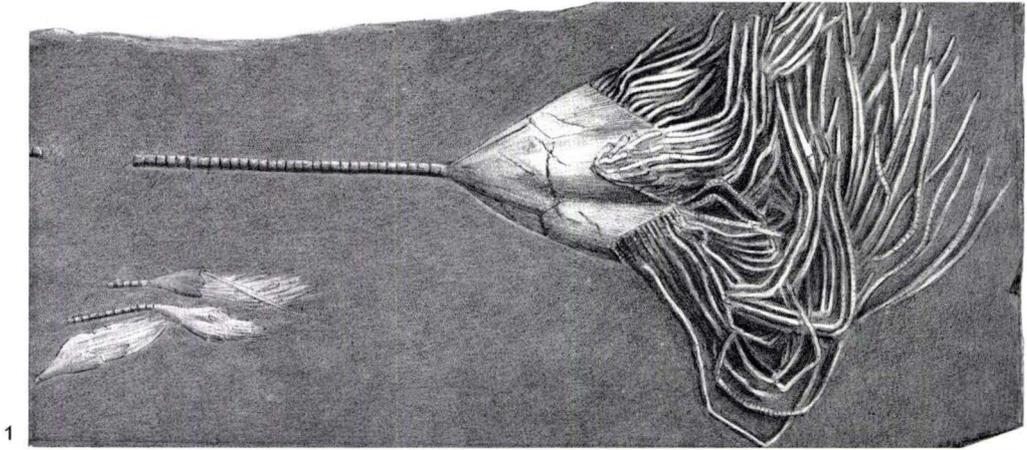
Oberflächenaufnahme, angefertigt von W. M. LEHMANN nach erfolgter Röntgendurchleuchtung und daran anschließender Präparation. Bezeichnung der zusammengeklebten Fundplatten: Bsch. 3. Siehe dazu auch die Abb. 2 (2a und 2b) bei W. M. LEHMANN 1949, S. 188, mit der Stereo-Röntgenaufnahme des Fossils. Größenverhältnisse der Fundplatte 14×18 cm. Bei den Abb. 1–7 gibt W. M. LEHMANN keine Maße an, jedoch nach Einzelangaben der Beschreibung meßbar. Die Fig. 2 ist eine Nachklischierung der Abb. 1 bei W. M. LEHMANN 1949, S. 187.

Fig. 3. *Pentremitella osoleae* W. M. LEHMANN

Oberflächenaufnahme der Rückseite. Der Kelch wurde von der Rückseite der Schieferplatte aus freigelegt. Es liefen jedoch 2 kurze Pinnula-Enden quer über die Basalia und überdeckten sie. Die obere dieser beiden Pinnulae wurde, soweit sie das Basale überlagerte, entfernt. Dabei entstanden auch die sichtbaren Löcher in der Oberflächenphotographie.

Fig. 3 ist eine Nachklischierung der Abb. 5 bei W. M. LEHMANN 1949, S. 188.

Fig. 4. Röntgenaufnahme von der in Fig. 3 dargestellten *Pentremitella osoleae*.



Tafel 8

Tafel 8

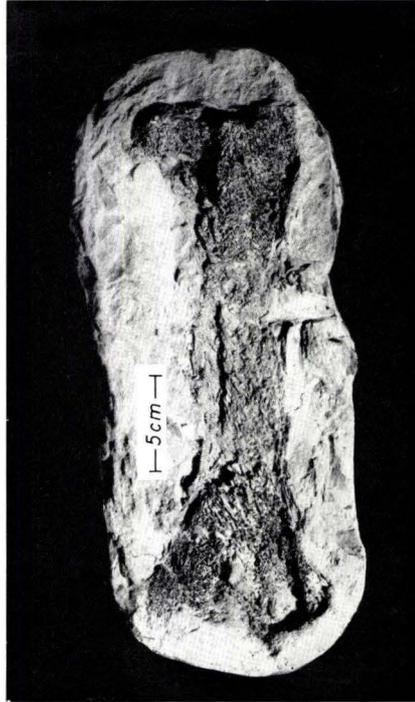
Linkes Femur von *Diatryma cf. steini*, Eozän von Messel bei Darmstadt; Hess. Landesmuseum, Inv. Nr.: Me 6116.

Fig. 1, 2. Zustand des Fundes vor Entfernung der Knochenreste aus den beiden Hälften der aufgespaltenen Ölschiefer-„Geode“.

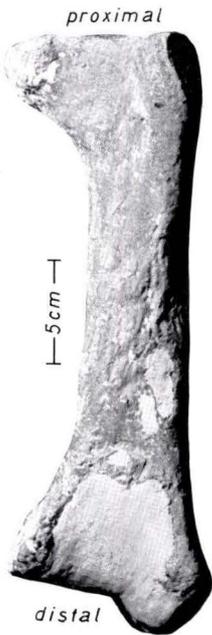
Fig. 3 a, 3 b. Nachguß des Femur (nach Entfernung der Knochenreste aus der „Geode“); a) Ansicht von vorn (dorsal), am unteren Teil ist die Region um die Fossa patellaris nicht mehr ganz vollständig (s. S. 69); b) Ansicht von hinten (plantar); der Pfeil weist auf den diagnostisch wichtigen Sulcus fibularis.



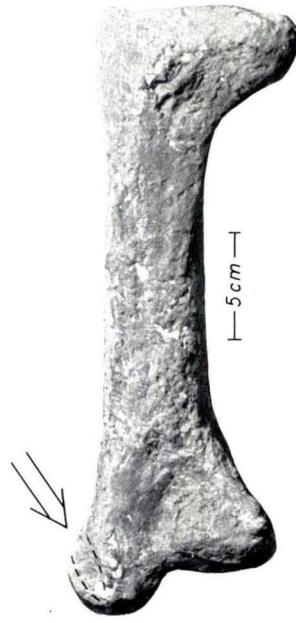
1



2



3a



3b

Tafel 9

Tafel 9

Spiriferen aus den Bornicher Schichten.

Fig. 1–4 u. 10–11. *Hysterolites (Acrospirifer) assimilis* (FUCHS).

Fig. 1. Ventral-Steinkern, ausgewachsenes Exemplar. Mäßige Verzerrung (Diagonal-Form).

Abschwächung der Sinus-Grenzrippen, deutliche Ovar-Granulae.
Neukauten-Mühle (Loreley-Gebiet).

Fig. 2. Ventral-Steinkern, nahezu ausgewachsenes Exemplar. Mäßige Verzerrung (Diagonal-Form). Ausgezogene Flügel-Spitzen.

Neukauten-Mühle (Loreley-Gebiet).

Fig. 3 u. 10. Ventral-Steinkern, ausgewachsenes Exemplar.

3 verzerrt (Lang-Form), 10 annähernd verzerrungsfrei. Abschwächung der Sinus-Grenzrippen.

300 m westl. Gut Henriettenthal, Straße Wörsdorf–Wallrabenstein (Taunus).

Fig. 4 u. 11. Ventral-Steinkern, nahezu ausgewachsenes Exemplar. 4 verzerrt (Breit-Form), 11 annähernd verzerrungsfrei.

Stark täuschender verzerrter Umriß!

Neukauten-Mühle (Loreley-Gebiet).

Fig. 5–6. *Hysterolites (Acrospirifer) arduennensis antecedens* (FRANK).

Fig. 5. Dorsal-Steinkern, ausgewachsenes Exemplar.

Mäßige Verzerrung (Breit-Form).

Rel. breiter Sattel.

Neukauten-Mühle (Loreley-Gebiet).

Fig. 6. Ventral-Steinkern, ausgewachsenes Exemplar.

Mäßige Verzerrung (Diagonal-Form).

Typische Variante mit rel. breitem Sinus und hoher Area.

Neukauten-Mühle (Loreley-Gebiet).

