

**Notizblatt**  
**des Hessischen Landesamtes**  
**für Bodenforschung**  
**zu Wiesbaden**

Band 92

Mit 15 Tafeln, 63 Abbildungen und 19 Tabellen

Herausgabe und Vertrieb

Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, Leberberg 9-11

Wiesbaden 1964

# Notizblatt

## des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden

Band 92

Mit 15 Tafeln, 63 Abbildungen und 19 Tabellen

Herausgabe und Vertrieb

Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, Leberberg 9-11

Wiesbaden 1964

Herstellung: Universitätsdruckerei Mainz GmbH

# Inhaltsverzeichnis

## A. Wissenschaftlicher Teil

HEINZ TOBIEN:

Über Suturen nautiliconer Nautiloidea (Cephalopoda). Mit 23 Abbildungen . . . 7

ERWIN BUSSE:

Die Gastropoden-Gattungen *Undularia* KOKEN und *Pustularia* KOKEN im obersten Mittleren Muschelkalk des westlichen Meißner-Vorlandes. Mit 5 Tabellen und den Tafeln 1-2 . . . . . 29

Fritz KUTSCHER & EBERHARD KÜMMERLE:

Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. 6. Die Conularien-Arten des Hunsrückschiefers. Mit 1 Abbildung und den Tafeln 3-4 52

REINHARD HEIL:

Kieselschwamm-Nadeln im Ölschiefer der Grube Messel bei Darmstadt. Mit 3 Abbildungen . . . . . 60

E. TH. ARNOLD BIK:

An aberrant Nonionid from the Miocene of the Mayence basin. With 3 figures and plate 5 . . . . . 68

WOLFGANG KREBS & ARNOLD RABIEN:

Zur Biostratigraphie und Fazies der Adorf-Stufe bei Donsbach (Conodonten- und Ostracoden-Chronologie, Oberdevon I, Rheinisches Schiefergebirge, Dillmulde). Mit 3 Abbildungen, 3 Tabellen und den Tafeln 6-7 . . . . . 75

ERICH WIESNER:

Neue Beobachtungen aus dem Rotliegenden der Wetterau . . . . . 120

HANS D. PFLUG & LUTZ WERDING:

Kalksinter und Rotlehme in Karstspalten des Massenkalkes von Pohl-Göns (Blatt 5518 Butzbach). Mit 4 Abbildungen und 1 Tabelle . . . . . 126

WILFRIED STEGEMANN:

Zur Datierung der Rockenberger und Ostheimer Schichten in der Wetterau und Allgemeines zur Sporenstratigraphie im Chatt/Miozän Hessens. Mit 3 Abbildungen . . . . . 139

DIERK HENNINGSSEN & WILFRIED STEGEMANN:

Ein Basalt/Tuff-Profil am Ölberg östlich Gießen. Mit 3 Abbildungen . . . . 154

GEORG MATTHES:

Zur Vergrusung der magmatischen Tiefengesteine des Odenwaldes. Mit 1 Abbildung . . . . . 160

HEINZ BOTTKE:

Zur Kenntnis der litoralen Sedimente des Zechsteins und seiner Gipslagerstätten bei Adorf/Krs. Waldeck. Mit 6 Abbildungen, 5 Tabellen und den Tafeln 8-9 . . 179

GEORG MATTHES, ULRICH HOFMANN, HANNS-PETER BOEHM:

Zur Verteilung der Tonminerale in den mitteleozänen Schichten der Grube Messel bei Darmstadt. Mit 3 Abbildungen und 3 Tabellen . . . . . 202

FRANZ TABORSZKY:

Beiträge zur Petrogenese der Neunkircher Höhe (Odenwald). Mit Tafel 10 . . . 212

ECKART WALGER:

Über die Entstehung des „Calcit-Achats“. Mit 1 Abbildung und den Tafeln 11-12 216

**ERWIN SCHENK:**

Basalt-Vulkanismus und Aquitan bei Allertshausen im Lumdatal nordöstlich von Gießen. Mit 4 Abbildungen und Tafel 13 . . . . . 223

**HEINZ BOTKE:**

Über ein weiteres Vorkommen von Quecksilbererzen im Raum Königsberg/Krs. Wetzlar. Mit 1 Tabelle und Tafel 14 . . . . . 250

**HANS BERCKHEMER:**

Das Erdbeben vom 10. 2. 1964 in Offenbach a. Main. Mit 1 Abbildung . . . . . 255

**Nachrichten und Mitteilungen aus dem Hessischen Landesamt für Bodenforschung**

**FRITZ KUTSCHER:**

Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. 7. Spülsäume in Schichten der Kaisergrube von Gemünden. Mit Tafel 15 . . . . . 261

**EBERHARD KÜMMERLE:**

Das Profil der Bohrung Großkarben 2 . . . . . 265

**KONRAD REUL:**

Bemerkung zu einer Bohrung im Untermiozän des Vogelsberg-Nordostrand 267

**ERWIN SCHENK:**

Das Quartärprofil in den Braunkohlentagebauen bei Berstadt und Weckesheim (Wetterau) . . . . . 270

**ARNO SEMMEL:**

Junge Schuttdecken in hessischen Mittelgebirgen. Mit 3 Abbildungen und 1 Tabelle . . . . . 275

**FRITZ KUTSCHER:**

Die Verwendung von künstlichen Papieren (Faserprodukte) für den Druck geologischer Karten. Mit 1 Abbildung . . . . . 286

**B. Amtlicher Teil****Amtsleitung:**

Tätigkeitsbericht des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung für die Zeit vom 1. 1. – 31. 12. 1963 . . . . . 291

**GEORG MATTHESS:**

Hessisches Geologisches Schrifttum 1963. Mit Nachträgen aus den Jahren 1939 bis 1962 . . . . . 306

**Schriftleitung:**

Autorenregister, Sach- und Ortsregister, Fossilregister . . . . . 326

**Schriftleitung:**

Verzeichnis der Autoren dieses Bandes . . . . . 339

**Vertriebsstelle:**

Veröffentlichungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

A.

Wissenschaftlicher Teil

# Über Suturen nautiliconer Nautiloidea (Cephalopoda)

Von

HEINZ TOBIEN, Mainz, z. Zt. Berkeley, Cal.

Mit 23 Abbildungen

Herrn Bergrat Professor Dr. WILHELM WAGNER zum 80. Geburtstag gewidmet

**Kurzfassung:** Die Suturen der Nautiloideen mit eingerolltem Gehäuse (Karbon-rezent, letzter lebender Vertreter ist *Nautilus*) zeigen z.T. deutliche Gliederung und Wellung, ähnlich den Lobenlinien primitiver Ammoniten. Die Merkmale derartiger und einfacherer Suturen werden näher dargestellt, wobei sich Beziehungen zu der Anfangssuture der Ammonoidea ergeben.

**Abstract:** Coiled — nautilicone — nautiloids (Carboniferous to recent, with *Nautilus* as last living representative) have sinuous sutures at least in several genera. Characterisations are given for the nautilicones with sinuous sutures as well as the forms with simpler sutures. Relationships to the first suture seen in the ontogenesis of ammonites are demonstrable.

**Résumé:** Les suturen des Nautiloïdés enroulés (nautilicoïnes) — Carbonifère jusqu'à récent, le dernier genre est le *Nautilus* vivant — démontrent une sinuosité marquée, au moins en certains genres, semblables aux suturen des Ammonoïdés primitives. Les caractères des suturen sinueuses et non-sinueuses sont décrits en indiquant des relations avec la première suture des Ammonoïdés.

## Inhalt

|   |    |
|---|----|
| 1. Einleitung . . . . .   | 8  |
| 2. Suturen jungpaläozoischer (karbonischer und permischer) Nautiliden . . . . . | 9  |
| 2.1. Einfache Suturen . . . . .   | 9  |
| 2.2. Sinuose Formen . . . . .   | 11 |
| 3. Suturen triadischer Nautiliden . . . . .                                     | 13 |
| 3.1. Einfache Formen . . . . .  | 13 |
| 3.2. Sinuose Formen. . . . .  | 14 |
| 4. Suturen jungmesozoischer und tertiärer Nautiliden. . . . .                   | 15 |
| 4.1. Einfache Formen . . . . .  | 15 |
| 4.2. Sinuose Formen . . . . .   | 17 |

|   |    |
|---|----|
| 5. Bemerkungen zur Ontogenese . . . . .         | 19 |
| 5.1. Einfache Suturen . . . . .                 | 19 |
| 5.2. Sinuose Suturen . . . . .                  | 20 |
| 6. Beziehungen zur Ammoniten-Sutur . . . . .    | 22 |
| 7. Beziehungen zur Ammoniten-Prosutur . . . . . | 23 |
| Zusammenfassung . . . . .                       | 26 |
| Schriftenverzeichnis . . . . .                  | 27 |

## 1. Einleitung

Die Septen in den Gehäusen eingerollter (= nautiliconer) Nautiloideen zeigen Suturen, die vielfach eine mehr oder weniger deutliche Gliederung in Sättel und Loben aufweisen. Dies gilt nicht nur für den lebenden *Nautilus* (Abb. 9), sondern auch für eine ganze Zahl fossiler Arten und Gattungen. Darunter befinden sich Genera wie *Permoceras* und *Pseudaganides*, deren Suturen (oder Lobenlinien) maximal bis zu 16 Elementen enthalten können (Abb. 12, 16). Während die Sutur der Ammoniten für Phylogenie, Systematik und Taxionomie seit jeher eine große Rolle gespielt hat, gilt dies nicht in gleichem Maße für die Suturen der Nautiloidea, speziell der Gruppen mit eingerollten Gehäusen. Hier treten — im Gegensatz zu den Gruppen mit gestreckten, gekrümmten, oder nur in offener Spirale aufgewundenen Gehäusen — die komplizierteren Suturen auf.

Wenig ist jedoch darüber bekannt, a) ob und wie weit diese Suturen auf bestimmte Formtypen verteilt werden können, b) ob kompliziertere Suturen, wie die in Abb. 10 bis 21 wiedergegebenen prinzipiell mit denen einfacher ammonitischer Suturen, etwa von goniatitischem Charakter, übereinstimmen, oder auf anderem Wege differenziert wurden, c) wie die Ontogenese derartiger oder auch einfacherer Nautiliden-Suturen aussieht.

Die nachstehenden Ausführungen sollen zu diesen Fragen einige Beiträge liefern. Die Beschäftigung des Verf. mit dem Nautiloideen-Genus *Ascoceras* gab dazu einige Anregungen (TOBIEN 1949). Sehr wesentliche Hilfen stellen dabei in den vergangenen zwei Jahrzehnten erschienene, größere Monographien und Revisionen tertiärer, mesozoischer und jungpaläozoischer Nautiliden dar (MILLER 1947, MILLER & YOUNGQUIST 1949, KUMMEL 1953, 1956, RUZHENSEV & SHIMANSKY 1954, WIEDMANN 1960, SHIMANSKY & JURAVLEVA 1961). Sie erleichtern die Übersicht in der großen Masse der seither beschriebenen Gattungen und Arten durch eine revidierte und meist auch gestrafftere Systematik und haben wesentliche Erkenntnisse über phylogenetische Zusammenhänge erbracht.

Es war mir ferner möglich, einschlägiges Material in folgenden Sammlungen zu studieren: Geol. Abt. des Naturhist. Museums, Basel; Geol. Pal. Abt. des Hess. Landesmuseums, Darmstadt; Museum of Paleontology Univ. of California, Berkeley; Bureau of Economic Geology, Austin, Texas; Dept. of Geology, Stanford University, California. Folgenden Herren gebührt hierfür mein verbindlichster Dank: Dr. GASCHE (Basel), Prof. Dr. J. W. DURHAM, Prof. Dr. W. B. N. BERRY, Dr. J. H. PECK (Ber-



keley), Dr. W. L. FISHER, Prof. Dr. J. A. WILSON (Austin), Prof. Dr. S. W. MULLER (Palo Alto, Cal.).

## 2. Suturen jungpaläozoischer (karbonischer und permischer) Nautiliden<sup>1)</sup>

Die jungpaläozoischen Formen sind in großem Umfange durch MILLER & YOUNGQUIST (1949) und KUMMEL (1953) behandelt worden. Ihre Suturen, wie die der späteren Gattungen, werden hier, zunächst nur der besseren Übersicht halber, auf zwei Gruppen verteilt: Eine Gruppe mit geraden, fast geraden oder nur wenig gebogenen oder geschwungenen Suturen; eine zweite Gruppe mit stärker gegliederter — sinuöser — Lobenlinie. Zwischen beiden Gruppen bestehen naturgemäß Übergänge.

### 2.1. Einfache Suturen

Eine große Zahl jungpaläozoischer Genera hat Suturen, die entweder fast gerade sind oder — maximal — aus je einem unpaaren flachen Extern- und Intern-Lobus (EL bzw. IL) und einem paarigen Lateral-Lobus (LL) mit dazwischen gelegenen paarigen Sätteln (S) bestehen. Diese Sutura läßt sich in der Formel aufschreiben:

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

Hierzu gehören u. a. die karbonischen Gattungen:

1. *Temnocheilus* M'COY 1844 (MILLER, DUNBAR & CONDRY 1933: 159)
2. *Metacoceras* HYATT 1883 (MILLER et al. 1933: 169) (Abb. 3)
3. *Tainoceras* HYATT 1883 (MILLER & YOUNGQUIST 1949: 81)<sup>2)</sup> (Abb. 4)
4. *Stearoceras* HYATT 1893 (MILLER & YOUNGQUIST 1949: 49)<sup>3)</sup>
5. *Domatoceras* HYATT 1891 (MILLER & YOUNGQUIST 1949: 41, KUMMEL 1953: 54)
6. *Titanoceras* HYATT 1884 (MILLER & YOUNGQUIST 1949: 70)
7. *Liroceras* TEICHERT 1940 (MILLER & YOUNGQUIST 1949: 120, KUMMEL 1953: 69) hat fast gerade Suturen<sup>4)</sup>.
8. *Endolobus* MEEK & WORTHEN 1865 (MILLER & YOUNGQUIST 1949: 39) mit fast geraden Suturen, IL und z. T. schwachem EL.
9. *Solenochilus* MEEK & WORTHEN 1870 (MILLER & YOUNGQUIST 1949: 131) mit fast geraden oder nur sehr wenig geschwungenen Suturen.
10. *Coelogasteroceras* HYATT 1893 (MILLER & YOUNGQUIST 1949: 125). Bei manchen Arten scheint der IL zu fehlen: z. B. *C. canaliculatum* (MILLER et al. 1933: 215), *C. thomasi* (MILLER & YOUNGQUIST 1949: 128).
11. *Acanthonautilus* FOORD 1891 (incl. *Permonautilus* KRUGLOV 1933) (MILLER & YOUNGQUIST 1949: 120) mit *Liroceras*-artiger Sutura.
12. *Koninckioceras* HYATT 1884 (MILLER & YOUNGQUIST 1949: 34, 36): Suturen gerade oder nur sehr schwach sinuos.

<sup>1)</sup> Als Nautiliden sind der Einfachheit halber hier wie im folgenden die nautiliconen Nautiloidea bezeichnet. Ferner wurden nur Genera berücksichtigt, deren Suturaerhältnisse hinreichend bekannt sind.

<sup>2)</sup> KUMMEL 1953: 25 gibt die Diagnose von MILLER & YOUNGQUIST unvollständig wieder.

<sup>3)</sup> Der IL ist hier zusätzlich mit einem kleinen v-förmigen Annularlobus versehen.

<sup>4)</sup> *L. greeni* mit flachem LL (MILLER et al. 1933: 137); *L. obsoletum* GIRTY 1911 (mit flachem IL (MILLER et al. 1933: 135); *L. globulare* HYATT 1893 mit seichem IL (MILLER & YOUNGQUIST 1949: 122); *L. viratum* GIRTY 1911 mit seichem IL und EL (MILLER et al. 1933: 133, 134); *Liroceras* ? sp. von Mexico mit flachem IL und darin eingesenktem Annularlobus (MILLER & YOUNGQUIST 1949: 123—4).

13. *Knighthoceras* MILLER & OWEN 1934 (MILLER & YOUNGQUIST 1949: 37); der LL scheint nicht immer vorhanden zu sein.
14. *Parametacoceras* MILLER & OWEN (1934: 23, KUMMEL 1953: 24)
15. *Aipoceras* HYATT 1893 (MILLER & YOUNGQUIST 1949: 130); Suturen gerade.
16. *Oncodoceras* HYATT 1893 (MILLER & YOUNGQUIST 1949: 130).

Von den oben aufgeführten Gattungen sind Nrs. 1—13 auch im Perm, 14—16 anscheinend nur im Karbon vorhanden. Weitere, auf das Perm beschränkte Genera sind:

17. *Foordiceras* HYATT 1893 (MILLER & YOUNGQUIST 1949: 96, KUMMEL 1953: 17).
18. *Cooperoceras* MILLER 1945 (MILLER & YOUNGQUIST 1949: 117).
19. *Tainionautilus* MOJSISOVICS 1902 (KUMMEL 1953: 26).
20. *Aulametacoceras* MILLER & UNKLESBAY 1942 (MILLER & YOUNGQUIST 1949: 93; Bei *A. mckeei* ist noch ein weiterer kleiner Lobus im Sattel zwischen IL und LL vorhanden).

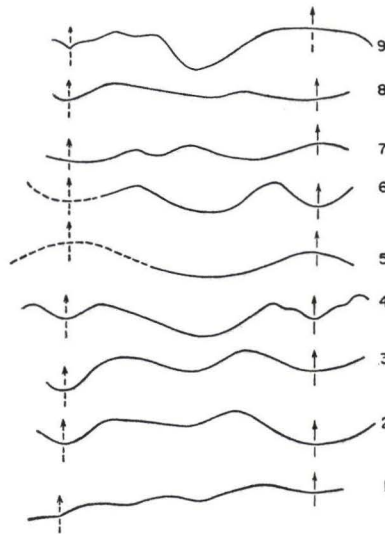


Abb. 1—9. Einfache Suturen nautilicöner Nautiloidea.

- 1: *Condraoceras ellipsoidale* RUSH. & SHIM. Perm, Ural (n. RUSHENCEV & SHIMANSKY 1954: Abb.28).
- 2: *Pseudotemnocheilus posttuberculatum* (KARP.), Perm, Ural (ib. Abb.12).
- 3: *Metacoceras artiense* KRUGLOV, Perm, Ural (ib.: Abb.11).
- 4: *Tainoceras monilifer* MILL., DUNB. & CONDRA, Karbon, Kansas, USA (n. MILLER et al. 1933: Abb.23).
- 5: *Paranautilus sundaicus* WELTER, Trias, Timor (n. KUMMEL 1953: Abb.41 B).
- 6: *Pleuironautilus (Anoploceras) rollieri* ART., Trias, Ostalpen (n. v. ARTHABER 1896: Taf.1, Fig.3c).
- 7: *Cimomia wyllei* (NEWTON), Eozän, Somaliland (n. HAAS & MILLER 1952: Fig.5).
- 8: *Eutrephoceras sloani* REESIDE, Eozän, South Carolina, USA (n. MILLER 1947: Abb.6).
- 9: *Nautilus pompilius* L., rezent (ib.: Abb.3). Abb. nicht maßstäblich, auf gleiche Größe gebracht. Punktirierte Teile rekonstruiert nach Diagnosen u. Beschreibungen der Suturen. Anm.: Abb. 5 event. mit kleinem Umbilikalsattel u. kleinerem IS zu rekonstruieren.

21. *Pselioceras* HYATT 1883 (KUMMEL 1953: 58): Die Suture ist auf der Externseite gerade und bildet lateral einen flachen Lobus.
22. *Paranautilus* MOJSISOVICS 1902 (KUMMEL 1953: 69): Der permische *P. peregrinus* WAAGEN hat fast gerade Suturen mit flachem Externsattel und flachem, breitem LL. Die triadischen Arten haben z. T. Externlobus (KUMMEL 1953: 69).
23. *Peripetoceras* HYATT 1894. Nach MILLER & YOUNGQUIST (1949: 119 u. Taf. 42 Fig. 1—3) mit seichter Suture, wobei EL sehr undeutlich ist, so daß ein breiter ES, ein seichter LL, und gegen den Nabel ein breiter Sattel sichtbar sind.
24. *Pseudotemnocheilus* RUSHENCEV & SHIMANSKY 1954 (Abb. 2)

Die meisten dieser Genera haben die erwähnte Suturformel: IL—S—LL—S—EL. Einige wenige Gattungen scheinen jedoch noch einfachere Suturen zu besitzen:

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| 1. <i>Liroceras</i>                          | 6. <i>Koninckioceras</i> |
| 2. Einige Arten von <i>Coelogasteroceras</i> | 7. <i>Knichtoceras</i>   |
| 3. <i>Aipoceras</i>                          | 8. <i>Pselioceras</i>    |
| 4. <i>Endolobus</i>                          | 9. <i>Paranautilus</i>   |
| 5. <i>Solenochilus</i>                       | 10. <i>Peripetoceras</i> |

Hier sind die Suturen entweder nahezu gerade, oder einer oder zwei der genannten Loben können fehlen, bzw. sind nur undeutlich ausgebildet. Von der geraden Sutur abgesehen, dürfte die einfachste Sutur durch das Auftreten eines LL gekennzeichnet sein, woraus sich je ein flacher ES und IS, und damit die Formel: IS—LL—ES ergibt. Keine der obigen Gattungen weist zusätzliche, über EL, LL und IL hinausgehende Elemente auf (ausgenommen *Aulametaceras mckeei* sowie *Condraoceras ellipsoidale* RUSHENCEV & SHIMANSKY 1954; s. Abb. 1).

## 2.2. Sinuose Formen

Die Suturen der Genera:

1. *Ephippioceras* HYATT 1884, Karbon, Perm
2. *Megaglossoceras* MILLER et al. 1933, Karbon
3. *Stenopoceras* HYATT 1893, Karbon, Perm
4. *Permoceras* MILLER & COLLINSON 1953, Perm.

sind stärker gegliedert.

MILLER & YOUNGQUIST (1949: 129) geben folgende Beschreibung der Sutur von *Ephippioceras*: „Each suture forms a V-shaped but narrowly rounded ventral saddle, and on either side of it a broad rounded lateral lobe, a small saddle, which centers on or near the umbilical shoulder, a slight lobe on the umbilical wall, a small saddle which centers on the umbilical seam, and a moderately small internal lateral lobe, which extends to the broad rounded rather high dorsal saddle.“ Hiernach und nach den Abbildungen von MILLER & YOUNGQUIST (1949: Taf. 53, Fig. 7—8, Taf. 58, Fig. 4—7) läßt sich folgende Suturformel ermitteln:

$$\text{IS—L—S—L—S—LL—ES}$$

Bemerkenswert ist das Fehlen des Intern- und Externlobus. Die genannten Autoren heben die Ähnlichkeit dieser Sutur mit *Megaglossoceras* hervor, betonen jedoch die verschiedene Form des Externsattels. Er ist bei *Ephippioceras* V-förmig, bei *Megaglossoceras* breit U-förmig. Bei letzterem Genus ist ferner nur ein kleiner seitlicher Sattel, nicht zwei, wie bei *Ephippioceras*, vorhanden (MILLER et al. 1933: 119). Hiernach ergibt sich folgende Suturformel für *Megaglossoceras* (siehe auch Abb. 10):

$$\text{IS—L—S—LL—ES}$$

Auch in dieser Sutur fehlen der Intern- und Externlobus.

Von *Stenopoceras* beschreiben MILLER & YOUNGQUIST (1949: 70) folgende Sutur: Vorzogener Externsattel (der median leicht eingesenkt sein kann), beiderseits davon ein breit gerundeter LL, dann ein kleiner Sattel, worauf ein ähnlicher Lobus und Sattel folgen. An diesen schließt sich der unpaare, abgestumpft V-förmige Internlobus an (Abb. 11). Darnach ergibt sich als Formel:

$$\text{IL—S—L—S—LL—ES}$$

*Permoceras* hat unter den permischen Nautiliden die komplizierteste Sutur (MILLER & COLLINSON 1953: 294, Abb. 1). Gegenüber *Ephippioceras* kann sie folgendermaßen charak-

terisiert werden: In den dort vorhandenen unpaaren Extern- und Internsattel ist hier ein ebenfalls unpaarer Extern- bzw. Internlobus eingesenkt. Daraus resultiert die Formel (s. Abb. 12):

IL-S-L-S-L-S-LL-S-EL<sup>5)</sup>

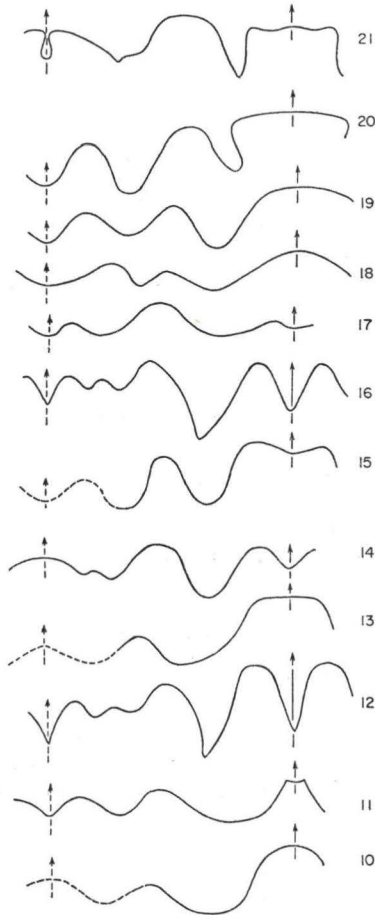


Abb. 10—21. Sinuose Suturen nautiliconer Nautiloidea.

10: *Megaglossoceras* MILLER, DUNBAR & CONDRA, Karbon, USA (rekonstruiert nach MILLER et al. 1933: Taf. 4, 5 u. S. 119). 11: *Stenopoceras abundum* MILLER & THOMAS, Perm Wyoming, USA (n. MILLER & YOUNGQUIST 1949: Abb. 21). 12: *Pernoceras bitauniense* HANIEL, Perm, Timor (n. MILLER & COLLINSON 1953: Abb. 1). 13: *Styrionautilus discoidalis* (WELTER), Trias, Timor (n. KUMMEL 1953: Abb. 41C). 14: *Proclydonautilus kiparisovae* POPOV, Trias, Sibirien (n. SHIMANSKY & JURAVLEVA 1961: Abb. 32g). 15: *Pseudaganides brunkhuberi* (LOESCH), Malm, Süddeutschland (n. KUMMEL 1956: Abb. 14A). 16: *Pseudonautilus geinitzi* (OPPEL), Malm, Westeuropa (n. MILLER & COLLINSON 1953: Abb. 1). 17: *Heminautilus etheringtoni* DURHAM, Unterkreide, Columbien (n. DURHAM 1946: kombiniert aus Abb. 3C und 3E). 18: *Angulithes elliotti* (STENZEL), Eozän, Texas, USA (n. KUMMEL 1956: Abb. 32M). 19: *Hercoglossa orbiculata* (TUOMAY), Paläozän, Alabama, USA (ib.: Abb. 34G). 20: *Aturoidea paucifex* (COPE), Eozän, New Jersey, USA (ib.: Abb. 34A). 21: *Aturia luculoensis* MILLER (n. MILLER 1947: Abb. 20C).

Abbildungen nicht maßstäblich, auf gleiche Größe gebracht. Punktierter Teile der Suturen rekonstruiert nach Diagnosen und Beschreibungen.

<sup>5)</sup> In den Suturenformeln sind nur die effektiv unpaaren medianen Elemente mit IL und EL bezeichnet. Weiter unten (S. 23 ff.) ist auseinandergesetzt, wieweit die seitlich folgenden Sattelpaare onto- und auch phylogenetisch als primäre Extern- bzw. Internsättel zu interpretieren sind.

Die obigen Suturen sind: a) gliederreich, b) z.T. ohne Intern- und Externloben (*Megaglossoceras*, *Ephippioceras*), c) Der Externsattel ist in diesen Fällen mündungswärts vorgezogen, d) Ein Annularlobus ist in dieser sinuosen Gruppe offensichtlich nicht vorhanden.

Die einfachste Suture findet sich bei *Megaglossoceras* mit der Formel:

$$IS - L - S - LL - ES.$$

### 3. Suturen triadischer Nautiliden

Einfache und sinuose Suturen, ähnlich den vorigen, finden sich auch unter den Trias-Formen (vgl. die Monographie von KUMMEL 1953).

#### 3.1. Einfache Formen

Eine Analyse der bei KUMMEL (1953) ersichtlichen Suture-Daten ergibt folgendes Bild:

1. *Thuringionautilus* MOJSISOVICS 1902 (KUMMEL 1953: 32)
2. *Germanonautilus* MOJS. 1902 (ib.: 28)
3. *Mojsvaroceras* HYATT 1883 (ib.: 21)
4. *Enoploceras* HYATT 1900 (ib.: 39)
5. vermutlich *Anoploceras* HYATT 1900 (ib.: 43)<sup>6)</sup>
6. *Phloioceras* HYATT 1883 (ib.: 44)
7. *Sybillonautilus* DIENER 1915 (ib.: 73)
8. *Encoiloceras* MOJS. 1902 (ib.: 43)
9. *Juvavionautilus* MOJS. 1902 pro parte (ib.: 63)
10. *Grypoceras* HYATT 1883 (ib.: 48)
11. *Gryponautilus* MOJS. 1902 (ib.: 56)
12. vermutlich *Menuthionautilus* COLLIGNON 1933 (ib.: 57)<sup>6)</sup>

haben Suturen, denen die Formel:

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

zugrunde liegt. Davon sind 2, 3, 4, 6, 8, 10 und 11 mit Annularlobus ausgestattet. Diese Zutat zum Internlobus ist somit unter Trias-Formen häufiger als unter jungpaläozoischen.

Folgende permische Genera, die in die Trias übertreten, haben die gleiche Sutureformel (s. oben S. 9 ff.):

13. *Tainionautilus*
14. *Aulametacoceras*
15. *Tainoceras*
16. *Pleuronautilus* (Abb. 6).

Bemerkenswert ist die Suture von *Encoiloceras* auf dem ersten, d.h. juvenilen Umgang: Hier ist an Stelle des im Alter entwickelten Externlobus ein Externsattel vorhanden, der unmittelbar in den Lateral-Lobus übergeht (MOJSISOVICS 1873: 18, KUMMEL 1953: 43). Daraus ist offensichtlich zu folgern, daß der Externlobus eine spätere Zutat ist, und ontogenetisch — auf späteren Wachstumsstadien — durch Sattelspaltung in den primären Externsattel eingetieft wird.

Daneben existieren — ähnlich wie im Jungpaläozoikum — noch einfachere Suturen:

17. *Syringoceras* HYATT 1894 (KUMMEL 1953: 61)
18. *Syringonautilus* MOJS. 1902 (ib.: 60)

<sup>6)</sup> Über den internen Teil der Suture liegen keine Angaben vor.

19. *Juvavionutilus* MOJS. 1902 pro parte (ib.: 63)

20. *Holconutilus* MOJS. 1902 (ib.: 42)

fehlt der Externlobus, statt dessen ist ein Externsattel vorhanden, an den direkt der Laterallobus anschließt:

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

17 und 18 haben im IL einen Annularlobus. Diese Suturen würden somit der juvenilen *Encoiloceras*-Sutur entsprechen. Ein Teil der Arten von *Juvavionutilus* ist mit Externlobus ausgestattet, 2 Arten aus der Trias von Timor fehlt dieses Element.

21. *Ocyonutilus* MOJS. 1902 hat ebenfalls einen Externsattel, jedoch ist der mittlere Teil der Sutur komplizierter, wie aus der Formel:

$$I(A)L-S-L-S-LL-ES$$

ersichtlich ist, wobei (A) die Existenz des Annularlobus anzeigt (KUMMEL 1953: 65).

22. *Indonutilus* MOJS. 1902 (KUMMEL 1953: 72)

23. *Paranutilus* MOJS. 1902 (ib.: 69) Abb. 5

besitzen neben dem Externsattel auch noch einen Internsattel (bei fehlendem Internlobus). So hat die Sutur von *Indonutilus* die sehr einfache Formel:

$$IS-LL-ES;$$

dazu kommt allerdings eine schwache, nach MOJSISOVICS (1899: 205) durch die Ausbildung einer kantigen Abplattung der Externseite bedingte Einsenkung des Externsattels. Nach der nicht ganz klaren Beschreibung von *Paranutilus* bei MOJSISOVICS (1902: 205) und KUMMEL (1953: 69) tritt zu den obigen Elementen eventuell noch ein kleiner Nahtsattel. Demnach wäre die Suturformel:

$$IS-L-S-LL-ES.$$

Fast gerade Suturen — wie im Jungpaläozoikum — sind in der Trias nicht oder nur noch selten vorhanden. Die einfachste unter den wenig sinuosen Suturen ist durch IS, ES und paarige LL charakterisiert. Über die Formel:  $IL-S-LL-S-EL$  hinausgehende Komplikationen sind in dieser Gruppe offensichtlich nur ausnahmsweise erfolgt. Der unpaare EL ist offenbar eine sekundäre Zutat, die sich erst auf späteren Wachstumsstadien einstellt.

### 3.2. Sinuose Formen

Sinuose Suturen finden sich in KUMMELS Familien Clydonautilidae und Gonionautilidae.

1. *Styrionutilus* MOJS. 1902 hat nach MOJSISOVICS' Diagnose (s. KUMMEL 1953: 80) einen breiten Externsattel, auf den der LL und ein weiterer Sattel sowie ein Lobus internwärts anschließen. Ein Internlobus fehlt, so daß sich folgende Formel ergibt:

$$IS-L-S-LL-ES.$$

Diese Sutur (Abb. 13) stimmt mit der karbonischen *Megaglossoceras*-Sutur (s. oben S. 11) prinzipiell überein.

2. *Proclydonutilus* MOJS. 1902 unterscheidet sich von der vorigen Gattung durch einen mehr oder weniger tiefen Externlobus, der den ES, wie er bei *Styrionutilus* vorhanden ist, aufspaltet. KUMMEL (1953: 81) erwähnt eine Zwischenform, *Styrionutilus sauperi*, bei dem sich auf den letzten Septen im ES ein kleiner unpaarer Lobus, dem EL von *Proclydonutilus* vergleichbar, entwickelt: Ein weiteres Argument für den sekundären Charakter dieses Saturelementes. Ein Internlobus fehlt.

3. *Cosmonutilus* HYATT & SMITH 1905 ist identisch mit vorigem Genus, ebenso vermutlich:

4. *Callionutilus* KIESLINGER 1924. Jedoch ist hier nichts über den inneren Teil der Sutur bekannt. Für die drei letzten Gattungen lautet die Suturformel (KUMMEL 1953: 81, 84, 87, s. auch Abb. 14):

$$IS-L-S-LL-S-EL.$$

5. *Clydonautilus* MOJS. 1882 besitzt im Externlobus, wie er bei den vorhergehenden Gattungen vorhanden ist, noch einen externen Sattel (KUMMEL 1953: 88). Ein Internlobus scheint auch hier zu fehlen. Die Sutureformel lautet:

$$IS-L-S-LL-S-L-ES.$$

Einige Arten von *Clydonautilus*, z. B. *C. salisburgensis*, *C. biangularis* haben jedoch nur leichte Andeutungen dieses sekundären Externsattels. Dies läßt vermuten, daß er einen späten Erwerb, auch wohl in der Ontogenese, darstellt.

6. *Gonionautilus* MOJS. 1902 ist die einzige Gattung der Fam. Gonionautilidae (die oben behandelten gehören zur Fam. Clydonautilidae). Sie ist durch einen breiten, in zwei Spitzen ausgezogenen Externlobus *Clydonautilus* ähnlich. Diese Spitzen markieren nichts anderes, als einen sich dazwischen erhebenden, mehr oder weniger hohen Sattel. Dazu kommt ein bei den obigen Genera nicht vorhandener breiter Internlobus, der nach MOJSISOVIC (fide KUMMEL 1953: 89) ebenfalls zweispitzig ist, das heißt, einen  $\pm$  flachen Sattel zwischen sich einschließt. Rechnet man die beiden unpaaren sekundären Sättel in der Suture mit, so ergibt sich als Formel:

$$IS-L-S-L-S-LL-S-L-ES.$$

In diesem Falle besteht die volle Suture aus 7 paarigen und 2 unpaaren Elementen, d. h. insgesamt 16 Elementen. Sie kommt, wenngleich auf anderem Wege, der *Permoceras*- bzw. *Pseudonautilus*-Suture gleich (s. S. 13 bzw. S. 18). Bei Nichtberücksichtigung der sekundären Sättel resultiert:

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

Unter den sinuosen Trias-Suturen ist: a) die der Gattung *Styrionautilus* die einfachste, und kommt damit dem karbonen *Megaglossoceras* gleich. b) Daneben findet sich bei anderen Gattungen ein Externlobus, während der Internsattel persistiert. c) Der primäre Externsattel ist — soweit er nicht durch sekundäre Elemente, die sich in ihm entwickelten, verwischt ist, deutlich nach vorn vorgezogen. d) Ein Internlobus scheint nur bei *Gonionautilus* vorhanden zu sein. e) Im externen Teil der Suture, und bei *Gonionautilus* auch im internen Teil, finden sich Komplikationen (sekundäre Sättel), die von jungpaläozoischen Formen nicht bekannt sind. f) Ein Annularlobus fehlt auch hier.

23 Gattungen mit einfacher Suture stehen 6 mit sinuöser gegenüber. Für das Jungpaläozoikum ist das Verhältnis: 25:4; d. h. eine geringe Zunahme der sinuösen Formen scheint vorhanden zu sein, zumindest im Gattungs-Niveau.

#### 4. Suturen jungmesozoischer und tertiärer Nautiliden

Aus den neueren Arbeiten von KUMMEL (1956) und MILLER (1947) über posttriadische Formen sind die beiden Suturegruppen ebenfalls ersichtlich. In der Zusammenstellung folge ich dabei KUMMELS Anordnung (1956: 327—9), der alle posttriadischen Gattungen in der Familie Nautilidae vereinigt und als Unterfamilien unterscheidet: Nautilinae, Pseudaganidinae, Paracenoceratinae, Cymatoceratinae, Hercoglossinae und Aturiinae.

##### 4.1. Einfache Formen

Unterfam. Nautilinae:

1. *Cenoceras* HYATT 1883 ist eine zentrale Gattung, von der nach KUMMEL (1956: 361) auch andere Gruppen ihren Ausgang genommen haben. Das Genus ist vom Lias bis zum Inferior Oolite verbreitet. 96 Arten sind nominiert worden, davon gehören  $\frac{2}{3}$  dem Lias,  $\frac{1}{3}$  dem unteren Dogger an. Die Suturen sind meist schwach sinuos. Eine Analyse der Be-

schreibungen und Abbildungen liassischer Arten bei PIA (1914) läßt folgende 4 Suturen erkennen:

a. Flacher Intern- und Externsattel, getrennt durch  $\pm$  seichten Laterallobus. Dieses ist die einfachste Suture mit der Formel:

$$IS-LL-ES$$

und ist z. B. vorhanden bei: *C. sturi* (PIA 1914: 21, 53), *C. stoppanii* (ib.: 57), *C. secernendus* (ib.: 26, 69), *C. inornatus* (ib.: 72), *C. tricarinatus* (ib.: 76), *C. austriacus* (ib.: 79) usw.

b. Durch Hinzutreten eines seichten Internlobus kommt eine etwas kompliziertere Suture zustande:

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

Der Internlobus kann dabei zu einem spitzen Annularlobus in einzelnen Fällen vertieft sein. Hierher gehören z. B. *C. pertextus* (PIA 1914: 23, 56) *C. quadrangularis* (ib.: 30, 73), *C. profundisiphites*<sup>7)</sup> (ib.: 75). *C. araris* (ib.: 71) hat auf den innersten Windungen einen IL, der den größeren Exemplaren auf der äußeren Windung fehle. Mit sekundären Vereinfachungen muß somit gerechnet werden.

c. Eine andere Variante ist durch Ausbildung eines seichten Externlobus — unter Beibehaltung des Internsattels — gegeben; z. B. *C. arariiformis* (PIA 1914: 28, 71) mit der Formel:

$$IS-LL-S-EL.$$

d. Den kompliziertesten Typus stellen Suturen mit Intern- und Externlobus dar:

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

Hierher gehören z. B.: *C. striatus* (PIA 1914: 22, 52), *C. simillimus* (ib.: 54), der IL ist jedoch nur auf den inneren Windungen vorhanden, ähnlich *C. araris*; *C. intermedius* (ib.: 65) usw.

2. *Eutrephoceras* HYATT 1894 ist ein Abkömmling von *Cenoceras* und vom höheren Jura bis zum Miozän ähnlich häufig, wie dieser im älteren Jura. Die von MILLER (1947: 27 ff.) charakterisierten 16 tertiären Arten Nordamerikas lassen auch ähnliche Suturen, vielleicht mit Ausnahme des Typus c, erkennen. Abb. 8 gibt einen Eindruck von der geringen Sinuosität der *Eutrephoceras*-Suturen.

3. *Pseudocnoceras* SPATH 1927 hat fast gerade Suturen mit einem sehr flachen LL (KUMMEL 1956: 384).

4. Die Suture des lebenden *Nautilus* LINNÉ 1758 (Abb. 9) hat breiten ES und breiten IL, der zu einem kleinen AL vertieft ist:

$$I(A)L-S-L-S-LL-ES$$

Auf sehr frühen Stadien sieht die Suture etwas anders aus: Der Annularlobus ist bis zum ersten Septum vorhanden, jedoch schließt sich an ihn nicht der breite IL, sondern ein kleiner aber deutlicher Sattel an. Dieser geht — unter Ausfall von L und S in der Altersformel — sogleich in den LL über, an den sich extern der breite ES anschließt. Diese Jugendsuture würde der Formel:

$$IS-LL-ES$$

entsprechen, mit einem AL im Internsattel. Dieser Zustand findet sich bis etwa zum 4. bis 5. Septum, dann entwickelt sich zunächst der Internlobus, der vorher vorhandene Internsattel wird gewissermaßen nach außen abgedrängt, und auf noch spätere Stadien erfolgt die Spaltung dieses Sattels durch einen seichten Lobus. Einzelheiten hierzu bringt eine gesonderte Studie.

Unterfamilie Paracenoceratinae:

5. Für *Paracenoceras* ergibt sich nach KUMMEL (1956: 402 u. Fig. 20) als Sutureformel:

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

<sup>7)</sup> Möglicherweise ist diese Suture schon zu den sinuosen zu rechnen.



*P. herznachensis* (Fig. 20F) hat jedoch einen stark orad vorgezogenen Externsattel und entspricht damit mehr dem sinuosen Typus. Von *P. arduennensis* erwähnt v. LOESCH (1914: 709) die Abschwächung des Internlobus auf Jugendstadien. Hier kann mit eventueller Rückbildung des IL, an dessen Stelle ein IS treten würde, gerechnet werden.

6. *Somalinutilus* SPATH 1927 hat eine der vorigen Gattung ähnliche Suture, jedoch wird nichts über die Internpartie angegeben (KUMMEL 1956: 411).

*Aulaconutilus* und wohl auch *Tithonoceras* haben eine sinuöse Suture und sind weiter unten aufgeführt (S. 18).

Unterfam. Cymatoceratinae:

Auch hier finden sich einige Formen mit sinuöser Suture, sie sind daher weiter unten (S. 18) behandelt.

7. *Cymatoceras* HYATT 1884 hat eine flache und einfache Suture:

$$\text{IL-S-LL-ES,}$$

wobei der IL bei vielen Arten durch einen Annularlobus vertieft ist. Einige Arten, wie *C. pseudonegama* SPENGLER und *C. semilobatum* SPENGLER haben gleiche Formel, sind aber stärker sinuos (KUMMEL 1956: Abb. 24 I, J). Charakteristisch für dieses Genus ist der meist vorhandene breite Externsattel.

8. *Procyamatoceras* SPATH 1927 hat flache Suture mit seichem IL und EL (KUMMEL 1956: 428), weitere Einzelheiten sind jedoch nicht bekannt.

*Paracyamatoceras*, *Heminautilus* und *Deltocymatoceras* haben sinuöse Suturen (siehe unten S. 18).

9. *Cymatonutilus* SPATH 1927

10. *Anglonutilus* SPATH 1927

11. *Eucymatoceras* SPATH 1927

12. *Epicymatoceras* KUMMEL 1956

dürften Suturen mit IL, EL, LL in mehr oder weniger deutlicher Ausbildung aufweisen.

In der Unterfam. Hercoglossinae hat

13. *Cimomia* CONRAD 1866 flache Suturen. Nach MILLER (1947: 39–40) ergibt sich als Formel (siehe auch Abb. 7):

$$\text{IL-S-L-S-LL-ES.}$$

Die übrigen Gattungen sind sinuos oder stark sinuos und im folgenden Abschnitt aufgeführt.

Unter den posttriadischen, wenig sinuösen Suturen ist der einfachste Typus, ähnlich wie in der Trias und im Jungpaläozoikum, durch die Formel:

$$\text{IS-LL-ES}$$

repräsentiert. Die Ausbildung eines Intern- und/oder Externlobus sind nächste Stufen der Komplikation. Bemerkenswert ist daher, daß in manchen Gattungen und Arten der Externsattel beibehalten wird: z.B. *Cymatoceras*, *Cimomia*, einige Arten von *Cenoceras*.

Entgegen den Befunden bei den älteren Formen besteht bei einigen posttriadischen Genera der Suture-Abschnitt zwischen IL und LL nicht nur aus einem Sattel, sondern aus der Folge: S-L-S (z.B. *Cimomia*, rezenter *Nautilus*).

Mit sekundären Vereinfachungen der Suture auf Altersstadien ist auch hier zu rechnen.

#### 4.2. Sinuöse Formen

Sinuöse Suturen finden sich vor allem in den Unterfamilien Pseudaganidinae, Hercoglossinae und Aturiinae, sowie bei einigen Gattungen aus Unterfamilien mit sonst einfacheren Suturen.

## Unterfam. Pseudaganidinae:

1. *Pseudaganides* SPATH 1927 ist charakterisiert durch einen großen und tiefen Laterallobus und einen großen, mündungswärts vorgezogenen Externsattel, in den in manchen Fällen ein mehr oder weniger tiefer Externlobus eingesenkt ist. KUMMEL (1956: 392) findet, daß die früheren Angehörigen des Genus aus dem Lias und älteren Dogger noch keinen Externlobus besitzen. Dieser stelle sich erst bei den jüngeren Formen — vor allem aus dem Malm — ein. Dies steht in Übereinstimmung mit ontogenetischen Befunden, wonach der Externlobus erst auf späten Stadien der Individualentwicklung erscheint.

Über die inneren Teile der Sutura geben die Beschreibungen und Abbildungen v. LOESCH'S (1914) einige Auskunft. Ein Internlobus wird erwähnt bei: *Ps. cf. schneidi* (77), *Ps. brunnhuberi* (82), *Ps. ammoni* (185), *Ps. aganiticus* (99), *Ps. schlosseri* (116, 117), *Ps. aturoides* (S. 130; mit Annularlobus, bei v. LOESCH z. T. als Columellarlobus bezeichnet). Hiernach ergibt sich als Formel:

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

bzw. wenn ein Externlobus vorhanden ist, statt ES: —S—EL. Bei *Ps. ammoni* und *aturoides* sind Annularloben, z. T. nur auf Jugendstadien, vorhanden.

Der Externlobus kann gelegentlich — *Ps. schlosseri* (LOESCH 1914: 115, Abb. 8) — im Alter rückgebildet werden. Von *Ps. oppeli* wird eine Abnahme der Sinuosität auf den Altersstadien erwähnt (S. 122). Sekundäre Vereinfachungen der Suturen kommen auch hier gelegentlich vor.

2. *Pseudonautilus* MEEK 1876 hat — wie *Permoceras* aus dem Perm — eine sinuose und vor allem extrem gliederreiche Sutura mit der Formel (s. Abb. 16):

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

3. *Aulaconautilus* SPATH 1927 und4. *Tithonoceras* RETOWSKI (Unterfam. Paracenoceratinae)

haben eine ziemlich sinuose Sutura. Soweit Angaben vorliegen (KUMMEL 1956: 409—10 und die dort zitierte ältere Literatur mit Abbildungen), scheint die Folge:

$$IL(?)—S—L—S—LL—S—EL$$

vorzuliegen. Bei *Aulaconautilus* ist der äußere Sattel mit dem flach eingesenkten EL Aganiten-artig weit orad vorgezogen. Ähnliches findet sich auch bei *Cymatoceras pseudonegama* und *semilobatus* (ohne Externlobus, vgl. KUMMEL 1956: Abb. 24 C, D).

5. *Paracymatoceras* SPATH 1927 unterscheidet sich nach KUMMEL (1956: 427, Abb. 24 B) nur durch die sinuosere Sutura von *Cymatoceras*, die Formel ist jedoch komplizierter:

$$IL(?)—S—L—S—LL—ES.$$

6. *Heminautilus* SPATH 1927 ist ungewöhnlich durch den weit vorspringenden, intern vom LL befindlichen großen Sattel. Als Suturaformel für *H. etheringtoni* ergibt sich (kombiniert nach DURHAM 1946: Abb. 3 C—E)

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

7. *Deltocymatoceras* KUMMEL 1956: Bis zur Naht ist die Folge: L—S—LL—ES. Über die inneren Teile der Sutura ist nichts angegeben (KUMMEL 1956: 438). Bemerkenswert ist das Fehlen des Externlobus, der Externsattel ist spitz und orad vorgezogen.

Unterfamilie Hercoglossinae: *Cimomia* ist — da wenig sinuos — bereits weiter oben behandelt (S. 17). Die anderen Gattungen sind mehr oder weniger sinuos. Allen fehlt der Externlobus, ausgenommen STENZELS Genus *Woodringia*, das eine Andeutung davon zeigt. KUMMEL (1956: 441, 459) hat es eingezeichnet und in die Synonymie von *Hercoglossa* gebracht.

8. *Angulithes* MONTFORT 1808 hat die Folge (KUMMEL 1956: Abb. 32 I, K, M, O):

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

(Abb. 18)

9. *Hercoglossa* CONRAD 1866 hat die gleiche Formel (s. Abb. 19), ebenso 10. *Aturoidea* VREDENBURG 1925, 11. *Teichertia* GLENISTER, MILLER & FURNISH 1956 und 12. *Aturia* BRONN 1838, die einzige Gattung in der U.Fam. Aturiinae. Bei *Aturoidea* ist die Sutura sehr

stark sinuos, u. die einzelnen Elemente sind ungewöhnlich asymmetrisch (Abb. 20, s. KUMMEL 1956: Abb. 34, S. 458). Bei *Aturia* ist der Internlobus (oder Annularlobus) tief und eng, wohl im Zusammenhang mit der internen Sipholage. Der Umschlaglobus hat in seinem Grunde noch einen kleinen, spitzen Zusatzlobus (*A. luculoensis*, *A. curvilineata*: MILLER 1947: Abb. 20C, S. 78, Abb. 7 G, S. 40, s. Abb. 21<sup>8)</sup>).

Bei den posttriadischen Nautiliden stehen sich 13 Gattungen mit flachen und 12 Gattungen mit sinuosen Suturen gegenüber. Auch bei Berücksichtigung der vielen Fehlerquellen in dieser rohen Statistik dürfte mit einer weiteren Zunahme der sinuosen Suturen in nachtriassischer Zeit gerechnet werden.

Unter den posttriassischen Suturen fallen die vielen Formen mit beibehaltenem Externsattel auf. Dieser selbst ist groß und meist deutlich mündungswärts vorgezogen. Ferner finden sich — in stärkerem Maße als bei den älteren Genera — Besonderheiten an einzelnen Elementen der Suture: z. B. bei *Heminautilus* ist der intern vom LL gelegene Sattel ungewöhnlich groß, und weit orad vorgezogen. Bei *Aturoidea* sind einzelne Sättel und Loben besonders asymmetrisch, bei *Aturia* ist der Internlobus sehr eng und tief und ein spitzer Zusatzlobus im Umschlaglobus vorhanden etc.

## 5. Bemerkungen zur Ontogenese

Systematische Untersuchungen zur Ontogenese der Nautiloideen-Suturen liegen nicht vor. Vielfach verhindert der Zustand des Materials ein derartiges Unternehmen. Die für einzelne Gattungen und Arten vorhandenen Daten sowie eigene Beobachtungen ergeben folgendes Bild:

### 5.1. Einfache Suturen

Erwartungsgemäß erfolgt — ähnlich wie bei Ammonoiten — weitaus überwiegend eine Vereinfachung der Suture gegen die Jugendstadien hin. Unter den karbonischen und permischen Suturen vom einfachen Typ sind neben der durch die Formel: IL—S—LL—S—EL gekennzeichneten Gruppe noch einfachere Lobenlinien vorhanden, im einfachsten Falle (von geradem Sutureverlauf abgesehen) mit der Formel: IS—LL—ES. Hier erhebt sich die Frage, ob diese Suture aus der sekundären Vereinfachung einer auf Jugendstadien differenzierteren Suture hervorgegangen ist, oder umgekehrt, Suturen mit der Formel: IL—S—LL—S—EL von einer einfacheren Lobenlinie abzuleiten sind. Befunde, Beschreibungen und Abbildungen der oben S. 9 ff. aufgeführten Genera (*Liroceras* etc.) geben keinen Anhalt für die Auffassung, daß diesen einfacheren Alterssuturen durchweg und überall gliederreichere und sinuosere auf Jugendstadien vorausgingen.

Vielmehr können Extern- und/oder Internlobus gegen den Anfang des Gehäuses zu verschwinden und einem Sattel Platz machen (HYATT 1893: 396—7 schildert einen

<sup>8)</sup> Dies dürfte dem Annularlobus im Grunde des Internlobus vielleicht vergleichbar sein, nur ist letzterer viel häufiger. MILLER (1947: 79) führt die Entstehung dieses Zusatzlobus im Grunde des Umschlaglobus auf die Ausdünnung des dorso-lateralen Septenteiles zurück.

derartigen Befund bei *Metacoceras cavatiforme*, MILLER et al. bei *M. nodosum*<sup>9)</sup>, beide Arten aus dem Oberkarbon von Kansas, USA), d. h. die Formel: IL-S-LL-S-EL geht apikalwärts über in: IS-LL-ES. Auf sehr frühen Stadien kann schließlich die Sutura fast gerade verlaufen (HYATT 1894: Taf. 10, Fig. 10, siehe auch MILLER et al. 1933, 129: *Coloceras globatum*). *Tainoceras rotundatum* MILLER et al. (1933: Taf. 12, Fig. 2, 3) zeigt apicad ein Ausflachen des breiten seichten Externlobus. Von einem Jugendexemplar (45 mm Durchmesser) des *Tainoceras cavatum* aus dem Unterperm von Texas beschreibt HYATT (1893: 398-399) das Erscheinen des Externlobus im vorher vorhandenen Externsattel.

Ähnliches ist von Trias-Nautiliconi bekannt: Bei *Encoiloceras* ist anfänglich ein Externsattel vorhanden, der später in einen Externlobus übergeht (s. oben S. 13). Daher wird man wohl in der Annahme nicht fehlgehen, den im Alter vorhandenen Externsattel bei *Holconautilus*, *Syringoceras*, *Syringonautilus* und *Juvavionautilus* auch als ursprünglich anzusehen.

Konstanter und persistenter ist anscheinend der Internlobus. Mir ist von Trias-Formen kein sicherer Fall bekannt, wo gegen den Gehäuseanfang der Internlobus ausflacht und einem Internsattel Platz macht. Immerhin ist jedoch bemerkenswert, daß zwei Genera mit Internsattel (neben dem Externsattel) versehen sind: *Indonautilus* und *Paranautilus* (S. 14). Diese Lobenlinien sind wohl kaum durch sekundäre Vereinfachung zustande gekommen. Wie die Abbildungen (MOJSISOVIC 1873: Taf. 15, Fig. 2 und MOJSISOVIC 1896: Taf. 21, Fig. 2) lehren, gehen sie apicad in nahezu gerade Linien über.

Auch unter den nachtriassischen Suturen der einfachen Gruppe finden sich Belege dafür, daß der Externlobus apicalwärts ausflacht und z. T. gänzlich verschwindet (z. B. *Cenoceras inornatus*, Inferior Oolite: KUMMEL 1956: Taf. 5, Fig. 1-2; *Cimomia vaughani*, Paläozän: MILLER 1947: Taf. 32, Fig. 1, 2).

## 5.2. Sinuose Suturen

Bei den jungpaläozoischen Genera *Ephippioceras* und *Megaglossoceras* ist das Fehlen von Intern- und Externlobus bemerkenswert. Der statt dessen vorhandene Externsattel ist wohl primär und nicht das Ergebnis einer sekundären Vereinfachung. Dasselbe darf auch für den Internsattel angenommen werden. Auch der Externsattel bei *Stenopoceras* ist ein primäres Element. Wieweit der hier vorhandene seichte Internlobus apicad verschwindet und einem Internsattel Platz macht, ist aus den Beschreibungen nicht ersichtlich.

Unter den triadischen Sinuosi hat *Styrionautilus* die einfachste Lobenlinie, dem paläozoischen *Megaglossoceras* darin sehr ähnlich. Der seichte Externlobus bei *St. sauperi* tritt nach MOJSISOVIC (1902: 209) „erst im höheren Alter“ auf, d. h. auf Jugendstadien ist ein Externsattel vorhanden. So ist auch der Externlobus von *Pro-*

<sup>9)</sup> MILLER et al. 1933: 397: „saddles“ in dem passus: „... so that distinct lateral saddles can be recognized“ sind nach der ersten Abbildung des Stückes bei HYATT (1981: Abb. 30 bis 31, S. 334) so gut wie ausgeschlossen und wohl ein lapsus calami. In Wirklichkeit sind laterale Loben sichtbar. Dieser Befund ist ferner auch nach der Situation bei *M. cavati-forme* zu erwarten.

*clydonautilus*, *Cosmonautilus* und *Callaionautilus* (s. oben S. 14) eine, ontogenetisch gesehen, mehr oder weniger späte Erwerbung. Der bei *Clydonautilus* im Grunde des Externlobus sich erhebende kleine Sattel ist, wie der Externlobus selbst, ebenfalls sekundär. MOJSISOVIC (1896: 675) hat bei *Cl. biangularis* die ontogenetische Suturentwicklung beobachtet und in den Jugendstadien einen Externsattel festgestellt (vgl. auch MOJSISOVIC 1902: 207).

Die genannten Trias-Gattungen haben ferner alle einen Internsattel, was wohl als ursprüngliches Merkmal zu werten ist. Nur *Gonionautilus* zeigt einen Internlobus, der dazu zweispitzig ist (s. oben S. 15), d. h. durch einen sekundären Sattel unterteilt ist. Es ist nicht anzunehmen, daß eine derartige, relativ komplizierte Struktur bis an die ersten Septen des Gehäuses zurückgeht.

Wo an nachtriadischen Genera mit sinuoser Lobenlinie ein Externlobus vorkommt, läßt sich zeigen, daß auch er sich erst während der Ontogenese in einen vorher vorhandenen Externsattel eintieft. Dies gilt z. B. für *Pseudaganides* (v. LOESCH 1914: Abb. 6f–k bei *Ps. ammoni*) und wohl auch für *Pseudonautilus* und *Aulaconautilus*. Bei *Heminautilus* erscheint der EL ebenfalls erst in späteren Stadien der Ontogenese (DURHAM 1946: 432 ff.).

Die Genera *Deltocymatoceras*, *Angulithes*, *Hercoglossa*, *Aturoidea*, *Teichertia* und *Aturia* haben sämtlich einen ES (S. 18), der bereits auf frühen Stadien der Ontogenese vorhanden ist (z. B. *Aturia*: MILLER 1947: Abb. 7D, STURANI 1959: Abb. 6; für *Teichertia*: GLENISTER et al.: 1956: Abb. 4b) (Abb. 18–21).

Anders ist jedoch das Verhalten des Internlobus. Bei sämtlichen posttriadischen, hier zur sinuosen Gruppe vereinigten Genera ist ein z. T. auch auf Jugendstadien recht tiefer Internlobus vorhanden (Abb. 15–21), während bei triadischen und spätpaläozoischen Sinuosen auch Suturen mit Internsattel vertreten sind. Offensichtlich ist der IL bei den nachtriadischen Formen ein ontogenetisch sehr früher Erwerb, unter Auslassung der Vorphase, die durch einen Internsattel gekennzeichnet ist.

Zusammenfassend geht aus obigen Darlegungen hervor: Gute Gründe bestehen für die Annahme, daß Extern- und Internlobus sekundäre Elemente der Suture sind, und zwar sowohl bei den einfachen wie bei den sinuosen Suturen. Sie werden auf Jugendstadien mehr oder weniger zurückgebildet angetroffen. Vielfach sind ferner die Belege dafür, daß die sinuosen Suturen auf Jugendstadien weniger sinuos werden, d. h. die Sättel und Loben an Tiefe einbüßen. Es genügt hier, auf die Abbildungen in den einschlägigen großen Monographien hinzuweisen.

Überblickt man die Gruppe der einfachen, wenig sinuosen Suturen von den karbonischen bis zu den tertiären Formen, so schälen sich folgende, rohe Entwicklungszüge heraus: Gerade oder kaum sinuose Suturen sind – von Ausnahmen abgesehen, die sekundäre Vereinfachungen darstellen – als ursprünglich zu bewerten. Die einfachste Suture hat die Formel: IS – LL – ES. Nächste Stufen der Komplikation können durch Ausbildung eines Lobus entweder im IS oder im ES oder in beiden Sätteln zustande kommen. Daraus resultiert die Formel: IL – S – LL – S – EL.

Nur gelegentlich kommt es anscheinend zu weiterer Lobenbildung im Bereich des zwischen IL und LL gelegenen kleinen Sattels. Eine weitere Zutat stellt der Annularlobus dar. Er kann in den eigentlichen Internlobus eingetieft sein. Daneben gibt es

aber zahlreiche Fälle, in denen ein seichter Internlobus ohne Annularlobus beobachtet wurde.

Die Entwicklung der sinuosen Suturen vom Karbon bis zum Tertiär läßt sich folgendermaßen charakterisieren: Lobenlinien mit der Formel: IS – L – S – LL – ES stellen die einfachsten Typen – bereits im Karbon vertreten – dar. Neben der größeren Tiefe der Loben ist vor allem der große und meist weit orad vorgezogene Externsattel typisch. Letzteres Merkmal bleibt vielfach auch dann erhalten, wenn in den ES ein Lobus eingesenkt ist. Die Ausbildung eines Extern- und Internlobus sind nächste Stufen der Komplikation. Externloben mit z.T. sich darin weiterhin entwickelnden seichten „sekundären“ Externsätteln sind besonders charakteristisch für einige triadische Sinuosi. Eigenartigerweise unterbleibt die Entwicklung tiefer Externloben dagegen fast gänzlich bei den posttriadischen Sinuosen (Ausnahme: *Pseudonautilus*, Abb. 16).

Das dominierende Element – auch bei der Gruppe der einfachen Suturen – ist der Laterallobus. Er hebt sich fast immer durch Größe und Tiefe von den internwärts folgenden Loben ab und kann so leicht identifiziert werden. Auch auf den inneren Windungen der sinuosen Genera bleibt sein dominanter Charakter lange erhalten.

Weitere Differenzierungen erfolgen im Sutureabschnitt zwischen IL und LL. Sie führen zu den komplizierten Formeln von *Permoceras* und *Pseudonautilus*.

Bemerkenswert ist ferner, daß die einfachste sinuöse Suture mit der Formel: IS – L – S – LL – ES gliederreicher ist als die einfachste der einfachen Gruppe mit: IS – LL – ES. Eine sinuöse Alters-Suture mit dieser Formel, dominantem ES und tiefem LL ist mir nicht bekannt geworden.

## 6. Beziehungen zur Ammoniten-Suture

In der Nautiliden-Literatur finden sich vielfach Hinweise – auch in der Nomenklatur (z. B. „*Nautilus*“ *goniatites* HAUER 1949, *Clymenonautilus* HYATT 1900) – auf Ähnlichkeiten und Analogien der sinuosen Suturen mit einfachen Ammoniten-Suturen (Goniatiten, Clymenien). Auch KUMMEL (1956: 397) charakterisiert die differenzierte Suture von *Pseudonautilus* als „extreme ‚goniatitic‘ development“. Genauere Vergleiche sind m. W. nicht angestellt worden. In der Tat bestehen zwischen einer Goniatiten- oder Clymenien-Suture und den sinuosen Nautiliden-Suturen wesentliche Unterschiede.

In einer klassischen Studie hat SCHINDEWOLF (1929) den definitiven Nachweis erbracht, daß die Ammoniten-Lobenlinien ihren ontogenetischen Ausgang von der Primärsuture nehmen. Diese Feststellung ist durch zahlreiche nachfolgende Untersuchungen immer wieder bestätigt worden (z. B. SCHINDEWOLF 1957). Das hauptsächlichste Merkmal der Primärsuture ist die Existenz eines Intern- und Externlobus. Beide sind von den devonischen bis zu den cretazischen Formen vorhanden. Beide unpaare Loben sind durch eine Serie paariger Loben (von 1 Paar im Devon bis zu 3 Paaren in Jura und Kreide) nebst dazwischen liegenden Sattelpaaren verbunden.

Die Anwesenheit eines primären Externsattels bei den sinuosen Suturen der Nautiliden verbietet m. E. einen weiteren Vergleich oder eine Ableitung von der Am-

moneen-Primärsutur. Diese Inkongruenz wird noch verstärkt, wenn man, was nicht unwahrscheinlich ist, als einfachste sinuose Suture jene mit Intern- und Externsattel annimmt. Auch die einfacheren Nautiliden-Suturen lassen sich nicht befriedigend auf die Ammoneen-Primärsutur zurückführen, vor allem nicht jene Formen, bei denen Extern- und/oder Internsättel nachgewiesen sind. Zwar sind in einigen Fällen — auch bei den Sinuosen — sekundäre Vereinfachungen durch Rückbildung des Externlobus nachgewiesen (s. oben S. 18), jedoch sind dies Ausnahmen.

Offensichtlich repräsentieren die Nautiliden-Suturen einen eigenen Differenzierungsweg in der Ausgestaltung der Septen eingerollter Cephalopoden-Gehäuse<sup>10</sup>).

### 7. Beziehungen zur Ammoniten-Prosutur

Auffallend sind jedoch gewisse Übereinstimmungen, sobald man archaische sinuose Nautiliden-Suturen nicht mit der Ammoniten-Primärsutur, sondern mit der dieser voraufgehenden, zahlenmäßig ersten Suture — der Prosutur — vergleicht. Auf diese Ähnlichkeit hat bereits BRANCO hingewiesen (1880: 49: „Die Suture eines erwachsenen *Nautilus* kann der ersten Suture einer lati- oder angustisellaten Form sehr ähnlich sein“. In der Tat finden sich folgende Parallelen (Abb. 22):

a) Wesentlich an der Prosutur ist die Existenz eines Intern- und Externsattels. Diese Elemente sind auch in der ursprünglichen sinuosen Nautilidensuture vorhanden.

b) Bei den fortgeschritteneren Prosutur-Typen (lati- und angustisellat) ist ein relativ großer, orad vorspringender Externsattel entwickelt. Er findet sich gleichermaßen auch bei den sinuosen Nautiliden-Suturen, sei es im Alter, sei es auf juvenilen Stadien, nach Rückbildung des Externlobus.

c) Auch die Differenzierung des zwischen ES und IS liegenden Sutureabschnittes ist ähnlich wie bei den Sinuosi. Die Prosutur der Abb. 22e lautet in der hier verwendeten Schreibweise:

$$IS - L - S - LL - ES$$

wobei  $L = u_1$  ist. Es ist die einfachste der sinuosen Nautiliden-Suturen, und findet sich z. B. bei *Megaglossoceras* (Karbon) und *Styrionautilus* (Trias) Abb. 10, 13). Die gliederreichste Prosutur aus dem Jura (Abb. 22f) entspricht der Formel:

$$IS - L - S - L - S - LL - ES.$$

Sie findet sich beim jungpaläozoischen *Ephippioceras* (S. 11). Sie ist ferner bei den kompliziertesten Nautiliden-Suturen von *Permoceras* und *Pseudonautilus* vorhanden, wenn man von den sekundären Intern- und Externloben absieht.

d) Die wenig sinuosen Suturen der Nautiliconi, zumindest jene, die nur aus Extern-, Internsattel und einem dazwischen gelegenen LL-Paar bestehen, können mit

<sup>10</sup>) Der Versuch von SHIMANSKY & JURAVLEVA (1961: Abb. 37 und 38), Nautiliden-Suturen von *Pseudotemnocheilus*, *Cimomia*, *Parastenopoceras*, *Aturoidea*, *Aturia* und *Permoceras* mit Lobenlinien von Ammoniten, Clymenien und von *Manticoceras* zu homologisieren, dürfte, wegen der verschiedenartigen ontogenetischen Entwicklung in beiden Gruppen, wohl nur als Analogie-Beziehung zu werten sein.

dem asellaten Prosutur-Typus (Abb. 22a, b) verglichen werden (z.B. *Indonautilus*, manche Arten von *Cenoceras*).

e) Eine mögliche Übereinstimmung besteht in der Entstehungsfolge der Loben zwischen LL und IS (bzw. dem Komplex: IL-S). In der kompliziertesten Prosutur (Abb. 22f) liegt  $u_2$  intern von  $u_1$  und hat sich phylogenetisch später als  $u_1$  gebildet („dorsopartiter Entstehungsmodus“ der u-Loben in der Prosutur), im Gegensatz zu der „ventropartiten“ Entstehungsfolge der u-Loben in der Primärsutur. Die differenzierten Suturen von *Permoceras* und *Pseudonautilus* mit:

IL-S-L-S-L-S-LL-S-EL

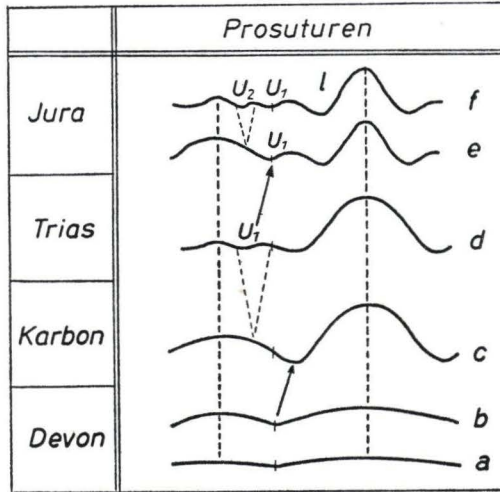


Abb. 22. Prosuturen der Ammonoiten und ihre phylogenetische Entwicklung (n. SCHINDEWOLF 1942: Abb. 9). a und b: Asellate Prosuturen, c: latisellater A-Typus, d: latisellater B-Typus, e: Angustisellater A-Typus, f: Angustisellater B-Typus.

haben internwärts (dorsal) vom LL die Folge: L-S-L-S, wobei die beiden L  $u_1$  und  $u_2$  der Prosutur von Abb. 22f entsprechen. Für den oberjurassischen *Pseudonautilus geinitzi* ist nach dem bei ZITTEL 1868: Taf. 2, Fig. 6a-c abgebildeten Jugendexemplar eine gleichartige Entstehungsfolge nicht unwahrscheinlich.

Die meisten Alters-Suturen der Nautilikonen sind jedoch über das Prosuturstadium hinaus differenziert durch:

a) Ausbildung von Extern- und/oder Internloben, sowohl in der einfachen wie in der sinuosen Gruppe,

b) weitere Differenzierung des Externlobus in der sinuosen Gruppe durch Entwicklung eines seichten Sattels im Grunde des EL;

c) Auftreten eines Annularlobus bei manchen Gattungen,

d) durch größere Tiefe, spezialisiertere und oft asymmetrische Gestalt der Suturelemente bei den Sinuosen (*Aturia*, *Aturoidea* z. B.).

Zieht man, soweit derzeit möglich und durchführbar, Jugendstadien heran, so zeigt sich, daß sie den Ammoniten-Prosuturen wesentlich ähnlicher sind. Das gilt vor



allein für die ausgeglichene Form der Suturelemente, wie für das Verschwinden des Externlobus auf Jugendstadien. Demgegenüber ist der Internlobus ein Element, das bei vielen Gattungen bereits sehr früh in der Ontogenese erscheint und wesentlich konstanter ist als der Externlobus. Offenbar liegt hier eine Entwicklungsbeschleunigung vor, derart, daß der ursprüngliche Internsattel gar nicht mehr, oder nur auf den allerersten Septen angelegt wird, und an seine Stelle sogleich der IL tritt.

Angesichts der nahen Verwandtschaft zwischen Nautiloidea und Ammonoidea dürften die erwähnten Übereinstimmungen kaum auf Zufall beruhen. Sie tragen eher dazu bei, die engen Beziehungen zwischen den beiden Cephalopoden-Gruppen zu unterstreichen. SCHINDEWOLF hat — angesichts der Gegensätze von Pro- und Primärsutur — die Prosutur stets (z. B. 1954: 230–231) als ein ephemeres, larvales Organ gedeutet. Diese Feststellung ist auch neuerdings wieder durch ERBEN (1962: 102–103) bestätigt und erweitert worden. Die Ähnlichkeiten der Prosutur mit der Nautiliconen-Sutur erlauben vielleicht eine nähere Präzisierung der Natur der ersteren: Sie steht offensichtlich in Beziehung zu den nautiloiden Ascendenten der Ammonoidea.



Abb. 23. Angustisellate Prosutur (B-Typus) mit Andeutung eines Externlobus von *Arietites (Arnioceratoides) kridion* (ZIET.), Lias alpha, Diebrock. (n. SCHINDEWOLF 1929: Abb. 7).

In diesem Zusammenhang sind Beobachtungen SCHINDEWOLFS (1954: 232, Abb. 19) erwähnenswert: Medianschnitte durch die Anfangs- und folgenden Kammern von Goniatiten, Ceratiten und Ammoniten zeigen folgende Unterschiede zwischen Proseptum (mit der Prosutur) und Primärseptum (mit der Primärsutur): Das Proseptum ist: a) dicker als das Primärseptum, b) nach vorn konkav, wogegen das Primärseptum nach vorn konvex ist, c) der externe (= ventrale) Teil des Proseptum über dem Sipholoch besteht nur aus einem kurzen Vorsprung der Gehäusewand, während das Primärseptum in diesem Teil kompliziertere Struktur zeigt. a) und b) sind typische Nautiliden-Merkmale, für c) kann dies zutreffen oder nicht. Dazu fehlen entsprechende Untersuchungen.

Auf eine kurze Formel gebracht, kann gesagt werden, daß

a) die  $\pm$  geraden Suturen nautiliconer Nautiloidea — sofern sie nicht sekundär vereinfacht sind — Varianten und Fortentwicklungen der asellaten Prosutur darstellen,

b) die wenig gegliederten Suturen mehr oder weniger Varianten und Fortentwicklungen von Suturen sind, die evolvierteren asellaten bzw. einfachen latisellaten Prosuturen entsprechen,

c) die sinuösen Suturen Varianten und Abwandlungen von Suturen sind, die angustisellaten Prosuturen vergleichbar sind.

In der Phylogenese der Prosutur ist der Intern- und Externsattel prinzipiell beibehalten worden (Abb. 22a–f). Interessanterweise bildet SCHINDEWOLF (1929: Fig. 7) eine angustisellate B-Sutur von *Arietites kridion* aus dem Lias alpha ab, die auf dem Externsattel eine leichte Einsenkung hat (Abb. 23): Offensichtlich der Beginn der

Bildung eines Externlobus, analog zu den Verhältnissen bei sinuosen Nautiliconen-Suturen. SCHINDEWOLF (S. 23) bemerkt dazu, wie zu weiteren ähnlichen Fällen, daß derartige Prosuturen Seltenheiten seien. Offenbar sind jedoch Ansätze zu einer weiteren Ausgestaltung der Prosutur, wie sie in ähnlicher Weise an den Suturen der Nautiliden ganz gewöhnlich sind, bei einzelnen Ammoniten-Individuen oder kleinen Populationen nicht gänzlich unterblieben.

### Zusammenfassung

1. Die Suturen der Nautiloiden mit eingerolltem (nautiliconem) Gehäuse (Karbon – jetzt) lassen sich auf 2 Gruppen verteilen: einfachere, weniger gebogene und kompliziertere, stärker gewellte (sinuose) Suturen, Übergänge sind vorhanden.

2. Primäre Strukturelemente, vor allem bei den sinuosen Suturen, sind je ein unpaarer Intern- und Externsattel. Sie können bei den paläozoischen und triadischen Formen bis in Altersstadien erhalten bleiben. Meist entwickelt sich jedoch ein Intern- und/oder Externlobus während der Ontogenese.

3. Es bestehen keine Beziehungen zu Ammoniten-Suturen, die aus der Primärsutur (SCHINDEWOLF) abzuleiten sind.

Dagegen sind eine Reihe von Ähnlichkeiten mit der Prosutur der Ammoniten vorhanden. Sie geht der Primärsutur voraus und zeigt einen prinzipiell anderen Differenzierungsplan. Mit ihm sind die Suturen der nautiliconen Nautiloideen in wesentlichen Merkmalen vergleichbar.

### Summary

1. The sutures of coiled – nautilicone – nautiloids (Carboniferous to recent) may be subdivided into two groups: a) Simpler, non-sinuuous and b) more complicated, sinuous sutures. Intergradations exist.

2. Especially in the sinuous group internal and external unpaired saddles are primary structural elements. In some Paleozoic and Triassic genera these elements may be retained into adult stages. In most cases, however, internal and/or external lobes are replacing the saddles during ontogenesis.

3. There are no relations to ammonitic sutures, these being derived from the primary suture (= Primärsutur SCHINDEWOLF). However, some similarities to the prosuture (= Prosutur SCHINDEWOLF) of ammonites are demonstrable. The prosuture precedes the primary suture and follows a basically different evolutionary pattern. In this pattern the sutures of nautilicones are comparable in some more important characters.

### Sommaire

1. Les sutures des Nautiloïdés enroulés (nautilicônes) – Carbonifère jusqu'à récent – se laissent distribuer en deux groupes: Des sutures plus simples, moins amples d'un côté, et des sutures plus compliquées et sinueuses de l'autre. Des types intermédiaires sont connus.

2. Une selle interne, une selle externe, les deux impaires, forment les éléments structuraux primaires des sutures, surtout des sutures sinueuses. Dans certains genres paléozoïques et triasiques ces éléments peuvent rester conservés jusqu'aux stades adultes. Plus souvent un lobe interne et/ou externe se développe pendant l'ontogénèse.

3. Il n'y en a pas de relations avec les sutures ammonitiques qui dérivent de la suture primaire (= Primärsutur SCHINDEWOLF).

Mais il y a quelques traits de ressemblance avec la prosuture (= Prosutur SCHINDEWOLF) des Ammonoïdés. Elle précède la suture primaire en montrant un plan évolutif entièrement différent. Avec ce plan les sutures des nautilicônes sont essentiellement comparables.

#### Schriftenverzeichnis

- ARTHABER, G. v.: Die Cephalopodenfauna der Reiflinger Kalke. I. Abtheilung. — Beitr. Pal. Österr.-Ung., **10**, 1—112, Taf. 1—10, Wien 1896.
- BRANCO, W.: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der fossilen Cephalopoden, Theil II. — Palaeontogr. **27**, 15—84, Taf. 4—11, Cassel 1880.
- DURHAM, J. W.: Upper Aptian nautiloids from Colombia. — Jour. Paleont., **20**, 428—434, Taf. 62—65, 1946.
- ERBEN, K. H.: Über den Prosipho, die Prosutur und die Ontogenie der Ammonoidea. — Paläont. Z., **36**, 99—108, 2 Taf., Stuttgart 1962.
- GLENISTER, B. F., MILLER, A. K. & FURNISH, W. M.: Upper Cretaceous and Early Tertiary Nautiloids from Western Australia. — Jour. Pal., **30** (3), 492—503, Taf. 53—56, 1956.
- HAAS, O. & MILLER, A. K.: Eocene Nautiloids of British Somaliland. — Amer. Mus. Nat. Hist. Bull., **99**, 317—354, Taf. 21—31, New York 1952.
- HANIEL, C. A.: Die Cephalopoden der Dyas von Timor. — Paläont. von Timor, **3**, (6), 1—153, Taf. 46 (1)—56 (11), 1915.
- HYATT, A.: Carboniferous cephalopods. — Texas Geol. Surv. Ann. Rep., **2**, 327—356, Austin 1891.
- Carboniferous cephalopods. — Texas Geol. Surv. Ann. Rep., **4**, 377—474, Austin 1893.
- Phylogeny of an acquired characteristic, — Amer. Phil. Soc. Proc. **32**, 349—647, Taf. 1 bis 14, Philadelphia 1894.
- KUMMEL, B.: American Triassic Coiled Nautiloids. — U.S. Geol. Surv. Prof. Paper, **250**, 1—104, Taf. 1—19, Washington 1953.
- Post-Triassic Nautiloid Genera. — Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Univ., **114**, 319 bis 494, 28 Taf., Cambridge, Mass. 1956.
- LOESCH, K. C. v.: Die Nautilen des weißen Jura; Erster Teil. — Palaeontographica, **61**, 57—146, Taf. 10—15, 1914.
- MILLER, A. K.: Tertiary Nautiloids of the Americas. — Geol. Soc. America Mem., **23**, 1—234, Taf. 1—100, 1947.
- MILLER, A. K. & COLLINSON, C.: An aberrant Nautiloid of the Timor Permian. — Journ. Paleont., **27**, 293—295, 1953.
- MILLER, A. K., DUNBAR, C. O. & CONDRA, G. E.: The Nautiloid Cephalopods of the Pennsylvanian System in the Mid-continent Region. — Nebraska Geol. Survey, (2) **9**, 1—240, Taf. 1—24, 1933.
- MILLER, A. K. & YOUNGQUIST, W.: American Permian Nautiloids. — Geol. Soc. America, Mem., **41**, 1—218, Taf. 1—59, 1949.
- MOJSISOVICS, E. v.: Das Gebirge um Hallstatt. 1. Theil: Die Molluskenfaunen der Zlambach- und Hallstätter-Schichten. 1. Heft. — Abh. k. u. k. geol. Reichsanst., **6**, VII+82 S., 32 Taf., Wien 1873.

- MOJSISOVICS, E. v.: Beiträge zur Kenntnis der Obertriadischen Cephalopoden-Fauna des Himalaya. — Akad. Wiss. Wien, math. nat. Kl., Denkschr., **63**, 575—701, Taf. 1—22, Wien 1896.
- Die Cephalopoden der Hallstätter Kalke. I. Bd. Suppl. H., — Abh. k. u. k. geol. Reichsanst., **6**, 1. Abt. Suppl. H., 356 S., 23 Taf., Wien 1902.
- PIA, J.: Untersuchungen über die Liassischen Nautiloidea. — Beitr. Paläont. Geol. Österreich-Ungarns u. Orients, **27**, 19—86, Taf. 4—10, 1914.
- PICTET, F.-J.: Études paléontologiques sur la faune à *Terebratula diphyoides* de Berrias (Ardèche). — Mélanges Paléont., **1** (2), 43—131, Taf. 8—28, 1867.
- RUSHENCEV, V. E. & SHIMANSKY, V. N.: Unterpermische Nautiloideen vom Süduräl. — Trudy Paläontol. Inst. Ak. Nauk SSR, **50**, 152 S., 15 Taf., Moskau 1954. (Russisch)
- SCHINDEWOLF, O. H.: Vergleichende Studien zur Phylogenie, Morphologie und Terminologie der Ammonoitenlinie. — Abh. preuss. geol. L.-A., N. F. **115**, 102 S., 1 Taf., 1929.
- Evolution im Lichte der Paläontologie. Bilder aus der Stammesentwicklung der Cephalopoden. — Jenaische Zeitschr. Med. u. Naturw., **75**, 324—386, 1942.
- On Development, Evolution, and Terminology of Ammonoid Suture Line. — Bull. Mus. Compar. Zool., **112**, 217—237, Cambridge 1954.
- Die Lobenlinie im Septum der Ammonoidea. — Neues Jb. Geol. u. Pal., Mh., Jg. 1957, 433—443, Stuttgart 1957.
- SHIMANSKY, V. N. & JURAVLEVA, F. A.: Osnovnie Voprosi Sistematiki Nautiloidei i Rodstvennich im grupp. — Trudy Paläontol. Inst. Ak. Nauk SSR, **90**, 175 S., 15 Taf., Moskau 1961.
- STURANI, C.: Strutture della conchiglia, del sifone e della parte embrionale in *Aturia aturi* (BAST.). — Riv. Ital. Pal. e Stratigr., **65**, (3), 175—200, Taf. 6 u. 7, Milano 1959.
- TOBIEN, H.: Über die Lebensweise der Ascoceraten (Cephal. Nautil.). — N. Jb. Mineral. etc., Mh. (B), 307—323, Stuttgart 1949.
- WIEDMANN, J.: Zur Systematik jungmesozoischer Nautiliden unter besonderer Berücksichtigung der iberischen Nautilinae D'ORB. — Palaeontogr., A, **115**, 144—206, Taf. 17 bis 27, Stuttgart 1960.
- ZITTEL, K. A.: Palaeontologische Studien über die Grenzschichten der Jura- und Kreide-Formation im Gebiete der Karpathen, Alpen und Apenninen, I. Abtheilung, Die Cephalopoden der Stramberger-Schichten. — Mus. kgl. bayer. Staates, Palaeont. Mitt., **2**, 33—118, Taf. 1—24, 1868.

Manuskript eingegangen am 12. 5. 1964

## Die Gastropoden-Gattungen *Undularia* KOKEN und *Pustularia* KOKEN im obersten Mittleren Muschelkalk des westlichen Meißner-Vorlandes

Von

ERWIN BUSSE, Kassel

Mit 5 Tabellen und den Tafeln 1-2

**Kurzfassung:** Aus einer stratigraphisch wichtigen Fauna mit Schalenerhaltung im obersten Mittleren Muschelkalk des westlichen Meißner-Vorlandes (Nord-Alpsliede) werden — nach einer stratigraphischen Übersicht über die Grenzschichten Mittlerer/Oberer Muschelkalk — 2 Gattungen von Turmschnecken: *Undularia* KOKEN und *Pustularia* KOKEN beschrieben. Besonders eingehend wird das seltene Genus *Pustularia* behandelt und in diesem Zusammenhang auf die Problematik von Gastropoden-Steinkernen des Trochitenkalkes im weiteren Sinne hingewiesen. Das nicht seltene Vorkommen von *Pustularia* im Untersuchungsgebiet wird nicht auf Einwanderung zurückgeführt, sondern auf Entwicklung an Ort und Stelle aus glatten Gehäusen der Gattung *Undularia* (Subg. *Stereokion*).

Die Fundschicht ist identisch mit den „kleine Chemnitzien“ führenden und von HANS PENNDORF (1926, S. 186) erwähnten Sedimenten von der Nord-Alpsliede. Diesem Autor verdankt Verfasser die Kenntnis der interessanten Lokalität.

### Inhalt

|   |    |
|---|----|
| 1. Vorwort . . . . .  | 30 |
| 2. Stratigraphische Übersicht der bekannteren Fossilfundpunkte mit Fossilien in Schalenerhaltung im germanischen Mittleren und Oberen Muschelkalk . . . . . | 30 |
| 3. Stratigraphie und Fauna des obersten Mittleren Muschelkalks an der Nord-Alpsliede östlich Großalmerode . . . . .   | 32 |
| 4. Das Genus <i>Undularia</i> KOKEN . . . . .   | 35 |
| 5. Das Genus <i>Pustularia</i> KOKEN . . . . .  | 40 |
| 6. Die Verbreitung der Gattung <i>Pustularia</i> KOKEN in der germanischen, oberschlesischen und alpinen Trias . . . . .                                    | 43 |
| 7. Die Steinkerne von Turmschnecken in den Myophorien-Undularien-Schichten des westlichen Meißner-Vorlandes . . . . .                                       | 46 |
| 8. Zusammenfassung . . . . .  | 49 |
| Schriftenverzeichnis . . . . .  | 50 |

## 1. Vorwort

Im germanischen Muschelkalk sind Ablagerungen mit Mollusken in Ersatzschalenerhaltung relativ selten. Das gilt für den Unteren wie auch für den Mittleren und Oberen Muschelkalk. Bei fossilführenden Schichten mit Ersatzschalensexemplaren handelt es sich meist um Sedimente des flachen oder küstennahen Meeres, um oolithische, dolomitische und faziell verwandte Gesteine, zu denen sich im oberen Mittleren Muschelkalk bzw. an der Basis des Oberen Muschelkalkes oft auch Hornsteine gesellen.

Gerade diese Faunen in Ersatzschalenerhaltung begründen wesentlich unsere genauere und erweiterte Kenntnis von der Lebewelt des germanischen Muschelkalkmeeres. Die Forschungen der letzten Jahrzehnte haben erwiesen, daß die Fauna des germanischen Muschelkalkes entsprechend einem Binnenmeercharakter wohl einseitig, doch nicht so artenarm war, wie dies bis dahin angenommen wurde.

## 2. Stratigraphische Übersicht der bekannteren Fossilfundpunkte mit Fossilien in Schalenerhaltung im germanischen Mittleren und Oberen Muschelkalk

In der folgenden Übersicht sind die bekannteren Fossilfundpunkte mit Fossilien in Schalenerhaltung im germanischen Mittleren und Oberen Muschelkalk stratigraphisch zusammengestellt. Die wenig bekannten Lokalitäten Niederhessens sind eingefügt:

Tabelle 1. Fossilfundpunkte mit Schalenerhaltung

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Obere Ceratitenschichten    | Trigonodusdolomit (Dolomitische Region)<br>Schwieberdingen, Canstatt (E. PHILIPPI 1898)   |
| Mittlere Ceratitenschichten | Oberer Trochitenkalk:<br>[Zonen des <i>Ceratites compressus</i> + <i>C. evolutus</i> —<br>v. KLEINSORGE (1935) wird nur die Fazies ohne<br>Fossilangabe erwähnt — Gegend von Detmold-<br>Osnabrück]   |
| Untere Ceratitenschichten   | Astartebank F. RÖMER's (1851) im ob. oolith.<br>Trochitenkalk:<br>Willebadessen — <i>robustus</i> -Zone<br>Germete/Wethen — unt./mittl. <i>robustus</i> -Zone<br>Hünenburg b. Calenberg/Wettesingen — <i>pulcher</i> -<br>Zone<br>Frensche Warte westl. Hofgeismar — <i>atavus</i> -<br>Zone<br>Wiesloch bei Heidelberg (GRUBER 1932) |
| .....                       |   |
| Trochitenkalk (mo 1)        | Oolith. Trochitenkalk bei Marbach/Villingen —<br>Baden —<br>Marlenheim/Niederbronn-Elsaß (KOKEN 1898)<br>Jena/Sondershausen-Thür. (R. WAGNER 1897)  |
| .....                       |   |

|   |  |
|---|--|
| Schichten zwischen Trochitenkalk<br>und Mittlerem Muschelkalk<br>(Die äquivalenten Myophorien-<br>Undularienschichten Niederhessens<br>enthalten fast nur Steinkerne) | Nördlicher Kraichgau (KÖNIG 1920)  |
| . . . . .   |  |
| oberer Mittlerer Muschelkalk  | Nordöstlicher Schwarzwald (HOHENSTEIN 1913)<br>Oberes Wesertal (Polle etc.) (GRUPE 1911)<br>Westliches Meißnervorland (Alpsliede bei Groß-<br>almerode, Spangenberg) |
| mittlerer Mittlerer Muschelkalk   | Nordöstlicher Schwarzwald (HOHENSTEIN 1913)  |

Vom mittleren Teil des Mittleren Muschelkalks gehen Ablagerungen des Flachwassers mit Fossilien in Schalenerhaltung fast durch den ganzen Oberen Muschelkalk hindurch. Nur aus den mittleren Ceratitenschichten sind Sedimente mit entsprechender Schalenerhaltung der Mollusken meines Wissens noch nicht bekannt geworden. Das mag zum Teil damit zusammenhängen, daß in dieser Zeit das Meer des Oberen Muschelkalks seine größte Ausdehnung und Vertiefung erfahren hatte; diese Sedimente könnten möglicherweise in randlichen, jetzt nicht mehr zugänglichen Teilen des germanischen Muschelkalkbeckens vorhanden sein. Zwar erwähnt KLEINSORGE (1935) aus der Gegend von Osnabrück und Detmold die oolithische Trochitenkalkfazies (= Oberer Trochitenkalk) auch aus den *compressus-evolutus*-Zonen. Entsprechend erhaltene Fauna wird von ihm jedoch nicht angegeben. Hierzu wird erläuternd folgendes bemerkt: Der Obere Trochitenkalk (im Sinne KLEINSORGE's 1935) löst sich an einem bis jetzt noch unbekanntem Punkt (Niederhessens?) vom (Unteren) Trochitenkalk (mo 1) und zieht diagonal durch immer jüngere Ceratitenzonen in nord-nordwestlicher Richtung. Die embryonalen Anfänge dieser Entwicklung glaubt Verfasser im Trochitenkalk des südlichen Niederhessen, bei Mühlhausen Krs. Fritzlar-Homberg a. d. Efze zu sehen. Der tiefste bisher bekannte Punkt Oberen Trochitenkalks mit der Astartebank wurde von ihm an der Frensche Warte westlich von Hofgeismar in der *atavus*-Zone festgestellt. Mit dem Oberen Trochitenkalk ist die Astartebank F. RÖMER's (1851) bzw. die „Myophorien- und Astartebank“ nach M. BLANCKENHORN (1885) als oberer Teil des Oberen Trochitenkalks eng verknüpft. Die Astartebank enthält nicht immer Fauna in Schalenerhaltung; sie fehlt zum Beispiel im Gemeindesteinbruch Welda am östlichen Volkmarser Grabenrand. An den in der obigen Tabelle angegebenen Fundpunkten Niederhessens (Frensche Warte bis Wethen) ist die Lebewelt artenarm, wenn auch oft sehr individuenreich. Die Fauna steigert sich aber bei Willebadessen, dem hervorragenden Fundpunkt F. RÖMER's, nach Feststellung des Verfassers auf etwa 60 Arten und Unterarten. Möglicherweise ist die Astartebank in den Zonen des *Ceratites compressus* und *Ceratites evolutus* bei Detmold/Osnabrück wieder fossilieer oder sie wurde als oberer Teil des Oberen Trochitenkalkes nicht mehr abgelagert. —

Die Schalenfossilien sind im Oberen Muschelkalk des nordwestlichen Niederhessen und des südlichen Westfalen (Willebadessen) von normaler Größe und gehen z. T. auch etwas darüber hinaus. Die Bivalven sind weit in der Überzahl. Im Mittleren Muschelkalk und auch im untersten Teil des Oberen Muschelkalks besonders Süd-

westdeutschlands liegen die Verhältnisse gerade umgekehrt. Hier überwiegen an Arten- und Individuenzahl die Gastropoden oder sie stellen mindestens einen beachtlichen Anteil an diesen Faunen. Meist handelt es sich um kleine oder zwergwüchsige Exemplare bzw. Arten, so daß KÖNIG (1920) von Mikrofaunenschichten und HOHENSTEIN (1913, S. 263) von einer Pygmäenfauna sprechen können. —

An der hier interessierenden Alplsiede im westlichen Meißnervorland können wir im obersten Mittleren Muschelkalk die gleichen Feststellungen treffen. Die Gastropoden stellen gegenüber den Lamellibranchiern den weit größeren Anteil. Meist handelt es sich ebenfalls um kleine oder zwergwüchsige Mollusken. Die größte Schneckengattung bei HOHENSTEIN, *Undularia (Stereokion)*, ist auch an der Alplsiede nicht selten. Hier kommt aber noch eine zweite relativ große Gattung von Turmschnecken, *Pustularia*, hinzu.

### 3. Stratigraphie und Fauna des obersten Mittleren Muschelkalks an der Nord-Alplsiede östlich Großalmerode

Die stratigraphische Folge der nach Fossilien genauer untersuchten Fundstelle an der Nord-Alplsiede wurde vom Verfasser (BUSSE 1952, S. 125) bereits mitgeteilt und wird unten z. T. gekürzt oder ergänzt wiederholt. In der gleichen Arbeit wurde außerdem festgestellt, daß der Trochitenkalk im engeren Sinne (mo 1) im östlichen Niederhessen (westliches Meißnervorland) noch von 6 bis 9 m fossilführenden tonig-mergelig-kalkigen Sedimenten, den Myophorien-Undularien-Schichten, unterlagert wird. Daraus ergibt sich die folgende, in der Tab. 2 zusammengestellte allge-  
meinstratigraphische Übersicht für die beiden größeren Muschelkalkgebiete Niederhessens: Das Meißnergebiet im Osten und das Diemelgebiet im Westen.

Tabelle 2. Vergleich von Meißner und Diemelgebiet

| Meißner:  | Diemel:   |
|---|---|
|   | — mo 1 —  |
| 11 bis 12 m Trochitenkalk — mo 1 —  | 7 bis 7,5 m Trochitenkalk (— Unterer —)<br>4 bis 5 m Gelbe Basisschichten<br>(KLEINSORGE'S) |
| .....   |   |
| 6 bis 9 m Myophorien-Undularien-<br>Schichten   | — — — m Mittlerer Muschelkalk — mm —<br>(fossilleer)  |
| .....   |   |
| 1,5 bis 2,5 m „Gelbe Basisschichten“<br>(An 2 Lokalitäten d. westl.<br>Niederhessen m. reicher Mol-<br>luskenfauna) |   |
| — — — — Mittlerer Muschelkalk — mm —<br>(fossilleer)  |   |

Anschließend folgt in Tab. 3 die Schichtenfolge der Nord-Alplsiede.



Tabelle 3. Profil an der Nord-Alpsliede

|      |        |  |       |
|------|--------|--|-------|
| 6    | m      | Trochitenkalk (mo 1) in klotzigen Bänken aufgeschlossen  | ..... |
|      |        | Undulariensichten — ca. 3,85 m —   |       |
| 2,8  | — 3,0  | m gelblich-graue schiefrig-dickplattig-bröcklige Mergelkalksteine; die meist unebenen Schichten oft in Bänken bis zu 0,3 m lose zusammengefaßt [enthält an der Nordseite des Aufschlusses u. a. <i>Coenothyris vulgaris</i> (SCHLOTH.)]  |       |
|      | 0,4    | m gelbgraue bis braungraue kristalline Kalksteinbank   |       |
|      | 0,3    | m graue hellgrau verwitternde, feste kantig-brockige Kalksteine  |       |
| 0,15 | — 0,13 | m graue feinkristalline, sehr harte Kalksteinbank  |       |
|      |        | Myophorienschichten — ca. 2,8 m —  |       |
| ca.  | 1,0    | m graue uneben-bröcklige, mürbe-feinsandig verwitternde Kalkmergelsteine mit Fossilien und eingelagert graue feinkristalline zoogene Kalksteine mit Trochitenhohldrucken, <i>Hoernesia socialis</i> (v. SCHLOTH.), <i>Lima striata</i> (v. SCHLOTH.), <i>Enantiostreon</i> sp.   |       |
| ca.  | 0,35   | m tonige gelbgraue Mergel  |       |
| ca.  | 0,6    | m tonige blaugraue Mergel  |       |
| ca.  | 0,35   | m tonige gelbgraue Mergel  | ..... |
|      |        | „Gelbe Basisschichten“ (= oberster mm —) — ca. 2,4 m —   |       |
|      | 0,1    | m hellgraue sandige Mergel mit rostgelber Basis  |       |
|      | 0,25   | m bräunliche sandig-mürbe Tone mit vereinzelten Fossilien  |       |
| ca.  | 0,3    | m obere Schneckenschicht — graue bis braune sandig-tonige teils verspatete Mergelsteine (meist Kugelschnecken: <i>Neritaria</i> , <i>Hologyra</i> u. a.; <i>Worthenia</i> , <i>Modiola salzstettensis</i> HOH.)  |       |
|      | 0,55   | m graue Mergelkalksteine; Fossilien selten ( <i>Gervilleia</i> )   |       |
|      | 0,15   | m mittlere Schneckenschicht — grau-dunkelgraue sandige feste Mergelsteine mit zahlreichen spätigen Kügelchen (verspatete Ooide?) — [überwiegend Turmschnecken: <i>Undularia</i> ( <i>Stereokion</i> ), <i>Pustularia</i> , daneben <i>Loxonema</i> , <i>Worthenia</i> , <i>Neritaria</i> , <i>Hologyra</i> ; Bivalven: <i>Myophoriopsis</i> (4 Arten), <i>Myophoria</i> (6 Arten) u. a.] |       |
|      | 0,5    | m grau-blaugraue fein gebänderte Kalkmergelsteine  |       |
| 0,04 | — 0,06 | m untere Schneckenschicht — grauweißes bis braungraues festes stark verspatetes Kalksteinbänkchen [ <i>Undularia</i> ( <i>Stereokion</i> ), <i>Loxonema</i> , <i>Neritaria</i> , <i>Myophoria germanica</i> HOH.]  |       |
|      | 0,35   | m oben: 12 cm bräunliche, mürbe zerfallende Mergelsteine; unten: gelbgraue unebene dolomitische mürbe Kalksteine mit kristallinen Adern und Drusen   | ..... |
|      |        | Liegendes: Mittlerer Muschelkalk   |       |

Bei einer Profilwiedergabe gleichaltriger Schichten vom Heiligenberg bei Laudenschbach, nahe der alten Bremsbahn (BUSSE 1952, S. 124), wurden aus dem tieferen Teil der Myophorienschichten dieses Profils 2 Kalksteinbänkchen mit kristallinen Gastropodenresten angegeben. Verfasser nimmt jetzt an, daß diese Schneckenbänkchen den fossilführenden Sedimenten der Alpsliede z. T. entsprechen. In der nachstehenden Tab. 4 wird deshalb die Gesamtmächtigkeit der beiden einige Kilometer entfernten Lokalitäten vergleichsweise nebeneinander gestellt.

Tabelle 4. Vergleich der Schichten vom Heiligenberg und von der Alpsliede

|   | Heiligenberg        | Alpsliede             |
|---|---------------------|-----------------------|
| Undularischichten                           | ca. 5,5 m           | ca. 3,8 m             |
|   | Myophorienschichten |                       |
| Myophorienschichten bis Unterteilung c) =   | ca. 1,5 m           | ca. 2,8 m             |
|   | ca. 7,0 m           | ca. 6,6 m             |
| Myophorienschichten m. Schneckenbänken = b) |                     |                       |
| Myophorienschichten m. Hornstein = a)       | ca. 1,3 m           |                       |
| Gelbe Basisschichten                        | ca. 1,0 m           | ca. 2,4 m             |
|   | Sa. = ca. 9,3 m     | ca. 9,0 m             |
| Liegendes: Mittlerer Muschelkalk            |                     | Mittlerer Muschelkalk |

Trotz der unterschiedlichen Fazies kann man an annähernde Gleichzeitigkeit der Ablagerungen bei beiden Profilen denken. Diese Annahme wird unterstrichen durch den Fund einer Turmschnecke (Steinkern mit geringen Schalenresten) in den Schneckenbänken des Heiligenberges, die mit der später beschriebenen *Pustularia tenuinodosa* n. sp. von der Alpsliede identisch ist.