Fig. 7. *Hysterolites (Hysterolites) hystericus* SCHLOTH. aff. *pachypleura* SOLLE.

Ventral-Steinkern, ausgewachsenes Exemplar.

Mäßige Verzerrung (Lang-Form).

Schwacher Muskelzapfen, sehr schmaler Sinus.

Neukauten-Mühle (Loreley-Gebiet).

Fig. 8–9. *Subcuspidella humilis* (SCUPIN).

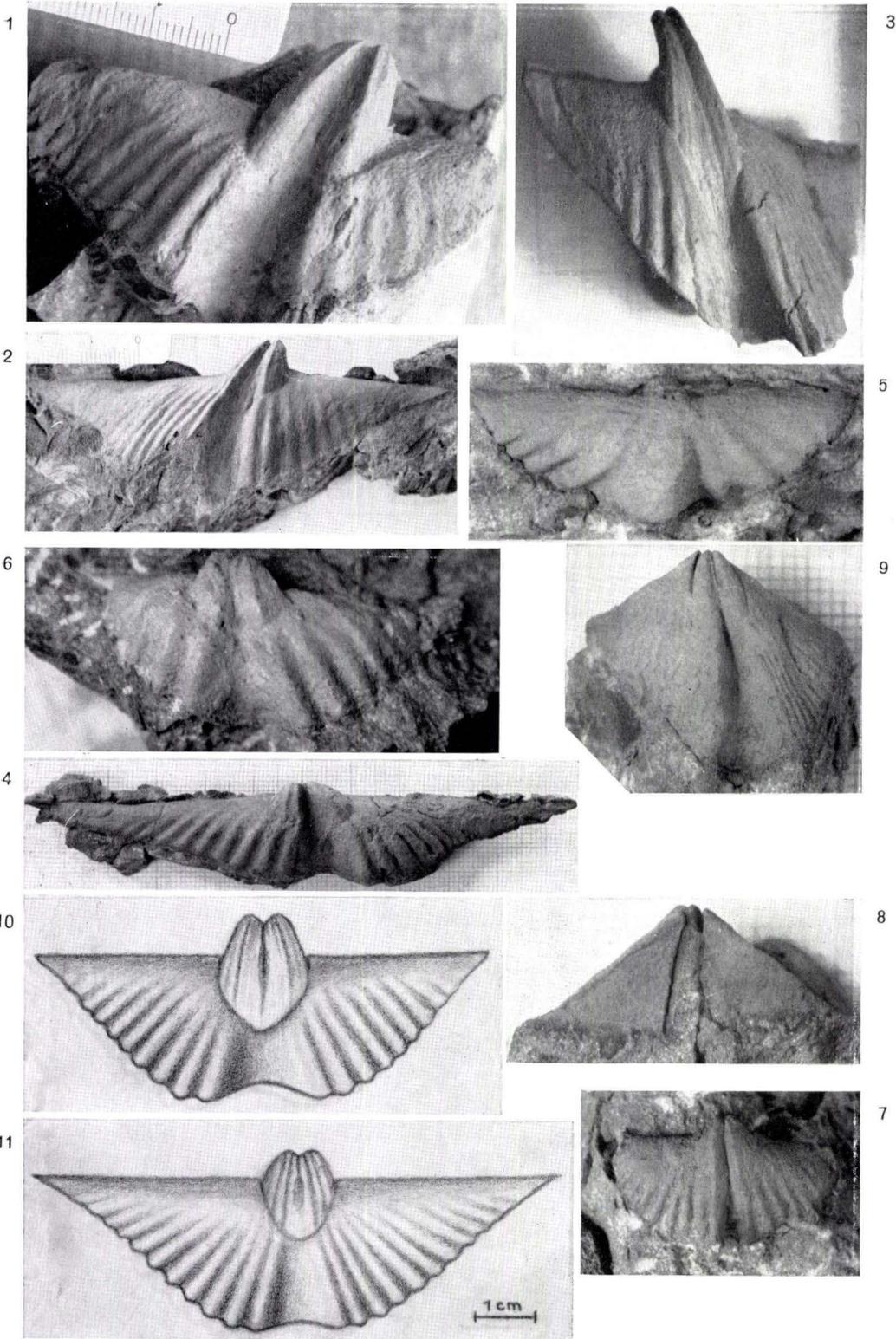
Fig. 8. Ventral-Steinkern, nahezu ausgewachsenes Exemplar. Verzerrt (Lang-Form).

Ansicht der Area, Höhe durch die Verzerrung übertrieben.

Neukauten-Mühle (Loreley-Gebiet).

Fig. 9. Ventral-Steinkern der Fig. 8.

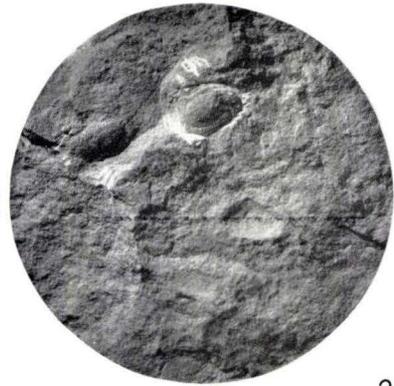
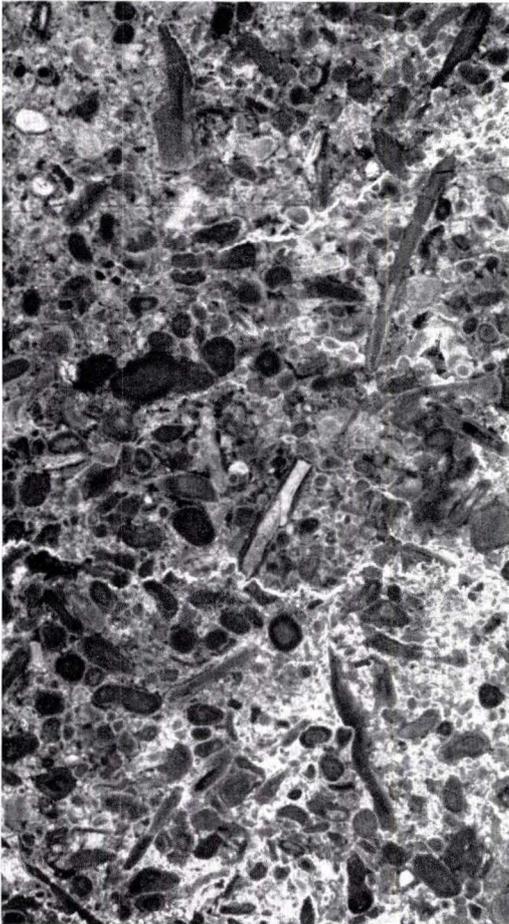
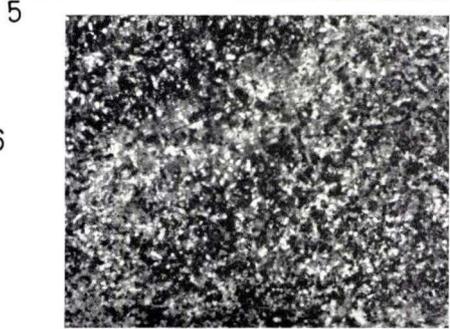
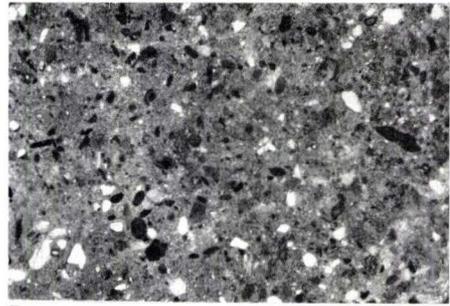
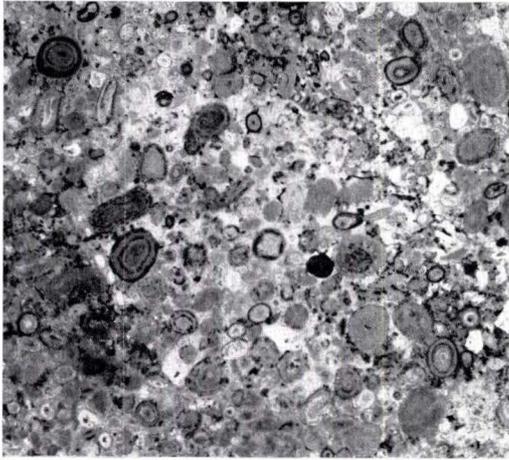
Ansicht von oben. Kurze, einwärts gekrümmte Zahnstützen.