Es wird noch erwähnt, daß die „Gelben Basisschichten“ im östlichen Niederhessen durchaus nicht immer die gelbe Färbung zeigen. Charakteristisch ist diese am Eisenberg (BUSSE 1952, S. 126) entwickelt, während sie an der Alpsliede fast völlig fehlt. — Die „Gelben Basisschichten“ werden in dieser Arbeit als oberster Teil des Mittleren Muschelkalks angesehen entsprechend der Ähnlichkeit unserer Fauna mit HOHENSTEIN'S Fauna II aus dem oberen Mittleren Muschelkalk des nordöstlichen Schwarzwaldrandes. —

Die Fossilien von der Nord-Alpsliede sind als spätige gelblich-weiße bis bräunliche Ersatzschalenexemplare erhalten (vgl. BUSSE 1952, S. 129). Der Erhaltungszustand kann als relativ gut bezeichnet werden. Jedoch ist die Mikroskulptur (etwa unter 0,5 mm) der feineren Arten- und Gattungsmerkmale meist verwischt. Häufig sind deshalb auch die feineren spiralen Knotenreihen und Knoten undeutlich. Auch die Zuwachsstreifen bei den Gastropoden sind nicht immer sichtbar. Diese Eigenarten scheinen auch bei anderen der erwähnten gleichartigen Fossilvorkommen aufzutreten, so z. B. auch bei Willebadessen und nach GRUBER (1932, S. 247) bei Wiesloch. Ebenso ist bei dem Prozeß der Umkristallisation oder Infiltration die Mikrostruktur der Fossilisohlen verlorengegangen, wie dies HOHENSTEIN (1913, S. 45) von seinem Material des nordöstlichen Schwarzwaldes erwähnt. Auch die starke tektonische Beanspruchung der Schichten — etwa Kreuzungspunkt von Gelstertal- und Kasseler Graben — hat sich auf den Erhaltungszustand der Fossilien an der Nordalpsliede ungünstig ausgewirkt. Besonders die größeren Arten wie *Undularia* und *Pustularia* sind meist  $\pm$  verbogen, verdrückt oder auch zerbrochen. Seltener sind auch die einzelnen Windungen  $\pm$  auseinander gerissen. Wenn das umgebende Gestein verpatet ist, wird das Herauspräparieren der Fossilien so gut wie aussichtslos.

Bräunliche Farbstreifen wurden nur bei einigen Kugelschnecken beobachtet. So entfällt auch für die Alpsliede die von HOHENSTEIN (1913, S. 81) zu *Undularia* (*Stereokion*) *brocchii* (jetzt: *hohensteini* GRUBER) erwähnte var. *lunulata* STOPP., die durch farbige Querbinden charakterisiert und nur durch diese gekennzeichnet ist.

Einige im Oberen Muschelkalk sonst bezeichnende Fossilien wie z. B. *Lima striata* (v. SCHLOTHEIM) und *Coenothyris vulgaris* (v. SCHLOTHEIM) fehlen bisher unserer Fauna. Von Kopffüßern fand sich nur der innerste Teil eines verspateten *Nautilus*. Auf dem kleinen Fragment sind sehr schön die feinen Längsstreifen mit noch feineren Querstreifen, die eine Gitterung der Schale erzeugen, zu sehen, wie sie K. v. FRITSCH (1906, Taf. 3) bei seinem „*Monilifer* (= *Germanonautilus*) *spumosus* FR.“ abbildet und wie sie M. SCHMIDT (1928, S. 285) von *Nautilus bidorsatus* v. SCHLOTHEIM erwähnt.

Trochiten von *Encrinurus liliiformis* v. SCHLOTH. fehlen völlig. In den letzten 12 Jahren fand Verfasser ein einziges halbwüchsiges Exemplar, das mit Sicherheit ein zweites, das mit Wahrscheinlichkeit aus dem Niveau der mittleren Schnecken-schicht stammt. Dieses nur seltene Auftreten halbwüchsiger Trochiten ist bezeichnend für das stratigraphische Niveau.

Die an der Alplside vom Verfasser herauspräparierten Turmschnecken stammen zum größten Teil aus der mittleren Schnecken-schicht. (*Stereokion hohensteini* typ. kommt jedoch schon in dem unteren Schneckenbänkchen vor. In den oberen fossil-führenden Lagen überwiegen Kugelschnecken der Gattungen *Neritaria* und *Hologyra*. *Undularia* (*Stereokion*) und *Pustularia* sind hier dagegen noch nicht gefunden worden. Auch unter diesen Kugelschnecken sind sicher noch neue Arten enthalten.

Von den vorliegenden Turmschnecken sind etwa 70 Exemplare für die Bearbeitung verwertbar.

#### Familie Pyramidellidae

#### 4. Das Genus *Undularia* KOKEN

Als Genotyp der Gattung *Undularia* betrachtete KOKEN den *Strombites scalatus* v. SCHLOTHEIM (1820) aus dem germanischen Muschelkalk, der seitdem (1892) in der Literatur als *Undularia scalata* (v. SCHLOTH.) bezeichnet wird. Als generisches Merkmal für die Gattung *Undularia* stellte KOKEN u. a. eine solide Spindel fest. Diese solide Spindel fand auch E. PICARD (1903) bei den von ihm untersuchten und artlich unterschiedenen Undularien des germanischen Muschelkalks. — Die Beschaffenheit der Spindel, ob hohl oder solid, wurde Ausgangspunkt verwirrender Meinungsverschiedenheiten, als auch sonst ähnliche Formen, aber aus der alpinen Trias und mit hohler Spindel, zu *Undularia* gestellt wurden. Über die unterschiedlichen Auffassungen berichtet D. HÄBERLE (1908, S. 416 etc.) ausführlich, so daß in dieser Arbeit von einer Wiedergabe abgesehen werden kann. Nur soviel sei erwähnt, daß KOKEN (1897, S. 100) ausdrücklich nochmals darauf hinwies, daß das Genus *Undularia* auf dem *Strombites scalatus* mit solider Spindel basiert, während KITTL (1899) in seiner Gattungsdiagnose u. a. wiederum eine hohle Spindel angibt. Da die Gattung *Undularia* von KOKEN für germanische Gastropoden aufgestellt wurde, die sich bisher sämtlich durch massive Spindeln auszeichnen, kann für diese Formen nur die KOKEN'sche Benennung und Gattungsdiagnose maßgebend sein, wie sie in vollständiger Form von E. PICARD (1903, S. 525) und gekürzt von M. SCHMIDT (1928, S. 260) wiedergegeben wird. Auf die wichtigen Ausführungen A. GRUBER's (1932, S. 295) wird besonders verwiesen.

*Undularia* im engeren Sinn (s. str.) ist an der Alpsriede nicht häufig. Die wenigen für *Undularia* kleinen Exemplare werden zu einer neuen Art dieser Gattung gestellt. Bisher sind im Niveau der Schneckenschichten meist Arten des relativ kleinen Subgenus *Stereokion* GRUBER (1932) gefunden worden.

KITTL stellte (1899) das Subgenus *Toxoconcha* zu dem Genus *Undularia* auf und bemerkte ausdrücklich, daß diese Untergattung eine hohle Spindel besitzt. Seitdem wurden germanische Gastropoden mit den gleichen oder ähnlichen äußerlichen Merkmalen, aber ohne Kenntnis der inneren Beschaffenheit der Spindel, zu (*Toxoconcha*) gestellt.

Aber schon HOHENSTEIN (1913, S. 79–80) konnte an seiner schönen und gut erhaltenen Fauna vom nordöstlichen Schwarzwaldrand feststellen, daß seine Exemplare eine solide Spindel besitzen. Er beließ jedoch seine Funde trotz dieser Feststellung noch bei (*Toxoconcha*). M. SCHMIDT (1928, S. 262) fand eine Kompromißlösung, indem er die Spindel von (*Toxoconcha*) als „manchmal hohl“ angab. Nach der Arbeit von GRUBER (1932) gab M. SCHMIDT (1938, S. 38) eine entsprechende Ergänzung.

GRUBER (1932, S. 295–297) zog auf Grund seines Materials die Konsequenz analog zum Genus *Undularia* und stellte die Untergattung *Stereokion* n. subsp. mit massiver Spindel für die germanischen Arten auf.

ASSMANN (1924, S. 38 T. 3 Fig. 48, 1937, S. 93 T. 17 Fig. 18) betrachtete ein der *Toxoconcha brocchii* STOPPANI ähnliches Gehäuse aus der oberschlesischen Trias als zu *Toxoconcha* gehörig und beließ dieses auch 1937 bei dem gleichen Subgenus, weil er die Beschaffenheit der Spindel nicht festzustellen vermochte. GRUBER (1932, S. 297) stellte dagegen auch dieses Exemplar zu seiner neuen Untergattung *Stereokion*. — Nach den Abbildungen bei ASSMANN möchte Verfasser jedoch vermuten, daß diese strittige Form einer anderen Gattung angehört, da sie gegenüber den annähernd skulpturlosen *Undularien* des germanischen Muschelkalks deutlich auf allen Windungen quergeringelt erscheint. —

Die Untergattung *Stereokion* GRUBER unterscheidet sich vom Genus *Undularia* s. str. (sensu stricto = im engeren Sinn) wesentlich dadurch, daß (GRUBER 1932, S. 296) „nur eine obere, mehr oder weniger deutliche Nahtkante — im Gegensatz zu *Undularia* im engeren Sinn, die noch eine zweite untere besitzt —“, entwickelt ist. *Stereokion* ist durchschnittlich kleiner als *Undularia* s. str. HOHENSTEIN gibt die größte Höhe bei seinem Material mit 4 cm an, die an der Alpsriede kaum überschritten wird. Die Untergattung *Stereokion* wie auch die Gattung *Undularia* s. str. sind bis auf die Entwicklung von Nahtkanten bzw. -wülsten glatt. An dem Material von der Alpsriede konnte Verfasser feststellen, daß bei einigen Exemplaren die glatten Nahtkanten einen  $\pm$  schwachen welligen Verlauf, z. T. mit verschwindender schwacher Knötchenbildung als Vorstadium der *Pustularia*-Skulptur nehmen. — Verfasser möchte darauf hinweisen, daß auch KOKEN (1898, S. 31) bei seiner *Undularia scalata* var. *alsatica* an einem Exemplar stumpfe Knoten auf der Kante zur Basis feststellte.

Die genetischen Beziehungen zwischen (*Stereokion*) — *Undularia* s. str. — *Pustularia* scheinen noch enger zu sein als E. PICARD (1903, S. 526) annahm: „Ich halte die Gattung *Undularia* für verwandt mit *Pustularia* . . .“

COSSMANN (1895) faßte wegen dieser engen Verwandtschaft *Pustularia* nur als Untergattung von *Undularia* auf, und auch W. WENZ (1938–1944) schloß sich in seinem Werk „Gastropoda“ dieser Auffassung an.

### Beschreibung der Arten

#### *Undularia* Subgenus *Stereokion* GRUBER

Auf die ausführlichen Beschreibungen bei HOHENSTEIN (1913) und GRUBER (1932) wird verwiesen, so daß hier nur kurze ergänzende Bemerkungen notwendig sind. Auf große Variabilität wird nochmals aufmerksam gemacht.

*Undularia (Stereokion) hohensteini* GRUBER

*Undularia (Toxoconcha) Brocchii* STOPP. — HOHENSTEIN 1913.

*Undularia (Toxoconcha) Brocchii* KITTL — M. SCHMIDT 1928, S. 262.

*Undularia (Stereokion) hohensteini* n. sp. — GRUBER 1932, S. 297.

Soweit an dem vorliegenden Material festgestellt werden kann, sind die Embryonalwindungen glatt, glänzend. An einigen Exemplaren sind auf den darauf folgenden älteren Windungen schwache Querrippen angedeutet. Solche Querrippen weisen auch auf verwandtschaftliche Beziehungen zu KOKEN's Gattung *Anoptychia* (1892 — emend. KITTL 1894) hin. Für *Anoptychia* sind Querrippen auf den älteren Windungen bezeichnend. —

Sonst keinerlei Querskulptur.

Von den bei HOHENSTEIN (1913, S. 81) angegebenen Varietäten entfällt an der Alpsliede, wie bereits gesagt, die auf farbigen Längsstreifen begründete var. *lunulata* STOPP. Folgende Varietäten kommen vor:

|                                   |                            |
|-----------------------------------|----------------------------|
| a) Typus                          | Gehäusewinkel (GW) ca. 25° |
| b) var. <i>brevis</i>             | GW. 30–35°                 |
| c) var. <i>conoidea</i>           | GW. 30–35°                 |
| d) var. <i>gracilis</i> n. subsp. | GW. ca. 20°                |

a) Typus — Taf. 1. Fig. 1–5

Die Exemplare aus der unteren Schneckenschicht (unt. Schn.) stehen dem Typus am nächsten. Die ebenen Nahtfacetten sind  $\pm$  nur auf den letzten Windungen entwickelt, die Kante auf der Basis ist stark gerundet und abgeschwächt. Große Ähnlichkeit besteht mit manchen Loxonemen und Omphaloptychen (vgl. auch HOHENSTEIN 1913, S. 80) und z. T. auch mit HOHENSTEIN's *Undularia (Stereokion) siliquoolithica*, die an der Alpsliede bisher noch nicht festgestellt wurde. Vielleicht fällt die Art *siliquoolithica* doch in die Variationsbreite von *Undularia (Stereokion) hohensteini*.

Bei den Gehäusen der mittleren Schneckenschicht (mittl. Schn.) treten die Nahtfacetten meist deutlicher, die Nähte vertiefter und die Kanten auf der Basis etwas schärfer hervor.

Stückzahl: 3 — und mehrere Fragmente — unt. Schn. —

7 — z. T. Jugendexemplare — mittl. Schn. —

b) var. *brevis* — Taf. 1 Fig. 6

Fehlt bisher in der unt. Schn.

Stückzahl: 4 — mittl. Schn. —

c) var. *conoidea* — Taf. 1 Fig. 7–9

Fehlt bisher in der unteren Schneckenschicht. In der mittl. Schn. die häufigste Form. 9 bis 10 Windungen. Die gerundeten Kanten, die Nahtfacetten und die rinnenförmigen Vertiefungen treten meist deutlicher als bei dem Typus hervor.

Stückzahl: 21 — mittl. Schn. —

d) var. *gracilis* n. subsp. — Taf. 1 Fig. 10

Es erscheint dem Verfasser notwendig, gegenüber dem typ. (ca. 25° GW.) und den abweichenden var. *brevis* und var. *conoidea* (je 30–35° GW.) eine sehr schlanke Form mit etwa 20° GW. als neue var. *gracilis* gegenüberzustellen. —

Gehäuse schlank turmförmig mit GW von ca. 20° und mit mindestens 10 Windungen, die flach gewölbt und durch seichte Nahtrinnen getrennt sind. Schlußwindung kaum konkav, relativ hoch, mit deutlicher gerundeter Kante. Basis gewölbt. Schmale Nahtfacetten auf den letzten Umgängen. Mündung rhomboidisch, Innenlippe umgeschlagen. Nabel verschlossen, Spindel vermutlich solid. Größe des Gehäuses 19 mm.

Stückzahl: 1 — mittl. Schn. —

*Undularia (Stereokion) mediocalcis* HOHENSTEIN — Taf. 1 Fig. 11.

*Undularia (Toxoconcha) mediocalcis* n. sp. — HOHENSTEIN 1913, S. 81.

*Undularia (Toxoconcha) mediocalcis* HOH. — M. SCHMIDT 1928, S. 262.

*Undularia (Stereokion) mediocalcis* HOH. — GRUBER 1932, S. 298.

Ein kegeliges Gehäuse von 13 mm Höhe und mit einem pupoiden Gesamthabitus wird hierher gestellt. Einige Exemplare von (*Stereokion*) *hohensteini* var. *conoidea* zeigen Anklänge an diese Art, doch fehlt diesen der pupoide Habitus.

Stückzahl: 1 — mittl. Schn. —

Bei dem in dieser Arbeit verwendeten Material von  $\pm$  vollständigen turmförmigen Gehäusen von der Alpsliede befinden sich einige, bei denen die Basis von der letzten Windung durch eine relativ scharfe Kante abgetrennt wird. Man gewinnt durch Übergänge zu (*Stereokion*) *hohensteini* den Eindruck einer kontinuierlichen Entwicklung, die andererseits auch zu den später unter *Pustularia* aufgeführten Gehäusen  $\pm$  überzuleiten scheint. Diese Exemplare mit schärferer Basiskante und damit mit Ausbildung von oberer und unterer deutlicher Kante können entsprechend den früheren Ausführungen über (*Stereokion*) und *Undularia* s. str. nur zu *Undularia* s. str. gestellt werden.

Genus *Undularia* s. str.

*Undularia posttenuicarinata* n. sp. — Taf. 1 Fig. 12

Der Artnamen *posttenuicarinata* wurde wegen der äußeren Ähnlichkeit mit der *Undularia tenuicarinata* E. PICARD aus der Oolithzone des Wellenkalkes gewählt. Genetische Beziehungen sind aber damit nicht verknüpft.

Holotypus: Das auf Taf. 1 Fig. 12 abgebildete Gehäuse.

Locus typicus + Stratum typicum: Hier und bei allen folgenden Neubenenennungen: der nordöstliche Ausläufer der Alpsliede — mittlere Schneckenschicht des obersten Mittleren Muschelkalks (= Gelbe Basisschichten des Oberen Muschelkalkes).

Diagnose: Eine der *Undularia tenuicarinata* E. PICARD ähnliche, aber kleinere Art.

Beschreibung des Holotyps: Größe 31 mm ohne den z. T. abgebrochenen kurzen Ausguß. Die 10 bis 11 niedrigen Windungen mit geringem Nahtanstieg und dem Verhältnis Höhe zu Breite (H:Br.) 1:2 sind oben und unten kantig begrenzt. Etwas höhere Windungen kommen bei anderen — meist kleineren — Gehäusen vor. Deutliche Nahtfacetten auf den jüngeren Windungen. Hier und auf der unteren Kante  $\pm$  schwacher welliger Verlauf oder undeutliche Knötchenbildung als Vorstadium der *Pustularia*-Skulptur. Windungen flach bis gering konkav (= Schlußwindung). Naht rinnenförmig. Mündung rhomboidisch. Nabel verdeckt bzw. geschlossen. Spindel vermutlich solid, GW 29°. Basis niedrig, wenig gewölbt.

Unter Berücksichtigung weiterer Exemplare ist der GW mit 26–30° anzunehmen. Er liegt also meist etwas höher als bei *Undularia tenuicarinata* (GW bis 26°) und niedriger als bei *Undularia scalata* (32 bis 36°). *Undularia tenuicarinata* E. PICARD ist meist bedeutend größer als *Undularia posttenuicarinata* n. sp.

Stückzahl: 7 — mittl. Schn. —

Ein schlankes einzeln vorliegendes Gehäuse wird zu dem

#### Genus *Protorcula* KITTL (1892)

gestellt, das ebenfalls der Familie Pyramidellidae angehört, während KITTL selbst diese Gattung der Familie Cerithiidae angliederte. Die Gattungen *Undularia* und *Protorcula* sind eng miteinander verwandt.

#### *Protorcula grandis* n. sp. — Taf. 1 Fig. 13

Als Artname wurde „*grandis*“ (groß) gewählt, weil das Gehäuse mit 23 mm Höhe die bisher bekannten Arten der germanischen und oberschlesischen Trias bedeutend an Größe übertrifft und nach der Literatur wohl auch die alpinen Vertreter der Gattung kleiner bleiben.

Holotyp: Das auf Taf. 1 Fig. 13 abgebildete Gehäuse.

Locus typicus + Stratum typicum wie bisher.

Beschreibung des allein vorliegenden Holotyps: Schlankes Gehäuse mit einem GW von 20° und 23 mm Höhe. 10 Windungen mit langsamem Nahtanstieg. Verhältnis H.: Br. der flachen bis wenig konkaven relativ hohen Windungen etwa 2:3. Anfangswindungen pupoid. Auf den Windungen oben und unten je ein feingeknoteter Längskiel. Die von KITTL für die Gattung geforderte Längsstreifung ist bei dem vorliegenden Exemplar entsprechend dem allgemeinen Erhaltungszustand nur wenig angedeutet. Die auf der Schlußwindung plastisch hervortretenden Anwachsstreifen verlaufen umgekehrt S-förmig meist von einem oberen zu einem unteren Knötchen über die Basiskante zur Basis und sind hier  $\pm$  stark vorgezogen. Mündung etwa viereckig, Basis konisch, gewölbt. Beschaffenheit der Spindel und des Nabels nicht bekannt.

*Protorcula grandis* n. sp. hat Ähnlichkeit mit *Protorcula punctata* E. PICARD aus der Oolithzone des germanischen Wellenkalks. Unterschiede bestehen in der Größe und im stratigraphischen Vorkommen. *Protorcula grandis* n. sp. hat auch feinere zahl-

reichere Knötchen und flachere Umgänge als die etwas stärker konkave *Protorcula punctata* E. PICARD. Auch mit dem Typus der Gattung *Protorcula subpunctata* (MÜNSTER) (= *Turritella subpunctata* MÜNSTER) besteht eine gewisse Ähnlichkeit vor allem in der feineren Knötchenbildung und in dem langsamen Nahtanstieg, doch sind auch bei dieser Art die Windungen stärker konkav, die Höhe der Umgänge ist etwas geringer und die stratigraphische Lage — im alpinen Karn — bedeutend höher!

Stückzahl: 1 — mittl. Schn. — (2 weitere ähnliche schlanke Gehäuse werden nur unter Vorbehalt hierher gestellt) —.

## Familie Cerithiidae

### 5. Das Genus *Pustularia* KOKEN

Die Gattung *Pustularia* besitzt ebenso wie *Protorcula* und *Undularia* eine solide Spindel. —

Die von der Alpsliede vorliegenden und zu *Pustularia* gestellten Gehäuse erreichen nicht die extrem starke Knotenbildung auf den beiden Kanten oder Kielen — die meist feinen Knötchen erscheinen entsprechend dem Erhaltungszustand oft verwischt und treten deshalb auf den Figuren der Tafeln meist nicht sehr deutlich hervor — und auch nur bei einer der größeren neuen Arten (*Pustularia pseudoacuticarinata* n. sp.) annähernd die starke Konkavität wie *Pustularia silesiaca* ASSMANN aus dem oberschlesischen Diploporendolomit oder wie der Typus der Gattung, *Pustularia alpina* (EICHWALD), aus den Raibler Schichten (Karn). Man hat bei allen diesen Gehäusen von der Alpsliede den Eindruck, daß die einzelnen Arten durch Zwischenglieder miteinander verbunden sind und auf eine Grundform, nämlich *Undularia (Stereokion) hohensteini* typ. zurückgehen und daß hier an Ort und Stelle eine Entwicklung aus den glatten *Undularia*-Formen zu den Pustularien mit Knötchenbildung erfolgte. KOKEN (1892, S. 32) nahm an, daß die Knoten bei *Pustularia* als Reste von Querfalten zu betrachten seien. Bei dem Material von der Alpsliede möchte Verfasser jedoch vermuten, daß auch umgekehrt allmählich auftretende Knoten den Beginn von Querskulptur andeuten können.

<sup>1</sup> Die Annahme einer autochthonen Lebewelt im obersten Mittleren Muschelkalk wird gestützt durch die Tatsache, daß annähernd alle kleineren Bivalven (*Myophoria*, *Myophoriopsis*, *Nucula*, *Pleuromya*) zweiklappig vorliegen, eine weitläufige Verdriftung der Schalen also kaum angenommen werden kann. Daß von der nicht gerade häufigen *Hoernesia socialis* (v. SCHLOTHEIM) nur einfache —<sup>1</sup> gewölbte linke — Klappen vorkommen, dürfte dem nicht im Wege stehen. Als Lebensraum dieser Gattung werden ausgedehnte Tangwälder angenommen. Diese Schalen werden wohl zufällig nach dem Tode in den Biotop unserer Fauna gelangt sein.

*Pustularia tenuinodosa* n. sp. — Taf. I Fig. 14—17

Der Name von *tenuis* = gering, dünn — und *nodosus* = geknotet.

Holotypus: Das auf Taf. I Fig. 14 abgebildete Gehäuse.

Locus typicus und Stratum typicum wie bisher.



Diagnose: Eine der Gattung *Undularia* noch nahestehende, aber wegen des Auftretens von Knoten, die noch fein und öfter verschwindend sind, zu *Pustularia* gestellte Art.

Beschreibung: Größe des Holotyps ohne Anfangswindungen 42 mm bei 7 Umgängen. Die anderen Exemplare sind  $\pm$  kleiner und ebenfalls ohne Anfangswindungen. Turmförmig. Windungen erst schwach gewölbt, dann flach; die 3 letzten (jüngeren) Umgänge  $\pm$  schwach konkav. Obere und untere Kante deutlich bis scharf und mit feinen Knötchen bedeckt. Langsamer Nahtanstieg, Nähte rinnenförmig. Verhältnis H. : Br. etwa 1 : 2, mitunter auch etwas höher. GW 28–32°. Basis flach gewölbt, kurzer Ausguß. Anwachsstreifen umgekehrt S-förmig. Nabel verschlossen, Spindel solid. Auf den älteren Windungen ist gelegentlich Querskulptur angedeutet. Stückzahl: 17 – mittl. Schn. –

*Pustularia robustocarinata* n. sp. – Taf. 1 Fig. 18 a, b

Der Name von *robustus* = kräftig, stark – und *carina* „Kiel“.

Holotypus: Das auf Taf. 1 Fig. 18 abgebildete Gehäuse.

Locus typicus und Stratum typicum wie bisher.

Diagnose: Kleinere Art der Gattung *Pustularia* mit 2 kräftigen Kielen auf der Schlußwindung.

Beschreibung: Größe des Holotyps 27 mm bei 7 Umgängen ohne Embryonalwindungen. Turmförmig. Ein weiteres Exemplar besitzt bei 22 mm Höhe und knapp 6 Windungen ein mehr kegelförmiges Aussehen, das aber wohl durch Verdrückung entstanden ist. Windungen flach gewölbt, die Schlußwindung konkav. Auf dieser Schlußwindung oben und unten auffallend dicke Kiele, die eigentlich jeweils aus 2 sehr fein geknoteten dünnen Kielen mit einer schmalen Depression bestehen und die auch zu einem einzigen starken Kiel verschmelzen können. Zwischen Nahtkiel und subsuturalem Kiel finden sich auf der Schlußwindung rückwärts gerichtete Querwülste, die etwa dem Verlauf der Anwachsstreifen entsprechen. Die Anwachsstreifen sind an der Grenze unterer Kiel/Basis scharf nach vorn gerichtet.

Verhältnis H. : Br.: etwa 7 : 10. Langsamer Nahtanstieg. Naht scharf rinnenförmig, Basis flach gewölbt, in einen relativ langen Ausguß auslaufend.

Stückzahl: 2 – mittl. Schn. –

*Pustularia pseudoacuticarinata* n. sp. – Taf. 2 Fig. 19–21

Name wegen der großen Ähnlichkeit mit der oberschlesischen *Pustularia acuticarinata* ASSMANN aus dem Diploporendolomit = Mittlerer Muschelkalk.

Holotypus: Das auf Taf. 1 Fig. 19 abgebildete Gehäuse.

Locus typicus und Stratum typicum wie bisher.

Diagnose: Eine der oberschlesischen *Pustularia acuticarinata* ASSM. sehr ähnliche Art. JOH. AHLBURG (1906, S. 109, Taf. 4 Fig. 1) beschrieb einen bis 15 cm großen Gastropoden und bezeichnete diesen als *Undularia* sp. cf. *dux* E. PICARD. Diese Schnecke stellte ASSMANN im Jahre 1924 (S. 40) zur Gattung *Pustularia* und gab eine ergänzende Beschreibung. Die Erläuterungen beider Autoren stimmen in fast allen Einzelheiten mit den vorliegenden anschließend beschriebenen Fragmenten

überein. Der wesentliche Unterschied besteht darin, daß *Pustularia acuticarinata* einen „sehr langen Ausguß“ besitzt, während unsere Art gerade entgegengesetzt einen recht kurzen Ausguß zeigt!

Beschreibung: Von den 3 unvollständig erhaltenen Gehäusen ist nur eines mit der Schlußwindung vorhanden. Dieses Exemplar hat mit insgesamt 3 Windungen eine Höhe von 45 mm. Ein anderes ebenfalls 45 mm hohes Fragment besitzt außer der nur in Resten vorhandenen Schlußwindung 3 weitere Umgänge. Das letzte, am wenigsten charakteristische Exemplar besitzt bei 50 mm Höhe 4 Umgänge; die Schlußwindung ist etwas lädiert. Die Gesamtgröße der Art dürfte etwa 8,5 cm betragen haben. Der GW konnte nur annähernd mit etwa 30° festgestellt werden. Die Embryonal- und älteren Windungen sind bei keinem Gehäuse erhalten. Die 3 bis 4 jüngeren Windungen sind  $\pm$  stark konkav, hervorgerufen durch die – wie bei *Pustularia acuticarinata* ASSM. – teils plumpen, teils scharfen vorgezogenen Randkanten oder Kiele, besonders des unteren Kieles. Diese Kiele sind  $\pm$  deutlich mit dicken flachen Knoten, „Pusteln“, besetzt, was anscheinend bei der oberschlesischen Art kaum der Fall ist. Jedenfalls ist bei den Beschreibungen der erwähnten Autoren hiervon nichts angegeben. –

Nähte vertieft, Basis flach mit kurzem Ausguß. Anwachsstreifen kaum erkennbar.

Unterschiede gegenüber *Pustularia acuticarinata* bestehen in der geringeren Größe, besonders auch in dem kurzen Ausguß – während für *P. acuticarinata* der „sehr lange Ausguß“ besonders betont wird – und durch das deutliche Auftreten von Knoten auf den Kielen.

Stückzahl: 3 größere Fragmente – mittl. Schn. –

*Pustularia alpsliedeensis* n. sp. – Taf. 2 Fig. 22; Taf. 1 Fig. 23

wird benannt nach dem Fundort dieser wichtigen Pionierfauna an der nördlichen Alpsliede östlich Großalmerode.

Holotypus: Das auf Taf. 2 Fig. 22 abgebildete Gehäuse.

Locus typicus und Stratum typicum wie bisher.

Diagnose: Eine besonders durch zusätzlichen – 3. – Kiel auf der Schlußwindung, abweichenden Habitus und verlängerten Ausguß von der vorigen Art *P. pseudo-acuticarinata* n. sp. unterschiedene *Pustularia*.

Das durch tektonische Bewegung etwas verbogene Gehäuse mußte aus 3 ursprünglich zusammengehörenden Gesteinsbrocken herausgearbeitet und zusammengesetzt werden. Durch teilweise Verspatung des Nebengesteins gelang die Freilegung der Windungen nur unvollständig.

Von dem Holotyp sind 7 Windungen mit 77 mm Höhe erhalten. Die ursprüngliche Höhe dürfte etwa 9,5 cm betragen haben. Der GW der Anfangswindungen beträgt etwa 28°, ist aber sicher bei den letzten Umgängen etwas größer. Die Windungen sind flach, mit je einer schwachen Depression unter der Ober- und über der Unterkante. Die einzelnen Umgänge sind scharf voneinander abgesetzt, die Nähte rinnenartig vertieft. Die kielartigen Kanten tragen flache Knoten.

Auf der Schlußwindung ist außer den mit etwas plumpen Knoten besetzten Naht- und Basiskanten noch eine weitere feinere Spirallinie im oberen Drittel des Umganges

vorhanden, die ebenfalls mit ganz feinen Pusteln bedeckt ist. Zwischen den 3 Spiralkielen bzw. -linien ist die Schlußwindung konkav. Die Anwachslien sind scharf umgekehrt S-förmig gekrümmt, die gewölbte hohe Basis ist nach unten zu einem ursprünglich relativ langen Ausguß ausgezogen. Von den auf der Basis vorhandenen 3 in Knoten aufgelösten Spirallinien — wie diese in der Gattungsdiagnose angegeben sind — ist nur die untere deutlich sichtbar.

Außer dem Holotyp liegt noch ein weiteres kleines Exemplar (Jugendexemplar) vor. Das Fragment hat bei 6 erhaltenen Windungen eine Höhe von 29 mm und einen GW von 30°. Auf den flachen älteren Umgängen sind Querrippen angedeutet. Die Schlußwindung trägt wie das große Gehäuse eine weitere Spirallinie im oberen Drittel des Umganges sowie auch eine Spirallinie auf der Basis. — Nabel vermutlich geschlossen, Spindel wahrscheinlich solid.

Stückzahl: 2 (davon 1 Jugendexemplar) — mittl. Schn. —

*Pustularia* (?) *loxonematiformis* n. sp. — Taf. 2 Fig. 24

Der Artname nach der Ähnlichkeit mit der Gastropodengattung *Loxonema*.

Holotypus: Das auf Taf. 2 Fig. 24 abgebildete Gehäuse.

Locus typicus und Stratum typicum wie bisher.

Diagnose: Ein Gehäuse, das im Habitus an die Gattung *Loxonema* erinnert.

Beschreibung: Höhe 30 mm, 7 Windungen, Embryonalwindungen nicht erhalten. Nähte rinnenförmig, deutliche Nahtfacette; die anschließende Nahtkante deutlich gekörnelt. Unter der Nahtkante eine flache Depression bis zur Mitte der Windung. Die untere Hälfte der Umgänge flach gewölbt, mit flachen plumpen Knoten auf einer undeutlichen mittleren Kante und kleineren Knötchen unmittelbar über der Naht. Durch die mittlere flache Kante wird der Eindruck einer flachen Wölbung des unteren Teils der Windungen und damit eine Ähnlichkeit mit *Loxonema* hervorgerufen. — Die umgekehrt S-förmigen Anwachsstreifen treten mit ziemlich scharfer Vorwärtsbiegung über die gerundete Basiskante auf die Basis über. — Nabel geschlossen, Form der Mündung und Beschaffenheit der Spindel nicht bekannt. —

Weitere vorliegende Fragmente sind zu unvollständig, um sie zu dieser oder jener Art zu stellen oder gar eine neue Art zu begründen.

## 6. Die Verbreitung der Gattung *Pustularia* KOKEN in der germanischen, oberschlesischen und alpinen Trias

Bisher gehörten Schalengehäuse oder Steinkerne von *Pustularia* in der germanischen — aber auch in der oberschlesischen — Trias zu den Seltenheiten. Erst KOKEN (1898) machte für den germanischen Muschelkalk mit 2 großen Fragmenten dieser Gattung bekannt, von denen je eines aus dem Unteren Muschelkalk (Muschelsandstein) und aus dem Oberen Muschelkalk (Trochitenkalk) Südwestdeutschlands bzw. des Elsaß stammte. Das sind meines Wissens bisher die einzigen Zeugen für die Existenz der Gattung *Pustularia* im germanischen Muschelkalk. Die wenigen durch AHLBURG (1906) bzw. ASSMANN (1924, 1937) bekannt gewordenen Exemplare der

Tabelle 5. Das Vorkommen von *Pustularia*

| Stratigraphie: |  | Vorkommen in:                                     |   |               |  |
|----------------|--|---|---|---------------|--|
| alpine Trias:  | germanische Trias:   |   |   |               |  |
| Rhät           | Oberer Keuper  | germanische Trias:                                | Niederhessen  | Oberschlesien | alpine Trias:  |
|                |  | <i>P. (Protomosira) quenstedti</i> v. DITTM.      |   |               | (nach DIENER 1926)                                     |
| Nor<br>Karn    | Mittlerer Keuper   |   |   |               | <i>P. alpina</i> (EICHW.)<br><i>P. wengensis</i> KITTL |
| Ladin          | Unterer Keuper<br>Oberer Muschelkalk<br>a) Trochitenkalk<br>b) Ceratitenschicht. | <i>P. sp.</i> (Fragm.)<br>(Niederbronn/Elsaß)     | (im obersten Teil)<br><i>P. tenuinodosa</i> n. sp.<br><i>P. robustocarinata</i><br>n. sp.<br><i>P. pseudoacuticarinata</i><br>n. sp.<br><i>P. alpsliedeensis</i><br>n. sp.<br><i>P. (?) loxonemati-</i><br><i>formis</i> n. sp. |               |  |
|                | Mittlerer Muschelkalk  |   |   |               |  |
| Anis           | Unterer Muschelkalk  | <i>P. sp.</i> (Fragm.) (Muschelsandstein/Sulzbad) |   |               |  |

oberschlesischen Trias stammen aus dem Diploporendolomit = Mittlerer Muschelkalk und stehen stratigraphisch — aber nicht taxionomisch — der Fauna von der Alpliede am nächsten. — Erst aus dem Rhät des süddeutschen Beckens wird wieder eine Art zu *Pustularia* (*Protomosira*) gestellt. Die *Pustularia*-Arten der alpinen Trias erscheinen nach DIENER (1926, S. 221) erst im Karn, das etwa dem Mittleren Keuper germanischer Fazies entspricht. Sie treten also bedeutend später als die germanischen Arten auf! Die obige Tab. 5 erläutert am besten den zeitlichen Unterschied. — Bei dem Vorkommen verwandter Arten einer bestimmten Gattung an verschiedenen Lokalitäten denkt man wohl in erster Linie zuerst an ein Aus- oder Einwandern, in unserem Fall in das oder aus dem germanischen Becken. Die Einwanderung aus der alpinen Trias in das germanische Binnenmeer dürfte nicht in Frage kommen, da ja die alpinen Arten stratigraphisch bedeutend jünger sind. Wie aus Tab. 5 ersichtlich ist, entsprechen die Sedimente des Mittleren Muschelkalks und des unteren Teiles des Oberen Muschelkalkes — in denen bisher Reste von *Pustularia* gefunden wurden — dem unteren Ladin der alpinen Gliederung, während im pelagischen Triasmeer erst im überlagernden Karn Pustularien gefunden wurden. Umgekehrt erscheint auch eine Auswanderung aus der germanischen oder oberschlesischen Trias in das alpine Weltmeer unwahrscheinlich; einerseits weil im oberen Ladin keine Funde von *Pustularia* bekannt geworden sind, andererseits weil gerade zur Zeit des Mittleren Muschelkalks die verbindende Oberschlesische Pforte als Wanderweg der Tierwelt mehr und mehr abgeschlossen wurde.

Größere Wahrscheinlichkeit besitzt die Annahme einer Verbindungslinie zwischen den Funden von *Pustularia* an der Alpliede im obersten Teil des Mittleren Muschelkalkes und denen des oberschlesischen fossilführenden Mittleren Muschelkalkes (= Diploporendolomit). Aber auch hier fehlen zwischen beiden stratigraphisch annähernd gleichzeitigen Fundpunkten verbindende *Pustularia*-Vorkommen. Auch die Ähnlichkeit zwischen ASSMANN'S *Pustularia acuticarinata* und der *pseudoacuticarinata* n. sp. ist nur scheinbar, während zu der extrem stark skulptierten *Pustularia silesiaca* ASSM. überhaupt keine vergleichbaren Formen an der Alpliede vorkommen.

Der Fauna von der Alpliede kommt HOHENSTEIN'S umfangreiche Fossilaufsammlung aus dem oberen Teil des Mittleren Muschelkalks vom nordöstlichen Schwarzwaldrand (Fauna II) am nächsten; Verfasser vermutet eine ± direkte Verbindung über Würzburger Becken-Schwarzwald zur Burgundischen Pforte. In beiden Faunen ist *Undularia* (*Stereokion*) *hohensteini* ein häufiges Fossil, während dieses im Diploporendolomit Oberschlesiens zu fehlen scheint. — Es ist überraschend, daß nun HOHENSTEIN die Gattung *Pustularia* nicht erwähnt; bei seinen genauen und umfangreichen Untersuchungen wäre ihm die Existenz von Pustularien sicher nicht entgangen.

Verfasser möchte annehmen, daß eine Entwicklung von glatten Undularien zu skulptierten Pustularien zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten stattgefunden hat, die als Konvergenzerscheinung durch besondere Umweltbedingungen hervorgerufen sein mag. Diese Umweltbedingungen — etwa starke Strömung oder Brandung — könnten am Schwarzwald gefehlt, an der Alpliede aber vorhanden gewesen sein. Die Bildung von Knoten und Knotenreihen dürfte der Verfestigung des Gehäuses gedient haben.

Die Seltenheit der Gattung *Pustularia* in der germanischen und oberschlesischen Trias wurde bereits erwähnt. Um so erstaunlicher ist das relativ reichliche Vorkommen an der Alpsliede. Hier wurden bisher vom Verfasser die neu aufgestellten Arten *tenuinodosa* mit 17, *robustocarinata* mit 2, *pseudoacuticarinata* mit 3, *alpsliedeensis* mit 2 Exemplaren und *loxonematiformis* mit einem Gehäuse festgestellt. Es wird aber betont, daß die für *Pustularia* besonders charakteristischen Eigenschaften, stark geknotete Kiele und stark konkave Umgänge, hier nicht so extrem in Erscheinung treten wie bei den Arten *P. silesiaca* aus dem Diploporendolomit oder in den zeitlich späteren alpinen Raibler Schichten (= Karn) bei dem Genotyp *P. alpina*. So zeigt besonders *P. tenuinodosa* n. sp. noch starke Anklänge an *Undularia* und dürfte über *Undularia posttenuicarinata* n. sp. auf *Undularia (Stereokion) hohensteini* GRUBER zurückgehen. —

Die Schneckenschichten der Alpsliede zeigen Parallelen zu der von v. WÖHRMANN und KOKEN beschriebenen Fauna der Raibler Schichten am Schlernplateau im Überwiegen der Gastropoden und im Auftreten von *Pustularia* (S. 214): „Während auffälliger Weise die Brachiopoden gänzlich fehlen, überwiegen Bivalven und Gastropoden mit im Gesamt 57 Arten, wovon 24 auf erstere und 32 auf letztere fallen. Daß die Bivalven so zahlreich sind, kann uns nicht überraschen . . . ; erstaunlich ist dagegen der Reichthum an Gastropoden, die an Zahl der Arten und Individuen letztere überflügeln“ — und (S. 216): „Fremdartig erscheinen überhaupt nur die riesigen *Pustularia*, *Chemnitzia* s. str., *Platychilina* und *Rissoa*.“ —

Man kann aus diesen Parallelen schließen, daß an beiden Lokalitäten (Alpsliede und Schlernplateau) gleichartige oder ähnliche — seltene — Bildungs- und Umweltbedingungen bestanden.

### 7. Die Steinkerne von Turmschnecken in den Myophorien- Undularien-Schichten des westlichen Meißner-Vorlandes

Auf den obersten Mittleren Muschelkalk im westlichen Meißnervorland folgen stratigraphisch nach oben die vom Verfasser (1952) als „Myophorien- und Undularien-Schichten“ bezeichneten untersten Sedimente des Oberen Muschelkalks bzw. des Trochitenkalks im weiteren Sinn. Auch hier wird an eine kontinuierliche Entwicklung und an ein mindestens überwiegendes Weiterleben der bereits in den Schneckenschichten der Alpsliede vorkommenden Fauna gedacht. Während in den Myophorien-Schichten kleine zweiklappige Bivalven, besonders *Myophoria vulgaris transversa* und *vulgaris vulgaris* sowie Arten von *Myophoriopsis* u. a. vorherrschen, finden wir in den Undularien-Schichten wieder  $\pm$  reichliches Auftreten von Turmschnecken. Leider ist der Erhaltungszustand der nur als Steinkerne vorliegenden Gastropoden meist recht mangelhaft; sie sind auch  $\pm$  verdrückt. Einige deuten auf die Genera *Loxonema* und *Chemnitzia* s. str. (*blezingeri*?) hin. Die überwiegende Anzahl der Steinkerne gehört aber scheinbar in die Nähe von *Undularia*; Verfasser selbst bezeichnete diese seinerzeit (BUSSE 1952, S. 131) als *Undularia cf. scalata* (v. SCHLOTH.).

Wie bereits erwähnt, wurde ein Steinkern aus den Schneckenbänkchen der unteren Myophorien-Schichten vom Heiligenberg bei Laudenbach als *Pustularia tenuinodosa* n. sp. bestimmt. Andere kleine Steinkerne aus den Myophorien-Undularien-Schichten

scheinen *Undularia* (*Stereokion*) *hohensteini* anzugehören. Bei den großen Exemplaren der Undularien-Schichten entsteht die Frage, ob wir Reste von *Undularia* s. str. oder von *Pustularia* vor uns haben. KOKEN (1892a, S. 203 Taf. XV) bemerkt von der großen Art *Pustularia alpina* (EICHW.) (= die Abbildung in natürlicher Größe hat eine Höhe von 22 cm!) ausdrücklich, daß die Steinkerne „ganz glatt“ sind. Von den dicken Knoten auf den Schalenexemplaren dieser Art ist also auf den Steinkernen nichts mehr zu sehen. So kann auch bei den großen Exemplaren der Undularien-Schichten in Niederhessen, die mindestens 12 cm Höhe erreichen, aus dem Fehlen von Knoten auf den Steinkernen nicht unbedingt auf die Zugehörigkeit zu *Undularia* geschlossen werden. Dagegen sind bei den konkaven Schlußwindungen (wie bei *Pustularia acuticarinata* ASSM. und *pseudoacuticarinata* n. sp.) die Kiele relativ scharf und stark hochgezogen, was bei *Undularia* kaum so stark in Erscheinung tritt. Auf der Schlußwindung eines dieser Steinkerne der Undularien-Schichten scheinen sogar ganz flache Erhebungen und Einsenkungen auf der Basiskante und auf schwachen Spirallinien der Basis ehemaligen Knotenreihen zu entsprechen. Auch der Ausguß scheint mitunter relativ länger als z. B. bei *Undularia scalata* zu sein. Der Gehäusewinkel ist unterschiedlich, da schlanke und breitere Steinkerne vorliegen. Da in den Schneckenschichten der Alpliede von *Undularia* nur kleine Gehäuse vorkommen, dagegen die größeren sämtlich zu *Pustularia* gehören, da ferner in dem ganzen Schichtkomplex zwischen Mittlerem Muschelkalk und Trochitenkalk im engeren Sinne an eine ununterbrochene und ungestörte Sedimentation und nach der vorliegenden Fauna auch an deren ungehindertes Weiterleben gedacht werden kann, neigt Verfasser zu der Annahme, daß die großen Steinkerne der Undularien-Schichten der Gattung *Pustularia* angehören. Es ist zu hoffen, daß glücklichere Funde von besserem Material einmal diese Annahme bestätigen. —

Die im stratigraphischen Niveau der Myophorien-Undularien-Schichten an anderen Lokalitäten vorkommenden großen Gastropoden-Steinkerne sind wohl bisher in der Literatur allgemein zu *Undularia scalata* (v. SCHL.) gestellt worden. Das führte zu der Ansicht, daß *Undularia scalata* eine außergewöhnlich große vertikale Verbreitung vom Unteren bis zum Oberen Muschelkalk besitzt. Auch E. PICARDS (1903) Aufteilung von *Undularia scalata* in 4 Arten mit je engerer vertikaler Verbreitung wurde nicht kritiklos aufgenommen. — Über *Undularia scalata* schreibt nun E. E. MEISSNER (1930, S. 334–335) bei einer Bearbeitung der Gastropoden der Würzburger Trias u. a. folgendes:

„Mir liegen außer einem Abdruck mit dazugehörigem Steinkern nur noch 5 weitere Steinkerne vor. Aus sehr verschiedenen Horizonten stammend, an Größe sehr verschieden, stimmen sie doch alle so weit überein, daß ich sie gemeinsam als *Undularia scalata* SCHLOTH. aufführen kann. Der Abdruck Taf. XXIII Fig. 39 (aus den Myophorien-Schichten der Würzburger Gegend! Verfasser) ist mit keiner der 4 PICARDSchen Arten identisch; während die Form sich durch ihren Apikalwinkel am besten der *U. tenuicarinata* PIC. anschließt, neigt die starke Entwicklung der Nähte, Stufen und Kiele über die *scalata*-Form PICARDS hinaus schon mehr der *U. dux* PIC. zu. Auch ist eine kleine Abweichung in der relativen Höhe der Umgänge zu bemerken. Das Exemplar stammt aus den Bänken der *Myophoria vulgaris* des unteren Hauptmuschelkalkes von Würzburg, also einem Horizont, der weit über denjenigen der drei

erwähnten PICARDSchen Arten liegt. Nur *U. concava* PIC. stammt ungefähr aus diesem Horizont, sie ist aber gerade die Form, mit der die hiesige am wenigsten gemein hat.“ „Taf. XXIII Fig. 40 fand sich am selben Fundort wie der eben beschriebene Abdruck.“

Die oben angegebene *Undularia concava*, die einzige der 4 Undularienarten E. PICARDS (1903, S. 530) aus oberem Muschelkalk, wurde meines Wissens in Niederhessen noch nicht gefunden. Sie hat tatsächlich mit den Steinkernen der Undularien-Schichten — auch in Niederhessen — die geringste Ähnlichkeit, wenn man mit den 4 PICARDSchen Arten vergleichen will!

Der von MEISSNER beschriebene und auf Taf. XXIII Fig. 39 abgebildete Abdruck ist der *Pustularia tenuinodosa* n. sp. von der Alpliede außerordentlich ähnlich und vermutlich mit dieser identisch. Seine Fig. 40 aber könnte statt in den Würzburger Myophorien-Schichten ebenso auch in den Myophorien-Undularien-Schichten des westlichen Meißner-Vorlandes gefunden sein — so groß ist die Ähnlichkeit mit den Steinkernen, für die Verfasser die Zugehörigkeit zum Genus *Pustularia* vermutet!

Zu erwähnen bleibt noch, daß weder HOHENSTEIN (1913) noch KÖNIG (1920) oder GRUBER (1932) die Gattung *Pustularia* aus ihren Faunen angeben; sie dürfte also dort auch nicht vorkommen. GRUBER gibt jedoch einige Fragmente an, die er zu *Undularia concava* PIC. stellt — deren generische Stellung zu *Undularia* dem Verfasser jedoch etwas problematisch erscheint, obgleich das einzige Schalenexemplar, das E. PICARD zur Verfügung stand, anscheinend ohne Knotenbildung ist.

Überraschend ist bei der relativ kleinen *Undularia concava* — mit 6,5 cm Höhe — aus dem oolithischen Trochitenkalk Thüringens die starke konkave Einwölbung, die sie mit der großen *Undularia dux* aus dem Schaumkalk Thüringens gemeinsam hat (meines Wissens ist *Undularia dux* im Schaumkalk Niederhessens noch nicht gefunden worden). Man könnte auf Grund der Unterschiede in der Stärke der konkaven Einwölbung bei *Undularia* in der germanischen Trias 2 Gruppen unterscheiden, die auch stratigraphisch getrennt sind:

- |  |  |
|--|--|
| 2) <i>Undularia concava</i> E. PICARD    | im oolithischen Trochitenkalk (mo 1)                   |
| <i>Undularia dux</i> E. PICARD           | Schaumkalk $\delta$ (x) des Wellenkalkes (mu 3)        |
| 1) <i>Undularia scalata</i> (SCHLOTH.)   | Schaumkalk $\gamma$ ( $\tau$ ) des Wellenkalkes (mu 2) |
| <i>Undularia tenuicarinata</i> E. PICARD | Schaumkalk $\alpha/\beta$ des Wellenkalkes (mu 1)      |

Die stark konkaven Arten der Gattung *Undularia* (Gruppe 2) reichen vom Oberen Wellenkalk bis zum Trochitenkalk, während die beiden Species der Gruppe 1) mit flachen bis nur schwach ausgehöhlten Umgängen dem Unteren und Mittleren Wellenkalk angehören.

Die beiden Genera *Undularia* und *Pustularia* scheinen sehr eng miteinander verknüpft zu sein. Darauf weist auch das stratigraphische Auftreten im germanischen Muschelkalk hin. Während aber bei *Undularia dux* und *Undularia concava* die Umgänge relativ stark konkav werden — als eines der Merkmale von *Pustularia* —, tritt



andererseits bei den Arten der Alplsiede die Einbuchtung bis auf die Schlußwindung  $\pm$  zurück, während die „Pusteln“ — als ein anderes wichtiges Merkmal von *Pustularia* — mehr und mehr hervortreten, ohne die extreme Ausbildung wie bei *Pustularia silesiaca* oder *alpina* zu erreichen.

Verfasser möchte annehmen, daß die Entwicklung von glatten wenig konkaven Undularien zu stärker konkaven und mit Knoten versehenen Pustularien zu verschiedenen Zeiten, an verschiedenen Orten und mit unterschiedlicher Intensität erfolgte — wenn entsprechende Umweltfaktoren vorhanden waren.

### 8. Zusammenfassung

Im germanischen Mittleren und Oberen Muschelkalk sind Molluskenfaunen mit Schalenerhaltung  $\pm$  an besondere Faziesgebiete des Flachwassers gebunden, die sich meist durch mergelig-kalkige, dolomitische und oolithische Sedimente auszeichnen. An Hand der Tab. 1 wird festgestellt, daß derartige fossilführende Gesteine fast ununterbrochen vom mittleren Teil des Mittleren Muschelkalks bis zu den Oberen Ceratitenschichten hindurchgehen, wenn auch die einzelnen Lokalitäten räumlich oft weit voneinander getrennt sind. Diese Faunen in Schalenerhaltung haben etwa in den letzten 70 Jahren wesentlich zur Kenntnis der Lebewelt im Muschelkalkmeer beigetragen.

Im östlichen Niederhessen (Meißner) finden wir gegenüber dem westlich gelegenen Diemelgebiet schon frühzeitig nach dem sonst meist sterilen Mittleren Muschelkalk eine erneut auftretende Lebewelt, eine Pionierfauna von meist kleinen Mollusken (Tab. 2). Da die Fundstelle an der Alplsiede bei Großalmerode in diesem stratigraphischen Niveau in Nord- und Mitteldeutschland nahezu isoliert dasteht, kommt ihr ganz besondere Bedeutung zu. Diese Faunen und die sie umhüllenden Sedimente deuten nach Ansicht des Verfassers auf eine  $\pm$  direkte Verbindung über das Würzburger Becken und den Nordostschwarzwald zur Burgundischen Pforte hin. Aus den Ablagerungen des obersten Mittleren Muschelkalkes an der Nord-Alplsiede werden aus dieser Pionierfauna die Gastropodengattungen *Undularia*, *Pustularia* und in einem Fall auch *Protorcula* eingehender behandelt. Dabei werden folgende neue Unterarten und Arten beschrieben:

*Undularia (Stereokion) hohensteini* GRUBER var. *gracilis* n. subsp.

*Undularia* (s. str.) *posttenuicarinata* n. sp.

*Protorcula grandis* n. sp.

*Pustularia tenuinodosa* n. sp.

*Pustularia robustocarinata* n. sp.

*Pustularia pseudoacuticarinata* n. sp.

*Pustularia alpsliedeensis* n. sp.

*Pustularia* (?) *loxonematiiformis* n. sp.

Über die sonst in der germanischen und oberschlesischen Trias vorkommenden seltenen Reste von *Pustularia* wird zur Übersicht die Tab. 5 beigefügt. Es werden Überlegungen angestellt, ob das Auftreten von *Pustularia* an der Alplsiede auf Einwanderung aus dem alpinen Weltmeer oder aus dem oberschlesischen Muschelkalk

zurückzuführen ist. Verfasser nimmt als wahrscheinlicher an, daß das Vorkommen dieser Gattung in der Trias zu verschiedenen Zeiten und an weit voneinander entfernten Orten als Konvergenzerscheinung anzusehen ist und die Entwicklung — wenigstens an der Alpsliede — aus glatten *Undularia (Stereokion)* zu geknoteten *Pustularia* an Ort und Stelle erfolgte.

Über die problematischen großen Steinkerne von Turmschnecken in den die Schneckenschichten der Alpsliede überlagernden Myophorien-Undularien-Schichten sowohl im östlichen Niederhessen als auch in äquivalenten Schichten anderer Gegenden — z. B. in den Myophorien-Schichten des Würzburger Beckens — wird vermutet, daß es sich hier nicht um Reste von *Undularia* sondern um Relikte von *Pustularia* handelt.

#### Schriftenverzeichnis

- AHLBURG, J.: Die Trias im südlichen Oberschlesien. — Abh. königl. preuß. geol. L.-A. u. Bergakad., N. F. 50, S. 1—163, 6 Taf., 5 Fig., Berlin 1906.
- ASSMANN, P.: Die Gastropoden der oberschlesischen Trias. — Jb. preuß. geol. L.-A. f. 1923, 44, S. 1—50, Taf. 1—3, Berlin 1924.
- Revision der Fauna der Wirbellosen der oberschlesischen Trias. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F. 170, S. 1—134, 22 Taf., Berlin 1937.
- BLANCKENHORN, M.: Die Trias am Nordrand der Eifel. — Abh. geol. Spez.Karte v. Preuß., 6, 2, Berlin 1885.
- Über die Verbreitung einer oolithischen Bank des Trochitenkalks. — Verh. naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf., 44, Bonn 1887.
- BLASCHKE, F.: Die Gastropodenfauna der Pachycardientuffe der Seiseralpe in Südtirol. — Beitr. Pal. Geol. Österr.-Ung. u. Orients, 17, Wien u. Leipzig 1905.
- BÖHM, J.: Die Gastropoden des Marmolatakalkes. — Palaeontogr., 42, S. 211—308, 7 Taf., Stuttgart 1895.
- BROILI, F.: Die Fauna der Pachycardientuffe der Seiser Alp. Scaphopoden und Gastropoden. — Palaeontogr., 54, S. 69—138, 6 Taf., Stuttgart 1907.
- BUSSE, E.: Feinstratigraphie und Fossilführung des Trochitenkalkes im Meißnergebiet, Nordhessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI) 3, S. 118—137, Wiesbaden 1952.
- COSSMANN, M.: Essais de Paléoconchologie comparée. — Paris 1895—1925.
- Gastéropodes. — Annuaire géol. univ., 10, 737—780, 1895.
- DIENER, C.: Fossilium Catalogus. I: Animalia. Glossophora triadica. — S. 1—242, Berlin 1926.
- EICHWALD: Reise durch die Eifel, Tirol etc. — Moskau 1851.
- FRITSCH, K. v.: Beitrag zur Kenntnis der Tierwelt der deutschen Trias. — Abh. naturforsch. Ges. Halle, 24, S. 1—69, 10 Taf., Stuttgart 1906.
- GEISLER, R.: Zur Stratigraphie des Hauptmuschelkalkes in der Umgebung von Würzburg. — Jb. preuß. geol. L.-A. für 1938, 59, S. 197—248, 5 Taf., Berlin 1939.
- GLAESSNER, R.: Beiträge zur Kenntnis der Hessischen Jura-Relikte. — Abh. Ver. Naturk. Kassel, 53, S. 51—146, Cassel 1913.
- GRUBER, A.: Eine Fauna mit erhaltenen Schalen aus dem oberen Muschelkalk (Trochitenkalk) von Wiesloch bei Heidelberg. — Verh. naturhist.-med. Ver. Heidelberg, N. F. 17, S. 243—326, 4 Taf., Heidelberg 1932.
- GRUPE, O.: Zur Stratigraphie der Trias im Gebiet des oberen Wesertals. — 4. Jber. niedersächs. geol. Ver., S. 1—102, Hannover 1911.
- HÄBERLE, D.: Paläontologische Untersuchung triadischer Gastropoden aus dem Gebiet von Predazzo. — Verh. naturhist.-med. Ver. Heidelberg, N. F. 9, S. 247—631, 5 Taf., Heidelberg 1908.

- HOHENSTEIN, V.: Beiträge zur Kenntnis des Mittleren Muschelkalks und des unteren Trochitenkalks am östlichen Schwarzwaldrand. — Geol. u. paläontol. Abh., N. F. 12, S. 1—100, 8 Taf., Jena 1913.
- KITTL, E.: Die Gastropoden der Esinokalke nebst einer Revision der Gastropoden der Marmolatakalke. — Ann. naturhist. Hofmus., 14, Wien 1899.
- KLEINSORGE, H.: Paläogeographische Untersuchungen über den Oberen Muschelkalk in Nord- und Mitteldeutschland. — Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg, 15, S. 57—106, 1 Taf., Hamburg 1935.
- KOKEN, E.: Ueber die Gastropoden der rothen Schlernschichten nebst Bemerkungen über Verbreitung und Herkunft einiger triassischer Gattungen. — N. Jb. Mineral., Geol., Pal., 2, S. 25—36, Stuttgart 1892.
- Die Gastropoden der Trias um Hallstatt. — Abh. k. k. geol. Reichsanst., 17, 4, S. 1—112, 23 Taf., Wien 1897.
- Beiträge zur Kenntnis der Gastropoden des Süddeutschen Muschelkalkes. — Abh. Geol. Spec.Kte. v. Elsass-Lothringen, N. F., 2, S. 1—49, 6 Taf., Strassburg 1898.
- KÖNIG, H.: Zur Kenntnis des unteren Trochitenkalkes im nördlichen Kraichgau. — Heidelberger Akad. Wiss., math.-nat. Kl., 13, S. 1—48, 1 Taf., Heidelberg 1920.
- MEISSNER, E. W.: Die Fossilien der Würzburger Trias. — Gastropoden und Scaphopoden. — N. Jb. Mineral. etc., 63, Abt. B, S. 299—348, 4 Taf., Stuttgart 1930.
- PENNDORF, H.: Geologische Wanderungen im Niederhessischen Bergland. — S. 1—345, 4 Taf., Melsungen 1926.
- PHILIPPI, E.: Die Fauna des unteren Trigonodus-Dolomits vom Hühnerfeld bei Schwieberdingen und des sogenannten „Cannstatter Kreidemergels“. — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 1898, 54, S. 145—227, 6 Taf., Stuttgart 1898.
- PICARD, E.: Beitrag zur Kenntnis der Glossophoren der mitteldeutschen Trias. — Jb. königl. preuß. geol. L.-A. für 1901, 22, S. 445—537, Taf. 9—14, Berlin 1903.
- ROEMER, F.: Über einige neue Versteinerungen aus dem Muschelkalke von Willebadessen. — Palaeontographica, 1, S. 311—315, Taf. 36, Cassel 1851.
- SCHLOTHEIM, F. v.: Petrefaktenkunde — mit 2 Nachträgen — 1820—1823.
- SCHMIDT, M.: Die Lebewelt unserer Trias. — Oehringen 1928 — und Nachtrag 1938.
- WAGNER, R.: Beitrag zur genaueren Kenntnis des Muschelkalks bei Jena. — Abh. königl. preuß. geol. L.-A., N. F. 27, S. 1—105, 2 Taf., Berlin 1897.
- WENZ, W.: Gastropoda. — Handb. der Paläozool., 6, 1—7, Berlin 1938—1944.
- WÖHRMANN, S. v. & KOKEN, E.: Die Fauna der Raibler Schichten vom Schlernplateau. — Z. deutsch. geol. Ges., 44, 2, S. 167—223, Taf. 6—16, Berlin 1892.

Manuskript eingegangen am 10. 3. 1964

Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers

6. Die Conularien-Arten des Hunsrückschiefers

Von

FRITZ KUTSCHER und EBERHARD KÜMMERLE, Wiesbaden

Mit 1 Abbildung und den Tafeln 3—4

Herrn Bergrat Professor Dr. WILHELM WAGNER zum 80. Geburtstag gewidmet

**Kurzfassung:** Über die im Hunsrückschiefer des Taunus und Hunsrück vorkommenden Conularien-Arten wird referiert. Insgesamt sind bisher 5 verschiedene Arten, jedoch verhältnismäßig wenig Individuen nachgewiesen.

Die wechselnden Auffassungen über die systematische Stellung der Conularien werden erörtert.

**Abstract:** It is reported about several specimens of the Genus *Conularia*, which up to date have been found in the Lower Devonian Hunsrück slate of the Hunsrück and Taunus region. We get to know 5 different species of the genus but there is only a very low number of individuals of each species of *Conularia*.

Several interpretations of the systematic position of *Conularia* are discussed.

**Résumé:** On réfère sur les espèces du genre *Conularia*, retrouvées dans les Hunsrückschiefer du Dévonien Inférieur du Taunus et de l'Hunsrück. Il y a 5 espèces connues jusqu'aujourd'hui, mais on n'a trouvé qu'un petit nombre des individus.

Les interprétations diverses de la position systématique des *Conularia* sont discutées.

Inhalt

|   |    |
|---|----|
| 1. Einleitung . . . . .   | 53 |
| 2. Was sind Conularien? . . . . .   | 53 |
| 2.1 Bau und Lebensweise . . . . .   | 53 |
| 2.2 Systematische Stellung . . . . .  | 54 |
| 3. Die Hunsrückschiefer-Conularien . . . . .                                    | 55 |
| 3.1 <i>Conularia mediörhenana</i> A. FUCHS 1915 . . . . .                       | 55 |
| 3.2 <i>Conularia bundenbachia</i> R. & E. RICHTER 1930 . . . . .                | 56 |
| 3.3 <i>Conularia gemuendina</i> R. & E. RICHTER 1930 . . . . .                  | 56 |
| 3.4 <i>Conularia tulipina</i> R. & E. RICHTER 1939 . . . . .                    | 57 |
| 3.5 <i>Conularia</i> sp. a . . . . .  | 58 |
| 4. Zusammenfassung und Bemerkungen zu den Hunsrückschiefer-Conularien . . . . . | 59 |
| 5. Schriftenverzeichnis . . . . .   | 59 |

## 1. Einleitung

Das Hunsrückschiefergestein ist dafür bekannt, daß es Vertreter selten erhaltener Tierformen und -gruppen fossil überliefert hat. Besondere Lebens- und Milieubedingungen, die Eigenart des Sediments, überhaupt alle günstigen Fossilisierungsbedingungen haben dabei zusammengewirkt. Großes Finderglück ist notwendig, um diese seltenen Formen im Hunsrückschiefer aufzuspüren, und ebenso groß muß die Gabe des Finders sein, ein auf den ersten Blick unscheinbares Stück in seinem Wert richtig einzuschätzen. Beides war der Fall bei den Conularienfunden, die das Ehepaar R. & E. RICHTER 1930 zur wissenschaftlichen Bearbeitung anregten. Darüber und über die Conularien des Hunsrückschiefers schlechthin soll im folgenden referiert werden.

## 2. Was sind Conularien?

R. & E. RICHTER sagten 1930 (S. 168), daß die Conularien einstweilen hoffnungslos allein im System stehen, und daß für die Lebensweise von *Conularia* wohl niemand bisher ein befriedigendes Bild aufgestellt hat, obgleich die Skelette von etwa 200 Arten und einzelne Arten durch Tausende von Schalen aus allen Teilen der Welt vom Obercambrium bis zur oberen Trias bekannt geworden sind (KIDERLEN 1937, S. 115). Trotz mehrfacher neuer Bearbeitungen und gelegentlicher Stellungnahme durch zahlreiche Forscher hat sich an dieser Tatsache nichts Entscheidendes geändert. Zum Verständnis der im nächsten Abschnitt behandelten Hunsrückschiefer-Conularien seien einige allgemeine Bemerkungen über den neuesten Stand des Wissens von Bau und Stellung der Conularien vorausgeschickt.

### 2.1 Bau und Lebensweise

Die Conularien sind ausgezeichnet durch sehr dünne, konisch-zylindrische bis vierseitige chitinophosphatische Gehäuse (vgl. Abb. 1). Der innere Hohlraum wird durch vier Septen geteilt, deren Lage auf der Außenwand durch vier Längsfurchen markiert wird. Diese teilen jede Seitenfläche in zwei meist längs- und quergestreifte, spiegelbildlich gleiche Teile. Den Längskanten entlang zieht sich oft je eine schmale Furche. Die Skulptur ist oft durch feine Knötchen intensiviert. Die Gehäuselänge beträgt 6–40 cm.

Juvenile Stadien waren im allgemeinen mittels einer kleinen runden Haftscheibe mit dem spitzen Ende auf dem Substrat festgewachsen. Die am breiten Ende gelegene rundliche bis quadratische Mündung konnte bei den meisten Vertretern durch vier dreieckige Auslappungen des Mundrandes briefumschlagähnlich verschlossen werden.

Im adulten Stadium wurden zahlreiche Formen freischwimmend, wobei die Mündungsloben vielleicht der Fortbewegung dienten (oder die darunterliegenden Tentakel).

Die Hauptentwicklung der Conularien lag im Ordovizium. Die ältesten Vertreter gehen auf das mittlere Kambrium zurück, die jüngsten wurden aus der Obertrias bekannt.

## 2.2 Systematische Stellung

Die ausschließlich fossile Tiergruppe der Conularien ist bis heute in ihrer systematischen Stellung problematisch geblieben.

Infolge einer gewissen äußeren Ähnlichkeit mit manchen Gastropoden stellte man sie lange Zeit zu den – oder zumindest in die Nähe der Gastropoden (z. B. ZITTEL 1885). ZITTEL & BROILI 1924 führen die „Conularida“ als selbständige Klasse auf.

R. & E. RICHTER 1930 lassen die systematische Einordnung der Conularien offen: „Die Conularien stehen einstweilen hoffnungslos allein im System“ (S. 168).

KIDERLEN 1937 beschäftigt sich ausführlich mit dieser Tiergruppe und kommt zu dem Schluß, daß sie auf Grund ihres Gehäusebaues zu den echten Szyphozoen zu

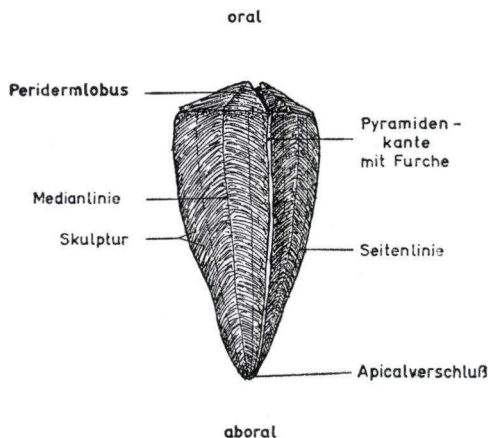


Abb. 1. Adultes Stadium von *Conularia*.

stellen ist. Er geht sogar noch weiter: „Die lebenden Szyphozoa stammen von den Conularien ab“ (S. 165).

Eine Zugehörigkeit zu den Szyphozoen wird danach von den meisten Autoren erwogen. KNIGHT 1937, BOUČEK 1939 und MOORE & HARRINGTON 1956 schließen sich u. a. weitgehend an KIDERLEN an. MORET 1953 dagegen möchte die Conularien in der Nähe der Pteropoden wissen. PIVETEAU 1953 faßt sie, ähnlich wie R. & E. RICHTER, als eine selbständige Tiergruppe unbekannter systematischer Zugehörigkeit auf.

MÜLLER 1958 stellt die Ordnung Conulariida zur Klasse Szyphozoa, während andere Autoren mehr zu einer Sonderstellung der Conularien tendieren. Es wird argumentiert, daß Korallen keine chitinophosphatischen Hartteile besitzen. Als Vorläufer der Szyphozoen kommen die Conularien überhaupt nicht in Frage, da die echten Szyphomedusen älter sind. Eine Zuordnung zu den Gastropoden verbietet sich wegen der Symmetrieverhältnisse und ebenfalls wegen der verschiedenen Schalensubstanz.

Auch eine Einfügung in die Gruppe der Hemichordaten ist wegen der völlig unvergleichlichen Größenverhältnisse sehr wenig diskutabel, wenn auch für die beiden Tiergruppen gemeinsame Fusellarstruktur als Argument angeführt wird.

## 3. Die Hunsrückschiefer-Conularien

Die Conularien gehören im Hunsrückschiefer zweifellos zu den selteneren Funden, sie sind aber sowohl im Hunsrück als auch im Taunus nachgewiesen. R. & E. RICHTER lagen 1930 bei der Bearbeitung dieser Tiergruppe insgesamt nur 6 Exemplare vor, wobei sich herausstellte, daß mindestens 4 von diesen je eine besondere Art vertreten. Eine weitere Art hatte früher A. FUCHS (1915) beschrieben. Spätere Bearbeitungen liegen nicht vor, sodaß es bei den damaligen 5 beschriebenen Arten bis heute geblieben ist. Weitere Individuen und Reste sind noch in der Folgezeit gefunden worden (u. a. KUTSCHER 1931, S. 212 und OPITZ 1934, S. 464).

3.1 *Conularia mediorhenana* A. FUCHS 1915

## Taf. 3 Fig. 2

|   |  |
|---|--|
| 1915 <i>Conularia mediorhenana</i> n. sp. —   | A. FUCHS, Abh. preuß. geol. L.-A., N. F. 79, S. 70, Taf. 14 Fig. 12. |
| 1930 <i>Conularia mediorhenana</i> FUCHS —    | R. & E. RICHTER, Senckenbergiana, 12, S. 160–161, Abb. 5.            |
| 1931 <i>Conularia mediorhenana</i> A. FUCHS — | KUTSCHER, Jb. nass. Ver. Naturk. 81, S. 212.                         |
| 1932 <i>Conularia mediorhenana</i> FUCHS —    | OPITZ, Nahe-Hunsrück-Land Birkenfeld, S. 124–130, Abb. 124.          |

Von den bisher bekanntgewordenen Conularienarten aus dem Hunsrückschiefer war *C. mediorhenana* zuerst beschrieben worden, und zwar in der folgenden Form (FUCHS 1915, S. 70):

„Schale umgekehrt pyramidal, hinten zugespitzt, im Querschnitt rhombisch, scharfkantig. Die vier Seitenflächen ohne äußerlich erkennbare Medianfurche, je eine Rinne liegt jedoch auf der Höhe der vier Kanten, die dadurch geritzt erscheinen. Die Skulptur besteht aus groben, gerundeten, quergestellten, ungleichmäßigen Runzeln und sehr feinen und zahlreichen, dichtgedrängten Querstreifchen, welche über die Runzeln hinwegsetzen.“

Später gaben R. & E. RICHTER hierzu folgende Diagnose (1930, S. 160–161):

„Eine *Conularia* mit gleichseitig-viereckigem (offenbar quadratischem) Querschnitt. An den Kanten eine tiefe, breite Rinne. Keine Mittellinie ausgebildet. Skulptur aus groben, gerundeten Querrunzeln und feinen Querrippen. Die Querrunzeln sind nicht völlig gleichmäßig, halten aber (wenigstens vorn, wo allein beobachtbar) einen festen Abstand von 4 mm ein. Die Anzahl der Querrippen auf 5 mm beträgt 20–28, wobei die Dichte von hinten nach vorn zunimmt (20, 22, 25, 28). Längsleisten nicht erhalten; es ist fraglich, ob sie von vornherein fehlten.“

Holotypus: Das von A. FUCHS 1915, Taf. 14 Fig. 12 abgebildete, bisher einzige Exemplar.

Fundort: Grube Gottes Segen im Auelsinn südwestl. von Weisel, Bl. 5812 St. Goarshausen.

Fundschichten: Dachschiefer des Kauber Horizontes.

Kriechgänge benthonischer Tiere: Gewundene Rinnen auf der Oberfläche des Steinkernes deuteten R. & E. RICHTER als Kriechgänge, die von benthonischen Tieren herrühren können (Arthropoden, Würmer u. dgl.).

### 3.2 *Conularia bundenbachia* R. & E. RICHTER 1930

#### Taf. 4 Fig. 3

- |  |   |
|--|---|
| 1930 <i>Conularia bundenbachia</i> n. sp. —          | R. & E. RICHTER, Senckenbergiana<br>12, S. 163, Abb. 3.                     |
| 1931 <i>Conularia bundenbachia</i> RICHTER —         | KUTSCHER, Jb. nass. Ver. Naturk.<br>81, S. 212.                             |
| 1932 <i>Conularia bundenbachia</i> R. & E. RICHTER — | OPITZ, Nahe-Hunsrück-Land Bir-<br>kenfeld, S. 124–130, Abb. 121 bis<br>122. |
| 1934 <i>Conularia bundenbachia</i> R. & E. RICHTER — | OPITZ, Natur u. Volk, 64, S. 463 bis<br>466, Abb. 1.                        |

Bei der Neubeschreibung dieser Conularienart lagen dem Ehepaar R. & E. RICHTER 2 Exemplare vor. Sie weisen keine näheren Beziehungen zu irgend einer deutschen Devon-Art auf.

Diagnose (nach R. & E. RICHTER 1930): „Eine *Conularia* mit gleichseitig-viereckigem (offenbar quadratischem) Querschnitt. Kanten mit schmaler, scharfer Furche. Keine Mittellinie ausgebildet. Keine Querrunzeln. Zwischen breiten Furchen stehen scharfe Querrippen, die ohne Ablenkung gerade über die Seiten verlaufen. Auf den Querrippen deutliche Knötchen; in Längsreihen angeordnet, aber nicht miteinander zu Längsleistchen verschmelzend. Anzahl der Querrippen auf 5 mm 8 (hinten) bis 18 (vorn; bzw. 19); die Dichte nimmt also mit dem Wachstum zu! Anzahl der Knötchen auf 5 mm 10–14 (bzw. 16–22). Verhältnis Querrippen:Knötchen = 1:1,3 (bzw. 1:1,22).“

Später bildete OPITZ (1934, S. 463–466, Abb. 1) ein neu entdecktes Individuum von Bundenbach ab, besonders interessant dadurch, daß es tierische Ansiedlungen aufweist. Es wird angenommen, daß die lebende *Conularia* bereits die Bauten beherbergte.

Holotypus: Das durch R. & E. RICHTER (1930) beschriebene und in Abb. 3 dargestellte Stück; früher im Geol. Landesmuseum Berlin.

Paratypoid: Senck. Mus. (XIV 6a).

Locus typicus: Bundenbach im Hunsrück.

Erhaltung: Schalen in Schwefelkies verwandelt. Mit tierischen Ansiedlungen.

### 3.3 *Conularia gemuendina* R. & E. RICHTER 1930

#### Taf. 4 Fig. 4

- |   |   |
|---|---|
| 1930 <i>Conularia gemuendina</i> n. sp. — | R. & E. RICHTER, Sencken-<br>bergiana, 12, S. 163–166,<br>Abb. 4a, b. |
|---|---|



- 1931 *Conularia gemündina* RICHTER — KUTSCHER, Jb. nass. Ver. Naturk., 81, S. 212.
- 1932 *Conularia gemündina* R. & E. RICHTER — OPITZ, Nahe-Hunsrück-Land Birkenfeld, S. 124–130, Abb. 123.
- 1937 *Conularia gemündina* RICHTER — KIDERLEN, Conularien, S. 127.
- 1958 *Conularia gemündina* RUD. RICHTER — A. H. MÜLLER, Lehrbuch Paläozoologie, S. 160, Abb. 115 a u. b.
- 1961 *Conularia gemündina* RUD. RICHTER — O. KUHN, Die Tierwelt der Bundenbacher Schiefer, S. 7–8, Abb. 4 a.

Bei der Neubeschreibung war nur ein Einzelstück vorhanden. Die ähnlichste Art ist *Conularia subparallela* SANDBERGER 1847.

Diagnose (nach R. & E. RICHTER): „Eine *Conularia* mit gleichseitig-viereckigem (offenbar quadratischem) Querschnitt. Kanten mit scharfer Furche. Mittellinie als schwache, kielartige Erhabenheit leicht betont, ohne die Seiten zu brechen. Keine weiteren Linien zwischen Kante und Mittellinie. Keine Querrunzeln. Querrippen an der Mittellinie stark mundwärts gebogen; ihre Schenkel geradlinig, mit 100° gegeneinander geneigt. Die Querrippen sind schmale, sehr bestimmte Leistchen zwischen breiten Furchen. Dazwischen noch feinere, aber ebenfalls sehr bestimmte Längsleistchen, die den ganzen Zwischenraum zwischen den Graten zweier Querrippen einnehmen, aber auf dem Grat selbst weniger deutlich sichtbar werden. Die Längsleistchen zwischen zwei Querrippen ordnen sich mit denen davor und dahinter nicht zu ausgesprochenen Längsleisten über das Gehäuse aneinander. Anzahl der Querrippen auf 5 mm 18 (hinten) bis 14 (vorn); die Dichte nimmt also mit dem Wachstum ab. Anzahl der Längsleistchen auf 5 mm 44. Verhältnis Querrippen:Längsleistchen = 1:3,1.“

Holotypus: Das von R. & E. RICHTER (1930, Abb. 4) beschriebene einzige Stück; früher im Geol. Landesmuseum Berlin aufbewahrt.

Locus typicus: Gemüнден im Hunsrück.

Erhaltung: Schale in FeS<sub>2</sub> verwandelt.

### 3.4 *Conularia tulipina* R. & E. RICHTER 1939

Taf. 3 Fig. 1 a–c

- 1930 *Conularia tulipa* n. sp. — R. & E. RICHTER, Senckenbergiana, 12, S. 161–162, Abb. 1.
- 1931 *Conularia tulipa* RICHTER — KUTSCHER, Jb. nass. Ver. Naturk., 81, S. 212.
- 1932 *Conularia tulipa* R. & E. RICHTER — OPITZ, Nahe-Hunsrück-Land Birkenfeld, S. 124–130, Abb. 126.
- 1937 *Conularia tulipa* R. & E. RICHTER — KIDERLEN, Conularien, S. 127; S. 161, Abb. 43.
- 1939 *Conularia tulipina* nov. nom. — R. & E. RICHTER, Senckenbergiana, 21, S. 168.

Bei der Aufstellung dieser Art lag R. & E. RICHTER 1930 nur ein einziges Stück vor.

*C. tulipina* steht der *C. mediorhenana* A. FUCHS sehr nahe. Sie unterscheidet sich von ihr durch das Fehlen ursprünglicher Querrunzeln, durch die Betonung einer Mittellinie, durch das Fehlen von Furchen an den Kanten und durch das Vorhandensein der Längsskulptur.

R. & E. RICHTER (1930, S. 161) stellten folgende Diagnose auf:

„Eine *Conularia* mit gleichseitig-viereckigem (offenbar quadratischem) Querschnitt. Mündungslappen durch einen quer abgestutzten, welligen Mundrand ein gleichseitiges Trapez bildend. Kanten ohne Furche. Mittellinie als Furche leicht ausgebildet. Zwischen Mittellinie und Kante keine weitere Linie. Keine Querrunzeln. Querrippen, durch schmale Furchen getrennt, von welligem Verlauf, 14–18 auf 5 mm. Längsleistchen, über die Rippen fortsetzend, 40 auf 5 mm. Verhältnis Querrippen:Längsleistchen = 1:2,2 bis 1:2,9.“

Holotypus: Das von R. & E. RICHTER (1930, Abb. 1) beschriebene einzige Stück; Senckenberg-Museum (XIV 5a).

Locus typicus: Bundenbach.

Erhaltung: Schale in Schwefelkies verwandelt und mit Skulptur erhalten.

### 3.5 *Conularia* sp. a. R. & E. RICHTER 1930

|  |   |
|--|---|
| 1930 <i>Conularia</i> sp. a. —               | R. & E. RICHTER, Senckenbergiana, 12, S. 157–160, S. 162, Abb. 2. |
| 1931 <i>Conularia</i> sp. a. RICHTER —       | KUTSCHER, Jb. nass. Ver. Naturk., 81, S. 212                      |
| 1932 <i>Conularia</i> sp. a. R. & E. RICHTER | OPITZ, Nahe-Hunsrück-Land Birkenfeld, S. 124–130, Abb. 125.       |
| 1937 <i>Conularia</i> sp. RICHTER —          | KIDERLEN, Conularien, S. 132.                                     |

Auch hier ist bei der Beschreibung nur ein Individuum vorhanden gewesen, das damals im Besitz des Mineralienkontors F. KRANTZ in Bonn war.

Das in Schwefelkies erhaltene Fossil ist von beiden Seiten freigelegt worden und stellt sich als dünne Scheibe dar, die nach der Vierzahl radiär gebaut ist. Vier verdickte Kanäle scheinen von der Mitte nach dem Rande zu verlaufen. H. RAUFF (R. & E. RICHTER, S. 158) sah in diesem Stück eine ? Hydrozoe und entsprechend war auch die Anzeige durch das erwähnte Mineralienkontor.

Trotz der medusenartig erhaltenen Mündung erkannten R. & E. RICHTER durch den Vergleich mit der ähnlich aussehenden *C. tulipina*, daß es sich um einen Conularienrest handeln muß, bei dem die Mündung vorhanden ist, im Gegensatz zu allen Conularienarten der Erde, bei denen das Gehäuse erhalten ist.

Epizoische Würmer hatten sich mit ihren Kalkröhren auf dem Tier angesiedelt; sie setzen eine feste Schale voraus, wie sie eine nackte, weichhäutige Meduse nicht besitzt.

Beziehungen: Entspricht den Eigenschaften von *C. tulipina*, unterscheidet sich jedoch durch die Anzahl der Längsleistchen auf den Querrippen.

Fundort: Bundenbach.

#### 4. Zusammenfassung und Bemerkungen zu den Hunsrückschiefer-Conularien

Die bisher im Hunsrückschiefer des Rheinischen Schiefergebirges bekannt gewordenen Vertreter der Gattung *Conularia* unterscheiden sich in wenigen, aber prägnanten Einzelheiten. Die Artabgrenzung ist wegen der geringen Anzahl gefundener Individuen möglicherweise nicht endgültig. Es ist zu vermuten, daß eine weit größere Anzahl von Funden vorliegt, die aber falsch oder gar nicht gedeutet wurden oder deren Existenz nicht bekannt geworden ist, deren Kenntnis aber zur Klärung der noch ungelösten Probleme dieser Tiergruppe beitragen würde.

#### 5. Schriftenverzeichnis

- BOUČEK, B.: c. *Conularida*. In: O. H. SCHINDEWOLF, Fortschritte der Paläontologie, 1, S. 100–101, Berlin 1937.
- KIDERLEN, HELM.: Die Conularien. Über Bau und Leben der ersten Scyphozoa. — N. Jb. Mineral. usw., 77. Beil. Bd., B, S. 113–169, 47 Abb., Stuttgart 1937.
- KUHN, O.: Die Tierwelt der Bundenbacher Schiefer. — Die neue Brahm-Bücherei, 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, Wiesbaden 1931.
- MÜLLER, A. H.: Lehrbuch der Paläozoologie. Band II, Teil I. — Jena (Fischer) 1958.
- OPITZ, RUD.: Bilder aus der Erdgeschichte des Nahe-Hunsrück-Landes Birkenfeld. T. 1. Hunsrückschiefer u. Taunusquarzit. 224 S., 170 Abb., Birkenfeld (1932).
- Tierische Ansiedlungen auf einer unterdevonischen *Conularia* von Bundenbach. — Natur u. Volk, 64, S. 463–466, 2 Abb., Frankfurt a. M. 1934.
- PIVETEAU, J.: *Traité de Paléontologie*. III. Paris (Masson & Cie.) 1953.
- RICHTER, R. & E.: Bemerkenswert erhaltene Conularien und ihre Gattungsgenossen im Hunsrückschiefer (Unterdevon) des Rheinlandes. — *Senckenbergiana*, 12, S. 152–171, 5 Abb., Frankfurt a. M. 1930.
- *Conularia tulipina* nov. nom. — *Senckenbergiana*, 21, S. 168, Frankfurt a. M. 1939.
- WURMBACH, H.: Lehrbuch der Zoologie. II. Spezielle Zoologie. Stuttgart (Fischer) 1962.

Manuskript eingegangen am 19. 6. 1964

## **Kieselschwamm-Nadeln im Ölschiefer der Grube Messel bei Darmstadt**

Von

**REINHARD HEIL**, Darmstadt

Mit 3 Abbildungen

Herrn Bergrat Professor Dr. **WILHELM WAGNER** zum 80. Geburtstag gewidmet.

**Kurzfassung:** Im mitteleozänen Ölschiefer der Grube Messel bei Darmstadt wurden an verschiedenen Stellen Nadeln von Kieselschwämmen gefunden. Es können drei deutlich voneinander abweichende Nadeltypen unterschieden werden. Die Nadeln stammen von Süßwasserschwämmen (Spongilliden), die im Seichtwasser der Uferregion des mitteleozänen Messeler Sees wuchsen. Die Verteilung der Fundpunkte der Nadeln macht die Nähe des Seeufers im Südosten des Grubengeländes wahrscheinlich.

### **Einleitung**

Der Ölschiefer des Tagebaus der Grube Messel nordöstlich von Darmstadt ist die Ablagerung eines mitteleozänen Süßwassersees. Gleichartige Vorkommen haben sich in der aufgelassenen Grube „Prinz von Hessen“ 2 $\frac{1}{2}$  km südwestlich davon sowie bei Offenthal, Urberach, Gundershausen und Dieburg erhalten. Aber auch im Gebiet des Rheintalgrabens, bei Stockstadt, wurden bei Erdölbohrungen entsprechende Ablagerungen gefunden (STRAUB 1955, S. 106). All diese Ablagerungen verdanken ihre Entstehung Absenkungsvorgängen, die nach W. WAGNER (1938, S. 27) als Vorläufer der rheinischen Grabenbruchbildung im Tertiär angesehen werden können.

Der Ölschiefer der Grube Messel wurde im Jahre 1875 entdeckt (LUDWIG 1877, S. 74) und seit 1886 im großen abgebaut (FRANKE 1933, S. 414). Von Anfang an lieferte er neben pflanzlichen viele tierische Fossilien (zusammengestellt in TOBIEN 1955), vor allem Reste von Wirbeltieren, und zwar von Säugetieren, Vögeln, Schlangen, Krokodilen, Schildkröten, Fröschen und Fischen. Die Säugetiere und Vögel lebten in der Umgebung des Gewässers, die Frösche, Schildkröten, Krokodile und vielleicht die Schlangen zeitweise in dem See. Der Lebensraum der Fische dagegen war ganz auf das Gewässer beschränkt. Fossile Fische sind auch die häufigsten Funde. Es sind vorzugsweise Vertreter der Gattungen *Amia* und *Lepidosteus*, große Raub-

fische, deren Lebensweise ein ausgedehntes Jagdgebiet in einem größeren Gewässer bedingte als es durch die heutige Ausdehnung des Messeler Ölschiefervorkommens gegeben ist (WEITZEL 1933, S. 96).

Neben den Wirbeltieren erscheinen nur Insekten und Mollusken als tierische Fossilien. Die Insekten sind vertreten durch Käfer (Buprestiden, Chrysomeliden, Peltiden und Scarabaeiden), Wanzen (Pentatomiden) und Geradflügler (Blattiden), alles Landformen, während Wasserinsekten völlig fehlen (MEUNIER 1921; WEITZEL 1933, S. 81). Ein einziges Mal wurden fossile Mollusken gefunden: Süßwasserschnecken (Hydrobiiden). Deren Seltenheit als Fossilien ist vielleicht in der Kalkfreiheit des Ölschiefers und der dadurch bedingten bevorzugten Auflösung der darin eingebetteten Schneckengehäuse zu suchen (WEITZEL 1933, S. 82).

Vor einigen Jahren wurden in der Geologischen Abteilung des Hessischen Landesmuseums in Proben des Messeler Ölschiefers Nadeln von Süßwasserschwämmen (Spongilliden) gefunden. Im Sommer 1958 und Frühjahr 1964 beging ich das Gelände des Tagebaus der Grube Messel und fand so einige Stellen, wo Schwamm-Nadeln vorkommen (Abb. 3).

### Beschreibung der Schwamm-Nadeln

Die Nadeln wurden auf einem Objektträger in Immersions-Öl ( $n_D = 1,515$ ) eingebettet und unter dem Mikroskop (Gesamtvergrößerung 270- und 600fach) betrachtet und gemessen. Die Nadeln bestehen aus Opal ( $\text{SiO}_2 + \text{aq.}$ ). Alle Nadeln sind monaxon und diactin, drehrund und haben einen deutlich sichtbaren zylindrischen Längskanal, der sich stets an beiden Enden nach außen öffnet. Der Längskanal verjüngt sich nicht nach den Enden zu, sondern hat vom einen zum anderen Ende die gleiche Breite. Nach weiteren Merkmalen können drei deutlich voneinander abweichende Nadeltypen unterschieden werden.

Am häufigsten sind Nadeln des Typs 1 (Abb. 1a): Die Nadeln sind gerade oder leicht gekrümmt und an beiden Enden zugespitzt. Jede Nadel hat zusätzlich zu dem stets vorhandenen, meist ziemlich breiten Längskanal eine große Zahl von zylindrischen Querkanälen meist geringerer, doch unterschiedlicher Breite. Die Querkanäle beginnen stets auf der Außenseite des Nadelkörpers. Sehr viele Querkanäle verlaufen senkrecht oder auch schräg auf den Längskanal zu, andere sind aber nicht auf den Längskanal gerichtet (Abb. 2). Die senkrecht oder auch schräg auf den Längskanal zulaufenden Querkanäle münden z. T. in den Längskanal, z. T. enden sie aber auch blind in dem Nadelkörper, bevor sie den Längskanal erreicht haben. Die nicht auf den Längskanal gerichteten Querkanäle enden stets blind im Nadelkörper (Abb. 2). Die Querkanäle beginnen auf der Außenseite des Nadelkörpers meist auf der Spitze eines sehr flachen Dorns. Soweit die Querkanäle in den Längskanal einmünden, hat die Einmündung stets die Form, wie sie durch das Zusammentreffen zweier zylindrischer Hohlräume gegeben ist. Bei manchen Nadeln ist eine Häufung der Querkanäle an den beiden Enden des Nadelkörpers zu beobachten, so daß die Nadelenden ausgesprochen porös erscheinen.

Der jede Nadel durchziehende Längskanal wie auch die Querkanäle verdanken ihre Entstehung gleichartigen Vorgängen im Schwammkörper: Ein aus organischer Sub-

stanz bestehender Faden in der Länge der später gebildeten Nadel wird lagenweise mit Kieselsubstanz umgeben, bis die endgültige Gestalt des Nadelkörpers erreicht ist. Im Raum des späteren Nadelkörpers liegen aber noch kurze, mehr oder weniger quer zum Längsfaden (Faden 1. Ordnung) orientierte Querfäden (Fäden 2. Ordnung), die den Längsfaden z. T. berühren. Um diese Querfäden wird ebenfalls konzentrisch Kieselsubstanz abgelagert. So entstehen durch bevorzugte Anlagerung von Kieselsubstanz die dornartig erhabenen Mündungen der Querkanäle auf der Außenseite des Nadelkörpers. Der von dem Längsfaden und den Querfäden eingenommene Raum ergibt nach dem Verwesen der organischen Substanz den Längskanal und die Querkanäle.

Messungen an 50 Nadeln des Typs 1 ergaben für die Länge der Nadeln (bei gekrümmten Nadeln für die Sehnenlänge, d. h. die Länge der die Enden verbindenden

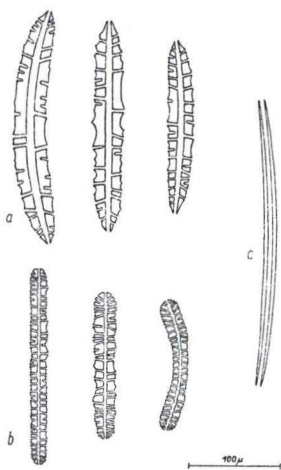


Abb. 1. Schwamm-Nadeln im Längsschnitt.  
a. Typ 1, b. Typ 2, c. Typ 3.



Abb. 2. Verlauf der Querkanäle in den Schwamm-Nadeln des Typs 1 und 2, schematisch.  
a. im Längsschnitt, b. im Querschnitt

Geraden)  $160 - 252 \mu$ , für deren Breite in der Nadelmitte  $14 - 36 \mu$  und für die Breite des Längskanals  $2 - 14 \mu$ . Die Querkanäle sind in der Regel  $1 - 5 \mu$  breit. Doch gibt es vereinzelt Nadeln, die bis zu  $10 \mu$  breite Querkanäle haben. An ein und derselben Nadel können Querkanäle verschiedener Breite auftreten. Das Verhältnis Länge : Breite der einzelnen Nadeln schwankt zwischen 6,4 und 12,1. Nach ihrer Form können sie als  $\pm$  schwach bedornete Oxe bezeichnet werden.

Weniger häufig sind Nadeln des Typs 2 (Abb. 1 b). Die Nadeln sind teils gerade, teils sind sie schwach oder auch stärker gekrümmt. Die Nadel-Enden sind stets abgerundet. Die Nadeln sind oft im Mittelteil ringsum leicht eingebuchtet, wodurch — vor allem wenn die Einbuchtung größere Bereiche erfaßt — die Nadel-Enden leicht keulenförmig verdickt erscheinen. Die Oberfläche der Nadeln ist schwach bedorn bis gewellt. Neben dem Längskanal treten zylindrische Querkanäle auf. Die Nadeln sind dichter mit Querkanälen besetzt als die Nadeln des Typs 1. Anordnung und Verlauf

der Kanäle entsprechen den Verhältnissen bei Typ 1. Die Nadel-Enden zeigen eine Häufung der Querkanäle; dadurch ist dort der Längskanal in der Regel nicht mehr so deutlich sichtbar; doch scheint er in keinem Falle zu verschwinden.

Messungen an 20 Nadeln des Typs 2 ergaben für die Länge der geraden bzw. die Sehnenlänge der gekrümmten Nadeln 138–209  $\mu$  und für deren Breite in der Nadelmitte 14–18  $\mu$ . Die Nadel-Enden können bis zu 2  $\mu$  breiter sein. Die Breite des Längskanals beträgt 2–4  $\mu$ , die Breite der Querkanäle 1–5  $\mu$ . Breite und schmalere Querkanäle liegen oft nebeneinander, doch treten die schmaleren Querkanäle an den Nadel-Enden gehäuft auf. Das Verhältnis Länge:Breite (in der Mitte gemessen) bei den einzelnen Nadeln beträgt 8,7–14,7. Nach ihrer Form sind es Strongyle, die z. T. Übergänge zum Tylot zeigen, mit schwach bedornter bis gewellter Oberfläche.

Am seltensten fanden sich Nadeln des Typs 3 (Abb. 1 c). Die Nadeln sind stets leicht gekrümmt und an beiden Enden zugespitzt. Ein Längskanal ist vorhanden; Querkanäle fehlen.

Messungen an 8 Nadeln des Typs 3 ergaben für die Sehnenlänge der stets gekrümmten Nadeln 280–320  $\mu$ , für die Breite der Nadeln in der Mitte 14–16  $\mu$  und für die Breite des Längskanals 5–7  $\mu$ . Das Verhältnis Länge:Breite beträgt 17,5–22,9. Die Nadeln sind Oxe mit glatter Oberfläche.

Manche Nadeln des Typs 3 weisen unregelmäßige Einbuchtungen auf, die von außen oder vom Längskanal ausgehen. Die meisten Einbuchtungen gehen von der Außenseite der Nadeln aus. Die wenigen vom Längskanal ausgehenden Einbuchtungen sind wesentlich kleiner. Diese Einbuchtungen sind offenbar durch Lösung und Wegführung der Kieselsubstanz entstanden. Da auch von den ursprünglich mit organischer Substanz erfüllten Längskanälen Einbuchtungen ausgehen, fand die Korrosion der Nadeln wohl überhaupt erst statt, nachdem beim Zerfall des Schwammkörpers die Nadeln freigesetzt worden waren und die ursprüngliche organische Füllsubstanz der Längskanäle zerstört war. Abgesehen von diesen Einbuchtungen ist die äußere und innere Oberfläche der Nadeln vollkommen glatt.

Möglich wäre außerdem eine vollkommen gleichmäßige Wegführung der Kieselsubstanz von der äußeren und inneren Oberfläche der Nadeln. Daß dies nicht der Fall war, zeigen Beobachtungen an Nadeln des Typs 1 und 2: Bei diesen Nadeln wäre eine die ganze bedornte oder zumindest wellige Außenfläche erfassende Korrosion, die durch bevorzugtes Weglösen an Kanten lediglich zu einer „Einebnung“ der Außenfläche geführt hätte, denkbar. Diese Korrosion müßte sich aber durch eine Abrundung der Mündungskanten der Querkanäle, sowohl an der Außenseite wie an dem Längskanal, bemerkbar machen. Davon ist jedoch nichts zu beobachten. Es muß daraus geschlossen werden, daß Lösungsvorgänge die ursprünglichen Formen und Abmessungen der Nadeln nicht verändert haben. Die von DE LAUBENFELS (1955, S. E31) angedeutete Möglichkeit der Verbreiterung des Längskanals fossiler Schwamm-Nadeln durch Lösung kommt also für die Spongilliden-Nadeln der Grube Messel nicht in Betracht. Die Messeler Nadeln zeigen heute noch ihre ursprünglichen Formen und Abmessungen.

Bei der herkömmlichen Einteilung der Nadeln der Spongilliden in Megaskleren, Mikroskleren und Belagsnadeln der Gemmulae sind die Nadeln des Typs 3 zweifellos Megaskleren, bei den Nadeln des Typs 1 und 2 erscheint mir das jedoch nicht völlig

sicher. Die taxionomische Stellung der Nadeln innerhalb der Spongilliden bleibt ungeklärt.

REUL (1954) beschrieb Spongilliden-Nadeln (Oxe und Amphidiskten) aus obermiozänen Ablagerungen des Fichtelgebirges. Alle zwischen 150 und 320  $\mu$  langen Oxe (Megaskleren) „weisen ein zentrales Kanälchen auf, das in manchen Fällen Flüssigkeiten von außen aufnehmen kann“, also sich an beiden Enden nach außen öffnet. Andere „zentrale Kanälchen“ sind, nach den Zeichnungen (REUL 1954, Abb. 2, Fig. 1–4) zu urteilen, an beiden Enden geschlossen. Die zwischen 50 und 80  $\mu$  langen bedornen Oxe (Mikroskleren) zeigen meist „ein zentrales Kanälchen, das in die Richtung von Dornen Ausläufer zu senden scheint“. Auch bei den Amphidiskten beobachtete REUL: „Ein zentrales Kanälchen durchzieht den Schaftkörper und verzweigt sich in Richtung auf Dornansätze am Schaft.“ Die an den Messeler Schwamm-Nadeln beobachteten Längs- und Querkanäle treten also auch bei Spongilliden-Nadeln aus obermiozänen Ablagerungen auf, allerdings doch mit einigen Unterschieden. Vor allem scheinen die von REUL abgebildeten Nadeln durchweg schmalere Längskanäle zu haben. Auch die Querkanäle erscheinen nicht so breit wie bei den Messeler Nadeln. Die Längskanäle sind zudem noch in vielen Fällen im Gegensatz zu den Messeler Nadeln an beiden Enden geschlossen.

So schreibt auch DE LAUBENFELS (1955, S. E31) im Gegensatz zu dem Befund an den Messeler Nadeln: „During growth, the spicule increases principally in diameter, but the axial thread is at once completely enclosed, with mineral layers surrounding its ends, so that the length of the spicule also increases somewhat.“ Inwieweit die verschiedenen Befunde eine grundsätzliche Bedeutung für die Artabgrenzung fossiler Spongilliden haben, muß offen bleiben.