Tafel 10

Tafel 10

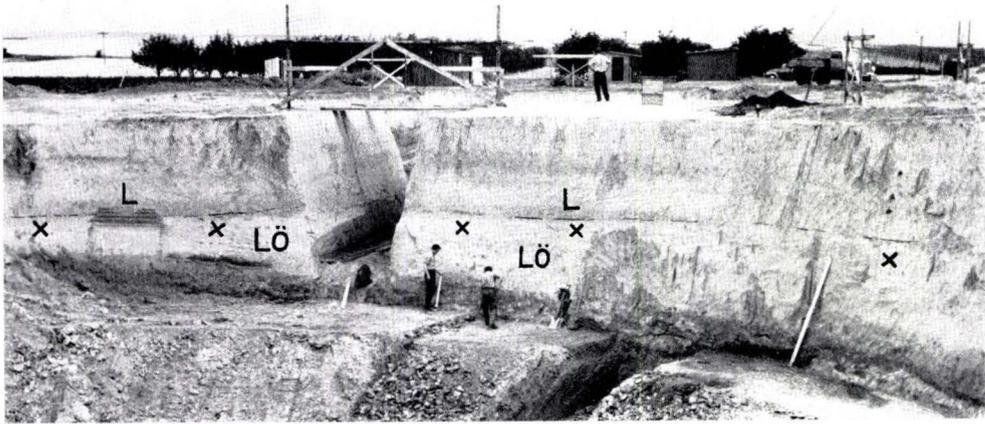
- Fig. 1. Bohrkern aus calcarenitischem Material mit 2 Steinkernen und 1 Abdruck von *Schizodus obscurus* Sow.
Bohrung Wolfskehlen 4, Teufe 1530,0 – 1532,0 m. Zechstein (Ca 3). $\times 0,5$
Inst. f. Geologie T.H. Darmstadt, Typ.Kat. Nr. 1
- Fig. 2. *Schizodus obscurus* Sow. (nach alter Auffassung *Sch. truncatus* KING). – Abdruck, durch veränderten Beleuchtungseffekt als Steinkern erscheinend.
Bohrung Wolfskehlen 4, Teufe 1530,0 – 1532,0 m; Rückseite des 4 cm starken Bohrkerns der Fig. 1. Zechstein (Ca 3). $\times 3$
Inst. f. Geologie T.H. Darmstadt, Typ.Kat. Nr. 2
- Fig. 3. Schichtparalleler Anschliff eines Handstückes. Nach Dünnschliffbestimmung als Biosparit anzusprechen. In kalkiger Grundmasse Ooide und Onkoide, vorwiegend aus Kalkalgen aufgebaut, daneben einzelne minerogene Komponenten.
Kellerbüschchen (r 34 79 35; h 55 41 35), Horizont A der Abb. 2. Gemarkung Dreieichenhain (Bl. Neu Isenburg, 5918).
Zechsteinrandfazies (Ca 3?). $\times 2$
Inst. f. Geologie T.H. Darmstadt, Typ.Kat. Nr. 3
- Fig. 4. Anschliff eines Handstückes. Nach Dünnschliffbestimmung noch als Biosparit zu bezeichnen. In gut auskristallisiertem Kalk liegen zahlreiche biogene Bestandteile, einzelne Intraklaste und zahlreiche minerogene Körper (hauptsächlich Quarz).
Kellerbüschchen, Dreieichenhain; Horizont E der Abb. 2
Zechsteinrandfazies (Ca 3?). $\times 2$
Inst. f. Geologie T.H. Darmstadt, Typ.Kat. Nr. 4
- Fig. 5. Anschliff eines Handstückes. Nach Dünnschliffbestimmung Biomikrit. Zahlreiche biogene Bestandteile (Algenreste) in einer feinkörnigen, kalkigen Grundmasse, daneben viele minerogene Komponenten.
Kellerbüschchen, Dreieichenhain; Horizont G der Abb. 2
Zechsteinrandfazies (Ca 3?). $\times 2$
Inst. f. Geologie T.H. Darmstadt, Typ.Kat. Nr. 5
- Fig. 6. Schichtparalleler Schliff, als Anschliff aufgenommen. Im Dünnschliff als Biosparit zu bezeichnen. Biogenes Material vorwiegend *Phykopsephen* PLA.
Nardesgarten (r 35 80 80; h 55 41 50), Lokalität B in Abb. 1, Gemarkung Götzenhain (Bl. Neu Isenburg, 5918)
Zechsteinrandfazies (Ca 3?). $\times 2$
Inst. f. Geologie T.H. Darmstadt, Typ.Kat. Nr. 6



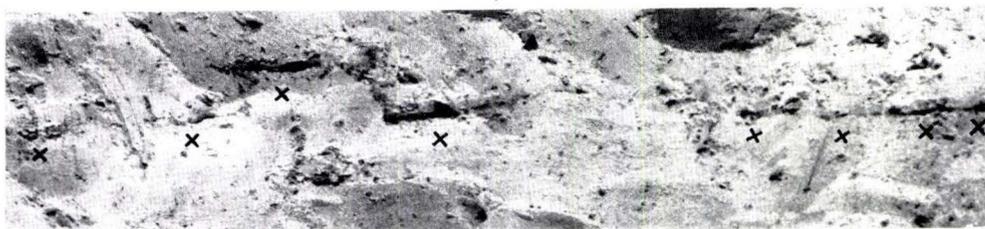
Tafel 11

Tafel 11

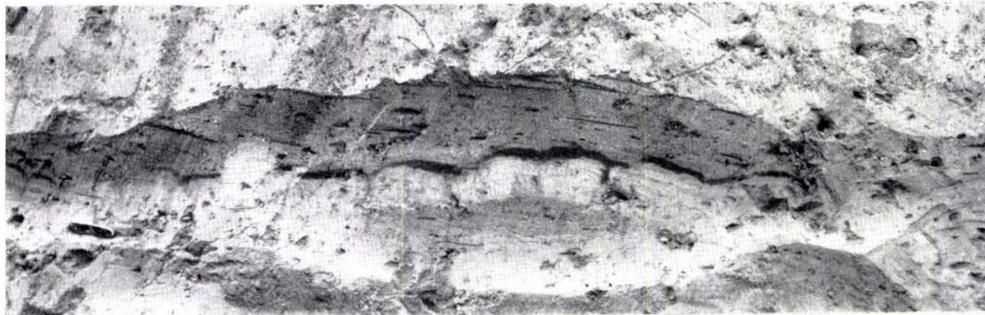
- Fig. 1. Nordwand der südlichen mit Durchgang zur nördlichen Baugrube. — Über x . . . x = Verlauf des Tuffbandes; Lō = Jüngerer Löß II; L = Verlehmungszone mit Tuffband im rund unteren Drittel.
- Fig. 2. Leichte Störung im Verlauf des Tuffbands. — Über x . . . x das Tuffband.
- Fig. 3, 4. Querschnitte durch die Kissenpolster an der Südseite der nördlichen Baugrube. — Länge des Taschenmessers (Fig. 3 links) 8 cm.
Abb. 4 aus etwas größerer Nähe aufgenommen als Fig. 3.



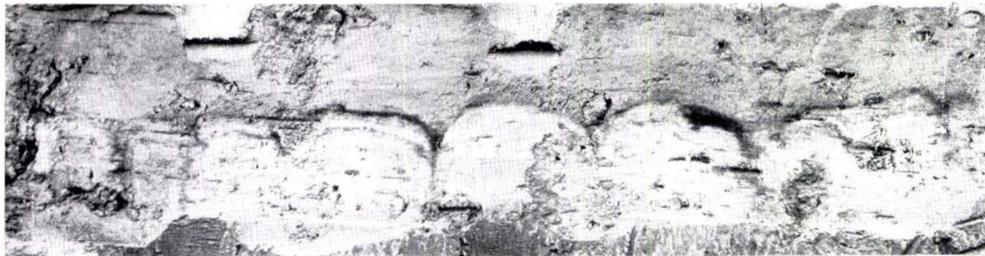
1



2



3



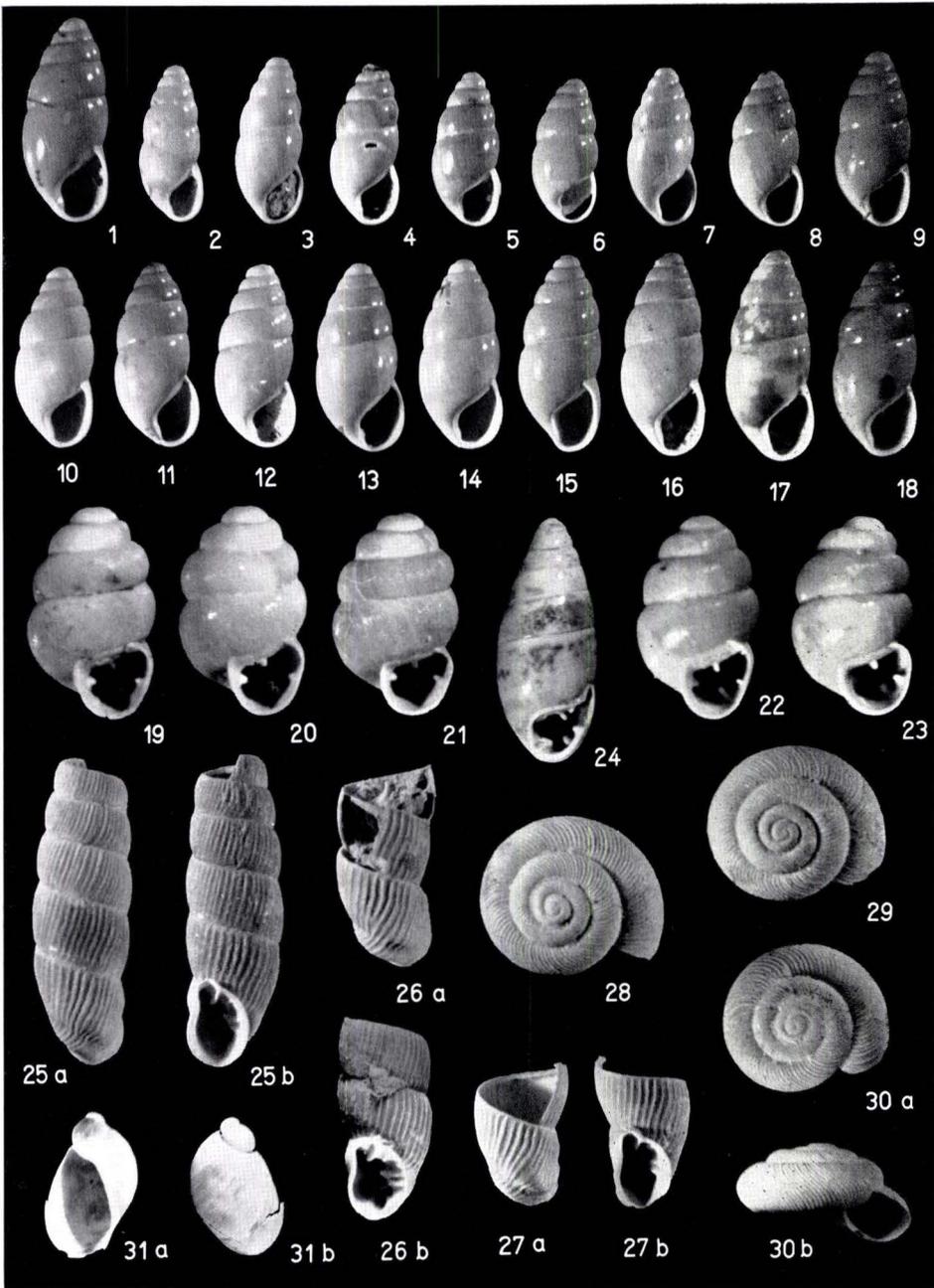
4

Tafel 12

Tafel 12

- Fig. 1 – 18. *Cochlicopa lubrica* (O. F. MÜLLER) und *Cochlicopa nitens* [KOKKIL]
(GALLENSTEIN), durch Zwischenformen verbunden, Hu 389/1 – 18 ×4
- Fig. 19 – 23. *Vertigo (Vertigo) genesii geyeri* LINDHOLM
Hu 376/1 – 5 ×15
- Fig. 24. *Azece menkeana* C. PFEIFFER
Hu 389/19 ×5
- Fig. 25 a – 27 b. *Clausilia cruciata triplicata* A. SCHMIDT
Hu 376/6 – 8 ×6
- Fig. 28 – 30 b. *Discus ruderratus* (HARTMANN)
Hu 389/20 – 22 ×4
- Fig. 31 a, b. *Succinea* sp., jugendlich, linksgewunden ×4

Alle Figuren: Kalkmulde (jüngstes Spätglazial oder Präboreal bis Boreal/Atlantikum)
Rauhiesen östlich Schröck, Bl. 5219 Amöneburg.



Tafel 13

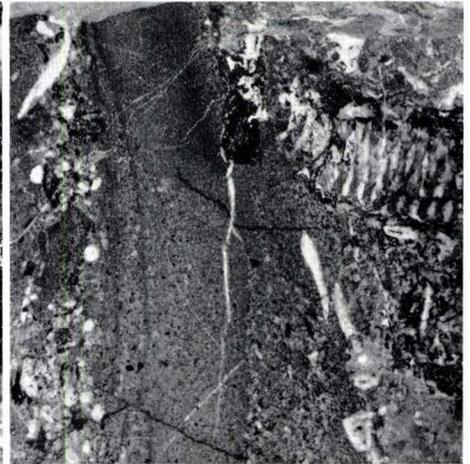
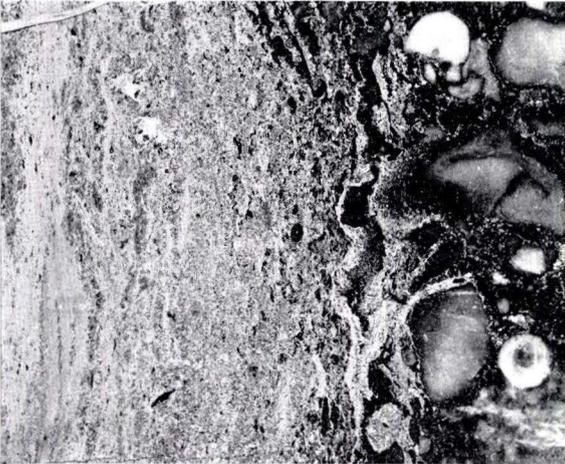
Tafel 13

- Fig. 1. Grob-detritogener Kalkstein mit Übergang in dichtes, faseriges Hämatit-
Calcit-Erz. — Grube Eisenfeld, 192-m-Sohle, südliches Hauptlager.
- Fig. 2. Fossilbruchstücke in grobdetritogenem Kalkstein. — Grube Eisenfeld,
192-m-Sohle, Mittellager.
- Fig. 3. Calcarenitische Zwischenlage in grob-detritogenem Kalkstein. — Grube
Eisenfeld, 192-m-Sohle, Lagerkalk des nördlichen Hauptlagers.
- Fig. 4. Anthraxolith-, „Tröpfchen“ in einer Calcit-Druse des Lagerkalkes. — Grube
Eisenfeld, 132-m-Sohle, Hauptlager.