### Vorkommen der Schwamm-Nadeln

Der Ölschiefer des Tagebaus ist an den meisten Stellen frei von Schwamm-Nadeln. Diese fanden sich nur an einigen Stellen z. T. vereinzelt, z. T. in großer Zahl (Abb. 3). Die Ziffern bei a, b, c usw. bezeichnen jeweils die Sohle, von der aus der betreffende Stoß abgebaut wird. So liegen  $a_6$ ,  $b_6$  und  $c_6$  am Stoß der 6., z. Z. tiefsten Sohle, d. h. zwischen 6. und 5. Sohle. Der Abstand von Sohle zu Sohle beträgt etwa 10 m. Das Vorkommen bei  $e_5$  wurde im Sommer 1958 festgestellt, die übrigen Vorkommen im Frühjahr 1964.

Daß in weiten Teilen des Grubengeländes keine Schwamm-Nadeln festgestellt wurden, mag z. T. damit zusammenhängen, daß in manchen Teilen der Grube der anstehende Ölschiefer durch ausgedehnte Rutschungen und Pflanzenbewuchs verhüllt wird (Abb. 3); doch ist der Ölschiefer an vielen Stellen auf große Erstreckung gut zugänglich, ohne daß dort auch bei gründlichem Suchen Schwamm-Nadeln gefunden wurden.

Die einzelnen Vorkommen von Schwamm-Nadeln zeigen z. T. erhebliche Unterschiede:

$a_6$ : Der feingeschichtete Ölschiefer mit zwischengeschalteten Tonlagen enthält zahlreiche wirr gelagerte Nadeln des Typs 3.



$b_6$  und  $c_6$ : In dem feingeschichteten Ölschiefer mit zwischengeschalteten Tonlagen fanden sich vereinzelt Nadeln des Typs 1.

Bei  $a_6$ ,  $b_6$  und  $c_6$  liegen die Nadeln nur im bituminösen Teil des Ölschiefers, nicht in den zwischengeschalteten Tonlagen.

$d_5$ : Der feingeschichtete, schwach bituminöse Ölschiefer enthält sehr viele Nadeln des Typs 1, die zum großen Teil in den Schichtebenen liegen.

$e_5$ : In dem kaum geschichteten, schwach bituminösen Ölschiefer liegen sehr viele Nadeln des Typs 1 ohne erkennbare Einregelung. Das Gestein besteht zu einem erheblichen Teil aus Schwamm-Nadeln.

$f_4$ : Der grobgeschichtete, schwach bituminöse Ölschiefer ist dichtgespickt mit Nadeln des Typs 1, die ein wirres Haufwerk bilden.

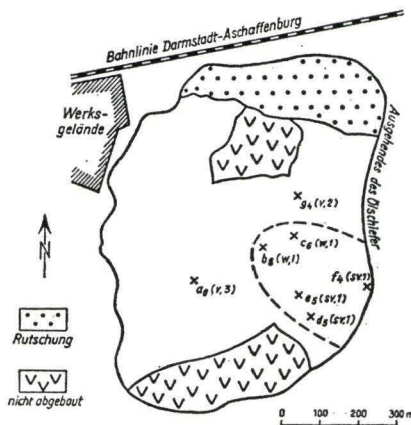


Abb. 3. Fundstellen von Schwamm-Nadeln an den Abbaustößen der Grube Messel. (w) = wenige, (v) = viele, (sv) = sehr viele Nadeln. (1) = Nadeln des Typs 1, (2) = des Typs 2, (3) = des Typs 3.

$g_4$ : Der grobgeschichtete Ölschiefer enthält viele Nadeln des Typs 2. Daneben fanden sich einige wenige Nadeln des Typs 1. Die Nadeln liegen zum großen Teil auf den Schichtflächen; an manchen Stellen sind sie in Nestern angereichert.

Die reichlich Schwamm-Nadeln führenden Vorkommen sind 0,3–0,5 m mächtige Ölschieferpartien, die seitlich auf höchstens einige Meter zu verfolgen sind. Die Vorkommen mit wenig Nadeln haben geringere Ausdehnung. Die Schwamm-Nadeln führenden Parteien des Ölschiefers liegen im Tagebau in verschiedenen Niveaus; doch ist infolge des Einfallens des Ölschiefers vom Grubenrand zur Grubenmitte hin der zeitliche Abstand in der Ablagerung der Nadeln an den einzelnen Punkten vielleicht nicht so groß als es zuerst den Anschein hat. Die Punkte  $b_6$ ,  $c_6$ ,  $e_5$ ,  $d_5$  und  $f_4$  mit Nadeln des Typs 1 erscheinen zusammengehörig (Abb. 3). Isoliert davon erscheinen Punkt  $a_6$  mit zahlreichen Nadeln des Typs 3 und Punkt  $g_4$ , wo der Ölschiefer viele Nadeln des Typs 2 enthält.

### Schlußbemerkungen

Die heutigen Spongilliden leben — abgesehen von einigen Vorkommen im Brackwasser — im Süßwasser. Sie sind am stärksten in den warmen Ländern verbreitet. In Deutschland kommen nur wenige Arten vor. Die Spongilliden besiedeln seichtere Stellen stehender oder langsam fließender Gewässer in Form von Krusten, Klumpen oder von mannigfach verzweigten Gebilden, die auf Steinen, Holz, Röhricht oder Wasserpflanzen festgewachsen sind. Nach dem Absterben des Schwammes zerfällt das aus Spongini und Kieselnadeln bestehende Skelett sehr rasch (ARNDT 1928, S. 59 u. fde).

Die Schwamm-Nadeln im Ölschiefer der Grube Messel wurden stets in dem  $\pm$  bituminösen Anteil des Ölschiefers, niemals in den Tonlagen dazwischen gefunden. Der bituminöse Anteil des Ölschiefers entstand durch eine stetige und ruhige Ablagerung von organischer Substanz aus den oberen Wasserschichten auf dem Grund des Sees. Die Toneinschaltungen kennzeichnen die periodische Zufuhr von Tontrübe durch die Zuflüsse des Sees. Diese Verhältnisse deuten darauf hin, daß die stets im bituminösen Anteil des Ölschiefers gefundenen Nadeln nicht aus diesen Zuflüssen, sondern aus dem Gebiet des Sees selbst stammen. Auch zeigen die Nadeln keinerlei Spuren einer längeren Verfrachtung durch ein fließendes Gewässer.

Wenn auch das Wasser in tieferen Bereichen des Sees stets sauerstofffrei gewesen sein mag, traf dies für die oberflächennahen Wasserschichten nicht zu, wie vor allem die fossilen Fische und Wasserpflanzen zeigen. So gab es sicher in dem Seichtwasser der Uferregion neben den Fischen und den amphibisch lebenden Wirbeltieren auch viele niedere Tiere, von denen uns allerdings nicht allzu viele Reste überliefert sind. Es sind dies nur die eingangs erwähnten Süßwasserschnecken sowie die Nadeln von Süßwasserschwämmen.

Das ist zweifellos u. a. auch durch die tektonischen Verhältnisse des Ölschiefervorkommens bedingt. Die heutige Lagerstätte wird von Randverwerfungen begrenzt (CHELIUS 1886, S. 26; KLEMM 1910, S. 19 u. 20). Diese Verwerfungen verlaufen nicht an den Rändern, sondern innerhalb des einstigen Sees. Die heutige Lagerstätte hat also eine geringere Ausdehnung als das ursprüngliche Gewässer. Darauf deutet auch schon das eingangs erwähnte Vorkommen großer Raubfische hin. Doch sind — vor allem im Norden, Nordosten und Südosten — im Ölschiefer Sandlagen eingeschaltet, die auf die Nähe des Seeufers hindeuten (RAUCH 1927, S. 74; LEHMANN 1933, S. 428; MATTHES 1956, S. 14). Dies wird durch die festgestellte Verteilung der Schwamm-Nadeln im Ölschiefer bestätigt. Vor allem die Vorkommen  $f_4$ ,  $d_5$  und  $e_5$  in dem bitumenarmen Ölschiefer im Südosten der Grube lassen hier die Nähe des Seeufers vermuten. Von hier wurden auch Schwamm-Nadeln durch schwache Wasserbewegungen weiter ins Seeinnere, etwa nach  $b_6$  und  $c_6$  verschwemmt. Die Schwamm-Nadeln von  $g_4$  dürften vom Ostufer des Sees stammen.  $a_6$  liegt am weitesten westlich und ist der einzige Fundpunkt mit Nadeln des Typs 3. Eine Beziehung zu anderen Fundpunkten oder zu einem bestimmten Abschnitt des Seeufers ist nicht erkennbar.

### Schriftenverzeichnis

ARNDT, W.: Porifera (Schwämme, Spongien). — Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile (Dahl, F., ed.), 4, S. 1—94, 110 Abb., Jena 1928.

- CHELIUS, C.: Erl. geol. Karte Grossh. Hessen, Bl. Messel. — 1. Aufl., 67 S., Darmstadt 1886.
- FRANKE, P.: Die Gewerkschaft Messel zu Grube Messel bei Darmstadt. — A. Riebeck'sche Montanwerke, S. 413—424, Abb. 212—220, München 1933.
- KLEMM, G.: Erl. geol. Karte Großh. Hessen, Bl. Messel. — 2. Aufl., 46 S., Darmstadt 1910.
- LAUBENFELS, M. W. DE: Porifera. — Treat. Invert. Pal., Part E: Archaeocyatha and Porifera. XVIII + 122 S., 89 Abb., New York (N. Y.) 1955.
- LEHMANN, R.: Die geologischen Verhältnisse des Ölschiefervorkommens von Messel. — A. Riebeck'sche Montanwerke, S. 427—429, Abb. 221, 1 geol. Prof., München 1933.
- LUDWIG, R.: Fossile Crocodiliden aus dem Oligocän des Mainzer Tertiärbeckens. — N. Jb. Mineral. etc., Jg. 1877, S. 74—77, Stuttgart 1877.
- MATTHES, G.: Ein Beitrag zur Geologie des Ölschiefervorkommens von Messel bei Darmstadt. — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F., 38, S. 11—21, 5 Abb., Stuttgart 1956.
- MEUNIER, F.: Die Insektenreste aus dem Lutetien von Messel bei Darmstadt (Hessen). — Abh. hess. geol. L.-A., 7, 3, 15 S., 4 Taf., Darmstadt 1921.
- RAUCH, P.: Das Ölschiefervorkommen zu Grube Messel bei Darmstadt. — Berg-Technik, 20, S. 55—57, 73—75, 94—97, 114—118, 12 Abb., Halle a. d. S. 1927.
- REUL, K.: Spongilliden-Erde im Miocän des Fichtelgebirges. Ein Vergleich mit der miocänen Kieselgur von Beuern. — Geol. Bl. Nordost-Bayern u. angrenz. Geb., 4, S. 14—20, 3 Abb., Erlangen 1954.
- STRAUB, E. W.: Erdöl und Erdgas im Rheintalgraben unter besonderer Berücksichtigung des Feldes Stockstadt. — Neue Beiträge zur Kenntnis der Mineral- u. Gesteinswelt des Odenwaldes (2. Sonderheft zum Mitteilungsblatt „Der Aufschluß“), S. 105—113, 3 Abb., Roßdorf b. Darmstadt 1955.
- TOBIEN, H.: Die mitteleozäne Fossilfundstätte Messel bei Darmstadt. — Neue Beiträge zur Kenntnis der Mineral- u. Gesteinswelt des Odenwaldes (2. Sonderheft zum Mitteilungsblatt „Der Aufschluß“), S. 87—101, 14 Abb., Roßdorf b. Darmstadt 1955.
- WAGNER, W.: Das Mainzer Becken. Eine Zusammenstellung unter besonderer Berücksichtigung der Rheintaltektonik. — Jb. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F., 27, S. 25—62, 3 Textbeil., Stuttgart 1938.
- WEITZEL, K.: *Kopidodon macrognathus* WITTICH, ein Raubtier aus dem Miozän von Messel. — Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-A., (V) 14, S. 81—88, Taf. 7, Darmstadt 1933.
- *Amphiperca multiformis* n. g. n. sp. und *Thaumaturus intermedius* n. sp., Knochenfische aus dem Miozän von Messel. — Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-A., (V) 14, S. 89—97, Taf. 8, Darmstadt 1933.

Manuskript eingegangen am 7. 7. 1964

## An aberrant Nonionid from the Miocene of the Mayence basin

By

E. TH. ARNOLD BIK, Utrecht

With 3 figures and plate 5

### Introduction

In reviews of the stratigraphy of the classical Oligo-Miocene deposits of the Mayence basin, we find in the higher part of the column the superposition of the *Hydrobia* beds on the *Corbicula* (or *inflata*) beds. Both units consist of sediments deposited in a brackish to fresh-water environment and are found throughout the basin (Bartenstein et al., 1962, Leitfossilien der Mikropaläontologie, p. 383).

In recent years Professor FALKE of Mayence University and his students have frequently found one (or more) level(s) with peculiar Foraminifera at the base of the *Hydrobia* beds. These Foraminifera appeared to provide a better stratigraphic marker than the ranges of the various molluscan species of the genera *Hydrobia* and *Corbicula* hitherto used. According to Professor FALKE (written communication) the classical molluscan species show less distinct ranges than it was indicated before. *Corbicula faujasi* does not reach the top of the *Corbicula* beds, neither is *Hydrobia inflata* a good index fossil, since the end of its range varies from one place to the other. On the other hand, *H. elongata*, typical for the *Hydrobia* beds, already starts its range in the *Corbicula* beds. Therefore these species do not allow of the distinction of a clean-cut boundary.

The peculiar Foraminifera of all the available samples appear to belong to no more than two species. However, the specific and especially the generic assignment of the most frequent one appeared to be problematical. The individuals resemble Globigerinids, and the beds were unofficially referred to as "*Globigerinella*-horizont".

Apart from specimens picked, we received samples from the "Bonner Portland Zementwerke", a quarry near Budenheim, 40 km West of Frankfurt (fig. 1). Five samples were available. Their stratigraphic position is marked in the section of fig. 2, which refers to the basal part of the *Hydrobia* beds.

The author is greatly indebted to Professor Dr. H. FALKE, who kindly sent material of these "globigerinids" to Utrecht for closer inspection; to Dr. C. W. DROOGER and Dr. J. E. VAN HINTE (Utrecht) for their critical reading of the manuscript; to Mr. J. J. VERMAAT and Mr. A. VAN DOORN for their careful drafting of the illustrations.

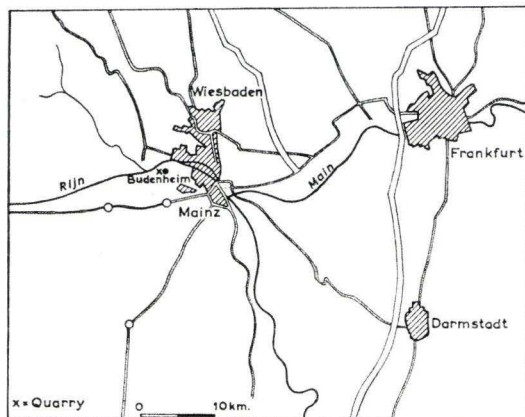


Fig. 1. Location of the Budenheimer Quarry.

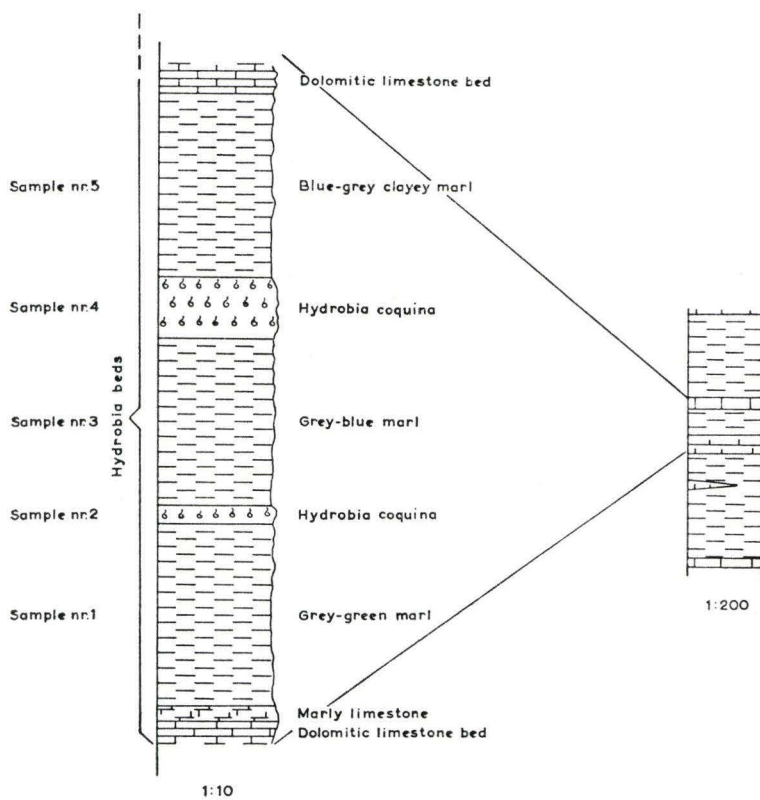


Fig. 2. Budenheim limestone Quarry.

### Description of the samples

Although only one of the samples (Bu 3) contained Foraminifera, a short description of all may serve as additional information to our conclusions on environment. Professor FALKE informed us (written communication) that the levels of samples Bu 1 and 5 contain *Bolivina* sp. and *Elphidium* sp.; however, these forms were not at all encountered in our samples.

Bu 1. This sample had been taken from a grey-green marl, lying conformably on marly limestones that belong already to the *Hydrobia* beds. In a matrix of fine marl of grey-green colour, there is some pyrite, gypsum and very rare quartz (and feldspars?). The greater part of the wash-residues (in the coarsest fraction nearly 100%) consists of *Hydrobia* shells. The rest is formed by the remains of Lamellibranchia, Ostracoda, Algae and occasional otoliths.

Bu 2. This sample resembles the previous one. Only the number of Ostracoda is somewhat less.

Bu 3. A grey-blue marl, containing *Hydrobia* but less than in the other samples. Ostracoda and remains of Pelecypoda are abundant. Teeth and vertebrae of fishes are present. Foraminifera were found in this sample only; they are abundant. The quantity of pyrite and gypsum is much less than it is in the other samples. Quartz-grains (and feldspars?) are few.

Bu 4. Again resembles Bu 1. Very rich in *Hydrobia*.

Bu 5. Contains the same macro-fossils as the other samples. There is some pyrite, gypsum, and a few quartzgrains. The latter are rather worn and rounded. The matrix is a marly clay of blue-grey colour.

### Foraminifera

#### Family Nonionidae

Genus *Nonion* MONTFORT 1808

*Nonion granosum* (D'ORBIGNY)

Plate 5, fig. 1 a, b; figs. 3 a, b

1826 *Nonionina granosa* D'ORBIGNY, Annales sci. nat., vol. 7, p. 249, fig. 8.

1939 *Nonion granosum* (D'ORBIGNY), CUSHMAN, U. S. Geol. Survey, Prof. Pap. 191, p. 11, pl. 2, fig. 17, 18.

1953 *Nonion granosum* (D'ORBIGNY), MARKS, Contr. Cushman Found. For. Res., vol. 1, p. 48.

1958 *Nonion granosum* (D'ORBIGNY), BATJES, Inst. Royal des Sci. Natur. de Belgique, Mem. 143, vol. 7, p. 142, pl. 7, fig. 1-3.

Description: The test is closely coiled, planispiral, and involute. The periphery is weakly lobulate to smooth, in cross section it is broadly rounded. The final coil has ten to twelve chambers. The wall consists of clear transparent lime, with coarse pores that are found all over the test without a regular pattern. The sutures are weakly curved to sickle-formed. Those in between the earlier chambers are flush with the surface, becoming slightly depressed near the periphery. Later sutures

are depressed throughout. The umbilical region shows granules of clear shell material. Such granules sometimes extend on to the adjoining part of the sutures. The aperture is a very narrow slit, equatorially placed at the base of the final chamber. Usually, however, the aperture is not visible, possibly because of recrystallization. Occasionally the apertural face shows a bundle of striae that spreads out fan-shaped from the base.

Apart from specimens with a quite normal appearance as described above, there are specimens of *Nonion* with an aberrant habitus. They have the same test, involute planispiral, but instead of the smooth surface there are "knobs" all over the surface.

*Nonion demens* n. sp.

Plate 5, fig. 3–8; figs. 3 c, d

**Etymology:** The specific name (*demens* = crazy, illogic) has been chosen because of the irregularities in chamber form and arrangement; in the more extreme types the later chambers lost all regular arrangement.

**Type locality:** Holotype and paratypes from sample Bu 3 of the *Hydrobia* beds in the quarry of the Bonner Portland Zementwerke at Budenheim (fig. 2).

**Stratigraphic range** (in Mayence basin): basal layers of the *Hydrobia* beds.

**Dimensions:** variation in diameter 0.2–0.3 mm. Largest diameter of holotype: 0.25 mm.

**Description:** The more simple forms, such as the holotype, show the following characteristics: test planispiral, evolute; periphery lobulated to smooth, broadly rounded in transverse section; wall thin, calcareous, distinctly perforate, and transparent. The surface of very well preserved specimens shows a delicate spinosity. Proloculus always very large (average diameter 60  $\mu$  for 15 measurements). There is only a single whorl with 3–9 chambers. The chambers are inflated and increase slowly, often irregular in size. Often the proloculus is bigger than some of the later chambers. The sutures are radiate and depressed. The umbilical depression is wide and slightly depressed to flush with the surface. The part of the chambers adjacent to the umbilicus is more or less granulated, as is the umbilical depression itself. The aperture is indistinct, probably a very low basal slit.

**Remarks:** The simple type of *Nonion demens* is distinguished from *Nonion granosum* by its large proloculus, and the smaller number of more globose chambers, which form but a single whorl. *Nonion tisburyensis* BUTCHER of brackish environment differs from *N. demens* in the same way, and by having curved sutures and no granulated umbilicus.

There is considerable variation within the group of *N. demens*. It is possible to distinguish four types, based on the arrangement of the chambers. Apart from the typical form described above there are:

**Variant I** (plate 5, fig. 5). The number of chambers is 4 to 6. The chambers are inflated globular to ovoid. The sutures are straight and depressed. The proloculus is as big as the following chambers, or bigger. The arrangement of the chambers deviates slightly from planispiral.

Variant II (plate 5, fig. 6). The arrangement of the chambers is not planispiral. Four to five chambers are still arranged planispirally, but the later ones become added in different planes. The result is often a spiral in which the early and the last chambers occur in planes perpendicular to one another.

Variant III (plate 5, fig. 7, 8). The later chambers depart from all regular arrangement, their mutual position is completely haphazard. The shape of the chambers also varies. Mostly they are more or less globular, but there are also very elongate chambers of about 2 or 3 times the size of the normal chambers. The wall of the chambers is always thin, with fine pores. The aperture in these stages is never visible.

### Conclusions

Although there is no gradual transition between *N. demens* and the accompanying *N. granosum*, and intermediates are at most very rare (plate 5, fig. 2) there seems to be little doubt that both species are closely related. The simple type of *N. demens* is mainly different by the much larger proloculus and the very globose chambers. The complex variants have clearly been derived from the simple type.

The occurrence of these aberrant forms in deposits with numerous *Hydrobia* individuals, already points to the considerable decrease of salinity as the environmental factor that caused the abnormal forms. Evidently *N. demens* is the last response that the *N. granosum* stock could give to the nearly fresh-water habitat that had originated.

*N. granosum* and similar forms, such as *N. tisburyensis* and *N. depressulum* auct. are known to (have) flourish(ed) in brackish water. For instance amongst the last faunas of the brackish Miocene deposits of the Vienna basin we find those that were predominated by *N. granosum* (see GRILL, 1948). Nevertheless, the highly irregular forms seem to be lacking in these faunas.

Arnald described abnormal Foraminifera from hypersaline environments. Here too, the chambers often become distorted to such an extent that even the generic features are obscure. In our case salinity decreased, but one may wonder whether this decrease was the only factor responsible for the abnormal forms, since *N. granosum* evidently did not show the same changes in other brackish environments.

In this connection it is worthwhile to note that BARTENSTEIN & HEINEMANN (1954) described an abnormal *Bolivina* species, *B. moguntiaca*, from the same *Hydrobia* beds of the Mayence basin, and even from the same locality. We did not encounter this species in our samples, but considering the description, its stratigraphic level can hardly be different from that of *N. demens*. Most remarkable is that *B. moguntiaca* shows the same type of growth of the later chambers. The original biserial growth of *Bolivina* is followed by an irregular addition of more globular, thin-walled, later chambers. The fact that two unrelated species reacted in a very similar way in the same deposits of the Mayence basin, and are unknown elsewhere, suggests that not only decrease of salinity was responsible, but rather that some additional, more local, chemical (?) factors played a part, the character of which we can only guess.

The fact that in our samples we did not find *N. demens* and *B. moguntiaca* together, may be due to additional differences of environment within the Mayence basin at the



time. Occurrences of both species separately at different levels of one quarry may be the result, and the presence or absence of one of the species in a sample would become accidental. The same considerations may be used for explaining the admixture of some normal *N. granosum* in our sample Bu 3. They may have been derived from a slightly different level, also represented in the sample, or they may have been washed-in during sedimentation from a nearby habitat.

Evidently the aberrant habitat not only disturbed the growth pattern of the individuals of *N. demens*, but also their reproductive cycle. The enormous size of the proloculus is a fairly constant feature. It does not necessarily imply, however, that this is evidence for completely asexual reproduction. Unpropitious circumstances usually seem to favour the microspheric generation.

Another peculiarity is the very globose shape of all chambers. Thin sections (fig. 3c, d) show that the spiral chambers following the proloculus are globular to such an extent that the chambers do not fit completely together. Assuming that the

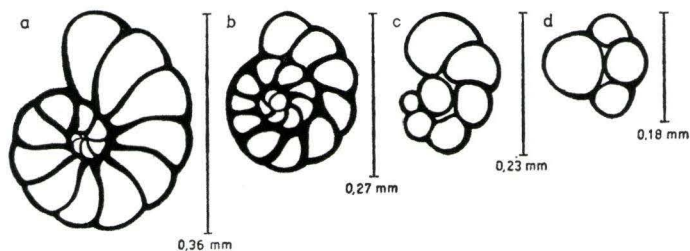


Fig. 3. Horizontal sections: a. *Nonion granosum* (D'ORBIGNY) microspheric individual; b. *Nonion granosum* (D'ORBIGNY) macrospheric individual; c. *Nonion demens* n. sp.; d. *Nonion demens* n. sp. var. I.

surface tension of the protoplasma had become extremely high, may "explain" the globular shape of the chambers, but again there is no clue to the environment thought to be responsible for it.

#### References

- ARNAL, R. E.: Some occurrences of abnormal foraminifera. — The compass of Sigma Gamma Epsilon, **32**, no. 3, p. 185—194, 1957.
- BARTENSTEIN, H. & W. HEINEMANN: Brackwasser-Foraminiferen im oberen Aquitan des Mittelrhein-Gebietes. — Senckenbergiana, **35**, p. 23—35, Frankfurt a. M., 1954.
- et al.: Leitfossilien der Mikropaläontologie. — p. 349—351, p. 368, p. 379—385, plate 57, table 22. Gebr. Borntraeger, Berlin-Nikolassee, 1962.
- BATJES, D. A. J.: Foraminifera of the Oligocene of Belgium. — Inst. Roy. Sci. Nat. Belgique, Mem., **143**, Bruxelles, 1958.
- BOLTOVSKOY, E.: The foraminiferal fauna of the Rio de la Plata, etc. — Contr. Cushman Found. For. Res., **9**, p. 17—21, 1958.
- CUSHMAN, J. A.: A new species of Nonion. — Contr. Cushman Lab. For. Res., **24**, p. 21—23, 1948.
- DORN, P.: Geologie von Mitteleuropa. — Schweizerbart, Stuttgart 1951.
- LOEBLICH, A. R. et al.: Studies in Foraminifera. — U. S. Nat. Mus. Bull., **215**, p. 29, 126, 1957.
- GRILL, R.: Über mikropaläontologische Gliederungsmöglichkeiten im Miozän des Wiener Beckens. — Mitt. Reichsanst. Bodenforsch. Wien, p. 33—44, Wien, 1943.

- PHLEGER, F. B.: Ecology and distribution of recent foraminifera. — p. 11–15, pl. 8, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1960.
- POKORNY, V.: Grundzüge der Zoologischen Mikropaläontologie. — 1, p. 305–307, Deutscher Verlag d. Wissenschaften, Berlin, 1958.
- SCHENCK, H. G.: Proloculus in Foraminifera. — J. of Paleontol. 18, p. 275–282, 1944.
- THURSCHE, H.: Gliederung des unteren Rupeltones im Mainzer Becken etc. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, p. 216–231, Wiesbaden, 1956.
- WENZ, W.: Das Mainzer Becken und seine Randgebiete. — Verlag Willy Ehrig, Heidelberg, 1912.

Manuskript eingegangen am 3. 6. 1964

## Zur Biostratigraphie und Fazies der Adorf-Stufe bei Donsbach

(Conodonten- und Ostracoden-Chronologie, Oberdevon I, Rheinisches Schiefergebirge, Dillmulde)

Von

WOLFGANG KREBS, Darmstadt und ARNOLD RABIEN, Wiesbaden

Mit 3 Abbildungen, 3 Tabellen und den Tafeln 6—7

### Summary

The lithological succession and biostratigraphy of the Upper Devonian Adorf-Stufe (*Manticoceras*-Stufe, U. Dev. I) and lowest Nehden-Stufe (*Cheiloceras*-Stufe, U. Dev. II) in the Donsbach area, in the west of the Dill syncline, Rhenish Schiefergebirge, are described. The 45 m succession is divided into four lithostratigraphic units (Taf. 7):

1. Approximately 15 m of alternating tuffs, tuffites, slates and limestones with a ferruginous limestone (Roteisenstein-Grenzlager) at the base. U. Devonian I  $\alpha$ .

2. Approximately 17 m of platy calcarenites, with intercalated slates and thick-bedded limestone breccias composed of reef detritus. U. Devonian I ( $\beta$ )  $\gamma$  (lower).

3. Approximately 4 m of alternating limestones and slates, with the equivalent of the "Lower Kellwasser Limestone" in the upper part. U. Devonian I ( $\beta$ )  $\gamma$  (upper).

4. Approximately 9 m greenish-grey slates with thin beds, lenses or laminae of calcilitites. U. Devonian I  $\delta$  — II  $\alpha$ .

The biostratigraphical zonation is based on the conodonts and ostracods occurring in the limestones and slates (Abb. 2, Taf. 7). All the ostracod zones defined by RABIEN (1954, 1958) from the Middle Adorf- to the Nehden-Stufe (*cicatricosa*-Zone to lowest part of the *nehdensis-serratostrata*-Zone) have been proved. Phylogenetic successions of ostracods and tentaculitids have been traced, bed by bed, through the ostracod slates of the Upper Adorf-Stufe. It is hoped that detailed statistical investigations of the variation will result in a more refined zonation. In particular, the rapid evolution in the series from *Bertillonella* (*Rabienella*) *barrandei* to *B. (R.) reichi* is significant (Taf. 6, chap. III, 5).

All the conodont zones established by ZIEGLER (1962) in the *Manticoceras*-Stufe (Lower *dubia*-Zone to Upper *triangularis*-Zone) except one have been recognised. The section from the Lower Adorf-Stufe to the lower part of the Middle Adorf-Stufe could only be dated by conodonts. Between the upper part of the Middle Adorf-Stufe and the lower part of the Nehden-Stufe conodonts and ostracods were used, thus establishing for the first time a satisfying correlation between the ostracod and conodont chronologies for this particular period (Abb. 2, Tab. 3, chap. III, 6—7).

Palaeogeographically the Donsbach sections lie on the top and flank of the "Donsbach Schwelle" which supposedly forms the NNE continuation of the Langenaubach-Breitscheid reef complex. On the crest of the Schwelle (disused open pit "Bergmannsglück" west of Donsbach) the Adorf-Stufe is represented by an incomplete and reduced succession of limestones and slates, whilst on the flank (Donsbach municipal quarry) there is a relatively thicker succession of tuffs, slates and platy limestones (Abb. 3). The even-bedded, platy limestones, in which bands and lenses of chert are occasionally present, are frequently finely graded and tuffaceous. Several, thick to massive limestone breccias are intercalated in the slate and platy limestone series; these have been previously referred to the Iberg Limestone. The breccia contains corals, stromatoporoids, brachiopods, foraminifera and calcareous algae, derived from the Langenaubach-Breitscheid reef, situated to the southwest. The platy limestone series, which is 17 m in Donsbach municipal quarry, interfingers eastwards with tuffs and slates, and is over 100 m in the "Dillenburg Becken".

The lithological and palaeontological characters of the ostracod slates (Ostracod-slate or "Cypridinen-Schiefer" facies) overlying the succession of the platy limestones lead to the conclusion that these sediments were deposited under conditions of continuous but slow, vertical sedimentation. There is no evidence of coastal or continental influence, and the sedimentary surface was below the reach of wave and tidal current action. The basin of sedimentation formed part of the world ocean.

## Inhalt

|  |     |
|--|-----|
| Vorwort . . . . .  | 77  |
| I. Lage und Erforschungsgeschichte . . . . .                           | 78  |
| 1. Geographische Lage . . . . .  | 78  |
| 2. Geologische Lage . . . . .  | 79  |
| 3. Geologisch-paläontologische Erforschungsgeschichte . . . . .        | 79  |
| II. Schichtenfolge . . . . .   | 80  |
| 1. Gemeindesteinbruch Donsbach . . . . .                               | 81  |
| 2. Pinge „Bergmannsglück“ . . . . .                                    | 89  |
| III. Biostratigraphie und Chronologie . . . . .                        | 90  |
| 1. Cephalopoden . . . . .  | 90  |
| 2. Trilobiten . . . . .  | 90  |
| 3. Sonstige Makrofossilien . . . . .                                   | 90  |
| 4. Styliolinen und Tentaculiten . . . . .                              | 91  |
| 5. Ostracoden . . . . .  | 91  |
| a) Vorbemerkungen . . . . .  | 91  |
| b) Mittlere Adorf-Stufe . . . . .                                      | 92  |
| c) Obere Adorf-Stufe . . . . .   | 93  |
| d) Untere Nehden-Stufe . . . . .                                       | 98  |
| 6. Conodonten . . . . .  | 98  |
| 7. Vergleich zwischen Conodonten- und Ostracoden-Chronologie . . . . . | 105 |
| IV. Zur Petrographie . . . . .   | 108 |
| V. Fazies und Paläogeographie . . . . .                                | 110 |
| Zusammenfassung . . . . .  | 115 |
| Schriftenverzeichnis . . . . .   | 117 |
| Nachtrag . . . . .   | 119 |

## Vorwort

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Biostratigraphie und Fazies einer Schichtenfolge, die im unteren Oberdevon mit bestimmten Abweichungen für weite Teile der westlichen Dillmulde charakteristisch ist. Am Donsbacher Sattel gibt es verschiedene Aufschlüsse, die das geologische Profil der Adorf-Stufe von der Grenze Mittel-/Oberdevon bis zur Nehden-Stufe gut zeigen; so kommt es, daß bereits seit über einem halben Jahrhundert die geologischen Verhältnisse bei Donsbach beschrieben und diskutiert werden (siehe Kapitel I).

Das Donsbacher Profil der Adorf-Stufe ist aus zwei Gründen bedeutungsvoll: Erstens wegen seiner stratigraphischen und faziellen Probleme und zweitens aus rein paläontologischen und biochronologischen Gründen. Der erste Punkt umfaßt folgende stratigraphischen Fragen: Lage der Mittel-/Oberdevon-Grenze und des Rot-eisenstein-Grenzlagere, Einstufung der Tuffe, der Kalkstein-Folge und der hangenden Tonschiefer sowie die Abgrenzung der Adorf- gegen die Nehden-Stufe. Faziell ist im Profil interessant, daß Tuffe, Plattenkalksteine, „Cephalopoden-Kalke“, „Iberger Kalke“ und Tonschiefer vom Typ der „Cypridinen-Schiefer“ einander zeitlich ablösen bzw. in Wechsellagerung auftreten oder in naher Entfernung nebeneinander vorkommen. Diesen faziellen Verhältnissen ist es zu verdanken, daß die biostratigraphische Einstufung mit verschiedenen Fossilgruppen möglich ist und die verschiedenen Biochronologien miteinander verglichen werden können. Zwei Mikrofossil-Gruppen sind hierbei besonders wichtig: 1. Die Conodonten, vorwiegend aus den Kalksteinen gewonnen (bearbeitet von KREBS) und 2. die Ostracoden, überwiegend an die Cypridinen-Schiefer-Fazies gebunden (bearbeitet von RABIEN). Die Conodonten-Funde sind neu; eine aus dem Gemeindesteinbruch Donsbach stammende Ostracoden-Fauna ist bereits 1929 veröffentlicht worden.

Bei der detaillierten Profilaufnahme wurde versucht, recht viele Fundschichten mit Conodonten und Ostracoden zu gewinnen. Aus faziellen Gründen mußte die biostratigraphische Gliederung in der Unteren und im tieferen Teil der Mittleren Adorf-Stufe allein mit Conodonten durchgeführt werden. Von der höheren Mittleren Adorf-Stufe bis zur tieferen Nehden-Stufe konnte dann eine gute Parallelisierung der Conodonten- und Ostracoden-Zonen erfolgen (s. Kapitel III, 7). Die massenweise vorkommenden Styliolinen und Tentaculiten sowie die einzelnen Funde von Cephalopoden, Trilobiten, Brachiopoden und Korallen gestatten noch keine feinere Zonen-gliederung. Die nähere paläontologische Bearbeitung der Ostracoden und Tentaculiten, bei denen sich im Profil Entwicklungsreihen erkennen lassen, und die Bestimmung der Trilobiten steht noch aus. Zunächst sollen nur die bisher erarbeiteten biostratigraphischen Ergebnisse und einige petrographische Untersuchungen und fazielle Deutungen bekannt gemacht werden.

**Aufbewahrung der Proben:** Die Conodonten werden im Institut für Geologie und Technische Gesteinskunde der Technischen Hochschule Darmstadt aufbewahrt. Alle übrigen paläontologischen und petrographischen Proben und die Dünnschliffe sind in der Sammlung des Hess. Landesamtes für Bodenforschung in Wiesbaden hinterlegt.

**Dank:** Die Verfasser danken folgenden Personen sehr herzlich für Mitarbeit und Unterstützung: Herr Dr. LIPPERT (Wiesbaden) und Herr Dr. WIEGEL (Krefeld) führten einem der Verfasser (RABIEN) im Sommer 1954 das Donsbacher Profil vor. Gemeinsam mit Herrn

Kollegen WIEGEL konnten die ersten 32 Fundschichten ausgebeutet werden. Herrn Dr. WIEGEL verdanken wir ferner die Conodonten-Proben Nr. 492–497. Herr Dr. WALLISER (Marburg) unterzog sich der Mühe, das schlecht erhaltene Exemplar von *Manticoceras cordatum* aus dem obersten „Iberger Kalk“ zu bestimmen. Herr Dr. STRUVE und Herr Dr. BIRENHEIDE (beide Natur-Museum und Forschungs-Institut Senckenberg, Frankfurt a. M.) bestimmten freundlicherweise die Brachiopoden und Korallen der „*Atrypa*-Bank“. Herr A. KARSCHNY (HLfB., Wiesbaden) half bei der Herstellung beider Tafeln und beim Korrekturlesen.

## I. Lage und Erforschungsgeschichte

### 1. Geographische Lage

Das Untersuchungsgebiet liegt 4 km südwestlich der Kreisstadt Dillenburg bei dem Dorfe Donsbach (Top. Karte 1:25000 Bl. Dillenburg, Nr. 5215). Am W-Hand des

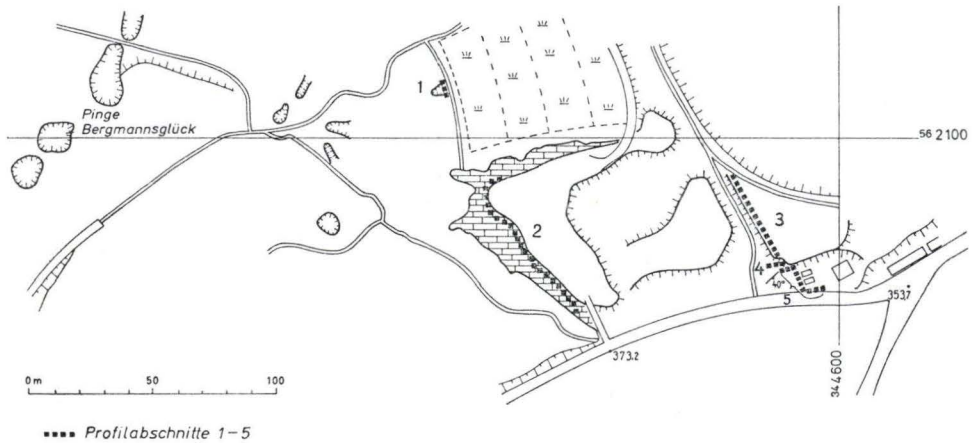


Abb. 1. Lage des Gemeindesteinbruches (mit den Profilabschnitten 1–5) und der Pinge „Bergmannsglück“ westlich Donsbach. Das beschriebene Profil der Pinge „Bergmannsglück“ liegt am S-Ende des N–S gestreckten Pingenzuges unmittelbar über dem Wort „Pinge“.

Donsbach-Tales, etwa 250–350 m westlich der Dorfkirche, befindet sich ein Kalksteinbruch, der schon mehrfach in der geologischen Literatur unter der Bezeichnung „Gemeindesteinbruch Donsbach“ aufgeführt worden ist (s. Lageskizze Abb. 1). Die Schichtenfolge und Fossilführung in diesem Steinbruch werden in vorliegender Arbeit hauptsächlich behandelt. Außerdem werden noch folgende Aufschlüsse und Profile herangezogen:

- Pinge „Bergmannsglück“, etwa 150 m wnw. des Gemeindesteinbruches (Abb. 1, S. 89). Bl. Dillenburg: R 34 4570, H 56 21013.
- Donsbach, Böschung an der Straße nach Dillenburg beim Hause Breitschstr. 13, 125 m östlich der großen Straßengabelung, die bei P. 333,0 der Karte 1:25000 = P. 335,9 der Grundkarte 1:5000 liegt (Bl. Dillenburg: R 34 4636, H 56 2109).
- Plattenkalksteinbruch (jetzt Omnibus-Garage) an der Straße Donsbach-Haiger am NW-Rand des Dorfes, Straße nach Haiger, 470 m sw. P. 453,9 (= Kornberg). Bl. Dillenburg: R 34 4574, H 56 2143.

Die auf S. 93 und Tab. 2 aufgeführten Fundschichten der Mittleren und Oberen Adorf-Stufe befinden sich an der nördlichen Straßenböschung, die sich direkt westlich an den Steinbruch anschließt.

Die auf S. 99 aufgeführte Baugrube mit den Conodonten der Unteren *dubia*-Zone liegt 80 m ESE der Omnibus-Garage, Bl. Dillenburg: R 35 4581, H 56 2139.

## 2. Geologische Lage

Der Gemeindesteinbruch Donsbach liegt am SE-Flügel des Donsbacher Sattels, der aus mitteldevonischen Diabasen, Schalsteinen und Diabas/Keratophyr-Mischtuffen aufgebaut ist. Das im Steinbruch und seiner nächsten Umgebung aufgeschlossene Profil (Abb. 1, Taf. 7) zeigt den Übergang von den vulkanischen Schichten des Donsbacher Sattels zu den oberdevonischen Sedimenten der Nanzenbacher Mulde, die sich nach SE anschließt (KEGEL 1934, S. 532, Abb. 1). Der 450 m ostnordöstlich vom Gemeindesteinbruch gelegene Fossilfundpunkt an der Straße Donsbach-Dillenburg (siehe Kapitel I, 1 b) befindet sich in gleicher geologisch-tektonischer Position. Er enthält jedoch nur einen kleinen, etwa 6 m mächtigen Ausschnitt des Profiles mit 12 Fundschichten der Oberen Adorf- und tiefen Nehden-Stufe. Die Aufschlüsse an der Straße Donsbach-Haiger, etwa 500 m nördlich vom Gemeindesteinbruch, gehören bereits dem NW-Flügel des Donsbacher Sattels an. Man kann hier von SE nach NW, also spiegelbildlich zu den Verhältnissen im Gemeindesteinbruch, die Schichtenfolge vom vulkanischen Mitteldevon des Sattels zu den oberdevonischen Sedimenten der Galgenberg-Mulde in etwas abgewandelter Fazies studieren (RABIEN 1959b, S. 263 bis 264).

## 3. Geologisch-paläontologische Erforschungsgeschichte

KAYSER und LOTZ (KAYSER 1907, S. 18–25, 79) bildeten bereits zwei Querprofile vom Donsbacher Sattel ab und beschrieben die Gesteinsfolge der Pinge „Bergmannsglück“ und der Plattenkalksteinbrüche nördlich und südwestlich von Donsbach. Durch *Manticoceras*-Funde in der Pinge „Bergmannsglück“ konnte nachgewiesen werden, daß die Kalkstein/Tonschiefer-Wechsellagerung im Hangenden des Roteisensteinlagers ein Zeitäquivalent des Adorfer Kalkes ist.

MATERN (1929, S. 88) veröffentlichte eine Ostracoden-Fauna, die aus dem Gemeindesteinbruch Donsbach stammt und deren Fundschicht er folgendermaßen bezeichnete: „Graugrüne, tuffige Schiefer im Hangenden der Buchenauer Kalke, to II“. Die MATERNsche Ostracoden-Liste vereinigt Ostracoden-Arten, die für die Mittlere bis Obere Adorf-Stufe und die Nehden-Stufe leitend sind. Auf Grund der Einstufung dieses Ostracoden-Horizontes in das Oberdevon II $\alpha$  glaubte MATERN (1931, S. 15, 23) annehmen zu können, daß in Donsbach die „Buchenauer Schichten“ den „höchsten Teil der Zone I( $\beta$ ) $\gamma$  und die gesamte Zone I $\delta$ “ umfassen, also „bis in den höchsten Teil der Adorf-Stufe“ hineinreichen. Unter „Buchenauer Schichten“ verstand er den Horizont der Plattenkalksteine mit den eingelagerten Tuff- und Tonschieferlagen. Eine bis zu 2 m mächtige Kalksteinbank, die nach seinen Beobachtungen (1927–1928) sich nach den Seiten verdünnte und etwa 20 m Durchmesser hatte, deutete er als autochthones Riff.

KEGEL (1932, S. 10–13; 1934, S. 533–539, Abb. 3) verdanken wir die erste genaue Aufnahme des Profiles vom Donsbacher Gemeindesteinbruch. Die Grenze Adorf-/Nehden-Stufe legte er in Übereinstimmung mit MATERN an die Basis der sogenannten „Primitiellen-Schicht“, mit der die grüngraue Tonschiefer-Folge oberhalb der Plattenkalksteine beginnt. Seine Untersuchungen ergaben bereits, daß die von MATERN zur Ostracoden-Gattung *Pri-*

*mitiella* gestellte Art *cicatricosa* massenhaft in den Schiefen über der obersten „Iberger Kalk“-Lage auftritt. Sie kommt jedoch nicht mehr in der etwa 3 m darüber befindlichen sogenannten „Primitiellen-Schicht“ vor, die durch die Arten *reichi*, *kegeli* und *intermedia* gekennzeichnet wird. Den Schieferhorizont mit *cicatricosa* stellte er in das Oberdevon I $\delta$ , die Schichten mit den Ostracoden der *reichi*-Gruppe in die untere Nehden-Stufe. Ebenfalls in die tiefe Nehden-Stufe ordnete er die Fundschicht mit *Primitia splendens* an der Straße Donsbach-Dillenburg ein (KEGEL 1934, S. 539; dieser Fundpunkt ist offenbar identisch mit dem oben im Kapitel I, 1 unter b) aufgeführten Vorkommen).

RABIEN (1954, S. 187–190) diskutierte ausführlich die Altersstellung der „Primitiellen-Schicht“ von Donsbach, da ihre Datierung bei der Beurteilung der oberen Lebensgrenze von 7 Ostracoden-Arten eine entscheidende Rolle spielte. Er gab folgende Einstufungen: Schichten mit *cicatricosa* = Mittlere Adorf-Stufe, „Primitiellen-Schicht“ = Obere Adorf-Stufe (*reichi*-Subzone) und Fundschicht mit *splendens* = höchster Teil der Oberen Adorf-Stufe (*splendens*-Subzone). Bei Neuaufsammlungen, die im Sommer 1954 mit WIEGEL durchgeführt wurden, konnte er bereits im Gelände erkennen, daß im Liegenden der *reichi*-Schichten auch in Donsbach der *materni*-Horizont auftritt. Er nahm an, daß es sich bei den beiden Leitarten *materni* und *reichi* „um zwei Stadien einer phyletischen Reihe handelt“ (RABIEN 1954, S. 194–195). Bei der Beschreibung der *barrandei*- bis *reichi*-Zone (damals noch als Subzonen bezeichnet) von Meschede ist bereits auf die detaillierte Zonenfolge in Donsbach verwiesen worden (RABIEN 1958, S. 172–174).

WIEGEL (1956, S. 46–53, Abb. 4, Taf. 2, Fig. 8) ging bei der Beschreibung der Adorf-Stufe mehrfach auf das Donsbacher Profil ein. Die stratigraphischen Grenzen wurden im Gemeindesteinbruch nach gemeinsamer Ortsbesichtigung im Sinne RABIENS gezogen. Schrumpfungsrisse in Plattenkalksteinlagen wurden als Auftauchmarken gedeutet.

KREBS und RABIEN führten in den Jahren 1957 und 1958 im Gemeindesteinbruch Donsbach, in der Pinge „Bergmannsglück“ und am Plattenkalksteinbruch nw. Donsbach neue Profilaufnahmen, Schürfungen und Fossilauflammlungen durch, die vor allem das Ziel hatten, die Plattenkalkstein-Folge mit Hilfe von Conodonten näher einzustufen und Ostracoden- und Conodonten-Chronologie miteinander zu parallelisieren.

Als erstes Ergebnis konnte KREBS (1958, S. 142; 1959b, S. 374–375) mitteilen, daß die Plattenkalkstein-Folge in der *dubia-rotundiloba*-Subzone (= Untere *dubia*-Zone sensu ZIEGLER 1962) einsetzt, also bereits im Oberdevon I $\alpha$  beginnt. Auf die Obergrenze der Tuffablagerungen innerhalb der Mittleren Adorf-Stufe wurde auch schon auf Grund der Ostracoden- und Conodonten-Bestimmungen eingegangen (KREBS 1958, S. 146). Die neuen biostratigraphischen Ergebnisse und faziellen Deutungen wurden zunächst am 27. 3. 1958 mit vorgetragen (RABIEN 1959a, S. 631–632) und dann am 2. 9. 1958 einem größeren Geologenkreis anläßlich der 110. Hauptversammlung der Deutsch. Geol. Ges. gezeigt (KREBS 1959a und RABIEN 1959b, S. 262–263).

KOCKEL (1958, S. 46–49, Abb. 17) führte in seinem Geologischen Führer den Donsbacher Gemeindesteinbruch auf und veröffentlichte eine Ansichtsskizze des Steinbruches von K. E. KOCH.

WALLISER (1958, S. 123) erwähnte im Zusammenhang mit dem Iberger Kalk-Vorkommen von Erdbach-Langenaubach die im Gemeindesteinbruch Donsbach vorhandene „Wechselagerung von Plattenkalken mit «Iberger Kalk»“.

KREBS (1960a, S. 218; 1960b, S. 30, 65–67, 102) gab auf Grund seiner Conodonten-Bestimmungen und RABIENScher Ostracoden-Untersuchungen weitere biostratigraphische und fazielle Hinweise über die hier behandelten Aufschlüsse: Gemeindesteinbruch Donsbach, Pinge „Bergmannsglück“ und Plattenkalkstein-Bruch (Omnibus Garage) an der Straße Donsbach-Haiger.

## II. Schichtenfolge

Die unten aufgeführten Profillisten geben vorwiegend eine einfache, im Gelände vorgenommene Gesteinsbeschreibung wieder. Nähere lithologische Details finden sich



im Kapitel IV. Bei den einzelnen Schichten sind die Proben verzeichnet, die auf Conodonten und Ostracoden untersucht wurden oder von denen Dünnschliffe hergestellt worden sind.

### 1. Gemeindesteinbruch Donsbach

Im Gemeindesteinbruch Donsbach und in seiner nächsten Umgebung wurde die Schichtenfolge des unteren Oberdevons in 5 Abschnitten, die sich zum Teil überdecken, aufgenommen (Abb. 1, Taf. 7). Im unteren Teil des Profiles, im Liegenden der im Steinbruch abgebauten Plattenkalksteine, sind etwa 10 m nicht aufgeschlossen. Die höchsten Schichten im Abschnitt 5 an der Grenze Adorf-/Nehden-Stufe sind durch einen Schurf freigelegt worden.

Durch einen inzwischen neu erfolgten Abbau der Plattenkalksteine im Gemeindesteinbruch Donsbach haben sich die Aufschlußverhältnisse im Abschnitt 2 gegenüber den Jahren 1957 und 1958 etwas verbessert.

Das tiefere Oberdevon im Gemeindesteinbruch Donsbach kann von unten nach oben in folgende petrographische Einheiten unterteilt werden:

- a) ca. 15 m mächtige Wechsellagerung von Tonschiefern, Tuffen, Tuffiten und gelegentlichen Kalkstein-Bänken (Abschnitt 1; Abschnitt 2, Schicht 1–4). Diese Ausbildung entspricht den Dillenburger Tuffen in der südwestlichen Dill-Mulde. An der Basis dieser Folge liegt über dem mitteldevonischen Schalstein ein geringmächtiger, vererzter Kalkstein, der eine Vertretung des Roteisenstein-Grenzlagers darstellt. Im höchsten Teil (Abschnitt 2, Schicht 3) ist ein ca. 1 m mächtiger, massiger, brekziöser Kalkstein mit Tuff-Fragmenten eingeschaltet („Iberger Kalk“). Diese unterste Folge ist auf Grund der Conodonten in das Oberdevon I $\alpha$  einzuordnen (vgl. S. 98–99).
- b) ca. 17 m plattige calcarenitische Kalksteine, denen dünne, grüngraue bis schwarze Tonschiefer-Lagen eingeschaltet sind (Abschnitt 2, Schicht 5–38; Abschnitt 3, Schicht 1–19). Im unteren Teil dieser Folge (ca. 2,5 m) sind zwischen den Kalkstein-Bänken noch einige Tuff-Schichten anzutreffen. Auch ein Teil der Kalksteine ist tuffitisch ausgebildet. In die Plattenkalkstein-Folge sind zwei ca. 2 m mächtige, dickbankige bis massige Kalkstein-Horizonte eingelagert, die aus größerem Riffschutt bestehen und in der Literatur als „Iberger Kalk“ (KEGEL 1934, S. 537) bezeichnet worden sind. In der Plattenkalkstein-Folge nehmen nach oben die Tonschiefer-Lagen allmählich zu (vgl. Taf. 7). Im höheren Teil der Folge sind den Plattenkalksteinen 5–10 cm mächtige Lagen und Linsen von schwarzen Hornsteinen eingelagert. Die Plattenkalkstein-Folge gehört nach Conodonten und Ostracoden in den unteren Teil der Mittleren Adorf-Stufe.
- c) ca. 4 m mächtige Kalkstein-Tonschiefer-Wechsellagerung (Abschnitt 3, Schicht 20 bis 36). Dieser Gesteinshorizont besteht aus graublauen bis grauschwarzen, dünnplattigen, meist calcilitischen Kalksteinen, die unten mit vorwiegend grüngrauen, oben mit überwiegend schwarzen, pyritreichen Tonschiefern wechsellagern. Im höheren Teil der Folge treten in den Kalksteinen dünne, schwarzgraue Hornstein-Lagen auf. Die obersten 1,5 bis 2 m, in denen die schwarzen Schiefer stark vorherrschen, bilden ein Äquivalent des Unteren Kellwasserkalk-Horizontes. Nach

Conodonten und Ostracoden ist die Kalkstein-Tonschiefer-Wechselagerung in die höhere Mittlere Adorf-Stufe einzustufen.

- d) ca. 8–9 m überwiegend grüngraue Tonschiefer (Abschnitt 5, Schicht 4–44). In den untersten 3 m treten noch dünne calcilitische Kalkstein-Bänke und -Lagen auf, während im höheren Teil der Tonschiefer-Folge nur gelegentlich dünne, stärker tonige, calcilitische Kalkstein-Lagen bzw. -Knollen vorkommen. Im höchsten Teil des Profils sind den grüngrauen Tonschiefern ca. 1,8 m dunkelgraue bis schwarze Tonschiefer eingeschaltet, die petrographisch den Tonschiefer-Zwischenmitteln des Oberen Kellwasserkalkes entsprechen. Nach Conodonten und Ostracoden gehört die Tonschiefer-Folge der Oberen Adorf-Stufe und der tiefsten Nehden-Stufe an.

Die Lage der Abschnitte 1–5 ist aus Abb. 1 ersichtlich. Die Zahlen geben die Mächtigkeit der einzelnen Schichten in cm an.

#### Abschnitt 1: NW-Profil

Hangendes: Zerrüttete und zersetzte grüngraue Tonschiefer.

- |     |        |   |
|-----|--------|---|
| 14. | ca. 20 | Tonschiefer, grüngrau, gebändert.   |
| 13. | 8      | Kalkstein, grau bis braungrau, unrein, dicht. Keine Conodonten (K 2).   |
| 12. | 10     | Wie Nr. 14.   |
| 11. | ca. 15 | Stark zersetzte, mürbe, rote Tonschiefer und violettgraue, mulmige Tuffe.   |
| 10. | 2      | Tuff, gelbbraun, feinkörnig, mürb.  |
| 9.  | ca. 15 | Tonschiefer, z. T. tuffitisch, rotviolett, feingebändert.   |
| 8.  | 15     | Tonschiefer, partienweise schwach eisenschüssig, rot, feingebändert.  |
| 7.  | 1      | Tuff, gelb, stark gebleicht, mulmig.  |
| 6.  | 2      | Tonschiefer, rot, mürb.   |
| 5.  | 5–7    | Kalkstein, dunkelrot, mit hellgrünen Bleichungsstellen, unrein, dicht. Petrograph. Probe: Ra 284, Schliff 4499. Keine Conodonten (K 1). |
| 4.  | 5      | Tonschiefer, schmutzigrot.  |
| 3.  | 5      | Tuff, graurot, feinkörnig, nach oben gebändert, fest.   |
| 2.  | 8      | Tonschiefer, stellenweise schwach vererzt, rotbraun.  |
| 1.  | 20     | Kalkstein, eisenschüssig, dunkelrot, unrein, dicht. Partienweise an der Basis schwach vererzt und in unreinen Roteisenstein übergehend. |

Liegendes: Grünvioletter, mürber und zersetzter mitteldevonischer Schalestein.

#### Abschnitt 2: W-Profil

Hangendes (Nr. 39, bis 80 cm aufgeschlossen): Grüngraue, z. T. gebänderte Tonschiefer mit *Bertillonella (Rabienella) cicatricosa* (MATERN) und *Entomozoe (N.) pseudorichterina* (MATERN). Proben: 5215/156–158.

- |     |         |  |
|-----|---------|--|
| 38. | 100–190 | Kalkstein, graublau, massig, mit stark brekziösen Lagen und Brocken, sehr vereinzelt mit Querschnitten von Korallen und Stromatoporen. „Iberger Kalk“.   |
| 37. | 135–150 | Kalkstein, graublau, dünnplattig, in bis 7 cm dicken Bänken mit grüngrauen und grauschwarzen Tonschiefer-Bestegen. Nach unten grauschwarze Tonschiefer vorherrschend. Ab 70 cm ü. d. Lgd. Kalksteine dickbankiger werdend und Schieferlagen zurücktretend. |
| 36. | 10–40   | Tuff, gelb bis gelbgrau, feinstkörnig, geschichtet, mürbe, z. T. mulmig zerfallend.  |
| 35. | 100     | Kalkstein, graublau, plattige Bänke bis max. 10 cm mächtig, mit vereinzelt dünnen Tonschiefer-Zwischenlagen. Aus der obersten Bank Conodonten-Proben: K 6, K 7. Petrograph. Probe: Ra 283, Schliff 4498.   |

34. 15 Kalkstein mit Conodonten, graublau, plattig, nach oben in 5 cm starke Hornstein-Lage übergehend. Petrograph. Probe: Ra 282b, Schliff 6630.
33. 3 Tonschiefer, grüngrau und grauschwarz, feingebändert.
32. 40 Kalkstein, graublau, plattig, zuunterst mit dünner, grauschwarzer Hornstein-Lage.
31. 3—5 Tonschiefer, grüngrau und grauschwarz, feingebändert.
30. 40 Kalkstein, graublau, plattig, zuunterst mit dünner, grauschwarzer Hornstein-Lage.
29. 5 Tonschiefer, schwarz bis schwarzgrau.
28. 35 Kalkstein, graublau, plattig, zuunterst mit dünnen, schwarzen Tonschiefer-Lagen.
27. 75 Kalkstein, graublau, dickbankig bis undeutlich gebankt.
26. 10 Tonschiefer, grüngrau und schwarz, gebändert mit Styliolinen (5215/152—155).
25. 100 Kalkstein, graublau, plattig, unten mit einigen grüngrauen und schwarzen Tonschiefer-Einlagerungen sowie einigen Tuff-Lagen. In der Mitte 45 cm mächtiger, hellgraublauer, dickbankiger Kalkstein.
24. 150—220 Kalkstein, graublau, massig, brekziös mit Korallen- und Stromatoporen-Resten. „Iberger Kalk“.
23. 30 Kalkstein, graublau, plattig, in der Mitte grünelbe, tuffitische Tonschiefer mit Kalkstein-Bändchen eingelagert. In der tiefsten Lage Conodonten-Probe: 856.
22. 18 Tonschiefer, grüngrau und schwarz, pyrithaltig. Conodonten auf Schichtflächen.
21. 80 Kalkstein, graublau, plattig, im Streichen in dickbankigen Kalkstein übergehend.
20. 1—5 Tonschiefer, grüngrau.
19. 20 Kalkstein, graublau, plattig.
18. 5 Tonschiefer, graugrün.
17. 65 Kalkstein, graublau, plattig, mit sehr dünnen Tonschiefer-Bändchen. Basis: Conodonten-Probe: 855.
16. 10—15 Tonschiefer, grüngrau und schwarz. Conodonten auf Schichtflächen.
15. 15 Kalkstein, graublau, plattig, in der Mitte tuffitische Lage mit Tuff-Fragmenten? Petrograph. Probe: Ra 282a, Schliffe 4496 und 4497.
14. 5 Tonschiefer, grüngrau und schwarzgrau.
13. 110 Kalkstein, graublau, unten dickbankig und massig, oben dünnplattig mit dünnen graugrünen Tonschiefer-Lagen.
12. ca. 5 Verruschelte graugrüne und schwarzgraue Tonschiefer.
11. ca. 250 Kalkstein, graublau, plattig bis dickbankig, bis 120 cm ü. d. Lgd. dünne graugelbe Tuff-Tuffit-Lagen eingeschaltet. Im oberen Drittel ca. 20 cm mächtige, hellgraublaue, grobkörnige Kalkstein-Bank. Serie spezialgefaltet. 70 cm ü. d. Lgd. Conodonten-Probe: 854.
10. 30 Tuff, graugelb, feinkörnig, geschichtet, mit vereinzelt schwachrötlich-grauen bis blaugrauen Kalkstein-Lagen und -Linsen. Petrograph. Probe: Ra 280, Schliff 4494.
9. 30 Kalkstein, graublau.
8. 30 Tuff, graugelb, feinkörnig, kalkig, gebankt. Petrograph. Probe: Ra 281, Schliff 4495.
7. 20 Kalkstein, graublau, nach unten dünnplattiger, fast dicht. Conodontenprobe: K 5.
6. 10 Tonschiefer, olivgelb mit feinen Tuff-Tuffit-Lagen, oben mit dünner, graublauer Kalkstein-Lage.
5. 30—35 Kalkstein, tuffitisch, graublau, bankig. Petrograph. Probe: Ra 279, Schliff 4493.

4. 110 Tuff, gelbgrau, unten undeutlich gebankt, oben geschichtet, feinkörnig, kalkig, mit kleinen Kalkstein-Brocken.
3. 90–150 Kalkstein, blaugrau, teils massig, teils brekziös, grobkörnig. In brekziösen Partien kantengerundete Tuff-Fragmente, Tonschiefer- und Tuffit-Brocken und Korallen. „Iberger Kalk“.
2. 110 Tuff, kalkig, gelbgrau, feinst- bis feinkörnig, massig, mit Kalk-Brocken und vielen Fossil-Resten. *Atrypa* sp. aus der Gruppe der *Atrypa reticularis* (LIN.), det. STRUVE. *Pterorrhiza* sp. [früher *Macgeea*], det. BIRENHEIDE. (5215/146–151). „*Atrypa*-Bank“ KEGELS. Petrograph. Probe: Rb 699a, Schliff 6645.
1. 25 Kalkstein, graublau bis rötlichgrau, bankig. Conodonten-Proben: K 3, K 4. Petrograph. Probe: Ra 278, Schliff 4492.

Liegendes: Graugelber, feinst- bis feinkörniger Tuff.

### Abschnitt 3: E-Profil

61. über 30 Tonschiefer, grüngrau bis grauschwarz, mit karbonatischen, braun-  
verwitternden Feinschichten, die zahlreiche Tentaculiten- und Ostra-  
coden-Reste enthalten (5215/312–321).
60. bis 6 Kalkstein, blau- bis grüngrau, linsig, tonig, Hauptmenge des Karbona-  
tes organogen, detritische Quarzkörner 0,01–0,04 mm  $\varnothing$ , Glimmer  
selten (Ra 453, Schliff 6632). In brauner Verwitterungs-Rinde zahl-  
reiche Tentaculiten und Ostracoden sichtbar (5215/311/1–2). Conodon-  
ten seltener (K 17, K 18).
59. 4 Tonschiefer, graugrün.
58. 6 Tonschiefer, schwarz, feinschichtig.
57. 6 Tonschiefer, graugrün. Ostracoden (5215/310).
56. 1 Kalkstein, unrein, braun verwittert.
55. 1 Tonschiefer, graugrün.
54. 5 Tonschiefer, schwarz, feinschichtig.
53. 7 Tonschiefer, graugrün, zahlreiche Ostracoden im Grenzbereich 52/53  
(5215/303–309).
52. 3 Tonschiefer, schwarz, feinschichtig.
51. 47 Tonschiefer, graugrün, gelblich bis braunfleckig verwitternd, karbona-  
tisch, feinglimmerig (vorwiegend Biotit), klastischer Quarz überwiegend  
0,01–0,04 mm  $\varnothing$ . Karbonat als calcitischer Mikrofossil-Detritus und  
Zement zwischen den klastischen Körnern. Verhältnis Quarz und  
Glimmer zu Karbonat z. T. etwa 50:50 (Mergelschiefer). Bis 1 cm mächt-  
ige, braun verwitterte Karbonat-Lagen. Vom unteren Teil der Schicht  
51 petrograph. Probe: Ra 0160a, Schliffe 6624, 6625. 19 Fundschichten  
mit Tentaculiten und Ostracoden, 1 Trilobit (5215/272–302).
50. 3 Tonschiefer, schwarz, feinschichtig.
49. 5–6 Tonschiefer, graugrün, gelbgrün bis braunfleckig verwitternd, fein-  
glimmerig. Ostracoden und Tentaculiten (5215/271a–e).
48. 3–4 Tonschiefer, schwarz, feinschichtig.
47. 32–35 Tonschiefer, graugrün, gelbgrün bis bräunlich verwitternd, karbona-  
tisch, feinschichtig. Bei +15 cm und an Basis 1 cm mächtige Kalk-  
stein-Lagen, braun verwittert, unrein. 64 Fundschichten mit zahlreichen  
Ostracoden und Tentaculiten, Crinoiden, 4 Trilobiten (5215/232–270).
46. 4 Tonschiefer, schwarz, feinschichtig.
45. 6–7 Tonschiefer, graugrün, gelbbraun verwitternd, karbonatisch. 5 Fund-  
schichten mit zahlreichen Ostracoden und Tentaculiten, 1 Trilobit  
(5215/222–231).
44. 2 Kalkstein, linsig, völlig braun verwittert. Ostracoden- und Tentaculi-  
ten-Reste (5215/229a/u).

43. 1 Tonschiefer, graugrün.
42. 3—4 Tonschiefer, schwarz, feinschichtig.
41. 6 Tonschiefer, graugrün, gelbgrün bis bräunlich verwitternd. 3 Fundschichten mit zahlreichen Ostracoden und Tentaculiten sowie 3 Trilobiten (5215/200—221).
40. 1 Kalkstein, linsig, braun verwittert. Zahlreiche Ostracoden und Tentaculiten (5215/195—199).
39. 1 Tonschiefer, graugrün bis gelbgrün.
38. 3—4 Tonschiefer, schwarz, feinschichtig.
37. 3 Tonschiefer, graugrün bis gelbgrün, bräunlich verwitternd, karbonatisch. Zahlreiche Ostracoden, Tentaculiten, 1 Trilobit (5215/192—194).
36. 3—4 Kalkstein, dunkelgraublau. Proben: Conodonten: K15, K16; Ostracoden: 5215/190—191; petrograph. Probe: Ra 92, Schliff 3135.
35. 3 Tonschiefer, gelbgrün mit dünnen graugrünen Kalkstein-Linsen. Ostracoden und Tentaculiten (5215/187—189).
34. 8 Tonschiefer, schwarz, feinschichtig mit dünnen Kalkstein- und Hornstein-Lagen. Petrograph. Proben: Ra 276—277, Schliffe 4491, 6629.
33. 2 Tonschiefer, gelbgrün.
32. 10 Kalkstein, schwarzgrau bis graublau, gebändert. Conodonten-Probe: K14.
31. 10 Tonschiefer, schwarz, schwach kieselig. Petrograph. Probe: Ra 275, Schliff 4490.
30. 6—10 Kalkstein, blaugrau. Conodonten-Probe: K13.
29. 8—12 Tonschiefer, schwarz, braun verwitternd, schwach bituminös, Pyrit führend mit dünnschichtigen, schwarzgrauen Kalkstein-Lagen.
28. 10 Hornstein, grauschwarz, im Fortstreichen in graublauen Kalkstein mit Hornstein-Lagen übergehend. Petrograph. Proben: Ra 286, 287, Schliff 4502.
27. 20 Tonschiefer, grauschwarz, braun verwitternd, Pyrit führend.
26. 20 Kalkstein, grauschwarz, feinkristallin, dünnplattig, in Wechsellagerung mit schwarzgrauen, Pyrit führenden Tonschiefern. Oben Conodonten-Probe: K12. Zahlreiche Ostracoden (5215/175—186). Petrograph. Probe: Rb 648, Schliff 6644.
25. 60 Kalkstein, schwarzgrau bis blaugrau, dickbankig. In der Mitte ca. 20 cm mächtige Wechsellagerung von schwarzgrauen, schwach bituminösen, dünnplattigen Kalksteinen mit schwarzen Hornstein-Lagen und schwarzgrauen Tonschiefern. Conodonten-Proben: 494, K11. Petrograph. Proben: Ra 285—286, Schliffe 4500, 4501.
24. 45 Tonschiefer, grauschwarz, braun verwitternd, Pyrit führend. 15 cm unter der Obergrenze ca. 3 cm mächtige grauschwarze Kalkstein-Lage.
23. 15 Tonschiefer, grüngrau, gelblichgrün verwitternd, mit ca. 2—3 cm mächtigen, graublauen, dünnplattigen Kalkstein-Lagen. 10 cm über der Untergrenze Conodonten-Probe: K10.
22. 25 Kalkstein, graublau, plattig. Conodonten-Probe: 493.
21. 150 Tonschiefer, grüngrau, gelblichgrün verwitternd, mit dünnen schwarzen Tonschiefer-Lagen. Etwa 5 cm über der Untergrenze graugrüne bis graue, dichte Kalkstein-Knollen, teilweise in dünne Kalkstein-Bank übergehend. 50 und 105 cm über der Untergrenze vereinzelt Kalkstein-Knollen und -Lagen. Mehrere Fundschichten mit Ostracoden und Conodonten: 5215/167—174. Conodonten-Probe: 492.
20. 8 Kalkstein, blaugrau, braungrau verwitternd. Conodonten-Probe: K9.
19. 140—270 Kalkstein, graublau, dicht bis feinkörnig, partienweise stark brekziös, besonders in dem höchsten Teil der Bank Kalkstein-Brocken durch Rutschung verstellt. In den tieferen Partien teilweise gelänkt. Ober-

- ster „Iberger Kalk“. *Manticoceras cordatum* (SANDBERGER), det. WALLISER (5215/166).
18. ca. 150 Tonschiefer, grüngrau, gelblichgrün verwitternd. Zuunterst einige ca. 2–3 cm mächtige graue Kalkstein-Lagen und etwa 3 cm mächtige grauschwarze Hornstein-Bänkchen. Etwa 90 cm über der Untergrenze 10–15 cm mächtige brekziös aufgelöste Kalkstein-Lage, die bis 5 cm ausdünn. Conodonten-Probe: K 8. Massenhaft Styliolinen, seltener Ostracoden und Tentaculiten (5215/159–165).
17. 60 Kalkstein, graublau, plattig, mit ca. 7 cm mächtigen Bänken. Nach oben bis 4 cm mächtige graugrüne Tonschiefer-Lagen eingeschaltet.
16. 130 Tonschiefer, graugrün in inniger Wechsellagerung mit graublauen, dünn-schichtigen bis dünnplattigen, bis 4 cm mächtigen Kalkstein-Bänkchen und einigen dunkelgrauen Hornstein-Lagen.
15. 60 Kalkstein, graublau, dünn-schichtig bis dünnplattig. Nach oben werden die Kalkstein-Bänke dünner; es schalten sich zunehmend grüngraue Tonschiefer-Lagen und einzelne dunkelgraue Hornstein-Lagen ein.
14. 4–8 Hornstein, schwarzgrau.
13. 5 Tonschiefer, graugrün.
12. 15 Kalkstein, blaugrau, plattig, unten mit dünner dunkelgrauer Hornstein-Lage. An der Basis dünne graugrüne Tonschiefer-Lage.
11. 15 Kalkstein, blaugrau, plattig, unten mit Hornstein-Lage.
10. 5 Tonschiefer, grüngrau mit dünn-schichtigen grauen Kalkstein-Lagen.
9. 20 Kalkstein, blaugrau, plattig, unten mit Hornstein-Lage.
8. 5 Tonschiefer, grüngrau mit dünner grauer Kalkstein-Lage.
7. 13 Kalkstein, blaugrau, plattig.
6. 5 Tonschiefer, grüngrau, mit dünner grauer Kalkstein-Lage.
5. 40 Kalkstein, graublau, plattig mit dünnen graugelben und graugrünen Tonschiefer-Lagen.
4. 30 Kalkstein, blaugrau, plattig.
3. 50 Tonschiefer, grüngrau mit eingelagerten dünnen grauen Kalkstein-Lagen.
2. 110 Kalkstein, graublau, plattig, teilweise tuffitisch, eingelagert sehr dünne, braungelbe, feinstkörnige Tuff-Lagen und -Bänder. Im unteren Teil Pyrit-Linse. Ganze Folge spezialgefaltet.
- Liegendes (Nr. 1): Mindestens 100 cm Kalkstein, graublau, massig, „Iberger Kalk“.

#### Abschnitt 4: E-Profil

- Hangendes (Nr. 15): Tonschiefer, schwarz, feinschichtig. Massenhaft Ostracoden und Tentaculiten, 3 Anaptychen (5215/356–361). Schicht 15 ist ein Äquivalent von Abschnitt 3, Schicht 52 und Abschnitt 5, Schicht 17.
14. 50 Tonschiefer, graugrün. 22 Fundschichten mit zahlreichen Ostracoden und Tentaculiten (5215/330–355).
13. 3 Tonschiefer, schwarz, feinschichtig.
12. 6 Tonschiefer, graugrün.
11. 3–4 Tonschiefer, schwarz, feinschichtig.
10. 25 Tonschiefer, graugrün. 4 Fundschichten mit zahlreichen Ostracoden und Tentaculiten, 2 Trilobiten (5215/322–329).
9. 2–3 Tonschiefer, schwarz, feinschichtig.
8. 45 Tonschiefer, graugrün mit einigen völlig verwitterten dünnen Kalksteinbänkchen und verruschelten schwarzen Tonschieferlagen.
7. 10 Kalkstein, dunkel-blaugrau, feinkörnig, gebändert; Äquivalent von Abschnitt 3, Schicht 32 und der 4,5 m südlich gelegenen Schicht 1 von Abschnitt 5. Conodonten-Probe: 496.

- 6—4. 35 Tonschiefer, schwarz, bräunlich verwitternd mit dünnen kieseligen und karbonatischen Lagen. In der Mitte schwarzblaue Kalksteinbank von unregelmäßiger Mächtigkeit (Nr. 5). Daraus Conodonten-Probe: K 19.
3. 10 Kalkstein, dunkel-blaugrau, feinkörnig, 2 Lagen mit schwarzbrauner Schieferzwischenlage. Conodonten-Probe: 495.
2. 25 Tonschiefer, schwarz bis braungrau mit dünnen dunkel-blaugrauen Kalksteinlagen unregelmäßiger Mächtigkeit.
- Liegendes (Nr. 1): Über 30 cm Kalkstein, dunkel-blaugrau, plattig bis dünn-schichtig mit dünnen dunklen Tonschieferlagen.

## Abschnitt 5: E-Profil

- Hangendes (Nr. 44): Über 200 cm Tonschiefer, graugrün, karbonatfrei, glimmerreich. Eine Kalksteinlinse bei +15 cm ohne Conodonten (K 93). Petrograph. Probe: Rb. 0180, Schliff 6635. 14 Fundschichten mit zahlreichen Ostracoden und einigen Conodonten (Rb. 0178—0192, 637—643).
43. 180 Tonschiefer, schwarzbraun, sehr mürbe, stark verwittert, ähnlich den Schieferzwischenmitteln in den Kellwasserkalk-Horizonten. Ostracoden-Proben bei +20 cm: 5215/528—530.
42. 120 Tonschiefer, graugrün, untergeordnet grünschwarz, gelblich verwitternd, feinschichtig, glimmerreich, karbonatfrei. 10 Fundschichten mit Ostracoden, Tentaculiten und Conodonten (5215/473—527). Petrograph. Proben bei +35 cm (Rb. 617, Schliff 6642) und bei +90 cm (Rb. 622, Schliff 6643).
41. 130 Tonschiefer, dunkelgrau bis grüngrau, feinschichtig, glimmerreich, karbonathaltig mit dünnen, maximal 1—2 cm mächtigen, unreinen Kalksteinlagen bei +12, +18 und +35 cm. 14 Fundschichten mit zahlreichen Ostracoden und Tentaculiten (5215/442—472). Conodonten-Proben bei +18 cm: K 25, Nr. 497. Petrograph. Probe bei +49 cm: Rb. 560 a, Schliff 6640.
40. 2 Kalkstein, blaugrau, tonig.
39. 10 Tonschiefer, schwarzgrau bis dunkel-grüngrau mit zahlreichen Ostracoden.
38. 2 Kalkstein, braun-mulmig verwittert mit massenhaft Ostracoden.
37. 7 Tonschiefer, schwarzgrau bis dunkel-grüngrau.
36. 4 Tonschiefer, grüngrau, karbonatisch.
35. 1 Kalkstein, tonig, blau- bis grünblau, zahlreiche Ostracoden und Tentaculiten (5215/441), keine Conodonten (K 91).
34. 4 Tonschiefer, graugrün, in der Mitte 2 cm schwarz, feinschichtig. An der Basis zahlreiche Ostracoden und Tentaculiten (5215/439—440).
33. 25 Tonschiefer, grüngrau, gebändert durch karbonatische Feinschichten und einige 0,5 bis 2 cm dicke, unreine blaugraue Kalksteinlagen mit viel Mikrofossil-Detritus. 3 Fundschichten mit zahlreichen Ostracoden und Tentaculiten, 1 Trilobit (5215/431—438). Petrograph. Proben: Rb. 527, Schliff 6640 und Ra. 274 b, Schliff 4489.
32. 5 Tonschiefer, graugrün, gelblich verwitternd. Zahlreiche Ostracoden (5215/423—430).
31. 8 Tonschiefer, schwarz, feinschichtig.
30. 9 Tonschiefer, graugrün, lagenweise massenhaft Ostracoden.
29. 8 Tonschiefer, schwarz, feinschichtig.
28. 8 Tonschiefer, graugrün, mit karbonatischen Feinschichten, die massenhaft Mikrofossilreste, vorwiegend Ostracoden führen und bräunlich verwittern. Petrograph. Probe: Rb. 0170, Schliff 6634. An der Basis linsenförmige Kalksteinbänder, 1—2 cm mächtig.
27. 4 Tonschiefer, grüngrau. An der Basis zahlreiche Ostracoden und Tentaculiten (5215/418—422).

26. 1 Kalkstein, unrein, linsig, frisch blaugrau. Keine Conodonten (K 24).  
 25. 4 Tonschiefer, graugrün.  
 24. 2 Kalkstein, völlig verwittert, brauner Mulm.  
 23. 12 Tonschiefer, graugrün.  
 22. 6 Tonschiefer, schwarz, feinschichtig.  
 21. 6 Tonschiefer, grüngrau, karbonatische Feinschichten braun verwittert. Massenhaft Ostracoden.  
 20. 4 Tonschiefer, schwarz, feinschichtig.  
 19. 4—5 Tonschiefer, graugrün, zahlreiche Ostracoden und Tentaculiten (5215/416b—417d).  
 18. 2—3 Kalkstein, blaugrau bis grüngrau, braun verwitternd, sehr feinkörnig, aus organogenem Detritus bestehend (Rb. 524b, Schliff 6639). Massenhaft Ostracoden und Tentaculiten (5215/416a). Keine Conodonten (K 23).  
 17. 3—4 Tonschiefer, schwarz, feinschichtig.  
 16. 49 Tonschiefer, graugrün, gelblich-grün verwitternd mit fossilreichen karbonatischen Feinschichten, die bräunlich verwittern. Bei +22—23 cm schwarzer feinschichtiger Tonschiefer. Bei +1 und +15 cm Lagen von Kalkstein: 0,5 bis 1 cm mächtig, unrein, tonig, vorwiegend aus organogenem Detritus bestehend, untergeordnet Quarz und Glimmer. Petrograph. Proben: Rb. 517b, c, 540a, Schliff 6637, 6638. 37 Fundschichten mit massenhaft Ostracoden und Tentaculiten, Conodonten, Trilobiten und Crinoidenstielglieder selten (5215/374—415).  
 15. 3 Tonschiefer, schwarz, feinschichtig.  
 14. 6 Tonschiefer, graugrün.  
 13. 3 Tonschiefer, schwarz, feinschichtig.  
 12. 24 Tonschiefer, graugrün, mit karbonatischen, organogenen Detritus enthaltenden Feinschichten, gelbgrün bis braun verwitternd. An der Basis linsiger etwa 1 cm mächtiger blaugrauer Kalkstein mit Conodonten (K 26). 13 Fundschichten mit massenhaft Ostracoden und Tentaculiten (5215/363—373). Petrograph. Probe: Ra. 273, Rb. 0166, Schliff 6633.  
 11. 2—3 Tonschiefer, schwarz, feinschichtig.  
 10. 10 Tonschiefer, graugrün, gelbgrün verwitternd.  
 9. 3 Tonschiefer, schwarz, feinschichtig.  
 8. 3—4 Tonschiefer, graugrün, gelbgrün verwitternd.  
 7. 2—3 Kalkstein, blaugrau, dicht. Conodonten-Proben: K 22, K 90.  
 6. 5—6 Tonschiefer, schwarz, feinschichtig. Einlagerung von gröberklastischen, aus organogenem Detritus bestehenden karbonatischen Feinschichten und dünnen, blauschwarzen Kalksteinlagen oder -linsen. Petrograph. Probe: Ra. 271b, Schliff 6628.  
 5. 3—4 Kalkstein, dunkel-blaugrau, feinkörnig. Conodonten-Proben: K 21, K 89.  
 4. 8—9 Tonschiefer, graugrün, gelblich verwitternd mit flachen, 0,5 cm mächtigen Kalksteinlinsen. In der Mitte 3 cm schwarze, feinschichtige Tonschiefer.  
 3. 8 Kalkstein, blaugrau, feinkörnig, flaseriges Gefüge. Conodonten-Proben: K 20, K 88.  
 2. 7—8 Ton- und Mergelschiefer, schwarz, kieselig-dolomitisch, plattig. Petrograph. Probe: Ra. 271a, Schliff 6627.  
 1. 10—12 Kalkstein, dunkel-blaugrau, tonig, feinkörnig, aus organogenem Detritus bestehend, besonders im oberen Teil durch feine Tonhäute gebändert, flaserig; unregelmäßig gewellte Ober- und Unterseite. Ostracoden, Tentaculiten und kleine, dünnschalige Brachiopoden enthaltend (5215/362). Petrograph. Proben: Ra. 270a und b, Schliffe 4488, 6626.

Liegendes: Schwarzer Tonschiefer, Äquivalent von Abschnitt 4, Schicht 6.



## 2. Pinge „Bergmannsglück“

Die Pinge „Bergmannsglück“ ist nur etwa 150 m vom Gemeindesteinbruch Donsbach entfernt (Abb. 1, S. 78). Sie liegt in einem schmalen, nach NW fallenden Oberdevon-Streifen, der sich im Scheitel des Donsbacher Sattels vom Donsbach-Tal bis zum SW-Ende des Sattels im Schlafgrund verfolgen läßt. Die tektonischen Verhältnisse, besonders was die NW-Begrenzung dieser schmalen Oberdevon-Scholle gegen den mitteldevonischen Schalstein anbelangt, sind bis heute unklar (vgl. KAYSER 1907, S. 20, Profil 2, S. 79, Fig. 12; WIEGEL 1956, S. 114–115).

LOTZ (in KAYSER 1907, S. 19–20) gab das erste geologische Profil der Pinge „Bergmannsglück“. Seine *Manticoceras*-Fundschieht dürfte im Niveau der Schicht 7 unserer neuen Aufnahme gelegen haben (siehe unten). Das Profil dieser Pinge ist deswegen besonders bemerkenswert, weil es in seiner Mächtigkeit und Fazies so stark von der Schichtenfolge im benachbarten Gemeindesteinbruch abweicht (Abb. 3, S. 110–115).

Hangendes: (Nr. 11): Über 100 cm Tonschiefer, graugrün, gelblich verwitternd, besonders in den unteren 15 cm stark zersetzt. Von + 15 cm bis Aufschlußende massenhaft Ostracoden und Tentaculiten der Ob. Adorf-Stufe, *splendens*-Zone.

- |     |         |  |
|-----|---------|--|
| 10. | 25      | Tonschiefer, braunschwarz, völlig zersetzt, weich.   |
| 9.  | 6       | Lehm, rotbraun, Störungszone?  |
| 8.  | 24–27   | Tonschiefer, braunschwarz mit einigen dünnen, schwarzen oder dunkelblauen Kalksteinlagen. Bei + 7 cm über Basis bis 4 cm mächtige Linsen von schwarzem Kalkstein: Unterer Kellwasserkalk mit <i>Entomoprimitia (E.) nitida</i> (F. A. ROEMER) und <i>Homoctenus tenuicinctus</i> (F. A. ROEMER). Im Tonschiefer nur sehr schlecht erhaltene Reste von Tentaculiten und Ostracoden. |
| 7.  | 15      | Kalkstein, grau bis blaugrau, dicht bis feinkörnig, stellenweise schwach gemasert. Teilweise auf Klüften schwarzer Belag. Undeutliche Goniatiten-Reste, <i>Buchiola</i> sp. und bisher nicht bestimmbare Ostracoden-Steinkerne und -Abdrücke.  |
| 6.  | etwa 50 | Tonschiefer, graugrün. Bis 20 cm unter Schicht 7 <i>Bertillonella (Rabienella) cicatricosa</i> festgestellt: Mittl. Adorf-Stufe, <i>cicatricosa</i> -Zone.   |
| 5.  | etwa 50 | Kalkstein, grau, körnig, detritisch, z. T. brekziös, vom Typ des „Iberger Kalkes“, Conodonten-Probe: K 60, s. S. 104, Untere <i>gigas</i> -Zone.   |
| 4.  | 30      | Tonschiefer, graugrün, gelblich verwitternd mit einigen 1 bis 6 cm mächtigen, grünlichgrauen bis blaugrauen, dichten, tonigen Kalkstein-Bänken. Ostracoden und Tentaculiten der <i>cicatricosa</i> -Zone.  |
| 3.  | 30      | Tonschiefer, graugrün, gelbgrüngrau verwitternd. Einlagerung von 3 dünnen Kalksteinbänken, linsig, 2–3 cm mächtig. <i>Bertillonella (Rabienella) cicatricosa</i> , Tentaculiten und Styliolinen. Mittl. Adorf-Stufe, <i>cicatricosa</i> -Zone.   |
| 2.  | 30      | Kalkstein, blaugrau bis grünlichgrau, unten feinkörnig, oben dicht und stärker tonig. Von der Basis Conodonten-Probe: 644, s. S. 99, <i>Ancyrognathus triangularis</i> -Zone.  |
| 1.  | 150     | Roteisenstein, bankig, oberste 7 cm gut geschichtet und in vererzten Tonschiefer übergehend.   |

Liegendes: Mitteldevonischer Schalstein. Die Grenze Roteisenstein/mitteldevonischer Schalstein ist heute in der Pinge verschüttet.

### III. Biostratigraphie und Chronologie

#### 1. Cephalopoden

LOTZ fand bereits im Profil der Pinge „Bergmannsglück“ Goniatiten, die eine Bestimmung als *Manticoceras* zuließen (KAYSER 1907, S.19). Dazu tritt jetzt im Gemeindesteinbruch (Abschnitt 3, Schicht 19) ein *Manticoceras cordatum* (SANDBERGER) det. WALLISER. Diese Goniatiten-Art gestattet zwar entgegen der ursprünglichen Annahme WEDEKINDS keine orthochronologische Einordnung der Fundschicht in eine bestimmte Zone der *Manticoceras*-Stufe; *Manticoceras cordatum* tritt jedoch besonders häufig im höheren Teil der Zone I ( $\beta$ )  $\gamma$  auf (MATERN 1931, S.60). Das stimmt gut überein mit der stratigraphischen Lage der Fundschicht im höheren Teil der Mittleren Adorf-Stufe, was durch die Conodonten- und Ostracoden-Fundschichten im Liegenden und Hangenden der Kalksteinbank Nr.19 bewiesen wird. Außerdem wurden noch mehrere Anaptychen in einer Schwarzschieferlage der Oberen Adorf-Stufe, *reichi*-Zone, gefunden (Abschn. 3, Schicht 52; Abschn. 4, Schicht 15).

#### 2. Trilobiten

KEGEL (1934, S.539) fand *Phacops (Cryphops) cryptophthalmus* (EMMERICH) in den grüngrauen Schiefeln im Hangenden der Plattenkalksteine. Diese Trilobiten-Art sollte nach damaliger Kenntnis beweisen, daß die Fundschicht bereits der Nehden-Stufe angehört. Inzwischen konnte jedoch festgestellt werden, daß sowohl *Cryphops cryptophthalmus* als auch andere Trilobiten-Arten, deren Lebenszeiten erst im Oberdevon II beginnen sollten, bereits in verschiedenen Zonen der Adorf-Stufe einsetzen (RABIEN 1954, S.188, 277; 1956a, S.16). Im Gemeindesteinbruch konnten jetzt aus den Schiefeln der Oberen Adorf-Stufe (*barrandei*-Zone bis *reichi/splendens*-Interregnum) 20 Phacopiden, davon zwei in SALTERScher Einbettung, geborgen werden. Zur Zonengliederung können diese Trilobiten noch nicht herangezogen werden. Ihre Bearbeitung soll daher auch erst zusammen mit den Trilobiten-Funden aus anderen Profilen der Dillmulde erfolgen, um zu sehen, wie weit das Einsetzen der verschiedenen Arten innerhalb der Adorf-Stufe Zeitmarken liefern kann, die vielleicht stratigraphisch brauchbar sind.

#### 3. Sonstige Makrofossilien

KAYSER (1907, S.21) erwähnte zuerst, daß die „Iberger Kalk“-Bänke im Gemeindesteinbruch Donsbach „schlecht erhaltene Stromatoporen, Korallen und indifferente Brachiopoden (*Atrypa reticularis*) führen“. KEGEL (1934, S.537) entdeckte sodann im Liegenden der Kalksteinfolge die sogenannte „*Atrypa*-Bank“ (= Abschn. 2, Schicht 2), aus der er das häufige Vorkommen von *Atrypa reticularis* meldete. Die neuen Aufsammlungen aus dieser Schicht lassen nach STRUVE (1958) heute nur folgende Bestimmung zu: *Atrypa* sp. aus der Gruppe der *Atrypa reticularis* (LIN.). Zwei Korallen aus der gleichen Fundschicht bestimmte BIRENHEIDE als *Pterorrhiza* sp. (früher *Macgeea*). Dieser karbonatreiche, biofaziell durch Brachiopoden und Korallen gekennzeichnete Tuff-Horizont der Unteren Adorf-Stufe ist von Donsbach bis

nördlich Dillenburg an verschiedenen Stellen von KAYSER, KEGEL und den Verfassern angetroffen worden (KAYSER 1907, S. 15; KEGEL 1934, S. 537; KREBS 1960b, S. 39).

In den Schiefen der Oberen Adorf-Stufe wurden nur als Seltenheit einige Brachiopoden-Reste gefunden (Abschn. 3, Schicht 41, Mitte; Abschn. 5, Schicht 1 und Schicht 42, + 20 cm). Einzelne Crinoiden-Stielglieder kommen in diesen Schichten von der *barrandei*- bis zur *reichi*-Zone etwas häufiger vor. In zwei Lagen wurden bei den Profilaufnahmen Ansammlungen von Crinoiden-Stielen festgestellt: Abschn. 3, Schicht 47 bei +3 bis 3,5 cm (*barrandei*-Zone) und Abschn. 5, Schicht 16 bei +7,8 cm (*reichi*-Zone). BECKMANN entdeckte schon vor einigen Jahren eine Fundschicht mit Crinoiden-Stielen und einigen Kelchplatten; nach seiner Lageskizze und den Begleit-Ostracoden handelt es sich offenbar um die gleiche, oben von Abschn. 3 erwähnte Crinoiden-Lage.

#### 4. Styliolinen und Tentaculiten

Styliolinen bedecken massenhaft in unregelmäßiger Anordnung einige Schieferlagen innerhalb der Kalksteinserie. Ihre Erhaltung ist sehr schlecht und läßt keine nähere Bestimmung zu. Die höchste Styliolinen-Fundschicht wurde im Abschnitt 3, Schicht 18 festgestellt, befindet sich also unmittelbar unter der höchsten „Iberger Kalk“-Bank (Schicht 19). Über dieser Bank sind keine Styliolinen mehr gefunden worden. Damit bestätigen sich auch im Donsbacher-Profil wieder die biostratigraphischen Beobachtungen von RABIEN (1954, S. 185; 1956a S. 14), daß die Styliolinen bereits innerhalb der *cicatricosa*-Zone der Mittleren Adorf-Stufe erlöschen, da die Schichten 18–22 von Abschnitt 3 zur *cicatricosa*-Zone gehören (siehe nachfolgendes Kapitel 5 b).

Tentaculiten aus der Gruppe des *Homoctenus tenuicinctus* (F. A. ROEMER) setzen erst – nach den bisherigen Funden – in den *cicatricosa*-Schiefern unterhalb der höchsten „Iberger Kalk“-Bank ein. Sie treten zunächst nur vereinzelt auf, sind dann aber in der Oberen Adorf-Stufe sehr häufig und bedecken oft massenhaft die Schichtflächen. In Übereinstimmung mit früheren Funden und neuen noch nicht veröffentlichten Untersuchungen an Harzer Profilen kommen ab „Basis-Horizont der Nehden-Stufe“ keine Tentaculiten mehr vor (RABIEN 1954, S. 200, 201; 1958, S. 175, 176). An Hand des sehr großen feinstratigraphisch horizontalen Materials soll versucht werden, die bereits früher erkannte Entwicklungsreihe (RABIEN 1954, S. 224; 1956a, S. 14) von der Mittleren Adorf-Stufe bis zur *splendens*-Zone mit einem bestimmten Meßverfahren zu verfolgen.

#### 5. Ostracoden

##### a) Vorbemerkungen

Aus den Schichten der Mittleren und Oberen Adorf-Stufe vom Gemeindesteinbruch Donsbach sind bisher etwa 10000 Exemplare bestimmt worden. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, soll im folgenden nur kurz auf die bisherigen biostratigraphischen Ergebnisse eingegangen werden, da die nähere paläontologische Bearbeitung bisher nicht erfolgen konnte. Um genaue Bestimmungslisten zu veröffentlichen, müßten vorher einige Arten neu beschrieben und ihre Entwicklungsreihen mit variations-

statistischen Methoden verfolgt werden. In der Tafel 6 sind daher auch nur die wichtigsten Leitarten aufgeführt, die für die Zonengliederung der Oberen Adorf-Stufe entscheidend sind. Es zeigt sich jetzt schon, daß eine noch feinere Gliederung der Schichtenfolge nach Abschluß der paläontologischen Untersuchungen und Vergleich mit weiteren Profilen möglich sein wird. Es sei nur erwähnt, daß auch die übrigen nach bisheriger Kenntnis in der Oberen Adorf-Stufe vorkommenden Ostracoden-Arten (RABIEN 1954, S.192–201; 1958, S.170–175, Tab.2) im Donsbacher Profil gefunden worden sind.

Besonders einige *Entomoprimitia*-Arten und eine zu *Richterina (Volkina) latecostata* führende Entwicklungsreihe versprechen, gute Zeitmarken zu liefern, mit deren Hilfe auch das *reichi/splendens*-Interregnum näher gegliedert werden kann. Interessant ist ferner bei diesen Ostracoden, daß sie nicht nur in Mitteleuropa (RABIEN 1958, S.170–171), sondern offenbar auch in Nordamerika (KINDLE 1919) und in Rußland vorkommen (POLENOVA 1955).

Bei der Taxionomie und Nomenklatur der aufgeführten Gattungen, Untergattungen und Arten folgen wir der letzten zusammenhängenden Darstellung von GRÜNDEL (1962) unter Berücksichtigung von SYLVESTER & BRADLEY (1961). Abweichend davon werden nur die beiden Arten „*Bertillonella (Rabienella)* n. sp. a, aff. *materni* (VOLK) RABIEN 1958“ und „*Bertillonella (Rabienella)* n. sp. b, aff. *reichi* (MATERN) RABIEN 1958“ jetzt als *B. (R.) volki* und *B. (R.) schmidti* zitiert. Herrn Dr. O. KRAUS (Frankfurt a.M.) verdanken wir den Hinweis, daß diese beiden Artnamen schon seit 1958 verfügbar geworden sind, da seinerzeit die beiden neuen nur mit offener Namengebung gekennzeichneten Arten mit einer Abbildung und kurzen Beschreibung veröffentlicht worden sind und der Zusatz erfolgte, daß die n. sp. a nach Dr. VOLK *volki* und n. sp. b nach Prof. Dr. H. SCHMIDT *schmidti* benannt werden sollten.

#### b) Mittlere Adorf-Stufe (vgl. Taf. 7)

Aus faziellen Gründen konnten aus den Schichten der Unteren Adorf-Stufe keine Ostracoden geborgen werden. Der bisher tiefste Ostracoden-Fund aus dem Profil des Gemeindesteinbruches stammt aus der oberen Hälfte der Schicht 18 von Abschnitt 3, also aus dem Liegenden der obersten „Iberger Kalk“-Bank. Zwischen den massenhaft vorkommenden Styliolinen konnte nur ein Exemplar von *Bertillonella (Rabienella) cicatricosa* entdeckt werden. (Es soll versucht werden, noch mehr Ostracoden-Material aus diesen Styliolinen-Schiefern zu gewinnen<sup>1)</sup>). In dem 1,5 m mächtigen Schieferhorizont (Abschn. 2, Schicht 39 = Abschn. 3, Schicht 21) im Hangenden des höchsten „Iberger Kalkes“ kommt dagegen *B. (R.) cicatricosa* in vielen Lagen massenhaft vor, wie bereits schon KEGEL (1934, S.537, Abb.3) festgestellt hatte. Sie wird begleitet von *Entomozoe (Nehdentomis) pseudorichterina* (MATERN) und *Ungerella calcarata* (REINH. RICHTER). Es muß sich hier bereits um den jüngeren Teil der

<sup>1)</sup> Inzwischen konnten noch mehr Exemplare von *Bertillonella (Rabienella) cicatricosa* im Liegenden und Hangenden der brekziösen Lage von Schicht 18 in Abschnitt 3 gefunden werden. Tentaculiten aus der Gruppe des *Homoctenus tenuicinctus* kommen zwischen den Styliolinen nur selten vor. Die Styliolinen erlöschen wahrscheinlich schon einige cm unterhalb der obersten „Iberger Kalk“-Bank.

*cicatricosa*-Zone handeln, da zwar Tentaculiten aus der Gruppe des *Homoctenus tenuicinctus*, jedoch keine Styliolinen mehr gefunden worden sind. Die Kalksteinbank darüber (Schicht 22) führt ebenfalls noch *B. (R.) cicatricosa*. Daraus ergibt sich, daß die *cicatricosa*-Zone einen mindestens 4–5 m mächtigen Horizont im Profil einnimmt, ohne daß bis jetzt die tatsächliche Ober- und Untergrenze angegeben werden kann.

In der benachbarten Pinge „Bergmannsglück“ (S. 89, Abb. 3) kommt *B. (R.) cicatricosa* in Schicht 3 zusammen mit Styliolinen und Tentaculiten vor. Dieser Tonschieferhorizont gehört demnach der tieferen *cicatricosa*-Zone an und entspricht der oben aufgeführten Fundschicht Nr. 18 von Abschn. 3 im Liegenden des höchsten „Iberger Kalkes“. In der oberen Hälfte von Schicht 4 und in Schicht 6 sind neben *B. (R.) cicatricosa* und Tentaculiten der *Homoctenus tenuicinctus*-Gruppe keine Styliolinen mehr gefunden worden. Dieser Profilschnitt entspricht der oberen *cicatricosa*-Zone. Die Mächtigkeit der *cicatricosa*-Schichten in der Pinge „Bergmannsglück“ beträgt etwa 1,5 m.

Im Profil beim Plattenkalksteinbruch an der Straße Donsbach-Haiger (S. 78, Vorkommen c) erreichen die *cicatricosa*-Schichten im Hangenden der höchsten Iberger Kalkbank eine Mächtigkeit von mindestens 4 m.

Aus dem „Unteren Kellwasserkalk-Horizont“ (S. 81) im Hangenden der *cicatricosa*-Schichten konnten bisher nur aus einer schwarzen Kalksteinbank Ostracoden gesammelt werden (Abschn. 3, Schicht 26). Die Ostracoden-Fauna dieser Schicht ist charakterisiert durch das massenhafte Auftreten von *Entomozoe (Nehdentomis) pseudophthalmus* (VOLK), begleitet von *Richterina (Volkina) zimmermanni* [mit 3 Varietäten] und *Ungerella calcarata*. *E. (N.) pseudophthalmus* ist zwar keine auf eine bestimmte Zone beschränkte Leitart; ihr Einsetzen markiert aber den höheren Teil der Mittleren Adorf-Stufe. Die Kalksteinbänke des Unteren Kellwasserkalk-Horizontes werden oft völlig von dieser Art beherrscht (so z. B. am Locus typicus, bei Wildungen, Bicken und Usseln; RABIEN 1954, S. 98, 185–187, 223).

Der Untere Kellwasserkalk-Horizont im Profil der Pinge „Bergmannsglück“ (Schicht 8, S. 89) entspricht mit seinen litho- und biofaziellen Merkmalen noch besser der Kellwasserkalk-Fazies als der betreffende Abschnitt im Gemeindesteinbruch. In den schwarzen Kellwasserkalk-Linsen im tiefen Teil der Schicht 8 konnte *Entomoprimitia (Entomoprimitia) nitida* (F. A. ROEMER), das Leitfossil des Unteren Kellwasserkalkes, in zahlreichen Exemplaren gefunden werden.

#### c) Obere Adorf-Stufe (vgl. Tafeln 6 und 7)

Der etwa 5,5 m mächtige Tonschiefer-Horizont der Oberen Adorf-Stufe enthält zahlreiche Schichten, die massenhaft Ostracoden und Tentaculiten führen. Besonders der untere Teil, der früher in der geologischen und paläontologischen Literatur als „Primitiellen-Schicht“ aufgeführt worden war, ist reich an Fundschichten, die völlig mit den Steinkernen und Abdrücken der Ostracoden und Tentaculiten erfüllt sind. In den Abschnitten 3–5 konnten im ganzen 214 Fossilagen untersucht werden; davon entfallen die meisten (182) auf die *barrandei*- bis *reichi*-Zone und nur 32 auf die jüngeren Schichten.

Wie aus der Tafel 7 zu ersehen ist, überschneiden und ergänzen sich die Profilabschnitte 3–5 im unteren Teil der Oberen Adorf-Stufe bis zur *reichi*-Zone. In der Tafel 6 ist das Profil der Oberen Adorf-Stufe aus den Abschnitten 3 (bis Schicht 50) und 5 (ab Schicht 16) zusammengesetzt. Die Schwarzschieferlage 50 im Abschnitt 3 ist identisch mit Schicht 13 in Abschnitt 4 und Schicht 15 in Abschnitt 5. Die scharfe Grenzfläche dieser Schwarzschieferschicht gegen den hangenden grüngrauen Schiefer bildet die Basis des Profilausschnittes, der auf Tafel 6 unten dargestellt ist und den Übergangshorizont von der *materni*- zur *reichi*-Zone in vergrößertem Maßstab abbildet.

Die Untergrenze der Oberen Adorf-Stufe wird mit dem Einsetzen von *Entomoprimitia (E.) variostrata* in Abschnitt 3, Schicht 35 angenommen. Die 80 cm mächtige Schichtenfolge, die sich zwischen der höchsten Ostracoden-Fundschicht der Mittleren Adorf-Stufe (Abschnitt 3, Schicht 26) und der tiefsten Ostracoden-Fauna der Oberen Adorf-Stufe (Schicht 35) befindet, läßt sich bisher weder durch Conodonten noch durch andere Fossilien sicher einstufen. Von diesem Horizont kann aber auf Grund der Lage im Profil und seiner Fazies angenommen werden, daß er noch zum größten Teil dem Unteren Kellwasserkalk-Horizont der höchsten Mittleren Adorf-Stufe angehört. Folgende Arten konnten aus der Schicht 35 bestimmt werden:

- Entomoprimitia (Entomoprimitia) variostrata* (CLARKE)  
*Entomoprimitia (Entomoprimitia) cf. concentrica* (MATERN)  
*Entomoprimitia (Entomoprimitia) aff. concentrica* (MATERN)  
*Bertillonella (Rabienella) cf. barrandei* (REINH. RICHTER)  
*Richterina (Volkina) zimmermanni* (VOLK)  
*Ungerella calcarata* (REINH. RICHTER)  
*Homoctenus tenuicinctus* (F. A. ROEMER).

*Entomoprimitia (E.) variostrata* ist für die ganze Obere Adorf-Stufe charakteristisch; ihre Häufigkeit in den verschiedenen Fundschichten variiert jedoch sehr: häufig bis selten oder nicht vorhanden (s. VOLK 1939, Tab. 2 u. 11; RABIEN 1954, S. 79, 185–201, 223, Tab. 2; 1956b, S. 220, Abb. 1; 1958, S. 170–171; BLUMENSTENGEL 1959, S. 60, 86). Da die Lebensdauer von *E. (E.) variostrata* mehrere Ostracoden-Zonen, die durch Leitarten gut definierbar sind, umfaßt, kann man dem früher als *variostrata*-Zone bezeichneten Abschnitt auch den Status einer Superzone geben.

Ob die *barrandei*-Zone zugleich mit der *variostrata*-Superzone beginnt, ist fraglich. Mit Sicherheit setzt die Art *Bertillonella (Rabienella) barrandei* erst 10 cm über Schicht 35 an der Grenze von Schicht 40/41 ein. Bei dem als *B. (R.) cf. barrandei* bestimmten Exemplar kann es sich vielleicht um einen Vorläufer zu der *barrandei-reichi*-Entwicklungsreihe handeln. Wahrscheinlich wird sich die tiefste Obere Adorf-Stufe im Sinne der Ostracoden-Chronologie, also der Zeitraum vom Beginn der *variostrata*-Superzone bis zum Beginn der *materni*-Zone noch in zwei Ostracoden-Zonen aufgliedern lassen. Es soll versucht werden, noch mehr Fossilmaterial aus dem tiefsten Teil der Oberen Adorf-Stufe zu gewinnen, um diese Frage zu klären<sup>2)</sup>.

<sup>2)</sup> Während der Drucklegung der Arbeit sind in diesem Profilabschnitt Neuaufsammlungen vorgenommen worden, deren Bearbeitung noch aussteht. Die tiefsten Funde von Ostracoden der Oberen Adorf-Stufe liegen jetzt in Abschnitt 3, Schicht 33.

Auch im Thüringischen Schiefergebirge konnte VOLK (1939, Tab.2) bei seinen sehr detaillierten Profilaufnahmen feststellen, daß *E. (E.) variostrata* vor *B. (R.) barrandei* einsetzt. Im tiefsten Teil der Oberen Adorf-Stufe gliederte er einen Ostracoden-Horizont ab, der durch *variostrata* und *barrandei* charakterisiert wird. In diesem als Oberdevon I  $\delta$  1 bezeichneten etwa 5 m mächtigen Abschnitt unterscheidet er 35 Schichten. *E. (E.) variostrata* setzt bereits in Schicht 2 (etwa 30 cm über der Basis) ein, *B. (R.) barrandei* tritt jedoch erst in Schicht 18 (etwa 320 cm über der Basis) hinzu. Ein Vergleich der Mächtigkeiten zwischen dem Profil im Gemeindesteinbruch Donsbach und dem am Schwarzburger Sattel in Thüringen zeigt, daß die Mächtigkeit der *B. (R.) barrandei* führenden Schichten am Schwarzburger Sattel 180 cm, in Donsbach jedoch nur 30 cm beträgt.

Die *materni*-Zone erreicht im Profil eine Mächtigkeit von 42 cm. Die tiefsten Exemplare von *Bertillonella (Rabienella) materni* sind in Abschn. 3, Schicht 47 bei +6,5 cm festgestellt worden. Bis +7,5 cm kommt noch die ältere Leitart *B. (R.) barrandei* vor. Bis +8,6 cm gibt es außer *B. (R.) materni* Exemplare, die sich nur als *B. (R.) barrandei* vel *B. (R.) materni* bestimmen lassen, also wohl Übergangsformen von der einen zur anderen Art innerhalb der Entwicklungsreihe darstellen. Sie sind in den unteren 2 cm der *materni*-Schichten häufiger als die Leitart selbst. Darüber bis zur Mitte der *materni*-Zone erreicht *B. (R.) materni* von allen in der Zone vorhandenen Ostracoden-Arten die größte Häufigkeit und charakterisiert völlig das Faunenbild auf den Schichtflächen (über 3500 *materni*-Bestimmungen). In der oberen Hälfte tritt *B. (R.) materni* nach den bisherigen Funden nur vereinzelt auf. Als Seltenheit fanden sich bei 16 und 6 cm unter der Oberkante der Zonengrenze zwei Exemplare, die als *B. (R.) materni* vel *volki* bezeichnet werden müssen, also offenbar wieder Übergangsformen zur neuen Leitart darstellen.

Am Schwarzburger Sattel im Thüringischen Schiefergebirge hat das Oberdevon I  $\delta$  2 sensu VOLK eine Mächtigkeit von 2 m (VOLK 1939, S. 186—187, Tab.2, Schichten 36—63); die Leitart *B. (R.) materni* kommt jedoch nur in den Schichten 37 bis 58, also in einem 1,5 m mächtigen Profilausschnitt vor. Demnach dürften dort die *materni*-Schichten etwa viermal mächtiger als in Donsbach sein. Zwischen der letzten Fundschicht mit *B. (R.) materni* und der ersten mit *B. (R.) reichi* liegt ein etwa 50 cm mächtiger Horizont. Interessanterweise führt VOLK darin bereits 20 cm über der letzten Lage mit *B. (R.) materni* ein mit cf. *reichi* bestimmtes Exemplar auf, was auf das Vorhandensein einer Art aus dem Übergangshorizont von der *materni*- zur *reichi*-Zone schließen läßt.

Der Übergangshorizont *materni*-/*reichi*-Zone ist im unteren Teil der Tafel 6 näher dargestellt. In diesem nur wenige Zentimeter mächtigen Horizont erfolgt innerhalb der Untergattung *Bertillonella (Rabienella)* eine sehr schnelle Umwandlung der bisher langgestreckten Skulptur, wie sie bei den Arten der *barrandei*-*materni*-Gruppe ausgebildet ist, zu der hoch-rechteckigen Skulpturanordnung, die für die *reichi*-*kegeli*-Gruppe charakteristisch ist (siehe kurze Darstellung bei RABIEN 1958, S. 172—174, Abb. 5, Fig. 1—5; 1956b, S. 220—221, Abb. 1, Fig. 10—11).

Im Donsbacher Profil läßt sich der Übergangshorizont folgendermaßen gliedern: Nach dem Erlöschen der letzten seltenen Exemplare von *B. (R.) materni* beherrscht *B. (R.) volki* einen Profilausschnitt von 3—4 cm (*volki*-Zone). Dann setzt *B. (R.) schmidti* mit großer Individuenzahl ein, während von *B. (R.) volki* nur noch seltene „Nachzügler“ gefunden werden (*schmidti*-Zone). Fast zugleich mit *B. (R.) schmidti* beginnt auch *B. (R.) sp. c.* Etwa 2 cm über der Basis der *schmidti*-Zone läßt die Häufigkeit dieser sehr gut erkennbaren Leitart nach, während *B. (R.) sp. c.* zahlenmäßig zu-

nimmt und die ersten Exemplare von *B. (R.) reichi* einsetzen. Abgesehen von den in der Tabelle der Tafel 6 aufgeführten Arten kommen auch noch Exemplare vor, die als *B. (R.) volki* vel *schmidti*, *B. (R.) schmidti* vel sp. *c* und *B. (R.) sp. c* vel *reichi* bestimmt worden sind.

Mit Hilfe der Variationsstatistik werden sich wahrscheinlich folgende Fragen klären lassen:

1. Gibt es in der *materni-reichi*-Übergangszone mehrere Arten, die bei der Phylogenese vom *materni*- zum *reichi*-Stadium entstehen und deren Lebenszeiten sich überschneiden? Diese Deutung ergibt sich zwangsläufig bei der rein visuellen Bestimmung der Arten und ist in Tafel 6 dargestellt.
2. Handelt es sich bei den bisher unterschiedenen Arten, ihren Zwischenformen und ihren seltenen Vorläufern oder Nachzüglern nur um die Varianten von einer Ostracoden-Population, die jeweils zu einer Art gehören?

Der zweite Fall würde bedeuten, daß durch die starke Variation einer Art das gleichzeitige Vorhandensein verschiedener Arten vorgetäuscht wird. In Wirklichkeit handelt es sich nur um die phyletische Reihe einer Art, deren Entwicklungsstadien dann mit Artnamen bezeichnet werden können, die dem jeweiligen Gipfel der Variationskurve entspricht. Folgende Stadien könnten z. B. zwischen +4 und +12 cm im *materni/reichi*-Übergangshorizont unterschieden werden: Bei +4 cm = *volki*, +5 cm = *schmidti*, +8 cm = sp. *c*, +8,5 bis +11 cm = Stadium zwischen sp. *c* und *reichi* [die Bestimmungszahlen von *B. (R.) sp. c* vel *reichi* sind höher als die von *B. (R.) sp. c* oder die von *B. (R.) reichi*!] und bei +12 cm = *reichi*. Diese phylogenetischen Untersuchungen dürften auch bei der Definition und endgültigen Festlegung der Zonengrenzen eine Rolle spielen. So ist es z. B. recht ungünstig, wenn nach dem üblichen Verfahren die *reichi*-Zone mit den ersten verhältnismäßig seltenen Vertretern dieser Art beginnen muß, während die tiefsten Fundschichten der *reichi*-Zone noch von *B. (R.) schmidti* und *B. (R.) sp. c* beherrscht und charakterisiert werden. Hinzu kommt, daß die ältesten Exemplare, die nach dem bisherigen Artbegriff *B. (R.) reichi* zugewiesen werden müssen, noch etwas einfacher in der Skulpturenentwicklung sind als die späteren Vertreter der Art. So wurde auch davon abgesehen, im Überschneidungsbereich der Leitarten Subzonen zu definieren. Als *schmidti/reichi*-Subzone könnte z. B. der 2 cm mächtige tiefste Teil der *reichi*-Zone zwischen +6,4 und +8,5 cm abgetrennt werden.

Dank der sehr kurzen Lebenszeiten von *B. (R.) volki*, *schmidti* und sp. *c*, bedingt durch die hohe Umwandlungsgeschwindigkeit vom *materni*- zum *reichi*-Stadium innerhalb der Entwicklungsreihe, ist der *materni/reichi*-Übergangshorizont eine sehr scharfe biostratigraphische Zeitmarke. Besonders günstig ist ferner, daß man bereits im Gelände mit einer einfachen Lupe erkennen kann, ob man sich im Bereich der *schmidti*- bis sp. *c*-Schichten befindet, bzw. ob man sich diesem autochronologischen Wendepunkt von unten oder oben her nähert. Den Verfassern ist kein anderes Beispiel bekannt, das die Genauigkeit der hier diskutierten biostratigraphischen Parallelisierungsmöglichkeiten erreicht.

Zur *reichi*-Zone gehört ein 90 cm mächtiger Profilschnitt. Die höchste *reichi*-Fundschrift liegt an der Grenze von Schicht 26/27 im Abschnitt 5. Da die nächste



ausgewertete Fossilage (Schicht 32) erst in 40 cm Abstand darüber folgt, kann die tatsächliche Mächtigkeit der *reichi*-Schichten zwischen 90 und 130 cm liegen.

*B. (R.) kegei* ist nur im mittleren Teil der *reichi*-Zone gefunden worden (siehe Taf. 6). In die gleiche Zeit gehören Exemplare, die als *B. (R.) reichi* vel *kegei* bestimmt werden mußten. Ein fraglicher Abdruck, dessen Skulpturenentwicklung feiner als bei *B. (R.) reichi*, jedoch noch nicht ganz so kompliziert wie beim Typus von *B. (R.) kegei* ist, fand sich bereits 6 cm über der Basis der *reichi*-Schichten (in Taf. 6: + ?).

Vergleichszahlen: Am Schwarzburger Sattel im Thüringischen Schiefergebirge ist das Oberdevon I 03 sensu VOLK (Schicht 64—181) etwa 8 m mächtig. *B. (R.) reichi* kommt fast im ganzen Horizont (Schicht 64—178) vor; *B. (R.) kegei* ist jedoch — ähnlich wie in Donsbach — auf die mittlere Hälfte der *reichi*-Zone (Schichten 88—144, nicht ganz 4 m) beschränkt (VOLK 1939, S. 180—186, Tab. 2). In Meschede stellte RABEN (1958, S. 174, Tab. 2) die Leitart *B. (R.) reichi* in einem 4,8 m mächtigen Horizont fest. Es zeigt sich also wieder, daß auch während der *reichi*-Zone in Donsbach vergleichsweise sehr wenig Sediment zum Absatz kam.

Zum *reichi/splendens*-Interregnum gehört ein maximal 2,1 m mächtiger, vielleicht etwas geringerer Profilabschnitt. Bei der Besprechung der *reichi*-Zone ist schon darauf hingewiesen worden, daß die *reichi*-Schichten eventuell bis maximal 40 cm höher im Profil hinaufgehen können. Ferner ist bereits im Kapitel 5a erwähnt worden, daß eine weitere Untergliederung des *reichi/splendens*-Interregnums möglich sein wird. So setzen im tieferen Teil dieses Abschnittes und in der höchsten *reichi*-Zone Richterinen ein, die vorläufig als *Richterina (Volkina) zimmermanni* vel *latecostata* bestimmt worden sind. Wahrscheinlich zweigen diese Formen von *Richterina (Volkina) zimmermanni* ab und führen zu *R. (V.) latecostata*, deren stratigraphische Reichweite im Donsbacher Profil auf Taf. 6 angegeben ist.

Ebenso wie im Profil von Meschede (RABEN 1958, S. 170—171) gibt es vor dem Einsetzen von *Entomoprimitia (E.) splendens* auch in Donsbach Entomoprimitien, die als Vorläufer von *E. (E.) splendens* aufgefaßt werden können. (Vorläufig als *Entomoprimitia* cf. *splendens* bestimmt; wahrscheinlich identisch mit „*Entomozoe (Nehdentomis)*“ *rotundata* POLENOVA 1955.) Charakteristisch sind ferner in der jüngeren Oberen Adorf-Stufe Entomoprimitien, die bisher von RABEN (1954, S. 198; 1958, S. 170—171, 175) als *Entomoprimitia nitida* bzw. *nitida?* bestimmt worden sind, deren Identifizierung mit der im Unteren Kellwasserkalk vorkommenden Art wegen der bei Schiefererhaltung auftretenden Schwierigkeiten jedoch problematisch ist. „*Entomozoe (Richteria)*“ *sarailensis* POLENOVA ähnelt sehr diesen Formen (POLENOVA 1955, S. 246, Taf. 14, Fig. 1).

Zur *splendens*-Zone gehört mit Sicherheit der Profilabschnitt 5, Schicht 41, +115 cm bis zur Obergrenze von Schicht 42, also ein 135 cm mächtiger Horizont. Die definitive Obergrenze der *splendens*-Zone läßt sich nicht genau feststellen, da in der ganzen 180 cm mächtigen Schicht 43 nur bei 20 cm über der Basis einige schlecht erhaltene Exemplare von *Entomoprimitia (E.) variostrata* gefunden werden konnten. In dem Profil an der Straße nach Dillenburg (siehe Fundpunkt b S. 78) ist *Entomoprimitia (E.) splendens* in einem 150 cm mächtigen Horizont festgestellt worden. In beiden Profilen kommt in der *splendens*-Zone nur noch die engrippige Varietät von

*Richterina (Volkina) zimmermanni* vor, während die typische Varietät dieser Art bereits im *reichi/splendens*-Interregnum erlischt.

Im Grenzbereich Adorf-/Nehden-Stufe liegt wegen der ungünstigen faziellen Verhältnisse ein 170 cm mächtiger Horizont ohne Fossilagen zwischen der letzten Fundschicht mit Ostracoden der Oberen Adorf-Stufe und dem „Nehden-Basis-Horizont“. In den Profilen an der Straße nach Dillenburg und nordwestl. Donsbach ist der Übergang von der Adorf- zur Nehden-Stufe tektonisch gestört. Beim Profil an der Straße nach Dillenburg hat der stark verruschelte Schwarzschiefer-Horizont im Adorf/Nehden-Grenzbereich eine Mächtigkeit von 70–80 cm. Ähnlich wie im Profil vom Gemeindesteinbruch (Abschnitt 3, Schicht 43) konnte *Entomoprimitia (E.) variostrata* im unteren Teil der Schwarzschiefer von + 5 bis + 20 cm gefunden werden.

#### d) Untere Nehden-Stufe

Der vorläufig als „Nehden-Basis-Horizont“ (Taf. 7) bezeichnete, etwa 40 cm mächtige Profilabschnitt wird biostratigraphisch dadurch gekennzeichnet, daß die für die Obere Adorf-Stufe typischen Ostracoden und Tentaculiten fehlen und dafür sehr häufig 1 oder 2 neue *Ungerella*-Arten auftreten, die von RABIEN (1954, S. 58, 202) bereits in der Nehden-Stufe gefunden und als „*Franklinella*“ aff. *latesulcata* (PAECKELMANN) aufgeführt worden waren. Inzwischen ist dieser Horizont von RABIEN in der Dillmulde und im Oberharz an mehreren Stellen horizontbeständig nachgewiesen worden. Darüber treten dann zu der charakteristischen *Ungerella*-Fauna die für die Nehden-Stufe typischen Ostracoden der *serratostrata-nehdensis*-Gruppe, die 20–30 cm höher allein die Ostracoden-Fauna bestimmen. Die Bearbeitung der Nehden-Ostracoden steht noch aus; es sei nur erwähnt, daß im höheren Teil des Nehden-Profiles auch *Entomoprimitia (E.)? sandbergeri* (MATERN) auftritt. Diese Art, die offenbar erst in der jüngeren Nehden-Stufe einsetzt, ist hier zum ersten Male in der Dillmulde gefunden worden. Die Fundschicht liegt, vom Steinbruch-Profil des Abschnittes 5 durch ein Haus getrennt, 15 m wnw. P. 353,7 der Lageskizze Abb. 1.

### 6. Conodonten

Bei den in Tab. 1 aufgeführten Conodonten-Proben wurden etwa je 1,5 kg Kalkstein in Monochloressigsäure aufgelöst. Die Ausbeute an Conodonten war zwar wechselnd, doch lag der Durchschnitt bei 50–100 Stück pro Probe. In Tab. 1 sind aus Platzgründen nur die stratigraphisch wichtigen Conodonten-Arten aufgeführt. Bei den in Tab. 2 genannten Conodonten handelt es sich um einzelne Exemplare, die auf den Schichtflächen der Tonschiefer in körperlicher Erhaltung oder als Abdruck gefunden wurden.

Die Proben K 1 und K 2 aus den Schichten 5 und 13 des Abschnittes 1 führten keine Conodonten. Eine genaue Festlegung der Untergrenze der Dillener Tuffe ist daher nicht möglich. Da aber bisher kein Fall bekannt ist, in dem in der südwestlichen Dill-Mulde die Dillener Tuffe schon im Givet einsetzen, sind die Schiefer, Kalke und Tuffe des Abschnittes 1 bereits als tiefoberdevonisch anzusehen (KREBS 1960 b, S. 66–68).

Die Conodonten aus der Basisschicht der Plattenkalkstein-Tuff-Folge des Abschnittes 2 (Schicht 1) belegen die Untere *dubia*-Zone der Conodonten-Chronologie. Eine ausführliche Bestimmungsliste ist bereits von KREBS (1959, S. 374–375) ver-

öffentlich worden. Die *dubia*-Zone gehört dem tiefsten Oberdevon ( $I\alpha$ ) an, da bei Oberscheld unter einer Kalksteinbank mit den Conodonten der *dubia*-Zone Pharciceraten gefunden worden sind (KREBS 1959 b, S.372). Nach ZIEGLER (1958, S.16) liegt die Untere *dubia*-Zone am Martenberg zwischen Schichten, die sicher als Mitteldevon und sicher als tiefstes Oberdevon datiert werden können. Diese Zone wird daher von ihm als „Grenzschichten Mittel-/Oberdevon“ eingestuft (ZIEGLER 1958, 1962).

Eine Fauna der Unteren *dubia*-Zone enthielten auch 2 Kalksteinbänke etwa 25 m über dem mitteldevonischen Diabasmandelstein am NW-Flügel des Donsbacher Sattels in einer Baugrube, die im Sommer 1958 offen war (Lage siehe S. 78/79, unter Vorkommen c. Proben K 80, K 81):

*Palmatolepis transitans* MÜLLER  
*Polygnathus decorosa* STAUFFER  
*Polygnathus webbi* STAUFFER  
*Polygnathus varca* STAUFFER.

Die Probe K 5 (Abschnitt 2, Schicht 7) kann nach *Polygnathus dubia asymmetrica* und *Palmatolepis* cf. *martenbergensis* in die Mittlere bis Obere *dubia*-Zone eingestuft werden. Da in der Fauna *Ancyrodella rotundiloba* fehlt, gehört sie vielleicht schon der Oberen *dubia*-Zone an. Nach ZIEGLER (1958, S.37) und KREBS (1959) liegt zwischen der Mittleren und Oberen *dubia*-Zone etwa die Grenze Oberdevon  $I\alpha/I(\beta)\gamma$ .

Obwohl in den Proben 854 bis 856 *Ancyrognathus triangularis* z.T. fehlt, gehören die Schichten 11, 17 und 23 von Abschnitt 2 zur *Ancyrognathus triangularis*-Zone. Die Grenze zwischen Oberer *dubia*-Zone und *Ancyrognathus triangularis*-Zone liegt in einem nicht näher faßbaren Bereich zwischen Schicht 7 und 11. — Eine sehr reiche Fauna der tieferen *Ancyrognathus triangularis*-Zone enthält die tiefste Lage des unmittelbar über dem Roteisenstein liegenden Kalksteines (Probe 644 aus Schicht 2) in der Pinge „Bergmannsglück“ (vgl. Abb. 3):

*Ancyrodella buckeyensis* STAUFFER  
*Ancyrodella gigas* YOUNGQUIST  
*Ancyrodella* cf. *nodosa* ULRICH & BASSLER  
*Ancyrognathus bifurcata* (ULRICH & BASSLER)  
*Ancyrognathus triangularis* YOUNGQUIST  
*Palmatolepis hassi* MÜLLER & MÜLLER  
*Palmatolepis martenbergensis* MÜLLER  
*Palmatolepis* cf. *proversa* ZIEGLER  
*Palmatolepis transitans* MÜLLER  
*Palmatolepis subrecta* MILLER & YOUNGQUIST.

Nach ZIEGLER (1962, S.20) gehört die *Ancyrognathus triangularis*-Zone dem unteren bis mittleren Teil des Oberdevons I ( $\beta$ )  $\gamma$  an.

Die Untere *gigas*-Zone (*Palmatolepis rhenana* BISCHOFF ist ein jüngeres Synonym von *Palmatolepis gigas* MILLER & YOUNGQUIST, siehe Mitteilung ZIEGLER in KLAPPER & FURNISH 1963, S.406—407) ließ sich in den Proben K 6 und K 7 (Abschnitt 2, Schicht 35) und in den Proben K 8, K 9, 492, 493, K 10, K 11 und 494 (Abschnitt 3, Schichten 18, 20, 21, 22, 23 und 25) nachweisen. *Palmatolepis gigas* ist nur vereinzelt in den Proben angetroffen worden (Tab.1). Im tieferen Teil der Unteren *gigas*-Zone kommen noch *Palmatolepis hassi*, *Pa. martenbergensis* und *Pa. proversa* vor. Der ver-

Tabelle 1. Die wichtigsten Conodonten des Gemeindesteinbruchs Donsbach. Lage der Proben im Profil  
siehe Taf. 7

| Abschnitt 2   | K 3 | K 4 | K 5 | 854 | 855 | 856 | K 6 | K 7 |     |     |     |     |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |  |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|--|
| Abschnitt 3   |     |     |     |     |     |     |     |     | K 8 | K 9 | 492 | 493 | K 10 | K 11 | 494 | K 12 |      | K 13 | K 14 | K 15 | K 16 |      |      |      | K 17 | K 18 |      |     |  |
| Abschnitt 4   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     | 495  | K 19 | 496  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |  |
| Abschnitt 5   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |      |      | K 20 | K 88 | K 21 | K 89 | K 22 | K 90 | K 26 | K 24 | K 25 | 497 |  |
| <i>Polygnathus dengleri</i> BISCHOFF & ZIEGLER                  | ×   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |  |
| <i>Polygnathus dubia dubia</i> HINDE                            | ×   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |  |
| <i>Polygnathus dubia asymmetrica</i> BISCHOFF & ZIEGLER         | ×   | ×   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |  |
| <i>Polygnathus pennata</i> HINDE                                | ×   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |  |
| <i>Polygnathus webbi</i> STAUFFER                               | ×   | ×   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |  |
| <i>Spathognathodus sannemanni sannemanni</i> BISCHOFF & ZIEGLER | ×   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |  |
| <i>Ancyrodella rugosa</i> BRANSON & MEHL                        | ×   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |  |
| <i>Ancyrodella buckeyensis</i> STAUFFER                         | ×   |     |     |     |     | ×   | cf. |     | ×   |     |     |     |      |      |     |      |      |      |      | ×    |      |      | ×    |      |      |      |      |     |  |
| <i>Palmatolepis transitans</i> MÜLLER                           | ×   | ×   |     |     |     | ×   |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |  |
| <i>Palmatolepis martenbergensis</i> MÜLLER                      |     | cf. | ×   | ×   | ×   | ×   | ×   |     |     |     |     |     |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |  |
| <i>Palmatolepis proversa</i> ZIEGLER                            |     |     |     | ×   | ×   | ×   |     |     |     |     |     |     | ×    |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |  |
| <i>Palmatolepis hassi</i> MÜLLER & MÜLLER                       |     |     |     | ?   |     |     |     | ×   |     |     |     |     |      |      |     |      |      | ×    |      | ×    |      |      |      |      |      |      |      |     |  |
| <i>Ancyrodella nodosa</i> ULRICH & BASSLER                      |     |     |     |     | ×   | ×   | ×   | ×   | ×   | ×   | ×   |     | ×    | ×    |     |      | ×    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |  |
| <i>Ancyrodella gigas</i> YOUNGQUIST                             |     |     |     |     | ×   | ×   |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |      |      |      |      | cf.  |      |      |      |      |      |      |     |  |
| <i>Ancyrodella lobata</i> BRANSON & MEHL                        |     |     |     |     | ×   |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |  |

|   |                           |                               |   |                                |   |   |   |   |   |   |                                     |   |   |   |                          |   |                      |     |                     |   |                                  |  |
|---|---------------------------|-------------------------------|---|--------------------------------|---|---|---|---|---|---|-------------------------------------|---|---|---|--------------------------|---|----------------------|-----|---------------------|---|----------------------------------|--|
| <i>Palmatolepis subrecta</i> MILLER & YOUNGQUIST<br><i>Ancyrognathus triangularis</i> YOUNGQUIST<br><i>Ancyrognathus bifurcata</i> (ULRICH & BASSLER)                                       |                           |                               |   |                                | × | × | × | × | × | × | ×                                   | × | × | × | ×                        | × | ×                    | cf. | cf.                 | × |                                  |  |
| <i>Palmatolepis foliacea</i> YOUNGQUIST<br><i>Palmatolepis unicornis</i> MILLER & YOUNGQUIST<br><i>Palmatolepis gigas</i> MILLER & YOUNGQUIST   |                           |                               |   |                                | × |   |   |   | × | × | cf.                                 |   |   |   |                          |   |                      |     |                     |   | ×                                |  |
| <i>Ancyrognathus asymmetrica</i> (ULRICH & BASSLER)<br><i>Ancyrognathus calvini</i> (MILLER & YOUNGQUIST)<br><i>Ancyrodella ioides</i> ZIEGLER<br><i>Ancyrodella curvata</i> BRANSON & MEHL |                           |                               |   |                                |   |   |   |   |   |   |                                     |   |   |   | ×                        |   | ×                    |     |                     |   | ×                                |  |
|   |                           |                               |   |                                |   |   |   |   |   |   |                                     |   |   |   | ×                        |   |                      | ×   |                     |   | ×                                |  |
| Conodonten-Zonen  | Untere <i>dubia</i> -Zone | Mittl.-Ob. <i>dubia</i> -Zone | <i>Ancyrognathus-triangularis</i> -Zone | Untere <i>gigas</i> -Zone      |   |   |   |   |   |   | Untere bis Obere <i>gigas</i> -Zone |   |   |   | Obere <i>gigas</i> -Zone |   |                      |     |                     |   |                                  |  |
| Ostracoden-Zonen  |                           |                               |   | <i>cicatricosa</i> -Zone (tam) |   |   |   |   |   |   |                                     |   |   |   | <i>barrandei</i> -Zone   |   | <i>materni</i> -Zone |     | <i>reichi</i> -Zone |   | <i>reichi-splendens</i> -Interr. |  |

Tabelle 2. Zusammenstellung der Conodonten, die auf Schichtflächen der Tonschiefer im Gemeindesteinbruch (vgl. Taf. 7) und im Profil an der Straße Donsbach-Haiger (= D.-H.) gefunden worden sind

| Ab-schnitt | Schicht         | Probe                 | Conodonten auf Schichtflächen  | Conodonten-Zonen         | Ostracoden-Zonen         |
|------------|-----------------|-----------------------|--|--------------------------|--------------------------|
| 3          | 21 + 5 cm       | 5215/167—168          | <i>Apatognathus lipperti</i> BISCHOFF<br><i>Falcodus</i> sp.                         | ?                        | <i>cicatricosa</i> -Zone |
| 3          | 41 mitte        | 5215/214/1            | <i>Palmatolepis</i> sp.  | Obere <i>gigas</i> -Zone | <i>barrandei</i> -Zone   |
| 3          | 45 + 3 cm       | 5215/231a             | <i>Palmatolepis</i> sp.  | Obere <i>gigas</i> -Zone | <i>barrandei</i> -Zone   |
| 3          | 47 + 17,6 cm    | 5215/257 j + k        | <i>Ozarkodina regularis</i> BRANSON & MEHL   | Obere <i>gigas</i> -Zone | <i>materni</i> -Zone     |
| 3          | 60              | 5215/311              | <i>Palmatolepis gigas</i> MILLER &<br>YOUNGQUIST                                     | Obere <i>gigas</i> -Zone | <i>reichi</i> -Zone      |
| 4          | 14 + 6,4 cm     | 5215/                 | <i>Palmatolepis</i> sp.  | Obere <i>gigas</i> -Zone | <i>schmidti</i> -Zone    |
| 5          | 16 + 9,6 cm     | 5215/393              | <i>Palmatolepis gigas</i> MILLER &<br>YOUNGQUIST                                     | Obere <i>gigas</i> -Zone | <i>reichi</i> -Zone      |
| 5          | 42 + 90 cm      | 5215/517—518          | <i>Ligonodina</i> sp.<br><i>Palmatolepis</i> sp.<br><i>Prioniodina alata</i> (HINDE) | Obere <i>gigas</i> -Zone | <i>splendens</i> -Zone   |
|            |                 | 5215/520              | <i>Palmatolepis gigas</i> MILLER &<br>YOUNGQUIST                                     | Obere <i>gigas</i> -Zone | <i>splendens</i> -Zone   |
| 5          | 42 + 110—120 cm | 5215/522, 523,<br>525 | <i>Palmatolepis</i> sp. (3 ×)  | ?                        | <i>splendens</i> -Zone   |

|       |                        |                    |  |  |   |
|-------|------------------------|--------------------|--|--|---|
| 5     | 44+ 35                 | Rb. 643            | <i>Palmatolepis</i> sp.  | ?  | „Basis-Horizont der Nehden-Stufe“                 |
| 5     | 44<br>etwa +30—40 cm   | Rb. 0181           | <i>Hindeodella</i> sp.<br><i>Palmatolepis marginata clarki</i> ZIEGLER<br><i>Palmatolepis marginata marginata</i><br>STAUFFER<br><i>Palmatolepis triangularis</i> SANNEMANN? | Mittlere bis Obere<br><i>triangularis</i> -<br>Zone  | „Basis-Horizont der Nehden-Stufe“                 |
| 5     | 4<br>etwa +40—50 cm    | Rb. 0183           | <i>Ozarkodina</i> sp. vel <i>Bryantodus</i> sp.<br><i>Palmatolepis marginata clarki</i> ZIEGLER  | Mittlere bis Obere<br><i>triangularis</i> -<br>Zone  | „Basis-Horizont der Nehden-Stufe“                 |
| 5     | 44<br>etwa +120—130 cm | Rb. 0188           | <i>Palmatolepis</i> sp.  | ?  | <i>nehdensis-serrato-</i><br><i>striata</i> -Zone |
| D.-H. |                        | Rb. 652            | <i>Palmatolepis</i> sp. (massenhaft)<br>zahlreiche Fragmente von Ast-Typen   | ?  | <i>cicatricosa</i> -Zone                          |
| D.-H. | +1,4 m                 | Rb. 602<br>Rb. 605 | <i>Palmatolepis marginata marginata</i><br>STAUFFER<br><i>Palmatolepis</i> sp.   | Mittlere bis Obere<br><i>triangularis</i> -<br>Zone  | <i>splendens</i> -Zone                            |
| D.-H. | +1,5 m                 | Rb. 606            | <i>Palmatolepis minuta</i> ? subsp.<br><i>Polygnathus</i> sp.  | Mittlere bis Obere<br><i>triangularis</i> -<br>Zone? | <i>splendens</i> -Zone                            |
| D.-H. | +1,62 m                | Rb. 607            | <i>Nothognathella</i> sp.<br><i>Palmatolepis marginata clarki</i> ZIEGLER?   | Mittlere bis Obere<br><i>triangularis</i> -<br>Zone  | <i>splendens</i> -Zone                            |
| D.-H. | +1,8 m                 | Rb. 609            | <i>Palmatolepis</i> cf. <i>regularis</i> COOPER<br><i>Palmatolepis marginata clarki</i> ZIEGLER?   | Obere <i>triangula-</i><br><i>ris</i> -Zone          | <i>splendens</i> -Zone                            |

hältnismäßig weite Probenabstand in den tieferen Schichten des Gemeindesteinbruches Donsbach erlaubt keine genaue Fixierung der Grenze zwischen *Ancyrognathus triangularis*-Zone und Unterer *gigas*-Zone. Die Schicht 5 (Probe K 60) im Profil der Pinge „Bergmannsglück“ enthält eine reiche Fauna der Unteren *gigas*-Zone:

*Ancyrodella buckeyensis* STAUFFER  
*Ancyrodella ioides* ZIEGLER  
*Ancyrodella curvata* BRANSON & MEHL  
*Ancyrodella nodosa* ULRICH & BASSLER  
*Ancyrognathus triangularis* YOUNGQUIST  
*Palmatolepis foliacea* YOUNGQUIST  
*Palmatolepis gigas* MILLER & YOUNGQUIST  
*Palmatolepis subrecta* MILLER & YOUNGQUIST  
*Palmatolepis unicornis* MILLER & YOUNGQUIST.

Zwischen der Unteren und der Oberen *gigas*-Zone liegt in den Abschnitten 3 und 4 ein etwa 1 m mächtiger Bereich, der nach dem Fehlen von *Palmatolepis foliacea* und *Ancyrognathus asymmetrica* weder sicher der Unteren *gigas*-Zone noch der Oberen *gigas*-Zone zugeordnet werden kann. Er umfaßt die Proben K 12, K 13 und K 14 (Schichten 26, 30 und 32 im Abschnitt 3) sowie die Proben 495, K 19 und 496 (Schichten 3, 5 und 7 im Abschnitt 4). In der Mehrzahl dieser Proben ist die Ausbeute an Conodonten nur spärlich. Petrographisch handelt es sich um schwarzgraue, schwach bituminöse Kalksteine, die mit schwarzen, bituminösen, pyritführenden Tonschiefern wechsellagern und ein Äquivalent des Unteren Kellwasserkalkes bilden. Danach ist dieser Bereich noch in das höchste toI( $\beta$ ) $\gamma$  einzustufen (vgl. RABIEN 1954, S.185 bis 187).

Mit dem Einsetzen von *Ancyrognathus asymmetrica* in den Proben K 20 und K 88 (Abschnitt 5, Schicht 3) beginnt die Obere *gigas*-Zone. Bis auf wenige Bänke (Proben K 20, K 88, K 90, K 25 und 497) ist die Conodonten-Führung innerhalb dieser Zone gering. In den meisten Proben kommen nur kleinwüchsige, untypische Exemplare von *Palmatolepis subrecta* vor (vgl. Tab.1). Auffallend ist, daß in den Proben K 25 und 497 (Abschnitt 5, Schicht 41, 18–19 cm über Basis) noch einmal großwüchsige, grobskulpturierte Formen auftreten. Eine ähnliche Conodonten-Fauna dieser Art liegt an der Straßenböschung Donsbach-Haiger (Probe K 84) ca. 0,5 m unter der Mittleren *triangularis*-Zone vor. Ein Teil der auf Conodonten untersuchten Kalkstein-Lagen im Abschnitt 5 enthielt keine Fauna (K 23, K 24, K 91, K 92 und K 93).

Mit dem Einsetzen der Tonschiefer-Fazies ab Schicht 37 im Abschnitt 3 bzw. Schicht 4 im Abschnitt 5 gewinnen vereinzelt Conodonten-Funde, die bei den Ostracoden-Bestimmungen auf den Schichtflächen entdeckt wurden, zunehmend an Bedeutung (Tab.2). Im Abschnitt 5 konnte bis 30 cm unter Schicht 43 die Obere *gigas*-Zone nachgewiesen werden (Probe 5215/520).

Die Untere *triangularis*-Zone wurde in den untersuchten Profilen an keiner Stelle angetroffen. Daher ist im Abschnitt 5 auch keine Abgrenzung zwischen der Oberen *gigas*-Zone und der Mittleren bis Oberen *triangularis*-Zone möglich (s. Tab.2). Die Untere *triangularis*-Zone nimmt aber offenbar nur wenige dm ein, da an der Straßenböschung Donsbach-Haiger bereits ca. 50 cm über einer Kalkstein-Bank (Probe K 84) der Oberen *gigas*-Zone die Mittlere bis Obere *triangularis*-Zone (Probe Rb 602) zusammen mit *Entomoprimitia (E.) splendens* nachgewiesen wurde.



In den höchsten Schichten des Gemeindesteinbruchs Donsbach wurden in der Schicht 44 (bei 30 bis 50 cm über der Basis) die jüngsten Conodonten auf Schichtflächen angetroffen. Es wurden bestimmt (siehe Tab. 2):

*Palmatolepis marginata clarki* ZIEGLER  
*Palmatolepis marginata marginata* STAUFFER  
*Palmatolepis triangularis* SANNEMANN?

Danach handelt es sich um die Mittlere bis Obere *triangularis*-Zone der Conodonten-Chronologie. *Palmatolepis marginata marginata* ist nach ZIEGLER (1962, S. 26, 62) auf die Mittlere *triangularis*-Zone beschränkt, aber in einigen Profilen (ZIEGLER 1962, Tab. 3 und 8) kommt sie noch in der Oberen *triangularis*-Zone und höher vor. In der Probe Rb 609 vom Profil der Straßenböschung Donsbach-Haiger wurde *Palmatolepis* cf. *regularis* COOPER bestimmt; nach ZIEGLER (1962) setzt diese Art ab Obere *triangularis*-Zone ein.

#### 7. Vergleich zwischen Conodonten- und Ostracoden-Chronologie (Abb. 2, Tab. 3)

Die vielen Bank für Bank entnommenen Conodonten-Proben und die dicht aufeinander folgenden Fundschichten mit Ostracoden-Faunen erlauben im höheren Oberdevon I( $\beta$ ) $\gamma$  und im I  $\delta$  eine weitgehende Parallelisierung der Conodonten- mit der Ostracoden-Chronologie.

Ein Vergleich der Conodonten- und Ostracoden-Zonen in der Unteren Adorf-Stufe und im tieferen Teil der Mittleren Adorf-Stufe war nicht möglich, da in diesem Bereich keine Ostracoden angetroffen wurden. Die ersten Lagen mit *Bertillonella* (*Rabienella*) *cicatricosa*, die nach RABIEN (1954, S. 185) im Oberdevon I( $\beta$ ) $\gamma$  sensu MATERN (1929) auftritt, wurden im Gemeindesteinbruch in der Unteren *gigas*-Zone festgestellt. Im Profil der Pinge „Bergmannsglück“ liegt die *cicatricosa*-Zone zwischen der dort nachgewiesenen *Ancyrognathus triangularis*-Zone und der Unteren *gigas*-Zone. An der Böschung der Straße Donsbach-Haiger (alter Steinbruch mit Omnibusgarage) ist in mehreren Fundschichten *Bertillonella* (*Rabienella*) *cicatricosa* unter einer Kalkbank (Probe K 83) gefunden worden, die in den höheren Teil der *Ancyrognathus triangularis*-Zone gehört.

Die biostratigraphischen Untersuchungen der Donsbacher Profile ergaben, daß die *cicatricosa*-Zone der Ostracoden-Chronologie sowohl mit der *Ancyrognathus triangularis*-Zone als auch mit der Unteren *gigas*-Zone der Conodonten-Chronologie paralleliert werden kann, ohne daß bis jetzt klar ist, wo die untere und obere Grenze der *cicatricosa*-Zone in bezug auf die Conodonten-Chronologie ist.

Die tiefste für die Obere Adorf-Stufe kennzeichnende Ostracoden-Fauna mit *Entomoprimitia* (*E.*) *variostrata* ist im Abschnitt 3, Schicht 35 gefunden worden (siehe S. 94). Sie liegt also im höchsten Teil des Bereiches, der nach der Conodonten-Chronologie weder sicher der Unteren noch der Oberen *gigas*-Zone zugeordnet werden kann. Unmittelbar darüber in Schicht 36 von Abschnitt 3 bzw. in Schicht 5 von Abschnitt 5, setzt mit *Ancyrognathus asymmetrica* die Obere *gigas*-Zone ein. Daraus er-

gibt sich, daß die Untergrenze der Oberen *gigas*-Zone der Conodonten-Chronologie etwa mit der Untergrenze der Oberen Adorf-Stufe der Ostracoden-Chronologie zusammenfällt. Auch nach ZIEGLER (1962, S.23) beginnt die Obere *gigas*-Zone im Grenzbereich der Mittleren zur Oberen *Manticoceras*-Stufe.

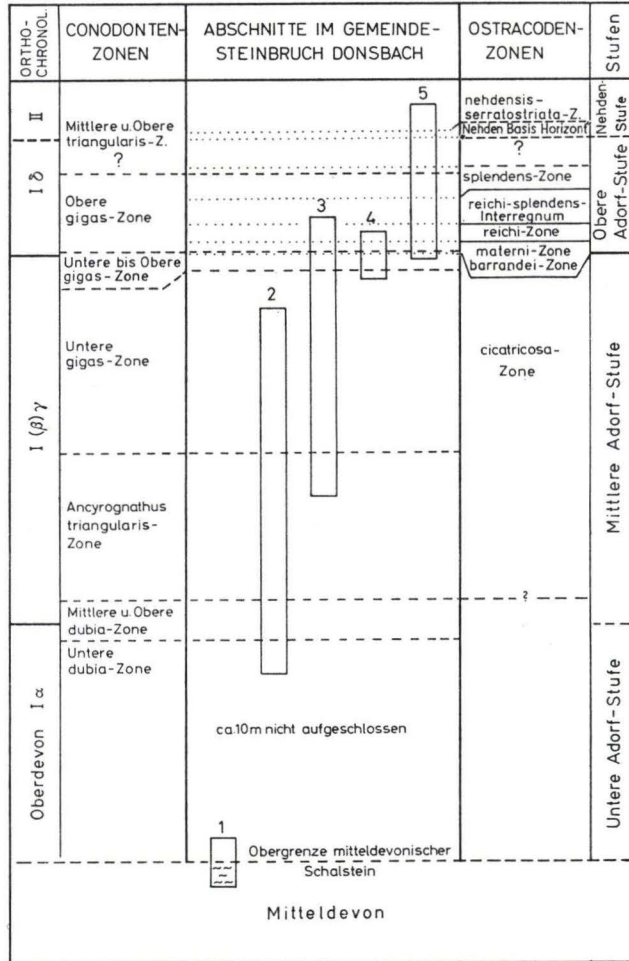


Abb. 2. Parallelisierung der Conodonten- und Ostracoden-Zonen in den Abschnitten 1—5 des Gemeindesteinbruchs Donsbach.

Die Ostracoden-Zonen der Oberen Adorf-Stufe: *barrandei*- bis *reichi*-Zone, *reichi*/*splendens*-Interregnum und der untere Teil der *splendens*-Zone, lassen sich mit der Oberen *gigas*-Zone der Conodonten-Chronologie parallelisieren (Abb.2).

An der Straßenböschung der Straße Donsbach-Haiger, NW des heute verbauten Plattenkalksteinbruches (Omnibusgarage) wurden in 4 Fundschichten mit *Entomoprimitia* (*Entomoprimitia*) *splendens* die Mittlere und Obere *triangularis*-Zone nach-

gewiesen (Tab.2). Daraus folgt, daß die *splendens*-Zone der Ostracoden-Chronologie nicht nur der Oberen *gigas*-Zone, sondern auch noch der Unteren, Mittleren und einem Teil der Oberen *triangularis*-Zone der Conodonten-Chronologie entspricht (Tab.3). Da nach RABIEN (1954, S.199 – 201; Mitteilung in ZIEGLER 1962, S.139 bis 140) *Entomoprimitia (Entomoprimitia) splendens* für die jüngste Adorf-Stufe charakteristisch ist und bisher kein Fall bekannt geworden ist, in dem sie noch in die Nehden-Stufe hineinreicht, gehören sehr wahrscheinlich die Untere, Mittlere und der tiefere Teil der Oberen *triangularis*-Zone noch in die Obere Adorf-Stufe. ZIEGLER (1962, S. 25) wies darauf hin, daß die Untere *triangularis*-Zone unmittelbar über dem Oberen Kellwasserkalk von Wildungen einsetzt, der *Entomoprimitia (E.) splendens* führt. ZIEGLER (1962, S.139) vermutet, daß die *splendens*-Zone nicht das höchste Oberdevon I  $\delta$  bildet und die Adorf-Stufe nach oben abschließt. Es zeigt sich, daß das stellenweise nur an den Oberen Kellwasserkalk gebundene Auftreten von *Entomoprimitia (E.) splendens* noch nichts über die Obergrenze der *splendens*-Zone selbst aussagt (vgl. Mitt. RABIEN in ZIEGLER 1962, S.139). Nach den Parallelisierungen der Conodonten- und Ostracoden-Chronologie, die bei Donsbach vorgenommen werden konnten, liegen die Oberen Kellwasserkalke von Wildungen, Bicken und Oos (Eifel) im höchsten Teil

Tabelle 3. Gegenüberstellung der Conodonten- und Ostracoden-Chronologie im Oberdevon I (*Manticoceras*- bzw. Adorf-Stufe)

|                             |                        |   |                          |                                      |
|-----------------------------|------------------------|---|--------------------------|--------------------------------------|
| Oberdevon                   | II                     | Obere <i>triangularis</i> -Zone         | Nehden-Stufe             | <i>nehdensis-serratostrata</i> -Zone |
|                             | I $\delta$             | Mittlere <i>triangularis</i> -Zone      | Obere Adorf-Stufe        | <i>splendens</i> -Zone               |
|                             |                        | Untere <i>triangularis</i> -Zone        |                          | <i>reichi/splendens</i> -Interregnum |
|                             |                        | Obere <i>gigas</i> -Zone                |                          | <i>reichi</i> -Zone                  |
|                             |                        |   |                          | <i>schmidti</i> -Zone                |
|                             |                        |   |                          | <i>volki</i> -Zone                   |
|                             |                        |   |                          | <i>materni</i> -Zone                 |
|                             |                        |   |                          | <i>barrandei</i> -Zone               |
|                             | I ( $\beta$ ) $\gamma$ | Untere <i>gigas</i> -Zone               | Mittlere Adorf-Stufe     | — — — — ? — — — — —                  |
|                             |                        | <i>Ancyrognathus triangularis</i> -Zone | <i>cicatricosa</i> -Zone |                                      |
| Obere <i>dubia</i> -Zone    |                        | — — — — ? — — — — —                     |                          |                                      |
| Mittlere <i>dubia</i> -Zone |                        |   |                          |                                      |
| Untere <i>dubia</i> -Zone   |                        |   |                          |                                      |
| I $\alpha$                  |                        |   |                          |                                      |

der Oberen *gigas*-Zone der Conodonten-Chronologie und im mittleren Teil der *splendens*-Zone der Ostracoden-Chronologie.

Die parachronologisch ermittelte Grenze Adorf-/Nehden-Stufe muß aus 2 Gründen innerhalb der Oberen *triangularis*-Zone liegen:

1. Im Profil an der Straße Donsbach–Haiger überschneiden sich die Obere *triangularis*-Zone und die *splendens*-Zone (siehe Tab. 2).
2. Im Gemeindesteinbruch Donsbach führt der „Basis-Horizont der Nehden-Stufe“ (siehe S. 98) Conodonten, die eine Einstufung als Mittlere bis Obere *triangularis*-Zone zulassen (Tab. 2, Abb. 2, Taf. 7).

Nach Vergleich der Conodonten- und Ostracoden-Faunen in den verschiedenen Abschnitten des Gemeindesteinbruchs Donsbach und den benachbarten Profilen können die Conodonten- und Ostracoden-Zonen wie Tab. 3 zeigt parallelisiert werden.

Nach der Ostracoden-Chronologie liegt die parachronologische Grenze Adorf-/Nehden-Stufe zwischen der *splendens*- und *nehdensis-serratostrata*-Zone. Wieweit diese parachronologische Grenze mit der orthochronologischen Grenze *Manticoceras*-/*Cheiloceras*-Stufe übereinstimmt, muß vorerst noch offen bleiben, bis es möglich wird, ein Profil zu untersuchen, in dem die orthochronologische Grenze genau festliegt. Nach dem Vorkommen von *Entomoprimitia* (*E.*) *splendens* einerseits und *Entomozoe* (*R.*) *serratostrata* und *Entomozoe* (*N.*) *nehdensis* andererseits, die bisher nur in der *Manticoceras*- bzw. der *Cheiloceras*-Stufe angetroffen wurden, ist es wahrscheinlich, daß die Grenze *Manticoceras*-/*Cheiloceras*-Stufe innerhalb der Oberen *triangularis*-Zone der Conodonten-Chronologie liegt (siehe auch ZIEGLER 1962, S. 27; Tab. 1).

#### IV. Zur Petrographie

Im Rahmen der feinstratigraphischen Profilaufnahme des Gemeindesteinbruchs Donsbach wurden Proben für Dünnschliff-Untersuchungen entnommen und 25 Dünnschliffe angefertigt. Eine genaue mikrofazielle Analyse der Kalksteine wird in anderem Zusammenhang später durch einen von uns (KREBS) erfolgen. Hier sollen jedoch schon einige Einzelheiten mitgeteilt werden.

Der im folgenden verwendeten Karbonat-Klassifikation liegt das reine beschreibende Einteilungsschema von FOLK (1959, 1962) in leicht abgewandelter Form vor, wie es z. B. von E. FLÜGEL & E. FLÜGEL-KAHLER (1963) bei mikrofaziellen Untersuchungen in der alpinen Trias verwandt worden ist.

Bei der Klassifikation von FOLK wird grundsätzlich zwischen Matrix (Zement) und Allochemen (Komponenten) unterschieden. Die Komponenten setzen sich aus Biogenen, Interklasten, Pseudoiden, Onkoiden, Ooiden, authigenen Mineralien und terrigenen Mineral- und Gesteinsbruchstücken zusammen. Die Grundmasse wird entweder nach der feinkörnigen, primären Matrix als Mikrit oder nach grobkörnigen, spätigen, z. T. umkristallisierten Matrix als Sparit bezeichnet.

Die calcilitischen, mit Tuffen und Tonschiefern wechsellagernden bankigen Kalksteine der tiefsten Dillenburger Tuffe im Abschnitt 1 sind nach Schliff 4499 als feinkörnige Mikrite anzusprechen. In der mikritischen Matrix treten lediglich dunkle, tuffitische Körnchen und einige rundlich begrenzte Nester von Sparit auf.

Die Tuff-Bänke der Dillenburger Tuffe (Schliffe 6645, 4495 und 4494) bestehen aus vorwiegend eckigen, grünlichen bis bräunlichen, blasigen, chloritisierten Diabas-Tuff-Fragmenten in einer grobspätigen Matrix. Untergeordnet treten lithische Diabas-Bröckchen auf. Den untersuchten Diabas-Tuffen fehlt das schiefrig-flasrige Gefüge der echten Schalsteine der südwestlichen Dill-Mulde. Die stellenweise erkennbare Gradierung, die Wechsellagerung mit Kalksteinen und Tonschiefern und der eingeschwemmte Fossil-Inhalt (z. B. in der sog. „*Atrypa*“-Bank KEGELS) weisen auf längeren Transport bzw. Umlagerung des Tuff-Materials hin.

Die Plattenkalksteine, die im Handstück als graue, gebankte Calcarenite anzusprechen sind, wurden in den Schliffen 4492, 4493, 4494, 4496, 4497, 6630 und 4498 untersucht. Sowohl im Handstück als auch im An- und Dünnschliff erscheinen die Plattenkalksteine deutlich gradiert. Im Schliff sind die Grenzen von Lagen mit wechselnder Korngröße oft durch Styloolithen gekennzeichnet.

In den Plattenkalksteinen sind als Biogene hauptsächlich verschiedene Typen von Calcisphären (vor allem in den Schliffen 4492 und 4498) und stabförmige bis schwach gebogene Filamente, untergeordnet Kalkalgen, Foraminiferen, Echinodermen und Ostracoden anzutreffen. Im Schliff 4497 sind die Biogene weitgehend umkristallisiert und von grobspätigem Calcit ersetzt bzw. umkrustet. So erscheinen oft umkristallisierte Calcisphären als sparitische Nester in einer feinkörnigen mikritischen Matrix. Echte Interklaste sind nur selten zu beobachten. In allen Schliffen treten häufig bräunlichgraue, trübe, rundlich begrenzte, 0,07 mm  $\varnothing$  große Körperchen auf, die überwiegend als Pseudooide anzusprechen sind. Teilweise lassen diese Pseudooide eine randliche Umkristallisation erkennen. Es läßt sich nicht sicher entscheiden, wieweit es sich bei ihnen um umkristallisierte biogene Komponenten (Algen?) handelt. Onkoide und Ooide wurden nicht beobachtet. Unter den terrigenen Komponenten sind vor allem eingeschwemmte, grünliche bis bräunliche, blasige, chloritisierte Diabas-Tuff-Fragmente anzutreffen, die teils eckig, teils stärker gerundet sind. Im Schliff 4496 sind die Tuff-Partikel völlig karbonatisiert und durch Umkristallisation randlich stark korrodiert. Durch diese Tuff-Einschaltungen sind die Plattenkalksteine teilweise tuffitisch (z. B. Schliffe 4492, 4493 und 4496). Teilweise können die Tuff-Komponenten schon im Handstück erkannt werden. Wieweit das Tuff-Material authigen (verschwemmte Glas-Reste von submarinen Eruptionen) oder konglomeratisch (abgetragene benachbarte Schalstein-Schwellen) ist, kann nicht entschieden werden. — Die Grundmasse der Plattenkalksteine besteht fast ausschließlich aus Sparit, der häufig stärkere Umkristallisation zeigt und nur seltener aus Mikrit (z. B. Schliff 4497). Je nach dem Vorherrschen der Biogene oder Pseudooide können die Plattenkalksteine als Biosparite oder Pelsparite bezeichnet werden.

Die schwarzgrauen, meist calcilitischen Kalksteine zwischen der Plattenkalkstein-Folge und den Tonschiefern (s. S. 81) wurden in den Schliffen 4501, 4500, 6631, 4502, 3155 und 6626 untersucht. Die Kalksteine erweisen sich hier teilweise deutlich als dünne eingeschwemmte Lagen mit Organodetritus innerhalb der Tonschiefer-Fazies. Biogene treten — bis auf die erwähnten Schwemm-Lagen — gegenüber den bankigen Plattenkalksteinen wesentlich stärker zurück und setzen sich hauptsächlich aus Filamenten, Ostracoden- und Tentaculiten-Schalen sowie wenigen Calcisphären zusammen. In den Schliffen 4500 und 6631 wurden Algen beobachtet. Pseudooide sind

ähnlich den Plattenkalksteinen häufig und gleichen ihnen weitgehend. In den Schlif-  
fen 4500 und 6631 fallen größere terrigene Kalksteinbröckchen und Interklaste auf,  
die dem Kalkstein ein konglomeratisches Aussehen geben. Die Grundmasse setzt sich  
aus Sparit und bzw. aus Mikrit zusammen. Die untersuchten Proben sind entweder  
als Biosparite (selten) oder Pelsparite bzw. Pelmikrite zu bezeichnen.

### V. Fazies und Paläogeographie

Bei einem Vergleich der Schichtenfolge der Pinge „Bergmannsglück“ und der des  
Gemeindesteinbruchs Donsbach fallen die außerordentlich großen Mächtigkeits-  
unterschiede zwischen den heute nur 150–250 m von einander entfernten Profilen  
auf (Abb. 3). Zwischen der Oberkante des mitteldevonischen Schalsteins und dem  
Unteren Kellwasserkalk-Horizont beträgt der Abstand in der Pinge „Bergmanns-  
glück“ nur 4 m, im Gemeindesteinbruch Donsbach dagegen 34 m. Trotz der starken  
Mächtigkeitsunterschiede lassen sich auf Grund der Conodonten- und Ostracoden-  
Faunen einige Bänke der Pinge „Bergmannsglück“ mit denen des Gemeindestein-  
bruchs Donsbach parallelisieren (S. 89, Abb. 3).

Diese hohen Mächtigkeitsunterschiede sind auf eine durch vulkanische Vorgänge  
entstandene submarine Schwelle zurückzuführen (besonders hohe Aufschüttungen  
des mitteldevonischen Schalstein-Vulkanismus). Auf dieser submarinen Schwelle,  
die als Donsbacher Schwelle bezeichnet werden soll (vgl. KREBS 1960 b, S. 102),  
wurden im tieferen Oberdevon keine oder nur geringmächtige Sedimente abgelagert.  
Im Profil der Pinge „Bergmannsglück“ wird der Roteisenstein, der nach KAYSER  
(1907, S. 20) etwa 1–2 m mächtig ist, unmittelbar von einem Kalkstein überlagert,  
der die Conodonten der tieferen *Ancyrognathus triangularis*-Zone führt. Daraus ergibt  
sich, daß der 1–2 m mächtigen Roteisenstein-Bank ca. 16–17 m Tuffe, Tonschiefer  
und Kalkstein im Gemeindesteinbruch zeitlich entsprechen müssen. Es ist kaum anzu-  
nehmen, daß die Bildung der Roteisenstein-Bank in der Pinge „Bergmannsglück“ bis  
in die *Ancyrognathus triangularis*-Zone angedauert hat. Daher muß sich zwischen der  
Oberkante des Roteisensteins und der darüber einsetzenden Kalkstein-Bank eine  
Schichtlücke befinden, die wahrscheinlich den größten Teil der *dubia*-Zone der  
Conodonten-Chronologie umfaßt. In dieser Zeit, die etwa dem höheren Oberdevon I $\alpha$   
und dem tiefsten I( $\beta$ ) $\gamma$  entspricht (s. S. 99), lag hier ein „nondepositional environ-  
ment“ (Omission ARN. HEIM 1924) vor. Einerseits waren auf der submarinen Schwelle  
die Strömungen wahrscheinlich so stark, daß das angelieferte Tuff-Material sowie der  
von dem südwestlich gelegenen Riff stammende feine Detritus nicht zum Absatz kom-  
men konnten und in die benachbarten Becken transportiert wurden. Andererseits war  
für die riffbildenden Organismen die Schwelle wohl zu tief gelegen, um ihnen günstige  
Voraussetzungen für eine dauerhafte Besiedlung zu bieten. Wenn heute auf der  
Donsbacher Schwelle für einem bestimmten Zeitbereich keine Sedimente angetroffen  
werden, so bedeutet das noch nicht, daß in dieser Zeit kein Sedimentmaterial an-  
geliefert wurde. Mit ARRHENIUS (1952, S. 6) muß hier zwischen „deposition“ und  
„accumulation“ scharf unterschieden werden. In der tiefsten Adorf-Stufe lagen auf  
der Donsbacher Schwelle vergleichbare Verhältnisse vor, wie sie u. a. von SHEPARD  
(1948, S. 203) von submarinen Erhöhungen in den Ozeanen beschrieben worden sind:

„Most of the areas of non-deposition are found on banks and submarine ridges and seamounts.“

Die Donsbacher Schwelle stellt in dieser Hinsicht in der südwestlichen Dill-Mulde keinen Einzelfall dar. So liegt z.B. auf der Beilsteiner Schwelle in der Mittleren Eibacher Mulde NE von Oberscheld auf dem als massive Bank ausgebildeten Roteisenstein-Grenzlager ein 16 cm mächtiger Kalkstein des Oberdevon II $\alpha$  (Untere bis Mittlere *crepida*-Zone der Conodonten-Chronologie). Zwischen dem Roteisenstein und dieser geringmächtigen Kalksteinbank befindet sich eine Schichtlücke, die fast die gesamte Adorf-Stufe und noch

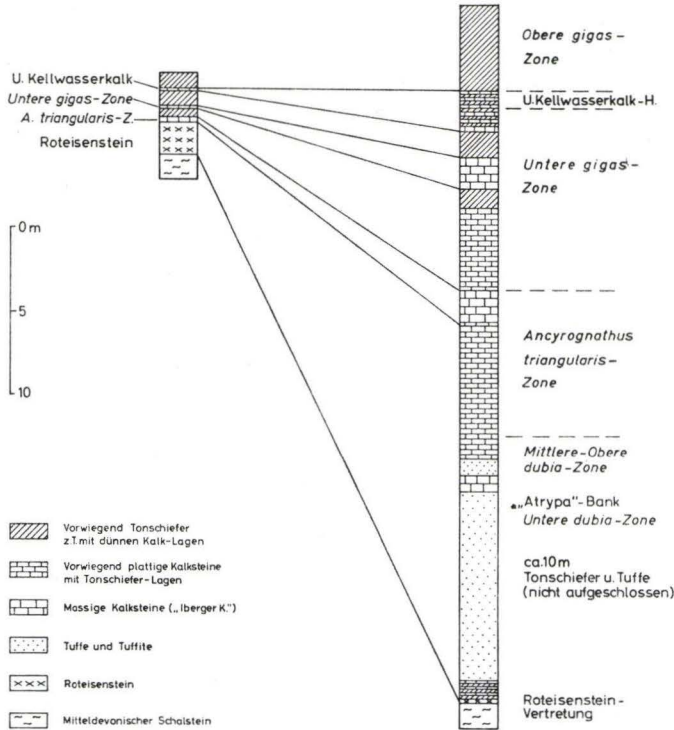


Abb. 3. Parallelisierung der Schichtenfolge der Pinge „Bergmannsglück“ mit der des Gemeindesteinbruchs Donsbach.

tiefste Teile der Nehden-Stufe umfaßt. — Schließlich gibt es im Bereich der südwestlichen Dill-Mulde submarine Schwellen, die nach der Bildung des Roteisenstein-Grenzlagers im tiefsten Oberdevon bis in das Unterkarbon hinein frei von Sedimenten bleiben und erst von den unterkarbonischen submarinen Ergüssen des Deckdiabases eingedeckt werden (KREBS 1960 a, S. 227 — 229, 1960 b, S. 97).

Sowohl KAYSERS (1907) als auch WIEGELS (1956) Kartierungen der südwestlichen Galgenberg-Mulde zeigen, daß sich etwa in N-S-Richtung von der Pinge Sengelnberg westlich des Hachelbachtals zur Grube Eisenkaute ein Gebiet mit sehr geringmächtig ausgebildeter Adorf-Stufe ohne Plattenkalke hinzieht. Westlich und östlich dieser geringmächtig ausgebildeten Adorf-Stufe schließen sich Bereiche mit mächtigeren Plattenkalksteinen an. Zeichnet man die Profile für das tiefste Oberdevon von WIEGEL (1956, Abb. 4) in der Weise um, daß man sie alle auf die Oberkante der Adorf-Stufe

bezieht, so ergibt sich deutlich das Bild der Donsbacher Schwelle, auf der die Plattenkalksteine nicht zur Ablagerung gekommen sind (SE Pkt. 413,1 an der Straße Donsbach-Haiger; Pinge Sengelnberg; Auf der Stahl; Eisenkaute). Westlich und östlich davon sind die Plattenkalksteine mächtig entwickelt.

Die ca. 17 m mächtige Plattenkalkstein-Folge im Gemeindesteinbruch Donsbach liegt an der Ostflanke der Donsbacher Schwelle. Schon eine Parallelisierung der Schichten vom westlich gelegenen Abschnitt 2 mit dem nur wenig weiter östlich gelegenen Abschnitt 3 zeigt, daß die gesamte Schichtenfolge von W nach E an Mächtigkeit zunimmt. Dabei ist festzustellen, daß mit zunehmender Entfernung von der Donsbacher Schwelle die Tonschiefer gegenüber den Kalksteinen mehr und mehr hervortreten. Weiter nach NE, bereits außerhalb des hier bearbeiteten Gebietes, keilen die Kalksteinbänke im Dillenburger Becken allmählich aus und machen einer immer mächtiger werdenden Tuff-Tonschiefer-Folge Platz (Dillenburger Tuffe). Eine extrem mächtige Ausbildung dieser Tonschiefer-Tuff-Ablagerungen ist in den Tiefbohrungen Orion und Lusthain SW von Dillenburg angetroffen worden (KREBS 1960 b, S. 86).

Schon KAYSER (1907, S. 25) und KEGEL (1934, S. 537) haben darauf hingewiesen, daß es sich bei den Donsbacher Plattenkalken um den Detritus des weiter südwestlich gelegenen Langenaubach-Breitscheider Riffkomplexes handelt. Die blaugrauen bis dunkelgrauen, plattigen, dichten bis feinkörnigen, vorwiegend calcarenitischen Kalksteine müssen sich im SW, etwa in dem heute vom unterkarbonischen Deckdiabas verhüllten Gebiet zwischen Lau-Berg und Nann-Berg mit den Riffkalken (fore-reef-Bereich) des Langenaubach-Breitscheider Riffkomplexes verzahnen. Der von der Außenseite des Riffes stammende Feinschutt, der durch gelegentliche Anlieferung von größerem Riffschutt mit Stromatoporidaen, Korallen und Brachiopoden (Bänke von „Iberger Kalk“ im Gemeindesteinbruch Donsbach) abgelöst wird, ist in das westlich bzw. nordwestlich sich anschließende Becken geschüttet worden, in dem überwiegend Tuffe und Tonschiefer zum Absatz kamen. Stärkere Strömungen bedingten, daß der Riffdetritus nicht auf dem submarinen Rücken der Donsbacher Schwelle sedimentiert, sondern auf beiden Flanken abgesetzt wurde. Die höchste, stark brekziöse Riffschutt-Bank im Donsbacher Gemeindesteinbruch (Schicht 38 im Abschnitt 2 = Schicht 19 im Abschnitt 3) liegt bereits inmitten der grüngrauen Tonschiefer über der geschlossenen Plattenkalkstein-Folge und zeigt in ihren höchsten Partien eine stark brekziöse Auflösung und innere Verfaltung, die auf submarine Rutschung und Gleitung zurückzuführen ist. Das trifft auch für dünnere Bänke im Liegenden und Hangenden zu. Die Trilobiten, Styliolinen, Tentaculiten, Ostracoden und Conodonten dürften in dem Meeresbereich, in dem die Tonschiefer und Plattenkalksteine zur Ablagerung kamen, ihren Lebensraum gehabt haben. Die in den grobbankigen bis massigen Riffschuttkalken enthaltenen Stromatoporidaen, Korallen und Brachiopoden sind dagegen zusammen mit dem Riffschutt in das vorgelagerte Becken hineintransportiert worden. Allochthone Blöcke von Riffkalkstein erreichen in der obersten „Iberger Kalk“-Bank Ausmaße von über 1 mal 0,5 m. Sie bezeugen, daß das Riff nicht weit entfernt war oder ein sehr starker Höhenunterschied zwischen dem Rifftrand und dem Becken bestand.

MATERN (1931, S. 11) und KEGEL (1934, S. 537) berichten aus dem Gemeindesteinbruch von einem „Riff“ inmitten der Plattenkalksteine von ca. 2 m Mächtigkeit und



etwa 20 m Durchmesser, das sich „nach beiden Seiten stark verjüngt“ (MATERN) bzw. sich „uhrglasförmig gegen das Hangende“ vorgewölbt hat (KEGEL). Beide Autoren geben jedoch für diese Kalkstein-Bank keine weiteren faziellen Hinweise, die ein autochthones biogenes Riffwachstum, also die Existenz eines „patch-reefs“ innerhalb der Plattenkalkstein-Folge belegen. Zur Zeit der Profilaufnahme konnte auch keines beobachtet werden. Es wurde jedoch festgestellt, daß die als „Iberger Kalk“ bezeichneten Riffschutt-Bänke (siehe oben) schon auf kurze Entfernung hin sehr ungleiche Mächtigkeiten haben (z. B. Bank 24 in Abschnitt 2: 150 bis 220 cm; Bank 38 in Abschnitt 2 = Bank 19 in Abschnitt 3: 100 bis 270 cm).

Nach WIEGEL (1956, S. 48, Taf. 2, Fig. 8) zeigen „Luftrisse“, die mit tonigem Material erfüllt sind, in den Plattenkalksteinen des Donsbacher Gemeindesteinbruches ein „gelegentliches Auftauchen über den Meeresspiegel“ an. Ob es sich bei diesen, nur selten polygonal vernetzten Rissen wirklich um Auftauchmarken handelt, wie sie z. B. von GINSBURG (1957, S. 93–94, Abb. 13–14) von der Florida Bay an der Südküste Floridas beschrieben und abgebildet werden, ist sehr fraglich. MOORE (1914), JÜNGST (1934), R. RICHTER (1941), HÄUSLER & HÄUSLER (1951), VAN STRAATEN (1954) und SCHÄFER (1954) haben in der Natur und bei Experimenten beobachtet, daß Risse durch diagenetische Schrumpfung unter Wasserbedeckung entstehen können. Die von WIEGEL abgebildeten Risse allein sind noch kein Beweis für ein Auftauchen über dem Meeresspiegel. Irgendwelche anderen sedimentologischen Anzeichen einer Emerision, wie sie an kalkigen Sedimenten oft zu finden sind (z. B. REVELLE & EMERY 1957), fehlen in den Kalksteinen der Umgebung von Donsbach. Die ausgesprochen rhythmisch aufgebaute Plattenkalkstein-Tonschiefer-Folge mit ebenmäßig, vorwiegend dünnplattigen Bänken, die z. T. eine feine Gradierung aufweisen, sprechen auch gegen einen Sedimentationsraum, der zeitweilig trockenfiel.

Die Donsbacher Plattenkalksteine entsprechen faziell und zeitlich weitgehend den Ooser Plattenkalken in der Prümer Mulde (HAPPEL & REULING 1937, KREBS 1962). Am SE-Flügel der Prümer Mulde ist – noch deutlicher als in Donsbach – eine Verzahnung der dünnplattigen, calcarenitischen, mit schwarzen Tonschiefern wechsellagernden Kalksteine mit einer dicken, grobbrekziösen Bank der fore-reef-Fazies zu beobachten.

Lithofaziell sind die adorfischen Plattenkalksteine bei Donsbach weiterhin mit den oberrhätischen Oberen Kössener Schichten an der Steinplatte bei Waidring/Tirol (OHLEN 1959, S. 13–14, 79–80) vergleichbar. Diese dünnbankigen, dunkelbraungrauen, bituminösen, calcarenitischen Kalksteine wechsellagern mit dünnen, schwarzen Mergellagen und enthalten Hornstein-Knollen und -Lagen. Sie verzahnen sich an der Steinplatte deutlich mit der fore-reef-Fazies des oberrhätischen Riffkalkes.

Die in der tiefsten und Mittleren Adorf-Stufe in großen Teilen der südwestlichen Dill-Mulde vorherrschenden Dillenburger Tuffe treten im Donsbacher Profil nur in den untersten 17 m stärker hervor (Untere bis Obere *dubia*-Zone der Conodonten-Chronologie). Abgesehen von wenigen Bänken und einigen tuffitischen Partien innerhalb der Kalksteine ist der Tuff-Anteil in der Plattenkalkstein-Folge bei Donsbach nur gering. Die letzten Tuffe (Schicht 36 im Abschnitt 2) gehören zeitlich in die Untere *gigas*-Zone. Die 10–40 cm dicke Tuff-Linse im Abschnitt 2 ist bereits im Abschnitt 3 nicht mehr vorhanden. Die Obergrenze der Dillenburger Tuffe in Donsbach stimmt demnach mit den übrigen Verhältnissen in der südwestlichen Dill-Mulde überein. Von einigen Schwellen abgesehen, werden die Dillenburger Tuffe

stets von Kalksteinen und Tonschiefern der *Ancyrognathus triangularis*-Zone bis Unteren *gigas*-Zone der Conodonten-Chronologie bzw. der *cicatricosa*-Zone der Ostracoden-Chronologie überlagert.

Über der obersten „Iberger Kalk“-Bank (Taf. 7) setzt im höheren Teil der Mittleren Adorf-Stufe die Cypridinschiefer-Fazies ein. Eine etwa 4 m mächtige Kalkstein-Tonschiefer-Wechsellagerung (Horizont c, S. 81) vermittelt zwischen der Plattenkalkstein-Folge und der reinen Cypridinschiefer-Fazies, die von der Oberen Adorf-Stufe bis zum jüngsten Oberdevon im Donsbacher Gebiet herrscht. Im Unterschied zu den tieferen Profiltteilen, in denen eine episodisch stark wechselnde Anlieferung von tuffigem oder calcarenitischem Material festzustellen ist, erfolgt ab Oberer Adorf-Stufe eine sehr gleichmäßige Sedimentation von feinem tonigem Material. Die dünnen calcilitischen Kalksteinbänkchen und die karbonatisch-tonigen Feinschichten innerhalb der Tonschiefer sind von organogenem Detritus der wohl meist planktonischen Mikrofossilien des „Cypridinschiefer-Meer“ erfüllt. Die litho- und biofaziellen Merkmale sprechen für einen Meeresboden, der unterhalb des bewegten, gut durchlüfteten Flachwasserstockwerkes und außerhalb des Einflßbereiches einer Festlandsküste lag (RABIEN 1956 a, S. 37 – 73).

Zusammenfassend lassen die litho- und biofaziellen Merkmale des Donsbacher Profils folgende Deutung der paläogeographischen Entwicklung in der Adorf-Stufe zu: An der Wende Mittel-/Oberdevon bestand infolge des submarinen-geosynklinalen Vulkanismus ein sehr starkes Relief am Meeresboden. Vulkanberge, die aus Diabasen und Diabastuffen bestanden, sowie Schuttkegel aus Diabas- und Keratophyr-Material ragten bis in das Flachwasserstockwerk oder bis über den Meeresspiegel empor. Diese Untiefen bewirkten, daß innerhalb des Meeresraumes, den man noch zum Bereich der hercynischen Magnafazies rechnen kann (H. SCHMIDT 1935, 1950, 1962; RABIEN 1956 a, ERBEN 1962), riffbildende Organismen sich ansiedeln konnten. Biogene Riffe bestanden mit Sicherheit südlich und südwestlich von Donsbach (= N-Rand des Iberger Kalk-Komplexes von Erdbach-Breitscheid-Langenaubach), wahrscheinlich aber auch nördlich und nordöstlich von Donsbach im Zuge der tektonischen mitteldevonischen Sättel von Donsbach und Dillenburg. Das bezeugen die biofaziellen Merkmale der brekziösen allochthonen Fossilagen in den Dillenburger Tuffen („*Atrypa*-Bank“ im Gemeindesteinbruch), die fossilführenden Riffkalk-Blöcke in den Dillenburger Tuffen der Umgebung von Dillenburg und die sogenannten „Iberger Kalk“-Bänke in der Plattenkalkstein-Folge (s. oben S. 90 und 112; KREBS 1958, S. 146 – 150; RABIEN 1959 a, S. 631 – 632; KREBS 1960 b, S. 39, 77, 96 – 102).

In den hier untersuchten Profilen (Gemeindesteinbruch, Pinge „Bergmanns-glück“, Plattenkalksteinbruch an der Straße nach Haiger) ließen sich keine eindeutigen litho- oder biofaziellen Kriterien finden, die dafür sprechen, daß in Donsbach das oberdevonische Meer den Charakter einer Flachsee hatte, die zeitweilig trocken fiel. Hätte es sich um ein derart flaches Meeresbecken im Sinne von WIEGEL (1956) gehandelt, so wäre innerhalb der Plattenkalkstein-Folge sicherlich nicht mit einer durchgehenden Abfolge von Conodonten-Zonen, sondern mit zahlreichen Conodonten-Mischfaunen oder Geisterfaunen (mixed- oder ghost-faunas) zu rechnen. (Siehe die zusammenfassende Darstellung über diese Probleme bei KREBS 1964.) Bis jetzt ist es nicht möglich, absolute Werte über die Reliefunterschiede am Meeresboden oder

gar über die Wassertiefe zu geben; relative Tiefenangaben sind jedoch möglich: Während der Ablagerung der Dillenburger Tuffe und der Plattenkalksteine muß der Meeresboden im Bereich des Gemeindesteinbruches und des Plattenkalksteinbruches an der Straße nach Haiger tiefer gelegen haben als die Schwelle, auf der das Profil der Pinge „Bergmannsglück“ entstand. Diese wiederum lag offenbar tiefer als die „Hochschwellen“ (sensu RABIEN 1956 a, S. 65–67, Abb. 2), die den Aufbau von autochthonen biogenen Kalkriffen ermöglichten. Im ganzen mag das Meeresbecken zur Bildungszeit der Plattenkalksteine und Tuff-Tuffit-Ablagerungen weniger tief gewesen sein als zur Zeit der darüber sedimentierten Cypridinen-Schiefer; jedoch zeigen auch rezente Beispiele, daß in vulkanischen Gebieten ein Absinken des Meeresbodens vom Litoral bis zur Tiefsee auf ganz kurze horizontale Entfernung möglich ist.

Für die Ablagerungszeit der Cypridinen-Schiefer wird – wie bereits oben erwähnt – in Donsbach ein Meeresbecken angenommen, das unterhalb der durchbewegten Wasserschichten der Flachsee lag. Die von RABIEN (1956 a, 1959 a) aufgeführten Argumente sollen hier nicht wiederholt werden. Die ungestörte Feinschichtung, das Fehlen der für die Litoral- und Flachwasserbereiche typischen Faunen und Schill-Lagen, die unregelmäßige Einbettung der Tentaculiten, die feine Zonen-Abfolge der pelagischen Ostracoden mit deutlichen phyletischen Umwandlungen im Bereich weniger Zentimeter (S. 94–97, Taf. 6) und das Fehlen von Conodonten-Mischfaunen sprechen sehr deutlich gegen die von manchen Autoren vertretene Auffassung, daß die Cypridinen-Schiefer Flachmeer- oder sogar Watten-Sedimente seien. Vergleicht man die Fazies der Donsbacher Cypridinen-Schiefer über der obersten „Iberger Kalk“-Bank mit den von SCHÄFER (1962, S. 527–546; 1963, S. 18–35) definierten „Biofazies-Bereichen I. Ordnung“, so muß man sie der „vital-pantostraten“ bis „letal-pantostraten“ Fazies zuweisen.

Die Biofazies sensu SCHÄFER (1962, 1963) wird mit bio- und lithofaziellen Merkmalen definiert und könnte daher auch nur im Sinne der ursprünglichen Definition von GRESSLY (1836, 1838) als Fazies bezeichnet werden. ERBEN (1962, S. 43) empfiehlt, statt der Bezeichnungen Lithofazies und Biofazies besser von den lithofaziellen und biofaziellen Merkmalen einer Fazies zu sprechen.

### Zusammenfassung

Im Gemeindesteinbruch Donsbach (südwestl. Dillmulde) und in 3 benachbarten Aufschlüssen wurde die etwa 45 m mächtige Schichtenfolge der Adorf- und tiefsten Nehden-Stufe feinstratigraphisch aufgenommen (Abb. 1–3, Taf. 7). Die im Gelände durchgeführten Profilbeschreibungen (Kapitel II) sind durch Anschliff- und Dünn-schliff-Untersuchungen ergänzt worden (Kapitel IV).

Die biostratigraphischen Einstufungen erfolgten mit Hilfe von Conodonten und Ostracoden. Die Hauptmenge der Conodonten stammt aus 39 Kalksteinbänken; außerdem sind Conodonten-Funde auf 22 Schichtflächen im Tonschiefer gemacht worden (Tab. 1–2). Die Ostracoden kommen vorwiegend in den Tonschiefern („Cypridinen-Schiefer“) und den eingeschalteten dünnen Kalksteinlagen im oberen Drittel der Schichtfolge vor. Es konnten im Gemeindesteinbruch etwa 220 Ostracoden-

Fundschichten unterschieden werden. Die übrigen im Profil vorkommenden Makro- und Mikrofossilien haben vorläufig für die feinere Zonen-Gliederung keine Bedeutung; sie sind bei den Schichtbeschreibungen und im Kapitel III, 1–4 aufgeführt.

Die von RABIEN (1954, 1958) definierten Ostracoden-Zonen der Mittleren Adorf- bis Nehden-Stufe (*cicatricosa*-Zone bis tiefster Teil der *nehdensis-serratostrata*-Zone) konnten alle in den bei Donsbach untersuchten Profilen nachgewiesen werden. Das Vorkommen der stratigraphisch wichtigsten Arten wird besprochen und eine noch feinere Gliederung an Hand von erkennbaren Entwicklungsreihen diskutiert. Die hohe Umwandlungsgeschwindigkeit innerhalb der phyletischen Reihe von *Bertillonella* (*Rabienella*) *barrandei* zu *B. (R.) reichi* und *kegeli*, besonders im Übergangshorizont von der *materni*- zur *reichi*-Zone, liefert Zeitmarken von größter Präzision (Kapitel III, 5a–d, Taf. 6).

Die von ZIEGLER (1962) für das Oberdevon I aufgestellten Conodonten-Zonen (Untere *dubia*-Zone bis Obere *triangularis*-Zone) wurden – bis auf eine Zone – festgestellt. Die oft dicht nebeneinander liegenden Fundschichten mit Ostracoden und Conodonten erlauben im höheren Oberdevon I( $\beta$ ) $\gamma$  und I $\delta$  erstmalig eine gute Parallelisierung der Ostracoden- und Conodonten-Chronologie (Tab. 3, Kap. III, 6–7).

Auf Grund der bei Donsbach vorgenommenen Vergleiche ergibt sich, daß der im höchsten Oberdevon I( $\beta$ ) $\gamma$  liegende Untere Kellwasserkalk der Unteren *gigas*-Zone der Conodonten-Chronologie angehört. Der Beginn des Oberdevon I $\delta$  fällt etwa mit dem Einsetzen der *variostrata*-Superzone etwas unterhalb der *barrandei*-Zone (Ostracoden) und der Oberen *gigas*-Zone (Conodonten) zusammen. Der dem mittleren Oberdevon I $\delta$  angehörende Obere Kellwasserkalk liegt im höchsten Teil der Oberen *gigas*-Zone der Conodonten-Abfolge und noch im mittleren Teil der *splendens*-Zone der Ostracoden-Chronologie. Untere, Mittlere und ein Teil der Oberen *triangularis*-Zone der Conodonten-Abfolge entsprechen dem höchsten Teil der *splendens*-Zone der Ostracoden-Chronologie. Wie bereits ZIEGLER (1962) vermutete, liegt die Grenze Adorf-/Nehden-Stufe innerhalb der Oberen *triangularis*-Zone der Conodonten-Chronologie (Tab. 3).

Paläogeographisch liegen die bei Donsbach untersuchten Profile auf und am Rande der Donsbacher Schwelle, die vermutlich die nordnordöstliche Fortsetzung des Langenaubach-Breitscheider Riffkomplexes bildet. Während im Oberdevon I auf der Schwelle nur eine lückenhafte und geringmächtige Kalkstein- und Tonschiefer-Sedimentation stattfand (Pinge „Bergmannsglück“ w. Donsbach), wurden an der östlichen Flanke der Donsbacher Schwelle relativ mächtige Tuffe, Tonschiefer und Plattenkalksteine sedimentiert (Gemeindesteinbruch Donsbach). Die ebenflächigen Plattenkalksteine, die z. T. Hornstein-Lagen enthalten, sind häufig feingradiert und teilweise tuffitisch ausgebildet. In die Tonschiefer-Plattenkalkstein-Folge sind einige dickbankige bis massive Schuttkalke eingeschaltet, die in der Literatur als „Iberger Kalk“ bezeichnet worden sind. Der kalkige Detritus ist zusammen mit Trümmern von Korallen, Stromatoporen, Brachiopoden, Foraminiferen und Kalkalgen von dem südwestlich gelegenen Erdbach-Langenaubacher Riff in das vorgelagerte Becken geschüttet worden. Weiter nach E, bereits im „Dillenburger Becken“, verzahnen sich die im Gemeindesteinbruch etwa 17 m mächtigen Plattenkalksteine mit über 100 m mächtigen Tuffen und Tonschiefern.

Die „Cypridinschiefer-Fazies“, die oberhalb der Plattenkalksteinfoolge einsetzt, läßt auf Grund der litho- und biofaziellen Merkmale auf eine kontinuierliche sehr geringe vertikale Sedimentation schließen; ein küstennaher Festlandseinfluß ist nicht zu erkennen. Der Ablagerungsraum gehörte ständig ohne Abschnürung dem oberdevonischen Weltmeer an und lag unterhalb des durchbewegten Flachwasserstockwerkes.

## Schriftenverzeichnis

- ARRHENIUS, G.: Sediment cores from the east Pacific. — Reports of the Swedish Deep-Sea Expedition, **5**, 227 S., Göteborg 1952.
- BLUMENSTENGEL, H.: Über oberdevonische Ostracoden und ihre stratigraphische Verbreitung im Gebiet zwischen Saalfeld und dem Kamm des Thüringer Waldes. — Freiburger Forschungshefte, **C 72**, S. 53—107, 4 Tab., 2 Abb., 2 Taf., Berlin 1959.
- ERBEN, H. K.: Zur Analyse und Interpretation der rheinischen und hereynischen Magnafazies des Devons. — Symposium Silur/Devon-Grenze, 1960, S. 42—61, 6 Abb., 2 Tab., Stuttgart (Schweizerbart) 1962.
- FOLK, R.: Practical petrographic classification of limestones. — Bull. Amer. Assoc. Petroleum Geologists, **43**, S. 1—38, 41 Abb., Tulsa, Okla. 1959.
- Spectral subdivision of limestones types. — In: Classification of carbonate rocks. A symposium. Amer. Assoc. Petroleum Geologist, Mem., **1**, S. 62—84, 7 Abb., 3 Tab., Tulsa, Okla. 1962.
- FLÜGEL, E. & FLÜGEL-KAHLER, E.: Mikrofazielle und geochemische Gliederung eines obertriadischen Riffee der nördlichen Kalkalpen (Sauwand bei Gußwerk, Steiermark, Österreich). — Mitt. Mus. Bergbau, Geol. und Technik am Landesmus. „Joanneum“, Graz, **24**, 128 S., 11 Abb., 19 Tab., 10 Taf., Graz 1963.
- GINSBURG, R. N.: Early diagenesis and lithification of shallow-water carbonate sediments in south Florida. — In: Regional aspects of carbonate deposition. Soc. Economic Paleontol. Mineralogists, spec. publ. **5**, S. 80—100, 18 Abb., Tulsa, Okla. 1957.
- GRESSLY, A.: Geognostische Bemerkungen über den Jura der nordwestlichen Schweiz, besonders des Kantons Solothurn und der Grenz-Partie'n der Kantone Bern, Aargau und Basel. — N. Jb. Mineral., 1836, S. 659—675, Stuttgart 1836.
- Observations géologiques sur le Jura Soleurois. — Neue Denkschr. Allgem. Schweizer. Ges. f. ges. Naturwiss., **2**, 112 S., 5 Taf., Neuchatel 1838.
- GRÜNDEL, J.: Zur Phylogenetik und Taxionomie der Entomozoidae (Ostracoda) unter Ausschluß der Bouciinae. — Geologie, Jg. **11**, S. 1184—1203, 11 Abb., Berlin 1962.
- HAPPEL, L. & REULING, H. TH.: Die Geologie der Prümer Mulde. — Abh. senckenberg. naturforsch. Ges., **438**, 94 S., 17 Abb., 10 Taf., 4 Kte., Frankfurt am Main 1937.
- HÄUSLER, H. & HÄUSLER, E.: Eine Notiz zur Rißbildung an feuchten Peliten. — Geol. u. Bauwesen, **18**, S. 177—185, 10 Abb., Wien 1951.
- HEIM, A.: Über submarine Denudation und chemische Sedimente. — Geol. Rdsch., **15**, S. 1—47, 6 Abb., Berlin 1924.
- JÜNGST, H.: Zur geologischen Deutung der Synärese. — Geol. Rdsch., **25**, S. 312—325, Taf. 7, Berlin 1934.
- KAYSER, E.: Erläuterung und geol. Karte Blatt Dillenburg. — Geol. Kte. Preußen, Lfg. **101**, 119 S., 17 Abb., 5 Taf., Berlin 1907.
- KEGEL, W.: Bericht über die Aufnahmen auf Blatt Dillenburg im Jahre 1932. — Manuskript, 16 S., Berlin 1932 (Archiv Hess. L.-Amt Bodenforsch., Wiesbaden).
- Über das Oberdevon auf dem Nordwestflügel der Dillmulde. — Jb. preuß. geol. Landesanst., **54**, S. 531—545, 5 Abb., Taf. 32, Berlin 1934.
- KINDLE, E. M.: The discovery of a Portage Fauna in the Mackenzie River Valley. — Geol. Surv. Canada, Mus. Bull., **29**, S. 1—16, Taf. 1—2, Ottawa 1919.
- KLAPPER, G. & FURNISH, W. M.: Conodont zonation of the Early Upper Devonian in eastern Iowa. — Proc. Iowa Acad. Sci., **69**, S. 400—410, 2 Abb., Des Moines, Iowa 1963.

- KREBS, W.: Dillenburger Tuffe: (Vorschlag zur Neubenennung der tiefoberdevonischen Tuff-Fazies der südwestlichen Dill-Mulde (= „Buchenauer Schichten“) in „Dillenburger Tuffe“). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **86**, S. 140—152, Wiesbaden 1958.
- Beiträge zum „Bericht über die Exkursionen anlässlich der 110. Hauptversammlung in Marburg a. d. Lahn vom 1. bis 9. September 1958“. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1959, **111**, S. 259—263, Hannover 1959 [1959a].
- Zur Grenze Mittel-/Ober-Devon und zur Gliederung des obersten Mittel-Devons und der tieferen Adorf-Stufe nach Conodonten. — Senck. leth., **40**, S. 367—387, 1 Abb., 2 Taf., Frankfurt am Main 1959 [1959b].
- Neue Ergebnisse zur Stratigraphie des Oberdevons und Unterkarbons in der südwestlichen Dill-Mulde (Rheinisches Schiefergebirge). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **88**, S. 216—242, 3 Abb., 3 Tab., Wiesbaden 1960 [1960a].
- Stratigraphie, Vulkanismus und Fazies des Oberdevons zwischen Donsbach und Hirzenhain (Rheinisches Schiefergebirge, Dill-Mulde). — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **33**, 119 S., 21 Abb., 7 Tab., 11 Taf., Wiesbaden 1960 [1960b].
- Das Oberdevon der Prümer Mulde/Eifel unter Ausschluß der Dolomit-Fazies. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **90**, S. 210—232, 1 Abb., 2 Tab., Taf. 24, Wiesbaden 1962.
- Zur faziellen Deutung von Conodonten-Mischfaunen. — Senck. leth., **45**, S. 245—284, 2 Abb., 5 Tab., Frankfurt a. M. 1964.
- KOCKEL, C. W.: Schiefergebirge und Hessische Senke um Marburg/Lahn. — Sammlung Geol. Führer, **37**, 248 S., 29 Abb., 2 Taf., Berlin (Bornträger) 1958.
- MATERN, H.: Die Ostracoden des Oberdevons. I. Teil: Aparchitidae, Primitiidae, Zygobolbidae, Beyrichiidae, Kloedenellidae, Entomidae. — Abh. preuß. geol. Landesanst., N. F., **118**, 100 S., 3 Abb., 2 Tab., 5 Taf., Berlin 1929.
- Das Oberdevon der Dill-Mulde. — Abh. preuß. geol. Landesanst., N. F., **134**, 139 S., 6 Abb., 4 Taf., 4 Tab., Berlin 1931.
- MOORE, E. S.: Mud cracks open under water. — Amer. J. Sci., (4) **38**, S. 101—102, New Heaven 1914.
- OHLEN, H. R.: The Steinplatte Reef Complex of the Alpine Triassic (Rhaetian) of Austria. — Diss. Univ. Princeton, 123 S., 20 Taf., Princeton 1959.
- POLENOVA, E. N.: — Ostracody devona volgo-ural'skoj oblasti. In: Foaminifery, Radiolarij i Ostrakody devona volgo-ural'skoj oblasti. — Trudy VNIGRI, n.s., **87**, Microfauna SSSR, Sbornik VIII, S. 191—317, 15 Taf., 3 Tab., Leningrad 1955.
- RABIEN, A.: Zur Taxionomie und Chronologie der Oberdevonischen Ostracoden. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **9**, 268 S., 7 Abb., 4 Tab., 5 Taf., Wiesbaden 1954.
- 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 [1956a].
- Die stratigraphische Bedeutung der oberdevonischen Ostracoden. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1954, **106**, S. 217—226, 2 Abb., Hannover 1956 [1956b].
- (1958) Paläontologie und Biostratigraphie, S. 167—184, Tab. 2—3, Abb. 5, in RABIEN, A. & RABITZ, A., 1958.
- Stratigraphische und fazielle Probleme im Paläozoikum der nordwestlichen Dillmulde. — Z. deutsch. geol. Ges., **110**, S. 629—633, Hannover 1959 [1959a].
- Beiträge zum „Bericht über die Exkursionen anlässlich der 110. Hauptversammlung in Marburg a. d. Lahn vom 1. bis 9. September 1958“. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1959, **111**, S. 259—264, Hannover 1959 [1959b].
- RABIEN, A. & RABITZ, A.: Das Ober-Devon von Meschede. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **86**, S. 159—184, 5 Abb., 3 Tab., Wiesbaden 1958.
- REVELLE, R. & EMERY, K. O.: Chemical erosion of beach rock and exposed reef rock. Bikini and nearby atolls, Marshall islands. — U.S. geol. Surv., professional Pap. **260-T**, S. 699—709, Abb. 233—234, 2 Tab., Taf. 225—229, Washington, D. C. 1959.
- RICHTER, R.: Risse durch Innenschumpfung und Risse durch Lufttrocknung. — Senckenbergiana, **23**, S. 165—167, 2 Abb., Frankfurt am Main 1941.
- SCHÄFER, W.: Dehnungsrisse unter Wasser im meerischen Sediment. — Senck. leth., **35**, S. 87—99, 12 Abb., Frankfurt am Main 1954.

- SCHÄFER, W.: Aktuo-Paläontologie nach Studien in der Nordsee. — 666 S., 277 Abb., 36 Taf., Frankfurt am Main (Waldemar Kramer) 1962.
- Biozönose und Biofazies im marinen Bereich. — Aufsätze u. Red. senckenb. naturf. Ges., **11**, 36 S., 5 Abb., Frankfurt am Main 1963.
- SCHMIDT, H.: Die bionomische Einteilung der fossilen Meeresböden. — Fortschr. Geol. Paläontol., **12**, 154 S., 24 Abb., Berlin (Gebr. Bornträger) 1935.
- Ein Vergleich zwischen deutschem und amerikanischem Devon. — Z. deutsch. geol. Ges., **101**, S. 213–219, 1 Abb., Taf. 3, Hannover 1950.
- Über die Faziesbereiche im Devon Deutschlands. — Symposium Silur/Devon-Grenze, 1960, S. 224–230, 4 Abb., Stuttgart (Schweizerbart) 1962.
- SHEPARD, F. P.: Submarine geology. — 348 S., 106 Abb., 1 Kte., New York (Harper & Brothers) 1948 (1. Aufl.).
- STRAATEN, L. M. J. U. VAN: Sedimentology of Recent tidal flat deposits and the Psammites du Condroz (Devonian). — Geol. en Mijnb. (N. Ser.), **16**, S. 25–47, 15 Abb., 2 Taf., 4 Tab., 's-Gravenhage 1954.
- SYLVESTER-BRADLEY, P. C.: ? Superfamily Entomozoacea. — In: Treatise on Invertebrate Paleontology, Q (Ostracoda), S. 388–396, Fig. 310–316, 1961.
- VOLK, M.: Das Oberdevon am Schwarzburger Sattel zwischen Südrandspalte und Kamm des Thüringer Waldes. — Sber. phys. med. Soc. Erlangen, **70**, S. 147–278, Taf. 1, 5 Abb., Erlangen 1939.
- WALLISER, O. H. und Mitarbeiter: Zum Oberdevon und Unterdevon von Erdbach-Langenaubach (SW-Dillmulde, Rheinisches Schiefergebirge). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **87**, S. 120–132, 3 Abb., Taf. 13, Wiesbaden 1958.
- WIEGEL, E.: Sedimentation und Tektonik im Westteil der Galgenberg-Mulde (Rheinisches Schiefergebirge, Dill-Mulde). — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **15**, 156 S., 41 Abb., 7 Tab., 7 Taf., 1 Kte., Wiesbaden 1956.
- ZIEGLER, W.: Conodontenfeinstratigraphische Untersuchungen an der Grenze Mitteldevon/Oberdevon und in der Adorf-Stufe. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **87**, S. 7–77, 7 Abb., 10 Tab., 12 Taf., Wiesbaden 1958.
- 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 30. 4. 1964

### Nachtrag

Nach Fertigstellung des Manuskriptes erschien von ZIEGLER, W., KLAPPER, G. & LINDSTRÖM, M.: The validity of the name *Polygnathus* (Conodonts, Devonian and Lower Carboniferous) in J. Paleontol., **38**, S. 421–423, 1964. In dieser Notiz wird u. a. festgestellt, daß *Polygnathus dubia* HINDE 1879 ein nomen dubium ist und daß für *Polygnathus dubia dubia* sensu BISCHOFF & ZIEGLER (1957) *Polygnathus asymmetrica ovalis* tritt. *Polygnathus dubia asymmetrica* BISCHOFF & ZIEGLER (1957) wird durch *Polygnathus asymmetrica asymmetrica* ersetzt. Die in der Arbeit der Verf. mehrfach genannte *dubia*-Zone der Conodonten-Chronologie muß entsprechend dieser nomenklatorischen Revision *asymmetrica*-Zone heißen.