2



4



1

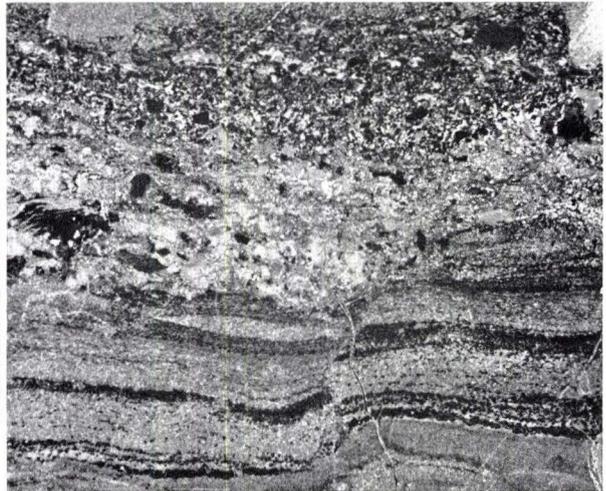
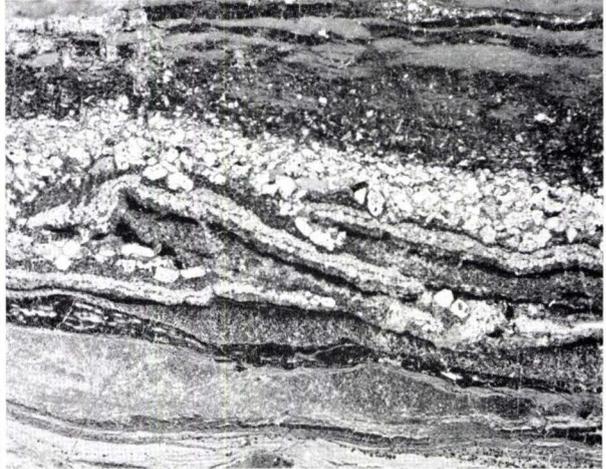
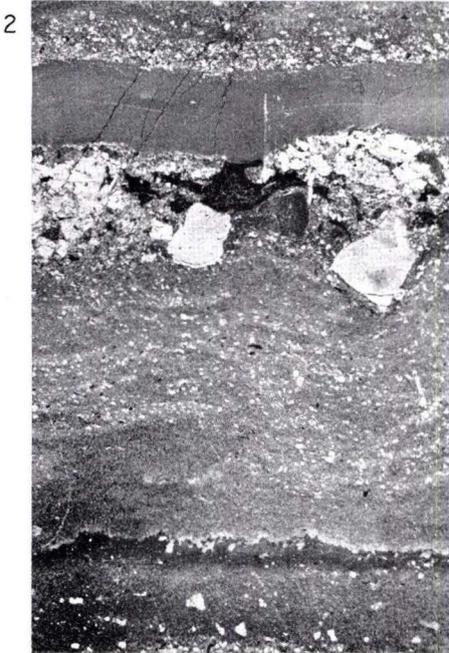
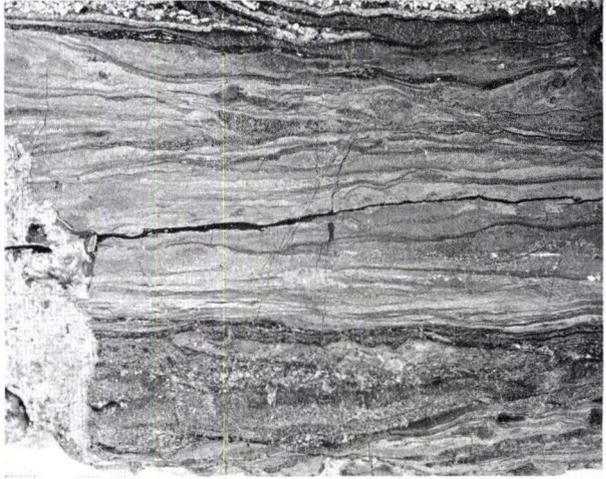
3

Tafel 14

Tafel 14

Bunte Hangendschichten

- Fig. 1. Klastische Wechselfolge in den Bunten Hangendschichten mit graded bedding. — Grube Eisenfeld, 192-m-Sohle, nördliches Hauptlager.
- Fig. 2. Grob-klastische Lage in den Bunten Hangendschichten mit großen Quarzit-Brocken (ca. 1,5 cm). — Grube Eisenfeld, 3. Abbauscheibe oberhalb der 192-m-Sohle, südliches Hauptlager.
- Fig. 3. Flaseriges Hämatit-Calcit-Erz mit Übergang in die Bunten Hangendschichten. — Grube Eisenfeld, 3. Abbauscheibe oberhalb der 192-m-Sohle, südliches Hauptlager.
- Fig. 4. Unterste Lage der Bunten Hangendschichten des Handstückes Fig. 3. Grob-klastische Partie mit Sedifluktions-Gefüge. — Grube Eisenfeld, 3. Abbauscheibe oberhalb der 192-m-Sohle, südliches Hauptlager.
- Fig. 5. Vererzte Lage der Bunten Hangendschichten (= unterste Lage der Abfolge). — Grube Eisenfeld, 192-m-Sohle, südliches Hauptlager.