## Neue Beobachtungen aus dem Rotliegenden der Wetterau

Von

ERICH WIESNER, Frankfurt am Main

### Einleitung

Im Laufe einer Diplomarbeit im Horst der Hohen Straße (südliche Wetterau) ergaben sich Probleme der Gliederung des dort angetroffenen Rotliegenden. Um einen größeren Überblick zu bekommen, wurden Exkursionen in andere Rotliegend-Gebiete (mit Ausnahme des Thüringer Waldes), besonders aber in die übrige Wetterau, durchgeführt. Herrn Prof. Dr. F. MICHELS danke ich für die Anregung dieser Arbeit und für wichtige Hinweise und Diskussionen. Herrn Dr. A. GOLWER (Wiesbaden) und Herrn Dipl.-Geol. J. WINTER (Frankfurt) bin ich für gemeinsame Geländebegehungen und Diskussionen sehr zu Dank verpflichtet.

### Geschichtlicher Überblick

LUDWIG (1855), der sich als erster mit dem Rotliegenden der Wetterau befaßt hat, läßt dieses ungegliedert. VON REINACH (1892) parallelisiert es mit dem Saar-Nahe-Gebiet und stellt die gesamte Schichtenfolge fest mit Ausnahme der „Söterner Schichten“, die ja auch mittlerweile ihre Eigenständigkeit eingebüßt haben. KÜHNE (1923) stellt das Rotliegende der Wetterau vollständig in das Oberrotliegende. MICHELS (1930) und NÖRING (1951) schließen sich VON REINACH (1892) an. In seiner jüngsten Arbeit stuft NÖRING (1955) die rotliegenden Ablagerungen der Wetterau mit Vorbehalt in ihrer Gesamtheit in das Unterrotliegende ein, wodurch die Möglichkeit gegeben wäre, daß zumindest die Kreuznacher Gruppe eine Fazies des marinen Zechsteins darstellt.

### Gliederung des Rotliegenden der Wetterau

Außer KÜHNE (1923) stellen alle Autoren und besonders NÖRING (1951 und 1955) den Teil der Schichtenfolge des Rotliegenden der Wetterau, der mächtigere graue Lagen enthält, in die Kuseler und Lebacher Gruppen (in diesen Arbeiten noch „Schichten“). Nur in bezug auf die  $\pm$  rote Serie ohne größere graue Einschaltungen bestehen unterschiedliche Auffassungen.



Nach NÖRING (1955) gehört diese rote Serie in die Tholeyer Schichten. Meine Untersuchungen führten mich dahin, nur einen kleinen Teil davon in die Tholeyer Gruppe einzustufen.

Im Saar-Nahe-Gebiet besteht das Oberrotliegende nur aus einem Rhythmus, der in der Beckenfazies mit einer Wechsellagerung von Konglomeraten mit Sand- und Schluffsteinen und stark kalkhaltigen Bänken beginnt und mit mächtigen Schiefer-tonen endet. Auch in der Wetterau, am SE-Hang des Niddertales, trifft man die konglomeratischen Einschaltungen an und kommt bis zur Linie Ravolzhausen-Hochstadt zum tonigen Endglied dieses Rhythmus. Mächtige graue Bänke fehlen in dieser Folge.

Im Steinbruch unterhalb der Naumburg wechsellagern mehrere Meter mächtige Bänke einer konglomeratischen Arkose mit feingeschichtetem grauem bis violettstichigem Sandstein. Solche Schichten sind mir aus dem Saar-Nahe-Gebiet nur aus der Tholeyer Gruppe bekannt (besonders schön bei Olsbrücken). Diesen Gesteinstyp fand ich in Übereinstimmung mit NÖRING (1955, S. 162) nur noch in Bad Vilbel.

Diese Tholeyer Gesteine passen nicht in den oben genannten Rhythmus hinein. Ich fand auch kein Bindeglied zwischen den Konglomeraten der Naumburg und denen vom Bahnhof Heldenbergen-Windecken oder der „Bettenburg“ bei Kilianstädten, die nahe der Basis des Rhythmus stehen müssen. Stellen die letzteren eine sehr unregelmäßige und teilweise wirre Ablagerung (Fanglomerate) von fast durchweg violettstichig rotbrauner Farbe dar, so sind die anderen über viele Meter vertikal gleichförmig aufgebaute, nur in den feinkörnigen Zwischenlagen gelegentlich violetten Gesteine von sonst gelber bis rotbrauner Farbe. Sind die beiden Typen ungleich, so kann der mit Fanglomeraten beginnende und bis zu Schiefer-tonen führende Rhythmus, der ausschließlich aride bis semiaride Züge aufweist (keine lakustrinen Ablagerungen, dafür Kalkkrusten und rote Sedimentfarben) und im Gebiet der Hohen Straße, also im Bereich der Quergliederung des Saartroges durch den Horst von Spremlingen-Erbstadt (NÖRING 1951) schon schätzungsweise 250 m mächtig ist, nur dem Oberrotliegenden entsprechen.

Einem solchen Oberrotliegenden mit großer Mächtigkeit, das eine große geschlossene Verbreitung in der Wetterau erlangt, und einem doch immerhin vom Rangenberg nördlich Oberdorfelden bis kurz vor Büdingen verbreiteten Komplex von Kuseler und Lebacher Gruppe stehen nur zwei Fundpunkte von Gesteinen der Tholeyer Gruppe gegenüber (wenn man von den schlecht aufgeschlossenen Konglomeraten von Oberrodenbach absieht, die vielleicht auch hierher gehören). Vielleicht ist die saalische Phase der Grund für das weitgehende Fehlen der Tholeyer Gruppe. Das würde auch die häufige unmittelbare Nachbarschaft von Lebacher und Waderner Gruppe erklären. Die Melaphyr-Gerölle in den Gesteinen der Waderner Gruppe vom Bahnhof Heldenbergen-Windecken könnten wohl einem Agglomerat-Strom, nie aber einer Intrusion wie der Büdesheimer entstammen. Sie unterscheiden sich durch ihren blasigen, glasigen Aufbau völlig von dem ausgesprochen doleritischen Büdesheimer Melaphyr, sind also demnach effusiv. Möglicherweise fielen diese Effusionen auch der Abtragung zum Opfer, die der saalischen Phase folgte. Wir haben also Hinweise auf eine saalische Krustenbewegung in der Wetterau.

In der Wetterau sind demnach alle Gruppen des Rotliegenden des Saar-Nahe-Gebietes vertreten, möglicherweise unterbrochen durch die saalische Phase. Kreuznacher Gruppe und mariner Zechstein sind verschieden alte Bildungen, weil die Kreuznacher Gruppe in der Wetterau von marinem Zechstein überlagert wird. NÖRING (1955, S. 164) deutet allerdings die Kreuznacher Gruppe als Zechstein in kontinentaler Fazies. Da der marine Zechstein diskordant auf verschiedenen Gliedern des Oberrotliegenden liegt, wird die pfälzische Phase auf den Zeitraum zwischen Kreuznacher Gruppe und Zechstein I eingeengt.

### Beobachtungen zu den einzelnen Gruppen

#### a) Kuseler Gruppe

Am Hanse-Berg bei Lindheim steht eine braungelbe Folge von Konglomeraten, Sandsteinen und Schluffsteinen an, die VON REINACH (1899, S. 4), ohne auf die Petrographie im einzelnen einzugehen, mit Vorbehalten in die Kuseler Schichten stellt. In den Konglomeraten herrschen blaugraue Crinoiden-Kalke und Quarzite vor. Nur aus der Bohrung Altenstadt ab 214 m (NÖRING 1951, S. 33) wurden bisher in der Wetterau solche Gesteine beschrieben. NÖRING (1951) stuft diese Konglomerate ebenfalls in die Kuseler Schichten ein. Eine Untersuchung der Gerölle vom Hanse-Berg auf Conodonten durch Herrn Dipl.-Geol. P. ROTHE blieb ergebnislos.

#### b) Lebacher Gruppe

Am Rangenberg nördlich Oberdorfelden (r 34878 : h 55628) war 1962 folgendes Profil aufgeschlossen:

1. ca. 0,8 m Mergel (Schluff), feingeschichtet, hellgrau, mit Ostracoden-Bruchstücken.
2. ca. 0,5 m Mergelstein, stark bituminös, plattig, hellgrau, mit Fischresten und Ostracoden.
3. ca. 1,0 m Arkose, schwach kalkhaltig, mittelkörnig, bankig, rotbraun.
4. ca. 0,5 m Arkose, feinkörnig, bindemittelarm, sehr fein geschichtet, rotbraun, violettstichig, einzelne Lagen gelbgrau.
5. ca. 0,6 m Schluffstein, plattig, rötlich grau, mit Grabgängen bis 0,8 mm Durchmesser.
6. ca. 1,0 m Schluffstein, plattig, rotbraun, violettstichig.
7. ca. 1,0 m Schluffstein und Schiefertone, schichtig bis knauerig, rotbraun, violettstichig, mit Toneisenstein-Geoden und Pflanzenresten.

Die Schichten 4–7 waren im Hohlweg, die anderen östlich davon auf dem Feld aufgeschlossen.

Nach Fauna und Petrographie entsprechen diese Schichten und die wenig östlich an der Nidder-Schleife anstehenden Gesteine den Lebacher Schichten von Heldenbergen (VON REINACH 1899, S. 6).

#### c) Waderner Gruppe

Ihre Abgrenzung nach oben geschah im Gebiet der Hohen Straße dort, wo in der Schichtenfolge keine Konglomerate, Arkosen und Kalkkrusten mehr vorkommen. Auch in der Kreuznacher Gruppe treten in feinkörnigen Sandsteinen Feldspäte auf.

Diese Sandsteine sind aber nicht mit den stark ungleichkörnigen Arkosen aus der Waderner Gruppe zu verwechseln. Ebenso kommen in der Kreuznacher Gruppe einzelne kleine Gerölle vor, nie aber richtige Konglomerat-Bänke.

Am Neuberg bei Kilianstädten waren 1963 durch Kanalarbeiten der obere Teil der Waderner Gruppe (ca. 15 m) und etwa 20 m von der Kreuznacher Gruppe aufgeschlossen. Die Gesteine der Waderner Gruppe stellen dort eine Wechsellagerung von Arkosen mit Tongallen und Schluff- und Feinsandsteinen dar. Darin eingelagert sind drei stark kalkhaltige Bänke von unregelmäßiger, teilweise sogar knolliger Gestalt. Den Abschluß der Gruppe bildet hier eine Karneolbank, aufgeschlossen in dem kleinen Steinbruch an der Straße zum Sportplatz. Die oberste Kalkmergelbank (an der Straße aufgeschlossen) hat einen  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt von 68,5% (durch Glühverlust-Bestimmung ermittelt). Es fanden sich darin Steinkerne von teilweise verzweigten Wurzeln und 0,2–0,3 mm große Gebilde aus Kalk, in der Gestalt Rotationsellipsoide mit kurzer Achse, die manchmal ein kleines Hälschen besitzen und vielleicht Steinkerne von Bläschen sein könnten, wie sie an den Wurzeln von Pflanzen vorkommen und sehr häufig in zu flach entnommenen Proben rezent auftreten. Ich sehe deshalb in diesen Bänken terrestrische Kalkkrusten, die noch Reste einer spärlichen Vegetation enthalten. KÜHNE (1923) faßt solche Bänke als Äquivalente von Kalken wie der Schicht 2) vom Rangenberg auf. Mit diesen haben sie aber nichts als den Kalkgehalt gemeinsam. Die Karneolbank ist mit den Kalkmergelbänken des Neuberges gleichgestaltet, also wohl aus einer solchen durch Metasomatose hervorgegangen. Bei der Karneolbank fand ich ein Stück Kieselholz.

Am W-Ende des Kranzbergringes in Kilianstädten, r 348900 : h 556282, lag in einer Baugrube etwa im gleichen Abstand von der oberen Grenze der Waderner Gruppe wie die oberste Kalkbank ein deutlich erkennbarer Wurzelboden. Ein Blatt von *Callipteris conferta* (STERNBERG) BRONGNIART konnte gleich über dem Wurzelboden gefunden werden. Bisher waren aus dem Oberrotliegenden der Wetterau als einzige Fossilien Fährten bekannt (HELLER 1937). Nach GOTHAN & REMY (1957, S. 165) bevorzugt *Callipteris conferta* trockene Standorte, paßt also gut zu den anderen Beobachtungen (z. B. Kalkkrusten), die ebenfalls für eine Halbwüste sprechen.

Zwischen dem Wurzelboden und der Karneolbank liegt östlich der Straße, die zum Sportplatz führt, eine auf kurze Entfernung auskeilende Arkosebank mit einer Knochenbrekzie. Die Knochenreste waren oft bis zur Unkenntlichkeit zersetzt und meist mit Vivianit bedeckt. Tongallen und Erosionslücken waren ziemlich häufig. Die Korngröße in der Arkosebank ging kaum über 0,2 mm hinaus. In den Knochenresten, und nur darin, steckten zahlreiche idiomorphe rote Orthoklase und farblose Doppelquarze mit einem Durchmesser bis zu 4 mm. Nach Korngröße, Lage und Gestalt gehören sie nicht zum Sediment, sind also autigen entstanden.

Die Kalksandsteine vom Büdesheimer Tunnel sind vermutlich das gleiche wie die Kalkkrusten vom Kilianstädter Neuberg.

Am Westhang der „Bettenburg“ westlich Kilianstädten liegt mindestens eine Konglomeratbank in den Gesteinen der Waderner Gruppe. Die Gerölle bestehen ausschließlich aus Taunus-Material, und zwar vor allem aus Gangquarzen und vordevonischen Serizitgesteinen. Als jüngstes Gestein wurden möglicherweise Bunte Schiefer (Gedinne) darin beobachtet. Vielleicht handelt es sich dabei aber nur um

Aufarbeitungen aus dem Rotliegenden selbst. Taunusquarzit, der bei Heldenbergen-Windecken und zwischen Eichen und Ostheim die Hauptmasse in den Waderner Konglomeraten ausmacht, wurde hier nicht gefunden. Der Vordevon-Zug am Taunus scheint im Rotliegenden weiter nach NE gereicht zu haben als heute. Anders wäre wohl kaum die Schüttung von Material aus den Gesteinen der Siegen-Stufe bis in die Gegend von Kilianstädten verhindert worden.

#### d) Kreuznacher Gruppe

Am Neuberg bei Kilianstädten beginnt diese Gruppe mit einer Wechselfolge von hellrotbraunen feinkörnigen Sandsteinen und Schluffsteinen. Violette Farben fehlen. Dafür kommen häufiger als unten grüngraue Flecken vor. Nach oben nimmt der Sandgehalt ab. Die Gesteine scheinen mehr aquatisch-fluviatil abgelagert worden zu sein. Jedes größere Profil in dieser Gruppe zeigt die Tendenz zur Kornverfeinerung nach oben. Das geschieht jedoch nicht gleichmäßig sondern immer in der Form von Wechsellagerungen. Die sehr feinkörnigen Schluffsteine von Ravolzhausen und vor allem die Schiefertone von Hochstadt sind vermutlich das Endglied des oberrotliegenden Rhythmus.

#### Zusammenfassung

Das Rotliegende der Wetterau wird erneut mit dem gesamten Profil des Saar-Nahe-Gebietes parallelisiert. Die saalische Phase kann möglicherweise in der Wetterau nachgewiesen werden. Die Pfälzische Phase liegt vermutlich zwischen Kreuznacher Gruppe und Zechstein I. An neuen Funden werden beschrieben: Kalk-Konglomerate der Kuseler Gruppe, Ostracoden-Funde aus der Lebacher Gruppe und Pflanzenfunde und autigene Mineral-Bildungen aus der Waderner Gruppe. „Kalkbänke“ (VON REINACH 1899, KÜHNE 1923) der Waderner Gruppe werden als Kalkkrusten gedeutet und von unterrotliegenden Kalken unterschieden. Eine weitere Verbreitung des Vordevon-Zuges am Taunus wird für das Rotliegende an Hand von Geröll-Beobachtungen wahrscheinlich gemacht. Die Kreuznacher Gruppe bildet wie im Saar-Nahe-Gebiet eine Abfolge, die mit Schiefertönen endet. Die jüngsten Bildungen liegen vermutlich in der Achse Hochstadt-Ravolzhausen, wo die größten Oberrotliegend-Mächtigkeiten zu erwarten sind.

#### Schriftenverzeichnis

- FALKE, H.: Leithorizonte, Leitfolgen und Leitgruppen im Pfälzischen Unterrotliegenden. — N. Jb. Geol. Paläontol., Abh. (3) 99, 298—354, 2 Abb., 2 Tab., 1 Prof., Stuttgart 1954.
- GOTHAN, W. & REMY, W.: Steinkohlenpflanzen. — 248 S., 6 Taf., 221 Abb., Essen 1957.
- HELLER, F.: Eine Tierfährtenfundstelle im Rotliegenden Oberhessens. — Jber. Mitt. Oberrhein. geol. Ver., N. F., 26, 76—78, 3 Abb., Stuttgart 1937.
- KÜHNE, F.: Die paläogeographische Entwicklung der Saar-Saale-Senke. — Jb. preuß. geol. Landesanstalt Berlin für 1922, 43, 426—456, Taf. 6—8, 1 Abb., Berlin 1923.
- LUDWIG, R.: Section Friedberg der Karte des Grossh. Hess. General-Quartiermeister-Stabs. — Geol. Specialkt. Grossherzogthums Hessen angrenzenden Landesgeb., 76 S., 1 Kte., Darmstadt 1855.

- MICHEL, F. (mit Beiträgen von WENZ, W. und ZÖLLER, A.): Blatt Frankfurt/Main-Ost-Offenbach. — Erl. geol. Kte. Preußen u. ben. deutsch. Ländern, **300**, 88 S., 2 Taf., 1 Abb., 1 Kte., Berlin 1930.
- NÖRING, F.: Die Fortsetzung der Saar-Senke in Hessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch. (VI) **2**, 22–40, Taf. 2, Wiesbaden 1951.
- Offene stratigraphische Fragen des Rotliegenden von Südwesthessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **83**, 157–166, Wiesbaden 1955.
- REINACH, A. v.: Das Rothliegende der Wetterau und sein Anschluß an das Saar-Nahgebiet. — Abh. kgl. Preuß. Landesanstalt, N. F., **8**, 34 S., 6 Abb., 1 Kte., Berlin 1892.
- Blatt Windecken. — Erl. geol. Specialkt. Preussen u. Thür. Staaten., **77**, 82 S., 3 Abb., 1 Kte., Berlin 1899.

Manuskript eingegangen am 15. 1. 1964

## Kalksinter und Rotlehme in Karstspalten des Massenkalkes von Pohl-Göns (Blatt 5518 Butzbach)

Von

HANS D. PFLUG und LUTZ WERDING, Gießen

Mit 4 Abbildungen und 1 Tabelle

**Kurzfassung:** Spalten und Höhlen im Massenkalk, diese gefüllt mit Sintern und Lehmen, wurden freigelegt und kartiert. Zwei verschiedenartige Verkarstungsperioden können unterschieden werden. Nach den Sporen- und Pollenfunden gehört die ältere Verkarstung ins tiefe Unter-Eozän, die jüngere ins Ober-Miozän. An feingebänderten Sintern sind zyklische Folgen zu erkennen. Die Profile eines „Feinsinters“ werden feinstratigraphisch und genetisch interpretiert. Die Bildungen werden mit den rezent bekannten subterrestrischen Kalkkrusten des Mittelmeer-Gebietes verglichen.

Der Ausdruck „Kalksinter“ wird im folgenden stets als Deckbegriff aufgefaßt, der sowohl die Sinter im engeren Sinne als auch Kalkkrustenbildungen umfaßt.

### Inhalt

|   |     |
|---|-----|
| Profile . . . . .                                     | 126 |
| Fossilinhalt und Datierungen . . . . .                | 131 |
| Ältere Sinter und Lehme . . . . .                     | 132 |
| Jüngere Sinter und Lehme . . . . .                    | 133 |
| Schlußfolgerungen zum Alter der Bildungen. . . . .    | 133 |
| Feinstratigraphie und genetische Ausdeutung . . . . . | 135 |
| Zusammenfassung . . . . .                             | 137 |
| Schriftenverzeichnis . . . . .                        | 138 |

### Profile

Der Aufschluß liegt in einem aufgelassenen Steinbruch auf dem Grundstück Reibert etwa 1 km östlich von Pohl-Göns (r 347663; h 559202). Früher wurde dort devonischer Massenkalk abgebaut. Im Südost-Teil des Bruches hatte man einen unbauwürdigen Pfeiler stehen gelassen, der sich etwa sieben Meter über die heutige Steinbruchsohle erhebt. Hier finden sich die Verkarstungserscheinungen.

In einem ausgedehnten Schurf, den wir längs der Flanken des Pfeilers angelegt hatten, konnte ein System steil einfallender Spalten ausgemacht werden. Diese durchschlagen eine geräumige, fast horizontal gelegene Spalte, im folgenden „Haupthöhle“ genannt, die den gesamten Pfeiler durchquert (Abb. 1). Ihre Ausbisse liegen überall etwa fünf Meter über dem Steinbruch-Planum. Sowohl die Haupthöhle wie die meisten anderen Spalten sind mit Kalksinter und rötlichbraunen Lehmen angefüllt. In der Haupthöhle ist folgendes Normalprofil zu erkennen:

Tab. 1. Normalprofil der Haupthöhle

11. Höhlendach, Massenkalk
10. Oberer Grobsinter ca. 20—30 cm, kaum gebändert
9. Oberer braunroter Lehm ca. 20—80 cm soweit aufgeschlossen
8. Oberer Feinsinter ca. 1—11 cm, feinlamelliert
7. Mittlerer braunroter Lehm ca. 3—80 cm
6. Unterer Feinsinter ca. 3—10 cm, feinlamelliert
5. Unterer braunroter Lehm ca. 2—5 cm soweit aufgeschlossen
4. Unterer Grobsinter ca. 20 cm, grobprismatisch, kaum gebändert
1. Höhlenboden, Massenkalk  
(Schichtglieder 2 und 3 finden sich nicht in der Haupthöhle, sind daher hier noch nicht aufgeführt.)

Beispiele für einzelne Profile zeigt Abb. 1. Die Altersbeziehungen der Schichtglieder ergeben sich aus folgenden Beobachtungen:

Am Aufschlußpunkt S 1 mündet eine steil stehende Spalte von oben in die Haupthöhle ein (Abb. 2a). Am Mündungsloch biegt der obere Grobsinter (10) in die Spalte ein und folgt der Spaltenwand auf dem Weg nach oben. Das Innere dieser Spalte ist mit rotbraunem Lehm gefüllt, der aber unten in den oberen Lehm (9) der Haupthöhle übergeht. Da nach den Beobachtungen die Füllung des Spalteninnern nicht älter sein kann als die laterale Sinterkruste, so muß auch der obere Lehm (9) der Haupthöhle jünger sein als der obere Grobsinter (10).

Weiterhin beobachtet man an anderen Stellen, wo die Spaltenwände enger zusammenrücken, daß oberer und unterer Grobsinter zu einer einzigen Bildung verschmelzen.

Ein weiterer Hinweis findet sich bei Aufschluß S 1 (Abb. 2b). Hier knickt der untere Feinsinter (6), der dort dem Boden der Haupthöhle (H) unmittelbar aufliegt, in eine Vertikalspalte nach unten um, folgt ihr in ein tieferes Stockwerk, um dort unter die Firste einer Unterhöhle (U) einzubiegen. Dort wechselt der feinlamellierte Sinter in eine grobprismatische Ausbildung um.

Aus allem geht hervor, daß die in Tab. 1 aufgeführten Sintertypen ungefähr gleichaltrig sein müssen und ihre sichere Unterscheidung nur da möglich ist, wo Lehmschichten zwischenlagern. In letzteren Fällen lautet die chronologische Reihenfolge:

„Oberer und unterer Grobsinter, unterer Lehm, unterer Feinsinter, mittlerer Lehm, oberer Feinsinter, oberer Lehm.“

Alle Glieder der Tab. 1 sind als Überreste ein und desselben Verkarstungsprozesses anzusehen, der wie die Sporenspektren zeigen, auf das Ober-Miozän zurückgeht.

Eine Bildung, die nicht zu der oben beschriebenen Folge gehört, sondern deutlich älter ist, konnte ebenfalls bei Aufschluß S 1 entdeckt werden (Abb. 2b). Eine fast reinweiße, fein prismatische Sintertapete (2) kleidet dort die Decke der Unterhöhle aus, die mit der Haupthöhle durch eine steilstehende Spalte verbunden ist. Die Sintertapete liegt dem Massenkalk unmittelbar an und schließt stellenweise unter dem Dach noch Linsen eines tiefroten Lehm (3) ein. Der von der Haupthöhle

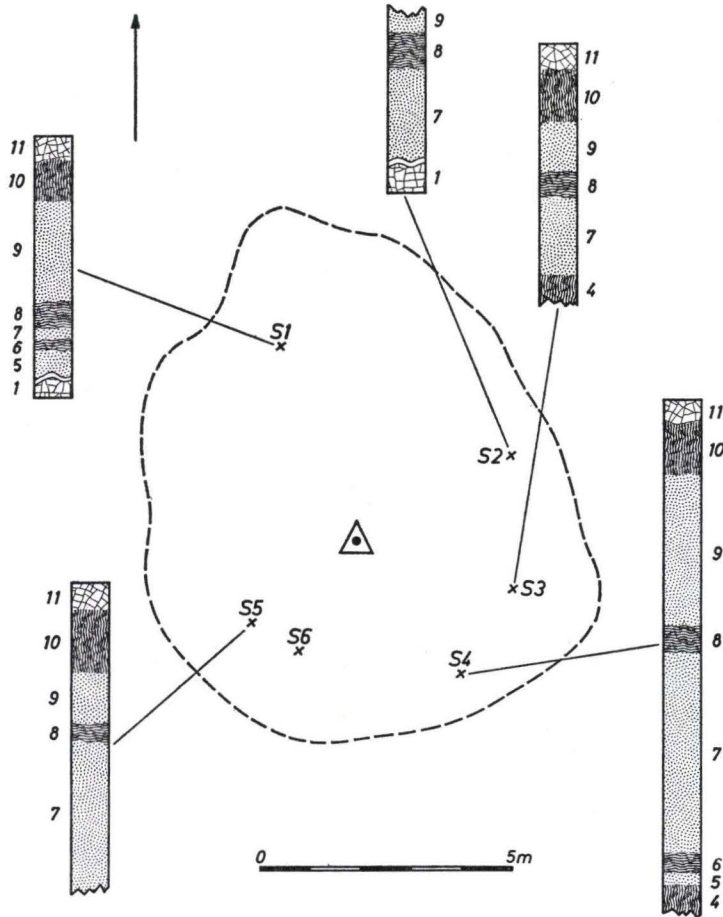


Abb. 1. Lage der Profile S 1—S 6. Dreiecksmarkierung: Gipfelpunkt des Pfeilers, unterbrochene Linie: Höhenlinie 2,5 m darunter.

herunterziehende Feinsinter (6) stößt winkelig auf die Kante der älteren Tapete, knickt an deren Unterkante um und breitet sich als zweite tiefere Tapete unter der Höhlenfirste aus. Die Grenze zwischen älterer und jüngerer Lage bleibt durchweg deutlich. Die ältere Tapete und der zugehörige tiefrote Lehm lieferten Sporen und Pollen des Unter-Eozäns.

Der eozäne Rotlehm unterscheidet sich in seinem spektralen Verhalten deutlich von den miozänen rotbraunen Lehmen. Er steht tropischen Lateritböden nahe



(Abb. 3, Kurven 1, 6, 7). Die Remission bleibt über dem gesamten Spektralbereich relativ niedrig. Der Kurvenverlauf erscheint wenig differenziert. Das Maximum wird erst im langwelligen Rot erreicht. Dreiwertiges Eisenoxyd entwickelt ganz ähnliche Spektren.

Die miozänen Braunlehme remittieren wesentlich stärker, erreichen ihr Remissionsmaximum bereits zwischen 600–640 nm. Die Kurven sind lebhafter gegliedert und individuell geprägt. So erscheint die Kurve des oberen Lehmhorizontes (Kurve 2), der des eozänen Lehmes am meisten, die des sog. „violettbraunen“ Lehmes (Kurve 3)

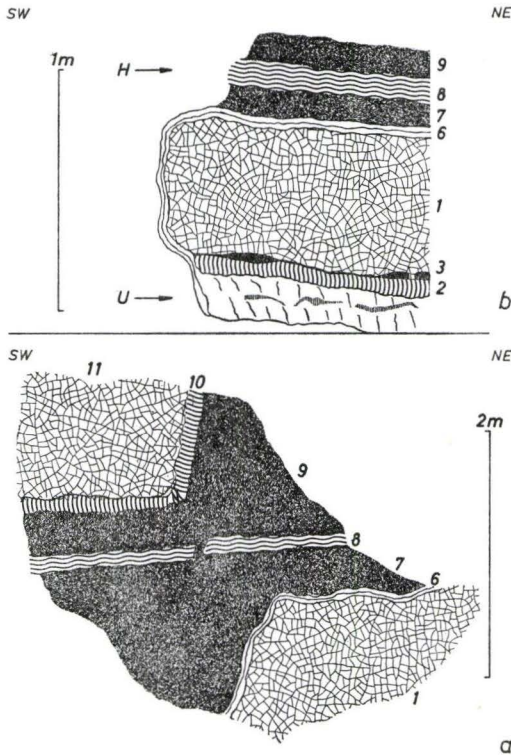


Abb. 2a. Schematischer Schnitt durch die Haupthöhle im Punkt S1. Erklärung der Zahlen siehe Tab. 1.  
Abb. 2b. Schematischer Schnitt durch einen Schurf etwa 2 m südlich von Punkt S1. Ein obermiozäner Sinter (6) schließt in einer Unterhöhle Reste eines untereozänen Sinters (2) und Rotlehms (3) ein.

ihr am wenigsten angenähert. Dazwischen streuen die Werte für den unteren rotbraunen Lehm (Kurve 4) und den „glimmerreichen“ Lehm (Kurve 5), alle zur miozänen Folge gehörig. Die Kurven der rotbraunen Lehme sind offensichtlich vom Limonitgehalt geprägt.

Wenn damit zwischen dem eozänen Rotlehm und den rötlichen Lehmen des Miozäns bei vermutlich gleichem Ausgangsgestein ganz erhebliche Unterschiede im spektralen Verhalten bestehen, so ist das in erster Linie wohl als Folge der unterschiedlichen Klimabedingungen zu verstehen, unter denen diese Böden entstanden sind. Für das Eozän in Mitteleuropa wird bekanntlich ein tropisch-subtropisches,

für das Miozän ein etwa mediterranes Klima angenommen. Soweit uns bekannt ist, handelt es sich hier um den ersten Versuch, tertiäre Rotlehme mit Hilfe ihrer Remissionskurve zu definieren und zu datieren. Weitere Untersuchungen in dieser Richtung erscheinen lohnenswert.

Erst nach Abschluß vorstehender Untersuchungen erhielten wir Kenntnis von der Arbeit KÄSZ & WERNER (1962) über pleistozäne Böden. Grundsätzlich entsprechen ihre mit dem Spektralphotometer gewonnenen Resultate den unsrigen. Einzelne Besonderheiten seien notiert: Das von KÄSZ & WERNER angeführte Beispiel „tropischer Rotlehm, Goldküste“ weicht im Remissionsverhalten von unseren Ver-

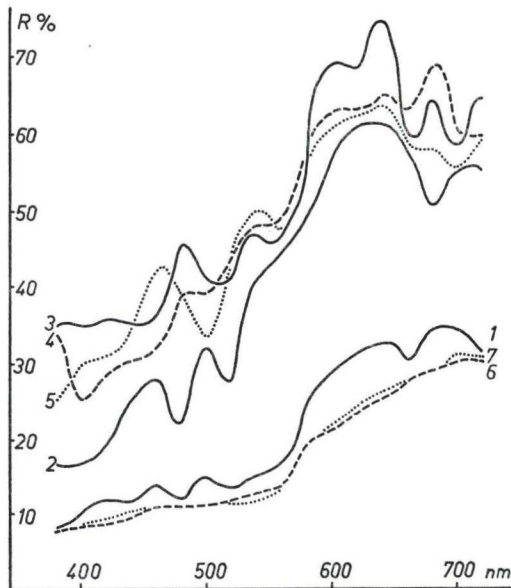


Abb. 3. Die Remissionskurven der Höhlenlehme von Pohl-Göns verglichen mit rezenten tropischen Rotlehm.  
 Kurve 1 untereozäner Rotlehm  
 Kurven 2—5 obermiozäne Braunlehme  
 Kurven 6—7 tropische Rotlehme aus Limuru, Kenia.

gleichs-Proben 6, 7 „tropische Rotlehme Kenia“ ab. Vielleicht erklärt sich das in erster Linie aus Unterschieden in den Ausgangsgesteinen. Dann fällt auf, daß die Kurven der von KÄSZ & WERNER untersuchten braunen Diluvialböden einfacher gebaut sind als die unserer miozänen braunen Höhlenlehme. Da die Höhlenlehme Umlagerungsprodukte sind, drücken sich in den feineren Schwingungen der Kurven vielleicht sekundäre Beimengungen aus.

Daneben könnten aber auch die unterschiedlichen Aufbereitungs- und Meßpraktiken eine Rolle spielen. Da von einigen Typen nur kleine Mengen Material zur Verfügung standen, wurden unsere Meßkurven sämtlich unter gleichen Bedingungen im Mikroskop aufgenommen.

Die technische Ausrüstung: LEITZ Ortholux mit UO 3,5 Auflicht-Dunkelfeld, MPE und Geradsicht-Spiegelmonochromator, Multiflex Galvanometer III (LANGE, Berlin), Xenon-Lampe, Quecksilber-Höchstdruckbrenner und Glühlampe als Lichtquellen. Die Proben

wurden nicht gesiebt, sondern nur pulverisiert. Beim Ausformen der Meßflächen wurde stärkerer Druck vermieden. Die Proben waren lufttrocken (atmosphärische Bedingungen: ca. 20° C, 70% rel. Luftfeuchte).

Die Messung erfolgte innerhalb der Bereiche 360—720 nm diskontinuierlich von 10 zu 10 nm. Es wurde stets auf maximale Empfindlichkeit und größte spektrale Reinheit eingestellt. Die spektralen Spaltbreiten streuten zwischen 1,5 nm (bei 360 nm) und 45 nm (bei 720 nm). Im Durchschnitt betragen sie 5,0 nm. Die Kurven sind aus den Werten gemittelt, wie sie sich bei Verwendung der drei verschiedenen Lichtquellen ergaben. Solche unterschiedlichen Werte entstehen u. a. dadurch, daß der Schwerpunkt der Strahlungsintensität innerhalb einer vorgegebenen Spaltbreite für jede Strahlungsquelle etwas verschieden liegt.

Drei der Lehme wurden freundlicherweise von Dr. G. STRÜBEL im Mineralogisch-Petrologischen Institut der Universität Gießen röntgenographisch untersucht, und zwar der „normale“ rotbraune Lehm Kurve 4, der aus der gleichen Abfolge stammende Lehm mit leicht violetterm Farbstich (Kurve 3) und der intensiv rotgefärbte eozäne Lehm (Kurve 1).

Alle drei Lehme zeigen einen hohen Karbonatgehalt, der für die Röntgenanalyse durch Behandlung mit stark verdünnter Salzsäure entfernt wurde. Alttertiärer und jungtertiärer Lehm unterscheiden sich in den Röntgendiagrammen deutlich: ein hoher Hämatitgehalt ist dem eozänen Rotlehm zu eigen, fehlt dagegen den miozänen rotbraunen Lehmen.

Es ist anzunehmen, daß in den rotbraunen Lehmen das Eisen vorwiegend in limonitischer Bindung vorliegt. In den Röntgendiagrammen ist das nicht sicher erkennbar, möglicherweise deshalb, weil die Proben vorher mit verdünnter Salzsäure behandelt worden waren.

Die miozänen Lehme zeichnet ein relativ hoher Quarzgehalt aus, der im eozänen Rotlehm nahezu völlig fehlt. Glimmerminerale, entweder Serizit oder Muskovit oder beide, finden sich in allen drei Proben. Von Tonmineralien war bei allen nur Kaolinit nachzuweisen.

Auffallend für beide Bodentypen, den alttertiären und den jungtertiären, ist der hohe Eisengehalt und die Vorherrschaft des Kaolinit unter den Tonmineralien. Das ist bezeichnend für Kalkverwitterungsböden wärmerer Klimate, wärmer als es unseren heutigen mitteleuropäischen Verhältnissen entspricht. Lassen sich die miozänen rotbraunen Lehme am ehesten mit entsprechenden Typen des Mittelmeergebietes vergleichen, so deuten die relativ hohen Hämatit- und die geringen Quarzgehalte im eozänen Rotlehm auf eine tropisch-subtropische Bodenbildung.

### Fossilinhalt und Datierungen

Auf Sporen und Pollen wurden untersucht: Der ältere Kalksinter mit seinem Rotlehm, der jüngere obere Feinsinter und die jüngeren rotbraunen Lehme. Die Sinter werden in verdünnter Salzsäure, besser noch in verdünnter Essigsäure mazeriert. Der Rückstand kann gleich untersucht werden. Die Lehme werden in einer Kalium-Cadmium-Jodid-Schwerelösung (spez. Gew. 2,0) aufgeschlämmt. Das Schwimmgut kommt ohne Nachbehandlung gleich zur Untersuchung.

Die Rotlehme enthalten wesentlich höhere Konzentrationen von Sporen und Pollen als die Sinter. Im Vergleich zu anderen Resten erscheint der Anteil von Plankton, fädigen Algen und Pilzresten beträchtlich, dagegen finden sich wenig Gewebereste. An der Oberfläche anstehender Lehm kann durch rezenten Pollen verunreinigt sein, deshalb beziehen wir uns im folgenden nur auf Proben, die aus Schürflöchern stammen. Die Sinter und die zugehörigen Lehme führen stets die gleichen Pollenspektren.

#### Ältere Sinter und Lehme

Unter Nr. 1–12 folgen zunächst Funde, wie sie stratigraphisch von Bedeutung sind:

1. *Stereispor. megastereoides* PF. 1953. Bisher nur aus dem Unter-Eozän bekannt geworden, größere stratigraphische Reichweite ist aber möglich.
2. *Echinatisporis* aff. *aechinosporus* KRUTZSCH 1959. Am meisten Ähnlichkeit hat unser Exemplar mit Funden aus den untereozänen Basisflözen von Helmstedt („Hu-Bild“).
3. *Basopollis atumescens* PF. 1953. Dieser Vertreter der Normapolles kommt nur im Ober-Paleozän und Unter-Eozän vor.
4. *Interpollis supplingensis* (PF. 1953). Neben mehreren schlecht erhaltenen Objekten, die auch verwandten Genera zugehören könnten, wurde ein typisches Exemplar gefunden. Die Art hat ihren Schwerpunkt im Paleozän und Unter-Eozän, reicht allenfalls noch mit ganz seltenen Nachläufern ins Lutet.
5. *Subtriporo-poll. constans* PF. 1953. Hauptvorkommen im Paleozän und Eozän. Nach W. KRUTZSCH (1961) reichen Einzelvertreter ins tiefere Oligozän.
6. *Subtriporo-poll. anulatus nanus* TH. & PF. 1953. Aus Paleozän und Eozän bekannt.
7. *Triatrio-poll. bituitus* (R. POT.). Die aufgefundenen Formen dieser sehr komplexen Gruppe schließen an Vertreter des Paleozän-Eozän an.
8. *Intratiporo-poll. pseudinstructus* MAI 1961. Nach W. KRUTZSCH haben die Vertreter ihre Hauptverbreitung im Unter-Eozän, sie reichen aber ins tiefere Paleozän hinab, sowie aufwärts ins tiefere Lutet.
9. *Polycolpites* „belgischer Typ“. Diese bisher noch nicht benannte Spezies hat sich im Landénien von Belgien gefunden und scheint nach allen bisherigen Erfahrungen in Mitteldeutschland auf  $\pm$  gleichaltrige Ablagerungen beschränkt zu sein (freundliche Mitteilung von W. KRUTZSCH).
10. *Tricolporo-poll.* „belgischer Typ“. Eine recht große tricolporate Form ließ sich mit üblichen Vertretern aus dem Landénien von Belgien unmittelbar vergleichen (Sammlung KRUTZSCH).
11. „Scissoide“ Gruppe. Typische Vertreter des Eozäns, ganz selten bis ins Unter-Oligozän reichend.
12. *Tricolporo-poll. genuinus* (R. POT.) sensu TH. & PF. 1953, altertümliche (paleozän-eozäne) Form, entsprechend den von Wehningen und Helmstedt bekannten Vertretern.

Sonstige Funde: 13. Altertümliche alnoide Gruppen, 14. Kleine glatte Bilateres (Palmae?), 15. Caryophylloide Gruppe, 16. *Tricolporo-poll. asp. ventosus* (R. POT.),

17. Verschiedene Vertreter der *microhenrici*-Gruppe, 18. *Verrucato-spor. secundus* (R. Pot.), 19. Pinaceoide Gruppen.

Die Anteile der Algen und Pilzreste stehen zu denen der Sporen und Pollen wie 3 : 1. Innerhalb der Sporen- und Pollenspektren wurden ermittelt: Pinaceen 90%, sonstig saccate Vertreter 4%, cupuliferoide Gruppen 3%, Normapolles und Postnormapolles 2%.

Die Hauptverbreitung nahezu aller unter 1–12 genannten Gruppen liegt im Unter-Eozän. Gruppen 3, 4, 9, 10 schließen jüngerer Alter so gut wie aus. Die Beteiligung paleozäner Formen ist größer als die im Unter-Eozän des „Hu-Bildes“ übliche. Der Anteil untereozäner Vertreter ist größer als der aus dem oberpaleozänen „Antweiler Bild“ bekannte. Große Übereinstimmung besteht mit dem Bild des oberen Landénien. Ich verdanke diesen Vergleich den noch unveröffentlichten Ergebnissen von W. KRUTZSCH aus belgischen Ablagerungen. Das Resultat zum Alter der älteren Sinter und Lehme lautet damit: „tiefstes Eozän“.

### Jüngere Sinter und Lehme

Sie enthalten Compositen-Pollen der *echinatus*-Gruppe. Das schließt höheres Alter als Ober-Miozän so gut wie aus. Andererseits wurden noch Einzelstücke sapotaceoider (*Tetracolporo-poll. sapotoides* TH. & PF. 1953) und sabaloider Vertreter (*Monocolporo-poll. parareolatus* KR. 1957) entdeckt. Das Spektrum muß damit älter als Pliozän sein. Auch der übrige Befund entspricht einem obermiozänen Bild. In der cupuliferoiden Gruppe herrschen quereoide Formen (*asper* und *porasper* Typen) vor, daneben treten fagoide Formen der Formspezies *fagooides* regelmäßig auf. Die tertiären Glieder (*T. henrici*, *T. microhenrici*) sind in der Minderzahl. Unter den kurzachsigen Amentifloren dominieren ostryoide und carpinoide Gruppen (*T. rhenanus*, *P. carpinooides*). Myricoider Pollen der *rurensis*-Gruppe fehlt, ulmoide, betuloider und alnoide sind regelmäßig vertreten. Von typisch miozänen Elementen sind noch zu nennen: *Intratiporo-poll. instructus* (R. Pot.), *Tricolporo-poll. dolium* (R. Pot.), *Porocolporo-poll. vestibulum* (R. Pot.). Besonders groß ist der Anteil an geflügelten Koniferen. *Pinus* sowohl mit *haploxylo-* wie mit *silvestris*-Formen beansprucht 88% des Spektrums. *Picea*, *Cedrus*, *Abies* treten häufig auf.

Von den bekannten benachbarten Braunkohlenvorkommen erscheint Salzhausen (Helvet-Torton) etwas älter, Wölfersheim (tiefes Villafranchien) bedeutend jünger. Am meisten Übereinstimmung besteht mit dem Vorkommen von Viehausen bei Regensburg. Der sporenstratigraphische Befund spricht damit eindeutig für ein obermiozänes Alter.

### Schlußfolgerungen zum Alter der Bildungen

Theoretisch könnten die Sporen und Pollen nachträglich, d. h. in jüngerer Zeit, in die Spalten eingespült worden sein. Nun führen aber die Sinter den zugehörigen Lehmen äquivalente Spektren. Auch sind die organischen Reste mindestens in ihrer Mehrheit mit den primären Lösungen und zusammen mit dispergiertem Rotlehm

ingeschlämmt worden (siehe dazu das nächste Kapitel). Die Spektren können also, jedenfalls in der Masse, nicht jünger sein als die Spaltenfüllungen. Auch lassen sich für jede der Folgen die Erscheinungen der Verkarstung, Rotlehm- und Verwitterung jeweils auf ein- und denselben genetisch und chronologisch einheitlichen Prozeß zurückführen. Daraus resultiert, daß die Sporenspektren tatsächlich das Alter dieser Vorgänge anzeigen.

Weiterhin läßt sich ausschließen, daß die organischen Reste von sekundärer älterer Lagerstätte stammen könnten. Dagegen sprechen folgende Punkte:

1. Bituminöse Ablagerungen dieses Alters sind in der näheren und weiteren Umgebung unbekannt.
2. Die Spektren beider Folgen sind klar unterschieden. In den jüngeren Sintern und Lehmen fehlen Beimengungen älterer Elemente, wie sie nach Umlagerungen als Beimischungen zu erwarten wären.
3. Die Exinen zeigen keine mechanische Korrosion.
4. Die Spektren vertreten primäre „Höhlenfazies“, gekennzeichnet durch ein Defizit an groben Gewebestrukturen, einen Überschuß an niedrigen Algen, sowie Plankton anderer Herkunft und durch sehr viele Pilzreste.

In allen solchen Fällen, in denen sich die Möglichkeit von Umlagerungsprozessen ausschließen läßt, kann wohl grundsätzlich die Karstfüllung nicht jünger sein als der älteste in der Füllung vorhandene Pollen. Diese Feststellung ist bei Mischspektren wichtig, d. h. in Lehmen, die spätere Durchtränkung von der Tagesoberfläche erfahren haben.

Die untereozänen Sinter und Lehme stellen die ältesten heute bekannten Tertiärsedimente im Schiefergebirge rechts des Rheines dar, denn die ältesten Westerwälder Tone sind obereozän, könnten allenfalls mit der Basis ins höhere Lutet hinabreichen. Ähnliches gilt für die ältere hessische Braunkohlenstufe („Borkener Bild“), die erst im höheren Lutet einsetzt. Wirbeltierreste (H. TOBIEN 1961) und Sporenbefund (PFLUG in S. HOLTZ 1962, S. 8) stehen da im Einklang. Jünger als die Verkarstung ist auch der Ölschiefer von Messel, älter sind die oberpaläozänen Ablagerungen der linksrheinischen Kölner Bucht. Gleichaltrige, d. h. ebenfalls tiefuntereozäne Rotlehme sind in mehrfacher Folge im Gebiet von Sangershausen nachgewiesen (W. KRUTZSCH, mündliche Mitteilung). Es ist damit möglich, daß unsere älteren Sinter und Lehme als Zeugen einer ausgedehnten Hebungs- und Verkarstungsphase des tiefsten Unter-Eozän aufzufassen sind.

Nun zu den jüngeren Sintern und Lehmen. Von den benachbarten Vorkommen sind die Salzhausener Kohle, die Kraterfüllung von Beuern und der Dysodil von Fett's Stollen bei Homburg/Ohm älter. Den Karstbildungen gleichaltrige Sedimente sind bisher aus der Umgebung unbekannt, die jüngeren Tuffe aus dem Vogelsberg bleiben aber noch einzudatieren. Als nächstjüngere Bildungen folgen dann bereits die mittel- bis oberpliozänen Tone und Kohlen des Westerwaldes. Zu unserem Befund paßt gut, daß für das Sarmat in Europa ein verbreitet semiarides Klima angenommen wird (M. SCHWARZBACH 1961).

Daß aber wesentlich mehr als nur die zwei beschriebenen Verkarstungsphasen im Rheinischen Schiefergebirge vertreten sein können, lehrt der Vergleich mit anderen Gebieten, z. B. mit dem süddeutschen Jura- und Muschelkalkgebiet (R. DEHM 1961).

### Feinstratigraphie und genetische Ausdeutung

Ein besonders charakteristischer Leithorizont der miozänen Folge ist der obere Feinsinter. Er läßt sich in allen Profilen leicht wiederfinden. In Abb. 4 ist der Feinsinter in sechs Profilen, durch seine Remission bezogen auf 400 nm Wellenlänge, dargestellt. An den Kurven soll deutlich werden, wie selbst feine Lamellen über das ganze Aufschlußgebiet durchhalten.

Im Säulenprofil Abb. 4, links, wird gezeigt, daß sich der Feinsinter aus einer Folge von sieben Zyklen aufbaut. Der siebente (g), d. h. der höchste, ist nur unvollkommen ausgebildet und in der Darstellung deshalb als „Grenzkruste“ bezeichnet. Die Zyklen 3, 4, 5 entsprechen den Zyklen A, B, C bei PFLUG (1964). Jeder Zyklus setzt über

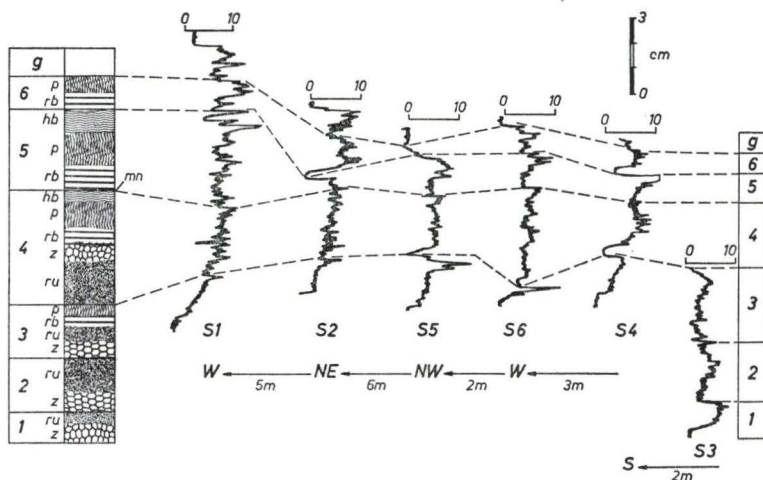


Abb. 4. Horizontale und vertikale Faziesänderungen im oberen Feinsinter der Haupthöhle, dargestellt nach dem spektralen Verhalten bei 400 nm. Linke Säule: Abfolge der Rhythmen 1—6. z: Zellenkalk, ru: ungeschichteter rötlicher Feinsinter, rb: gebänderter rötlicher Feinsinter, hb: heller gebänderter Feinsinter, p: prismatische Lage, g: Grenzhorizont, mn: Manganerzband.

einer mehr oder weniger deutlichen Grenze mit einem feinen rötlichen Sinter (r) ein, der im höheren Teil mit hellen prismatischen Lamellen (p) wechsellagert. Der Übergang in die darüberliegende gröbere prismatische Schicht erfolgt kontinuierlich, dadurch gekennzeichnet, daß die Prismenschichten immer kräftiger, die rötlichen Lagen immer feiner werden. Im Hangenden schließt der Zyklus mit einem hellen feinlamellierten Komplex (h) ab. Die liegenden rötlichen Kalke (r) sind, wie das im Mikroskop deutlich wird, reich an organischen Einschlüssen unfigurierter und figurierter Art, wie Sporen, Pollen, Pilz- und Algenresten. Sie enthalten auch viel anorganisches pelitisches Material mit hohem Anteil von hochoxydiertem Eisen und Mangan. Die prismatischen und hellen lamellierten Lagen sind relativ rein und führen mehr leichtlösliche Bestandteile, wie z. B. Kaliumsalze (PFLUG 1964).

Die feinen rötlichen Schichten gehen offensichtlich auf Phasen stärkerer Einflutungen vadoser Wässer zurück, die relativ viel Trübe mitbrachten. Die Prismenschichten sind dagegen wohl unter ruhigeren Verhältnissen oder sogar in stagnieren-

dem Wasser aufgewachsen. Auffällig ist, wie regelmäßig die Zyklen aufgebaut sind und wie gleichmäßig selbst die feinsten Lamellen über größere Entfernung aushalten. Lagen von 0,3 mm Stärke können über die gesamte maximale Distanz des Aufschlusses, d. h. über ca. 8–10 m genau verfolgt werden. Denkt man sich eine solche Schicht auf Meterstärke vergrößert, so entspräche dem eine proportional vergrößerte Erstreckung von über 30 km.

Man könnte annehmen, daß sich in jedem Zyklus der jahreszeitliche Rhythmus mit trockeneren und feuchteren Perioden markiert. Dagegen spricht die Feststellung von E. RUTTE (1958), daß Krusten gewöhnlich außerordentlich langsam wachsende Gebilde sind („ca. 10–15 Jahre auf 1 mm“). Zweifellos topogener Ursache sind die im folgenden zu beschreibenden Phänomene:

Man erkennt sie beim Vergleich der Einzelprofile (Abb. 1, 4). Am geräumigsten ist die Haupthöhle im SE-Bereich unseres Pfeilers; hier münden mehrere senkrechte Spalten von oben ein. Hier finden sich auch die größten Mächtigkeiten im Grobsinter und in den Lehmen, während der Feinsinter hier am geringmächtigsten und am reinsten ausgebildet ist. (Der Sinter ist um so unreiner, je mehr die Remissionskurve der Abb. 4 der Nullgeraden genähert ist.) Im SE-Bereich sind die Anfangs-Zyklen, im westlichen die höheren Zyklen unseres Feinsinters mächtiger ausgebildet. Das alles spricht dafür, daß das Einzugsgebiet der Wässer im Gebiet der im SE gelegenen Spalten lag. Wässer, die in den NW-Bereich vordrangen, waren wohl bereits vorgeklärt und lieferten ein relativ reines Evaporat.

In den Profilen des mittleren Feinsinters ist noch eine andere Entwicklung erkennbar (Abb. 4, linke Säule). Die unteren drei Zyklen setzen mit ungeschichtetem feinem rötlichem Kalk ein. Dieser enthält einen oder mehrere Zellenkalk-Horizonte. Nach oben folgt lamellierter rötlicher Kalk. In den Schichten 5–7 fehlen ungeschichtete Basislage und Zellenkalk, die Mächtigkeit der rötlichen Kalke (r) verringert sich, desgleichen der Anteil pelitischer Beimengungen.

Offenbar werden im Verlauf der Bildung die Zuflußwege mehr und mehr gedrosselt, die Zuflüsse mehr und mehr gefiltert, d. h. die Spalten setzen sich zu.

Die Zellenkalke erklären sich aus Lösungsvorgängen, wie sie durch Einfaltungen ungesättigter Wässer verursacht werden. Die Zellenkalk-Horizonte finden sich nur in den rötlichen Anfangsgliedern der Zyklen. Die Korrosion nimmt meist von den Schichtflächen aus ihren Anfang. Den Verbandsverhältnissen zufolge muß der Vorgang schon vor der Bildung der überlagernden Prismenschichten abgeschlossen gewesen sein. Er gehört also chronologisch zum Anfangsstadium der Zyklen. Die Zellen sind teilweise mit Ton gefüllt, dessen Mineralbestand, wie die Röntgenanalyse ergab, dem der rotbraunen Höhlenlehme entspricht.

Als weitere Besonderheit sind die Manganerzkonzentrationen zu erwähnen. Sie sind vorwiegend an die höheren Zyklen gebunden und treten entweder in Schichten oder in Form dendritischer Ausblühungen auf. Charakteristisch und überall erkennbar ist das wurmförmige schwarze Mangan-Bändchen (mn) des Zyklus 4. Die wurmartige Verformung ist wahrscheinlich durch Kristallisationsdruck der unterlagernden Prismenschicht verursacht, die eine postsedimentäre Umkristallisation erfahren hat. Da der über dem Mangan Bändchen folgende Zyklus hiervon nicht mehr betroffen wird, sondern sich horizontal über das durch die Umkristallisation wellig gewordene Relief



legt, so muß das Mangan-Bändchen älter sein als der überlagernde Zyklus und folglich als synsedimentäres Glied der Abfolge angesehen werden. Stärke und Deutlichkeit des Mangan-Horizontes nehmen ähnlich wie die Höhe der pelitischen Anteile in den Profilen von SE nach NW ab. Offensichtlich kommt das Mangan genau wie der Rotlehm von der Tagesoberfläche. Kennzeichnend ist auch, daß im siebenten Zyklus manganreiche Lagen an die Stelle der rötlichen Basisschichten treten. Aus den Beobachtungen folgt:

1. Als Bildungsraum des Feinsinters ist eine fast horizontal gelegene Karstspalte im Massenkalk anzunehmen, die in ihrem SE-Teil durch Vertikalspalten mit der Tagesoberfläche in Verbindung stand.
2. Die Bildung ist am ehesten mit den subterrestrischen Lamellenkrusten im Sinne von E. RUTTE (1958, 1960), sowie DEGENS & RUTTE (1961) vergleichbar. Als synchrone Begleiterscheinungen sind Karstformen, rotbraune Lehme und Manganerzkonzentrationen zu beobachten.
3. Die Bildung ist obermiozänen Alters.
4. Im Feinsinter läßt sich eine zyklische Gliederung ablesen. Aus jedem Zyklus läßt sich im typischen Fall folgende Entwicklung erkennen:
  - a) Starke Einflutungen, diese viel Trübe und organische Reste führend,
  - b) starke Einflutungen, diese intermittierend und wenig verunreinigt,
  - c) mäßige Einflutungen, diese intermittierend und wenig verunreinigt,
  - d) Zeit der Ruhe, stellenweise der Erosion.

Da die Zyklen Zentimeter-Stärke und mehr erreichen, macht ihre Deutung als Jahresschichtung Schwierigkeiten.

Die Spaltenfüllungen sind von jüngeren Bewegungen betroffen worden. Spalten, die den oberen Feinsinter durchsetzen, sind selbst niemals versintert. Abb. 2a zeigt eine Karstspalte des Miozäns, die später wieder in Bewegung geriet. Die Sinterfüllung wurde zerspalten und verworfen, die Lehmlagen wurden in Flexurfalten gelegt. Nicht jede der beobachteten Dislozierungen hatte tektonische Ursachen. Bei einigen sind offensichtlich junge Hangrutschungen im Spiel. Es lassen sich damit unterscheiden:

4. Junge Hangrutsche.
3. Postmiozäne (pliozäne?) Zerspaltung ohne Verkarstung.
2. Miozäne Zerspaltung und Verkarstung, rotbraune Lehme, Manganerz.
1. Eozäne Zerspaltung und Verkarstung, Rotlehme.

### Zusammenfassung

Die Verkarstungserscheinungen finden sich in einem Restpfeiler am Südostrand eines Steinbruches bei Pohl-Göns. Es können unterschieden werden: Ein älterer Sinter mit Rotlehm, dieser nach Sporen und Pollen als „tiefes Unter-Eozän“ datierbar, ein junger Sinterkomplex mit rotbraunen Lehmen und Manganvererzung, sporenstratigraphisch als Ober-Miozän bestimmbar. Der eozäne Rotlehm und die miozänen rotbraunen Lehme sind an ihren Remissionskurven und Röntgendiagrammen leicht unterscheidbar, was mit dem Einfluß unterschiedlicher Klimaverhältnisse

erklärt wird (Abb. 3). Ein feinlamellierter Sinter, der sich über einen größeren Bereich verfolgen läßt, wird in mehreren Profilen feinstratigraphisch und genetisch interpretiert (Abb. 4). In der Schichtfolge kann man eine Gliederung nach sieben Zyklen ablesen, deren Entstehung diskutiert wird. Daneben können lokale Einflüsse erkannt werden, die sich auf die Lage der Zuflußkanäle beziehen. Die Bildung wird mit den subterrestrischen Lamellenkrusten verglichen, wie sie E. RUTTE (1958, 1960) vom Mittelmeergebiet beschrieben hat.

#### Schriftenverzeichnis

- BRINKMANN, R., MÜNNICH, K. O. & VOGEL, J. C.: Anwendung der  $c^{14}$ -Methode auf Bodenbildung und Grundwasserkreislauf. — Geol. Rdsch., **49**, 1, 1960.
- DEGENS, E. T. & RUTTE, E.: Geochemische Untersuchung eines Kalkkrustenprofils von Altkorinth-Griechenland. — N. Jb. Geol. Paläontol., Mh. **6**, 1960.
- DEHM, R.: Über neue tertiäre Spaltenfüllungen des süddeutschen Jura- und Muschelkalkgebirges. — Mitt. bayr. Staatslg. Pal. hist. Geol., **1**, 1961.
- DURAND, J. H.: Les sols rouges et les croûtes en Algérie. — Direction de l'hydraulique et de l'équipement rural, Serv. Étud. Scientif., **7**, Clairbois-Birmandrais (Alger), 1959.
- HOLTZ, S.: Sporen-stratigraphische Untersuchungen im Oligozän von Hessen. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **40**, 1962.
- KÄSZ, W. & WERNER, J.: Farbmessungen an oberschwäbischen Böden. — Geol. Jb., **79**, 1962.
- KNETSCH, G.: Beiträge zur Kenntnis von Krustenbildungen. — Z. deutsch. geol. Ges., **89**, 1937.
- Beobachtungen in der lybischen Sahara. — Geol. Rdsch., **38**, 1950.
- KLINGE, H.: Eine Stellungnahme zur Altersfrage von Terra-rossa-Vorkommen (unter besonderer Berücksichtigung der Iberischen Halbinsel, der Balearischen Inseln und Marokkos). — Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkunde, **81**, 126, 1958.
- KRUTZSCH, W.: Sporen- und Pollengruppen aus der Oberkreide und dem Tertiär Mitteleuropas und ihre stratigraphische Verteilung. — Z. angew. Geol., H. 11/12, 1957.
- Mikropaläontologische (sporenpaläontologische) Untersuchungen in der Braunkohle des Geiseltals I. — Geologie, Beih., **21/22**, 1959.
- Beitrag zur Sporenpaläontologie der präoberoligozänen kontinentalen und marinen Tertiärablagerungen Brandenburgs. — Ber. geol. Ges. DDR, **5**, 1961.
- KUTSCHER, F.: Die Verwitterungsrinde der voroligozänen Landoberfläche und tertiäre Ablagerungen im östlichen Hunsrück (Rhein. Schiefergebirge). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **82**, 1954.
- MAI, D. H.: Über eine fossile Tiliaceen-Blüte und tilioiden Pollen aus dem deutschen Tertiär. — Geologie, Beih., **10**, 1961.
- PFLUG, H. D.: 1953, siehe THOMSON & PFLUG 1953.
- Analyse lamellarer Texturen mit Hilfe mikrophotometrischer Registrationen. — Z. wiss. Mikroskopie, **70**, 1964.
- RUTTE, E.: Kalkkrusten in Spanien. — N. Jb. Geol. Paläontol., Abh., **106**, 1958.
- Kalkkrusten im östlichen Mittelmeergebiet. — Z. deutsch. geol. Ges., **112**, 1, 1960.
- SCHWARZBACH, M.: Das Klima der Vorzeit. — Stuttgart 1961.
- THOMSON, P. W. & PFLUG, H. D.: Sporen und Pollen des mitteleuropäischen Tertiärs. — Paläontographica, Abt. B., **94**, 1953.
- TOBIEN, H.: Ein *Lophiodon*-Fund (Tapiroidea, Mamm.) aus den oberhessischen Braunkohlen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **89**, 1961.

# Zur Datierung der Rockenberger und Ostheimer Schichten in der Wetterau und Allgemeines zur Sporenstratigraphie im Chatt/Miozän Hessens

Von

**WILFRIED STEGEMANN**, Gießen

Mit 3 Abbildungen

**Kurzfassung:** Für das prächattische Alttertiär liegt heute eine sehr detailliert ausgearbeitete sporenstratigraphische Gliederung vor, die besonders den Pionierarbeiten von F. THIERGART und den nachfolgenden Monographien von W. KRUTZSCH, H. D. PFLUG und P. W. THOMSON zu verdanken ist. Verstärkte Aufmerksamkeit gilt heute der Gliederung im Chatt und Miozän. W. KRUTZSCH treibt mit großem Erfolg seine Stratigraphie mit Hilfe seltener Pollen- und Sporenelemente vorwärts. In der vorliegenden Arbeit wird eine andere Methode aufgegriffen, nämlich die von H. D. PFLUG 1957 vorgeschlagene Verhältniszahlmethode. Ihre Anwendbarkeit im Chatt/Miozän wird an einer Reihe datierter Vorkommen Hessens und des Westerwaldes und an den undatierten Rockenberger Schichten in der Wetterau geprüft.

## Inhalt

|  |     |
|--|-----|
| 1. Einleitung . . . . .  | 139 |
| 2. Die Rockenberger Schichten . . . . .  | 140 |
| 3. Allgemeines zur Datierung nach Sporen und Pollen . . . . .                    | 142 |
| 4. Sporenstratigraphische Datierung der Rockenberger Schichten . . . . .         | 144 |
| 5. Zur Verhältniszahlmethode . . . . .   | 144 |
| Stratigraphische Grundlagen . . . . .  | 144 |
| Ergebnisse . . . . .   | 146 |
| Kritische Bewertung . . . . .  | 148 |
| 6. Schlußwort zur Stratigraphie und Paläogeographie der Rockenberger Schichten . | 149 |
| 7. Zusammenfassung . . . . .   | 150 |
| Schriftenverzeichnis . . . . .   | 151 |

## 1. Einleitung

Das chattisch-aquitane Tertiär des Mainzer Beckens und seiner Randgebiete gliedert sich nach W. WENZ (1922) folgendermaßen:

|          |                                |
|----------|--------------------------------|
|          | Hydrobien-Schichten            |
| Aquitain | Corbicula-(Inflata-) Schichten |
|          | Cerithien-Schichten            |
| Chatt    | Cyrenenmergel                  |
|          | Schleichsand                   |

Diese Abfolge bleibt bis zu den Cerithien-Schichten gut überschaubar. Darüber beginnt die Unsicherheit in der Gliederung des Miozän, teils bedingt durch die lückenhafte Verbreitung der Schichten, überwiegend aber wegen ihrer mangelnden Fossilführung. So geschah die stratigraphische Einordnung oft nur durch Vergleich mit lithologisch ähnlichen, datierten Vorkommen.

Auch die Sand- und Tonserien bei Rockenberg (Wetterau) waren bisher auf diese Weise eingestuft worden. Mit der vorliegenden Arbeit soll der Versuch unternommen werden, diese Schichten an Hand der in ihnen eingelagerten Braunkohlen und bituminösen Tone pollenanalytisch näher zu datieren. Zu diesem Zwecke wurden Proben von stratigraphisch gesicherten Fundpunkten gesammelt und mit dem Material von Rockenberg verglichen.

Die Anregung zu dieser Arbeit gaben mir meine verehrten Lehrer, Herr Professor Dr. R. WEYL und Herr Professor Dr. Dr.-Ing. H. D. PFLUG, Gießen. Für ihre stete Unterstützung und Förderung möchte ich mich an dieser Stelle bedanken. Herr Dr. F. DOEBL, Landau (Pfalz) überprüfte die Bestimmung der Ostracoden, Herr Oberstudienrat Dr. F. HÄUSER, Windecken, war mir bei der Beschaffung von Proben behilflich, Herr Professor Dr. W. KRUTZSCH, Berlin und Herr Professor Dr. G. LESCHIK, Saarbrücken, gaben mir wertvolle Hinweise und Ratschläge, Herr Professor Dr. W. WEILER, Worms, führte für mich die Bestimmung von Otolithen und Fischresten durch. Ihnen allen sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

## 2. Die Rockenberger Schichten

Die Schichten des Quarzitbruches zwischen Rockenberg und Münzenberg — im folgenden als Fundpunkt Rockenberg bezeichnet — wurden zuletzt von E. DIEFFENBACH (1856) beschrieben und dem Blättersandstein von Münzenberg gleichgestellt. Eine bestimmte Stellung innerhalb des Tertiärs weist E. DIEFFENBACH diesen Ablagerungen nicht zu.

Es folgen hier über einer 1 bis 2 m mächtigen Quarzitbank, die ungestört liegt und leicht nach Norden hin einfällt, ca. 1 bis 2 m weiße Sande und Tone, die in tonige und schließlich in eine holzig-mulmige Braunkohle übergehen. Die Mächtigkeit des Braunkohlenflözchens schwankt stark. Während sie an einer Stelle nahezu 2 m erreicht, nimmt sie gegen den östlichen Flügel hin bis auf wenige Zentimeter ab. Über den Braunkohlen folgen wieder Tone und Sande wechselnder Färbung, darüber grobe Kiese und Schotter, die hauptsächlich aus Quarzitgeröllen bestehen. Darüber liegen nochmals Sande verschiedener Korngrößen, die dann ihrerseits von Löß (bis zu 1 m) überdeckt werden.

Die Lagerung ist schwer deutbar. Die über der Quarzitbank liegenden Tone und Kohlen zeigen Verfaltungen, Aufbuckelungen und Abquetschungen, die entweder als Rutschfaltung im wasserreichen Zustande, oder aber als glaziale Erscheinung (z. B. Eispressungen) gedeutet werden könnten. Eiskeile und Brodelböden sind tat-

sächlich zu beobachten, allerdings nur in der auflagernden Lößdecke und in den unmittelbar darunterliegenden Sanden. Andererseits ist die Ton- und Kohlenserie offensichtlich noch nach der Deformation von Flußläufen angeschnitten worden, welche Erosionsrinnen, gefüllt mit Kiesen, Sanden und konglomeratischen Geröllen, hinterlassen haben. Diese Sand-Kies-Geröll-Füllung erscheint von der Deformation nicht oder nur wenig betroffen. Wäre nun die Verstellung der Basisschichten auf Eispressung zurückzuführen, so hätte diese auch die oberen Partien in Mitleidenschaft

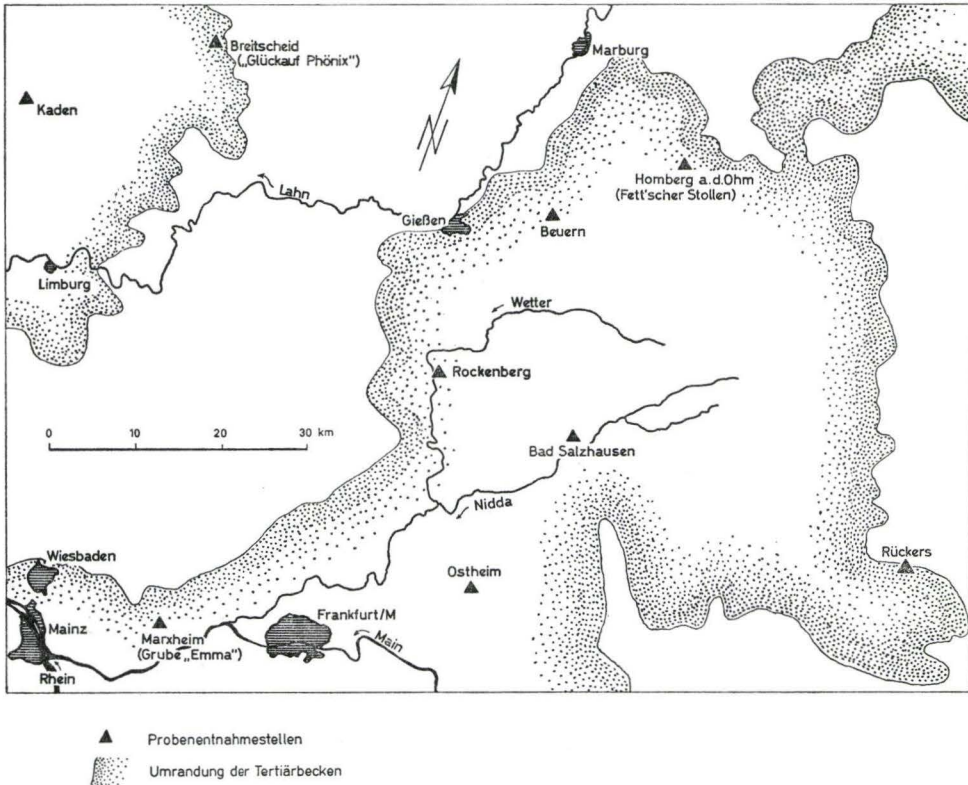


Abb. 1. Lageplan der Fundpunkte.

ziehen müssen. Die Deformationen dürften daher eher auf präpleistozäne Rutsch- und Fließbewegungen zurückzuführen sein.

Aus der Ton- und Kohlenserie wurden zwei Profile mit insgesamt 35 Proben entnommen und aufbereitet. Zur Aufbereitung wurde eine Methode, die S. HOLTZ (1962) beschreibt und die der Verschiedenartigkeit des Materials Rechnung trägt, verwandt.

Es wurden normalerweise 100 Exinen, in pollenarmen Sedimenten aber nur 50 je Probe ausgezählt. Um möglichst alle vorkommenden Formen zu erfassen, wurde jedes Präparat (Deckglasgröße 24 × 36 mm) vollkommen durchmustert.

Weiterhin wurden sämtliche Proben geschlämmt und auf Mikrofauna durchsucht. Außer Diatomeen, einem unbestimmbaren pyritisierten Ostracoden und

Pflanzenresten konnten keine Mikrofossilien entdeckt werden. In den Pollenpräparaten, besonders in denen der tonigen Braunkohlen, fanden sich aber massenhaft Dinoflagellaten, und zwar durchwegs von der Art *Deflandrea phosphoritica* EISENACK 1938. D. MAIER (1959) gibt für diese Form eine stratigraphische Verbreitung von Obereozän bis Oberoligozän an. Da aber von ihr kein Untermiozän untersucht worden ist, dürfte ein Vorkommen der oben genannten Spezies in diesen Schichten nicht ausgeschlossen sein. Mit dem Vorkommen der *Deflandrea phosphoritica* EISEN. ist eine marine Beeinflussung der Rockenberger Schichten angezeigt, da Dinoflagellaten nur in marinen Sedimenten vorkommen. Der gute Erhaltungszustand und das Massenaufreten der Funde läßt es zweifelsfrei erscheinen, daß die Dinoflagellaten sich hier auf primärer Lagerstätte befanden.

Weiterhin konnten aus den Kohlen — besonders aus einer dysodilähnlichen Ausbildung — folgende Samen und Früchte bestimmt werden:

*Umbellifera* sp.

*Magnolia* sp.

*Staphylea* sp.

*Rubus* sp.

Gen. aff. *Celtis* sp.

*Najas aspera* REID

*Actinidia faveolata* REID

*Stratiotes kaltennordheimensis* (ZENKER) KEILHACK

Aus diesen Funden läßt sich aber stratigraphisch nicht viel folgern. Bemerkenswert ist das Vorkommen von *Stratiotes kaltennordheimensis* KEILH.; für diese Form gibt F. KIRCHHEIMER (1957) oberes Oligozän bis oberes Miozän an. K. HUMMEL (1924) bezeichnet die Früchte von *St. kaltennordheimensis* als typisch für untermiozäne Ablagerungen.

### 3. Allgemeines zur Datierung nach Sporen und Pollen

Bei der Datierung nach Sporen und Pollen ergeben sich drei hauptsächliche Schwierigkeiten:

- a) Streitfragen der Orthochronologie, besonders hinsichtlich der Grenze Chatt/Aquitän,
- b) Unsicherheiten in der faunistischen, insbesondere der Gastropoden-Stratigraphie als Eichskala und
- c) die Frage der Brauchbarkeit der Sporen und Pollen zur Untergliederung des Oberoligozäns und Miozäns.

Zur orthochronologischen Gliederung soll hier keine Stellung genommen werden, wir folgen dem heute gebräuchlichen Schema. Auf Punkt 2 wird später zurückzukommen sein, wobei nachgewiesen werden kann, daß Pollen und Sporen — richtig

angewandt — die Gastropoden unter Umständen an stratigraphischem Wert übertreffen können.

Über Punkt 3, d. h. über die Gliederungsmöglichkeiten im Chatt/Miozän nach Sporen und Pollen, bestehen in der Literatur widersprechende Ansichten. Allerdings leiten diese sich von unterschiedlichen Untersuchungsmethoden ab. Diese sind:

a) Gliederung nach Durchschnittsspektren

Man bildet aus den auftretenden Pollen und Sporen der zu untersuchenden Schicht ein Durchschnittsspektrum des Lagers und aus den Durchschnittsspektren gleichaltriger Lager ein Durchschnittsspektrum des Zeitabschnittes. Diese Spektren der einzelnen Abschnitte des Tertiärs unterscheiden sich in charakteristischer Weise. Das Verfahren ist zuerst von P. W. THOMSON & H. D. PFLUG (1953) systematisch angewandt worden und ergab eine Gliederung für den für uns in Frage kommenden Zeitabschnitt in ein  $\pm$  oberoligozänes und ein  $\pm$  tief- bis mittelmiozänes Sporenbild.

b) Gliederung nach seltenen Sporen- und Pollenelementen

Diese Methode ist besonders von W. KRUTZSCH (1954, 1957, 1959 u. a.) entwickelt und ausgebaut worden. Da die Massenpollen im Jungtertiär nur wenig Änderungen zeigen, wird das Augenmerk auf bestimmte, seltenere Vertreter gerichtet, die sich als stratigraphisch kurzlebiger erwiesen haben.

c) Die Verhältniszahlmethode

H. D. PFLUG (1957) glaubt herausgefunden zu haben, daß die Verhältniszahlen der Porenzahlen von *Alnus*, *Ulmus* und *Carpinus* sich im Laufe des Mittel- und Jungtertiärs kontinuierlich verändern. Dasselbe gilt auch für das Verhältnis *Carya* : *Pterocarya* : *Juglans*. Aus diesen Zahlenergebnissen soll sich nach H. D. PFLUG, zumindest für begrenzte Gebiete, eine feinstufige stratigraphische Gliederung ableiten lassen.

Von den neueren Arbeiten basieren die von U. REIN (1961) und G. v. D. BRELIE (1961) auf der alten Methode der Pollendurchschnittsspektren. Sie bestätigen in ihren Ergebnissen die bereits von anderen Forschern (W. KRUTZSCH 1957, H. D. PFLUG 1957 u. a.) vertretene Auffassung, daß auf Grund dieser Methode eine feinere Untergliederung nicht mehr möglich ist.

Die oben genannten Methoden 2 und 3 wurden von U. REIN und G. v. D. BRELIE nicht angewandt, auch wurde zu diesen keine Stellung genommen. Die Feststellung von U. REIN und G. v. D. BRELIE, daß mit Sporen und Pollen das Chatt/Miozän nicht weiter zu untergliedern sei, bezieht sich deswegen nur auf die Methode 1.

Die unter Punkt 2 genannte Auswertung der seltenen Elemente ist mittlerweile von verschiedenen Verfassern weitgehend verfeinert und ausgebaut worden (W. KRUTZSCH 1957, 1959, 1959b, 1961, 1962, 1962b; D. H. MAI 1961; H. BAATZ 1960; S. HOLTZ 1962 u. a.). Es handelt sich zweifellos um eine nunmehr bewährte Standard-Methode.

Die von H. D. PFLUG (1957) vorgeschlagene Verhältniszahl-Methode ist später von keinem anderen Bearbeiter wieder aufgegriffen worden. Da eine größere Anzahl Proben aus datierten und undatierten Chatt/Miozän-Sedimenten zur Verfügung stand, ergab sich die gute Gelegenheit, die Methode auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen.

#### 4. Sporenstratigraphische Datierung der Rockenberger Schichten

Das Durchschnittsspektrum (Methode 1) vermittelt zwischen dem Rheinischen und dem Marxheimer Bilde. Demnach kommt als Alter sowohl Chatt wie auch Aquitan in Frage (H. D. PFLUG 1959). Diese Datierung läßt sich aber schärfer einengen, wenn man die im folgenden beschriebenen Methoden 2 und 3 anwendet.

Als Leitformen unter den seltenen Elementen (Methode 2) sind aus den Rockenberger Schichten zu nennen:

- Leiotriletes maxoides maxoides* KR. 1962
- Punctatisporites tanndorfensis* KR. 1962
- Punctatisporites crassiëximus* KR. 1962
- Toroisporis (Troisp.) welzowense* KR. 1962
- Toroisporis (Troisp.) lusaticus* KR. 1962
- Monocolpopollenites monoparvus* PF. 1958
- Porocolpopollenites gemmavestibulum* (BAATZ 1960)
- Ephedripites (Ephedripites) wolkenbergensis* KR. 1961
- Ephedripites (Ephedripites) frankfurtensis* KR. 1961
- Ephedripites (Ephedripites) crassoïdes* KR. 1961
- Ephedripites (Ephedripites) lusaticus* (KR. & SONTAG 1961)

Die Sporen 1 bis 5 werden von W. KRUTZSCH (1962b) als typisch für die Grenze Oligozän/Miozän angesehen. *L. maxoides maxoides* reicht allerdings bis ins mittlere Oligozän zurück. *M. monoparvus* ist bisher nur aus dem Chatt/Aquitan von Ptolemais bekannt (s. H. WEYLAND, H. D. PFLUG & N. PANTIČ 1958). *P. gemmavestibulum* kommt in allen untersuchten Schichten vor, die dem Aquitan angehören. H. BAATZ (1960) beschreibt diesen Pollen ebenfalls aus Sedimenten, die an der Grenze Oligozän/Miozän liegen, nennt ihn dort allerdings *Trivestibulopollenites gemmavestibulum*. Die Spezies gehört aber wohl zum Genus *Porocolpopollenites*. Auch die aufgeführten Spezies des ephedroiden Pollens sind bisher nur in oberoligozänen bzw. tief-miozänen Schichten gefunden worden (KRUTZSCH 1961).

Aus der Zusammenstellung ergibt sich, daß die seltenen Pollen- und Sporenelemente die nach dem Durchschnittsspektrum gegebene Einstufung, nämlich Chatt/Aquitan, bestätigen und auf den Bereich Oberchatt/tiefes Aquitan einengen.

#### 5. Zur Verhältniszahlmethode

##### Stratigraphische Grundlagen

Um die Möglichkeit der pollenanalytischen Datierung nach der Verhältniszahlmethode prüfen und über die Angaben von H. D. PFLUG (1957) hinausführen zu können, war es notwendig, Vergleichsmaterial von faunistisch einwandfrei belegten Fundpunkten zu untersuchen und auszuwerten.

Dem Chatt gehören die Kohlen der Grube Emma bei Marxheim (Untermaingebiet), sowie der Grube Glückauf-Phönix bei Breitscheid und von Kaden, beide Westerwald, an. Das untersuchte Material stammt aus der Sammlung H. D. PFLUG. Die Kohlen der Grube Emma sind in Cyrenenmergel eingelagert (F. MÜRRIGER und H. D. PFLUG 1952). Glückauf-Phönix und Kaden haben Säugetierreste geliefert (H. STEHLIN 1932; M. TEIKE & H. TOBIEN 1950).



Das aquitane Vergleichsmaterial wurde aus der Ziegeleigrube Ostheim bei Windecken, Kr. Hanau entnommen. A. v. REINACH (1899) hatte diese Schichten der Corbicula-(Inflata-) Stufe zugerechnet. Begründet wurde diese Einstufung mit zahlreichen Fossilfunden, davon aus der näheren Umgebung der Ziegelei:

*Helix (Pentataenia) subsoluta* SDGB.  
*Hydrobia (Litorinella) ventrosa* var. *elongata* SDBG.  
*Hydrobia (Litorinella) obtusa* SDBG.  
*Cypris faba* DESH.

Da die Datierung hauptsächlich auf solchen Gastropoden basiert, deren Eigenschaft als „Leitfossilien“ nicht unumstritten ist, haben wir neue Proben zur Faunenuntersuchung entnommen. Es fanden sich:

a) Ostracoden:

*Cytheromorpha zinndorfi* LIENENKLAUS  
*Candona recta* LIENENKLAUS  
*Candona candidula* LIENENKLAUS  
*Iliocypris tribullata* LIENENKLAUS  
*Iliocypris gibba* RAMDOHR  
*Cypridopsis kinkelini* LIENENKLAUS  
*Cyclocypris similis* LIENENKLAUS

b) Gastropoden

*Hydrobia elongata* (FAUJAS.)  
 Hydrobienbrut  
*Planorbis (Gyraulus) sp.*

c) Lamellibranchiaten

*Modiola sp.*  
*Congerina brardi* BRGN.

d) Fische

*Gobius francofurtanus* KINKEL.  
*Gobius sp. juv.*  
*Alburnus miocenicus* KINKEL.  
*Aspius (?) sp.*  
*Notogonius longiceps* v. MEYER  
 Fam. Cyprinodontidae gen. et sp. indet.

Unter den Ostracoden sind besonders *Cypridopsis kinkelini* LKL., *Cytheromorpha zinndorfi* LKL. und *Candona candidula* LKL. von Leitwert. *Cypridopsis kinkelini* LKL. wird von H. MALZ (1962) als leitend für die Corbicula-Schichten des Mainzer Beckens und seiner Randgebiete (Rheintalgraben) angegeben. In Ostheim tritt sie zusammen mit *Cyclocypris similis* LKL. – zwischen den Stotzen von Algensinterkalken in Nestern massenhaft angereichert – auf. Da solche Kalkalgenstotzen im Rheintalgraben als typisch für die Corbicula-Schichten gelten, wird der Eindruck, daß es sich bei den Schichten der Ziegelei Ostheim um gleichaltrige Bildungen handelt, verstärkt. Weiterhin spricht hierfür das Auftreten von *Candona candidula* LKL., die nach E. TRIEBEL (mündliche Mitteilung) im Frankfurter Raume nur innerhalb der Corbicula-Schichten vorkommt. Je nach Ausbildung ihrer Skulptur hat auch *Cythero-*

*morpha zinnendorfi* Leitwert (H. MALZ 1962). Die in Ostheim gefundenen Exemplare zeigen sowohl ein auffälliges Netzmuster als auch dicht beieinanderstehende Grübchen. Demnach könnten sie sowohl den Corbicula- als auch den Hydrobienschichten zuzuordnen sein.

Die restlichen Ostracoden, wie auch die Gastropoden und Lamellibranchiaten, sind ohne stratigraphische Bedeutung. Bemerkenswert ist allerdings noch, daß kein einziges Exemplar von *Hydrobia inflata* (FAUJAS), dem für die Corbicula-(Inflata-) Schichten namengebenden Fossil, gefunden werden konnte.

Die Otolithen und Fischzähne weisen nach freundlicher Begutachtung von W. WEILER ebenfalls auf Aquitan. Professor WEILER schreibt:

„Die Schichten sind, nach der Fischfauna zu urteilen, eindeutig aquitanen Alters und entweder Corbicula-(Inflata-) Schichten oder Hydrobien-Schichten. Eine genauere Altersbestimmung ist nach der Fischfauna nicht möglich.“

Aus diesem Ergebnis muß insgesamt gefolgert werden, daß die Ostheimer Schichten die höheren Corbicula-Schichten und die Grenzzone Corbicula-Schichten/Hydrobien-Schichten umfassen.

Nun zu den Vergleichsproben des Burdigal:

Diese stammen aus der ehemaligen Braunkohlengrube bei Rückers im südöstlichen Vogelsberg. Ihr Alter wurde von H. G. STEHLIN (1917) nach Säugerresten als Vindobon, höchstwahrscheinlich Burdigal bestimmt.

Vom Helvet untersuchten wir Proben von der Halde des ehemaligen „Fett'schen Stollens“ bei Homberg a. d. Ohm. Dieses Vorkommen wurde zwar von W. WENZ (K. HUMMEL & W. WENZ 1924) dem Torton zugerechnet, jedoch sind — wie später noch auszuführen ist — berechnete Zweifel an dieser Einstufung am Platze. Die säugetier-paläontologische Datierung von F. HELLER (1933), der die Ablagerungen ins Vindobon (eher Helvet) verweist, erscheint viel mehr begründet.

Ins Helvet/Torton, mit stärkerer Betonung der letzteren Stufe, sind die Kieselgur und die überlagernden Braunkohlen von Beuern bei Gießen zu stellen. Die Altersbestimmung erfolgte nach Fischresten durch K. WEITZEL (1933).

Salzhausen hat keinerlei tierische Fossilien, die eine sichere Datierung ermöglichen hätten, zutage gebracht. So bleibt eine Einstufung ins Torton (W. SCHOTTLER 1927 u. a.) auch recht ungewiß. In die Tabelle wurde dieser Fundpunkt deswegen aufgenommen, weil in Hessen und der näheren Umgebung sicher datiertes Torton nicht zu finden ist.

### Ergebnisse

Ausgezählt wurde 4-, 5- und 6-poriger Pollen von *Alnus*, der 4- und 5-porige von *Ulmus* und *Carpinus* sowie das Verhältnis der Juglandales *Carya*, *Pterocarya* und *Juglans* zueinander. Der Auszählung sind dabei 50 Exemplare je Gattung zu Grunde gelegt. Manchmal war es schwer, mehr als 25 Exemplare von einer Gattung zu finden. In jedem Falle wurde nachher auf 100% umgerechnet. Der statistische Fehler wird dabei zwar recht hoch, zu bedenken ist aber, daß 6 voneinander unabhängige Genera berücksichtigt wurden. So resultieren aus der Gesamtbetrachtung meist ziemlich eindeutige Ergebnisse. Diese sind in Abb. 2 und 3 zusammengestellt.

Das Verhalten von *Alnus* (Abb. 2) läßt drei Abschnitte unterscheiden: Im Chatt steigt der Anteil des 6-porigen Pollens kontinuierlich an, er erreicht im Aquitan einen Höhepunkt. Damit verbunden ist ein Rückgang der Anteile der 4- und 5-porigen Elemente. Eine andere deutliche Grenze liegt zwischen Helvet und Burdigal sowie zwischen Helvet und Torton. An beiden Stellen nehmen die Vierporer bedeutend zu.

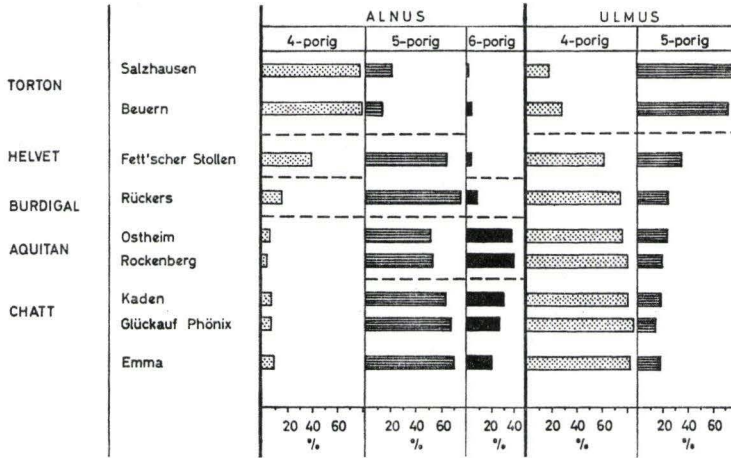


Abb. 2. Stratigraphische Tabelle der Ergebnisse der Verhältniszahlmethode.

Rubrik 1: Geologische Zonen.

Rubrik 2: Fundpunkte.

Rubrik 3: Die Anteile des 4-, 5- und 6-porigen Pollens bei *Alnus* (Summe jeder Rubrik = 100%).

Rubrik 4: Die Anteile des 4- und 5-porigen Pollens bei *Ulmus* (= 100%).

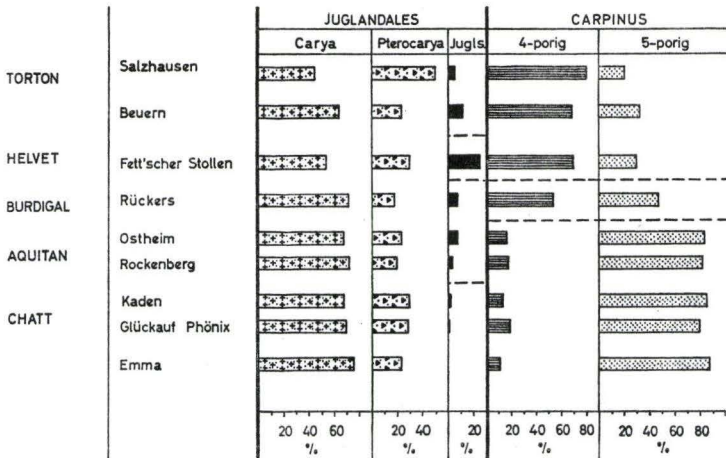


Abb. 3. Stratigraphische Tabelle der Ergebnisse der Verhältniszahlmethode.

Rubrik 1: Geologische Zonen.

Rubrik 2: Fundpunkte.

Rubrik 3: Die Anteile von *Carya*, *Pterocarya* und *Juglans* an dem Pollen der *Juglandales* (= 100%).

Rubrik 4: Die Anteile des 4- und 5-porigen Pollens bei *Carpinus* (= 100%).

So läßt sich schon an Hand des *Alnus*-Pollens eine Gliederung durchführen, die etwa den Stufen Chatt, Aquitan, Burdigal und Helvet entsprechen dürfte.

Bei *Carpinus* zeichnet sich ein Umschlag von 5-porigen zu 4-porigen Ausbildungen zwischen Aquitan und Burdigal ab.

Die Juglandales scheinen weniger gut deutbar zu sein. Der Anteil von *Juglans* läßt Änderungen an den Grenzen Chatt/Aquitan sowie Burdigal/Helvet und Helvet/Torton erkennen. Er steigt von etwa Null im unteren Chatt bis zu einem Maximum im Helvet an, um dann vielleicht wieder etwas abzusinken. Unterhalb dieses *Juglans*-Maximum scheint *Carya* gegenüber *Pterocarya* wesentlich stärker zu überwiegen. (Vergleiche dazu Abb. 3, Salzhausen und Ostheim.)

*Ulmus* zeigt ähnlich *Carpinus* einen Umschlagpunkt. Hier verläuft die Entwicklung aber von der 4-porigen zur 5-porigen Ausbildung. Ein Einschnitt liegt an der Grenze Helvet/Torton.

Für die Schichten von Rockenberg ergibt sich damit aus den Tabellen ein aquitanes Alter. Besonders deutlich geht das aus den Kolonnen für *Alnus* (Abb. 2) hervor. Aber auch die anderen Zählergebnisse stehen damit in Einklang.

### Kritische Bewertung

Zur Sporenstratigraphie im Chatt/Miozän läßt sich abschließend feststellen:

Die Methode der Pollen- und Sporendurchschnittsspektren ist zwar zweifellos brauchbar, sie erfordert aber einerseits eine große Menge Materials verschiedener Fundorte, damit sich die Fazieseinflüsse sicher ausscheiden lassen, liefert andererseits aber nur eine relativ grobe Gliederung, entsprechend den Tabellen von P. W. THOMSON & H. D. PFLUG (1953), G. v. D. BRELIE (1961) und U. REIN (1961).

Die stratigraphische Einordnung nach seltenen Pollenelementen hat sich auch in unserem Falle bewährt. Die Eingliederung konnte dadurch erheblich präzisiert werden. Allerdings ist das Auffinden von seltenen Elementen nicht immer einfach, und die Methode versagt, wo solche fehlen.

Die Anwendbarkeit der Verhältniszahlmethode (H. D. PFLUG 1957) konnte grundsätzlich bestätigt werden. Es scheint hierbei, daß die Auszählung von 25 bis 50 Exemplaren pro Pollengruppe meist bereits zu einem zuverlässigen stratigraphischen Ergebnis führt, da der statistische Fehler sich durch Messungen an 6 verschiedenen, voneinander unabhängigen Pollengruppen bis zu einem gewissen Grade ausgleicht. Die von uns zusammengestellten Angaben (Abb. 2 und 3) sind aber immer noch als vorläufig zu betrachten. Mehr Auszählungen müssen künftig hinzukommen. Auch bleibt zu prüfen, über welchen geographischen Raum die Angaben konstant sind. Immerhin erbrachte die Verhältniszahlmethode im vorliegenden Falle entschieden Erfolge.

Im Falle des „Fett'schen Stollens“ (Homburg a. d. Ohm) erwies sie sich sogar als genauer als die von W. WENZ (K. HUMMEL & W. WENZ 1924) nach Gastropoden vorgenommene Datierung:

Da dem Autor die Arbeit von HELLER (1933) nicht bekannt war, wonach der Fett'sche Stollen den Säugetierbefunden entsprechend dem Vindobon angehört, waren die von dort stammenden Proben anfangs als Vergleichsmaterial des Torton aufgefäßt worden. Die

Bearbeitung zeigte dann aber, daß sich die Ergebnisse keineswegs als „Torton“ in die Tabellen einfügen ließen. Sie stehen dem Burdigal viel näher als dem Helvet/Torton von Beuern. Das zeigt besonders das Verhalten von *Alnus*. Ein helvetisches Alter erscheint damit glaubhafter als ein tortones. Der erst später gefundene Literaturhinweis bei E. THENIUS (1959) auf die Datierungen von F. HELLER bestätigte dann unseren sporenstratigraphischen Befund.

Da die Verhältniszahlmethode sich auf sehr verbreitete Pollengruppen bezieht, ist es im allgemeinen nicht schwierig, die erforderlichen Mengen an Exinen aufzufinden. Die Methode bietet weiterhin die Möglichkeit einer stufenlosen zeitlichen Einordnung, da sich die der Methode zugrunde liegenden Entwicklungen offensichtlich mehr oder weniger kontinuierlich vollziehen. Die überregionale Beständigkeit der Verhältniswerte bleibt — wie gesagt — noch zu überprüfen; unser Material stammt fast ausschließlich aus Hessen und dem Westerwald. Schließlich ist damit zu rechnen, daß innerhalb der von H. D. PFLUG angegebenen generellen Tendenzen noch feinere Differenzierungen enthalten sind. Bezüglich der Verhältniswerte von *Alnus* im unteren Miozän konnten die PFLUG'schen Angaben bereits verbessert werden.

## 6. Schlußwort zur Stratigraphie und Paläogeographie der Rockenberger Schichten

Für die Sporenstratigraphie ist es zweifellos schon ein großer Gewinn, daß sich nun das Aquitan von den höheren Stufen und den tieferen unterscheiden läßt. Eine Feingliederung nach Cerithien-, Corbicula- und Hydrobien-Schichten ist mit Hilfe der Sporen und Pollen allerdings noch nicht möglich. Für die Schichten von Rockenberg müssen wir deshalb noch andere Indizien heranziehen: Cerithien-Schichten in ihrer typischen Ausbildung sind nach den Angaben von W. WENZ (1921, 1922), W. SCHOTTLER (1924, 1937), E. SCHENK (1957) und W. WAGNER (1959) in der nördlichen Wetterau nicht mehr zu erwarten. Ihr nördlichstes sicheres Vorkommen ist das vom Marienhof (Bl. Windecken; A. v. REINACH 1899). Hydrobien-Schichten stehen in unmittelbarer Nähe des Untersuchungspunktes an (W. WENZ 1922, E. SCHENK 1957), sind aber kalkig-kreidig ausgebildet. Als letzte Möglichkeit bleiben also nur die Corbicula-Schichten übrig, ihnen könnte man die sandig-tonig-konglomeratische Serie der Rockenberger Schichten zuordnen. Man könnte diese Annahme weiterhin durch einen Vergleich mit dem Münzenberger Blättersandstein bestätigt finden. Dessen Zugehörigkeit zu den Corbicula-Schichten ist faunistisch belegt, lithologisch hat er den Rockenberger Schichten ähnliche Merkmale. Weitere ähnliche Sedimente sind noch von einer Reihe anderer Orte bekannt, sie reichen von der Frankfurt-Hanauer Senke bis ins Lumda-Tal (W. WAGNER 1959).

Nun betrachtet W. WENZ (1921) als Kriterium für das Ende der Cerithien- und den Beginn der Corbicula-Zeit das Verschwinden der marinen Formen. Die Sandserien und die in ihnen eingeschlossenen Braunkohlen sind zweifelsohne Süßwasserbildungen, wahrscheinlich fluviatilen Ursprungs. Für einige Schichten läßt sich aber aus den Faziesbildern der Pollen und Sporen marine Beeinflussung herauslesen. Die Anwesenheit von *Deflandrea phosphoritica* EISENACK unterstreicht das. Marin sind in der aquitanen Abfolge aber nur die Cerithien-Schichten. Daraus folgt, daß es sich bei den

unteren Sanden und Braunkohlen um fluviatile Äquivalente der Cerithien-Schichten handeln muß. Auch W. WENZ (1922, S. 29) sieht diese Möglichkeit:

„Dagegen wäre es nicht ausgeschlossen, daß sich in der nördlichen Wetterau und im Untergrunde des Vogelsberges gleichaltrige Süßwasserablagerungen finden. Ein Teil der Schotter und Sande . . . mag hierher gehören . . .“

Auch die Tatsache, daß die in Rockenberg gefundene Mikroflora insgesamt einen etwas älteren Eindruck macht als die von Ostheim, die den Corbicula-/Hydrobien-Schichten zugehört, bestätigt unser Ergebnis:

Hiernach dürften also die unteren Sande und Kohlen in den Rockenberger Schichten ein küstennahes Äquivalent der Cerithien-Schichten darstellen, und die rein sandig-konglomeratistische obere Abfolge, die den Tonen und Kohlen diskordant auflagert, in die Corbicula-Serie gehören.

Folgendes noch zur Paläogeographie: Das Meer kann zur Cerithien-Zeit nicht weit südlich von Rockenberg gelegen haben. In Deltas und Ästuaren kam es zur Ablagerung von Tonen und Sanden der Rockenberger Fazies. Auf zeitweilige und lokale Vermoorung sind die Braunkohlenlinsen zurückzuführen. R. LUDWIG (1854) spricht von einem Schuttdelta an der Mündung der Usa. Als einziges Zeugnis mariner Ingressionen sind die Dinoflagellaten erhalten, während Kalkschaler wahrscheinlich durch die Huminsäuren der Kohlen wieder aufgelöst wurden.