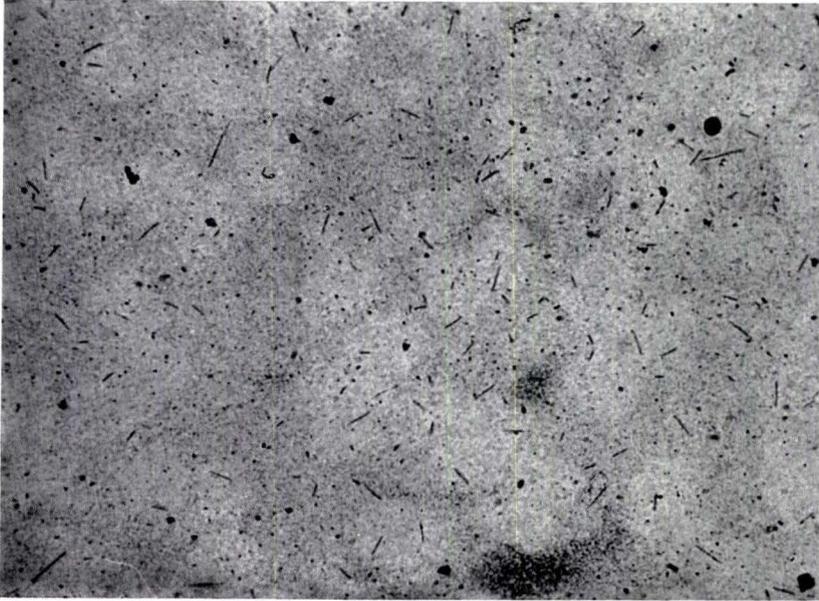


Tafel 15

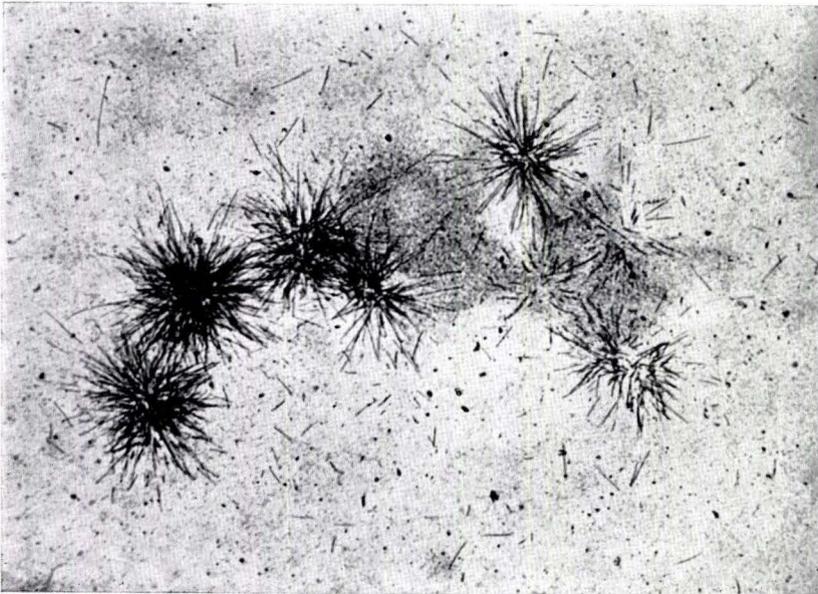
Tafel 15

- Fig. 1. Gleichmäßige Verteilung der α -Bahnspuren (hervorgerufen durch uranföhrnde Braunkohle). Fundort: Grube Stellberg-Tiefenrod, Bl. 4723 Oberkaufungen, Probe 370, polierter Dünnschliff. Agfa K-2 Kernspurplatte Belichtungszeit: 120 Stunden, Vergr.: 400 \times .
- Fig. 2. Igelförmige Anhäufungen der α -Bahnspuren (hervorgerufen durch ein radioaktives Mineral in der Braunkohle). Fundort: Grube Stellberg-Tiefenrod, Bl. 4723 Oberkaufungen, Probe 370, polierter Dünnschliff. Agfa K-2 Kernspurplatte, Belichtungszeit: 120 Stunden, Vergr.: 400 \times .

1



2



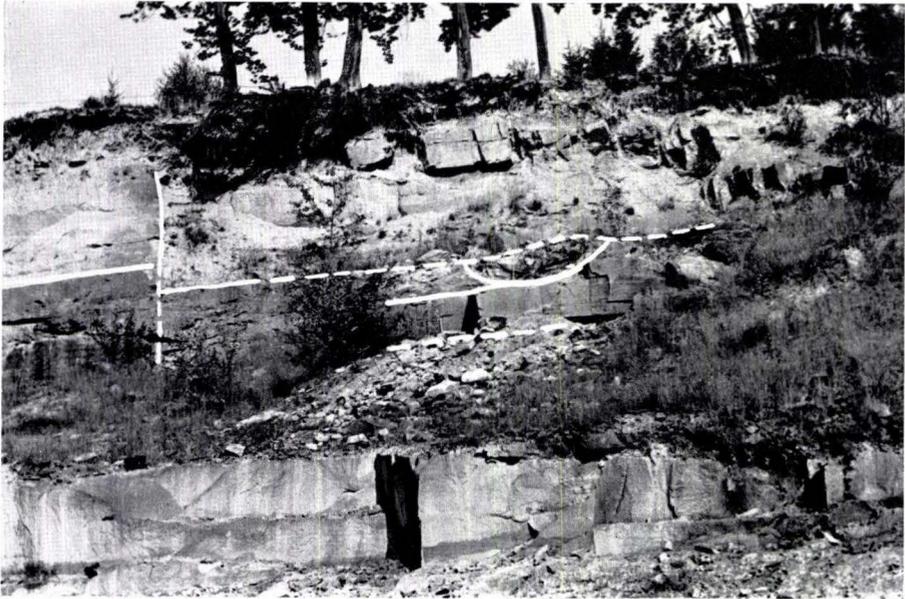
1000

Tafel 16

Tafel 16

- Fig. 1. Schräggeschichtete Sandsteinbank mit dem „Erznest“ der Fundstelle I, Stbr. Jäkel, Wrexen/Waldeck.
- Fig. 2. „Erznest“: unsortierter Grobsandstein mit vererzten inkohlten Holzresten. Letztere sind – zwecks besserer Unterscheidung von den Schatten im Bild – hervorgehoben. Fundpunkt I; Stbr. Jäkel, Wrexen/Waldeck.

1



2

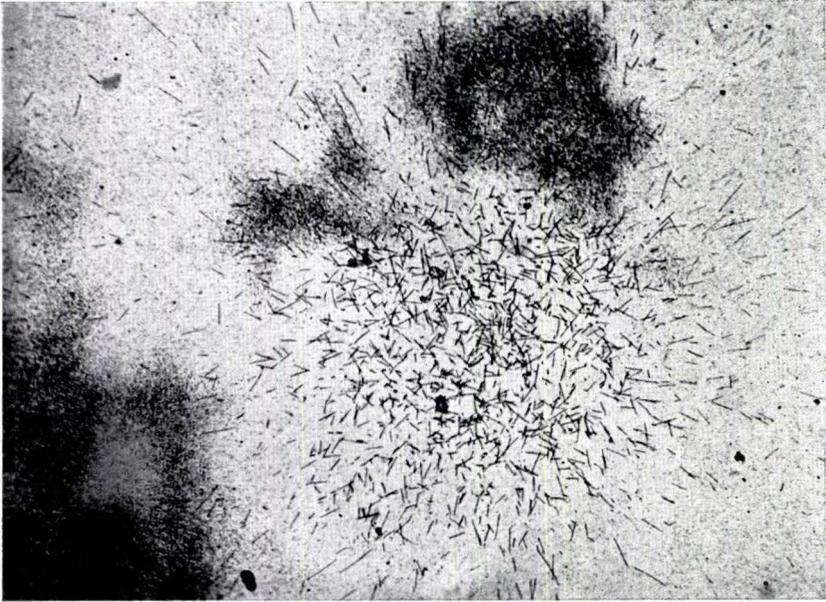


Tafel 17

Tafel 17

- Fig. 1. α -Bahns Spuren, hervorgerufen durch die „grau-grüne Substanz“ in den Wrexener vererzten Pflanzenresten. Illford C-2 Platte, Bel.-Zeit 40 Std. Vergr.: 300 \times . Die diffuse Schwärzung im Bild (oben und links) entspricht lichtdurchlässigen, mit Kunstharz erfüllten Stellen im Dünnschliff. Sie diente als Orientierungsmarke.
- Fig. 2. Rosettenförmiges Aggregat des radioaktiven Minerals in den Wrexener vererzten Pflanzenresten (Bildmitte). Die weißen Stellen im Bild sind z. T. mit Kunstharz ausgefüllte Löcher im Schliff, z. T. aber Risse im Erz und in der Kohle (letztere sind im Bild schwarz). Durchlichtaufnahme ohne Nicols. Vergr.: 300 \times .

1



2

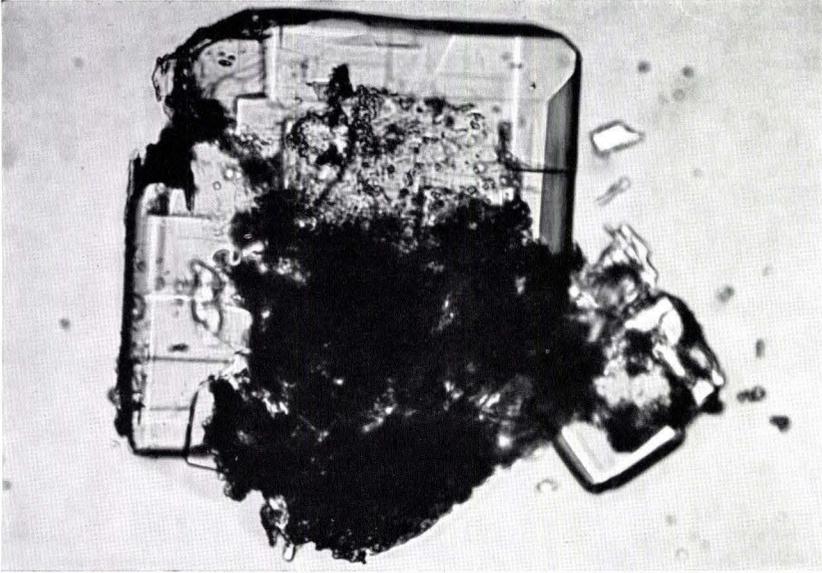


Tafel 18

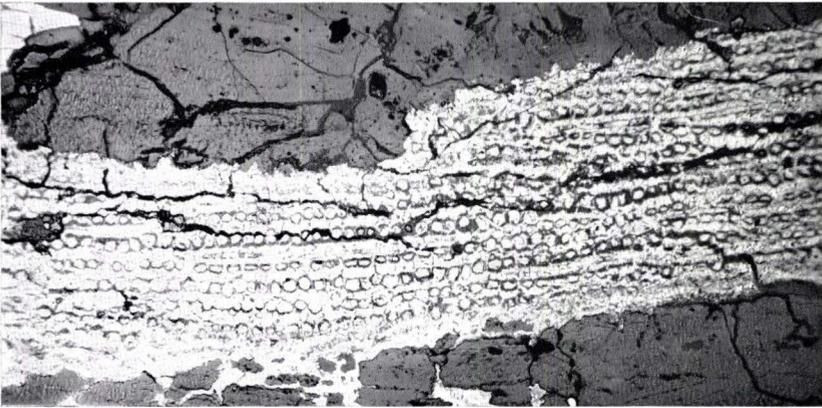
Tafel 18

- Fig. 1. Meta-Zeunerit aus den Wrexener uranführenden Pflanzenresten. Durchlichtaufnahme ohne Nicols. Vergr.: 500 \times . Mit Brauneisen (schwarz) etwas verunreinigt.
- Fig. 2. Kupferglanz (weiß) pseudomorphosiert die Pflanzenreste und erfüllt sowohl die Zellen-Hohlräume als auch die Zellenwände. Oben und unten im Bild ist eine Gasflammkohlen-Partie mit reihenförmig angeordneten Löchern erkennbar. Die Umwandlung in Anthrazit um die Löcher ist auf diesem Bild nur undeutlich sichtbar. Auflichtaufnahme in Luft. Vergr.: 25 \times .
- Fig. 3. Inkohlungshöfe, reihenförmig angeordnet um deformierte Löcher (wahrscheinlich ehemalige Zellenhohlräume). Das radioaktive Mineral, das die höhere Inkohlung hervorgerufen hatte, ist restlos ausgelaugt. In der Bildmitte zieht ein Riß hindurch, der mit sekundär eingewandertem Kupferglanz und Covellin erfüllt ist. Ölimmersion; \times Nicols; Vergr.: 240 \times .

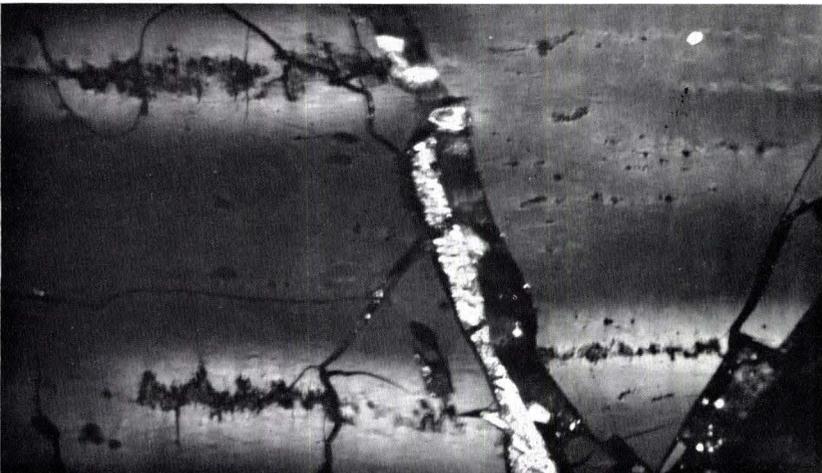
1



2



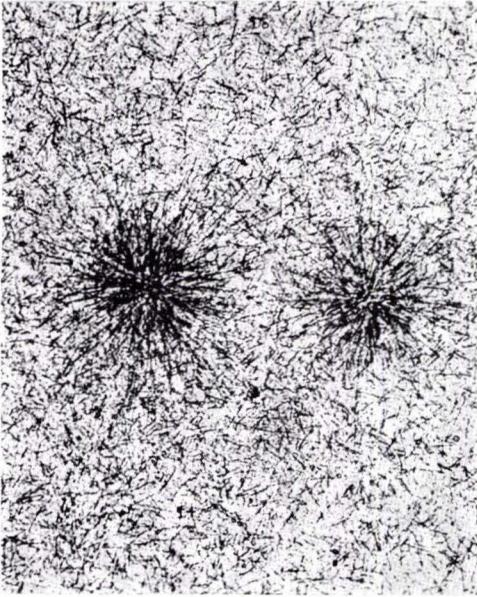
3



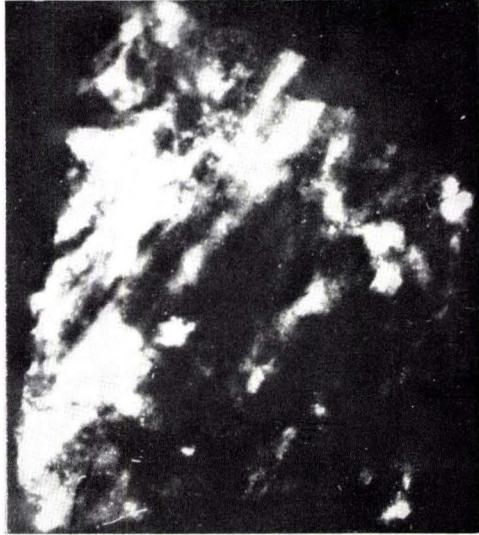
Tafel 19

Tafel 19

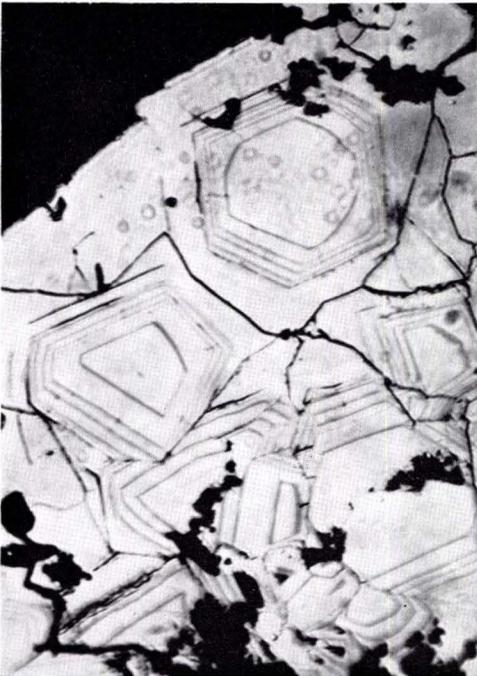
- Fig. 1. α -Bahns Spuren, hervorgerufen durch ein radioaktives Mineral im Braunkohlen-Quarzit. Fundort: Dillich, Bl. Borken, Probe 671, eisensulfidreiche Partie. Illford C-2-Kernspurplatte, 40 Stunden belichtet. Vergr.: 170 \times .
- Fig. 2. Kontakt-Autoradiographie eines vererzten Braunkohlen-Quarzits (Probe 671). Perutz-Platte, 60 Stunden belichtet.
- Fig. 3. Zonar ausgebildete Pyrite im Braunkohlen-Quarzit. Fundort: Dillich, Bl. Borken, Probe 671, Auflicht, Ölimmersion. Vergr.: 850 \times .
- Fig. 4. Pyrit (weiß) zementiert den Detritus, umsäumt und verdrängt die Quarzkörner (dunkelgrau). Fundort: Dillich, Bl. Borken. Auflichtaufnahme in Luft. An den Rändern des Bildes ist das schwach reflektierende, uranföhrnde Netzwerk (mit Meta-Torbernit) zu sehen. Vergr.: 25 \times .