Als die Cerithien-See verbrackte, weil im Süden der Zusammenhang mit dem offenen Meer abgeschnitten wurde, griff eine Senkungsbewegung auf die nördliche Wetterau über. Die Bewegungen, die dabei stattfanden, verursachten vielleicht die Rutschfaltungen in den Tonen und Braunkohlen, wie sie im Quarzitbruch Rockenberg vorzufinden sind. Durch die Absenkung breiteten sich die Corbicula-Schichten weit über die Grenzen der Cerithien-See hin aus. Vom Aufleben des Reliefs zeugen die groben Kies- und Schotterserien im Hangenden der Braunkohlentone von Rockenberg. Später wurden die Sedimente wieder feinkörniger.

Mit dem Beginn der Hydrobien-Zeit machte sich wieder mariner Einfluß bemerkbar. Karbonatische fossilreiche Sedimente sind nun wieder charakteristisch.

## 7. Zusammenfassung

Das Chatt/Miozän ist für die Sporenstratigraphie ein schwieriger Zeitabschnitt. Der Verfasser hat eine Reihe datierter Vorkommen Hessens und des Westerwaldes palynologisch untersucht, um sie für eine feinstufige Gliederung auszuwerten (Abb. 2 und 3). Er folgte hierbei vorwiegend der Verhältniszahl-Methode nach H. D. PFLUG (1957).

Von den Fundpunkten unserer Eich-tabelle mußte die Ziegeleigrube Wasen bei Ostheim zunächst noch genauer datiert werden, als das bisher der Fall war. Dazu wurden Funde von Ostracoden, Otolithen und Fischzähnen ausgewertet. Hiernach ist in Ostheim höchstwahrscheinlich die Grenzzone Corbicula-/Hydrobien-Schichten entwickelt.

Die sporenstratigraphische Untersuchung der Fundpunkte wurde in folgender Weise durchgeführt:

1. Es wurden die Durchschnittsspektren gebildet (P. W. THOMSON & H. D. PFLUG 1953).
2. Die von W. KRUTZSCH entwickelte Methode der seltenen Pollen- und Sporenelemente wurde mit Erfolg angewandt.
3. Die Verhältniszahl-Methode, die bisher nur von H. D. PFLUG (1957) beschrieben worden war, konnte verbessert und ihre Anwendbarkeit auf den hessischen Raum bestätigt werden.

Die Bearbeitung ergab, daß sich die Grenzschichten Chatt/Miozän nach der herkömmlichen Methode der Durchschnittsspektren nur grob gliedern lassen, wie das u. a. U. REIN (1961) und G. v. D. BRELIE (1961) festgestellt haben. Nach Methode 2 und 3 ergeben sich aber feinere Untergliederungsmöglichkeiten. Die Ergebnisse der Verhältniszahl-Methode, der die vorliegende Arbeit gewidmet ist, finden sich in Abb. 2 und 3. Mit Hilfe dieser Tabellen ist es nun möglich, auch völlig undatierte Schichten im Chatt und Miozän genauer einzustufen, falls sie genügend Vertreter von *Alnus*, *Ulmus*, *Carpinus* und *Juglandales* führen.

So lassen sich die Rockenberger Schichten (Wetterau) dem Aquitan zuordnen. Die Anwesenheit von Dinoflagellaten — *Deflandrea phopshoritica* EISENACK — in diesen Sedimenten ermöglicht es ferner, diese als Äquivalente der Cerithien-Schichten zu erkennen und damit eine Vermutung von W. WENZ (1921) zu bestätigen. Die überlagernde konglomeratische Abfolge ist dem Münzenberger Blättersandstein vergleichbar und deswegen zu den Corbicula-Schichten zu stellen.

#### Schriftenverzeichnis

- BAATZ, H.: Stratigraphische und paläogeographische Untersuchungen im Kasseler Tertiär. — Dissertation Marburg 1960 (unveröffentlicht).
- BARTENSTEIN, H. & HEINEMANN, W.: Brackwasserforaminiferen im oberen Aquitan des Mittelrhein-Gebietes. Ein Beitrag zur Grenzziehung zwischen den Corbicula- und Hydrobien-Schichten innerhalb der Beckenfazies. — Senck. leth., **35**, 1/6, 23—35, Frankfurt/M. 1955.
- BRELIE, G. v. D.: Sporen und Pollen im marinen Tertiär der Niederrheinischen Bucht. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **1**, 185—204, Krefeld 1958.
- Pollenstratigraphische Gliederung und fazielle Entwicklung des jüngeren Tertiärs in der Niederrheinischen Bucht. — Meyniana, **10**, 75—88, Kiel 1961.
- DIEFFENBACH, E.: Erl. z. Geol. Spec.-Kte. Großhgzth. Hessen u. angrenz. L.-Geb. im Maßstabe 1:50000. Section Gießen. — Darmstadt 1856.
- EVITT, W. R.: Observations on the morphology of the fossil dinoflagellates. — micro-paleontology, **7**, 4, 385—420, New York 1961.
- GRIPP, P. & MAGNE, A.: Neues zur Gliederung des Miozäns in Westeuropa. — Geol. Jb., Mh., Jahrg. 1956, 273—281, Stuttgart 1957.
- HAUPT, O.: Das Alter der Braunkohlen vom Hessenbrücker Hammer und von Schlechtenwegen im Vogelsberg. — Notizbl. Ver. Erdk. hess. geol. L.-A., (V) **13**, 62—66, Darmstadt 1930.
- HOLTZ, S.: Sporenstratigraphische Untersuchungen im Oligozän von Hessen. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **40**, Wiesbaden 1962.
- HUMMEL, K.: Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik der Wetterau. — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., Jahrg. 1924, 64—71, Stuttgart 1924.

- HUMMEL, K. & WENZ, W.: Eine Maarausfüllung mit obermiocaener Schneckenfauna bei Homberg a. d. Ohm im nördlichen Vogelsberg. — Notizbl. Ver. Erdk. hess. geol. L.-A. f. d. Jahr 1923, (V) 6, 285—298, Darmstadt 1924.
- KIRCHHEIMER, F.: Die Laubgewächse der Braunkohlenzeit. — 1. Aufl., 783 S., 55 Taf., Halle/Saale (VEB Wilhelm Knapp Verlag) 1957.
- KLÜFFEL, W.: Zur Gliederung und Altersstellung des westdeutschen Tertiärs. — Z. deutsch. geol. Ges., 94, 1—18, Berlin 1942.
- KRUTZSCH, W.: Möglichkeiten zur Benennung und Bezeichnung von fossilen Pollen und Sporen. — Geologie, 3, 5, Berlin 1954.
- Sporen- und Pollengruppen aus Oberkreide und Tertiär. — Z. angew. Geol., Jahrg. 1957, 11/12, 512—546, Berlin 1957.
- Mikropaläontologische (sporenpaläontologische) Untersuchungen in der Braunkohle des Geiseltales. — Geologie, Bh., 21/22, Berlin 1959.
- Einige neue Formgattungen und Arten von Sporen und Pollen aus der mitteleuropäischen Oberkreide und dem Tertiär. — Palaeontographica, Abt. B, 105, Stuttgart 1959b.
- Über Funde von „ephedroidem“ Pollen im deutschen Tertiär. — Geologie, Bh., 32, 15—53, Berlin 1961.
- Stratigraphisch bzw. botanisch wichtige Sporen- und Pollenformen aus dem deutschen Tertiär. — Geologie, Jahrg. 11, H. 3, Berlin 1962.
- Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen- und Pollen- sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. — Lieferung I, Berlin 1962b.
- LUDWIG, R.: Über das Vorkommen organischer Reste in den Tertiärablagerungen der Wetterau. — Ber. oberhess. Ges. Natur- u. Heilk., 4, Gießen 1854.
- MAI, D. H.: Über eine fossile Tiliaceen-Blüte und tilioiden Pollen aus dem deutschen Tertiär. — Geologie, Bh., 32, 54—93, Berlin 1961.
- MAIER, D.: Planktonuntersuchungen in tertiären und quartären marinen Sedimenten. — N. Jb. Geol. Paläontol., Abh., 107, 278—340, Stuttgart 1959.
- MALZ, H. & DOEBL, F.: Tertiär des Rheintalgrabens. In: Leitfossilien der Mikropaläontologie. — 1. Aufl., S. 379—398, Abb. 27, Taf. 56—59, Tab. 22, Berlin (Borntr.) 1962.
- MÜRRIGER, F. & PFLUG, H. D.: Über eine pollenanalytische Untersuchung des Braunkohlenlagers der Grube Emma bei Marxheim (Untermaingebiet). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI) 3, 56—66, Wiesbaden 1955.
- PFLUG, H. D.: 1953 — s. THOMSON, P. W. & PFLUG, H. D. 1953.
- 1959 — s. WEYLAND, H., PFLUG, H. D. & PANTIĆ, N. 1959.
- Die Deformationsbilder im Tertiär des rheinisch-saxonischen Feldes. — Freiburger Forsch.-H., C 71, Berlin 1959 (1959b).
- REIN, U.: Die Möglichkeiten einer pollenstratigraphischen Gliederung des Miocäns in Nordwestdeutschland. — Meyniana, 10, 160—166, Kiel 1961.
- REINACH, A. v.: Erl. z. Geol. Spec.-Kte. Preußen u. thür. St., Bl. Windencken. — Berlin 1899.
- SCHENK, E.: Corbicula-Schichten und Cyrenenmergel im Horloff-Graben (Wetterau). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 85, 224—254, Wiesbaden 1957.
- SCHOTTLER, W.: Die Geologie von Salzhausen nebst einem Überblick über den Bau der Wetterau. — Notizbl. Ver. Erdk. hess. geol. L.-A., (V) 10, 23—55, Darmstadt 1924.
- Der Vogelsberg. — Notizbl. hess. geol. L.-A., (V) 18, 3—82, Darmstadt 1937.
- STEHLIN, H. G.: Miozäne Säugetierreste aus der Gegend von Elm. — Verh. naturf. Ges. Basel, 28, 2, 191—205, Basel 1917.
- Über die Säugetierfunde der Westwälder Braunkohlen. — Ecl. geol. Helv., 25, Zürich 1932.
- TEIKE, M. & TOBIEN, H.: Über Säugerreste aus der Braunkohlengrube „Glückauf-Phönix“ bei Breitscheid/Westerwald. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (V) 1, 112—119, Wiesbaden 1950.
- THENIUS, E.: Handbuch der stratigraphischen Geologie. Band III, Tertiär. II. Teil. — 1. Aufl., 328 S., 32 Tab. 12 Abb., 10 Taf., Stuttgart (Enke) 1959.



- THOMSON, P. W. & PFLUG, H. D.: Pollen und Sporen des Mitteleuropäischen Tertiärs. — Palaeontographica, Abt. B, **94**, 1—138, Stuttgart 1953.
- WAGNER, W.: Das Aquitan zwischen Schweizer Jura und Niederhessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **87**, 376—397, Wiesbaden 1959.
- WEITZEL, K.: Fische aus der Kieselgur von Beuern und deren Alter. — Notizbl. Ver. Erdk. hess. geol. L.-A., (V) **14**, 98—100, Darmstadt 1933.
- WENZ, W.: Das Mainzer Becken und seine Randgebiete. — 1. Aufl., 351 S., 518 Abb., 41 Taf., Heidelberg (Willy Ehring Verl.) 1921.
- Das Tertiär im Vogelsberg und seine Beziehungen zu dem der Wetterau und anderen Tertiärgebieten. — Jber. Wetterau. Ges. Naturk., Hanau 1922.
- WEYLAND, H. & PFLUG, H. D.: Die Pflanzen der pliozänen Braunkohlen von Ptolemais in Nordgriechenland. — I. — Palaeontographica, Abt. B, **102**, Stuttgart 1957.
- , — & PANTIĆ, N.: Untersuchungen über die Sporen- und Pollenflora einiger jugoslawischer und griechischer Braunkohlen. — Palaeontographica, Abt. B, **106**, Stuttgart 1960.

Manuskript eingegangen am 1. 11. 1963

## Ein Basalt/Tuff-Profil am Ölberg östlich Gießen

Von

**DIERK HENNINGSEN** und **WILFRIED STEGEMANN**, Gießen

Mit 3 Abbildungen

**Kurzfassung:** Vom Ölberg östlich Gießen wird ein Profil beschrieben, das rote Tuffe mit einem Intrusivbasalt zeigt, die von grauen Tuffen überlagert werden. Die an ihrer Basis Pollen und Sporen enthaltenden grauen Tuffe werden nach Vergleich mit 3 anderen hessischen Vorkommen in das Burdigal (Miozän) eingestuft.

### Einleitung

Im Sommer 1962 war bei Rohrverlegungen im Zusammenhang mit dem Umbau der Bundesstraße 49 zwischen Gießen und Reiskirchen (Bl. Gießen 5418) in einem Graben neben der Straße ein Basalt/Tuff-Profil aufgeschlossen, das im folgenden beschrieben werden soll.

In der vorliegenden Arbeit wurden die lithologischen Untersuchungen von D. HENNINGSEN, die pollenanalytischen Bestimmungen von W. STEGEMANN durchgeführt. Bei der Geländeaufnahme waren die Herren P. BÄR, U. MAYR und H.-U. SCHLICHTING vom Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Gießen behilflich.

### Aufschluß- und Gesteinsbeschreibung

Der von Reiskirchen her parallel zur Straße gezogene Graben schloß in seinem östlichen Teil Basalte, Tuffe und Alluvialablagerungen auf; die Verbandsverhältnisse blieben hier jedoch meist unklar. Vom Weg gegenüber der Abzweigung nach Oppenrod bis an den Hang des Ölberges vorbei war dann eine deutliche Gliederung zu erkennen: Vom Weg ab in westlicher Richtung verlief der Graben zunächst in Basalt, der nach fast 30 m durch eine Verwerfung abgeschnitten ist, sich etwas tiefer aber unter roten Tuffen, die teilweise von grauen Tuffen überlagert werden, fortsetzt. Nach 50 m erreicht der Basalt die Oberfläche, taucht nach ca. 40 m, also etwa bei 120 m westlich der vorhergenannten Wegkreuzung, wieder unter grauen und roten Tuffen unter. Nach etwa 10 m keilen die roten Tuffe aus, so daß der Basalt

nur noch unter grauen Tuffen liegt, unter denen er dann bei ca. 160 m verschwindet. Bis vorbei an dem Hang des Ölberges blieb dann der Graben in grauen Tuffen, die unterschiedlich in ihrer Korngrößen-Zusammensetzung, aber durchweg gut geschichtet bis feingebankt sind. Sie fallen wenige Grad nach NW ein.

Die Oberfläche des Basaltes verläuft annähernd horizontal, ist im einzelnen aber wellig ausgebildet. Bei etwa 90 m ziehen vom Basalt aus schmale Gänge in den roten Tuff hinein.

Das Gestein ist teils dicht, teils blasig ausgebildet. An seiner Oberseite geht es in dunkle Glasmasse über, in der wenige Plagioklase (Labrador) und Erz-Nadeln zu

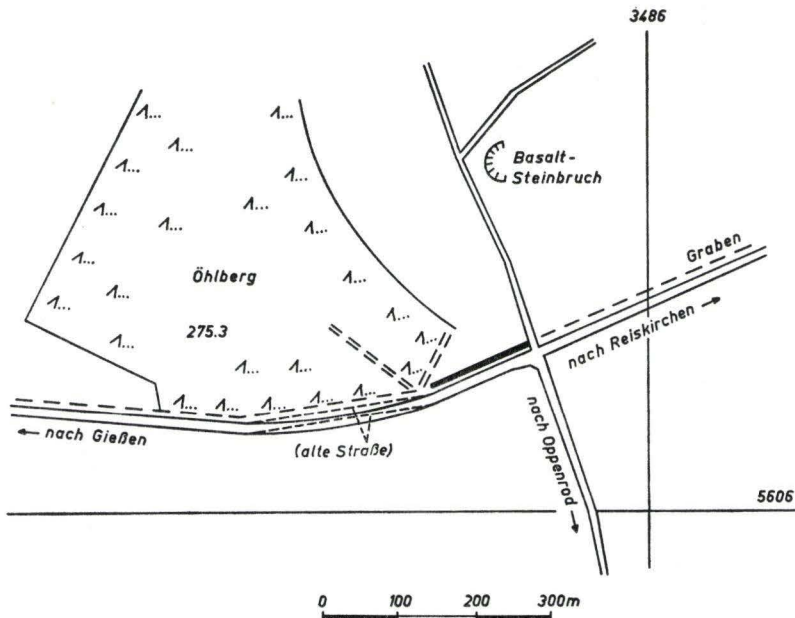


Abb. 1. Lageskizze des Grabenprofils entlang der B 49 am Ölberg östlich Gießen.  
(Der näher beschriebene Teil des Grabens ist breit ausgezogen.)

erkennen sind. Gelblich-rote, dichte Einschlüsse von einigen Millimeter Durchmesser sind vielleicht als eingeschlossene, kontaktveränderte Tuff-Partikel anzusehen. Mit zunehmender Entfernung vom Rand werden im Basalt neben Plagioklasen auch Augite,  $\pm$  umgewandelte Olivine, Apatite und wenig zeolithische Substanz in Blasenhöhlräumen häufig. Nach der SCHOTTLERSCHEN Einteilung wäre das Gestein am ehesten als Trapp vom Steinheimer Typus zu bezeichnen.

Der rote Tuff ist am Basalt-Kontakt in unterschiedlichem Maße bläulich verfärbt und besonders in seinen unteren Lagen von Chalzedon-Bändern durchzogen. U. d. M. sind außer Fe-Oxyd-reicher Grundsubstanz hauptsächlich gerundete, z. T. aber auch eckige Quarze sowie wenige Plagioklase (Andesine) zu erkennen.

Der graue Tuff liegt mit unregelmäßiger Basisfläche auf dem roten Tuff, im westlichen Teil des Profils unmittelbar auf dem Basalt. Hier sind an der Grenzfläche keine Kontakterscheinungen festzustellen. An seiner Unterseite ist der graue Tuff

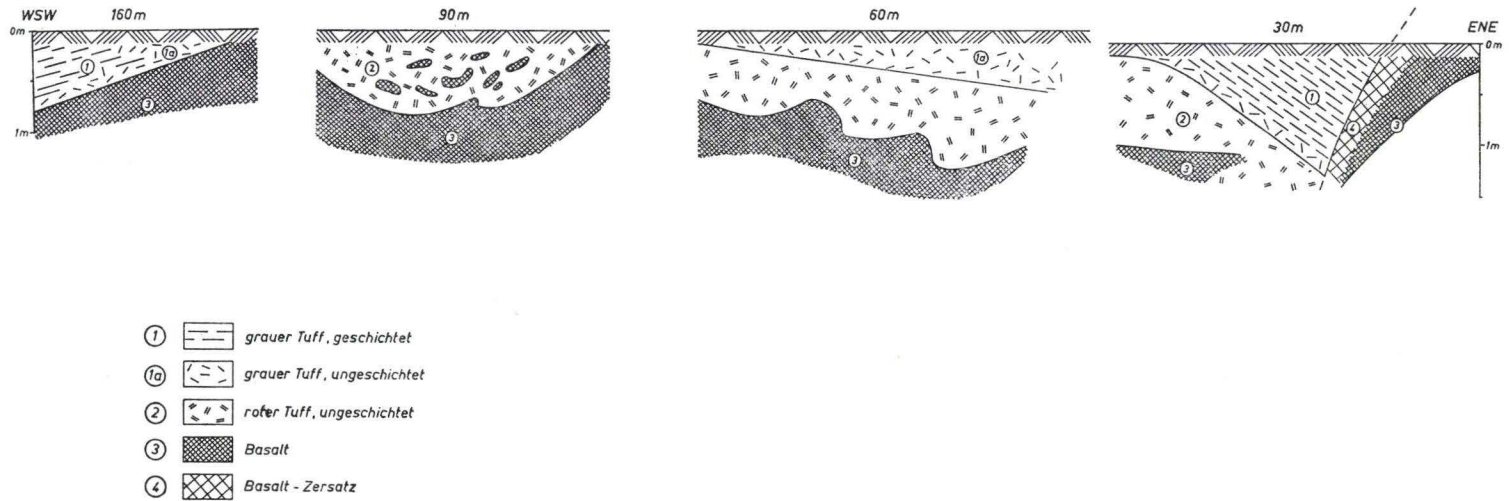


Abb. 2. Teilausschnitte aus dem Grabenprofil. Die Meter-Angaben beziehen sich auf die Entfernung zur Wegkreuzung gegenüber der Abzweigung nach Oppenrod.

ungeschichtet und wirkt teilweise „zusammengespült“: Holzreste, Partikel von rotem Tuff und stark zersetztem Basalt wurden beobachtet.

Die roten sowie die grauen Tuffe enthalten reichlich Schwerminerale: Hauptsächlich Augit, daneben Zirkon, Turmalin, Fe-reiche und andere Hornblenden, Titanit, Rutil, Apatit, und einige, nicht sicher bestimmbare, vermutlich „metamorphe“ Minerale (Granat oder Spinell, ?Mullit). Der Augit-Gehalt weist große Schwankungen auf, wie ein bei ca. 50 m entnommenes Profil zeigt:

|                                   |           |                      |   |   |
|-----------------------------------|-----------|----------------------|---|---|
| Probe 2a grauer Tuff, verwittert: | Augit 63% | aller Schwerminerale |   |   |
| „ 2b roter „ Hangendpartie:       | „ 16%     | „                    | „ | „ |
| „ 2c „ „ Liegendpartie:           | „ 90%     | „                    | „ | „ |

In frischen grauen Tuffen (Probe 1, entnommen bei 170 m) lag der Augit-Gehalt wie bei Probe 2c über 90%. Wenn wenige Augite vorkommen, sind diese zugleich stark angeätzt.

Vermutlich besaßen ursprünglich alle Tuffe einen gleichmäßig hohen Augit-Gehalt. Das Verschwinden der Augite, besonders in den Hangendpartien der roten Tuffe, wäre dann auf Verwitterungseinflüsse zurückzuführen.

### Palynologische Untersuchung und Alterstellung

Um Anhaltspunkte über die Altersstellung der Basalte und Tuffe zu erhalten, wurden einige Tuff-Proben palynologisch untersucht. Die Proben wurden mit konzentrierter Flußsäure aufbereitet, da eine Schwerretrennung bei dem zu erwartenden geringen Gehalt an Sporomorphen unzumutbar erschien.

Pollen und Sporen konnten aus den Schichten 1a (Basis der grauen Tuffe bei 160 m) und 5 (tonig zersetzte, graue Tuffe, ca. 150 m östlich der Abzweigung nach Oppenrod) gewonnen werden, die übrigen Proben waren fossilfrei. Bei den in Probe 5 gefundenen Pollen handelt es sich durchweg um stark korrodierte saccate Formen, die zur stratigraphischen Einstufung ungeeignet sind. Daneben kamen Pilzsporen vor. Ein verwertbares Spektrum brachte dagegen die basale Schicht 1a:

**Sporites** H. POT. 1893  
**Monoletes** IBRAH. 1933  
*Laevigatosporites haardti* (TH. & PF. 1953)

**Pollenites** R. POT. 1931  
 I. Bilaterales PF. 1953  
*Monocolpopoll. areolatus* (R. POT. 1934)  
*Monocolpopoll. serratus* (POT. & VENN. 1934)  
 II. Inapertures PF. & TH. 1953  
*Inaperturopoll. magnus* (R. POT. 1934)  
*Inaperturopoll. dubius* (POT. & VENN. 1934)  
*Inaperturopoll. incertus* PF. & TH. 1953  
 III. Saccites ERDTMAN 1947  
*Pityosporites microalatus* (R. POT. 1934)  
*Pityosporites cedroides* TH. 1950  
 IV. Postnormapolles PF. 1953  
*Triatriopoll. rurensis* PF. & TH. 1953

- Tripoporopoll. simpliformis* PF. & TH. 1953  
*Tripoporopoll. coryph. punct.* (R. POT. 1931)  
*Tripoporopoll. coryloides* PF. 1953  
*Trivestibulopoll. betuloides* PF. 1953  
*Trivestibulopoll. c. f. prominens* PF. 1953  
*Polyvestibulopoll. verus* (R. POT. 1934)  
*Polyporopoll. carpinoides* PF. 1953  
*Polyporopoll. stellatus* (POT. & VENN. 1934)  
 V. Brevaxones PF. 1953  
*Porocolpopoll. vestibulum* (R. POT. 1934)  
 VI. Asymetres PF. 1953  
*Multiporopoll. maculosus* (R. POT. 1934)  
 VII. Longaxones PF. 1953  
 a) Tricolpopollenites PF. & TH. 1953  
*Tricolpopoll. asper* PF. & TH. 1953  
*Tricolpopoll. pudicus* (R. POT. 1934)  
 b) Periporopollenites PF. & TH. 1953  
*Periporopoll. stigosus* (R. POT. 1931)  
*Periporoll. echinatus* (WODEH. 1933)

Bemerkenswert ist der Erhaltungszustand der hier gefundenen Spöromorphen. Alle weisen die für pflanzliche Mikrofossilien typische rotbraune Färbung auf, viele zeigen daneben jedoch noch Zellplasma, das sonst nur bei rezentem Blütenstaub zu beobachten ist. Da diese Eigentümlichkeit aber auch bei *Monocolpopollenites areolatus* festgestellt wurde, ist es ausgeschlossen, daß es sich bei den Pollen und Sporen um in die Schichten eingewaschene und durch den Aufbereitungsprozeß künstlich gealterte Exemplare handelt.

Aus dem Spektrum kann ein höchstens mittel- bis jungtertiäres Alter herausgelesen werden. Da altertümliche Formen, die für Oligozän oder früher sprechen würden, fehlen, während *Monocolpopollenites areolatus* in jüngeren als miozänen Schichten nicht mehr vorkommt, ist Miozän wahrscheinlich.

Eine genauere Einstufung läßt sich mit Hilfe der Verhältniszahl-Methode vornehmen. Auf die Methode selbst kann hier nicht eingegangen werden: Näheres darüber bei STEGEMANN 1964.

Zu Vergleichszwecken wurde Pollen von *Alnus* und *Carpinus* herangezogen und die 4-, 5- und 6porigen Formen ausgezählt. Der Auszählung lagen jeweils 25 Exemplare von *Polyporopollenites carpinoides* bzw. *Polyvestibulopollenites verus* zugrunde. Die gleiche Auszählung war bei Proben aus der Ziegeleigrube Ostheim bei Bad Vilbel (Aquitän, STEGEMANN 1964), aus den Braunkohlen von Rückers (Burdigal, STEHLIN 1917) und der Kieselgurgrube Beuern (Helvet/Torton, WEITZEL 1933) vorgenommen worden. Die Ergebnisse sind in Abb. 3 wiedergegeben.

Ordnet man das aus den Tuffproben vom Öhlberg erhaltene Diagramm in diese Reihe ein, so kommt es dem Burdigal (Rückers) am nächsten, während gegenüber dem Helvet/Torton z. T. erhebliche Unterschiede bestehen. Die grauen Tuffe vom Öhlberg wären demzufolge – zumindest in ihren tieferen Lagen – in das Burdigal zu stellen.

Damit ergibt sich eine altersmäßige Übereinstimmung mit den Tuffvorkommen des südlichen Vogelsberges, wo sich die vulkanischen Aschen mit burdigalen Braunkohlen verzahnen.

## Deutung des Profils

Anhand der mitgeteilten Beobachtungen läßt sich die Entstehung des Profiles am Öhlberg folgendermaßen rekonstruieren:

Zunächst wurden rote Tuffe abgelagert. In diese Tuffe drang ein Basalt ein, wobei die Tuffe in Basaltnähe leicht gefrittet wurden. Danach wirkten Verwitterung und Abtragung auf die roten Tuffe ein, so daß der Basalt teilweise freigelegt wurde. Bei einer neuen Ausbruchs-Phase kamen darüber, konkordant zur Abtragungsfläche, graue Tuffe zur Ablagerung. Der in der Luft befindliche Blütenstaub schlug sich mit dem ersten Aschenregen nieder und wurde in der Basalschicht der grauen Tuffe zusammengespült. Die hangenden Partien der grauen Tuffe blieben Pollen- und

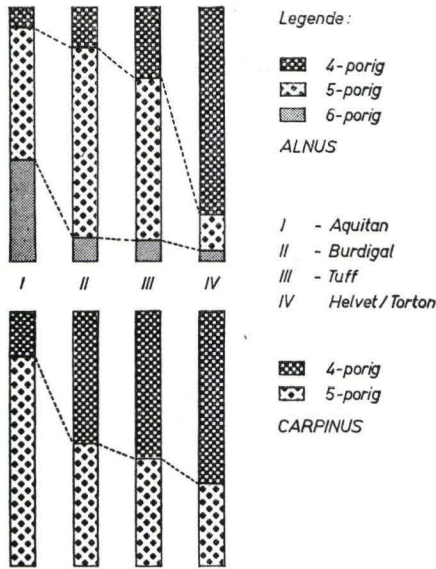


Abb. 3. Porenverhältnis bei *Alnus* und *Carpinus* in der Tuff-Probe vom Öhlberg, verglichen mit Proben des Aquitans (Ostheim), Burdigals (Rückers) und Helvet/Torton (Beuern).

Sporen-frei, weil während ihrer Ablagerung die Pflanzenwelt unter einer Aschendecke begraben war. Nach der Ablagerung der grauen Tuffe — zeitlich nicht näher festzulegen — wurden die Schichten leicht verstellt und verworfen.

## Schriftenverzeichnis

- SCHOTTLER, W.: Erl. zur Geologischen Karte des Großherzogtums Hessen im Maßstabe 1:25000, Bl. Gießen. — Darmstadt 1913.
- STEGEMANN, W.: Zur Datierung der Rockenberger u. Ostheimer Schichten in der Wetterau und Allgemeines zur Sporenstratigraphie im Chatt-Miozän Hessens. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 92, Wiesbaden 1964.
- STEHLIN, H. G.: Miozäne Säugetierreste aus der Gegend von Elm. — Verh. Naturforsch. Ges. Basel, 28, Teil 2, 191—205, Basel 1917.
- WEITZEL, K.: Fische aus der Kieselgur von Beuern (Kr. Gießen) und deren Alter. — Notizbl. Ver. Erdk. u. Hess. Geol. L.-Anst., (V) 14, 98—100, Darmstadt 1933.

Manuskript eingegangen am 16. 10. 1963

## Zur Vergrusung der magmatischen Tiefengesteine des Odenwaldes<sup>1)</sup>

Von

**GEORG MATTHESS**, Wiesbaden

Mit 1 Abbildung

Herrn Bergrat Professor Dr. **WILHELM WAGNER** zum 80. Geburtstag gewidmet.

**Kurzfassung:** Die Vergrusung der magmatischen Tiefengesteine des Odenwaldes ist auf die Auflösung des Kornzusammenhaltes zurückzuführen, die hauptsächlich durch Hydratationssprengung hervorgerufen wird. Die verhältnismäßig geringen chemischen Veränderungen an den vergrusten Gesteinen des Odenwaldes lassen während der Grusbildung ein warm-wechselfeuchtes Klima mit überwiegender Trockenzeit vermuten.

Tiefgründige Vergrusungen erfolgten im Odenwald in der permokarbonischen Festlandsperiode vor der Ablagerung des Deckgebirges und nach dessen Abtragung im Jungtertiär und Altpleistozän. Reste palaeozoischer Vergrusung sind an die permische Grundgebirgsoberfläche gebunden. Die jüngere Vergrusung drang in den Gebieten, in denen die alte Verwitterungsdecke nur unvollständig abgetragen wurde, weiter in die Tiefe. In den Gebieten, in denen bei der Entstehung der jüngeren Landoberflächen die alte Verwitterungsschicht restlos entfernt wurde, stammt der heute anstehende Grus aus der jüngeren Verwitterungsperiode.

### Inhalt

|   |     |
|---|-----|
| 1. Einleitung . . . . .   | 161 |
| 2. Beobachtungen an vergrusten Gesteinen . . . . .  | 161 |
| 3. Regionale Verbreitung des Gruses und Zusammenhänge mit Gesteinsart und Tektonik. . . . . | 162 |
| 4. Die Vergrusung als physikalisch-chemischer Vorgang . . . . .                             | 166 |
| 5. Der Einfluß des Klimas auf die Vergrusung . . . . .                                      | 168 |
| 6. Die Altersfrage der Vergrusung . . . . .   | 168 |
| 7. Zusammenfassung . . . . .  | 173 |
| 8. Schriftenverzeichnis . . . . .   | 174 |

<sup>1)</sup> In gekürzter Form als Vortrag gehalten bei der Monatsversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft am 29. März 1963 in Wiesbaden (MATTHESS, G.: Zur Vergrusung der magmatischen Tiefengesteine im Odenwald. — Z. deutsch. geol. Ges., 115).



## 1. Einleitung

Der kristalline Odenwald wird in den Bergsträßer Odenwald und in den Böllsteiner Odenwald unterteilt. Beide Einheiten werden durch eine wichtige tektonische Störungszone, die Otzbergspalte, getrennt.

Im Bergsträßer Odenwald stehen magmatische Tiefengesteine an, die nach TRÖGER (1955) von granitoiden Gesteinen (Aplonormalgranite, Yosemiteite) über Granodiorite, Tonalite, Quarzdiorite, Quarzgabbros, Diorite, Gabbros bis zu den Peridotiten reichen. In ihnen treten saure und basische Ganggesteine auf. Außerdem finden sich im Bergsträßer Odenwald noch verschiedene metamorphe Gesteine. Tiefengesteine vom Bergsträßer Typus stehen auch östlich der Otzbergspalte nördlich der Linie Nieder-Klingen-Zipfen-Wiebelsbach-Höchst-Rai-Breitenbach an.

Der Böllsteiner Odenwald besteht aus einer prävariszisch entstandenen Orthogneis-Kuppel mit Schollen von Gabbroamphiboliten, an die (im Westen und Norden aufgeschlossen) eine Schieferhülle aus Glimmerschiefer, Paragneis, Marmoren und basischen Einlagerungen anschließt (BUBNOFF 1922, 1926; ERDMANNSDÖRFFER 1949; NICKEL 1953; CHATTERJEE 1960).

Die Verwitterung der magmatischen Tiefengesteine zu Grus ist weltweit zu beobachten. Aus dem deutschen Mittelgebirge wurde sie aus dem Spessart (KITTEL 1840), dem Schwarzwald (SCHMITTHENNER 1913; DEECKE 1934; LIEHL 1934), dem Harz (BLANCK & PETERSEN 1924; BOCHT 1941; HÖVERMANN 1950; PILLER 1951; SCHICK 1956; MEINECKE 1958), dem Fichtelgebirge (PILLER 1954), dem Thüringer Wald (WEBER 1943), dem Erzgebirge (BLANCK & MELVILLE 1941) und dem Riesengebirge (BÜDEL 1937) beschrieben. Mit der Vergrusung im Odenwald befaßten sich LUDWIG (1867), BENECKE & COHEN (1881), BLANCK (1932), SEMMEL (1961) und im Zusammenhang mit der geologischen Landesaufnahme in den Jahren 1886 bis 1938 die in diesem Gebiet kartierenden Geologen ANDRAE, CHELIUS, KLEMM, OSANN, THÜRACH und VOGEL.

Im folgenden werden die physikalisch-chemischen Vorgänge bei der Vergrusung erörtert und der Zeitpunkt der Vergrusung der magmatischen Tiefengesteine im Odenwald (besonders im Bergsträßer Odenwald) untersucht. Die Verwitterungserscheinungen an den Böllsteiner Gneisen werden hingegen nur kurz behandelt.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Oberlandesgeologen Professor Dr. BECKSMANN, Freiburg/Breisgau, Herrn Regierungsdirektor Dr. NÖRING und den Herren Regierungsgeologen Dr. MEISL, Dr. SCHMITT und Dr. SEMMEL, Wiesbaden, für die Anregungen, Hinweise und Hilfe zu danken, die sie mir bei dieser Untersuchung zuteil werden ließen.

## 2. Beobachtungen an vergrusten Gesteinen

Bei der makroskopischen Betrachtung vergruster Tiefengesteine ist im allgemeinen eine mehr oder weniger fortgeschrittene Auflockerung des Korngefüges zu beobachten. Dabei ist bei dieser Art der Verwitterung die ursprüngliche Gesteinsstruktur und -textur dem Augenschein nach erhalten geblieben. Hornfelseinschlüsse und Aplitgänge sind im Zusammenhang erhalten, wie z. B. der Aufschluß im Hohlweg nord-

östlich Kirschhausen (Bl. 6318 Lindenfels, r: 347795, h: 550145) zeigt. Der Zusammenhalt der Mineralkomponenten ist jedoch meist so gering, daß das Gestein unter dem Hammer zerfällt und mit Hacke und Schaufel oder mit dem Bagger leicht abgebaut werden kann. Mit der Auflockerung des Korngefüges ist meist eine — hauptsächlich durch Eisenoxydhydrat hervorgerufene — Verfärbung verbunden. Der Grus ist weißgrau, hellgelbgrau, rostgelbgrau, goldgelb, graubraun, schokoladebraun, rotbraun, gelegentlich sogar schwarz gefärbt. Auf den Klüften kommen rote, rotbraune, violette und schwarze Bestege vor.

Die Vergrusung geht von den Ablösungsklüften aus, die die magmatischen Tiefengesteine in vorwiegend parallel-epipedische Blöcke teilen. Naturgemäß verwittern die Kanten und besonders die Ecken am intensivsten. Sie werden abgerundet, so daß kugelige oder ellipsoidische Blöcke, sogenannte „Wollsäcke“ entstehen, die von konzentrischen Schalen von Grus umgeben werden. Beim Fortschreiten der Verwitterung zerfallen schließlich auch diese Blöcke zu Grus. Die ursprünglichen Kerne sind im Grus dann nur noch an den konzentrischen Streifen verschiedener Färbung und Farbintensität zu erkennen. Die festen Kernstücke — im Odenwald volkstümlich als „Findlinge“ bezeichnet — bilden auf der Erdoberfläche Felsfreistellungen, Blockgruppen, -felder, -streuungen und -meere.

### 3. Regionale Verbreitung des Gruses und Zusammenhänge mit Gesteinsart und Tektonik

Bei Geländebegehungen im Zusammenhang mit hydrogeologischen Untersuchungen wurden vom Verfasser Gebiete mit flächenhaft verbreiteten, tiefgründig vergrusteten Gesteinen ausgeschieden (Abb. 1). Es handelt sich im wesentlichen um die Tiefzonen des Odenwaldes, die intramontanen Senken der Gersprenz und der Weschnitz, außerdem um die Kirschhausener Senke. In diesen Gebieten sind die Gesteine tiefgründig vergrust: Die Grusmächtigkeit überschreitet stellenweise 30 m, z. B. bei Birkenau (SEMMELE 1961, S. 455), und in den Bohrungen im Kröckelbacher Tal bei Fürth. Grusmächtigkeiten von 10 bis 15 m sind häufig zu beobachten, z. B. in der Grusgrube Kohl nordnordöstlich Birkenau (Bl. 6418 Weinheim, r: 347913, h: 549299), im Steinbruch westlich des Hasselhofes, nördlich Birkenau (r: 347834, h: 549261), bei Klein-Breitenbach (Bl. 6318 Lindenfels, r: 348020, h: 549697) und nordwestlich des Gumpener Kreuzes an der Straße nach Winterkasten (r: 348548, h: 550582).

Frisches Gestein, ja sogar nur Kernblöcke, sind in den intramontanen Senken in natürlichen Aufschlüssen nur selten anzutreffen. Als Beispiel wird der Steilhang an der Weschnitz-Mühle, nordöstlich Mörtenbach (Bl. 6318 Lindenfels, r: 348194, h: 549698) genannt.

In Schürfen, Steinbrüchen, Straßen- und Bahneinschnitten, treten unter einer unterschiedlich mächtigen Grusdecke schließlich auch Kernblöcke zutage. Die Blöcke nehmen mengenmäßig nach unten hin zu. Zutiefst steht überwiegend frisches Gestein an, und die Vergrusung ist auf die Umgebung der Klüfte beschränkt. Auch in Bohrungen wird in wechselnder Tiefe (im Kröckelbacher Tal in 31,5 m und 38,0 m Tiefe, in einer Bohrung bei Rimbach in 9,30 m Tiefe) festes Gestein angetroffen. Die natürlichen und künstlichen Aufschlüsse sind auf der Karte (Abb. 1) eingetragen.

In den Aufschlüssen im Weschnitzdurchbruch bei Brombach (Bl. 63 18 Lindenfels, r: 348661, h: 550337; r: 348667, h: 550341; r: 348681, h: 550352) und an der Straße südlich Rimbach (r: 348222, h: 549757) stehen mylonitisierte, tektonisch stark zerbrochene Gesteine an, die meist auffallend frisch, höchstens in den oberen

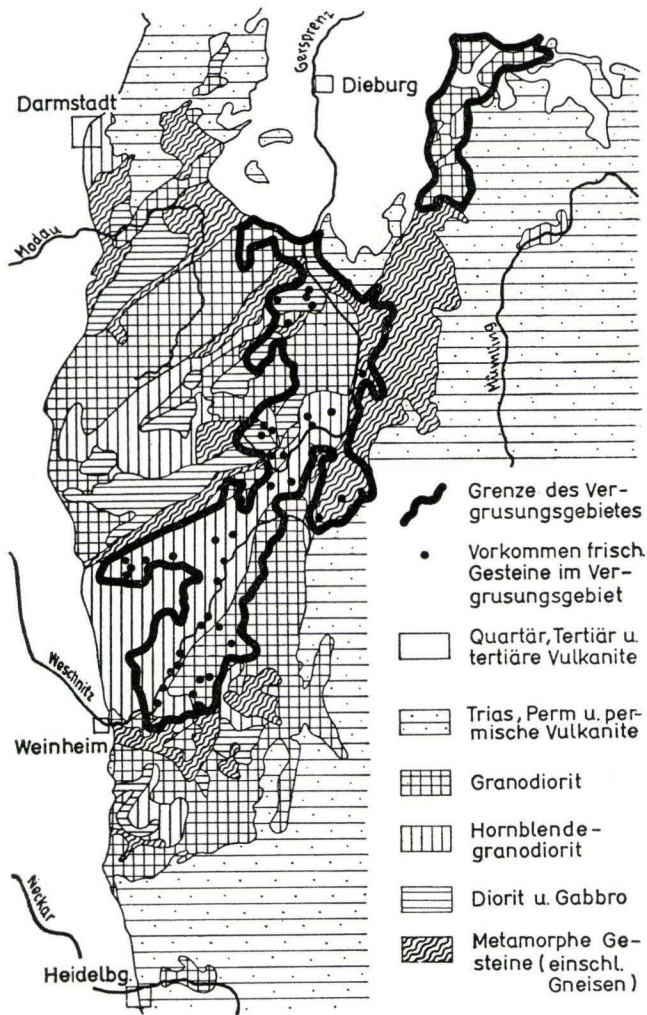


Abb. 1. Gebiete mit flächenhaft verbreiteten, tiefgründig vergrusteten Gesteinen.

Teilen der Aufschlüsse verwittert sind. Dies ist wahrscheinlich auf Mineralneubildungen und Kieselsäureausscheidungen durch in den Mylonitisierungszonen aufsteigende Wässer zurückzuführen.

Auch in den Hochgebieten, den außerhalb der Senken gelegenen Teilen des Bergsträßer Odenwaldes, sind größere Vergrusungsgebiete festzustellen. Hier finden sich die vergrusteten Gesteine allerdings nur auf den morphologisch flacheren Gebietsteilen,

während auf den Kuppen und steilen Talflanken frisches Gestein ansteht. In diesen Hochgebieten treten viele Findlingsblöcke auf, die teilweise bereits von der Abtragung freigelegt wurden, teilweise aber noch in Grus stecken. Die im Grus „schwimmenden“ Blöcke, wie sie von KLEMM (1918, Taf. I, Fig. 1) abgebildet wurden, sind typisch für diese Gebiete. Infolge der geringen Mächtigkeit der Bodenkrume eignen sich diese Gebiete weniger zum Ackerbau und werden meist von Wald eingenommen. Die tiefgründig vergrusteten Böden, besonders in den Senkengebieten, sind hingegen meistens landwirtschaftlich genutzt. Es lag daher nahe, bei der Grenzziehung auf Abb. 1 neben den Aufschlüssen und den morphologischen Merkmalen auch die Verteilung von Feld und Wald als Hilfsmittel zu berücksichtigen.

In den Hochgebieten sind die Gesteine im allgemeinen nicht so tief wie in den Senken vergrust. Stellenweise werden größere Mächtigkeiten beobachtet: Rund 15 m im Steinbruch nördlich des Steinbruches der Firma Kreuzer & Böhringer bei Lindenfels (CHELIUS 1905, S. 38) und in den Steinbrüchen am Falkenhof im Lautertal östlich Bensheim (Bl. 6317 Bensheim, r: 347397, h: 550566 und r: 347409, h: 550558), stellenweise 10 bis 12 m im Steinbruch östlich Waschenbach am Hain-Berg (Bl. 6118 Darmstadt-Ost, r: 347947, h: 551855), etwa 10 m in der Grusgrube der Firma Mitteldorf, östlich Hochstädten (Bl. 6217 Zwingenberg, r: 347549, h: 550882) — hier wechseln feste, wenig vergrustete Partien mit tiefgründig vergrusteten Partien ab —, bis 9 m in einem Steinbruch am östlichen Ende von Hochstädten (r: 347467, h: 550828), mindestens 8 m im vorderen Teil des aufgelassenen Steinbruches des „Marmorit“-Werkes südlich Hochstädten (r: 347489, h: 550796), bis zu 7 m auf der Juhöhe bei Wald-Erlenbach (SEMMELE 1961, S. 455). Metertiefen Grus mit einzelnen Blöcken findet man in einem durch den Straßenbau geschaffenen Aufschluß bei Glattbach (SEMMELE 1961, S. 456). Wenig frisches Material ist auch im Steinbruch am Katarinenberg bei Alsbach (r: 347363, h: 551166) aufgeschlossen, wo selbst die Kernblöcke meist zersetzt sind. Bekannt sind die Grusgruben an der Ludwigshöhe bei Darmstadt (Bl. 6117 Darmstadt-West).

In den Gruben nördlich der Zeh-Mühle bei Nieder-Beerbach (Bl. 6118 Darmstadt-Ost, r: 347778, h: 551950 und r: 347762, h: 551940) sind die Gesteine mindestens 8 bis 10 m tief vergrust, teilweise auch weitgehend tonig zerfallen. Dieselbe Erscheinung ist in der Ziegeleigrube in Wembach (r: 348453, h: 551902) zu beobachten.

In einer im Jahre 1963 niedergebrachten Bohrung am Sportplatz bei Brandau (Bl. 6218 Neunkirchen, r: ca. 348142, h: ca. 551060) wurde unter 4,30 m Quartär bis zur Endteufe von 25,50 m vergruster Diorit angetroffen.

Vielfach bestehen Zusammenhänge zwischen der Intensität der Vergrusung und der tektonischen Beanspruchung. Die Grusbildung greift in den Störungszonen oft viele Meter (bis Zehner von Metern) in den Untergrund ein, z. B. im Steinbruch der Gabbro-Steinbruch G.m.b.H., vormals Dr. Ing. RATHJENS, bei Nieder-Beerbach, wo die Zersetzung deutlich an Verwerfungen gebunden ist. Diese Erscheinung ist verständlich, da die tektonische Beanspruchung das Gefüge des Gesteins lockert und den Tiefgang der Verwitterung dadurch erhöht. Immerhin sind auch Ausnahmefälle zu verzeichnen, so dringt z. B. die Zersetzung an der West- und Südwand des Steinbruches am Wingertsberg bei Nieder-Ramstadt anscheinend regellos sackförmig vor (bis ca. 9 m tief) ohne daß hier eine Abhängigkeit von bestimmten tektonischer

Richtungen deutlich zu erkennen wäre. Tektonische Vorgänge wirken sich aber auch indirekt auf die festgestellte Verbreitung und Verteilung der Grusmassen aus, dadurch, daß sie Höhenunterschiede erzeugen und damit die Abtragung beeinflussen.

Da auf flachen Hängen und Verebnungen oft eine tiefgründige Grusbildung festzustellen ist (SCHMITTHENNER 1913; FLIEDNER 1957, S. 85; HEMPEL 1958), in den morphologisch stark gegliederten Gebieten, besonders den Hochgebieten, nur eine sehr lückenhafte Grusdecke vorhanden ist, kann man vermuten, daß hier infolge der größeren Reliefenergie eine ursprünglich vorhandene Grusdecke weitgehend abgetragen wurde oder infolge ständiger Abtragung während der Grusbildung nicht entstehen konnte. Die Abtragungsprodukte wurden in die Täler verschwemmt und finden sich heute in den Lockersedimenten besonders der Rheinebene (Schuttkegelsande!) und der Hanau-Seligenstädter Senke. Es ist aber damit zu rechnen, daß auch im Odenwald örtlich mächtigere Vorkommen von umgelagertem Grus vorhanden sind.

Eine Bruchtektonik ist im kristallinen Odenwald beim Fehlen von jüngeren Sedimentgesteinen (soweit sie als Bezugshorizonte in Frage kommen) nur ausnahmsweise nachzuweisen. In Anbetracht des in tektonische Schollen zerlegten östlich anschließenden Buntsandsteingebietes muß aus Analogiegründen angenommen werden, daß auch der kristalline Odenwald von einer Bruchtektonik — wahrscheinlich im Tertiär und Quartär — betroffen wurde, die zur Herausbildung seines Reliefs beitrug. Diese Auffassung vertreten auch KLEMM (1908), STRIGEL (1912, 1949), CREDNER (1922) und FLIEDNER (1957, S. 107). HAUCK (1910) hingegen hält das Großrelief für prämesozoisch. Nach seiner Auffassung war es bereits unter dem Deckgebirge vorhanden. WALGER (1924) vermutet, daß die Kirschhausener Senke — von ihm als Heppenheim-Kirschhäuser Senke bezeichnet — vor dem Jungtertiär entstanden ist, da er keine jungtertiären Großstörungen in diesem Gebiet nachweisen konnte.

Hinweise auf junge tektonische Bewegungen liefert auch das Modau-Gebiet. Hier findet sich eine zusammenhängende Grusdecke nur auf einigen Verebnungsflächen (bei Beedenkirchen-Brandau, bei Ernstshofen-Nieder-Modau, bei Rohrbach). Es ist zu vermuten, daß diese Flächen tektonische Schollen darstellen. An den Schollenrändern, an denen die jungen tektonischen Bewegungen erfolgten, fand infolge der dadurch hervorgerufenen Niveauunterschiede eine scharfe Erosion statt, die zur Abtragung des verhältnismäßig weichen, lockeren und leicht auswaschbaren Gruses an den Schollenrändern führte.

Die weitgehend nord-südliche Erstreckung der Zone mit tiefgründig vergrusten Gesteinen im Odenwald schließt sich an die Hanau-Seligenstädter Senke an. Sie kann als südliche Fortsetzung dieses Senkungsgebietes aufgefaßt werden. Nach einer freundlichen mündlichen Mitteilung von Herrn Regierungsdirektor Dr. NÖRING ist die Absenkung dieser Grabenzone seit dem Unteren Miozän nachzuweisen.

Da die Vergrusung in erster Linie eine Auflockerung des Korngefüges ist, sind für die Neigung der Gesteine zum Zerfall insbesondere ihre Gefügeeigenschaften wichtig. Die Auflockerung des Korngefüges wird durch die primäre Absonderung und durch die tektonisch hervorgerufene Zerklüftung erleichtert. Auch die mineralogisch-chemische Zusammensetzung der Gesteine beeinflusst den Vergrusungsvorgang, da diejenigen Gesteine den stärksten Zerfall aufweisen werden, deren Paragenese bei den an der Oberfläche herrschenden *pt*-Bedingungen am instabilsten ist. Daher ist das

Ausmaß und die Art der grusigen Verwitterung im Odenwald nicht einheitlich. Besonders anfällig ist anscheinend der mittelkörnige, zum Teil porphyrische Hornblendegranodiorit, wie er im Weschnitztal und bei Darmstadt ansteht.

Feldspatreiche Schlieren innerhalb der Gesteine und die Aplite, vor allem die feinkörnigen Aplite, aber auch Pegmatite, sind dagegen sehr widerstandsfähig. Die Aplite und Pegmatite durchziehen in vielen Aufschlüssen die völlig vergrusten Nebengesteine — ein sehr schönes Beispiel ist die Grusgrube Kohl nordnordöstlich Birkenau (Bl. 6418 Weinheim, r: 347913, h: 549299) — und finden sich meist auch als einzige Lesesteine auf den Feldern. Die feldspatreichen Schlieren bilden an den Kernblöcken anderer Gesteine oft Wülste.

Die Lamprophyre des Odenwaldes (Malchite, Kersantite, Minetten), dichte oder feinkörnige schwarze Gesteine, sind meist stark vergrust.

Die Gneise im Hochgebiet des Böllsteiner Odenwaldes sind gegenüber den Tiefengesteinen des Bergsträßer Odenwaldes bemerkenswert schwach vergrust. Zum Beispiel beträgt die Grusmächtigkeit in dem kleinen, heute verfüllten Steinbruch am Abzweig Gumpersberg östlich der Straße Hummetroth–Ober-Kinzig (Bl. 6219 Brensbach, r: 349573, h: 551538) nur 0,40 m, darunter folgt ca. 2 m mehr oder weniger vergruster Gneis, der nach unten zunehmend fester wird. Diese Erscheinung ist wahrscheinlich auf die strukturellen Eigentümlichkeiten der Gneise zurückzuführen.

#### 4. Die Vergrusung als physikalisch-chemischer Vorgang

Die grusige Verwitterung ist überwiegend ein Gesteinszerfall durch Lockerung des Korngefüges, bei dem chemische Vorgänge mitwirken. Die flächenhaft auftretende, tiefgreifende Vergrusung muß auf exogene Ursachen zurückgeführt werden. Zersetzungerscheinungen; die auf die Einwirkung von Thermalwässern und Säuerlingen zurückgeführt werden können, sind linienhaft auf die Umgebung von Verwerfungsspalten beschränkt.

Exogene Ursachen der Gefügelockerung sind die Insulations- und Frostsprengung, die Salzsprengung und die Hydratationssprengung.

1. Die Insulations- und Frostsprengung kann nur in dem Untergrundbereich wirksam werden, in dem die täglichen oder jahreszeitlichen Temperaturänderungen der Erdoberfläche noch feststellbar sind.

Selbst stärkste tägliche Temperaturschwankungen an der Erdoberfläche bewirken in gewöhnlichen Böden in größeren Tiefen als 1 m, in festem Fels in größeren Tiefen als 1,5 bis 2 m nur Temperaturvariationen unter  $0,01^{\circ}\text{C}$ . Die neutrale Zone, in der die Temperaturvariationen unter  $0,01^{\circ}\text{C}$  liegen, verläuft bei den jährlichen Temperaturschwankungen der Erdoberfläche in Lockergesteinen in 15 bis 17 m Tiefe und im Granit in 34 bis 39 m Tiefe (SCHOELLER 1962, S. 231–232).

2. Salzsprengung<sup>2)</sup> tritt als Folge der Auskristallisation von Salzen in wechselfeuchten und trockenen Klimaten auf (WALTHER 1924, S. 164; vgl. auch CORRENS 1949, S. 207/208). Dieser Vorgang wurde neuerdings auch von PEDRO (1957) unter-

<sup>2)</sup> Die Bezeichnung „Salzsprengung“ wird hier ausschließlich für die Verwitterungsercheinungen benutzt, die durch die Auskristallisation von Salzen hervorgerufen werden.

sucht. Er wies insbesondere die Sprengwirkung von kristallwasserfrei kristallisierenden Salzen ( $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ), bei mehrfachem Abwechseln von Austrocknen und Anfeuchten experimentell nach.

3. Hydratationssprengung als Folge der Volumenvergrößerung durch Kristallwasseraufnahme von Salzen.

Diese verursacht Volumenänderungen bis über 300% des Volumens des entwässerten Salzes (vgl. MORTENSEN 1933, S. 131). (Der Übergang von Thenardit ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) in Glaubersalz ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ) ist mit einer Volumenänderung von 308% verknüpft.) Auch die Bildung der Tonminerale als Verwitterungsneubildung ist mit dem Einbau von Wasser verbunden. Die Hydratationssprengung wird von WILHELMY (1958, S. 52/53) in Anlehnung an MERRILL (1895, 1896, 1904), DANA (1896, S. 127), GOLDICH (1938), REICHE (1950) und CHEBATAROFF (1953) als Hauptursache der Grusbildung herausgestellt.

Die chemischen Veränderungen zeigen sich im Dünnschliff als Umwandlungen der einzelnen Gesteinskomponenten in neue Minerale. Zuerst werden die als instabil bekannten basischen Komponenten der Gesteine angegriffen. Unter den leukokraten Mineralen werden die Plagioklase mit zunehmender Basizität anfälliger. Sie sind meist trübe, was auf eine Zersetzung und auf die Neubildung von Tonmineralen zurückzuführen ist. Manchenorts lassen sie sich mit der Hand zu einem weißen Mehl zerreiben.

Die Orthoklase sind gegen die chemische Zersetzung widerstandsfähiger. Makroskopisch zeigen sie gegebenenfalls eine Entfärbung oder eine geringfügige Trübung infolge der einsetzenden Kaolinitbildung, wie unter dem Mikroskop festgestellt werden kann. Die verhältnismäßig widerstandsfähigen Einsprenglinge von Orthoklas können manchenorts aus dem Grus gelesen werden (z. B. bei Steinklingen, Bl. 6418 Weinheim, am Weg von Fürth nach Hammelbach nördlich von Steinbach, Bl. 6318 Lindenfels u. a. O.).

Die Quarze werden im Laufe der Vergrusung chemisch nicht angegriffen.

Unter den melanokraten Mineralen und den Schwermineralen werden die Hornblenden bei der Verwitterung zuerst angegriffen, ausgebleicht, in chloritartige Produkte umgewandelt und unter Umständen mechanisch entfernt.

Die Zersetzung der Biotite zeigt sich zunächst an roten, rötlichen und braunschwarzen Eisenausscheidungen und Bleichungserscheinungen (Baueritisierung), sie zerfasern schließlich mehr und mehr.

Die von SEMMEL (1961) an Proben aus einem Grusprofil in der Grube Mölter bei Birkenau (Bl. 6418 Weinheim, r: ca. 347922, h: 549182) festgestellte Abnahme der verwitterungsanfälligen Schwerminerale, insbesondere Hornblende, Apatit, Epidot und Titanit (nach zunehmender Stabilität geordnet) und die relative Anreicherung der Zirkone von unten nach oben hin stehen in Übereinstimmung mit anderen Untersuchungen (WEYL 1950; WIESENER 1953). Die anfänglich zunächst nur auf den Klüften und Bruchflächen erfolgenden Eisenausscheidungen überziehen im Laufe des weitergehenden Gesteinszerfalles alle Körner mit einer roten oder braunen Eisenhydroxydhaut (BLANCK 1932).

Die oben genannten chemischen Veränderungen spielen sich anscheinend vorwiegend im cm-Bereich ab. Eine weiterführende Migration herausgelöster Elemente

findet kaum oder nur in geringem Umfange statt, da sie in der chemischen Bauschanalyse nicht eindeutig erfaßt werden kann. Die Analysen des Gruses weisen allenfalls Defizite in den Gehalten an Natrium, Kalzium, gelegentlich an Magnesium, Kalium und Eisen gegenüber dem Chemismus des Ausgangsgesteins auf (DITTRICH 1903, 1907; BLANCK & PETERSEN 1924; BLANCK 1932), die jedoch im ganzen kaum ins Gewicht fallen. Zu dem gleichen Ergebnis kam auch PILLER (1951, 1954) auf Grund seiner mikroskopischen und röntgenographischen Untersuchungen. Es darf jedoch nicht übersehen werden, daß bei der Ausdeutung von chemischen Bauschanalysen bei der Untersuchung von Verwitterungsvorgängen erhebliche Schwierigkeiten und Unsicherheiten herrschen, wie sie GROSSER (1938) zusammenfassend darlegt. Hinzu kommt, daß die Veränderungen des Pauschalchemismus für den Zustand des Verwitterungsproduktes und für den Verwitterungsvorgang wenig kennzeichnend sind (NOLL 1936, S. 211). Bei ein und derselben pauschalen Stoffverschiebung können ganz verschiedenartige Mineralumwandlungen im Gestein vor sich gegangen sein. Daher warnen GSCHWIND & NIGGLI (1931, S. 96) vor zu weitgehenden Schlußfolgerungen, wenn diese sich allein auf den Vergleich von Bauschanalysen stützen. Zur Erforschung der tatsächlichen chemischen Vorgänge ist die Untersuchung der einzelnen Gesteinsgemengteile im Laufe der Verwitterung erforderlich, wobei mikroskopische und röntgenographische Beobachtungen mit chemischen Analysen kombiniert werden sollten.

### 5. Der Einfluß des Klimas auf die Vergrusung

Nach WILHELMY (1958), der die Klimamorphologie der Massengesteine zusammenfassend beschrieb, führt ein warm-wechselfeuchtes Klima mit überwiegender Trockenzeit — hierzu zählt auch das Etesienklima des Mittelmeeres — durch den häufigen Wechsel zwischen Befeuchtung und Austrocknung zu einer intensiven Grusbildung. Während die chemischen Umsetzungen in diesen Klimabereichen nur kleinste Ausmaße annehmen, ist in den feuchtheißen Tropen mit der tiefgründigen Grusbildung zum Teil eine starke Kaolinisierung — Bildung von Rotlehm und Gelblehm — verbunden. Die Grusbildung in temperiert-humiden Gebieten gleicht der in warmen Klimaten prinzipiell, ist graduell jedoch wesentlich schwächer.

Auch in praktisch ganzjährig ariden Gebieten werden tiefgründig vergrustete Gesteine beobachtet (WILHELMY 1958, S. 180/181). Möglicherweise ist dort der grusige Zerfall in früheren niederschlagsreicheren Perioden erfolgt.

Die verhältnismäßig geringen chemischen Veränderungen an den vergrusteten Gesteinen des Odenwaldes lassen während der Grusbildung ein warm-wechselfeuchtes Klima mit überwiegender Trockenzeit vermuten.

### 6. Die Altersfrage der Vergrusung

Eine tiefgründige, flächenhaft verbreitete Grusdecke konnte nur in den Zeiten entstehen, in denen das kristalline Grundgebirge des Odenwaldes zutage lag, d. h. vor der Überdeckung der permischen Grundgebirgsoberfläche — STRIGEL (1912, 1914) nennt sie auch permische Abtragungsfäche oder Rumpffläche — durch das



jungpaläozoische und mesozoische Deckgebirge und nach der Abtragung dieses Deckgebirges.

Die Überdeckung der permischen Grundgebirgsoberfläche, einer sanften Hügellandschaft, erfolgte nicht überall gleichzeitig. Zunächst wurden die Zersetzungs- und Abtragungsprodukte in den Niederungen, besonders im Saar-Selke-Trog, abgelagert: Arkosen, Sandsteine, Konglomerate und Tonsteine, wie sie für das Rotliegende typisch sind. Auch im Buntsandstein kommen Arkosen und feldspatführende Sandsteine vor (vgl. BLANCK 1910, S. 428; 1911, S. 2–4; HOPPE 1928). Die Überdeckung durch das Rotliegende beginnt auf dem Sprendlinger Horst mit den Tholeyer Schichten<sup>3)</sup>, im südlichen Odenwald mit mittelrotliegenden Eruptivgesteinen und oberrotliegenden Sedimenten. Im unteren Zechstein drang das Meer von Norden her ein. Infolge der Höhenunterschiede konnte es nur die tiefer gelegenen Gebiete überdecken, die höhergelegenen Gebietsteile bildeten die Inseln eines Archipels. Die Inseln blieben von der Zechsteinsedimentation frei (MEYER 1913, 1915). Hier konnte die Verwitterung ununterbrochen weitergehen. Nach KLEMM (Erl. geol. Ktn. 1: 25000 Bl. Erbach u. Michelstadt, S. 3) und BACKHAUS (1961) erfolgte nach der Ablagerung des Zechsteindolomits ein Meeresrückzug, und bis zur Ablagerung der Perisalinarfazies des dritten Sedimentationszyklus (Obere bunte Letten) eine Verkarstung bzw. eine Abtragung der Dolomite. In dieser Zeitspanne konnte die Verwitterung auch auf den wieder freigelegten Flächen weitergehen.

Die völlige Bedeckung der permischen Grundgebirgsoberfläche erfolgte erst im Unteren Buntsandstein, dessen Schichten die Höhenunterschiede ausglich. An den morphologisch hochgelegenen Stellen des alten Reliefs liegt der Buntsandstein direkt dem Grundgebirge auf. Hier kann mit einer Verwitterung der Oberfläche bis zum Buntsandstein gerechnet werden, selbst wenn manchenorts ehemals abgelagerte Zechsteinschichten nach Abschluß des Perm wieder entfernt worden sein mögen.

Die Verwitterungsprodukte aus der Abtragsperiode des variszischen Gebirges (Oberkarbon–Perm) sind an die permische Grundgebirgsoberfläche, zum Teil auch an die Auflagerungsfläche des Buntsandstein gebunden<sup>4)</sup>. Wo diese fossile Landoberfläche von der jüngeren Abtragung erreicht und freigelegt wurde, fiel der alte Gesteinsgrus der Abtragung zum Opfer. Nur örtlich ist die permische Grundgebirgsoberfläche zu beobachten, besonders am Rande des Deckgebirges und in den tief eingeschnittenen Tälern des Buntsandstein-Odenwaldes (am Neckar zwischen Heidelberg und Ziegelhausen, am Steinbach nordwestlich Ziegelhausen, am Oberlauf des Kanzelbaches östlich Schriesheim, am Wilhelmsfelderbach bei Wilhelmsfeld, am Eiterbach zwischen Siedelsbrunn und Eiterbach, am Ulfenbach bei Heddesbach und zwischen Affolterbach und Ober-Schönmattenweg und an der Mümling bei Neustadt und Sandbach). STRIGEL (1914) vermutet darüber hinaus örtliche Reste der permischen oberflächlichen Zersetzung in den höchsten Teilen des Gebirges. Auch CREDNER (1922) nimmt auf der Juhöhenscholle noch Reste der permischen Rumpffläche an.

<sup>3)</sup> Hinsichtlich der Problematik dieser Einstufung vgl. NÖRING 1955.

<sup>4)</sup> Eine tiefgründige Zersetzung des Kristallins unter dem Deckgebirge beschreiben auch KLIPSTEIN (1830, S. 70/71) und WEIDMANN (1929, S. 12–14, Abb. 6) aus dem Spessart.

Im einzelnen können folgende Aufschlüsse genannt werden:

1. Im Stollen A der de Wendelschen Manganerzgrube „Zur Aussicht“ bei Waldmichelbach waren an die permische Grundgebirgsoberfläche gebundene Verwitterungserscheinungen aufgeschlossen. Nach STRIGEL (1912, S. 157) sind diese teilweise permischen Alters, teilweise hält er Verwitterungseinwirkungen von der nahen heutigen Erdoberfläche her für möglich.
2. Die grusige Verwitterung des Granodiorits im Manganerzstollen des Mausbachtales bei Heidelberg — von SEEBACH 1909 beschrieben — wurde von SALOMON (1909 b, S. 33) auf Grund der Verbindung mit der permischen Grundgebirgsoberfläche in das Perm gestellt.
3. Am Granodiorit-Steinbruch beim Bahnhof Messel wird zersetzter Granodiorit von rotliegenden Tonsteinen überlagert.
4. Die oberrotliegenden Arkosen überlagern im Schloßgraben am Heidelberger Schloß einen meist stark und tief zersetzten, oft völlig zerfallenen Granodiorit. ANDREAE, OSANN & THÜRACH (Erl. geol. Kte. 1: 25000 Bl. Heidelberg) und BENECKE & COHEN (1881, S. 43, 195) deuten allerdings diese Vergrusung als nachträgliche Erscheinung, da die Nähe der heutigen Erdoberfläche oder wasserführende Klüfte die Umwandlung in jüngerer Zeit bewirkt haben könnten.
5. Im Kanalisationsgraben der neuen Siedlung im Gemeindebezirk Neustadt war im Winter 1963/64 ca. 500 m südöstlich des Bahnhofs Neustadt (Bl. 6120 Obernburg) vergruster Granodiorit aufgeschlossen, der von Tonsteinen des Unteren Buntsandstein (Bröckelschiefer) überlagert wurde. Wenige Meter westlich stießen dann Grundgebirgsklippen des alten Reliefs bis zur Erdoberfläche durch.
6. In den beiden Grusgruben westlich Radheim (Bl. 6120 Obernburg, r: 350086, h: 552796 und r: 350094, h: 552800), auf die mich Herr Regierungsgeologe Dr. SCHMITT hinwies, wird vergruster Granodiorit von Buntsandstein überlagert.
7. Am Südrand von Hainstadt (Bl. 6120 Obernburg, r: 350304, h: 552142) ist unweit des Buntsandsteinstufenrandes 10 bis 15 m mächtiger Grus aufgeschlossen. Schöne Aufschlüsse in unmittelbarer Nähe des Buntsandsteinstufenrandes bestehen auch bei Heubach und Sandbach (Bl. 6119 Groß-Umstadt und 6120 Obernburg).

Es bleibt noch zu prüfen, ob in der damaligen Zeit die klimatischen Voraussetzungen für eine tiefgründige Vergrusung gegeben waren. Hierfür können die Kenntnisse über das damalige Klima und über die damals entstandenen Verwitterungsprodukte herangezogen werden.

1. Das Klima des Karbons war nach SCHWARZBACH (1961, S. 116–121) durch hohe Niederschläge (mit dem Höhepunkt im Oberkarbon, dem Beginn der Abtragung des variszischen Gebirges) und tropische bis subtropische Temperaturen gekennzeichnet. Gewisse Anzeichen lassen ein wechselfeuchtes Klima und einen jahreszeitlichen Klimawechsel vermuten (vgl. auch RÜGER 1928, S. 80/81). Mit dem Stephan begann in Mitteleuropa eine zunehmende Aridität. Im Rotliegenden wechselten zunächst feuchtere und trockenere Klimaverhältnisse mehrmals ab, ehe im oberen Rotliegenden extreme Trockenheit zur Herrschaft gelangte, die im

Zechstein zur Bildung der Salzlagerstätten führte. Damit waren, zumindest im Oberkarbon und im Rotliegenden, durchaus die klimatischen Verhältnisse für eine tiefgründige Verwitterung gegeben.

2. Dies geht auch aus den Verwitterungsprodukten hervor:

Die Arkosen des Rotliegenden des Odenwaldes, des Sprendlinger Horstes und des Spessarts sind umgelagerter Grus. Sie bestehen aus mehr oder weniger großen, scharfkantigen Bruchstücken der Gesteinsgemengteile ohne makroskopisch hervortretendes Bindemittel, als welches feingeriebener Detritus wirkt (vgl. BENECKE & COHEN 1881, S. 218—219; RÜGER 1928, S. 73; WAGNER 1841, S. 283 und WEIDMANN 1929, S. 5). So sind auch die Schwierigkeiten der Arbeiter zu erklären, in den Bohrungen des odenwälder Manganerzbergbaus Rotliegenden und in situ vergruste Granodiorite zu unterscheiden. Diese Schwierigkeiten treten besonders dort auf, wo die untersten Lagen des Rotliegenden aus Arkosen bestehen, wie z. B. an der Heidelberger Schloßterrasse und im Schloßgraben am Torturm. Hier ist die Grenze nur am ersten Auftreten deutlicher Schichtung zu erkennen.

Einen Hinweis auf eine alte Verwitterung geben schließlich möglicherweise die von FREUDENBERG (1907, S. 335) beschriebenen Einschlüsse von „Granit“ im Shonkinit des Katzenbuckels. Dieses mit dem Magma aus der Tiefe geförderte Material enthielt unfrische Orthoklase in einer Quarz-Feldspat-Grundmasse. Durch die Einwirkung der Shonkinitschmelze waren Feldspäte neu gebildet worden, die sich durch ihren Glasglanz von den alten getrübten Granitorthoklasen unterschieden. Möglicherweise sind die Zersetzungserscheinungen aber auch auf die mit dem Aufstieg der vulkanischen Schmelzen verknüpften Exhalationen zurückzuführen.

Eine tertiär-pleistozäne Grusbildung konnte erst nach der Abtragung des jungpaläozoisch-mesozoischen Deckgebirges einsetzen. Die Freilegung des Grundgebirges erfolgte im Odenwald im großen und ganzen von Nordwesten nach Südosten wie aus den folgenden Beobachtungen hervorgeht:

1. Bei Messel ist das Kristallin im Mitteleozän teilweise freigelegt: Die Messeler Schichten liegen auf dem kristallinen Grundgebirge und auf dem Rotliegenden auf (WAGNER 1953, S. 184).
2. Die tektonischen Bewegungen bei der Bildung des Rheintalgrabens im Oligozän trafen am Westrand des Odenwaldes noch Buntsandstein an, der in einzelnen Schollen bei Heppenheim und Weinheim am Rheintalgrabenrand erhalten geblieben ist.
3. Die mitteloligozänen Strandbildungen des Meeressandsteines an der Bergstraße bei Weinheim und Großsachsen bestehen aus Buntsandsteinmaterial [Erl. Bl. 64 18 Birkenau (Weinheim), S. 54].
4. Im Gebiet der Kirschhausener Senke war im Mitteloligozän das kristalline Grundgebirge zum Teil freigelegt: der Meeressandstein am Essigkamm bei Heppenheim besteht durchweg aus kaolinreichen Sandsteinen und Arkosen, also umgelagertem Grundgebirgszersatz (WALGER 1924, S. 248; HEIL 1960, S. 128).
5. Die vulkanischen Eruptionen in und nach dem Miozän trafen noch triadische Schichten außerhalb der heutigen Verbreitung an:

- 5.1 Der vulkanische Tuffschlot auf dem „Spitalfeld“ bei Niedernhausen (Bl. 6218 Neunkirchen) enthält Bruchstücke und Schollen verschiedener Größe von Gesteinen des Buntsandstein.
- 5.2 In einem Tuffschlot am Eingang zum Steinbruch der Firma Bitsch bei Erlenbach (Bl. 6318 Lindenfels) fanden sich Gesteine des Buntsandstein (freundliche mündliche Mitteilung der Herren Regierungsgeologen Dr. MEISL und Dr. SEMMEL).
- 5.3 Der Otzbergbasalt, in dessen unmittelbarer Umgebung nur Bröckelschiefer anstehen, enthält Einschlüsse von Tiger- und Konglomeratsandstein.
- 5.4 Der Basalt des Roßberges bei Roßdorf liegt auf Tonsteinen und Sandsteinen des Unteren Buntsandstein.
- 5.5 Mittlerer und Oberer Keuper, Lias und Unterer Dogger (Posidonien-schiefer–Opalinuston) wurden in den miozänen Schlotbrekzien des Katzenbuckels nachgewiesen (FREUDENBERG 1903, 1907; RÜGER 1928, S.185; FRENZEL 1960).
6. Die tektonische Absenkung der Reinheimer Bucht, vermutlich im Miozän, versenkte die Buntsandsteinschichten bei Groß-Umstadt, Ober- und Nieder-Klingen und bewahrte sie so vor der Abtragung.

Die tektonische Heraushebung der Buntsandsteintafel, die die Freilegung der kristallinen Gesteine in den obengenannten Buntsandsteintälern herbeiführte, ist pliozänen Alters – SALOMON (1919), CREDNER (1922) und ZIENERT (1957) stellen sie in das Jungpliozän bis Altleistozän. Die Tiefenerosion am Unterlauf des Neckars war an der Wende Pliozän/Pleistozän praktisch beendet (BECKSMANN 1958, 1960).

Aus dem vorhergehenden ist zu schließen, daß das Grundgebirge in größeren zusammenhängenden Flächen frühestens ab Miozän, in der Hauptsache wohl erst ab Pliozän freilag. Damit ist die zeitliche Obergrenze der Grusbildung gegeben. Die Untergrenze ist durch folgende Zeitmarken gekennzeichnet:

1. Blockbildungen als Begleiterscheinungen der Vergrusungen werden durch Löß überlagert (VOELCKER 1932).
2. Vergrustes Kristallin wird vielenorts von Löß überlagert, z. B. auf Blatt 6418 Weinheim in den Gruben Mölter (r: 347922, h: 549182) und Kohl (r: 347913, h: 549299) bei Birkenau und auf Blatt 6317 Bensheim in den Steinbrüchen am Falkenhof östlich Bensheim (r: 347397, h: 550566 und r: 347409, h: 550558).
3. Kristallingrus findet sich vorzugsweise neben Sandsteingeröllen in den Ablagerungen der pleistozänen Gersprenz (CHELIUS 1905, S. 51).
4. Nach der Ablagerung des altleistozänen T<sub>4</sub>-Terrassenkörpers im Weschnitztal fand – zumindest stellenweise – eine intensive Verwitterung statt (SEMMEL 1961, S.458–460). Hinweise auf eine periglaziale Grusbildung konnten von SEMMEL nicht gefunden werden, wenn er auch die Möglichkeit dazu nicht ausschließt.
5. Der altleistozäne T<sub>4</sub>-Terrassenkörper im Weschnitztal besteht zu 69% aus vergrustem Material (sämtliche granodioritischen und schiefrigen Gerölle sowie ein Teil der Aplite sind vergrust) (SEMMEL 1961, S. 451).
6. Auch im Liegenden des T<sub>3</sub>-Terrassenkörpers im Weschnitztal findet sich vergrufter Granodiorit. Im Terrassenkörper kommen auch vergruste Gerölle vor,

in der Lehmgrube Erhard & Hellmann nordwestlich Birkenau sind 8% vergrustes Material in der Terrasse enthalten (SEMMELE 1961, S. 448–450).

Es bleibt noch zu prüfen, ob im Zeitraum Pliozän-Altpleistozän die klimatischen Bedingungen für die Bildung von tiefgründigem Grus vorhanden waren. Das Klima Mitteleuropas ist im Tertiär nach SCHWARZBACH (1961, S. 145–154) durch ein Nachlassen der Temperaturen vom Alttertiär mit subtropischem Charakter bis zum Pliozän, das aber noch wärmer als die Jetztzeit war, gekennzeichnet. Während des Altpleistozän, das zeitlich zwei Drittel des gesamten Pleistozän ausmacht, kam es wohl zu zeitweisen Klimaverschlechterungen, im allgemeinen herrschte im Oberrheingebiet ein warmes Klima (BARTZ 1960; ADAM 1961). Erst im Mittelpleistozän traten echte Kaltzeiten auf. Große Abschnitte des Tertiär zeichneten sich durch hohe Niederschläge aus (örtliche Hinweise für Trockenheit sind die Kalisalze des Oberrheintales im Obereozän-Unteroligozän und das Steinsalz in Rheinhessen im Untermiozän). Hinweise für einen ausgeprägten jahreszeitlichen Klimawechsel, insbesondere der Niederschlagsmengen, wurden in Europa insbesondere aus dem Eozän und dem Oligozän bekannt.

Als Zeugen einer Verwitterung in heiß-feuchtem Klima sind die Reste fossiler Gelblehme auf der Juhöhe und die fossilen Rotlehme bei Pfaffen-Beerfurth und Crumbach bei Fürth anzusehen, die von BARGON (1961) beschrieben wurden. Ob derartige Lehme in den übrigen Gebieten überhaupt zur Ausbildung kamen und ob sie dort nur abgetragen wurden, so daß man im allgemeinen nur dem unteren Teil des Bodenprofils begegnet (vgl. SEMMELE 1961), ist Gegenstand reiner Vermutung. Sicher ist, daß nach der Freilegung des Grundgebirges im Jungtertiär und Altpleistozän klimatisch die Voraussetzung für eine tiefgründige Grusbildung gegeben war.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß im Odenwald die jüngere Periode der Vergrusung in das Jungtertiär und Altpleistozän eingestuft werden kann. Die jüngere Vergrusung dürfte in manchen Gebieten des Odenwaldes die prätriadische Verwitterung in die Tiefe fortgesetzt haben. In den Gebieten, wo der alte Grus infolge tektonischer Hebung völlig abgetragen war, stammt der heute vorliegende Grus ausschließlich aus der jüngeren Verwitterungsperiode.

## 7. Zusammenfassung

Die Vergrusung der magmatischen Tiefengesteine des Odenwaldes ist ein physikalisch-chemischer Verwitterungsvorgang, der zu einer Auflockerung des Korngütes unter scheinbarer Beibehaltung der ursprünglichen Gesteinsstruktur und -textur führt. Die verhältnismäßig geringen chemischen Veränderungen an den vergrusteten Gesteinen lassen während der Vergrusung ein warm-wechselfeuchtes Klima mit vorherrschender Trockenzeit vermuten. Im Odenwald können Zonen mit einer flächenhaft verbreiteten mächtigen Grusdecke ausgehalten werden. Sie fallen weitgehend mit den großen Senken, der Weschnitz-, der Gerspenez- und der Kirschhausener Senke zusammen. Die Grusdecke erreicht in diesen Gebieten rund 30 m Mächtigkeit.

In den außerhalb dieser Zonen gelegenen Gebieten — meist den Hochgebieten — sind stellenweise ebenfalls tiefgründige Vergrusungen zu beobachten, jedoch tritt auf Kuppen und Talflanken frisches Gesteinsmaterial zutage.

Der Verlauf der Zonen in der Weschnitz- und Gersprenz-Senke läßt Zusammenhänge mit dem tektonischen Senkungsgebiet der Hanau-Seligenstädter Senke vermuten.

Wenn auch in vielen Aufschlüssen das Fortschreiten der Vergrusung deutlich an die tektonischen Klüfte geknüpft ist, gibt es dennoch Beispiele, in denen kein Zusammenhang zwischen Vergrusung und Tektonik zu erkennen ist. Auch der Zusammenhang zwischen Gesteinsart und Vergrusung ist wenig ausgeprägt. Besonders anfällig scheint der Hornblendegranodiorit zu sein.

Die tiefgründige Vergrusung der Tiefengesteine des Odenwaldes erfolgte in einer älteren Periode während der Bildung der permischen Landoberfläche und in einer jüngeren Periode im Jungtertiär und Altpleistozän. Die Verwitterungsprodukte der älteren Periode finden sich umgelagert hauptsächlich als Arkosen, Sandsteine und Konglomerate des Rotliegenden und in situ gebunden an die alte Grundgebirgsoberfläche. Die Verwitterungsprodukte der jüngeren Periode sind an die jüngeren Landoberflächen geknüpft. Waren dort noch Reste aus der älteren Periode vorhanden, so ist es wahrscheinlich, daß die Vergrusung von dieser alten Verwitterungsschicht aus weiter in die Tiefe drang.

#### Schriftenverzeichnis

- ADAM, K. D.: Die Bedeutung der pleistozänen Säugetier-Faunen Mitteleuropas für die Geschichte des Eiszeitalters. — Stuttgarter Beitr. Naturk., Nr. 78, 34 S., 17 Abb., 6 Tab., Stuttgart 1961.
- BACKHAUS, E.: Das fossilführende Zechsteinvorkommen von Forstel-Hummetroth (Nord-odenwald) und Bemerkungen zur südwestdeutschen Zechsteingliederung. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 89, S. 187—202, 4 Abb., Wiesbaden 1961.
- BAKKER, J. P.: Some observations in connection with recent Dutch investigations about granite weathering and slope development in different climates and climate changes. — Z. f. Geomorph., Suppl. Bd., 1, S. 69—92, 9 Abb., 1 Tab., Berlin-Nikolassee (Bornträger) 1960.
- BARGON, E.: Die Böden des Odenwaldes. — Z. deutsch. geol. Ges., 112 (1960), 3, S. 589 bis 590, Hannover 1961.
- BARTZ, J.: Zur Gliederung des Pleistozäns im Oberrheingebiet. — Z. deutsch. geol. Ges., 111 (1959), 3, S. 652—661, 2 Abb., 1 Tab., Hannover 1960.
- BECKSMANN, E.: Neuere Erkenntnisse über den Raum der Mauerer Neckarschlinge. — Z. deutsch. geol. Ges., 110, S. 6—7, Hannover 1958.
- Probleme der jüngeren tektonisch-morphologischen Entwicklung Süddeutschlands. — Z. deutsch. geol. Ges., 111 (1959), 3, S. 753—754, Hannover 1960.
- BENECKE, E. W. & COHEN, E.: Geognostische Beschreibung der Umgegend von Heidelberg, 622 S., Straßburg (Trübner) 1881.
- BLANCK, E.: Ueber die petrographischen und Bodenverhältnisse der Buntsandsteinformation Deutschlands. — Jh. Ver. vaterländ. Naturk., 66, S. 408—506, Stuttgart 1910.
- : —. — 67, S. 1—77, Stuttgart 1911.
- Ueber Granitverwitterung vom Schenkenberg bei Lindenfels im Odenwald. — Chemie der Erde, 7, S. 553—565, 9 Tab., Jena 1932.
- BLANCK, E. & MELVILLE, R. unt. Mitarb. von BOCHT, B. u. NÖLKE, G.: Untersuchungen über die rezente und fossile Verwitterung der Gesteine innerhalb Deutschlands, zu-

- gleich ein Beitrag zur Kenntnis der alten Landoberflächenbildungen der deutschen Mittelgebirgsländer. I. — *Chemie der Erde*, **13**, S. 99—191, Jena 1941.
- & PETERSEN, H.: Über die Verwitterung des Granits am Wurmberge bei Braunlage im Harz, zugleich ein Beitrag zur Frage nach der Bedeutung des VAN BEMMELENSCHEN Verwitterungs-Silikates für die Kennzeichnung von Bodentypen und Verwitterungsart. — *J. Landwirtsch.*, **71**, S. 181—209, Berlin 1924.
- BOCHT, B.: Über rezente und fossile Granitverwitterung im Gebiet des Harzes. — In: BLANCK, E. & MELVILLE, R. unt. Mitarb. von BOCHT, B. u. NÖLKE, G.: Untersuchungen über die rezente und fossile Verwitterung der Gesteine innerhalb Deutschlands, zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der alten Landoberflächenbildungen der deutschen Mittelgebirgsländer. — *Chemie der Erde*, **13**, S. 101—134, Jena 1941.
- BUBNOFF, S. v.: Tektonik und Intrusionsmechanismus im kristallinen Odenwald. — *Abh. preuß. geol. L.-A.*, N. F., **89**, S. 19—38, 1 Taf., 2 Abb., Berlin 1922.
- Studien im südwestdeutschen Grundgebirge. II. Die tektonische Stellung des Böllsteiner Odenwaldes und des Vorspessarts. — *N. Jb. Miner. Geol. Paläont.*, **55**, B, S. 468—496, 8 Abb., Stuttgart 1926.
- BÜDEL, J.: Eiszeitliche und rezente Verwitterung und Abtragung im ehemals nicht versteinerten Teil Mitteleuropas. — *Peterm. Mitteil.*, Erg.-Bd. **50**, 229, 71 S., 12 Taf., Gotha 1937.
- CHATTERJEE, N. D.: Geologische Untersuchungen im Kristallin des Böllsteiner Odenwaldes. — *N. Jb. Geol. Paläont.*, *Abh.*, **111**, 2, S. 137—180, Stuttgart 1960.
- CHEBATAROFF, J.: Meteorización de las rocas. — *Revista geogr. Inst. Pan.-Americ. Geogr. e História*, XIII/XIV, Nr. 37—39, S. 1—42, Rio de Janeiro 1953.
- CHELIUS, C.: Geologischer Führer durch den Odenwald. — 1. Aufl., 80 S., 1 Kte. 1:250 000, Stuttgart 1905.
- CORRENS, C. W.: Einführung in die Mineralogie, 414 S., 405 Abb., 1 Taf., Berlin-Göttingen-Heidelberg (Springer) 1949.
- CREDNER, W.: Grundzüge einer vergleichenden Morphologie der kristallinen Gebiete von Spessart und Odenwald. — *Verh. naturhist.-med. Ver. Heidelberg*, N. F., **15**, S. 71—94, Heidelberg 1922.
- DANA, J. D.: *Manual of Geology*. — 4. Aufl., Philadelphia 1896.
- DEECKE, W.: Über Blockhalden und Felsenmeere in Baden. — *Ber. naturforsch. Ges. Freiburg i. Br.*, **34**, S. 1—19, 1934.
- DITTRICH, M.: Über die chemischen Beziehungen zwischen den Quellwässern und ihren Ursprungsgesteinen. — *Mitt. großh. bad. geol. L.-A.*, **4**, S. 197—207, Heidelberg 1903.
- Chemisch-geologische Untersuchungen über „Absorptionserscheinungen“ bei zersetzten Gesteinen II. — *Mitt. großh. bad. geol. L.-A.*, **5**, S. 1—23, Heidelberg 1907.
- ERDMANNSDÖRFFER, O. H.: Beiträge zur Petrographie des Odenwaldes. III. Über Flasergranite und Böllsteiner Gneis. — *Sitzber. Heidelberger Akad. Wiss., math. — naturwiss. Kl.*, S. 45—54, 4 Abb., Heidelberg 1949.
- FLIEDNER, D.: Geomorphologische Untersuchungen im nördlichen Odenwald. — *Forsch. deutsch. Landeskn.*, **92**, 115 S., 27 Abb., Remagen/Rh. 1957.
- FRENZEL, G.: Die neuerschlossene Schlotbrekzie am Katzenbuckel im Odenwald und ihre Randgesteine. — *N. Jb. Mineral.*, *Abh.*, **94**, (Festband RAMDOHR), S. 1333—1358, 3 Abb., 4 Taf., 2 Tab., Stuttgart 1960.
- FREUDENBERG, W.: Der Jura am Katzenbuckel. — *Ber. Vers. oberrhein. geol. Ver.*, S. 28—30, Stuttgart 1903.
- Geologie und Petrographie des Katzenbuckels im Odenwald. — *Mitteil. großh. bad. geol. L.-A.*, **5**, S. 183—344, 6 Taf., Heidelberg 1907.
- GOLDICH, S. S.: A study of rock weathering. — *Journ. Geol.*, **46**, 1, S. 17—58, 10 Abb., 18 Tab., Chicago 1938.
- GROSSER, G.: Die Veränderungen im Chemismus der Eruptivgesteine durch die Verwitterung. — *Chemie der Erde*, **11**, S. 73—216, 56 Abb., 1 Deckblatt, Jena 1938.
- GSCHWIND, M. & NIGGLI, P.: Untersuchungen über die Gesteinsverwitterung in der Schweiz. — *Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Ser.*, **17**, 132 S., 43 Abb., 5 Taf., Zürich 1931.

- HAUCK, F.: Morphologie des kristallinen Odenwaldes. — Verh. naturhist.-med. Ver. Heidelberg, N. F., 10, S. 233—333, 1 Abb., 1 Taf., Heidelberg 1910.
- HEIL, R.: Die Vorbergzone bei Heppenheim/Bergstraße. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 88, S. 122—145, 4 Abb., 2 Taf., Wiesbaden 1960.
- HEMPEL, L.: Über Verwitterung und Abtragung im Granit Nordostspaniens. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., S. 227—233, 1 Abb., Stuttgart 1958.
- HOPPE, W.: Beiträge zur Geologie und Petrographie des Buntsandsteins im Odenwald. II. Petrographie. 2. Die Gemengteile des Buntsandsteins und die Gesteine der einzelnen Buntsandsteinstufen. — Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-A., (V), 10, S. 54—105, 3 Abb., 3 Taf., Darmstadt 1928.
- HÖVERMANN, J.: Zur Altersdatierung der Granitvergrusung. — N. Archiv Niedersachsen, 18, S. 489—491, 2 Abb., Bremen-Horn 1950.
- KITTEL, M. B.: Skizze der geognostischen Verhältnisse der nächsten Umgebung Aschaffenburgs. — 63 S., 1 Kte., 1 Taf., Aschaffenburg 1840.
- KLEMM, G.: Bemerkungen über die Gliederung des Odenwaldes. — Notizbl. Ver. Erdk. u. großh. geol. L.-A., (IV), 29, S. 35—54, Darmstadt 1908.
- Führer bei geologischen Exkursionen im Odenwald. — Samml. geol. Führer, 15, 248 S., 40 Abb., Berlin (Bornträger) 1910.
- Über einige auffällige Verwitterungsformen von Gesteinen des kristallinen Odenwaldes. — Notizbl. Ver. Erdk. u. großh. geol. L.-A., (IV), 33, S. 17—27, 1 Taf., Darmstadt 1912.
- Über die Entstehung der „Felsenmeere“ des Felsberges und anderer Orte im Odenwalde. — Notizbl. Ver. Erdk. u. großh. geol. L.-A., (V), 3, S. 3—11, 2 Taf., Darmstadt 1918.
- KLIPSTEIN, A.: Versuch einer geognostischen Darstellung des Kupferschiefergebirges der Wetterau und des Spessarts. — 111 S., 1 Kte., 1 Taf., Darmstadt 1830.
- LIEHL, E.: Morphologische Untersuchungen zwischen Elz und Brigach (Mittelschwarzwald). — Ber. naturforsch. Ges. Freiburg i. Br., 34, 1, S. 95—212, 12 Taf., 1934.
- LUDWIG, R.: Geologische Skizze des Großherzogthums Hessen. — 24 S., 1 Kte., Darmstadt (Jonghaus) 1867.
- MEINECKE, F.: Granitvergrusung, Entstehung und Alter der Granitklippen. — Z. deutsch. geol. Ges., 109 (1957), 2, S. 483—498, 2 Taf., 1958.
- MERRILL, G. P.: Desintegration of the granitic rocks of the district of Columbia. — Bull. geol. Soc. America, 6, S. 321—332, 1 Taf., Rochester 1895.
- The principles of rock weathering. — Journ. Geol., 4, S. 704—724, 850—871, Chicago 1896.
- A treatise on rocks, rock-weathering and soils. — New York 1904.
- MEYER, H. L. F.: Ueber den Zechstein im Spessart und Odenwald. — Cbl. Mineral., Geol. u. Palaeont., S. 742—751, Stuttgart 1913.
- Beziehungen zwischen Tektonik und Sedimentation im Zechstein. — Kali, 9, S. 17—25, 7 Abb., 1 Taf., Halle (Saale) 1915.
- Klimazonen der Verwitterung und ihre Bedeutung für die jüngste geologische Geschichte Deutschlands. — Geol. Rdsch., 7, S. 193—248, 7 Abb., Leipzig 1917.
- MORTENSEN, H.: Die „Salzsprengrung“ und ihre Bedeutung für die regional-klimatische Gliederung der Wüsten. — Petermanns Mitt., 79, S. 130—135, Gotha 1933.
- NICKEL, E.: Die petrogenetische Stellung der Tromm zwischen Bergsträßer und Böllsteiner Odenwald (Beitr. zur Petrographie des Odenwaldes VI.). — Sitzber. Heidelb. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., (1952) 3, 121 S., 33 Abb., 27 Gefügediagr., Heidelberg (Springer) 1953.
- NOLL, W.: Über die Bildungsbedingungen von Kaolin, Montmorillonit, Serizit, Pyrophyllit und Analcim. — Z. Kristall., Mineral. u. Petrogr., Abt. B, Mineral. u. petrogr. Mitt., (N. F.), 48, S. 210—247, Leipzig 1936.
- NÖRING, F.: Offene stratigraphische Fragen des Rotliegenden von Südwesthessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 83, S. 157—166, Wiesbaden 1955.
- PEDRO, G.: Nouvelles recherches sur l'influence des sels dans la désagrégation des roches. — C. R. des Séances de l'Acad. sci., 244, 2, S. 2822—2824, Paris 1957.



- PILLER, H.: Über Verwitterungsbildungen des Brockengranits nördlich St. Andreasberg. — Heidelb. Beitr. Mineral. Petrogr., **2**, 6, S. 498—522, 11 Abb., 1951.
- Über den Verwitterungszustand des Granitgruses vom Fliegenberg westlich Thiersheim (Fichtelgebirge) mit besonderer Berücksichtigung der Schwerminerale. — Heidelb. Beitr. Mineral. Petrogr., **4**, 1/2, S. 151—162, 5 Abb., 1954.
- REICHE, P.: A survey of weathering processes and products. — Univ. New Mexico Publ. in Geol., **3**, 2. Aufl., 95 S., 5 Abb., Albuquerque 1950.
- RÜGER, L.: Geologischer Führer durch Heidelbergs Umgebung. — 351 S., 108 Abb., 1 Tab., 1 Kte., Heidelberg 1928.
- SALOMON, W.: I. Geologischer Spaziergang auf das Heidelberger Schloß und die Molkenkur (14. April 1909, Nachmittags). — Ber. Vers. oberrhein. geol. Ver., S. 9—13, 5 Abb., Karlsruhe 1909 [1909a].
- V. Besichtigung des Manganbergwerkes im Mausbachtal. (17. IV. 1909, Nachmittags). — Ber. Vers. oberrhein. geol. Ver., S. 33, Karlsruhe 1909 [1909b].
- Die Bedeutung des Pliozäns für die Morphologie Südwestdeutschlands. — Sitzber. Heidelberger Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., A, Abh., **1**, S. 1—22, 1 Taf., Heidelberg 1919.
- SCHICK, M.: Zur Altersstellung der Granitvergrusung im Harz. — Mitt. geogr. Ges. Wien, **98**, 3, S. 209—212, 1956.
- SCHMITTHENNER, H.: Die Oberflächengestaltung des nördlichen Schwarzwaldes. — 109 S., 6 Abb., 1 Taf., Diss., Heidelberg, Karlsruhe (Braunsche Hofdruckerei) 1913.
- SCHOELLER, H.: Les eaux souterraines. — 642 S., 187 Abb., Paris (Masson) 1962.
- SCHWARZBACH, M.: Das Klima der Vorzeit. — 2. Aufl., 275 S., 134 Abb., Stuttgart (Enke) 1961.
- SEEBACH, M.: Über das Manganbergwerk im Mausbachtal bei Heidelberg, ein Beitrag zur Kenntnis des Oberrotliegenden in der Umgebung Heidelbergs. — Ber. Versamml. oberrhein. geol. Ver., S. 112—115, 1 Abb., Karlsruhe 1909.
- SEMMEL, A.: Die pleistozäne Entwicklung des Weschnitztales im Odenwald. — Frankf. geogr. H., **37**, S. 425—492, 24 Abb., Frankfurt/Main 1961.
- STRIGEL, A.: Geologische Untersuchung der permischen Abtragungsfäche im Odenwald und in den übrigen deutschen Mittelgebirgen. I. (Ein paläogeographischer Versuch). — Verh. naturhist.-med. Ver. Heidelberg, N. F., **12**, S. 63—170, 11 Abb., 5 Ktn., Heidelberg 1912.
- II. Verh. naturhist.-med. Ver. Heidelberg, N. F., **13**, S. 1-243, 8 Abb., Heidelberg 1914.
- Saxonische Schichtenaufbiegung und kretazisch-alttertiäre Landoberfläche in Südwestdeutschland. — Geol. Rdsch., **37**, S. 42—50, 2 Abb., Stuttgart 1949.
- TRÖGER, E.: Die Tiefengesteine des Bergsträßer Odenwaldes. — Neue Beitr. z. Kenntnis d. Mineral- u. Gesteinswelt des Odenwaldes. — Aufschluß, 2. Sh., S. 4—18, 2 Abb., 14 Tab., Roßdorf 1955.
- VOELCKER, I.: Über das Alter der Felsenmeere. — Bad. geol. Abh., **4**, S. 41—42, 1932.
- WAGNER, A.: Beyträge zur Kenntniß der Zechsteinformation des Spessarts. — Gelehrte Anzeigen kgl. bayer. Akad. Wissensch., **12**, S. 270—287, München 1841.
- 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 1963.
- WALGER, TH.: Beitrag zur Morphologie der Heppenheim-Kirschhäuser Senke. — Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-A., (V), **6**, S. 240—256, 4 Taf., Darmstadt 1924.
- WALTHER, J.: Das Gesetz der Wüstenbildung in Gegenwart und Vorzeit. — 4. Aufl., 421 S., 203 Abb., Leipzig (Quelle & Meyer) 1924.
- WEBER, H.: Blockbildung und Oberflächenformen des Granits im Thüringer Walde. — Z. Geomorph., **11**, S. 330—336, 4 Abb., Berlin 1943.
- WEIDMANN, C.: Zur Geologie des Vorspessarts. Lithogenetische und tektonische Untersuchungen. — Rhein-Main. Forsch., **3**, 74 S., 12 Abb., 10 Fig., 2 Ktn., Frankfurt/Main 1929.

- WEYL, R.: Schwermineralverwitterung und ihr Einfluß auf die Mineralführung klastischer Sedimente. — Erdöl u. Kohle, **3**, S. 209—211, Hamburg 1950.
- WILHELMY, H.: Klimamorphologie der Massengesteine. — 238 S., 137 Abb., Braunschweig (Westermann) 1958.
- WIESENER, H.: Über die Veränderungen des Schwermineralbestandes der Sedimente durch Verwitterung und Diagenese. — Erdöl u. Kohle, **6**, S. 369—372, 1 Abb., Hamburg 1953.
- ZIENERT, A.: Die Großformen des Odenwaldes. — Heidelberger geogr. Arb., **2**, 156 S., Heidelberg (Geogr. Inst. Univ.) 1957.

#### Geologische Spezialkarten 1:25000 und Erläuterungen

Babenhausen  
Beerfelden  
Bensheim (Erl. zus. mit Zwingenberg)  
Birkenau (Weinheim)  
Brensbach  
Darmstadt  
Erbach (Erl. zus. mit Michelstadt)  
Groß-Umstadt  
Heidelberg  
Lindenfels  
Messel  
Michelstadt  
Neunkirchen  
Neustadt-Obernburg  
Roßdorf  
Schaaheim-Aschaffenburg  
Zwingenberg

Manuskript eingegangen am 25. 3. 1964

## Zur Kenntnis der litoralen Sedimente des Zechsteins und seiner Gipslagerstätten bei Adorf/Krs. Waldeck

Von

**HEINZ BOTTKÉ**, Clausthal-Zellerfeld

Mit 6 Abbildungen, 5 Tabellen und den Tafeln 8–9

**Kurzfassung:** Der petrofazielle Aufbau der Litoralsedimente des Mittleren und Oberen Zechsteins am Westrand der Hessischen Senke bei Adorf/Waldeck wird durch die Morphologie des präpermischen Untergrundes beeinflusst. Sättel von givetischen Diabasmandelsteinen bilden Untiefen und gliedern den Küstenbereich in flache Buchten. Innerhalb der Adorfer Bucht ist in Abhängigkeit von den Gesteinen des Oberen Mitteldevons und Oberdevons eine weitere paläomorphologische Gliederung in Becken und Schwellen 2. Ordnung festzustellen. Dieser Gliederung entsprechen vor allem im Mittleren Zechstein Schaumkalke und kavernöse Kalke auf den Schwellen, während in den Becken sandige, oft auch dolomitische Letten und dolomitische Kalke zum Absatz kamen. Die Dolomitbildung wird dabei als eine frühdiagenetische Dolomitisierung von Kalkschlamm in der Eindampfung unterliegenden flachen Lagunen angesehen. Ihr geologischer Verband mit linsenförmigen Gipslagerstätten in den Becken läßt erkennen, daß es bei weiterer Laugenkonzentration zur Sedimentation von Gips gekommen ist. Konkordante Anhydritlager am Pöhlen bei Adorf werden mit G. V. DOUGLAS und N. R. GOODMAN (1957) als aus Gips entstandene frühdiagenetische Bildungen unter Einfluß durch Sonneneinstrahlung erhitzter Laugenschichten angesehen. Von den primären Gipssedimenten sind Alabastergipse zu unterscheiden, die aus der Vergipsung des Anhydritlagers in Nähe der Ausbisse entstanden sind.

Die Gipslagerstätten bei Adorf bilden als Rohgipse nur eine kleine Rohstoffgrundlage der nahegelegenen Zementwerke bei Paderborn.

### 1. Einleitung

Das Gebiet östlich und nordöstlich von Adorf/Waldeck gehört zur Küstenzone des Zechsteinmeeres am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges. Erst östlich dieses Bereiches stellen sich auf den Meßtischblättern Marsberg und Mengersinghausen Schichtfolgen des Zechsteins ein, welche faziell einem küstenferneren Bereich zugehören. Die von G. RICHTER-BERNBURG (1951) aus beiden Gebieten berichteten Bohrprofile zeigten in der Sedimentationsfolge gute Übereinstimmung mit Zechstein-aufschlüssen bei Westheim. Im einzelnen bietet sich aber innerhalb des Litoralber-

ches bei Adorf das Bild eines schnellen petrofaziellen Wechsels, der durch die Morphologie des präpermischen Untergrundes bedingt wird. Der Zechstein transgrediert auf den Meßtischblättern Adorf und Madfeld, im Bereich des Ostsauerländer Haupt-sattels, auf Schichten des Oberen Givets und des Oberdevons. Diese haben entsprechend ihrem petrographischen Aufbau aus harten Diabasen und Kalken oder weiche- ren Kalkschiefern und Tonschiefern der präpermischen Verwitterung und Tal- erosion verschiedenen Widerstand geleistet. Der gesamte Zechstein am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges gehört aber, wie G. RICHTER-BERNBURG (1951) gezeigt hat, zur kalkig-dolomitischen Randfazies des Zechsteinmeeres, die der salinaren Beckenfazies gegenübersteht.

Die vorliegende Untersuchung des Zechsteins bei Adorf geht von den Bohrauf- schlüssen des dortigen Bergbaus auf exhalativ-sedimentäre Roteisensteinlagerstätten des Oberen Mitteldevons aus, die von den Zechsteinsedimenten transgressiv über- lagert werden. Sie hat zudem auf Gips niedergebrachte Bohrungen ausgewertet. Der Mannesmann AG, Abt. Erzbergbau, sage ich meinen Dank für die Genehmigung zur Veröffentlichung der Bohrergebnisse.

## 2. Vergleichende stratigraphische Übersicht

In den Bearbeitungen der Stratigraphie des Zechsteins durch W. PAECKELMANN (1936) auf Blatt Adorf wurden die älteren Arbeiten von A. LEPLA (1890) und E. KIP- FER (1908) zusammenfassend ergänzt. Die Zechsteingliederung erfolgte in eine untere Abteilung mit sandig-tonigen Letten und kavernösen Schaumkalken und eine obere Abteilung wiederum mit tonig-mergeligen Letten und hellen, kristallinen Kalksteinen. Erstere wurde dem Mittleren Zechstein, letztere dem Oberen Zechstein zugerechnet. Die auf Meßtischblatt Madfeld nur örtlich vorhandenen dunklen Kalke und merge- ligen Letten mit Cu-Mineralien entsprechen dem Kupferschiefer des Unteren Zech- steins. F. BEHREND und K. STAESCHE (1936) gaben für Meßtischblatt Mengering- hausen eine ähnliche stratigraphische Gliederung unter Betonung des schnellen fa- ziellen Wechsels vor allem im Oberen Zechstein. Ein wichtiges petrographisches Merkmal der stratigraphischen Gliederung bildete aber auch hier die Struktur der Kalksteine und dolomitischen Kalke. In einer Zusammenschau der Stratigraphie der kalkig-dolomitischen Randfazies am Westrand des Zechsteinbeckens hat G. RICHTER- BERNBURG (1951) die aus Bohrungen bei Adorf und Twiste (Kreis Waldeck) und Westheim (Kreis Brilon) gewonnenen Profile mit Richtprofilen der salinaren Becken- fazies verglichen. Neben den Kalken wurden hierbei auch den Letten innerhalb der Schichtenfolge stratigraphischer Wert beigemessen, besonders wenn spezielle petro- graphische Merkmale vorlagen, wie z. B. die Karneole der Unteren Letten und der Sandgehalt der Oberen Letten. Den Vergleich der stratigraphischen Gliederungen nach W. PAECKELMANN (1936) und G. RICHTER-BERNBURG (1951) für den Bereich zwischen Adorf im Westen und Westheim im Osten zeigt Tab. 1.

Die kleinräumigen faziellen Unterschiede des Litoralbereiches in der Adorfer Bucht bedingen von dieser Gliederung abweichende Schichtfolgen mit Mächtigkeitsverän- derungen. Diese sind aber trotzdem überall in die von G. RICHTER-BERNBURG (1951) gegebene Gliederung des Zechsteins einzupassen.

Tab. 1. Vergleichende stratigraphische Übersicht des Zechsteins zwischen Westheim und Adorf/Waldeck

| nach W. PAECKELMANN (1936) |                          | nach G. RICHTER-BERNBURG (1951) |                     |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------|
| Oberer Zechstein           | Oberer Kalk oder Dolomit | Plattendolomit                  | Oberer Zechstein    |
|                            | Obere Letten             | Staßfurt-Serie                  |                     |
| Mittlerer Zechstein        | Kavernöser Kalk          | Hauptdolomit                    |                     |
|                            | Untere Letten            | Werra-Serie                     | Mittlerer Zechstein |
|                            | Schaumkalk               | Sediment am Fuß der Werra-Serie |                     |
| unterer Zechstein          | Kupferletten             | Kupferschiefer                  | Unterer Zechstein   |

### 3. Die petrofazielle Entwicklung des Zechsteins der Adorfer Bucht

#### 31. Der präpermische Untergrund

In der asturischen Phase der variskischen Orogenese wurden die Schichtfolgen des Oberen Givets, des Oberdevons und Unterkarbons im Ostsauerland gefaltet und die Großstruktur des SW-NE streichenden Ostsauerländer Hauptsattels gebildet. Dieser weist in sich eine faziesgebundene Spezialfaltung auf, welche auf seinen Flanken den aus harten Diabasen und Diabasmandelsteinen sowie Schalsteinen bestehenden givetischen Hauptgrünstein in speziellen Grünsteinsätteln hervortreten läßt. Diese werden von Kalken und Tonschiefern oder dem Roteisensteinlager des Oberen Givets sowie Kalkschiefern und sandigen Schiefen des Oberdevons begleitet. Einer dieser SW-NE streichenden Spezialsättel ist der sich vom Vornsberg im Rhenetal über den Rodensberg, südlich Giershagen, bis nördlich Borntosten/Krs. Brilon erstreckende Vornsberg-Rodensberger Sattel. Mit seinen Schalsteinen und Diabasmandelsteinen sind in den Revieren Webel, Ferdinand, Eckefeld und Hubertus der Grube Christiane Roteisensteinlagerstätten verknüpft, auf denen der Bergbau umging (siehe Abb. 1).

Der Gegensatz von harten Gesteinen des Hauptgrünsteins im Sattelnkern und weicheren Schiefen an den Sattelflanken führte in der langen, auf die Faltung folgenden Verwitterungs- und Abtragungsperiode zur Ausbildung einer bewegten Morphologie. Die Transgression des Zechsteins erfolgte in einzelnen Perioden, wodurch die Sedimente des Mittleren Zechsteins auf den Blättern Madfeld und Adorf über das Verbreitungsgebiet des Unteren Zechsteins nach Westen hinausgreifen. Die Sedimente des Mittleren Zechsteins lagern dabei nach dem Ausweis der bis in den devonischen Untergrund niedergebrachten Bohrungen einer durch Verwitterungsbildungen gekennzeichneten alten Landoberfläche auf. Eine Übersicht der Mächtigkeiten dieser Verwitterungsbildungen vermittelt Tab. 2.

Die Verwitterung, welche in den angeführten Bohrungen Serien des givetischen Flinzes und der Adorfer Bänderschiefer des Unteren Oberdevons betroffen hat, zeigt

allgemein eine tonige Zersetzung sowie eine Neubildung und Anreicherung von Hämatit in den oberen Zersatzbereichen. In anderen Bohrungen wurden dagegen keine Verwitterungsbildungen angetroffen und unmittelbare Übergänge in die Basischichten des Mittleren Zechsteins beobachtet. Hier sind diese wahrscheinlich während der Transgression aufgearbeitet worden. Für derartige Aufarbeitungsvorgänge sind Basiskonglomerate ein Zeugnis, welche auf die Verbreitung der im Untergrund anstehenden härteren Gesteine des Devons beschränkt sind. So wurden sie zwischen

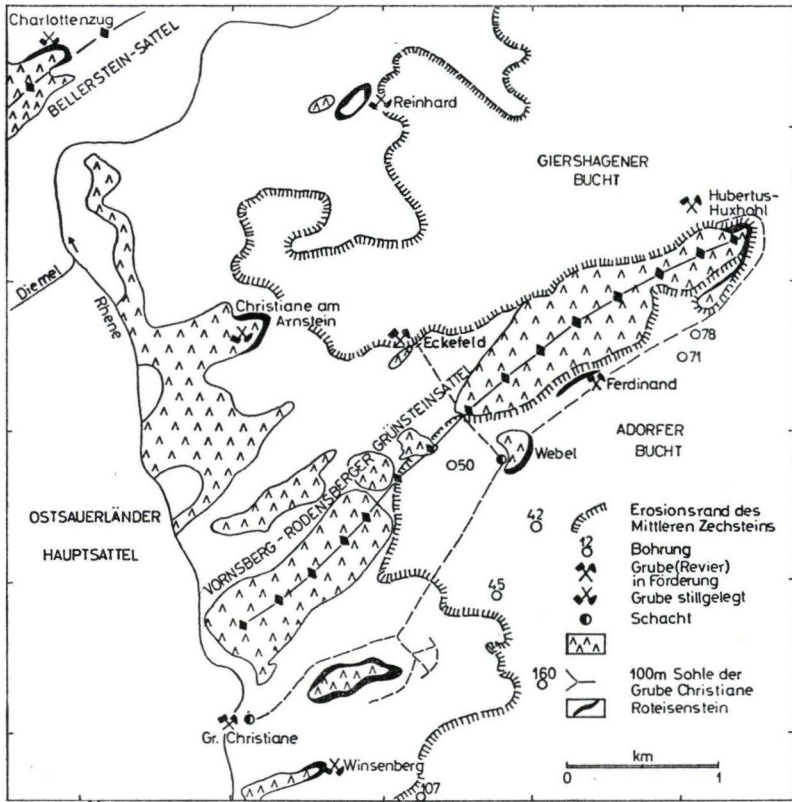


Abb. 1. Der Erosionsrand des Zechsteins bei Adorf sowie die Lage der givetischen Roteisensteinlagerstätten der Eisenerzgrube Christiane.

dem Webel und Adorf ausschließlich dort festgestellt, wo der givetische Hauptgrünstein oder das Roteisensteinlager das Liegende des transgressiven Zechsteins bilden: Konglomerate des Mittleren Zechsteins waren sowohl in einem kleinen Steinbruch nahe dem alten Schacht der Eisenerzgrube Hubertus, nördlich Borntosten, als auch in der Schachtpinge der Grube Webel bei Adorf aufgeschlossen. Auf der 25-m- und 50-m-Sohle dieser Grube wurde in Querschlügen des Westfeldes ein Basiskonglomerat angefahren, das in einer örtlichen Senke nördlich des klippenförmig aufragenden, kieseligen Roteisenerzes abgelagert worden war. Es lagen überall polymikte Kon-

Tab. 2. Mächtigkeit der präpermischen Verwitterungsbildungen in Eisen-  
erzbohrungen der Grube Christiane bei Adorf/Waldeck

| Bohrung Nr.   | Mächtigkeit<br>m | Petrographische Kennzeichnung  |
|---------------|------------------|--|
| Christiane 77 | 4,0              | Gebleichte, tonig zersetzte dunkle Tonschiefer des Oberen Givets.  |
| Christiane 78 | 21,6             | Gebleichte oder rotgraue, tonig zersetzte Schiefer, nach unten übergehend in dunkle Tonschiefer des Oberen Givets. |
| Christiane 88 | 5,5              | Gelbrote, tonig zersetzte dunkle Tonschiefer des Oberen Givets.  |
| Christiane 89 | 11,4             | Graurote, tonig zersetzte Schiefer mit Lagen frischer feinkristalliner dunkler Kalke der Adorf-Stufe.              |

glomerate mit schlecht gerundeten Geröllen von Schalstein, Diabasmandelstein und Roteisenerz vor, welche bis zu Kopfgröße zusammen mit kleineren eckigen Brocken von givetischen oder adorfischen Kalksteinen einem kalkigen Basalzement eingebettet waren. Das in Abb. 2 dargestellte geologische Profil der NE-Umbiegung des Vornsberg-Rodensberger Spezialsattels, im Bereich der Roteisensteingrube Hubertus zeigt das durch Gruben- und Bohraufschlüsse belegte präpermische Relief eines in Zechsteinsedimenten ertrunkenen Tales.

Auch im Verbreitungsbereich von harten Kalkschiefern der Hemberg-Stufe des Oberdevons sind aufgearbeitete eckige Flatschen dieser Schiefer in den basalen, sandigen Letten des Mittleren Zechsteins zu beobachten, die in der Bohrung Christiane Nr. 105, nahe dem Dansenberg bei Adorf, eine Mächtigkeit von 1,0 m erreichen. Die Betrachtung der Höhenlage der Zechsteinbasis im Aufschlußbereich der Grube Christiane, auf einer Länge von etwa 4,5 km in NE-SW-Richtung, der ehemaligen Transgressionsrichtung des Zechsteinmeeres, ergibt einen Anstieg nach SW von etwa +330 m über NN bei Borntosten auf +400 m über NN am Martenberg bei Adorf um etwa 70 m. In dem betrachteten Gebiet sind größere jüngere Störungen nicht vorhanden. Diese stellen sich erst weiter östlich als N-S streichende Abschiebungen parallel dem Westheimer Abbruch ein. Es ist daher anzunehmen, daß eine gegliederte Küstenlinie im Mittleren Zechstein im Bereich der speziellen Grünsteinsättel in der nordöstlichen Umrahmung des Ostsauerländer Hauptsattels lag. Die Konglomeratbildungen in Nähe derselben, so z. B. auch in der alten Pinge der Roteisensteingrube Eckefeld bei Giershagen, weisen darauf hin. W. PAECKELMANN (1936) deutet die sandigen mergeligen Letten und dolomitischen Kalksandsteine am Martenberg ebenfalls als Sedimente in unmittelbarer Nähe der Küstenlinie. Einen weiteren Hinweis lieferten dort den sandigen Letten eingebettete zahlreiche Pflanzenreste der Gattungen *Voltzia* und *Ulmannia*. Ein anderer Fundpunkt von Pflanzenresten des Mittleren Zechsteins war in einem Querschlag auf der 50-m-Sohle der Grube Webel aufgeschlossen, wo zahlreiche unzerstörte Farnwedel graugrünlischen mergeligen Letten mit

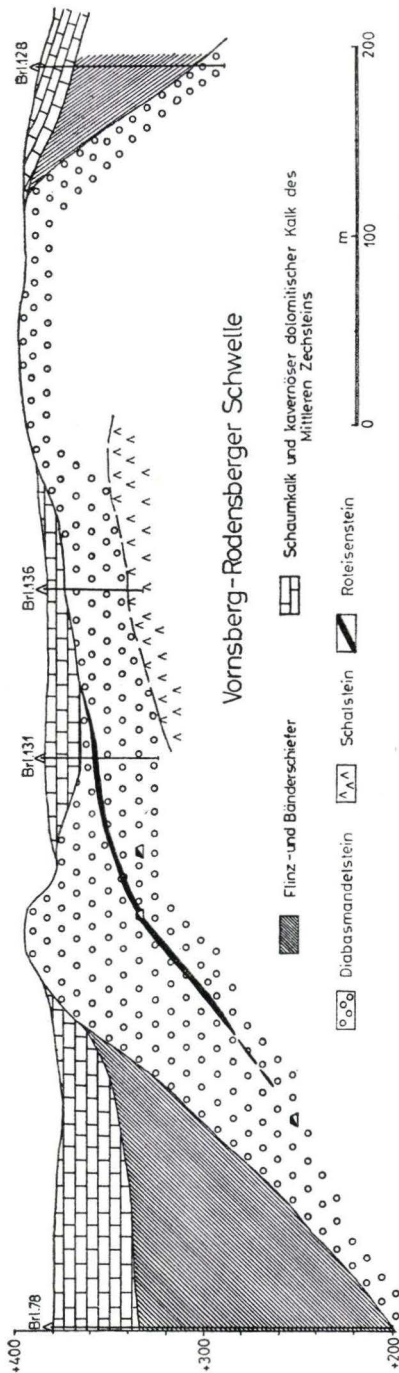


Abb. 2. Geologisches Profil der NE-Umbiegung der Vornberg-Rodensberger Schwellen, eines Spezialsattels des givetischen Hauptgrünsteins im Bereich der Roteisensteinlagerstätte Hubertus der Eisenerzgrube Christiane.

Pflanzenhäcksel und Schalen von *Schizodus schlotheimi* GEIN. eingebettet waren. W. PAECKELMANN (1936) betont allgemein den schnellen örtlichen Fazieswechsel innerhalb der dem Mittleren Zechstein zugehörigen Sedimente des Litoralbereiches.

## 32. Die Sedimente des Zechsteins

### 321. Der Mittlere Zechstein

Der Vornberg-Rodensberger Grünsteinsattel bildete während des Mittleren Zechsteins eine Untiefe, die eine südöstliche Adorfer Bucht von einer nordwestlichen Giershagener Bucht trennte. Diese Untiefe wurde, soweit sie nicht als Halbinsel über dem Meeresspiegel lag, von geringmächtigen kavernen Kalken und Muschelschillbänken eingenommen. An ihrem nordöstlichen Ende, wo auch die Serien des givetischen Grünsteins primär durch Mächtigkeitsabnahme zurücktreten, ist diese Schwellenfazies in 3–4 m mächtigen Schillkalken mit Basalkonglomerat nahe dem heute verfüllten Schacht der alten Grube Hubertus, etwa 600 m NNE von Borntosten, aufgeschlossen. Das von diesem Aufschluß in das Giershagener Becken nördlich davon zu verfolgende Bohrprofil der Abb. 3 zeigt den Übergang der Schillkalke in hellgraue bis gelbbraune, dolomitische und kavernöse Kalke. Der gleiche Fazieswechsel wird an der südlichen Schwellenflanke zum Adorfer Becken erkennbar, wo in den Bohrungen Christiane 78 und 71, nahe der Straße Borntosten-Giershagen, gelbliche bis grau-braune dolomitische und kavernöse Kalke mit 30–40 m Mächtigkeit bei einer Distanz von etwa 250 m vom Schwellenrand den unteren Teil des Mittleren Zechsteins aufbauen. Sie entsprechen hier stratigraphisch den Schaumkalken in der von G. RICHTER-BERNBURG (1951) aus dem Zechsteinprofil bei Wethen entwickelten Gliederung. Die



Schwellenfazies zeigt an der Flanke des Grünsteinsattels in einem kleinen Steinbruch östlich der Straße Borntosten–Giershagen folgendes Profil:

Liegendes: Diabasmandelstein des Oberen Givets,  
 2,0 m graurötliche dichte Kalke mit Muschelschill,  
 4,2 m dünnlagige gelbgraue dichte dolomitische Kalke,  
 0,6 m kavernöser gelbgrauer dolomitischer Kalk,  
 Hangendes: nicht aufgeschlossen. Die Schichten fallen mit 18° nach SE ein.

Bei Borntosten folgen im Hangenden der kavernösen Kalke die Unteren Letten mit mergeligen und pflanzenführenden Letten des Leitmarer Kupferlettenflözes. Die Verbreitung dieser bisher unbauwürdigen, kupferführenden Letten ist, wie die Pingen der alten Bergbauversuche zeigen, an das nordöstliche Ende der Vornsborg-Rodensberger Schwelle gebunden, die sie in einem nach SW geöffneten Halbkreis umgeben.

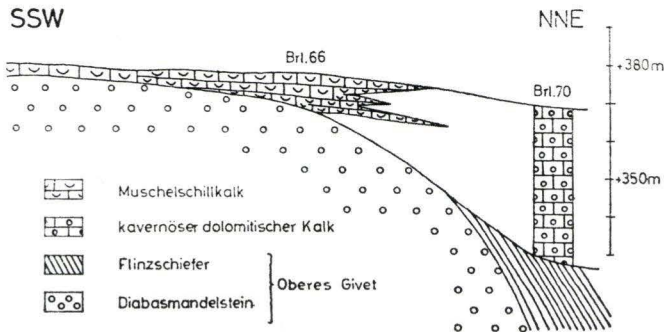


Abb. 3. Profil der Kalke des Mittleren Zechsteins an der N-Flanke der Vornsborg-Rodensberger Schwelle.

Ebenfalls den Unteren Letten eingelagert ist nördlich Borntosten, das durch einen alten Stollen ausgerichtete Gipslager der Hühnengrube.

Die nördlich dieses Gipsvorkommens niedergebrachte Bohrung Christiane 76 erbohrte im unteren Kalk des Mittleren Zechsteins neben kavernösen Kalken auch gelbliche dolomitische Schaumkalke. Hier werden Übergänge in die weiter östlich vorherrschende Schaumkalkfazies erkennbar. Der Horizont der Unteren Letten erreichte eine Mächtigkeit von 11 m. In Gipsbohrungen südöstlich der Hühnengrube war diesen rotbraunen tonigen Letten ein Horizont mit graugrünen tonigen Letten eingelagert, innerhalb dessen einzelne Fasergipslagen bis zu 5 cm Mächtigkeit das in der Grube etwa 3 m mächtige Gipslager vertraten.

Die kavernösen, dolomitischen Kalke wie auch Letten des Mittleren Zechsteins lassen sich nach SW, entlang dem S-Rand der Vornsborg-Rodensberger Schwelle, bis etwa in den Bereich der Roteisensteingrube Webel verfolgen. Die etwa 500 m südöstlich und südlich der Schachtanlage, im zentralen Teil der Adorfer Bucht, niedergebrachten Bohrungen Christiane 79–81 und 45 erbohrten kavernöse, dolomitische Kalke und Schaumkalke, deren Mächtigkeiten aber in Abhängigkeit von örtlichen Untiefen und Becken des hier aus Kalkschiefern der Hemberg-Stufe und sandigen Schiefen der Dasberg-Stufe bestehenden devonischen Untergrundes

schwanken. Diese Reliefbetonung wie auch die örtliche Einschaltung sandiger dolomitischer Letten weisen allgemein auf größere Küstennähe hin. Die Höhenlagen der Transgressionsfläche schwanken hier zwischen +365 m in den seichten Becken und +390 m auf den Schwellen, wobei diese morphologischen Einheiten im Vergleich zu der Vornsberg-Rodensberger Schwelle als Faziesseinheiten 2. Ordnung innerhalb der Adorfer Bucht anzusehen sind. Es sei dabei aber betont, daß beide Faziesseinheiten nicht den Größenordnungen entsprechen, wie sie von H. J. FABIAN (1957) und F. LOTZE (1957) für die großräumige Faziesgliederung der Werra-Serie am Niederrhein mit einer Längenerstreckung des Salinarbeckens von etwa 100 km bei 30–50 km Breite dargestellt wurden. Bezeichnend für die örtlichen Faziesunterschiede bei Adorf sind petrofazielle Gegensätze innerhalb der kavernösen Kalke, indem diese

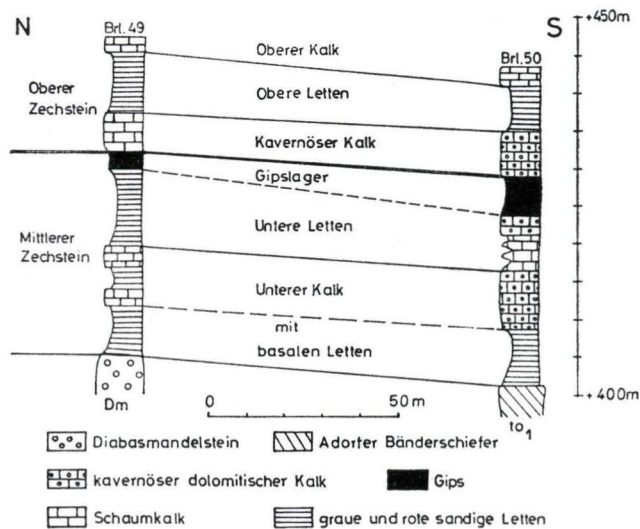


Abb. 4. Profil des Beckens 2. Ordnung im Bereich des Foggenberges bei Adorf, südlich der Vornsberg-Rodensberger Schwelle.

auf den Schwellen, wie in der Bohrung Christiane 45, in graue bis graubräunliche Schaumkalke übergehen. Eine gleiche Entwicklung zeigt sich auch in südwestlicher Richtung auf dem Martenberg bei Adorf, über eine Distanz von 750 m, wo diesen sich noch Lagen sandiger mergeliger Letten einschalten. Für die Unteren Letten lassen sich hier ebenso petrofazielle Unterschiede feststellen, wenn ihre Entwicklung auch bis in die Küstenlinie am Martenberg, da sie erodiert sind, nicht zu verfolgen ist. In der oben angegebenen Distanz zeigen sie mit geschlossenen Folgen grauer und rotgrauer, mergeliger Letten ihre größten Mächtigkeiten von 14 m in den örtlichen Becken, während auf den Schwellen Schaumkalke mit einzelnen Lettenlagen ihr Äquivalent bilden. Gipslager können dabei ebenfalls die Becken 2. Ordnung kennzeichnen. Von SSE nach NNW, zeigt sich in Abhängigkeit von den generell NE–SW streichenden tektonischen Einheiten des devonischen Untergrundes im Verbreitungsbereich der Flinzschiefer und Bänder-

schiefer des Oberen Givets und der Adorf-Stufe eine Beckenzone 2. Ordnung, in der nahe der südöstlichen Flanke der Vornsb.-Rodensberg-Schwelle der Mittlere Zechstein von einer geschlossenen Serie sandig-mergeliger Letten eingeleitet wird. Ihre Mächtigkeiten schwanken zwischen 5 und 20 m (siehe Taf. 8). Zum Hangenden — gegen die Folge der dolomitischen, graubraunen, teils porösen, teils kavernösen Kalke — nehmen sie einzelne Bänkechen graubrauner Dolomite oder dolomitischer Schaumkalke auf. Diese zeigen Mächtigkeiten der geschlossenen Kalkfolge von 7 m bis 15 m und verzahnen sich, wie der Vergleich der Bohrungen in Taf. 8 zeigt, mit sandig-dolomitischen Letten. Auch die Unteren Letten des Mittleren Zechsteins mit roten und grauen Färbungen in sandig-mergeliger Ausbildung weisen Einlagerungen graubrauner oder rötlicher Dolomite auf, deren Anteile in Richtung auf die Schwelle des Rodensberges zunehmen. Ihrem oberen Teil ist das Gipslager des Foggenberges eingeschaltet, welches nach NNW auf die Vornsb.-Rodensberger Schwelle übergreift, in westlicher Richtung aber in gelbbraunen Schaumkalken vertaubt. Auch hier ist die Beckenzone durch eine höhere Beteiligung sandig-toniger Sedimente, durch dolomitische Kalke sowie durch Gipslager gekennzeichnet.

### 322. Der Obere Zechstein

Der nach G. RICHTER-BERNBURG (1951) in die kavernösen Kalke, Oberen Letten und den Oberen Kalk zu gliedernde Obere Zechstein ist in der Adorfer Bucht durch Bohrungen auf Roteisenstein und Gips sowohl westlich als auch südlich der Grube Webel durchsunken worden.

Die grauen bis graubräunlichen kavernösen Kalke liegen am Foggenberg dem Gipslager direkt auf oder folgen im Hangenden einer nur 2–5 m mächtigen Folge rotgrauer dolomitischer Letten mit Mächtigkeiten von 7–10 m. Dagegen liegen sie küstenferner mit 15–20 m Mächtigkeit vor, wobei sie aber einen Teil der Oberen Letten vertreten können. Die im Hangenden folgenden Oberen Letten mit Mächtigkeiten von 10–15 m bestehen aus einer geschlossenen Folge roter bis rotgrauer sandiger Letten, welche aber genau so wie die Unteren Letten des Mittleren Zechsteins auf den Schwellen 2. Ordnung durch dichte dolomitische Kalke vertreten werden. Der Obere Kalk des Foggenberges ist ein hellgrauer feinkristalliner Kalkstein, der nur noch in Erosionsresten von einigen Metern Mächtigkeit erhalten ist. Kennzeichnend sind suturartige, von feinkörnigem Kalzit erfüllte Röhrenchen. Diese Suturen sind auf einzelne Bänke beschränkt, in denen auch Kreuzschichtung erkennbar ist. In anderen Bänken liegen hellgraue, dichte Kalksteine vor. In dem kleinen Steinbruch der Höhe 450,1 gehen diese reinen Kalke in plattige, graugelbliche dolomitische Kalke über, welche schon etwas kavernös sein können. Diese Entwicklung setzt sich auch südlich dieser Höhe fort, wo gelbe, manganfleckige, kavernöse Dolomite westlich des Hofes Erlemann anstehen. Weiter südlich setzt in den Oberen Kalken auf Blatt Mengerlinghausen nach F. BEHREND und K. STAESCHE (1936) eine wechselnde fazielle Entwicklung ein, in der Kalke, Dolomite und tonige Letten wechsellagen können. Innerhalb der Adorfer Bucht ist östlich des Pöhlen, beiderseits der von der Straße Adorf-Vasbeck abzweigenden Straße nach Borntosten, der Obere Kalk weit verbreitet und besteht dort aus hellgrauen bis hellgelben, schaumigen bis kavernösen dolomitischen Kalken.

Nach S, im Bereich des Hermannshofes, aber liegen schon eigelbe bis gelbbraune, bankige bis plattige Dolomite vor. Über die Mächtigkeitseentwicklung des Oberen Kalkes auf Blatt Adorf können keine sicheren Aussagen gemacht werden. Allgemein kann auch für den Oberen Zechstein festgestellt werden, daß sowohl sein Mächtigkeitverhalten als auch seine petrofazielle Entwicklung mit Annäherung an die ehemalige Küstenlinie von der Morphologie des präpermischen Untergrundes bestimmt werden.

#### 4. Die Petrographie der Zechsteinsedimente

Die Zechsteinsedimente der Adorfer Bucht sind Bildungen eines morphologisch gegliederten Ablagerungsraumes in Küstennähe. Hier werden chemische und mechanische Sedimentation wirksam, deren Intensitäten wechseln können. Diese küstennahe Sedimentation steht, wie von W. PAECKELMANN (1936) und G. RICHTER-BERNBURG (1951) schon aufgezeigt werden konnte, im Gegensatz zu der vorwiegend chemisch und auf große Erstreckung gleichbleibenden Sedimentation der küstenferen Bereiche zwischen Giershagen und Niedermarsberg und weiter östlich davon. Hier ist daher eine stratigraphische Korrelation auf Grund petrographischer Merkmale über größere Entfernungen möglich.

##### 41. Die Zechsteinletten

Die basalen und Unteren Letten des Mittleren Zechsteins wie auch die Oberen Letten des Oberen Zechsteins zeigen stärkere Schwankungen ihres petrographischen Aufbaus, der durch Unterschiede der Anteile von Sand oder Karbonat bedingt wird. Die zwischen graugrün, grau und rotbraun schwankenden Färbungen werden von fein verteilten Eisenmineralien verschiedener Oxydationsstufen sowie von Tonsubstanz verursacht. Dünnschliffbilder der grauen und graugrünen Letten zeigen einer graugelblichen submikroskopischen Ton-Karbonatgrundmasse eingebettete allotriomorphe Quarze mit Größen von  $10\mu$  bis  $20\mu$  sowie opake Magnetitindividuen von  $20\mu$  bis  $40\mu$  Durchmessergröße. Auch einzelne Dolomitrhomboeder gleicher Größenordnung treten hervor. Dagegen zeigen die rotbraunen Letten vor allem im basalen Teil des Unteren Kalkes allgemein höhere Quarzanteile. Schon makroskopisch können sie als sandige Letten charakterisiert werden. Die allotriomorphen Quarze sind in den Größen von  $30\mu$  bis  $80\mu$  vorhanden und liegen in einer feinstkörnigen Dolomitgrundmasse. Diese ist durch Hämatit in teils diluter, teils fleckenartiger Verteilung braunrot gefärbt. Vereinzelt zeigen sich rundliche Konkretionärgefüge in Verwachsungen von Hämatit mit Dolomit. Die chemischen Charakteristiken der Letten zeigt Tab. 3.

Tab. 3. Chemische Charakteristik von Letten der Unteren Letten Foggenberg bei Adorf/Waldeck

| Gesteinsart          | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>% | SiO <sub>2</sub><br>% | CaO<br>% | MgO<br>% | Fe<br>% |
|----------------------|-------------------------------------|-----------------------|----------|----------|---------|
| Graue, tonige Letten | 29,8                                | 45,1                  | 4,5      | 4,1      | 4,2     |
| Rote, sandige Letten | 19,2                                | 25,2                  | 17,5     | 6,0      | 5,2     |

Die Analysen weisen aus den MgO-Gehalten darauf hin, daß das Karbonat teilweise als Dolomit vorliegt. Die höheren Anteile an  $\text{SiO}_2$  der grauen tonigen Letten sind aus den höheren Gehalten an Tonmineralien und Quarz in feinsten Verteilung zu erklären. In den roten sandigen Letten tritt der Eisengehalt durch Oxydation zu Hämatit optisch stärker hervor, der in den grauen Tönen in feinsten Verteilung auch der Dolomit-Tongrundmasse eingebettet ist.

#### 42. Die Zechsteinkalke und -Dolomite

Diese schließen strukturell verschiedene Typen dolomitischer Kalke und reiner Kalke wie auch echte Dolomite ein, welche als dicht, schaumig, oolithisch oder kavernös bezeichnet werden. In Verbindung mit Letteneinlagerungen oder als Bänke innerhalb geschlossener Lettenfolgen treten auch Mergelkalke auf. Örtlich, so im Bereich des Pöhlen bei Adorf, können die kavernösen Kalke in Zellenkalke übergehen. Sie bilden dort die Grundlage für die Gewinnung von Bausteinen in kleinen Steinbrüchen. Einen dritten Sondertyp stellen die aus Muschelschill aufgebauten Organogenkalke der Vornsb.-Rodensberger Schwelle dar.

#### 421. Die Schaumkalke und dichten Kalke

Die Kalke des Mittleren Zechsteins lassen in Dünnschliffen eine feinkörnige Kalzitgrundmasse mit Pflasterstruktur erkennen, in der Quarz nur in einzelnen Individuen erscheint. Häufiger sind Einlagerungen von braunem Limonit. Typisch ist aber auch für die makroskopisch dicht erscheinenden Kalke eine größere Anzahl von unregelmäßig begrenzten Poren. Sie können in den Kalken mit poröser Struktur bis zu einem Drittel der Schliffflächen einnehmen. Brauneisen erscheint dann durchweg auf den Rändern der Hohlräume. Auch eine Kornvergrößerung ist an ihren Randbereichen feststellbar. Die Karbonatkorngrößen schwanken in den feinkörnigen Typen zwischen  $10\mu$  und  $30\mu$ , wobei in Nähe der Hohlräume eine Kornvergrößerung auf  $40-100\mu$  eintreten kann. Sehr feinkörnig sind die dichten Kalke und Dolomite des Oberen Zechsteins. Ihre Korngrößen schwanken zwischen  $5$  und  $20\mu$ . In den Kalksteinen des Foggenberges bleiben sie meist unter  $10\mu$ . Hier ließ sich auch Feinschichtung erkennen, deren Schichtmächtigkeiten  $150\mu$  oder  $200\mu$  betragen. Die wenigen allothigenen Quarze dieses Kalksteines waren in diese Schichtung eingeregelt. Schwarz gepunktete dolomitische Kalke zeigten dagegen in der Karbonatgrundmasse größere Quarze mit Korngrößen von  $20-40\mu$  sowie punktförmige Anreicherungen von opakem Brauneisen. Typisch sind auch in dieser Gesteinsart kleinere Kavernen. Letztere lassen sich auch in den gelben bis gelbbraunen plattigen Dolomiten beobachten, in denen der Dolomit mit Korngrößen unter  $20\mu$  und mit Pflasterstruktur vorliegt. Der Eisengehalt ist dilut im Karbonat verteilt, und nur selten finden sich größere Brauneisenaggregate. Innerhalb des Unteren Kalkes des Mittleren Zechsteins treten in den Beckenzonen der Adorfer Bucht auch sandige, dolomitische Kalksteine auf. Diese lassen im Dünnschliffbild ein klastisches Gefüge erkennen, wobei einer Quarzgrundmasse eckige oder längliche Brocken von Kalksandstein eingebettet sind. Der Karbonatanteil liegt mit eisenreichen, rundlich-ovalen bis ringförmigen Struk-

turen vor, die von dilut verteiltem Brauneisen braun gefärbt sein können. Sie sind als ehemalige Karbonatoide zu deuten und erreichen Größen von 0,1–0,5 mm. Meist ist der für Ooide typische Schalenbau nicht mehr zu erkennen, die einzelnen Ooide sind dann von feinkörniger Karbonatsubstanz erfüllt. Dagegen weisen die Schalenreste von Mollusken maximale Durchmessergrößen von 0,2–1,0 cm auf.

#### 422. Die kavernösen, dolomitischen Kalke

Wie aus dem Vergleich von Bohrprofilen in Nähe der Grube Webel nachgewiesen werden kann, finden Übergänge von kavernösen, dolomitischen Kalken in Kalksteine mit dichter oder poröser Struktur statt. Aus Handstücken und Bohrkernen wird erkennbar, daß diese Übergänge unscharf sind und die porösen Schaumkalke mit Hinblick auf die Größe der Kavernen ein Übergangsglied zu den dichten Kalksteinen bilden. Auch die kavernösen Kalke zeigen die gleiche feinkörnige Karbonatgrundmasse wie die Schaumkalke mit einzelnen eingelagerten Quarzen. Die Größen der Kavernen schwanken jedoch von 0,1 mm bis zu 2 cm in ihren längsten Durchmessern. In Bohrkernen mit beginnender Bildung größerer Kavernen können diese noch von grobkristallinem Dolomit erfüllt sein, der von feinkörnigem durch Limonit braun gefärbtem Kalzit umgeben ist. Aus Großanschliffen der kavernösen Kalke wird deutlich, daß die Kavernen teilweise parallel zur Schichtung angeordnet sein können. Es entsteht so auf freigelegten Schichtflächen ein senkrecht zur Schichtebene stehendes quadratisches oder unregelmäßiges Netzwerk, in dem Karbonatsubstanz nur noch in Rippen von 0,2–0,8 mm Dicke vorhanden ist. Damit deuten sich Übergänge zu Zellenkalken an.

#### 423. Die Schillkalke

Auch die Schillkalke besitzen eine kavernöse Textur. In ihnen werden in Dünnschliffen mehrere Millimeter große Schalenteile von Muscheln neben Karbonatooiden erkennbar, deren Größen zwischen 0,2 mm und 0,8 mm schwanken. Schalenreste wie Ooide sind einer feinkörnigen Kalzitgrundmasse eingebettet, welche auch deren Innenteile erfüllen kann. Meist jedoch ist der Kalzit herausgewittert, so daß ein löcheriges Gefüge entstanden ist.

Die chemische Charakteristik der verschiedenen Kalksteinarten ist in Tab. 4 dargestellt. Darin sind für den Oberen Kalk des Oberen Zechsteins zum Vergleich mit plattigen Dolomiten und Kalken gleicher Altersstellung deren Analysen von Fundpunkten östlich Niedermarsberg, innerhalb des küstenferneren Bereiches, angegeben.

Die Analysen zeigen, daß mit Hinblick auf das von P. NIGGLI (1952) für die Abgrenzung von Kalken gegen Dolomite und dolomitische Kalke benutzte Verhältnis von  $\text{Ca} : \text{MgO} = 10,5 : 1$  sowohl in den dichten Kalken als auch in Schaumkalken und kavernösen Kalken reine Kalksteine vorliegen können. Eine graugelbliche Farbe oder poröse Struktur sind daher keine feldgeologischen Kriterien für höhere Dolomitanteile, sondern zeigen lediglich höhere Limonitgehalte an. Die Bausteine des Pöhlen, welche strukturell als kavernöse Kalke mit Übergängen in Zellenkalke vorliegen, sind als dolomitische Kalke zu kennzeichnen, während dies für die sandigen Schaumkalke

Tab. 4. Chemische Charakteristik der Zechsteinkalke der Adorfer Bucht und von Westheim, östlich Niedermarsberg  
(Analysenwerte bezogen geblühte Substanz)  
x Werte wurden nicht bestimmt, — nicht nachweisbar

| Formationsstufe     | Fundpunkte           | Kalkart<br>Formationsstufe         | CaO<br>% | MgO<br>% | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>% | SiO <sub>2</sub><br>% | Fe<br>% | Mn<br>% | Glühverl.<br>% |
|---------------------|----------------------|------------------------------------|----------|----------|-------------------------------------|-----------------------|---------|---------|----------------|
| Oberer Zechstein    | Westheim             | dichter Dolomit                    | 33,80    | 18,52    | 0,12                                | 0,22                  | x       | x       | 46,37          |
|                     | Westheim             | poröser Dolomit                    | 32,30    | 18,88    | 0,10                                | 0,13                  | x       | x       | 47,61          |
|                     | Westheim             | kavernöser dolom. Kalk             | 49,40    | 4,80     | 0,09                                | 0,10                  | x       | x       | 43,40          |
|                     | Westheim             | grauer Schaumkalk                  | 55,10    | 0,86     | 0,09                                | 0,10                  | x       | x       | 43,58          |
|                     | Foggenberg bei Adorf | dichter Kalk                       | 55,22    | 0,05     | 0,10                                | 0,58                  | 0,17    | 0,16    | 43,54          |
| Mittlerer Zechstein | Brl. 92/8,5 m        | grauer Schaumkalk                  | 55,63    | —        | 0,08                                | 0,29                  | 0,06    | 0,04    | 43,72          |
|                     | Brl. 92/26,0 m       | grauer Schaumkalk                  | 55,22    | —        | 0,16                                | 0,47                  | 0,23    | 0,15    | 43,57          |
|                     | Brl. 86/12,0 m       | kavernöser Kalk                    | 53,20    | 0,10     | 0,25                                | 0,57                  | 1,88    | 0,48    | 42,36          |
|                     | Pöhlen bei Adorf     | kavernöser dolom. Kalk             | 46,72    | 7,0      | 0,14                                | 0,80                  | 0,16    | 0,10    | 44,65          |
|                     | Brl. 86/17 m         | sandiger Schaumkalk                | 44,28    | 1,37     | 2,74                                | 8,62                  | 2,90    | 0,38    | 37,14          |
|                     | Brl. 92/28 m         | sandiger, dolomitischer Schaumkalk | 36,14    | 8,13     | 2,42                                | 9,47                  | 2,31    | 0,57    | 38,39          |

mit höheren Anteilen an Quarz und Tonsubstanz nur zum Teil möglich ist und hier ebenfalls die durch höhere Fe- und Mn-Gehalte bedingte Braunfärbung Hinweise nicht gibt.

### 5. Die Petrogenese der Zechsteinsedimente der Adorfer Bucht

Aus der von den Bohrungen gewonnenen Kenntnis der Tiefenlagen der Zechsteinbasis wie auch des ungefähren Verlaufes der Küstenlinie müssen für die gesamte Adorfer Bucht Wassertiefen zwischen 0 und 50 m angenommen werden. Ihr west-

licher Teil, bis etwa 1,5 km von der Küste entfernt, ist dabei durch flache Schwellen und Becken 2. Ordnung in Abhängigkeit von den Strukturen des devonischen Untergrundes gegliedert, deren Höhenunterschiede zwischen 10 m und 30 m schwanken. Einzelne Schwellen 1. Ordnung, die ehemaligen Spezialsättel des givetischen Hauptgrünsteins, machen sich in der Sedimentation des Zechsteins noch 4–5 km östlich der Küstenlinie als SW–NE verlaufende Untiefen bemerkbar. Die Distanz bis etwa 1,5 km östlich der Küstenlinie ist noch zum Litoralbereich zu stellen, in dem neben chemischen Sedimenten auch feinklastische Sedimente abgelagert wurden. Für letztere sind die sandigen rotbraunen Letten der Lettenfolgen im Mittleren und Oberen Zechstein wie auch die oolithführenden, sandigen Detrituslagen innerhalb der Schaumkalke typisch, deren Verbreitung auf die Beckenzonen beschränkt bleibt. Aus den petrofaziellen Gegensätzen der Sedimente von Becken und Schwellen 2. Ordnung ergibt sich der Schluß, daß in den nach NE geöffneten Becken Strömungen gingen, die feine Tontrüben und Sande transportierten, während teilweise auf den Schwellen chemische Sedimentation erfolgte. Erst weiter in Richtung auf die offene Flachsee verliert sich dieser feinklastische Einfluß und hier herrscht chemische Sedimentation vor, wobei nach G. RICHTER-BERNBURG (1951) auch der feinste tonige Schweb, aus dem die Letten des Mittleren und Oberen Zechstein entstanden, durch Koagulation bei höheren Salzgehalten sedimentiert wurde.

Die Strukturen der Kalksteine mit der kryptokristallinen Feinkörnigkeit der Kalzitindividuen und der Armut an organischen Relikten lassen die Bildung von Karbonatpeliten in den seichten Buchten des Adorfer Bereiches durch chemische Sedimentation erkennen. Die Ooide der feinklastischen Einschaltungen geben den gleichen Hinweis. Dabei kann die Bildung der Schlammkalke teilweise auch chemisch-biogen gewesen sein. Die nach G. BRAUCH (1922) und G. BEIN (1932) als organogene Riffbildung aufgefaßte Röhrenstruktur der Oberen Kalke ist nach der aus Dünnschliffbildern ablesbaren Feinstschichtung dieser „Röhrenkalke“ bei Adorf nur aus der Bildung säulenartiger Styloithen während der Diagenese zu erklären. Dafür spricht im Steinbruch am Foggenberg auch das Auftreten von parallel zur Schichtung verlaufenden Suturen. Die in den Oberen Kalken beobachtbare Schrägrichtung, das Fehlen organischer Strukturen in Dünnschliffbildern und Großanschliffen, sowie deren Feinstkörnigkeit lassen auch hier auf die Bildung von chemisch sedimentierten Kalkpeliten, zeitweise unter Einfluß küstennaher Strömungen, schließen. Entsprechend der Beschreibung der rezenten Kalksedimentation von L. V. ILLING (1954) auf den Bahama-Banks kann die Bildung der Kalkpelite wie auch deren oolithischer Partien aus an  $\text{CaCO}_3$  übersättigtem Seewasser unter subtropischen Klimabedingungen sowohl in den flachen Buchten des Litoralbereiches bei Adorf als auch in der sich weiter östlich davon erstreckenden Flachsee angenommen werden. Die Bildung von Gipslagern im Litoralbereich zeigt, daß es in örtlichen, während der Gipsbildung abgeschlossenen, seichten Becken zu weitgehender Eindampfung gekommen ist. Die Bildung der strukturell verschiedenen Kalktypen, von Schaumkalcken über kavernöse Kalke bis zu Zellenkalcken, ist auf epigenetische Auflösungs- und Verwitterungsvorgänge zurückzuführen, welche hierbei einen Teil des Karbonates betroffen haben. Auch die kavernösen Texturen der Schillkalke, bei denen der feinkörnige Kalzitinhalte von Muschelschalen herausgelöst worden ist, sind ein Beweis



dafür. In tieferen Kernstrecken der Bohrungen bei Adorf verlor sich zudem die poröse Textur der Kalke. Hier lagen in Dünnschliffen dem feinkörnigen Kalzit zement eingebettete Aggregationen von Dolomit oder Kalzit mit deutlich größeren Korngrößen vor. Anhydrit oder Gips konnte nicht festgestellt werden.

Die Bildung der dolomitischen Kalke wie auch die Sedimentation von sandigen Kalken und dolomitischen Kalken mit höheren Sandanteilen war in der Adorfer Bucht an die flachen Becken 2. Ordnung gebunden, in denen es auch zur Gips-sedimentation kam. Dies wird besonders in den Folgen des Mittleren Zechsteins deutlich. Da die dolomitischen Kalke mit den linsenförmigen Gipsvorkommen im engeren geologischen Verband stehen, kann die Entstehung des Dolomitanteils mit P. NIGGLI (1952) und G. BARON (1960) aus submariner frühdiagenetischer Dolomitisierung von feinstkörnigem Kalziumkarbonat durch das bei Verdunstungsvorgängen innerhalb der Lagunen an Mg-Ionen angereicherte Meerwasser angenommen werden. Die frühdiagenetische Dolomitisierung ist schon während des Vateritstadiums des Kalziumkarbonates möglich. Die Beobachtungen von E. SCHROLL und P. WIEDEN (1960) über den Überschuß an  $Mg_2$ -Ion des Wassers wie den Dolomitanteil der limnischen Sedimente des flachen, lagunenartigen Neusiedler Sees (Österreich) weisen in die gleiche Richtung. Nach F. v. RAUPACH (1952) haben Untersuchungen von M. N. STRACHOW und A. I. ZWETKOW gezeigt, daß in den lagunenartigen Buchten des Kaspischen Sees (UdSSR) sich bei mäßigen Salzgehalten vorwiegend Kalzit mit geringen Anteilen von Dolomit bildet, während nach stärkerer Eindampfung und Steigerung des Salzgehaltes auf 7–18% fast nur Dolomit gebildet wird. In der Adorfer Bucht besteht der Karbonatanteil der den Gipslagern unmittelbar benachbarten roten und graugrünen Letten des Mittleren Zechsteins vorwiegend aus feinkörnigem Dolomit.

## 6. Die Gipslagerstätten des Mittleren Zechsteins

In die genetische Deutung der Zechsteinsedimente wurde die örtliche Gipsbildung innerhalb des Litoralbereiches der Adorfer Bucht einbezogen. Die stratigraphische Bindung der Gipslagerstätten an die Unteren Letten der Werra-Serie ist hier bedingt durch die zu dieser Zeit bestehenden stärkeren morphologischen Unterschiede des Litorals mit flachen Lagunen, in denen es zu einer für die Sulfatsedimentation ausreichenden Verdunstung kommen konnte. Die Bindung der Unteren Letten mit ihren Gipslagern an Becken 2. Ordnung innerhalb der Adorfer Bucht, ihre wechselnden Mächtigkeiten und petrofaziellen Gegensätze weisen darauf hin. Im Gegensatz dazu sind die Oberen Letten gipsfrei. Diese Gipslager von Adorf gehören bei Betrachtung größerer fazieller Zusammenhänge nicht zum randlichen Sulfatsaum eines größeren Salinarbeckens, wie dies R. TEICHMÜLLER (1957) beispielhaft für das Niederrheinische Zechsteinbecken nachweisen konnte. Sie sind Kleinlagerstätten des Litorals, deren Mächtigkeiten stark schwanken. Nach E. KIPPER (1908) erreichte das durch ein Lettenmittel in zwei Bänke gegliederte Gipslager des Pöhlen, östlich von Adorf/Waldeck, Mächtigkeiten von 11 m und 2 m im zentralen Teil des linsenförmigen Gipsvorkommens. Nach S erfolgten Übergänge dieser Lager in gipsführende Letten. Die Gipslagerstätte des Pöhlen ist die bisher größte der Adorfer Bucht. An sie

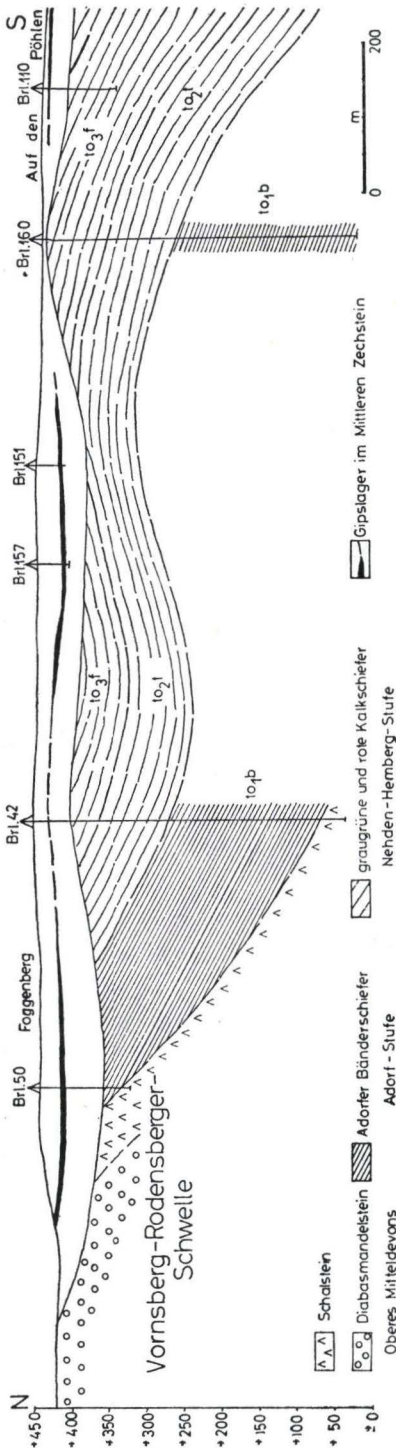


Abb. 5. Geologisches Profil der Adorfer Bucht im Bereich der Gipslagerstätten Auf den Pöhlen und Foggenberg. Die Abhängigkeit der Gipsbildung von Becken 2. Ordnung sowie deren Beziehungen zu den devonischen Schichten des Untergrundes und deren variszischer Tektonik wird deutlich.

schließen sich durch Schwellen getrennt die Lagerstätten des Maibusch (Höhe 450,1) und des Foggenberges nördlich an (siehe Abb. 5). In östlicher Richtung folgt nördlich Borntosten die Gipslinse der Hühnen-grube. Die folgende spezielle Betrachtung der durch Kernbohrungen erkundeten Lagerstätten am Foggenberg und am Maibusch soll deren geologische und technologische Kennzeichen aufzeigen.

61. Die Ausdehnung und regionale Anordnung der Gipslagerstätten

Die aus geschichtetem, lettenführendem Gips bestehenden Lager haben die Form flacher Linsen, an deren Rändern nach allen Seiten über Wechselfolgen von grün-grauen Letten mit Gipslagen Übergänge in sandige oder dolomitische rote Letten des Mittleren Zechsteins erfolgen (siehe Taf. 8). Das geschlossene Gipslager des Foggenberges besitzt bis zu einer Mindestmächtigkeit von 2 m eine Ausdehnung von 300 m in der N-S-Richtung und von 250 m in der E-W-Richtung. Darüber hinaus setzt sich das Lager in einer Bank von 0,5–0,8 m Mächtigkeit nach S über 200 m in das nächste linsenförmige Vorkommen im Bereich des Maibusches (Höhe 480,1) fort, wo seine Mächtigkeit wieder auf 5 m anschwellen kann. Am Foggenberg erreicht das Lager mit 8,9 m seine größte Mächtigkeit, die nach allen Seiten abnimmt. Hier liegen bei der Konstruktion der Linien gleicher Mächtigkeit (siehe Abb. 6), etwa 60% der Gipsvorräte in einem rundlichen Becken mit Mächtigkeiten über 5 m konzentriert. Nach NW schließt sich ein etwa N-S streichendes Teilbecken an, in dem die Gipsmächtigkeiten noch einmal örtlich begrenzt auf über 5 m anschwellen können. Im Maibusch, der Höhe 450,1, wurden südöstlich des Foggenberges zwei weitere Gips-

linsen erbohrt, welche in ihren Größenordnungen und Mächtigkeitsverhältnissen dem Vorkommen des Foggenberges entsprechen. Sie sind durch die Bohrungen noch nicht genügend abgegrenzt worden. Die südöstlich gelegene Gipslinse zeigt eine streichende Erstreckung in Richtung E-W von etwa 300 m bei einer Breite von 100 m bezogen auf ihre 3-m-Mächtigkeitslinie. Weiter nach S und SE, in Richtung auf das Gipslager des Pöhlen, findet diese Linse jedoch keine Fortsetzung, da hier ein aus Fossley-Schiefern der Hemberg-Stufe des Oberdevons aufgebauter Sattel als Schwelle 2. Ordnung die Sedimentation des Mittleren Zechsteins beeinflusst hat. Die hier angesetzte Bohrung Christiane 160 hat über dem Fossley nur noch 5,9 m mächtige rote sandige Letten angetroffen, die den Unteren Letten des Mittleren Zechsteins entsprechen (siehe Abb. 5). Erst 600–700 m südöstlich der Höhe 450,1 stellt sich

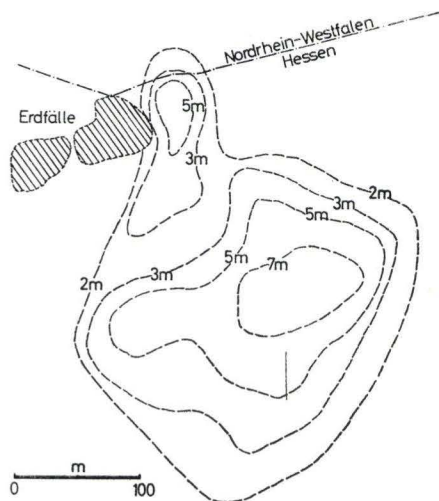


Abb. 6. Das Mächtigkeitsverhalten der Gipslagerstätte am Foggenberg bei Adorf/Waldeck.

südlich des Hofes Erlemann das Gipslager der Grube „Auf den Pöhlen“ ein, dessen Erstreckung in dieser Richtung über eine Entfernung von 500–600 m bekannt geworden ist.

## 62. Die Petrographie und der Chemismus des Gipses

Gips bildet in den Lagerstätten bei Adorf den Hauptbestandteil. Untergeordnet kann am Pöhlen nach E. KIPPER (1908) auch Anhydrit in der Größenordnung von kleinen Knollen bis zu mehrere Meter mächtigen, dem Gipslager konkordant eingeschalteten Bänken vorhanden sein. In den Bohrungen am Foggenberg und im Maibusch bei Adorf wurde Anhydrit lediglich innerhalb der dem Gipslager eingelagerten Wechselfolgen graugrüner Letten erbohrt. Er bildete hier, von toniger Substanz der Letten eingeschlossen, feste, blaugraue rundlich-ovale Knollen von 2–15 cm Durchmesser. Gleichartige Bildungen wurden auch innerhalb der Lettenmittel der Hühnengrube beobachtet. Ein weiterer Bestandteil der Gipslager ist Tonsubstanz, welche sowohl in geschlossenen Lagen von 0,5–5 cm Mächtigkeit als auch in kleinen bis

kleinsten Flatschen dem Gips eingelagert ist. Eine quantitative Auswertung des Lettenanteils der Kernstrecken aus 13 Bohrungen am Foggenberg zeigt, daß deren Anteile zwischen 1% und 40% schwanken, im Mittel aber bei 8% liegen. Im Gips lassen sich von dem überwiegend vorliegenden hellgrauen bis graubraunen Gips die Abarten des feinkörnigen und weißen Alabastergipses und des Fasergipses unterscheiden. Letzterer wurde meist im Verband mit Letten festgestellt, wobei seine Faserung senkrecht zur Schichtung oder den Salbändern von Fiederspaltan angeordnet ist. Der Alabastergips tritt bei Adorf nur in der Teillagerstätte am Pöhlen auf, wo er nach E. KIPPER (1908) der Tagesoberfläche nahe liegt und sein Verbreitungsbereich durch Erdfälle gekennzeichnet ist. In den Gipsdünnschliffen zeigt sich innerhalb der weißgrauen bis graubraunen Gipse eine ungleichförmige, allotriomorphe Grundmasse mit Pflasterstruktur. Ihre Korngrößen schwanken zwischen  $100\mu$  und  $250\mu$ . Spaltbarkeit ist nicht erkennbar. In den grauen und graubraunen Varietäten wird die Färbung durch feinstkörnige, in Schwaden oder schichtig der Grundmasse eingebettete Tonsubstanz hervorgerufen, während in den rot gefärbten oder rötlich marmorierten Partien Hämatit in feinen Schüppchen oder auch größeren Knollen bis zu  $100\mu$  vorliegen kann. Allgemein verbreitet sind feinkörniger Kalzit, untergeordnet auch Dolomit, die entweder über den ganzen Schliff in einzelnen Aggregaten mit Einzelkorngrößen von  $10-20\mu$  verteilt sein können oder ebenfalls parallel zur Schichtung angeordnet sind. Diese Gipsart läßt in der Wechselfolge feinstschichtiger Zonen reinen Gipses mit solchen durch Tonsubstanz oder Karbonat verunreinigten Gipses im Dünnschliffbereich primäre Anlagerungsgefüge erkennen, wenn auch die von L. OGNIBEN (1955) berichteten für primäre Gipsbildungen typischen Korngrößenunterschiede innerhalb der Gipschichten nicht zu beobachten waren. Der Alabastergips des Pöhlen läßt dagegen wenig Verunreinigungen erkennen. Seine Korngrößen schwanken zwischen  $10\mu$  und  $80\mu$ . Er ist damit feinkörniger als der graue bis graubraune Gips. Eine Feinschichtung ist nicht zu erkennen, wenn auch Tonlagen von mehreren Zentimeter Mächtigkeit darin auftreten, die örtlich typische Fältelungen zeigen können. Nicht selten sind dem Alabastergips rundliche bis ovale Nester von Anhydrit eingelagert, deren Größen zwischen 0,5 cm und 8 cm schwanken.

Der am Foggenberg nur in einzelnen Knollen innerhalb von Lettenlagen ange-troffene Anhydrit zeigt eine feinstengelige Struktur mit typisch senkrecht zueinander angeordneten Spaltsystemen. Seine Grenzen gegen den Ton waren scharf, dagegen zeigte er teilweise alle Übergänge in Fasergipse. Letztere wiesen Größen ihrer Individuen zwischen 0,3 cm und 1,8 cm auf. Vereinzelt konnte auf ihren Grenzen Tonsubstanz beobachtet werden. Für ihre genetische Deutung ist dabei von Wichtigkeit, daß sie nicht nur in der Schichtung angeordnet waren, sondern auch Fiederspaltan und kleinere Bruchspaltan ausfüllten und unmittelbare Übergänge einzelner Lagen aus den Schichtfugen in die Zerrisse festzustellen sind. Die chemische Charakteristik der verschiedenen Gipsarten ist in Tab. 5 angegeben.

Die höheren Gehalte an  $Al_2O_3 + Fe_2O_3$  im grauen und roten Gips werden durch Einlagerung von grauer oder hämatitführender, roter Tonsubstanz bedingt. Der aus der Vollanalyse einer über die Gesamtmächtigkeit von 5 m des Gipslagers entnommenen Bohrkernprobe errechnete normative Mineralbestand ergab:

77,10% Gips  
 0,80% Anhydrit  
 6,22% Kalzit und Dolomit  
 14,02% Quarz und Tonminerale

In einzelnen Bohrungen am Foggenberg wurden darüber hinaus SrO-Gehalte von 0,2–0,6% festgestellt. BaO war nicht nachweisbar. Allgemein sind mit Hinblick auf SiO<sub>2</sub> sowie Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> entsprechend der Untersuchung von W. JUNG und G. KNITSCHKE (1960) für die Gipslagerstätten der Litoralfazies höhere Gehalte zu erwarten als für die Sulfatlager der Salinarfazies. Aus Bohrkernproben, die über die gesamte Mächtigkeit des geschlossenen Gipslagers einschließlich seiner Lettenlagen entnommen wurden, ergaben sich SiO<sub>2</sub>-Gehalte zwischen 3,3% und 8,8%.

Tab. 5. Chemische Charakteristik der Gipsarten (Handstückproben)

| Petrographische<br>Kennzeichnung | CaO<br>% | MgO<br>% | S<br>% | CaSO <sub>4</sub><br>% | Kristall-<br>wasser % | SiO <sub>2</sub><br>% | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +<br>Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> % |
|----------------------------------|----------|----------|--------|------------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| grauer Gips                      | 32,14    | 0,12     | 17,40  | 73,95                  | 20,41                 | 1,08                  | 0,56   |
| weißgrauer Gips                  | 33,50    | 0,14     | 17,36  | 73,78                  | 21,22                 | 0,34                  | 0,20   |
| graurötlicher<br>Gips            | 32,93    | 0,10     | 18,00  | 76,50                  | 20,79                 | 0,11                  | 0,16   |
| roter Gips                       | 33,73    | 0,10     | 16,20  | 68,58                  | 21,62                 | 1,15                  | 0,80   |
| weißer<br>Alabastergips          | 33,40    | 0,12     | 17,50  | 74,37                  | 20,60                 | 0,10                  | 0,15   |
| rötlicher<br>Alabastergips       | 32,54    | 0,15     | 17,52  | 74,46                  | 20,79                 | 0,12                  | 0,32   |
| Fasergips                        | 32,34    | 0,10     | 17,90  | 76,07                  | 20,73                 | 0,61                  | 0,32   |
| Anhydrit<br>aus Knollen          | 40,28    | 0,10     | 21,50  | 91,37                  | 0,89                  | 0,20                  | —  |

### 63. Die Entstehung der Gipslagerstätten

Die in Teufen zwischen 2 m und 35 m unter der rezenten Oberfläche gelegenen Gipslager bei Adorf sind nur teilweise aus der Umwandlung von Anhydrit entstanden. Bei Lagermächtigkeiten über 10 m wie in der Grube am Pöhlen liegt nach E. KIPPER (1908) Anhydrit in geschlossenen Bänken oder Nestern vor. Der Anhydrit geht nach dem Ausblüß des Lagers überall in massigen weißen Alabastergips über. Die Vergipsung des Anhydrits ist hier eine Schichtvergipsung vom Hangenden aus im Sinne von E. v. HOYNINGEN-HUENE (1957) unter Einfluß des aus den Niederschlägen und nach großflächiger Versickerung zuzitenden Kluftwassers. Daß auch ähnlich den Beobachtungen von H. ANRICH (1958) bei größerer Überdeckung durch Schichten des Oberen Zechsteins und Unteren Buntsand-

steins Gipsbildung und -Auslaugung in der weiteren Umgebung möglich sein kann, dafür geben größere Erdfälle zwischen Gembeck, Vasbeck und Leitmar Hinweise. Sie liegen hier schon im küstenferneren Flachseebereich des Zechsteinmeeres, wo in Bohrungen bei Twiste nach G. RICHTER-BERNBURG (1951) etwa 25 m Anhydrit nachgewiesen wurde. Ebenfalls sekundäre Bildungen sind die Fasergipslagen, deren Anordnung sowohl in der Schichtung der Letten als auch in diagenetisch entstandenen kleintektonischen Formen teils aus der Wanderung übersättigter Sulfatlösungen in Bereichen optimaler Wegsamkeit und daraus folgender Fasergipsbildung zu erklären ist, teils aber auch als Neubildung aus primären, den Letten eingelagerten Anhydritbändern gedeutet werden kann, deren Reste in Knollen noch erhalten sind.

Im Gegensatz zu diesen sekundären Gipsbildungen kann der größere Teil des in den litoralen Lagunen abgelagerten Kalziumsulfates als primäres Gips sediment im Sinne von H. BORCHERT und E. BAIER (1953), H. BORCHERT (1959) und O. BRAITSCH (1962) angesehen werden. Die zusammen mit Tonlagen abgelagerten grauen bis graubraunen Gipse des Lagers am Foggenberg mit den Anreicherungen von Ton- und Karbonatsubstanz in der Feinschichtung des Dünnschliffbereiches sind als primäre Bildungen zu deuten, die nur diagenetischer Umkristallisation unterlegen haben. Die aus der Umwandlung von Anhydrit hervorgegangenen Alabastergipse unterscheiden sich durch ihre größere Reinheit und durch feinere Struktur von ihnen. Mit G. v. DOUGLAS und N. R. GOODMAN (1957) ist die Sedimentation von Gips vor allem bei häufiger Frischwasserzufuhr zusammen mit der Zufuhr von Sand- und Tonsubstanz zu erwarten, da dadurch die Temperaturen der in den flachen Lagunen befindlichen Solen unter 36° C gehalten wurden. Andererseits kann für das konkordant dem Schichtenverband eingeordnete Anhydritlager am Pöhlen bei Adorf, das durch Lettenlagen getrennt von einem Gipslager unterlagert wird, eine frühdiagenetische Bildung von Anhydrit in flachen Lagunen durch Erhitzung von Laugen unter einer Frischwasserdecke angenommen werden, wie Beobachtungen von KALECZINSKY an ungarischen Salzseen nachgewiesen haben. Hier bildete sich unter einer Frischwasserschicht mit einer Temperatur von 21° C in 0,72 m Wassertiefe eine Salzlaugenschicht von 56–70° C, so daß nach G. v. DOUGLAS und N. R. GOODMAN (1957) eine durch Erwärmung vorher ausgefüllten Gipses frühdiagenetische Umwandlung in Anhydrit im Meterbereich erfolgen kann. Diese Beobachtungen sind für die Gipslagerstätten bei Adorf deshalb von Bedeutung, da dort für die Bildung von Anhydrit die Versenkung in größere Teufe und die damit verbundene geothermische Bildung aus Gips nach Überlagerung durch Sedimente größerer Mächtigkeiten ausscheiden. Hier, am Rande der rheinischen Masse, liegen auch die Triassedimente mit reduzierten Mächtigkeiten vor, wenn auch für sie die Festlegung einer Küstenlinie nicht vorgenommen werden kann.

#### 64. Der Bergbau und die technologischen Verwendungsmöglichkeiten des Gipses

Der Gipsbergbau bei Adorf ging schon im Mittelalter um, wo aus kleinen Gipsgruben Auf den Pöhlen und aus dem Stollen der Hühnengrube Alabastergips zur Herstellung von Heiligenfiguren und anderen Gegenständen der sakralen Kunst

gewonnen wurde. Die Grafen und Fürsten von Waldeck sowie der Erzbischof von Köln belegten daher den Gips, der sonst allgemein dem Grundeigentümer zugehört, mit einem Bergregal. Aus dieser Zeit stammen die auch heute noch gültigen bergrechtlichen Verleihungen auf Gips in den Feldern „Auf den Pöhlen“ bei Adorf, der „Hühnengrube“ bei Borntosten, des Feldes „Homburg“ bei Leitmar sowie der Felder „Glückszeche, Markus und Bernhard“ am Bilstein bei Niedermarsberg im Kreis Brilon. In einer Betriebsperiode von 1887 bis 1901 förderte die Grube Auf den Pöhlen bei Adorf, die zwei Gipslager durch einen kleinen saigeren Schacht ausgerichtet hatte, Alabastergips vor allem zur Stuckgips-erzeugung. Der nach dem zweiten Weltkrieg in dem gleichen Feld mit einem Bremsberg und sölhlig aufgefahrenen Strecken wiederaufgenommene Tiefbau beliefert unter Ausnutzung der Frachtvorteile des Nahverkehrs vor allem die westfälischen Zementwerke im Raum Paderborn mit Rohgips für die Zement-erzeugung. Die Qualitätsanforderungen der Zementhersteller nach mindestens 85% Rohgipsgehalt des Fördergutes bei einer Mindestkorngröße von 5 cm erlaubt bei entsprechender Einrichtung der Zerkleinerung und Klassierung über Tage eine weitgehende Mechanisierung des Abbaubetriebes mit Bohrwagen und Lademaschinen im Kammerbau. Der Gipsbedarf der Zementwerke ist allerdings beschränkt. Darüber hinaus können die reinen Partien des Adorfer Gipses, wenn die Lettenlagen im Abbau ausgehalten werden, zur Herstellung von Stuckgips und Putzgips verwendet werden. In Kochversuchen mit Rohgips aus der Lagerstätte am Foggenberg wies das entwässerte Material ausreichende Biegezugfestigkeiten, Druckfestigkeiten sowie eine für Putzgips genügende Versteifungsdauer auf.

## 7. Zusammenfassung

Die dem Litoral zugehörigen kalkig-tonigen Serien des Mittleren und Oberen Zechsteins bei Adorf/Waldeck werden nach der Kennzeichnung ihrer stratigraphischen Stellung im Sinne von G. RICHTER-BERNBURG (1951) in ihren kleinfaziellen Abhängigkeiten von Becken und Schwellen des präpermischen Untergrundes dargestellt und als die Sedimente flacher Lagunen und Untiefen gedeutet. Letztere sind neben feinklastischen, tonig-sandigen Sedimenten vor allem durch Dolomitisierung von Kalkschlamm während der Frühdiagenese wie auch durch Gips-sedimentation gekennzeichnet. Auf den Schwellen bildeten sich gleichzeitig reine Kalksteine. Diese Beziehungen werden vor allem im Mittleren Zechstein deutlich, während im Oberen Zechstein Vergleiche durch die jüngere Abtragung erschwert sind. Der petrographischen und chemischen Beschreibung von Letten, Kalken und Dolomiten schließt sich die geologische und petrographische Charakterisierung der kleinen Gipslagerstätte am Foggenberg bei Adorf an, wobei im Vergleich zu anderen linsenförmigen Kleinslagerstätten des gleichen Raumes mit G. v. DOUGLAS und N. R. GOODMAN (1957) neben der primären Gips-sedimentation eine frühdiagenetische Bildung eines konkordanten Anhydritlagers im Einwirkungsbereich einer erhitzten Laugenschicht der Lagune angenommen wird.

## Schriftenverzeichnis

- AMRICH, H.: Zur Frage der Vergipsung in den Sulfatlagern des Mittleren Muschelkalkes und Gipskeupers in Südwestdeutschland. — N. Jb. Geol. u. Paläontol. Abh., **106**, S. 293—338, Stuttgart 1958.
- BARON, G.: Sur la synthèse de la dolomite, application au phénomène de dolomitisation. — Rev. Inst. Franc. Pétrole, **15**, S. 3—68, 19 Abb., Paris 1960.
- BORCHERT, H.: Ozeane Salzlagerstätten. — 237 S., 10 Tab., 31 Abb., 3 Taf., Berlin 1959.
- & BAIER, E.: Zur Metamorphose ozeaner Gipsablagerungen. — N. Jb. Min., **86**, S. 103—154, 5 Abb., 5 Ta., 2 Tab., Stuttgart 1953.
- BRAITSCHE, O.: Entstehung und Stoffbestand der Salzlagerstätten. Mineralogie und Petrographie in Einzeldarstellungen. Band III. — 232 S., 47 Abb., Berlin, Göttingen, Heidelberg 1962.
- DOUGLAS, G. v. & GOODMAN, N. R.: The Deposition of Gypsum and Anhydrite. — Econ. Geol., **52**, S. 831—837, 2 Abb., 1 Tab., Lancaster 1957.
- FABIAN, H. J.: Die Faziesentwicklung des Zechsteins zwischen Bielefeld und Hameln. — Geol. Jb., **73**, S. 127—134, 3 Abb., Hannover 1957.
- GÄRTNER, H. R. v.: Petrographie und paläogeographische Stellung der Gipse am Südrand des Harzes. — Jb. preuß. geol. L.-A. für 1932, **53**, S. 655—694, Berlin 1933.
- GARREAU, B.: Dolomitisation et problèmes de réservoir dans le Champ de Parentis. — 5. World Petroleum Congress, New York 1959, Section 1. Paper 3, 25 S., 34 Abb.
- GOLDSMITH, J. R. & GRAF, D. L.: Structural and compositional variations in some natural dolomites. — J. of Geol., **66**, S. 678—693, 4 Tab., Chicago 1958.
- HERRMANN, A.: Der Zechstein am südwestlichen Harzrand. — Geol. Jb., **72**, S. 1—72, 14 Abb., 4 Taf., 1 Tab., Hannover 1956.
- & RICHTER-BERNBURG, G.: Frühdiagenetische Störungen der Schichtung und Lagerung im Werra-Anhydrit (Zechstein 1) am Südwestharz. — Z. deutsch. geol. Ges., **105**, S. 689—702, 5 Abb., 3 Taf., Hannover 1953.
- HOYNINGEN-HUENE, E. v.: Die Texturen der subsalinaren Anhydrite im Harzvorland und ihre stratigraphische und fazielle Bedeutung. — Geologie, **6**, Beih. 18, S. 1—48, 5 Abb., 5 Tab., 9 Taf., Berlin 1957.
- ILLING, L. V.: Bahaman Calcareous Sands. — Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., **38**, S. 1—95, 9 Abb., 6 Tab., Tulsa 1946.
- JUNG, W. & KNITSCHKE, G.: Kombiniert feinstratigraphisch-geochemische Untersuchungen der Andydrite des Zechsteins I im SE-Harzvorland. — Geologie, **9**, S. 58—72, 5 Abb., 4 Ta., Berlin 1960.
- KIPPER, E.: Die Zechsteinformation zwischen dem Diemel- und Ittertal des rheinisch-westfälischen Schiefergebirges unter besonderer Berücksichtigung der Kupfer-, Gips-, Eisen-, Mangan-, Zink-, Blei-, Coebstin- und Schwespat-Vorkommen. — Glückauf **44**, S. 1029—1036, 1065—1075, 1101—1110, 1137—1149, 4 Tab., 1 Taf., 2 Abb., Essen 1908.
- LEHMANN, H. & SCHLEGEL, H.: Zusammenhänge zwischen geologischer Herkunft, thermischer Behandlung und Güteeigenschaften von Gipsen. — Tonindustriezeitung, **80**, S. 253—269, 39 Abb., 12 Tab., Goslar 1956.
- LEPPLA, A.: Über die Zechsteinformation und den unteren Buntsandstein im Waldeckischen. — Jb. kgl. preuß. geol. L.-A. für 1890, **11**, S. 40—42, Berlin 1890.
- LOTZE, F.: Allgemeine Ergebnisse hinsichtlich der Geologie des westdeutschen Zechsteins. — Geol. Jb., **73**, S. 141—148, Hannover 1957.
- Steinsalz und Kalisalze. — 468 S., 226 Abb., 37 Tab., Berlin 1957.
- LODMANN, W.: Die Bedeutung des Dolomits für die vergleichende Stratigraphie im Muschelkalk. — Geologie, **12**, S. 67—78, 4 Abb., 1 Tab., Berlin 1963.
- NIGGLI, P.: Gesteine und Minerallagerstätten II. — 557 S., 67 Tab., 177 Abb., Basel 1952.
- OGNIBEN, L.: Inverse graded bedding in primary gypsum of chemical deposition. — J. Sed. Petrol., **25**, S. 273—281, Tulsa 1955.
- PAECKELMANN, W.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen 1:25000, Blatt Adorf. — 66 S., 1 Abb., 1 Tab., Berlin 1936.



- RAUPACH, F. v.: Die rezente Sedimentation im Schwarzen Meer, im Kaspi und im Aral und ihre Gesetzmäßigkeiten. — *Geologie*, **1**, S. 78—132, 17 Abb., Berlin 1952.
- RICHTER-BERNBURG, G.: Zwei Beiträge zu Fazies, Tektonik und Kupfererzführung des Zechsteins. I. Waldeck, II. Nordsudeten. — *Geol. Jb. f.* 1949, **65**, S. 145—212, 1 Taf., 2 Tab., 16 Abb., Hannover 1951.
- Über saline Sedimentation. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **105**, S. 593—645, 30 Abb., 6 Taf., Hannover 1953.
- SCHROLL, E. & WIEDEN, P.: Eine rezente Bildung von Dolomit im Schlamm des Neusiedler Sees. — *Tschermaks min. petrogr. Mitt.*, **7**, S. 286—289, 1 Abb., Wien 1960.
- TEICHMÜLLER, R.: Ein Querschnitt durch den Südteil des Niederrheinischen Zechsteinbeckens. — *Geol. Jb.*, **73**, S. 39—50, 1 Taf., 8 Abb., Hannover 1957.
- UDLUFT, H.: Die Genesis der flächenhaft verbreiteten Dolomite des mitteldevonischen Massenkalkes, insbesondere des Schwelmer Kalkes der Gegend von Elberfeld-Barmen. — *Jb. preuß. geol. L.-A. für* 1929, **50**, S. 396—436, 2 Abb., 3 Taf., Berlin 1929.
- N. N.: Relations entre mode de gisement et propriétés physicochimiques des dolomies. — *Rev. Inst. Franc. Pétrole*, **1959**, S. 475—518, Paris 1959.

Manuskript eingegangen am 18. 6. 1963

## Zur Verteilung der Tonminerale in den mitteleozänen Schichten der Grube Messel bei Darmstadt

Von

**GEORG MATTHES**, Wiesbaden, **ULRICH HOFMANN**, Heidelberg,  
**HANNS-PETER BOEHM**, Heidelberg

Mit 3 Abbildungen und 3 Tabellen

Herrn Bergrat Professor Dr. **WILHELM WAGNER** zum 80. Geburtstag gewidmet

**Kurzfassung:** Durch röntgenographische und mikroskopische Untersuchungen wurde eine bemerkenswerte Abfolge in der Tonmineralführung der Messeler Schichten festgestellt. Ergänzend wurden die Rotliegendschichten in der Grube untersucht. Die Rotliegendschichten und die Schluffe im Liegenden des Ölschiefers führen Kaolinit, im Ölschiefer herrscht dagegen Montmorillonit vor. Die hangenden Tone stellen in dieser Hinsicht einen Mischtyp dar. Die festgestellte Abfolge wird auf das jeweilige geochemische Milieu im Bildungsraum dieser Sedimente zurückgeführt.

### Inhalt

|   |     |
|---|-----|
| 1. Einleitung . . . . .   | 202 |
| 2. Paläogeographische Verhältnisse . . . . .                        | 203 |
| 3. Die Rotliegendsedimente . . . . .                                | 203 |
| 4. Die klastischen Sedimente im Liegenden des Ölschiefers . . . . . | 204 |
| 5. Der Ölschiefer . . . . .   | 207 |
| 6. Die Tone im Hangenden des Ölschiefers . . . . .                  | 208 |
| 7. Genetische Betrachtungen . . . . .                               | 209 |
| 8. Zusammenfassung . . . . .  | 210 |

### 1. Einleitung

Durch die reichen Funde von mitteleozänen Tieren und Pflanzen sowie nicht zuletzt durch die wirtschaftliche Bedeutung des Ölschiefers, war die Grube Messel, 9 km nordöstlich von Darmstadt, häufig Gegenstand geologischer und paläontologischer Forschungen. In den letzten Jahren wurden von den Verfassern in den mittel-

eoazänen Messeler Schichten, zu denen die Ölschiefer und die Tone und Schluffe im Liegenden und Hangenden gehören, und in den Rotliegendensedimenten bemerkenswerte Unterschiede in der Tonmineralführung festgestellt. Diese Ergebnisse und ihre Deutung werden im folgenden mitgeteilt<sup>1)</sup>.

Zur Erleichterung des Verständnisses der folgenden Ausführungen ist eine kurze Schilderung der paläogeographischen Verhältnisse im Gebiet der Grube Messel zur Bildungszeit der Messeler Schichten vorangestellt.

## 2. Paläogeographische Verhältnisse

Die Entstehung des kleinen tektonischen Grabens, in dem die Messeler Schichten abgelagert wurden, wird als eines der ersten Anzeichen der Bildung des Rheintalgrabens im Tertiär angesehen. Wahrscheinlich führten diese frühen tektonischen Bewegungen zu einer Verstärkung der Erosion, so daß an der damaligen Erdoberfläche neben den vorherrschenden Rotliegendensedimenten stellenweise das kristalline Grundgebirge (Granodiorite, Diorite, Granophyre und verschiedene Ganggesteine) freigelegt worden war. Buntsandstein und Muschelkalk, die in diesem Gebiet zur Ablagerung gekommen sind, waren also im Eozän bereits völlig erodiert. In dieser Landschaft befanden sich Süßwasserseen, die durch Flußläufe miteinander verbunden waren. Einer dieser Seen ist das Sedimentationsbecken von Messel. Für den Zusammenhang mit einem größeren Gewässernetz sprechen die im Messeler Ölschiefer gefundenen, verhältnismäßig großen räuberischen Ganoidfische der Gattungen *Amia* und *Lepisosteus* und die zum Teil recht großen Krokodilarten (TOBIEN 1955, S. 88–89 u. a.). Die Pflanzenreste zeigen, daß zur Bildungszeit der Messeler Ölschiefer ein sehr warmes (tropisch-subtropisches) Klima herrschte (ENGELHARDT 1922). Unter solchen Bedingungen ist eine intensive Verwitterung und Abtragung der an der Oberfläche anstehenden Gesteine zu erwarten, wie sie auch aus der Auffüllung des Sedimentationsbeckens mit den bis 180 m mächtigen Messeler Schichten hervorgeht. Das anorganische Ausgangsmaterial lieferten die in der Umgebung anstehenden kristallinen Gesteine und die bereits aus diesen durch Abtragung und Umlagerung im Perm hervorgegangenen Rotliegendensedimente.

Die magmatischen Gesteine (Granodiorite, Diorite, Granophyre, Malchite) sind durch KLEMM (1910) ausführlich beschrieben worden, so daß auf sie hier nicht näher eingegangen werden muß. Dagegen sind die Gesteine des Rotliegenden dieser Gegend in petrographischer Hinsicht nur wenig bekannt, so daß eine kurze Beschreibung an dieser Stelle gerechtfertigt ist.

## 3. Die Rotliegendensedimente

Die Rotliegendensedimente (Konglomerate, Tonsteine und Arkosen) im Gebiet der Grube Messel wurden von KLEMM (1910) auf Grund ihrer Lagerung unter dem Melaphyr den Tholeyer Schichten altersmäßig gleichgestellt. (Hinsichtlich der Problematik dieser Einstufung siehe NÖRING 1955.)

<sup>1)</sup> Herrn Regierungsgeologen Dr. S. MEISL, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, wird für seine Hilfe und seine Hinweise hiermit gedankt.

Die petrographisch untersuchten Proben stammen aus einem Profil, das 1962 im Osten der Grube Messel aufgeschlossen war (R 34 83 02, H 54 31 46) und von oben nach unten folgende Ausbildung zeigte:

- Quartär: ca. 2,00 m Mutterboden, Schluffe und Sande.  
 Rotliegendes: ca. 10,00 m mürbe Arkosen, festere Sandsteine und Detritustonsteine. Mächtigkeit ca. 10 m; im oberen Teil dieser Lage herrschen mürbe Arkosen vor, im unteren Teil überwiegen die Detritustonsteine.  
 Im obersten Teil des Profiles treten zwei je 10 cm mächtige rote, glimmerhaltige Sandsteinbänke, getrennt durch eine 30 cm mächtige, mürbe Arkose, auf.  
 ca. 1,00 m schiefriger Sandstein.  
 ca. 2,50 m Konglomerat, bestehend aus bis kopfgroßen Geröllen von kristallinen Gesteinen und einer arkosigen Grundmasse.  
 ca. 2,00 m graue schiefrige Tonsteine.
- Kristallines Grundgebirge: stark zersetzter Granodiorit.

Sandsteine und Detritustonsteine sind außerdem am Südwestrand der Grube Messel in geringer Mächtigkeit aufgeschlossen. Aus dieser Folge wurden einige feinkörnigere Gesteinstypen mikroskopisch untersucht: Sie enthalten alle Quarz, Feldspäte, Biotit, Muskovit, Chlorit und Tonminerale. Am wichtigsten für das hier behandelte Thema sind die authigenen Tonminerale. Diese bilden 0,1 bis 0,5 mm große Aggregate („Kaolinitkästen“ und „Kaolinitknäuel“), wie sie zum Beispiel von GUTHÖRL, HOEHNE & SCHÜLLER (1956, S. 709–714, Abb. 3–4 und Abb. 10–14) beschrieben und abgebildet werden. Die „Kaolinitkästen“ sind Pseudomorphosen nach Glimmer und Kalifeldspat, mit denen sie durch alle Übergänge verbunden sind. Die Muskovite und Biotite sind randlich pilzförmig aufgequollen. An diesen Stellen ist die Doppelbrechung gegenüber der des Ausgangsminerals deutlich herabgesetzt und an manchen Stellen derjenigen des Kaolinitis angeglichen. Die „Kaolinit-Knäuel“ sind zweifellos authigen an Ort und Stelle entstanden, da derartig fragile Gebilde keinen Transport vertragen.

Die Kaolinitaggregate enthalten zarte, zwischengeschaltete Illit-Lamellen, die sich durch ihre erhöhte Doppelbrechung hervorheben.

Die untersuchten Gesteinstypen unterscheiden sich hauptsächlich in ihrem Gefüge (Korngrößenzusammensetzung, Textur) und in der verschiedenen Beteiligung der einzelnen Mineralkomponenten. Die größeren Gefügekörner (Quarz und Feldspat, untergeordnet auch Metamorphit-Bruchstücke), die unregelmäßig in einer feinkörnigen bis aphanitischen, zuweilen diagenetisch rekristallisierten Grundmasse eingestreut sind, sind alle scharfkantig ohne jegliche Anzeichen einer beginnenden Zurundung. Daraus ist auf einen geringen Abstand zwischen Abtragungs- und Ablagerungsgebiet zu schließen. Die sehr schlechte Sortierung, die die Gesteine im ganzen zeigen, deutet auf eine verhältnismäßig rasche Ablagerung des Sedimentes.

#### 4. Die klastischen Sedimente im Liegenden des Ölschiefers

Im Liegenden des Ölschiefers treten neben grusigen Sanden auch Tone und Verwitterungsschuttmassen auf. Diese sind teils an anderer Stelle durch Verwitterung

entstanden und in das Seebecken von Messel geschwemmt worden, teils sind es in situ zersetzte Liegendgesteine. Die liegenden Sedimente sind meist graugrün bis dunkelgrau, jedoch stellenweise auch außerordentlich bunt gefärbt: Weiß, hellgrau, rot, orange, hellgrün. Diese Gesteine sind an den Rändern des Vorkommens mit dem Ölschiefer verzahnt und reichen gelegentlich als zungenförmige Körper in das Beckeninnere.

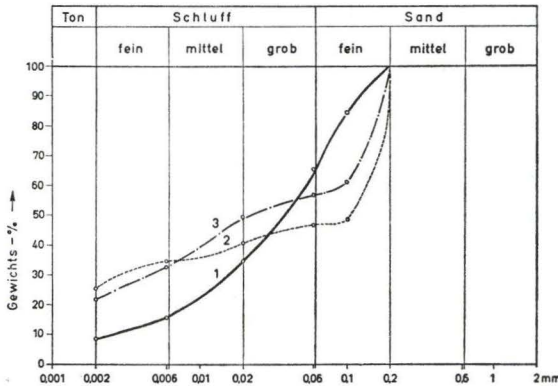


Abb. 1. Kornverteilungskurven von zersetzten Gesteinen im Liegenden des Ölschiefers.

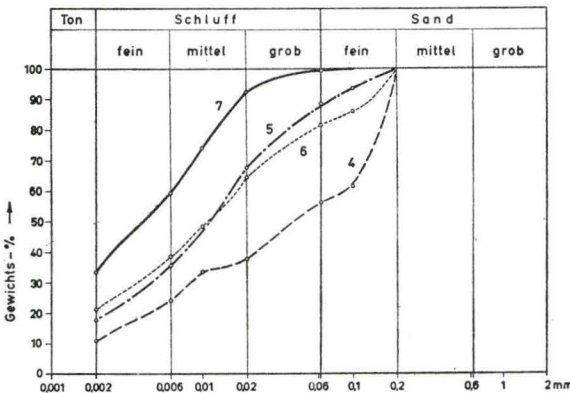


Abb. 2. Kornverteilungskurven von Schluffen im Liegenden des Ölschiefers.

Das unterste Glied dieser Serie bilden die in situ zersetzten Liegendgesteine. Die Korngrößenverteilung dreier Proben (Abb. 1) läßt erkennen, daß die physikalische Gesteinszerlegung offenbar weit fortgeschritten ist, da das Haufwerk überwiegend die feinsten Kornklassen enthält. Die Proben 2 und 3 weisen zwei Maxima auf, eines im Ton-Bereich und eines im Feinsand-Bereich. Dagegen ist bei Probe 1 nur ein Maximum im Grobschluff-Bereich zu erkennen. Inwieweit dieser Sachverhalt auf die ursprüngliche Korngrößenzusammensetzung des Magmatits oder aber auf Umlagerungsvorgänge zurückzuführen ist, konnte nicht geprüft werden.

Tab. 1. Ergebnisse der röntgenographischen Untersuchung von in situ zersetzten kristallinen Gesteinen im Liegenden des Ölschiefers

| Lfd. Nr. | Gesteinsart  | Fundort              | R        | H        | Art der festgestellten Tonminerale mit semiquantitativen Mengenangaben                  |
|----------|--|----------------------|----------|----------|---|
| 1        | Zersetzter Diorit. Lockeres Haufwerk, grau mit weißlich. Flecken                             | Südostteil der Grube | 34 82 90 | 55 31 10 | Geringe Mengen von schwer identifizierbaren Tonmineralien                               |
| 2        | Zersetzter Granodiorit. Feinsand, tonig-schluffig, schmierig, weiß                           | Nordteil der Grube   | 34 82 50 | 55 31 74 | Tonminerale vorwiegend kaolinitisch; 15% Quarz  |
| 3        | Gesteinsgrus, teils hellockerbraun, teils weißlich-tonig, Ausgangsmaterial nicht zu erkennen | Südostteil der Grube | 34 82 90 | 55 31 10 | Tonminerale etwa $\frac{2}{3}$ kaolinitisch, $\frac{1}{3}$ montmorillonitisch; 5% Quarz |

Tab. 2. Ergebnisse der röntgenographischen Untersuchungen von bunten Tonen im Liegenden des Ölschiefers

| Lfd. Nr. | Gesteinsart                        | Fundort              | R        | H        | Art der festgestellten Tonminerale mit semiquantitativen Mengenangaben                      |
|----------|------------------------------------|----------------------|----------|----------|---|
| 4        | Feinsand, schluffig-tonig, rot     | Südostteil der Grube | 34 82 90 | 55 31 10 | Tonminerale vorwiegend kaolinitisch; 40% Quarz  |
| 5        | Schluff, tonig und feinsandig, rot | Südostteil der Grube | 34 82 90 | 55 31 10 | Tonminerale vorwiegend kaolinitisch; 40% Quarz  |
| 6        | Schluff, tonig und feinsandig, rot | Südostteil der Grube | 34 82 90 | 55 31 10 | Tonminerale vorwiegend kaolinitisch; etwa 10% sind vielleicht montmorillonitisch; 10% Quarz |
| 7        | Schluff, tonig, weiß, grauer Stich | Südostteil der Grube | 34 82 90 | 55 31 10 | Tonminerale im wesentlichen kaolinitisch, etwa 10% montmorillonitisch; kein Quarz           |

Röntgenographische Untersuchungen<sup>2)</sup> wiesen Tonminerale zum Teil nur in geringen Mengen nach. Es handelt sich vorwiegend um Kaolinit (vgl. Tab. 1).

Die bunten Tone im Liegenden des Ölschiefers sind schlecht sortierte feinkörnige klastische Sedimente, die meist flache Maxima im Schluff-Bereich aufweisen (vgl. Abb. 2). Bei Probe 4 fällt die Maximumfraktion sogar in den Feinsand-Bereich. Bei den Tonmineralien herrscht Kaolinit vor; Montmorillonit tritt nur in kleinen Mengen auf; Sein Mengenanteil übersteigt in keinem Falle 10% des gesamten Mineralbestandes.

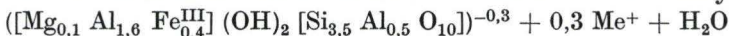
Die Ergebnisse der semiquantitativen röntgenographischen Tonmineral-Bestimmungen sind in Tab. 2 zusammengefaßt.

### 5. Der Ölschiefer

Im Gegensatz zu den bisher behandelten permischen und tertiären Sedimenten im Liegenden überwiegt im Tonmineral-Anteil des Ölschiefers Montmorillonit. Nach röntgenographischen Voruntersuchungen der Verfasser an einer Probe enthält der Ölschiefer als Tonminerale ~85% Montmorillonit und ~15% Kaolinit; Quarz wurde nicht gefunden. Diese Feststellungen wurden von IMMEL (1960) im wesentlichen bestätigt. Er fand allerdings weniger Kaolinit.

Der Ölschiefer von Messel zeigt die für montmorillonitische Tongesteine typische Quellfähigkeit nur in sehr geringem Umfange. Nur in bergfeuchtem Zustande ist eine gewisse Quellfähigkeit zu erkennen, insbesondere, wenn der Luftsauerstoff auf ihn nicht einwirken konnte. Diese Eigenschaft verliert sich aber vollständig, wenn das Material bei Luftzutritt völlig austrocknet. Diese Erscheinung läßt sich nach IMMEL dadurch erklären, daß das Quellvermögen durch die zwischen den Silikatschichten des Montmorillonits eingelagerten Bitumina (die bei Luftzutritt charakteristische Umwandlungen erfahren) blockiert wird. Die Rolle des Luftsauerstoffs ergibt sich aus dem Sachverhalt, daß bei möglichstem Ausschluß desselben der Ölschiefer sein Quellvermögen trotz der im Montmorillonit strukturell eingelagerten Bitumina behält.

Nach Entfernung der Bitumina durch zweimalige Behandlung der Proben mit 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> – die Bitumina konnten weder durch organische Lösungsmittel extrahiert noch durch Erhitzen auf 420° C vollkommen zerstört werden – traten die normalen Eigenschaften des Montmorillonits zutage. Der Schichtabstand dieses gereinigten Montmorillonits betrug 10,3 Å (Literaturwert 9,6 Å). IMMEL (1960) gibt die Formel dieses Montmorillonits auf Grund zweier chemischer Vollanalysen wie folgt an:



Zu der Strukturformel ist zu bemerken, daß es nicht gesichert ist, daß das Eisen in der Oktaederschicht als Fe(III)-Ion vorliegt. Es kann auch als Fe(II)-Ion im

<sup>2)</sup> Zur Röntgenuntersuchung wurden die Proben so präpariert, daß die sichtbaren größeren Anteile ausgeschieden wurden und nur die tonigen Bestandteile zur Röntgenuntersuchung kamen. Dadurch ließen sich die Tonminerale besser identifizieren. Daher kommt es aber auch, daß die Korngrößenverteilung gelegentlich höhere Gehalte an größeren Bestandteilen aufweist, als es dem Ergebnis der Röntgenuntersuchung, z. B. dem dabei gefundenen Quarz, entspricht.

Gitter eingebaut sein. Nach der Verteilung der Ladungen auf die Oktaeder- und auf die Tetraederschicht wäre das montmorillonitische Tonmineral als „Beidellit“ zu bezeichnen. Jedoch handelt es sich in beiden Fällen um Feinheiten der Struktur, die bei den Schwierigkeiten, die die Reinigung des montmorillonitischen Materials bereitete, unterhalb oder in Nähe der Fehlergrenze der Strukturbestimmung liegen.

Die Bitumina, die, wie oben ausgeführt, an die Tonsubstanz gebunden sind, färben das Gestein schwarz. Im Dünnschliff sieht man außer der dunkel- bis schwarzbraun gefärbten aphanitischen Grundmasse gelbe, kreisförmige Querschnitte eines Bituminits: die Reste einer Alge aus der Familie der Botryococcaceae. Neben Algen sind noch Pilze und Pollen nachgewiesen (WEITZEL 1933). Vor allem die Algen sind als Ausgangsstoffe der Bitumina anzusehen. In seinem gesamten petrographischen Habitus entspricht der Ölschiefer von Messel einer lakustrinen Algengyttja (vgl. auch GOLDSCHMIDT, KREJCI-GRAF & WITTE 1948, S. 47; KREJCI-GRAF 1962, S. 12).

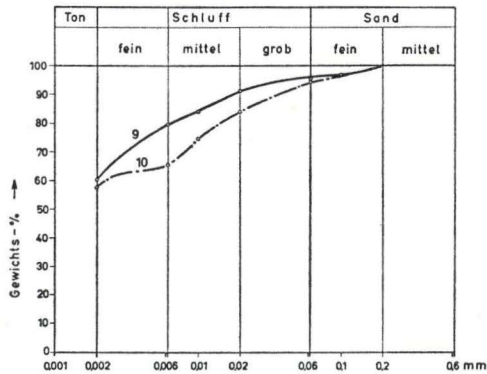


Abb. 3. Kornverteilungskurven von Tonen im Hangenden des Ölschiefers.

## 6. Die Tone im Hangenden des Ölschiefers

Die hangenden Tone fanden sich, ehe sie im Zusammenhang mit dem Abbau des Ölschiefers auf Halde gefördert wurden, in drei Mulden im Ost- und Südteil der Grube. Die Mächtigkeit dieser Bildungen erreichte 30 m. Die meist blau-, grün-, braun- oder olivgrauen Tone lagen am östlichen und südlichen Lagerstättenrand den liegenden Tonen unmittelbar auf. Die Proben aus dieser Serie sind nach ihrer Korngrößenzusammensetzung echte Tone (vgl. Abb. 3). Die Ergebnisse der röntgenographischen Untersuchungen (Tab. 3) zeigen, daß es sich hierbei hinsichtlich des Tonmineralgehaltes um einen Mischtyp handelt: Kaolinit und Montmorillonit sind meist in ungefähr gleichen Anteilen vorhanden, gelegentlich überwiegt auch der Montmorillonit erheblich (Probe 10).

Die Ergebnisse der Korngrößenuntersuchung und der röntgenographischen Untersuchung zeigen, daß die hangenden Tone anscheinend aus verwittertem und umgelagertem Ölschiefer und Tonen bestehen, die aus benachbarten Bildungsräumen in die Mulden geschwemmt wurden.