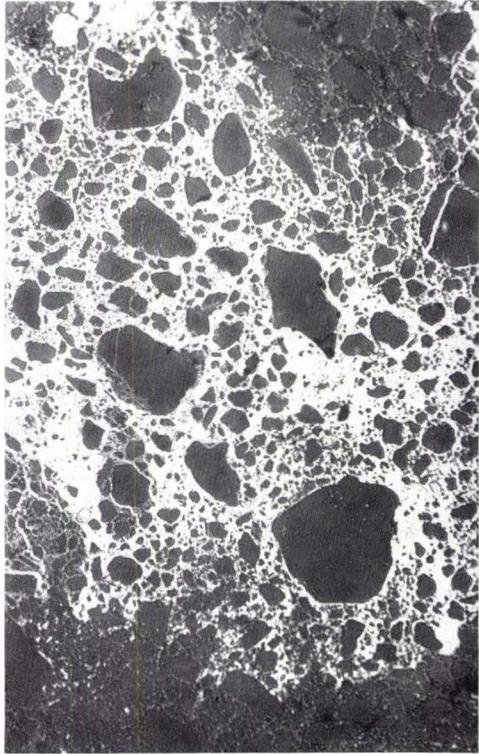
1



2



3

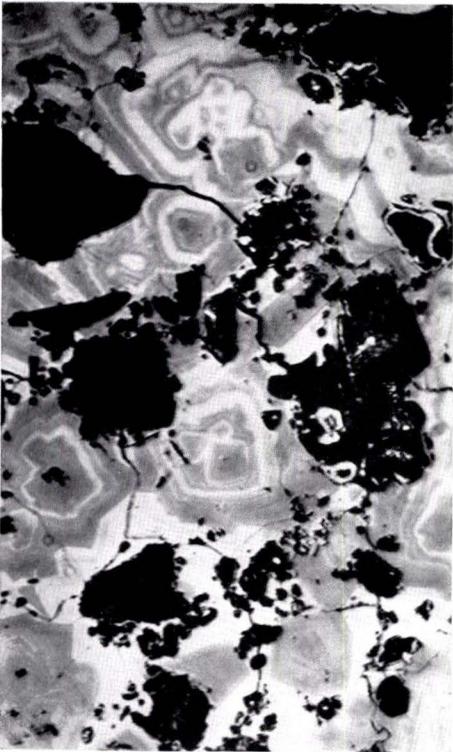


4

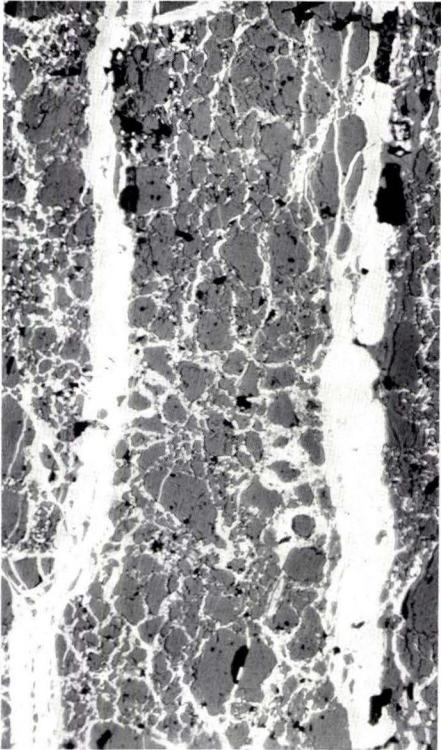
Tafel 20

Tafel 20

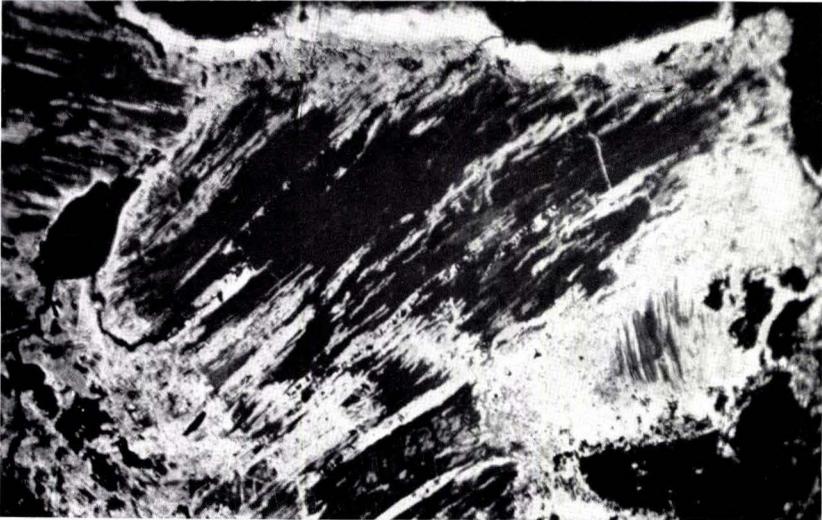
- Fig. 1. Bravoit (mittelgrau) im Pyrit (hellgrau bis weiß). Prächtiger Zonarbau. Löcher (schwarz). Fundort: Dillich, Bl. Borken. Auflicht in Öl, Vergr.: 850 ×.
- Fig. 2. Markasit und Kupferkies (beide weiß) bilden Trümchen im Braunkohlen-Quarzit. Markasit zementiert außerdem den Detritus, der überwiegend aus Quarz besteht. Fundort: Dillich, Bl. Borken. Auflichtaufnahme in Luft. Vergr.: 25 ×.
- Fig. 3. Grobtafeliger Covellin (schwarz) wird von Kupferkies (weiß) und Idait (weiße Lamellen) verdrängt. Kupferkies umsäumt außerdem das Covellin-Aggregat. Fundort: Dillich, Bl. Borken. Auflichtaufnahme in Öl. Vergr. 500 ×.



1



2



3

Tafel 21

Tafel 21

- Bild 1 Der in Säulen abgesonderte Basalt wurde von heißen Lösungen angegriffen und zersetzt. Der dabei entstandene Montmorillonit erfüllt in derben Massen die Spalten. Durch die Querklüfte, von denen ebenfalls die Zersetzung ausging, sind aus den Säulenteilstücken kugelförmige Gebilde entstanden.
- Bild 2 Die Lateritdecke ist im Kontakt gefrittet und violett verfärbt. Der ganze Lateritkomplex ist durchtränkt von Montmorillonit, ebenso der Basalt im Liegenden, der auch in Zwickeln und kleinen Apophysen in die Lateritdecke eingedrungen ist. Der Basalt im Kontaktbereich ist sehr blasig und reich an Einschlüssen.
- Bild 3 Die Lateritdecke über dem Intrusivbasalt ist überlagert von grünlich-gelben geschichteten Tuffen.
- Bild 4 Intrusionsbreccie aus Basalt, Laterit und Tuff im Dach des Intrusivlagers. Der sehr blasenreiche Basalt (im Bild dunkel) ist im Kontaktbereich durchzogen von Schnüren aus derben Montmorillonitmassen. Der rote Laterit ist fast gänzlich in die Intrusionsbreccie aufgenommen worden. Im Hangenden gelbliche Tuffe.

2



4



1



3