Tab. 3. Ergebnisse der röntgenographischen Untersuchungen an Tonproben aus dem Hangenden des Ölschiefers

| Lfd. Nr. | Gesteinsart  | Fundort                          | R        | H        | Art der festgestellten Tonminerale mit semiquantitativen Mengenangaben                  |
|----------|--|----------------------------------|----------|----------|---|
| 8        | Ton, braungrau   | Südostteil der Grube Abraumssole | 34 82 92 | 55 31 16 | Tonminerale etwa 60% kaolinitisch, 40% montmorillonitisch; höchstens Spuren Quarz       |
| 9        | Ton, schluffig-feinsandig, hellbräunlichgrau, olivgrüner Stich | Südostteil der Grube Abraumssole | 34 82 90 | 55 31 10 | Tonminerale sind etwa 40% kaolinitisch, 60% montmorillonitisch; kein Quarz              |
| 10       | Ton, schluffig, braungrau                                      | Nordost-Mulde                    | 34 82 92 | 55 31 52 | Tonminerale etwa $\frac{1}{4}$ kaolinitisch, $\frac{3}{4}$ montmorillonitisch; 1% Quarz |

### 7. Genetische Betrachtungen

Die aufgezeigte Verteilung der Tonminerale in den Messeler Schichten kann am leichtesten mit dem unterschiedlichen geochemischen Milieu zur Bildungszeit erklärt werden. Außerdem muß natürlich auch die Zusammensetzung der Ursprungsgesteine (kristallines Gestein und Rotliegendesedimente) berücksichtigt werden.

Wie die Versuche zur synthetischen Herstellung von Tonmineralen der Kaolinit- und Montmorillonitgruppe zeigten, werden für die Kaolinitbildung niedrige pH-Bedingungen benötigt. Dagegen sind zur Bildung von Montmorillonit alkalische pH-Bedingungen, Natrium-, Kalzium- und besonders Magnesium-Angebot und die Abwesenheit von Kalium erforderlich (NOLL 1936, 1944; STRESE & HOFMANN 1941; vgl. auch DEER, HOWIE & ZÜSSMANN 1962, S. 208–209).

Die obigen Bedingungen sind zwar unter hydrothermalen Verhältnissen ermittelt. Sie sind jedoch, wie NOLL (1936) ausführt, auch bei niederen Temperaturen für die Bildung dieser Minerale bestimmend. Allerdings ist bei den niedrigen Temperaturen für den Reaktionsablauf eine wesentlich längere Zeit erforderlich.

Die Kaolinitführung der Schluff- und Tongesteine im Liegenden des Ölschiefers kann auf die Rotliegendesedimente, aus deren Umlagerung sie zum Teil entstanden sind, zurückgeführt werden: Sie enthalten in größerer Menge authigenen Kaolinit. Offensichtlich waren jedoch auch das geochemische Milieu und die pH-Bedingungen für das Fortschreiten der Kaolinitbildung aus den detritischen Feldspäten und den Mineralen der zutage anstehenden Kristallingesteine in diesem Zeitabschnitt weiterhin günstig.

Dagegen trat mit dem Einsetzen der Ölschieferbildung offensichtlich eine wesentliche Änderung der Umweltbedingungen ein. Vor allem nahm die Zufuhr terrigenen

Materials verhältnismäßig ab – möglicherweise infolge einer Verminderung des Oberflächenreliefs oder der geringen Strömung (Altwasser!) – und die Ablagerung biogenen Materials gewann an Bedeutung. Eine große Rolle spielen dabei fetthaltige Algen, die nach Beobachtungen an rezenten Beispielen (KLEBAHN 1896; STADNIKOFF 1930, S. 197/198) in der warmen Jahreszeit sich manchenorts massenhaft vermehren und eine zusammenhängende Schicht an der Wasseroberfläche bilden, die nach Absterben der Algen auf den Boden sinkt und mit dem Sediment vermengt wird. Der Zerfall dieser Organismen, der schon im sauerstoffreichen Wasser beginnt, führt zu Sauerstoffzehrung, dem Auftreten von Schwefelwasserstoff und Kohlendioxyd und von Methan. Die geschilderten Umstände entsprechen den Bildungsbedingungen der Gytija (vgl. KREJCI-GRAF 1962, S. 7/8).

Im Bildungsraum derartiger Faulschlammbildungen verschiebt sich der  $p_H$ -Wert des Mediums. Nach SZÁDECZKY-KARDOSS (1952, S. 170–173) liegt der  $p_H$ -Wert im Bereich  $p_H$  6–9, meist im basischen Bereich, der die Montmorillonitbildung begünstigt. Hinzu kommt noch, daß die niederen Pflanzen und Algen auf biochemischem Wege Magnesium anzureichern vermögen (RANKAMA & SAHAMA 1960, S. 452–453), wodurch im Ölschiefer auch ein hinreichendes Magnesium-Angebot für die Montmorillonitbildung gegeben ist. Auch das Vorkommen des Messelits, eines Kalzium-Magnesium-Eisen-Phosphats, zeigt an, daß Magnesium reichlich vorhanden gewesen ist.

Nach Abschluß der Faulschlamm sedimentation wurde durch erneute tektonische Bewegungen, die zur weiteren Absenkung des östlichen Teilgrabens<sup>3)</sup> führte, das Oberflächenrelief erneut erhöht. Das Abtragungsmaterial sammelte sich vor allem im östlichen Teilgraben an, wo die hangenden Tone entstanden, das jüngste Glied der Messeler Schichten. Ein Teil des Ölschiefers im stehengebliebenen westlichen Teilgraben wurde umgelagert. Sein Montmorillonit gelangte so in die hangenden Tone.

### 8. Zusammenfassung

In dem einen wichtigen Ausgangsmaterial der Messeler Schichten, in den Detritus-tonsteinen des Rotliegenden, sind authigene Tonminerale „Kaolinitkästen“ und „Kaolinit-Knäuel“ mit Illit-Zwischenlamellen festgestellt worden. Auch in den tonigen Schluffen im Liegenden des Ölschiefers, im untersten Glied der Messeler Schichten, ist Kaolinit das vorherrschende Tonmineral.

Im Ölschiefer herrscht hingegen Montmorillonit vor. Zwischen den Silikatschichten des Montmorillonits sind Bitumina eingelagert und setzen das Quellvermögen dieses Minerals deutlich herab. Es verliert sich vollkommen, wenn die Bitumina durch den Luftsauerstoff verändert werden. Als Ursache für das Vorherrschen des Montmorillonits werden die hohen  $p_H$ -Werte im Faulschlamm sowie das erhöhte Magnesium-Angebot als Folge biochemischer Anreicherung durch die niederen Pflanzen, besonders die Algen, angesehen.

<sup>3)</sup> Das Messeler Sedimentationsbecken besteht aus einem westlichen N–S verlaufenden und einem östlichen NNE–SSW verlaufenden Teilgraben (MATTHES, G.: Zur Tektonik des Ölschiefervorkommens von Messel bei Darmstadt; Vortrag anlässlich der Hauptversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft am 12. 9. 1962 in Frankfurt/Main).

Das jüngste Glied der Messeler Schichten, die hangenden Tone, ist infolge tektonischer Einwirkungen vor allem im Ostteil des Messeler Sedimentationsbeckens ausgebildet. In ihm sind Kaolinit und Montmorillonit etwa zu gleichen Teilen vertreten, gelegentlich überwiegt auch der Montmorillonit, der aus dem Ölschiefer der westlichen höheren Scholle stammt, die zur Bildungszeit der jüngeren Serie bereits abgetragen wurde.

## Schriftenverzeichnis

- DEER, W. A., HOWIE, R. A. & ZUSSMANN, J.: Rockforming Minerals, **3**, Sheet Silicates, 270 S., London (Longmans) 1962.
- ENGELHARDT, H.: Die alttertiäre Flora von Messel bei Darmstadt. — Abh. hess. geol. L.-A., **7**, S. 17–128, 40 Taf., Darmstadt 1922.
- GOLDSCHMIDT, V. M., KREJCI-GRAF, K. & WITTE, H.: Spurenelemente in Sedimenten. — Nachr. Akad. Wiss. Göttingen, math.-phys. Kl., S. 35–52, 1948.
- GUTHÖRL, A., HOEHNE, K. & SCHÜLLER, A.: Monographie der Saartonsteine. Teil I: Petrographie, Chemismus und Fazies der Tonsteine des Saargebietes. — Geologie, **5**, S. 695–755, 30 Abb., Berlin 1956.
- IMMEL, W.: Eintausch von Na-Ionen in Ca- und Ba-Bentonite, Deutung der viskosen Eigenschaften von Bentonensuspensionen, Montmorillonit im Messeler Ölschiefer. — 102 + 4 S., (Maschinenschr.), Diss., Darmstadt 1960.
- KLEBAHN, H.: Über Wasserblüte bildende Algen, insb. des Plöner Seengebietes und über das Vorkommen von Gasvacuolen bei den Phycochromaceen. — Forschber. biol. Stat. z. Plön, **4**, S. 189–206, Berlin 1896.
- KLEMM, G.: Geol. Kte. Großh. Hessen, Erl. Bl. Messel, **46** S., Darmstadt 1910.
- KREJCI-GRAF, K.: Über Bituminierung und Erdölentstehung. — Freib. Forschungsh., C. **123**, S. 5–33, 1962.
- NOLL, W.: Über die Bildungsbedingungen von Kaolin, Montmorillonit, Serizit, Pyrophyllit und Analcim. — Mineral. u. petrogr. Mitt. (N. F.) **48**, S. 210–247, Leipzig 1936. — Neuere Untersuchungen von Reaktionen in wasserhaltigen Silikatsystemen. — Die Chemie, **57**, S. 90–94, Berlin 1944.
- NÖRING, F.: Offene stratigraphische Fragen des Rotliegenden von Südwesthessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **83**, S. 157–166, Wiesbaden 1955.
- RANKAMA, K. & SAHAMA, TH. G.: Geochemistry. — 4. Aufl., 912 S., Chicago 1960.
- STADNIKOFF, G.: Die Entstehung von Kohle und Erdöl. — Brennstoff-Geologie, **5/6**, 254 S., Stuttgart (Enke) 1930.
- STRESE, H. & HOFMANN, U.: Synthese von Magnesium-Silikat-Gelen mit zweidimensional regelmäßiger Struktur. — Z. anorg. u. allgem. Chemie, **247**, S. 65–95, 4 Abb., Leipzig 1941.
- SZÁDECZKY-KAVROSS, E.: Szénközetan [Kohlenpetrographie]. — 315 S., 39 Abb., 63 Tab., 35 Taf., 7 farb. Taf., Budapest 1952.
- TOBIEN, H.: Die mitteleozäne Fossilfundstätte Messel bei Darmstadt. — Neue Beitr. z. Kenntnis der Mineral- u. Gesteinwelt des Odenwaldes. — Der Aufschluß, Sh. **2**, S. 87–101, Roßdorf b. Darmstadt 1955.
- WEITZEL, K.: *Amphiperca multiformis* n. g. n. sp. und *Thaumaturus intermedius* n. sp., Knochenfische aus dem Mitteleozän von Messel. — Notizbl. Ver. Erdk. u. Hess. geol. L.-A., (V) **14**, S. 89–97, 1 Taf., Darmstadt 1933.

Manuskript eingegangen am 2. 12. 1963

## Beiträge zur Petrogenese der Neunkircher Höhe (Odenwald)

Von

FRANZ TABORSZKY, Freiburg/Br.

Mit Tafel 10

Herrn Bergrat Professor Dr. WILHELM WAGNER zum 80. Geburtstag gewidmet

**Kurzfassung:** Das Massiv der Neunkircher Höhe (Odenwald), das früher als „flaseriger Granit“ betrachtet wurde, ist nach neueren gefügekundlichen Untersuchungen regionalmetamorph entstanden. Die vorliegenden geochemischen, erzmikroskopischen und Schwermineral-Untersuchungen stützen diese Deutung. Die fast vollständige Martitisierung der Magnetite, das Auftreten von zwei Apatitgenerationen, der Sulfatgehalt der Apatite und ihre ungewöhnliche Fluoreszenz weisen auf eine metamorphe Genese der fraglichen Gesteine hin.

**Abstract:** The metamorphic interpretation of the rocks of the Neunkircher Höhe (Odenwald, Germany) by petrofabric analyses is supported by geochemical, ore-microscopical and heavy mineral researches. The complete martitization of the magnetites, the appearance of two apatite generations, the sulfate content of the apatites and the uncommon fluorescence of the latter, point to a metamorphic origin of these rocks. The conception to interpret the mountain range of the Neunkircher Höhe as a granite with streaky structure is therefore not more tenable.

KLEMM (1918, 1933) und später auch ERDMANNSDÖRFFER (1949) haben das Massiv der Neunkircher Höhe als Flasergranit bezeichnet, bzw. später als Biotitgranit, der infolge einer synorogenen Intrusion geflasert sei. Die verbreitete schiefrige Textur ist als Folge von unresorbierten Schieferschollen gedeutet worden. KLEMM mußte folglich auch die Metamorphose der Rahmengesteine im Raum Gadernheim-Laudenau als Kontaktmetamorphose erklären. Diese Anschauung ist, zwischen anderen, durch die neueste Arbeit von BOSSDORF (1961) widerlegt und die Entstehung des Massivs der Neunkircher Höhe als regionalmetamorph erklärt worden.

BOSSDORF (1961) hat im Gegensatz zu ERDMANNSDÖRFFER (1949) durch gefügekundliche Untersuchungen festgestellt, daß auch im Neunkircher Massiv eine eindeutige Regelung mit variskischer Richtung dominiert, die mit derjenigen der südlichen Schieferzone übereinstimmt.

Demnach unterliegt dieses Massiv mit der Schieferhülle einem gemeinsamen variskischen Beanspruchungsplan. Ob schon einmal eine frühere Überprägung stattgefunden hat, kann man heute nicht mehr entscheiden. Nach BOSSDORF (1961) besteht innerhalb des untersuchten Gebietes eine vorkristalline bzw. parakristalline Deformation. Die Hauptkristallisation setzte also während bzw. nach der Deformation ein und wird durch eine in der Tiefe liegende, synorogene (auch durch NICKEL 1956 für den Knodener Kopf angenommene) Magmenintrusion hervorgerufen. Dies wird durch die Mikroklinblastese, Plagioklasblastese, Glimmerrekristallisation und durch das Auftreten von Gängen heller Gesteinstypen ohne Regelung (also jünger als die Deformation) bestätigt. Dazu zeigt sowohl das rein mikroskopische als auch das makroskopische Bild (Taf. 10 Fig. 1 und 2) eine eindeutige Gneistextur.

### Neue Beobachtungen zur Genese der Neunkircher Höhe

Bei der Bearbeitung einer geochemischen Frage an Schwermineralen des kristallinen Grundgebirges des Odenwaldes sind an Proben von der Neunkircher Höhe einige augenfällige mineralogische und geochemische Tatsachen festgestellt worden, die die Deutung der metamorphen Entstehung dieses Massivs unterstützen.

#### 1. Beobachtungen am *Martit*

Bei der Aufbereitung größerer Gesteinsproben der Neunkircher Höhe auf Schwerminerale (TABORSZKY 1962) ist eine nur schwach magnetische bzw. für den starken Handmagneten unmagnetische, schwarze Erzmineralfraktion angefallen. Im Stereomikroskop waren oft deutliche Oktaeder zu beobachten, die aber, auf der Porzellanplatte zerrieben, ein dunkelrot-braunes Pulver ergaben. Diese Tatsache legte eine Vermutung auf *Martit* nahe. Der Anschliff eines Körnerpräparates konnte dieses bestätigen (Taf. 10 Fig. 3). Die Röntgenaufnahme ergab ebenfalls Eisenglanzdiagramm.

Der ursprüngliche Magnetit kann entweder schon im Edukt vorhanden gewesen sein, oder, was wahrscheinlicher ist, er wurde bei der Regionalmetamorphose erst durch die reduzierende Wirkung der im Sediment enthaltenen organischen Reste aus primärem Roteisen oder Brauneisen gebildet. Dafür sprechen die durchweg blastisch-schwammige Struktur der *Martite* (Taf. 10 Fig. 3) und die gelegentlichen Graphitgehalte der Gesteine.

Nach RAMDOHR (1922, 1960) bildet sich Eisenglanz anscheinend nicht magmatisch. Als oberste Bildungsgrenze für Hämatit wird nach Laboratoriumsversuchen 600° bis 700 °C angegeben, wenn nicht  $\text{FeTiO}_3$ -reiche Mischkristalle vorliegen, die sich auch bei magmatischen Temperaturen bilden können.

An den eigenen Präparaten war im Anschliff keine Ilmenitentmischung festzustellen; eine Röntgenfluoreszenzanalyse von *Martiten* der Neunkircher Höhe ergab nur Spuren von Titan. Also ist hier auch diese Möglichkeit einer magmatischen Bildung ausgeschaltet.

Eine sichere Bildungstemperatur für die Martitisierung kann man nicht angeben. Meist wird sie durch postmagmatische ascendente thermale Tätigkeit verursacht und seltener durch deszendente, oxydierende Lösungen. Es ist nicht anzunehmen, daß die Martitisierung durch dieselben Lösungen hervorgerufen wurde, die die blastische Umkristallisation des Gesamtgesteins verursacht haben. Weiterhin kann man feststellen, daß in sulfidhaltigen Lösungen sich kein Martit bildet, da diese reduzierende Wirkung haben. Im vorliegenden Fall stimmt diese Tatsache gut mit der Beobachtung überein, daß weder in den aufbereiteten Schwermineralproben noch in den Gesteinsdünnschliffen der Neunkircher Höhe Sulfid beobachtet worden ist. Die Sulfatgehalte der Apatite (siehe weiter unten) sprechen ebenfalls dafür, daß die früher eventuell vorhandenen kleinen Sulfidgehalte durch oxydierende Lösungen zu Sulfat oxydiert worden sind.

Eine Martitisierung durch deszendente Lösungen ist unwahrscheinlich, da das Gestein relativ frisch und wenig zerklüftet ist.

## 2. Beobachtungen am Apatit

Die Apatite, die mit den Schwermineralen aus dem Muttergestein herausgetrennt worden sind, zeigen deutlich zwei Generationen (siehe Abb. 4). Auch BOSSDORF (1961, S. 399) hat in Dünnschliffen zwei Generationen festgestellt. Diese Beobachtung kann man schlecht mit einer echt magmatischen Bildung erklären. Die grob kristallisierte Generation (zahlenmäßig der kleinere Anteil) kann aus einer prämetamorphen Phase stammen, welche unter Benützung der Kristallreste bei der Umkristallisation weiter gewachsen ist, während die kleineren Apatite aus mobilisierten Lösungen von vielen neuen Keimzentren auskristallisiert wurden.

Alle die oben genannten Beobachtungen sprechen für eine starke Mobilisierung des Muttergesteins.

Es wurden noch zwei weitere Feststellungen an den Muttergesteinsapatiten gemacht, die auch für eine ungewöhnliche Entstehung sprechen. Erstens enthalten die Apatite der Neunkircher Höhe im Gegensatz zu den „echt magmatischen“ Apatiten der Odenwald-Plutone etwas Sulfat (es enthalten auch noch zwei andere Apatitproben Sulfat, aber diese stammen ebenfalls aus Gesteinen mit metamorphen Kennzeichen). Die bisher in der Literatur beschriebenen Sulfat-Apatite kommen alle aus metamorphen Gesteinen (McCONNEL 1937) oder aus Phosphoriten. Bei den Analysen von Phosphoriten ist es immer fraglich, wie weit die Sulfatgehalte bei der Feinkörnigkeit der Proben wirklich aus dem Apatitgitter stammen und nicht aus mechanischen Verunreinigungen wie zum Beispiel Gips, Baryt, usw. Zweitens sind die Apatite der Neunkircher Höhe die einzigen Apatite des Odenwaldes, die bei Zimmertemperatur im UV-Licht fluoreszieren. Aus dem Chemiesmus kann man die Fluoreszenz nicht erklären, da dieser bis auf den Sulfatgehalt nicht aus der Reihe der anderen Odenwälder Apatitanalysen fällt. In ein Fremdgitter eingebaute Sulfatgehalte sind aber bisher noch nie als Ursache einer Fluoreszenz beobachtet worden (siehe auch LIEBER 1957). Außerdem fluoreszieren die beiden anderen, oben genannten sulfathaltigen Apatitproben auch nicht. Man könnte die Ursache der Fluoreszenz darin suchen, daß

die Apatite der Neunkircher Höhe relativ viel Einschlüsse enthalten, die auf ein rasches Wachstum und damit auf ein gestörtes Gitter hindeuten, in das ohne weiteres Spuren von Aktivatoren eingebaut werden können, die weit unter der analytischen Grenze liegen.

Alle die hier gemachten Beobachtungen stützen die gefügekundlichen Feststellungen von BOSSDORF (1961) und weisen eindeutig darauf hin, daß man heute das Massiv der Neunkircher Höhe als einen Gneis betrachten kann.

#### Schriftenverzeichnis

- BOSSDORF, R. H.: Das Kristallin von Gadernheim und Laudenu im Odenwald. — N. Jb. Mineral. Abh., **95**, 370–419, 1961.
- ERDMANNSDÖRFFER, O. H.: Beiträge zur Petrographie des Odenwaldes 3; Über Flasergranite und Böllsteiner Gneis. — Sber. Heidelberg. Akad. Wiss., math.-nat. Kl. 2., Abh., 1–12, 1949.
- KLEMM, G.: Erl. geol. Kte. Großhzt. Hessen, Blatt Neunkirchen (81 S.) 1918, Blatt Lindenfels (55 S.) 1933. — Hess. geol. L.-A., Darmstadt.
- LIEBER, W.: Die Fluoreszenz von Mineralen. — 5. Sonderheft zur Z. „Der Aufschluss“, VFMG., Heidelberg (58 S.) 1957.
- MCCONNELL, D.: The substitution of  $\text{SiO}_4$ - and  $\text{SO}_4$ -groups for  $\text{PO}_4$ -groups in the apatite structure; Ellestadite, the end member. — Am. Miner., **22**, 977–986, 1937.
- NICKEL, E.: Phasenablauf und Tektogenese im Raume Knoden (Odenwald). — N. Jb. Mineral., Ab., **89**, 302–366, 1956.
- RAMDOHR, P.: Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. 1089 S., Akademie-Verlag Berlin 1960.
- RAMDOHR, P.: Beobachtungen an Magnetit, Ilmenit, Eisenglanz und Überlegungen über das System  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ . — N. Jb. Mineral., Beil., B. **54**, 320–379, 1926.
- TABORSZKY, F. K.: Die Geochemie des Apatits in Tiefengesteinen am Beispiel des Odenwaldes. — Beitr. Mineral. Petr., **8**, 354–392, 1962.

Manuskript eingegangen am 26. 5. 1964

## Über die Entstehung des „Calcit-Achats“

Von

ECKART WALGER, Kiel

Mit 1 Abbildung und den Tafeln 11 bis 12

Herrn Bergrat Professor Dr. WILHELM WAGNER zum 80. Geburtstag gewidmet

**Kurzfassung:** Die von O. M. REIS zuerst beschriebenen, sog. „Calcit-Achate“ sind Pseudomorphosen von Calcit nach Achat.

In den rotliegenden Basalt- und Andesit-Mandelsteinen des Pfälzer Berglandes entdeckte O. M. REIS bei seinen geologischen Kartierungsarbeiten, die ihn auch auf die Frage nach der Entstehung der Achat-Mandeln geführt hatten, eine sehr merkwürdige Art von Mandelfüllungen, die er als „Kalzitachat“ beschrieb (REIS 1916/17, 1918).

Ein Bruchstück einer derartigen Mandelfüllung (Taf. 11 Fig. 1) läßt zwei verschiedene Teilbarkeitssysteme erkennen: 1. eine schalige Teilbarkeit nach einem konzentrischen Lagengefüge, wie es vom Chalcedon-Achat bekannt ist; 2. eine Spaltbarkeit nach dem Grundrhomboeder eines rhomboedrischen Karbonats, die quer durch das ganze Lagengefüge hindurchsetzt. Diese Spaltbarkeit zeigt, daß das Stück einen Karbonat-Einkristall darstellt. Der Kern des Stückes jedoch besteht aus einem weißen, sehr porösen Chalcedon.

Das Karbonat ist Calcit (REIS 1916/17, S. 142-144), der jedoch hier wie bei allen Calcit-Achaten um 20 Gew. % feinst-disperses  $\text{SiO}_2$  enthält (REIS 1918, S. 29 Abschn. 4, S. 31 Abschn. 12).

Einen Dünnschliff durch dasselbe Stück, etwa parallel zu der auf Taf. 11 Fig. 1 sichtbaren Bruchfläche, zeigt Taf. 11 Fig. 2. Die Teilbarkeit nach dem Lagengefüge wird hier besonders deutlich durch die beim Decken des Dünnschliffs etwas verdrifteten Spaltstücke am unteren Bildrand. Man beachte das einheitliche Spaltriß-System des Calcits! Die ebenfalls sehr einheitliche Auslöschungslage läßt erkennen, daß die Abweichungen vom Einkristall nicht über eine gewisse Mosaikstruktur hinausgehen.

Die Grenze zwischen dem Calcit und dem Chalcedon im Kern des Stückes folgt nur stellenweise den Lagengrenzen, stellenweise setzt sie mit unregelmäßigem Verlauf darüber hinweg. Das Bild erweckt den Eindruck, der Calcit sei zungenförmig in den



Chalcedon eingedrungen. Die kleinen Inseln von Calcit im Chalcedon sind lediglich solche Zungen, die von der Schliffebene quer geschnitten wurden.

Auf Taf. 12 ist ein weiteres Bruchstück eines Calcit-Achats dargestellt, auf Fig. 1 im Anschliff, auf den Fig. 2–4 in einem zu diesem Anschliff parallelen Dünnschliff. Die Fig. 2 u. 4 geben den Dünnschliff in polarisiertem Licht bei verschiedener, zueinander senkrechter Lage der Schwingungsebene wieder, deren Spur jeweils durch eine Linie markiert ist. Sie zeigen die auffallende Erscheinung, daß der Calcit im Calcit-Achat einen starken Pleochroismus von hellbraunen nach dunkelbraunen Farbtönen besitzt. Ursache sind die den Calcit durchstäubenden  $\text{SiO}_2$ -Teilchen. Die von ihnen bewirkte Streuung und Extinktion ist abhängig von dem Brechzahlunterschied gegen ihr Einbettungsmittel, den hoch-doppelbrechenden Calcit, dessen Brechzahl mit der Schwingungsrichtung stark wechselt. Dazu kommt dann noch die aus dem gleichen Grund mit der Schwingungsrichtung deutlich wechselnde Streureflexion an der Grenzfläche Schliff-Kittmittel, die den an allen Karbonaten im Dünnschliff zu beobachtenden Pseudo-Dichroismus bedingt (TRÖGER 1955, S. 222). Diese Erscheinung ist in Abb. 7 u. 8 an dem klaren, nicht von  $\text{SiO}_2$  durchstäubten Calcit in den rechten oberen Bildecken ebenfalls erkennbar.

Nach freundlicher, brieflicher Mitteilung von Herrn Prof. Dr. BRAITSCH liegt das im pleochroitischen Calcit des Calcit-Achats enthaltene  $\text{SiO}_2$  in Form eines Chalcedon-Interngefüges vor, wie die röntgenographische Untersuchung zeigte (vgl. REIS 1918, S. 29, Abschn. 4).

Solcher „Calcit mit Chalcedon-Interngefüge“ werde kurz „Chalcedon-Calcit“ genannt („Feinquarz-Calcit“ REIS). Als „Calcit-Achat“ ist dann eine Mandelfüllung mit Achat-Textur zu bezeichnen, an deren Aufbau „Chalcedon-Calcit“ wesentlich beteiligt ist. Daneben kann aber auch Chalcedon in geringerer oder größerer Menge vorkommen. Weitaus die meisten Calcit-Achate sind solche „gemischten Calcit-Achate“, wie REIS sie nannte. Alle hier abgebildeten Beispiele gehören zu diesem Typ.

Außer reinem Chalcedon (und Quarz) ist am Aufbau der meisten Calcit-Achate auch noch reiner,  $\text{SiO}_2$ -freier Calcit beteiligt. Je nach seiner Stellung im Gefüge ist er jedoch ganz verschiedener Entstehung. Gerade die Verbands-Verhältnisse solchen Calcits sind für die Frage nach der Entstehung der Calcit-Achate besonders aufschlußreich, wie weiter unten gezeigt werden soll.

In Taf. 11 Fig. 6 ist ein senkrechter Längsschnitt durch die Mitte einer vollständigen Mandel von Calcit-Achat in natürlicher Orientierung als Dünnschliff dargestellt. Die äußersten, ältesten Lagen von Chalcedon-Calcit zeigen deutlich nierig-traubiges Wachstum, das kennzeichnende Merkmal der 1. Generation im Sinne von REIS. Die nach innen zu folgenden, jüngeren Lagen haben merklich glatteren Verlauf und gleichen die Unebenheiten ihrer Unterlage rasch aus. In diesen Chalcedon-Calcit 2. Generation ist eine sehr dünne Lage von Chalcedon eingeschaltet. Vom stumpfen Ende der Mandel aus ragt ein Büschel stengeliger Calcit-Kristalle in den ehemaligen Blasenraum hinein. Sein Wachstumszentrum sitzt der 1. Generation unmittelbar auf. Das ganze Büschel wird aber erst von den jüngsten Lagen der 2. Generation über-rindet. Der nach der Bildung der jüngsten Achat-Lagen verbliebene Raum wurde von Quarz gefüllt.

Die hier sehr deutlich ausgeprägte Gliederung in zwei Generationen mit den jeweils bezeichnenden Texturen ist das beständigste Merkmal im Aufbau der Mandeln von Chalcedon-Achat (REIS 1916/17, 1918) überhaupt. Das gleiche gilt jedoch auch für den Aufbau der Calcit-Achate!

Zwischen 1. und 2. Generation eingeschaltet treten in Chalcedon-Achaten nicht selten Calcit-Kristalle auf: „Zwischen-Calcit“ (REIS 1918, S. 31, Abschn. 14). Das Calcit-Büschel im hier vorliegenden Calcit-Achat wurde in der üblichen Stellung solchen „Zwischen-Calcits“ angelegt, sein Wachstum hielt dann aber länger an, als normalerweise bei den Chalcedon-Achaten, nämlich über den größten Teil der Bildungszeit der 2. Generation hinweg. Eine derart verlängerte Wachstumsperiode von Zwischen-Calcit wurde auch an anderen Calcit-Achaten beobachtet.

Im übrigen aber treten alle Textur-Eigentümlichkeiten, die vom Chalcedon-Achat her bekannt sind, auch am Calcit-Achat auf. Augenfällige Beispiele geben die auf Taf. 11 Fig. 6 u. 7 wiedergegebenen Mandeln.

Taf. 11 Fig. 5 stellt in einem stärker vergrößerten Ausschnitt aus einem Parallelschliff zu dem auf Fig. 6 wiedergegebenen das spitze, untere Ende der Mandel dar. Darin ist deutlich zu erkennen, daß in die wandständigen Lagen 2. Generation einzelne Horizontallagen diskordant eingeschaltet sind. Es liegt also eine Mandel vom Uruguay-Typ (WALGER 1954) vor, die hier aber aus Chalcedon-Calcit besteht!

Die auf Taf. 11 Fig. 7 als Dünnschliff dargestellte Mandel ist ebenfalls vom Uruguay-Typ. Auffallend ist der vielfache Wechsel von Lagen aus Chalcedon und aus Chalcedon-Calcit. Am stumpfen Ende der Mandel ist in typischer Weise die von den Chalcedon-Achaten her als „Einfluß-Kanal“ bekannte Textur entwickelt.

Einen zweiten, stärker vergrößerten Ausschnitt aus demselben Dünnschliff wie auf Taf. 11 Fig. 5 gibt Fig. 8 wieder. Er stammt vom oberen, stumpfen Ende der auf Taf. 11 Fig. 6 dargestellten Mandel. Rechts unten im Bild die Basis des Zwischen-Calcits, wo sie wegen dessen verlängerter Wachstumsperiode allmählich auf die auskeilenden Lagen von Chalcedon-Calcit 2. Generation übergreift. Deutlich von diesem Zwischen-Calcit getrennt, tritt hier aber außerdem ein ebenfalls klarer Calcit auf, der diskordant im Lagengefüge des Chalcedon-Calcits entwickelt ist. Feinste Verunreinigungen lassen darin noch den Verlauf des Achatgefüges wie ein Palimpsest durchschimmern. Solcher diskordanter Calcit ist es, den REIS (1916/17; 1918, S. 57 Abschn. 103, 106) im Gegensatz zu dem stets trüben Chalcedon-Calcit als „Klar-Calcit“ bezeichnet hat.

Dieser Klar-Calcit ist hier ohne Zweifel auf Kosten eines vorher vorhanden gewesenen Achat-Gefüges als Metablast gewachsen. Das grundsätzlich gleiche Bild findet man überall, wo Klar-Calcit im Calcit-Achat auftritt.

Im hier vorliegenden Fall ist der zum Altbestand gehörende, konkordant im Achat-Gefüge liegende Zwischen-Calcit von dem Kristalloblasten aus Klar-Calcit durch Relikte von Chalcedon-Calcit und durch ein schmales Band, das zahlreiche Quarzkörnchen enthält, deutlich getrennt. Nicht immer aber ist eine solche Trennung noch vorhanden, und dann entstehen sehr schwer zu entwirrende Strukturen, wie etwa an manchen Stellen in dem Beispiel, das auf Taf. 12 dargestellt ist.

Der auf Taf. 12 Fig. 1 wiedergegebene Anschließ zeigt die charakteristische Farbe des Chalcedon-Calcits: Rosa. Ausgedrückt in den Bezeichnungen der Rock Color

Chart (1951) schwankt sie etwa in dem Bereich 5 R 8/2–10 R 8/2–10 R 7/4 oder 10 R 8/2–5 YR 8/1–5 YR 6/1. Calcit erscheint in diesem Anschliff grau bis bläulich-grau. Er tritt darin in drei Generationen auf: 1. in Form idiomorpher Kristalle von skalenoeodrischem Habitus in den äußersten, ältesten Lagen der Mandel. Diese Kristalle gehören zur 1. Achat-Generation, da sie noch von Chalcedon-Calcit 1. Generation konkordant überrindet werden. Calcit in entsprechender Position ist auch in Chalcedon-Achaten nicht selten (REIS 1918, S. 29, Abschn. 4). 2. als büscheliger Aggregat stengeliger Kristalle in der Position des Zwischen-Calcits. 3. als Klar-Calcit diskordant mitten im Achatgefüge. Weiß erscheint auf Taf. 12 Fig. 1 ein sehr poröser Chalcedon, wie er auch den Kern des auf Taf. 11 Fig. 1 u. 2 dargestellten Stückes bildet. Dieser Chalcedon ist so porös, daß er an der Zunge klebt. Da er auch in Farbe und Festigkeit an Biskuit-Porzellan erinnert, sei er deshalb im folgenden als „Biskuit-Chalcedon“ bezeichnet.

Besser als im Anschliff läßt sich das recht verwickelte Gefüge dieses Stückes im Dünnschliff übersehen (Taf. 12 Fig. 2–4). Das stengelige Calcit-Aggregat links oben im Schliff ist Zwischen-Calcit, auch hier mit verlängerter Wachstumsperiode wie im Beispiel der Taf. 11 Fig. 6. Im vorliegenden Fall jedoch scheint dieses Aggregat von Zwischen-Calcit außerdem durch Klar-Calcit noch vergrößert worden zu sein, der nicht durch Relikte deutlich davon getrennt ist. Für eine eingehende Darstellung dieser recht verwickelten Verhältnisse würden mehr Bilder benötigt, als hier wiedergegeben werden können. Das Hauptaugenmerk sei hier auf die Klar-Calcit-Blasten in der Bildmitte gelenkt, die offensichtlich von dem Haarriß-System aus wuchsen, das die Mandel durchsetzt. Es hat den Anschein, daß diese Klar-Calcit-Blasten noch etwas jünger sind, als der Klar-Calcit, der als Ergänzung des Zwischen-Calcits auftritt.

Weiter erkennt man auf Taf. 12, daß da die Beziehungen zwischen dem Biskuit-Chalcedon und dem Chalcedon-Calcit von gleicher Art sind, wie im Beispiel der Taf. 11 Fig. 2. Diese Bilder drängen die Vorstellung auf, der Chalcedon-Calcit sei dadurch entstanden, daß Calcit den Chalcedon metasomatisch verdrängt habe bis auf das übrig gebliebene Chalcedon-Internegefüge.

Den Beweis dafür liefern Fälle, wo Chalcedon-Calcit von Haarrissen aus auf Kosten von Biskuit-Chalcedon entstanden ist, analog wie im oben vorgeführten Fall Klar-Calcit auf Kosten von Chalcedon-Calcit. Ein Beispiel dafür ist auf Taf. 11 Fig. 3 wiedergegeben. Der rosafarbene Chalcedon-Calcit erscheint im Bilde lichtgrau gegenüber dem weißen Biskuit-Chalcedon. Die Risse, von denen aus die Calcitisierung einsetzt, folgen teils den Lagenfugen, teils setzen sie quer darüber hinweg.

Warum in solchen „gemischten Calcit-Achaten“ diese oder jene Chalcedon-Lage von der Calcitisierung verschont blieb, oder warum ihr von ein und derselben Chalcedon-Lage nur der eine oder andere Abschnitt anheimfiel, ist noch unklar. Anscheinend sind winzigste Unterschiede in der Permeabilität des Chalcedons wirksam, die auf andere Weise nicht zum Vorschein kommen.

Der Calcitisierung fällt stets nur Biskuit-Chalcedon anheim, niemals dichter Chalcedon. Daß der Biskuit-Chalcedon aber nicht etwa nur ein aus dichtem Chalcedon durch irgendwelche Zersetzungs Vorgänge entstandenes Zwischenprodukt sein kann, zeigen Beispiele wie das auf Taf. 11 Fig. 4 wiedergegebene. Bei dieser Mandel liegt

weißer Biskuit-Chalcedon mit unregelmäßiger Grenze neben dunkler erscheinendem, dichtem Chalcedon. Am Boden der Mandel liegt eine Internbreccie aus Nebengesteins-Scherben, auf denen sich Rasen von Calcit-Kristallen mit skalenoeдрischem Habitus angesiedelt haben. Sie gehören zur 1. Achat-Generation wie die entsprechenden Calcit-Kristalle im Beispiel der Taf. 12. Wegen der Rotfärbung durch Alizarin-S-Lösung erscheinen diese Calcite in Taf. 11 Fig. 4 dunkel, ebenso wie der Calcit-Kristall, der den innersten Hohlraum der ehemaligen Druse füllt. Da die sehr zersetzungs-empfindlichen Calcit-Kristallrasen in gleicher Weise sowohl an dichten Chalcedon wie auch an Biskuit-Chalcedon grenzen, dabei aber völlig unversehrt sind, kann der die überrindende Biskuit-Chalcedon kein Umwandlungsprodukt des dichten Chalcedons sein.

Es bleibt danach nur der Schluß übrig, daß umgekehrt der dichte Chalcedon durch Einlagerung weiterer  $\text{SiO}_2$  aus Biskuit-Chalcedon hervorging, ganz analog, wie der Chalcedon-Calcit daraus durch metasomatisch wirkende Zufuhr von  $\text{CaCO}_3$  entstand. Der Klar-Calcit ist nach dieser Vorstellung nichts weiter als das reine Endprodukt dieses Calcitisierungs-Vorganges. Die im Schema der Abb. 1 ausgedrückte Hypothese, der hochporöse Biskuit-Chalcedon sei das Relikt einer Zwischenstufe, die bei der Chalcedon-Bildung stets durchlaufen wird, würde die sonst schwer verständliche Tatsache erklären, daß im Achat-Gefüge niemals Schrumpfrisse auftreten wie etwa in den sog. Septarien. Es wäre danach so, daß die Schrumpfung, die beim Umstehen der zunächst als Gallerte abgeschiedenen Kieselsäure zu Chalcedon eintreten muß, gleichmäßig auf die ganze Intergranulare verteilt würde.

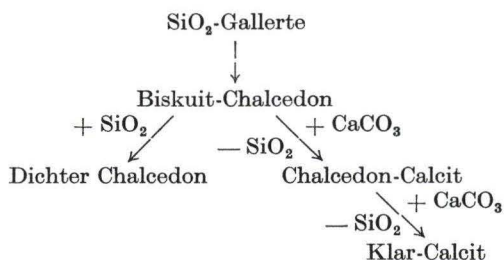


Abb. 1. Schema des vermuteten genetischen Zusammenhangs zwischen den kennzeichnenden Gefügebestandteilen von Chalcedon-Achat und Calcit-Achat.

O. M. REIS scheint sich zeitweise schon zu einer im wesentlichen gleichen Vorstellung gedrängt gefühlt zu haben (REIS 1916/17, S. 112 unten bis S. 114; Fußnote 1, S. 273), schließlich entschied er sich aber doch für eine andere Deutung. Er glaubte beobachtet zu haben, daß der Klar-Calcit stets auf deutlichen, zuweilen sogar mit Gefügedeformationen verknüpften Schrumpfrissen im Chalcedon-Calcit sitze. In dem beträchtlichen Schrumpfmaß des Chalcedon-Calcits, das dadurch angezeigt gewesen wäre, sah er einen wesentlichen Unterschied gegenüber Chalcedon. So gelangte er zu der Annahme, der Chalcedon-Calcit sei unmittelbar aus einer gemischten  $\text{CaCO}_3$  -  $\text{SiO}_2$ -Gallerte entstanden. REIS, der sich sonst immer wieder als sorgfältiger und zu-

verlässiger Beobachter erweist, hat sich jedoch bei der Beurteilung der Stellung des Klar-Calcits im Gefüge der Calcit-Achate offenbar getäuscht. Das mag z. T. daher kommen, daß er nur wenige Anschliffe und Dünnschliffe von Calcit-Achaten untersucht hatte, deren recht verwickelte Gefüge aber an den meist sehr unregelmäßigen natürlichen Bruchflächen kaum entwirrbar sind. Außerdem mag auch der Umstand mit im Spiele gewesen sein, daß sich REIS in der kritischen Auseinandersetzung mit der von R. E. LIESEGANG (1915) geäußerten „Pigmentdiffusions-Theorie“ der Achat-Bildung befand. Er mochte deshalb dazu geneigt haben, in den Calcit-Achaten eine selbständige, von den Chalcedon-Achaten klar verschiedene Achat-Species zu sehen, deren Bau mit der LIESEGANGSchen Hypothese unvereinbar war.

Wie oben zu zeigen versucht wurde, sind aber die Calcit-Achate nichts anderes als eine Art „Pseudomorphosen von Calcit nach Achat“ (WALGER 1961).

Daher können sie keine neuen, unabhängigen Argumente gegen die LIESEGANGSche Hypothese liefern. Indessen hat aber REIS schon von den Chalcedon-Achaten übergenug Beobachtungen beigebracht, an denen sie unwiderleglich scheitert (vgl. FISCHER 1954; WALGER 1954).

Wie die Mandelbildung in den rotliegenden Vulkaniten des Pfälzer Berglandes überhaupt, so dürfte auch die Calcitisierung des Biskuit-Chalcedons noch in der deuterischen Phase des Erstarrungsablaufs vor sich gegangen sein (WALGER 1958).

Außer in den rotliegenden Mandelsteinen aus dem Pfälzer Bergland wurde Chalcedon-Calcit auch in Mandeln der iotnischen „Öje-Diabase“ aus Dalarna in Mittelschweden beobachtet (WALGER 1963).

Darin fand sich außerdem noch ein bezeichnendes Analogon zum Chalcedon-Calcit. In einer Achat-Mandel aus solchem Öje-Diabas wurde Chalcedon von Prehnit mehr oder minder weitgehend metasomatisch verdrängt. Wo der Prehnit noch ein Chalcedon-Interngefüge als Relikt enthielt, zeigte er einen deutlichen Pleochroismus in bräunlichen Farbtönen, der dem des Chalcedon-Calcits sehr ähnlich ist.

Ein geschlossenes, widerspruchsfreies Bild von der Entstehung der Achat-Mandeln zu entwickeln, in das sich auch die oben besprochenen Zusammenhänge einfügen, bleibt als eine noch ungelöste Aufgabe weiter bestehen.

### Zusammenfassung

1. Calcit-Achate zeigen alle Textur-Merkmale, die auch von den Chalcedon-Achaten bekannt sind, bestehen aber in ihrer typischsten Ausbildung aus je einem Calcit-Einkristall mit mehr oder weniger ausgeprägter Mosaik-Struktur, dessen Spaltflächenscharen quer durch die Achat-Textur hindurchsetzen.
2. Der Calcit, aus dem die Calcit-Achate bestehen, enthält nach BRAITTSCH ein Chalcedon-Interngefüge mit einem Anteil von etwa 20 Gew.%. Solcher Calcit werde als „Chalcedon-Calcit“ bezeichnet. U. d. M. unterscheidet er sich von reinem Calcit durch die von dem Chalcedon-Interngefüge hervorgerufene Trübung und den ebenfalls dadurch bewirkten Pleochroismus.
3. Das Gefüge der Calcit-Achate zeigt, daß sie durch metasomatische Calcitisierung von Chalcedon-Achaten entstanden sein müssen. Das Chalcedon-Interngefüge im Chalcedon-Calcit ist demnach ein Relikt des Altbestandes.

4. Von der Calcitisierung wird stets nur ein weißer, hochporöser Chalcedon betroffen, der als „Biskuit-Chalcedon“ bezeichnet werde. Es wird gezeigt, daß solcher Biskuit-Chalcedon offenbar einen Übergangszustand darstellt, der beim Umstehen des zunächst abgeschiedenen Kieselsäure-Gels zu Chalcedon stets durchlaufen wird. Erst durch Einlagerung weiterer Kieselsäure scheint sich daraus der dichte Chalcedon zu entwickeln.
5. Wie die Mandelbildung in den rotliegenden Vulkaniten des Pfälzer Berglandes überhaupt, so dürfte auch die Calcitisierung des Biskuit-Chalcedons noch in der deuterischen Phase des Erstarrungsablaufs vor sich gegangen sein.

#### Schriftenverzeichnis

- FISCHER, W.: Zum Problem der Achatgenese. — N. Jb. Mineral., Abh., **86**, S. 367—392, Stuttgart 1954.
- LIESEGANG, R. E.: Die Achate. — 118 S., Dresden u. Leipzig 1915.
- REIS, O. M.: Einzelheiten über Bau und Entstehung von Enhydros, Kalzitachat und Achat. — 1. Teil: Geogn. Jh., **29/30**, S. 81—297, München 1916/17. 2. Teil: Geogn. Jh., **31**, S. 1—92, München 1918.
- ROCK COLOR CHART: Prepared by the ROCK COLOR CHART COMMITTEE. GODDARD, E. N. u. a.; Second printing, Geol. Soc. Amer., New York 1951.
- TRÖGER, W. E.: Optische Eigenschaften und Bestimmung der wichtigsten gesteinsbildenden Minerale. — in: Handb. d. Mikroskopie in der Technik (Herausg.: H. Freund), S. 51—319, Frankfurt a. M. 1955.
- WALGER, E.: Das Vorkommen von Uruguay-Achaten bei Flonheim in Rheinhessen, seine tektonische Auswertung und seine Bedeutung für die Frage nach der Achatbildung. Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F. **36**, S. 20—31, Stuttgart 1954.
- Über die postmagmatischen Umwandlungserscheinungen an den Melaphyren des Pfälzer Berglandes. — Unveröffentl. Inaug.-Diss., Freiburg i. Br. 1958.
- Zur Entstehung des Calcitachats (Vortragsref.). — Fortschr. Mineral., **39**, S. 360, Stuttgart 1961.
- Mandelstein-Geschiebe von der holsteinischen Ostseeküste mit Achatmandeln des Uruguay-Typs. — Meyniana, **13**, S. 97—107, Kiel 1963.

Manuskript eingegangen am 26. 5. 1964

# Basalt-Vulkanismus und Aquitan bei Allertshausen im Lumdatal nordöstlich von Gießen\*

Von

ERWIN SCHENK, Gießen

Mit 4 Abbildungen und Tafel 13

## Inhalt

|   |     |
|---|-----|
| 1. Überblick . . . . .                            | 223 |
| 2. Zur Hydrologie . . . . .                       | 224 |
| 3. Morphologie . . . . .                          | 224 |
| 4. Die vulkanische Decke . . . . .                | 228 |
| a) Die Gesteine . . . . .                         | 228 |
| b) Die Lagerungsverhältnisse . . . . .            | 229 |
| c) Das Alter der vulkanischen Tätigkeit . . . . . | 234 |
| 5. Das tertiäre Fundament . . . . .               | 235 |
| 6. Die Bohrung Allertshausen . . . . .            | 236 |
| a) Lage und Aufschluß . . . . .                   | 236 |
| b) Schichtenfolge . . . . .                       | 237 |
| c) Paläontologischer Inhalt . . . . .             | 238 |
| d) Beziehung zum Vulkanismus . . . . .            | 239 |
| 7. Die Schichtenfolgen an den Talhängen . . . . . | 240 |
| 8. Die tektonische Zerlegung . . . . .            | 245 |
| 9. Zusammenfassung . . . . .                      | 247 |
| Schriftenverzeichnis . . . . .                    | 248 |

## 1. Überblick

Im Frühjahr 1953 wurde bei Allertshausen, ungefähr 14 km nordöstlich von Gießen, eine Bohrung niedergebracht, die überraschenderweise eine beinahe 50 m mächtige kalkige Schichtenfolge des tertiären Sedimentsockels unter der vulkanischen Decke aufschloß. Dabei wurden Fossilien gefunden, die ihre Einordnung in das Aquitan

---

\*) Nr. 4 der Reihe: Tertiär, Vulkanismus und Tektonik im Mittleren Hessen.

ermöglichen. Die Bohrung hat diese Stufe erstmalig und zudem in großer Mächtigkeit im nördlichen basaltbedeckten Vogelsberg angetroffen. Sie hat deshalb als Verbindungsglied für die stratigraphische Einordnung der verschiedenen Tertiärfolgen im weiteren Gießener Raum und für die Datierung des Beginns der vulkanischen Tätigkeit im Vogelsberg und seine Vorgeschichte besonderen Aussagewert. Vulkanologisch ist dieses Gebiet außerdem dadurch wichtig, weil hier SCHOTTLER (1908 – 1937) die Mehrphasigkeit der magmatischen Abfolge entwickelte. Die Nachprüfung der Lagerungsverhältnisse in Verbindung mit morphologischen Untersuchungen und den Bohrerergebnissen führte jedoch zu einer neuen hier dargelegten Vorstellung von der vulkanischen Tätigkeit und vom Aufbau und der Lagerung der Basaltdecken.

## 2. Zur Hydrologie

Anlaß zu der Bohrung gab die Erweiterung der Wasserversorgung der Gemeinde Allertshausen. An der Untergrenze des Basalts nördlich und westlich von Allertshausen treten eine Anzahl Quellen auf. Sie sind auf zwei in ostwestlicher Richtung verlaufenden Linien angeordnet, von denen die obere die Basaltuntergrenze, die untere das Ausstreichen einer sandigen Folge kennzeichnet. Sie weisen auf schwerdurchlässige Unterlagen aus tertiären Sedimenten hin. Die Quellen westlich vom Ort „Im Bornfeld“ und „In der Kaulbach“ sind an die Basaltuntergrenze gebunden. Hier liegen auch die früheren Wassergewinnungsanlagen der Gemeinde. Sie bestehen aus Sickersträngen, die – nach hydrogeologischen Gesichtspunkten – in unzulänglicher Weise angelegt worden waren. Sie sollten die Grundwasserspense eines an sich für die Wasserversorgung des Ortes ausreichenden Niederschlagsgebietes auffangen. Aus Gründen der Hygiene mußte aber von Erweiterungen und Verbesserungen dieser Anlagen abgesehen und eine Bohrung vorgenommen werden. Sie gab den Einblick in die tertiäre Schichtenfolge des Untergrundes und erschloß die Wasserführung von Kalksteinen in der Tiefe. Eine zweite, aber weniger tiefe Bohrung wurde in der Nähe für eine Siedlerstelle niedergebracht und erschloß Wasser in zersetztem Basalt.

## 3. Morphologie

In Anbetracht der geologischen Verbindungen des Fundgebietes zu dem Tertiär im Norden, Westen und Süden dürfen die morphologischen Verknüpfungen, insbesondere mit dem nördlichen Hang des Lumdatales nicht übergangen werden.

Allertshausen (top. Karte 1:25000 Blatt Nr. 5319, Londorf) liegt in dem ungefähr O–W verlaufenden Abschnitt eines linken Nebentälchens der Lumda (Abb. 1). Das ganze Gebiet wird von einer präpleistozänen (pliozänen) Hochfläche in 300–320 m ü. NN überspannt. Kaulsköppel und westliche Köppernhöll nördlich der Ortschaft liegen in diesem Niveau. In sie ist das Tälchen im Bereich der Ortschaft in tief verwitterten und zersetzten „sauren“ Basalt (TRAPP nach SCHOTTLER, 1908) eingeschnitten. Die der Hochfläche aufsitzenden Basaltkuppen rings um die Ortschaft kulminieren zwischen 320 und 340 m über NN. Nördlich der Lumda liegen die Gipfflächen in 340 bis 360 m über NN und höher. Die sie überspannende Hochfläche fällt von Norden und Osten nach Allertshausen hin sanft ab und überschneidet die Steilkante



zwischen Nordeck und Londorf, die über einer Verebnungsfläche in rund 270 m über NN ansetzt. Bis über das Wiesektal hinaus und in den Raum von Gießen und nach Osten hin bis in das Gebiet des Seenbaches bestimmt diese präpleistozäne Hochfläche den Horizont der Landschaft.

Während die Talmulde östlich von Allertshausen mit 310 m ü. NN in die Hochfläche sanft eingebettet ist, senkt sie sich westlich von ihr ab bis ungefähr an die Untergrenze des Basaltes, und zwar zuerst allmählich bis auf 300 m ü. NN im Ort

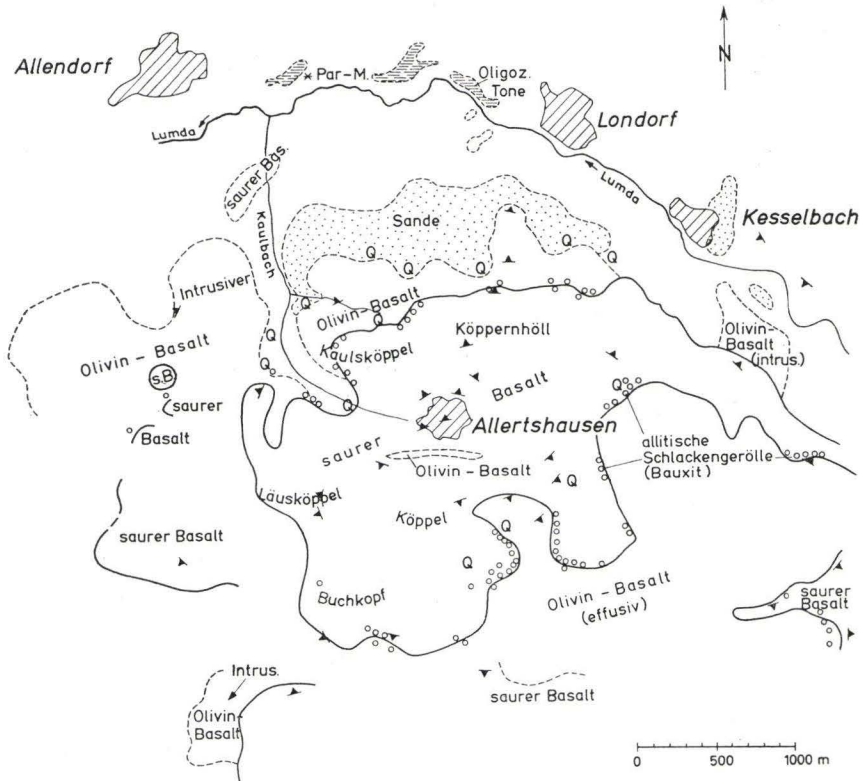


Abb. 1. Karte des Vulkangebietes von Allertshausen. Die Zeichen für Streichen und Fallen kennzeichnen die Lagerung der Basaltdecken nach Kompaßmessungen. Punktierte Flächen kennzeichnen die Verbreitung der Sande, kleine Kreise das Auftreten von Bauxitgeröllen aus der Schlackenhülle von Ergußdecken.

und dann stärker bis auf 270 und 260 m ü. NN in das Niveau der Verebnung bei Nordeck und Allendorf. Ein weiterer allmählicher Abfall auf 250 m ü. NN erfolgt bei der Einmündung des von Südwesten herkommenden Tälchens „In der Kaulbach“. Von hier aus ist der Wasserlauf schluchtartig bis auf 210 m ü. NN in den Südhang des Lumdatales als sogenannter Klingelbachgraben eingeschnitten. In 230–235 m ü. NN ist aber noch eine zweite kleine Gefällsstufe in der Sohle des Tälchens angedeutet. Sie entspricht der Böschung über den Hauptterrassen der Lumda, deren untere Stufe bei Staufenberg in 200–210 m ü. NN rund 40 m über der Lahntalaue liegt.

„In der Kaulbach“ wendet sich das Tal aus der SO–NW- in die N–S-Richtung um. In 200 m ü. NN mündet es in die Lumdataleue aus. Diese Höhenlage entspricht dem Niveau der unteren Lahn-Lumda-Hauptterrasse, während die obere bei Kesselbach in ungefähr 240 m ü. NN endet.

Der Hang des Lumdatales zwischen der Hochfläche bei Allertshausen in 300 bis 320 m ü. NN und der Lumdataleue in 200 m ü. NN ist gegliedert durch Verebnungsflächen, und zwar durch Terrassen in verschiedenen Höhenlagen. Sie liegen in ungefähr 260 m bis 270 m ü. NN, in rund 245 m und 230 m ü. NN sowie in 210 und 220 m ü. NN. Die Verebnungen in 260 und 270 m ü. NN sind die ältesten und durch Quarz- und Bauxitgerölle gekennzeichnete pleistozänen Terrassenreste. Östlich von

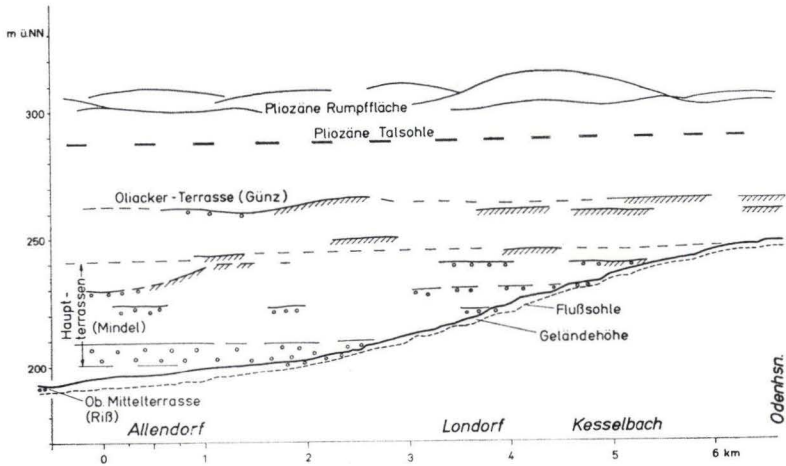


Abb. 2. Pliozäne Rumpffläche und pleistozäne Terrassen im Lumdatale zwischen Allendorf und Odenhausen.

Staufenberg laufen sie in die weite Oliackerfläche aus, rund 100 m über der Lumda- und Lahntaleue und ungefähr 60 m über der (unteren) Hauptterrasse. Am Nordhang des Lumdatales sind bei Londorf und Nordeck entsprechende Flächen entwickelt. Bauxitgerölle finden sich sowohl auf den 220 m (Hauptterrasse) und 260 m- (Oliackerterrasse) Flächen als auch auf der 300–320 m Hochfläche, doch scheinen Anreicherungen am Fuß der Hänge unter der Hochfläche, wie südöstlich von Nordeck, nordöstlich von Allertshausen und Kesselbach und östlich von Odenhausen („Am Stamm“), besonders kennzeichnend zu sein.

Auf den schotterreichen Hauptterrassen der Lumda von Geilshausen bis Lollar (200–240 m) sind die Bauxitgerölle allgemein weit verbreitet. Niveauunterschiede zwischen der Terrassenfläche nördlich und südlich der Lumda sind nicht zu erkennen (SCHENK 1964).

Die Talentwicklung der Lumda im Gebiet zwischen Nordeck-Londorf-Allertshausen fällt in die Zeit zwischen der Bildung der präpleistozänen (pliozänen) Hochfläche und der Hauptterrassen. Nur der engere Bereich der Taleue erfuhr noch geringfügige Eintiefungen nach der Hauptterrassenzeit. Sie betragen etwa 40 m. Dabei zeigt der Lumda-Talboden zwischen Odenhausen (dem Niveau des Auslaufs der Hauptterras-

sen in dem heutigen Talboden) und der Reitzen-Mühle bei Allendorf eine mehrfache Stufung durch die Mittelterrassen. Ihre Böschungen queren den Talboden, so daß der Fluß sowohl westlich und östlich von Londorf und bei Kesselbach stark erodierend über insgesamt 40 m hohe Stufen im Talboden herunterfällt. Kurze ruhige Abflußstrecken im heutigen Talboden sind eingeschaltet und kennzeichnen die Talböden der Mittelterrassenzeit, die zum Teil am Hang des Höhenrückens zwischen der Lumda und Allertshausen als Leisten entlangziehen.

Erst in einiger Entfernung oberhalb von Kesselbach erreicht die Lumda über weitere Stufen den höheren altpleistozänen Talboden in 280–290 m ü. NN. Er steigt dabei sehr flach und stetig auf bis an den Rand des Quellgebietes der Lumda in ungefähr 300 m ü. NN bei Atzenhain, d. h. in der präpleistozänen Rumpffläche.

In der 300–320 m Fläche ist zum Teil in ausgedehnten Gebieten, zum Teil in kleinen Abschnitten wie in der Umgebung von Allertshausen, eine tertiäre lateritische bzw. „allitische“ (HARRASSOWITZ) Verwitterungskruste erhalten. Sie ist jedoch keineswegs an die 300–320 m Fläche der jüngeren pliozänen Rumpffläche (HUMMEL 1940, SCHOTTLER 1937) gebunden, sondern liegt in verschiedenen Niveaus, steigt auf und ab und kennzeichnet damit jeweilige Reliefabschnitte zu Zeiten des tertiären Vulkanismus, insbesondere rot verwitterte Tuffoberflächen, wie in einer besonderen Studie gezeigt werden wird. Bei Allertshausen ist diese Verwitterungsrinde nur auf den sauren, viel Feldspat führenden Basalten und auf Tuffen erhalten, dagegen nicht mehr auf den basischen Basalten, die von den Hochflächen und Terrassen geschnitten werden. Wohl aber liegen solche Roterdedecken auch über basischen Basalten (z. B. im großen Steinbruch bei Kesselbach) im Untergrund.

Im Hinblick auf den Vulkanismus ist hervorzuheben, daß die gesamte pleistozäne Abtragung und Taleintiefung im Gebiet von Allertshausen von 300 m ü. NN bis auf rd. 190 m ü. NN (Felssohle im Lumdatal) reicht, also rd. 110 m beträgt, im Lahntal von der gleichen Hochfläche aus bis auf rd. 150 m ü. NN, d. h. ungefähr 150 m ausmacht. Die Basis des Tertiärs wird dabei bei Daubringen in ungefähr 205 m ü. NN geschnitten, bei Treis in rd. 190 m ü. NN (SCHENK 1960). Östlich von Treis liegt sie dagegen tief unter der Talsohle. Während die Basis des sedimentären Tertiärs nach Osten absinkt (stufenförmig, SCHENK 1960), steigt dagegen die Basis der vulkanischen Bildungen. Am Hangelstein liegt sie in rd. 210 m ü. NN, südlich von Daubringen-Mainzlar in etwa 240 m ü. NN. Bei Allendorf steigt sie nördlich der Lumda von ungefähr 200 auf 220 und 270 m ü. NN in NO-Richtung an, südlich der Lumda bis auf rd. 250 m ü. NN. Östlich von Kesselbach (Bohrung Odenhausen) liegt sie tief unter der Talsohle. Die Teilabschnitte geben also Anstiege des vorvulkanischen Reliefs nach NO und NW zu erkennen. Das Gesamtbild weist dagegen Versetzungen, Absenkungen gegen Osten hin auf, die postvulkanisches Alter haben.

Die Lage und Verbreitung der Terrassenflächen des Pleistozäns wiederum gibt offenbar keine bedeutungsvollen differenzierten Schollenbewegungen in der jüngsten erdgeschichtlichen Vergangenheit im Lumdatal bei Allertshausen zu erkennen. Die Schollen beiderseits des Tales haben anscheinend eine en-bloc-Hebung erfahren. Die in den Talbödenabschnitten auftretenden Stufen sind umlaufende Terrassenkanten und weder tektonische Böschungen noch Gesteinskanten. Eine Gliederung durch Rutschungen weisen aber die unteren Hangabschnitte zwischen Allendorf und Lon-

dorf auf. Sie liegen in tertiären Tonen, die von DIEFFENBACH (1868) und LUDWIG (1868) in das Oligozän eingestuft worden sind.

#### 4. Die vulkanische Decke

Die vulkanischen Gesteine dieses Gebietes, basische und saure Basalte sowie Tuffe, sind von SCHOTTLER (1908) beschrieben worden. LEINHOS (1953) hat sie im NW-Viertel des Blattes Londorf auskartiert (Abb. 1). Die eigenen Untersuchungen begannen bereits 1946 im Zusammenhang mit hydrogeologischen Arbeiten im Lumdatal. Spezielle Untersuchungen wurden 1952, 1956 und 1958 durchgeführt.

##### a) Die Gesteine

Der saure Basalt dieses Raumes, von SCHOTTLER (1913) als Trapp und von DIEFFENBACH (1868) als Dolerit kartiert, tritt in verschiedenen Varianten auf (SCHOTTLER 1908, S. 423 u. folg.) und dehnt sich aus von den Kuppen nördlich von Allertshausen über den Burghain (Sonnen-Berg), Rotenholz bei Beuren bis zum Brauschel, Reitz-Buseck und Oppenrod, wo er anschließt an das ausgedehnte „Trapp“-Gebiet südöstlich von Gießen.

Der Kaulsköppel und die Höhe gleich nördlich von Allertshausen zeigen schöne Aufschlüsse dieses Gesteins mit Chabasitdrusen. Auch südlich und südwestlich vom Ort ist es in den Wegen auf der Hochfläche und in Steinbrüchen aufgeschlossen. Der alte Steinbruch in der Zeiselbach, in dem blasenreicher nach Osten einfallender saurer Basalt mit vielen Feldspatleisten (Londorfer Ausbildung, SCHOTTLER 1908, 1937) aufgeschlossen ist, zeigt im Hangenden über einer Schlackenlage frischen basischen Basalt eines Lavastromes. Von dieser Lava ist auch eine Spalte im Trapp von oben her ausgefüllt.

Am Lausköppel südwestlich des Ortes sind in der Straßenkurve sehr blasenreiche Laven aufgeschlossen. Die Blasenräume und Klüfte sind zum Teil von gelblichen Gelen erfüllt. Lagen mit dichtem Gestein sind ihm eingeschaltet. Zonen mit feinen und groben Blasen kennzeichnen die Übergänge und Zusammengehörigkeit zu einzelnen dünnen Ergüssen mit rötlichen Oxydationsrinden, und schließlich liegt darüber die roterdige zum Teil gefrittete Verwitterungsrinde einer dünnen Tufflage. Bei den Straßenbauarbeiten 1963 waren hier Lavastrickbildungen zu beobachten.

Als mächtiger Gang mit ophitisch struiertem Gestein mit schwarzem Glas (SCHOTTLER 1908, S. 424) tritt der saure Basalt am Ziegenberg zwischen Allendorf und Allertshausen zu Tage. Eine große apophysenartige Abzweigung davon durchquert als lagerartige Intrusion die tertiären Tone und Sande im Klingelbachgraben, kurz bevor der Bach die Lumdatalaue erreicht. Seine Fortsetzung nach Süden steht im Tuff, der von basischem Basalt überlagert und durchbrochen ist und bis 1950 in einem alten Steinbruch mit schöner Schichtung unmittelbar südwestlich der neuen Siedlung in Allendorf aufgeschlossen war. In der Waldecke südlich dieser Siedlung wurde 1960/61 eine 80 m tiefe Bohrung zur Wassererschließung angesetzt, die ganz im Basalt einer Intrusion blieb.

Unter den basischen Basalten unterscheidet SCHOTTLER einen älteren porphyrischen und einen jüngeren körnigen Basalt. Darüber hinaus bestehen aber keine Unterschiede (SCHOTTLER 1908), ebensowenig im Verwitterungsgrad der Gesteine. Alle Gesteine sind fest und frisch und ohne Zersetzung. Sie haben oft fast keinen Feldspat, oft nur wenig und dann meist in Leisten, seltener als xenomorphe Füllmasse in kleinen Fetzen. Stets sind sie reich an farblosem Glas und an Olivin, der zudem in vielen kleinen und großen Knollen auftritt. Hieran und an seiner dunklen Farbe ist das Gestein rings um den Klöppel südlich und am Hang nördlich von Allertshausen leicht vom grauen, vielfach rötlichen, sauren Basalt zu unterscheiden. Unmittelbar südlich vom Ort zieht es in einem breiten O–W streichenden Gang (Abb. 1) mit plattiger Absonderung und kleinen Säulen durch den „Trapp“. Das Vorkommen bildet einen Steilhang gegen Allertshausen hin. Beim Ort ist das Gestein körnig entwickelt mit viel braunem Glas und wenig Feldspat (s. a. SCHOTTLER 1908, S. 379).

### b) Die Lagerungsverhältnisse

Die Aufschlüsse in und bei Allertshausen zeigen grauen, oft stark verwitterten und zersetzten feldspatreichen Basalt (TRAPP nach SCHOTTLER). Solch zersetzter Basalt ist gut im Steinbruch im Tälchen unmittelbar westlich der Ortschaft und nördlich der Flur „In der Kaulbach“ aufgeschlossen. Eine rote Verwitterungsrinde fehlt. Offenbar steht man in einem tieferen Teil dieses Basaltes, einem grauen blätterigen Zersatz (Taf. 13, Fig. 1). Völlig zersetzte grobe Basaltsäulen in Fächerstellung zerfallen in Kugeln mit noch relativ festem Kern. Der Basalt hat hier alle Kennzeichen der Zersetzung durch hydrothermale Einwirkung, die für Subfusionen typisch ist (SCHENK 1964).

Nur diese wenigen Aufschlüsse beim Ort haben keine Zeichen einer Lagerung, sei es durch Platten, Lagen, Verwitterungsschichten oder Tuffeinschaltungen. Alle anderen Aufschlüsse in der Umgebung von Allertshausen geben dagegen deutliche Lagerungserscheinungen zu erkennen.

Im Straßeneinschnitt südlich des Lausköppels ist über grauen, zersetzten und verwitterten, schlackigen und blasenreichen und festen, nach westlichen Richtungen mit 15° einfallenden Basaltlagen (TRAPP) die rote Verwitterung mit Frittierungserscheinungen schön aufgeschlossen. Weiter südwestlich folgt darüber fester, frischer basischer Basalt. Rot oxydierte Schlackenlagen waren in der Baugrube und im Rohrgraben bei der neuen Schule am nord-östlichen Ortsrand von Allertshausen als Einlagerungen in blasenreiche, plattige, geringmächtige Ergußlagen eingeschaltet. Sie fallen nach Norden hin ein. Rot oxydierte und allitisch verwitterte Ergußoberflächen mit Stromschlacken, Stricken und Wülsten sind ebenfalls im aufgelassenen Steinbruch nördlich der Flur Zeiselbach zu beobachten. Ähnliche Verhältnisse zeigt der Steinbruch unter dem Straßenknick nördlich Köppernhöll. Die Verwitterungsrinde ist hier von einem darüber liegenden Erguß (Taf. 13 Fig. 2) schwach gefrittet. — Das gleiche Bild bietet der neue Straßenabschnitt nördlich des Ortes. Die Basaltlagen fallen stark nach N und NW ein. Bauxitisierte Stromschlacken (Bauxitgerölle) und roter Boden an der Grenze von basischem zu saurem Basalt in den Äckern südlich Heckenfeld und nordöstlich von Köppernhöll, nordöstlich von Kaulköppel und

südlich von der Pumpstation im Straßengraben deuten das Vorhandensein der tertiären Verwitterungsrinde unter der Bodendecke an.

Den schönsten und lehrreichsten Aufschluß bieten die alten Steinbrüche am Steilhang nordöstlich des Melmes. Hier ist die Grenze zwischen basischem und saurem Basalt gut aufgeschlossen (Taf. 13 Fig. 3). Auf grob und unregelmäßig säulig abgesondertem saurem Basalt liegen die zugehörigen Schlacken des Stromes (Taf. 13 Fig. 4). Sie sind z. T. so stark bauxitisiert, daß es nicht möglich ist, sie von den Bauxitgeröllen in den Terrassenschottern der Lumda zu unterscheiden. Auf der 300 m Hochfläche über dem Steinbruch kann man den Ausbiß der Schlackelage an diesen „Geröllen“ verfolgen. Allem Anschein nach sind also solche Stromschlackenbänke, wie sie vielfach zwischen den Ergußdecken zu beobachten sind (bei Nordeck, Londorf, Odenhausen, Nrd.-Ohmen, Eichelsdorf u. a.), die Lieferanten der auf der präpleistozänen Hochfläche und den Flußterrassen weit verbreiteten Bauxitgerölle gewesen. Sie treten auch über der 300 bis 320 m Hochfläche auf und entfallen damit als Leitgestein für die Datierung der Hochflächen, wozu sie von HUMMEL (1940) benutzt wurden.

Die Zugehörigkeit der Schlacken zu dem sauren Basalt ergibt sich schon aus den Übergängen und der scharfen Grenze zu dem sie überlagernden plattigen basischen Basalt. Der saure Basalt wird nach oben hin zunehmend blasenreicher und grobblasiger. Die Absonderung in Säulen wird undeutlicher. Gelegentlich reichen sie in die Schlackenlagen als unabgegrenzte blasenreiche Masse hinein. Ihre Randzonen zeigen Risse, und ihre Oberflächen sind wulstig, wellig.

Die bis über 1 m mächtige Schlackenlage wird nach oben hin erdiger und dichter. Die damit gleichzeitig auftretende intensivere Rötung deutet auf eine Verwitterung nach dem Erguß des feldspatreichen und vor dem Erguß des Olivin-Basalt hin. Diesem fehlen die Basisschlacken. Sie scheinen durch die dünnplattige Absonderung vertreten zu sein.

Diese Befunde, die durch Beobachtungen in vielen anderen Aufschlüssen bestätigt sind, liefern Kriterien auch für die Deutung der Lagerungsbeziehungen zwischen dem basischen und sauren Basalt im engeren Gebiet von Allertshausen. Die Kuppen um Allertshausen bestehen aus frischem bzw. verwittertem und verhältnismäßig wenig zersetztem Gestein. An vielen Stellen rund um das Ortsgebiet tritt der saure Basalt in vielfach sehr blasenreichen Bänken, d. h. plattigen Absonderungen zutage, wie z. B. an und in den Wegen vom Ort nach Südosten, auf dem Köppel, Kaulsköppel und bei der Kirche sowie im Steinbruch nördlich Köppernhöll.

Die Basaltlagen und -decken fallen allseitig vom Ort weg. Sie haben dabei ein Einfallen von 5–20°. Die Lager des sauren Basalt bilden in ihrer Gemeinschaft dadurch ein großes Gewölbe (s. a. LEINHOS 1953), das vom Kaulbach im Westen bis in den Hertelschen Steinbruch im Lumdatal im Osten reicht. In Nord-Süd-Richtung reicht es vom Nordhang der Köppernhöll bis zum Oberlauf des Krebsbaches nordöstlich von Beuern. Die Kulmination liegt im südlichen Ortsteil von Allertshausen und im Köppel. Der hier grobsäulig abgesonderte Basalt am südlichen Talrand deutet durch seine Fächerstellung und seine eine Gewölbeform nachziehenden Fugen offensichtlich eine Lateralintrusion in der Nähe eines Förderschlot an. Mit Sicherheit aber ergibt sich ohnedies, daß die allseitig von Allertshausen und

dem Köppel wegfallenden Basaltlagen keiner Intrusion angehören und auch keinen Deckenergüssen, die einer etwa von N nach S abfallenden Landoberfläche entsprechen, wie das für die weitreichenden Ergußdecken SCHOTTLERS (1937) zu fordern ist. Sie stellen vielmehr örtlich begrenzte Lavaströme dar, die dem Gebiet von Allertshausen und dem Köppel entstammen und am weitesten wahrscheinlich nach Osten geflossen sind, ohne das Lumdatal zu überschreiten. Am östlichen und nördlichen Talhang treten nämlich schon die nach Norden, Süden und Südosten einfallenden Ergüsse des Vulkanes bei Nordeck und des Noll-Berges auf. Auch hier kulminieren die von den Gipfelgebieten fast allseitig abfallenden Lavadecken.

Höchst bemerkenswert sind die durch den Hertelschen Steinbruch (südlich von Kesselbach) (Abb. 3) geschaffenen Aufschlüsse. In der ungefähr 30 m hohen Südwestwand steht über der Sohle basischer Basalt mit über 10 m hohen mächtigen Säulen an.

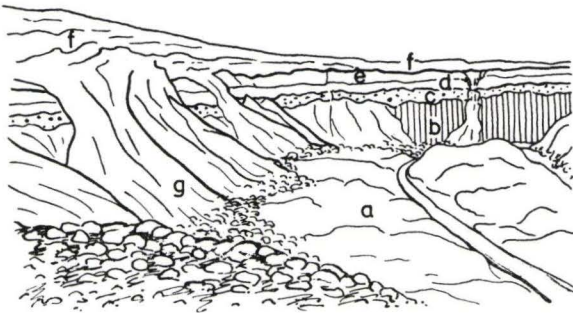


Abb. 3. Ehem. HERTEL'scher Steinbruch bei Kesselbach.

a = Steinbruchsohle (mit Fahrweg); b = Basaltsäulen der Intrusion (Subfusionslager); c = Subfusionsbreccie; d = Tuffschichten u. Lateritdecke; e = Basalschlacken der Trapp-Ergußdecke; f = (Trapp)-Basalt der Ergußdecke; g = Schutthalde.

In einer welligen Linie grenzen sie an gelbliche, graugrüne und rote tief zersetzte und gefrittete Tuffe und Tone, die überlagert sind von saurem Basalt in massiger, grobklüftiger und blockiger Absonderung und sehr blasenreichen Lagen mit rötlichen Oxydationszonen an der Basis. Am westlichen Rand dieses basischen Basaltkörpers findet man reichlich in roten Tuffzersatz und rot gefrittete Tone eingewickelte Basaltkugeln mit glasiger rissiger Rinde. KLÜPFEL hatte sie bereits vor Jahren entdeckt und richtig gedeutet. Bei einer gemeinsamen Exkursion mit den Herren HENTSCHEL und KLÜPFEL konnten die Befunde bestätigt werden. Es sind Pillows, die in der hangenden Grenzzone einer Intrusion, in den roten Tuffen und Tonen entstanden sind.

Unter der Sohle des Steinbruches wurde im Pumpensumpf bereits das sedimentäre Tertiär angetroffen. Es liegt in ungefähr 235–240 m ü. NN. Gegenüber dem stark zersetzten sauren Basalt im oberen Teil des Steinbruches ist der basische Basalt — abgesehen von den Grenzzonen im Liegenden und Hangenden — frisch und fest. Seine Grenze gegen das Hangende ist sehr deutlich, obwohl festes Gestein nur in Blöcken oder Schollen auftritt. Die Deformationen gegen das Hangende erweisen seine Platznahme durch Intrusion, so daß die von KLÜPFEL vor etlichen Jahren schon an Ort

und Stelle gegebene Deutung zu bestätigen ist. Als typisch dafür erscheint auch die säulige Absonderung ohne eigentliche Plattung im Kontakt gegen das Liegende und Hangende. Sie ist von der säuligen Absonderung jedenfalls ganz überprägt und in ihr durch zunehmende Abstände der Querfugen mit der Entfernung vom Kontakt angedeutet. Beobachtungen an zweifelsfreien Intrusionen (SCHENK 1964) erhärten diese Deutung.

Derselbe Basalt tritt auf den Höhen südlich von Allertshausen über dem sauren Basalt und am Hang nördlich von Allertshausen – den morphologischen Verhältnissen nach – unter dem sauren Basalt zutage. Östlich von Allertshausen tritt er im Hertelschen Steinbruch über tertiärem weißem Ton und Sand und unter dem sauren Basalt als ein seitlich – vermutlich nach Norden – von der gleichen Förderpalte durchgedrungenes Intrusivlager, in der Zeiselbach und im Heckenfeld sowie nördlich der Höhe Melmes aber als Lavastrom über dem sauren Basalt zutage. Diese Ergußlagen haben ein Gefälle nach Osten und Südosten.

Die Lagerungsbeziehung des basischen Basaltes zum sauren ist nordwestlich und südlich von Allertshausen nicht klar zu erkennen. Zwei Möglichkeiten der Deutung stehen offen: Sein Auftreten kann auf eine Subfusion, d. h. eine Unterfahrung der Decken des sauren Basaltes zurückgeführt oder als Rest von Ergußdecken, die vom höheren Hang heruntergekommen sind, erklärt werden. Eine dritte Möglichkeit – die von SCHOTTLER (1908/1913) konstruierte – entfällt bereits aufgrund der tatsächlichen Lagerungsbeziehungen und der Gleichheit der Basalte im Osten, Norden und Südosten von Allertshausen. Gegen eine Deutung als Subfusion spricht das Ergebnis der Bohrung (s. S. 237). Es wurde in ihr kein Basalt angetroffen, sondern nur stark zersetzte Tuffe, die vermutlich dem älteren sauren Basalt zugehören. Daß das Tälchen bereits primär die Basalte nördlich und südlich der Kaulbach getrennt hat, ist unwahrscheinlich. Auch hier ist der Grenzverlauf zwischen dem basischen und sauren Basalt mehr durch die morphologische Entwicklung bestimmt als durch die tatsächlichen Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit der zersetzten und festen Gesteine. Es ist dabei auffallend und hervorzuheben, daß – besonders deutlich zum Lumdatal hin und im Süden – die Höhen aus basischem Basalt sich zu einem äußeren Ring ordnen, der ein Zentralgebiet mit dem sauren Basalt des Ortsgebietes umrahmt.

Zweifelsohne hat der Schutt an den Böschungen zwischen der präpleistozänen Hochfläche in 300 m ü. NN und der pleistozänen 279 m Terrasse die tatsächliche Grenze zwischen basischem und saurem Basalt überdeckt. Im Graben längs der Straße von Allertshausen nach Allendorf waren aber z. Z. der Bohrung deutlich Schlacken und eine rote Verwitterungszone von mehreren Metern Mächtigkeit zu erkennen. Bauxitgerölle, wie sie der Aufschluß nördlich des Melmes und in der Zeiselbach in der Schlackendecke des sauren Basaltes enthält, lassen sich ebenfalls am Nordhang des Kaulsköppels und der Köppernhöll bis in das Tälchen nordöstlich dieser Höhe sammeln.

An der Straße von Allertshausen nach Londorf sieht man in dem frischen Anschnitt basischen Basalt über einer Roterdeschicht auf Trapp die Grenze gut aufgeschlossen. Sowohl die Basaltlagen als auch der Tuff bzw. die Roterde fallen nach Norden ein. Dasselbe Bild bietet sich im Steinbruch nördlich des Straßenknicks, so daß der



Rücken des Köppernhöll als Rest einer mächtigen nach NO fallenden Decke erscheint. All diese Befunde sprechen dafür, daß der basische Basalt nördlich und östlich von Allertshausen sich als Lavastrom über den Hang des vulkanischen Kegels aus Tuff und saurem Basalt ergossen hat. Viel tiefer als seine heutige Nordgrenze angibt, wird er kaum gereicht haben, denn auch in der nördlichen Talseite der Lumda reicht der Basalt nur bis in ungefähr 240 m ü. NN. Dieses Niveau dürfte für dieses Gebiet die Höhenlage der Talsohle zur Zeit der vulkanischen Tätigkeit kennzeichnen. Auch die Feststellungen im Hertelschen Steinbruch sprechen hierfür. Die tiefere Lage des Basaltes (TRAPP) am Ziegenberg, der vom Klingenbach an der Talmündung angeschnitten ist, spricht als Gangausfüllung oder Förderschlot ohnehin nicht dagegen.

Das im kleinen Steinbruch nördlich des Knickes der Straße von Allertshausen nach Londorf und im Straßeneinschnitt südlich Köppernhöll noch unter der Grenze des basischen Basaltes in der Neigung der Lava- und Schlackendecken meßbare Hanggefälle von 10–20° kennzeichnet die Neigung des Hanges zur Zeit der basischen Ergüsse (Taf. 13 Fig. 2). — Durch die heutigen Hänge wird es geschnitten, so daß das Verbreitungsgebiet der basischen Basalte nur die Ausstrichbreite geneigter Deckenreste angibt. Ihre Mächtigkeit kann nicht sehr groß gewesen sein, denn südlich der Flur Engelrod hat der schräg angeschnittene basische Basalt nur etwa 100 m Ausstrichbreite. Auch den Höhenlinien nach ist seine Mächtigkeit verhältnismäßig gering.

Diese Feststellungen entsprechen auch den Beobachtungen im Süden und Osten von Allertshausen. Der breite Ausstrich des basischen Basaltes vom Heckenfeld bis Geilshausen besteht nicht aus einem Lavastrom, sondern aus mehreren nach Osten einfallenden Ergußlagen, wie in den Steinbrüchen und Wegeinschnitten westlich von Geilshausen zu sehen ist. Im Ort wurde der ältere Basalt unter einer mächtigen Tuffdecke erbahrt. Im Tälchen zwischen Buchkopf und Ammenhäuserhecke fällt die Grenzfläche zwischen saurem und basischem Basalt mit ungefähr 15° nach Süden. Am südöstlichen Hang des Buchkopfes ist der nach Südosten fallende basische Basalt aufgeschlossen (Taf. 13 Fig. 5). Schließlich tritt im Langebruch nördlich von Beuern ein nach Nord-Nordosten zu verfolgender basischer Basalt mit seinen Subfusionsschlacken in den mächtigen von Roterde und saurem Basalt (Trapp) überlagerten Tuffen auf. Blickt man nach Norden auf die Steinbruchswand, so erkennt man einen zentralen Kern mit säulenförmigen steilen Absonderungsbündeln und in der westlichen Flanke grob geschichtete Schlacken mit Taschen aus Roterde im Hangenden. Auch an der östlichen Flanke sind solche Schlacken zu beobachten. Mit Apophysen ist die Lava in die Schlacken eingedrungen, wie auch an der Straße südlich vom Steinbruch zu sehen ist. Im Osten grenzt der basische Basalt offenbar scharf an den sauren Basalt. Die plattige Absonderung des im Steinbruch dort aufgeschlossenen basischen Basaltes steht steil. Berücksichtigt man, daß sedimentäres Tertiär bereits dicht unter dem Talboden liegt, Tuffe und Roterdedecken westlich des Tälchens im Hangenden liegen, so liegt es nahe, das Vorkommen als Subeffusion, d. h. als Quellgebiet eines Lavastromes anzusprechen (Taf. 13 Abb. 5).

Zwischen Allendorf und Beuern liegen Tuffe und Basalt auf den nach Westen geneigten Oberflächen des sauren Basaltes. Die Herkunft des basischen Basaltes ist

angedeutet in dem O–W streichenden, mindestens 650 m langen und wohl bis zu 30 m breiten Gang inmitten des sauren Basaltes in der Höhe südlich des Ortes. Am Steilhang im Wald über der Straße und am Feldweg im Westen ist er mit mehr als 80° Einfallen nach Norden stellenweise aufgeschlossen. Hier darf man eine Förderspalt annehmen, von der auch die lagenartigen Intrusionen (Subfusionen) ausgehen könnten.

Betrachtet man den Trapp in Allertshausen an der Straße nach Allendorf und bis zum Köppel als Ausfüllung einer Förderspalt, so erscheint der Gang des basischen Basaltes als zweiter Durchbruch in der primären Förderspalte. Der bisher verwickelt erscheinende und sehr umstrittene vulkanische Bau des Gebietes enthüllt sich so als einfach und klar durch den Nachweis des vulkanischen Reliefs zur Zeit der Ergüsse. Die Abtragung und Einrumpfung ging darüber hinweg, so daß wir heute bei Allertshausen in dem tiefliegenden Horizontalschnitt durch einen einstmals wesentlich höheren Vulkan stehen (Abb. 4).

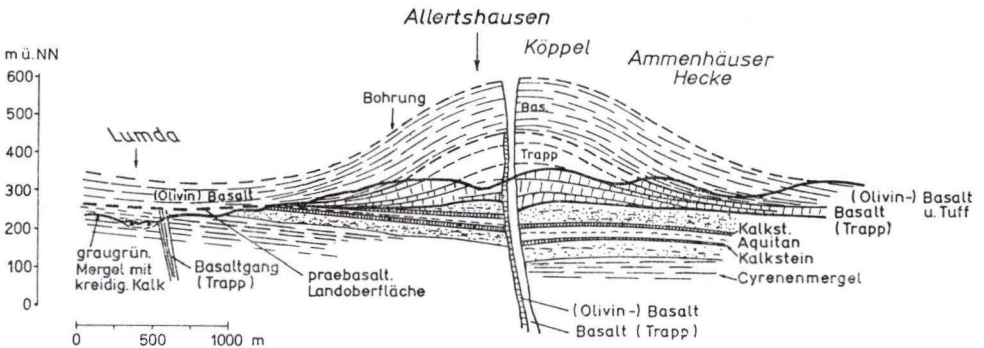


Abb. 4. Rekonstruktion des Vulkans von Allertshausen zur Erklärung der scheinbaren Wechselfolge von Basalt und Trapp.

### c) Das Alter der vulkanischen Tätigkeit

Den beschriebenen Lagebeziehungen nach ist der basische Basalt überall eindeutig jünger als der saure Basalt (Trapp.) Nirgendwo ist zu beobachten, daß saurer Basalt den basischen durchbrochen hat, dagegen immer wieder, daß basischer Basalt den sauren durchsetzt, unterfährt oder überlagert hat. Darauf hat auch KLÜPFEL schon hingewiesen. Chemisch steht der basische Basalt von Allertshausen dem  $\text{SiO}_2$ -Gehalt nach (SCHOTTLER 1908) an den Enden der Differentiationsreihe sauer-basisch. Da im Chemismus der verschiedenen Vorkommen im Hangenden und Liegenden des sauren Basaltes keine Unterschiede bestehen (STRENG 1888, S. 217; SCHOTTLER 1908, S. 477 und 478), lassen sich die geringen petrographischen Differenzierungen leicht auf örtliche Bedingungen der Erstarrung zurückführen. Offensichtlich benutzte der basische Basalt als Aufstiegsweg auch denselben Schlot und dieselben Spalten wie der saure Basalt, wodurch dieser die intensive hydrothermale Zersetzung erlitt.

SCHOTTLER hat auf Grund der an den Talhängen – also der Höhenlage nach – zu beobachtenden Folge: basischer Basalt zutiefst, darüber saurer Basalt (TRAPP) und,

diesen überlagernd, basischer Basalt und über diesem an anderen Stellen nochmals das Auftreten von saurem Basalt, die 4-, später 6fache Phasenfolge des Basaltvulkanismus (SCHOTTLER 1937) im Vogelsberg aufgestellt. Die Lagerungsverhältnisse, Petrographie und Chemismus der Gesteine im Gebiet von Allertshausen, das Ausgangspunkt für die von SCHOTTLER (1908) entwickelten Vorstellungen vom Bau des Vulkangebietes war und wie Londorf und Nordeck als klassisches Gebiet der Gliederung der vulkanischen Tätigkeit gilt, zeigen aber, daß nur zwei Phasen zu erkennen sind: eine ältere mit sauren, reichlich Feldspat führenden Basaltgesteinen und eine jüngere mit basischen feldspatarmen Gesteinen einerseits und auffallendem Olivinreichtum andererseits.

Dazwischen liegen, wie die Aufschlüsse beweisen, im ganzen Vogelsberg immer wieder Roterde bildende Verwitterungsperioden, in denen auch Tuffe abgelagert wurden und die lange gedauert haben dürften.

Der basische Vulkanismus hat nicht nur seine Laven auf diese roten tonigen Landoberflächen fließen lassen und damit die älteren sauren Basaltgesteine überdeckt und durchbrochen, sondern diese auch unterfahren.

Der Fund des Zahnes von *Mastodon angustidens* im „Trapp“ von Nordeck (SCHOTTLER 1902) und die Fauna vom Preul bei Echzell aus der Übergangszeit Burdigalhelvet (TOBIEN 1955) sichern hier ein wohl noch mittelmiozänes Alter des Vulkanismus mit sauren Laven. Sein Beginn mit Tuffen konnte in der Wetterau als spät-aquitane (Corbicula-Hydrobienzeit) festgestellt werden (SCHENK 1957), so daß wir heute für die tertiäre Schichtenfolge unter dem vulkanischen Aufbau einen altersmäßig definierten Abschluß haben. Im Norden und Nordwesten fehlte er bis jetzt. Hier hat der basische Vulkanismus nach den Faunen von Climbach und Homberg/Ohm u. a. obermiozänes Alter (Torton nach WENZ, SCHOTTLER 1913, HUMMEL u. KLÜPFEL). Die Bohrung Allertshausen ergab nun, daß der ältere Basalt nicht nur auf oligozänen Schichten liegt wie bei Gießen, Ebsdorf und Leidenhofen, sondern auch auf Aquitan.

## 5. Das tertiäre Fundament

Nach diesen Feststellungen haben wir bei Allertshausen ein von Tuffen und dann von älterem saurem und jüngerem basischem Basalt intrudiertes und übergossenes tertiäres Gebirgsfundament vorliegen. Durch die pleistozäne Eintiefung der Lumda von rund 300 m auf 190 m über NN ist es an den Talhängen auf der ungefähr 7 km langen Strecke von Kesselbach bis Treis teilweise aufgeschlossen. Bei und westlich von Treis liegen Tone, Sande, Kiese und Quarzite über dem Buntsandstein und Paläozoikum (SCHENK 1961). Auch östlich von Treis treten unter der allgemein nicht geringen Lößlehmdecke an zahlreichen Stellen verschiedenfarbige, meist hellgraue Tone, Sande mit Quarziten und Kiesen zutage. Fossilien sind in ihnen bisher nicht gefunden worden. SCHOTTLER (1913) hat die ganze von LUDWIG und DIEFFENBACH (1870) zum Oligozän gerechnete Folge, ebenso wie die Vorkommen im Gießener Becken, in das Miozän gestellt, da eine Unterteilung nicht möglich schien.

Nach KLÜPFEL (1932 und 1939) stellt die im Lumdatal aufgeschlossene, etwa 80 m mächtige Schichtenfolge die „Hangelsteinserie“ dar, die von ihm zum Helvet gestellt

wird. Eine neuere Untersuchung, die den Ansichten KLÜPFELS folgt, liegt von LEINHOS (1953) als Kartierbericht vor. Darin sind u. a. die Schichten am Nord- und Südhang des Lumdatales von Nordeck bis Allertshausen gleichgestellt worden. Diese „helvetische Hangelsteinserie“, die auch unter dem Basalt des Hangelsteins und über dem bei Wieseck erbohrten Cyrenenmergel liegt, soll auch im Lumdatal bei Allertshausen und Nordeck das Fundament der Basaltdecke des Vogelsberges bilden.

Obermiozäne Bildungen zwischen und über der Basaltdecke sind bei Climbach bekannt geworden (SCHOTTLER 1913, WENZ 1922, HUMMEL u. WENZ 1924). Die Folge unmittelbar unter den Basaltdecken dieses Gebietes ist im übrigen bisher nur durch eine Bohrung bei Winnen bekannt (BODENBENDER 1855). BODENBENDER stellte sie in das Untermiozän. Sie enthält ein Kalksteinlager, das nordwestlich von Allendorf bei Schürfungen nach Wasser offenbar wieder gefunden worden ist (SCHOTTLER 1912).

Kalksteine treten ebenfalls über einer sandig-tonigen Folge am Nordhang des vulkanischen Höhenzuges von Nordeck-Winnen unter dem Basalt des Leidenhöfer Kopfes auf.

PAECKELMANN-KAYSER (1915) haben sie ins Obermiozän gestellt, das über dem Eo-Oligozän des Ebsdorfer Grundes liegen soll. GRAMANN (1958) hat hier Oligozän (Cyrenenmergel) nachgewiesen, das KLÜPFEL früher durch Foraminiferenfunde festgestellt hatte. Nach den Bohrungen bei Homberg (1951), Dannenrod (1953) und Wahlen (1955) folgt auf den Buntsandstein des Ohmtales – von BLANCKENHORN (1930) ins Eo-Oligozän gestellt! – und auf den Muschelkalk bei Wahlen (SCHENK 1961 a) ebenso wie im unteren Lumdatal (SCHENK 1961 b) unteroligozäner Sand und Quarzit, darüber Melanien- und Rupelton, wie unter dem Basalt bei Alsfeld und Ruhlkirchen (DIEHL 1926). Nördlich von Winnen, am Hang zum Ebsdorfer Grund, liegt aber noch eine Folge mit Tonen, Sanden und Kiesen über dem Rupelton und unter dem Basalt. Das ist das Normalprofil, das in das Niederhessische Becken überleitet und von GRAMANN (1958) inzwischen bekanntgemacht worden ist.

Bei Treis an der Lumda treten nur die Quarzitsande über dem (Mittleren) Buntsandstein zutage. Weiter westlich folgt die „Hangelsteinserie“ über dem Cyrenenmergel von Wieseck. Auch unter den Basalten der Seift, östlich von Ebsdorf, wurde von BLANCKENHORN (1931) der Rupelton nachgewiesen. Bis in das Gebiet von Homberg/Ohm läßt er sich ebenso wie der frühere „untere“ Melanienton – mit Kalksteinbänken – verfolgen (STOLTZ 1927). An der südlichen Grenze dieser Basaltdecke im Lumdatal wurde diese Folge bisher nicht gefunden. Hier tritt vielmehr nach KLÜPFEL (1941) und LEINHOS (1953) die „Hangelsteinserie“ auf mit der rund 3 m starken Kalkbank in der Bohrung Winnen. Durch die Bohrung Allertshausen mit einer kalkigen Folge von mindestens 50 m erscheinen die Verhältnisse nun noch verwickelter.

## 6. Die Bohrung Allertshausen

### a) Lage und Aufschluß

Die Bohrung wurde angesetzt bei der Pumpstation in der Flur „In der Kaulbach“, also dicht an der Basis des Basaltes. Ihre Lage ist in der topographischen Karte

durch die Gitterwerte Rechts 348854 – Hoch 561400 gekennzeichnet. Sie sollte die Wasserführung der aus früheren Schürfvorsuchen und durch Sandgruben am Hang zum Lumdatal bekannten Sand- und Kiessichten erschließen. Da ihre Ergiebigkeit aber nicht zu genügen schien, wurde die Bohrung bis auf 60 m vertieft. Die Ansatzstelle liegt in ungefähr 257 m ü. NN. Die Brunnensohle liegt also bei rund 197 m ü. NN, d. i. ungefähr im Niveau des Lumdatales bei der Pirmühle, aber schon 40 m unter der Lumdatalsohle bei Bahnhof Kesselbach (240 m ü. NN). Dort wurden im Hertelschen Steinbruch unter dem basischen Basalt, der als Intrusion zwischen der tertiären Sedimentfolge und dem „Trapp“ steckt, weißgraue Tone und darunter helle Sande bei der Einrichtung des Pumpensumpfes angetroffen.

### b) Schichtenfolge

In der Bohrung Allertshausen wurden angetroffen:

|                       |  |            |
|-----------------------|--|------------|
| + 257 m NN Ansatzhöhe |  |            |
| 0 – 0,4 m             | dunkelbrauner schwach humoser Wiesenboden, gut krümeliger Lehm   | Pleistozän |
| – 0,6 m               | rostfleckiger grauer Lehm  | „          |
| – 1,3 m               | graugefleckter lehmiger brauner Staubsand  | „          |
| – 2,2 m               | grauer Staubsand   | „          |
| – 2,5 m               | dunkelgrauer rostfleckiger Staubsand mit Brocken von frischem und verwittertem Basalt  | „          |
| – 2,8 m               | dunkelgrauer Staubsand mit walnuß- und eigroßen Basaltgeröllen   | „          |
| – 3,5 m               | dunkelgrauer feinsandiger Ton  | „          |
| – 5,5 m               | faust- und nußgroße Basaltgerölle, wenig gerundet, Basaltschutt  | „          |
| – 6,0 m               | dunkelgrauer Ton mit kleinen basaltischen Gesteinsresten aus zersetztem Basalt mit großen Feldspatleisten und Tuff mit feinen hellen Quarzkörnchen und Bolus | Aquitan    |
| – 8,2 m               | hellbrauner Ton mit 1–2 mm großen Körnchen von zersetztem Basalt: zersetzter feiner Aschentuff mit Lapilli   | „          |
| – 12,1 m              | grünlichgrauer magerer Ton: zersetzter Aschentuff  | „          |
| + 245 m NN            |  |            |
| – 13,1 m              | schwach toniger Sand, scharf kalkhaltig, gelblich-bräunlich  | „          |
| – 14,6 m              | schwach toniger gelbbrauner Feinsand mit sehr wenigen Glimmerschüppchen und nußgroßen Quarzkieseln, kalkhaltig   | „          |
| – 16,4 m              | grünlichgrauer fetter Ton  | „          |
| – 17,1 m              | dunkelgrauer Ton   | „          |
| – 19,4 m              | grauschwarzer, bituminöser Ton mit inkohltem Holz (Braunkohlenletten)  | „          |
| – 21,2 m              | blaugrauer magerer Mergel  | „          |
| – 22,3 m              | graubrauner magerer Mergel   | „          |
| rd. + 235 m NN        |  |            |
| – 36,6 m              | fester blaugrauer Kalkstein (trocken: hellgrau bis weiß)   | „          |
| – 38,8 m              | blaugrauer sehr kalkhaltiger Mergel  | „          |
| – 41,4 m              | blaugraue und schwarze stark bituminöse Mergel, kalkhaltige Braunkohlenletten  | „          |

|                |   |         |
|----------------|---|---------|
| 41,4—46,6 m    | sehr dunkelgraue Mergel mit dünnen Kalksteinbänken oder -linsen | Aquitan |
| —47,5 m        | dunkelgrauer Mergel mit Kalkstein und Kalkspat                  | „       |
| —49,5 m        | dichter dunkelblaugrauer Kalkstein                              | „       |
| —51,5 m        | dichter dunkelgraublauer Kalkstein mit Mergellagen              | „       |
| rd. + 205 m NN |   |         |
| —54,5 m        | dunkelgrauer Mergel   | „       |
| —58,2 m        | hellgrau-grünlicher Mergel                                      | „       |
| —60,3 m        | gelblichbrauner Mergel  | „       |
| rd. + 197 m NN | Bohrlochsohle   |         |

Die tiefste, hier erreichte Schicht liegt in 197 m ü. NN, während das tiefste im Lumdatal anstehende Tertiär bei Daubringen und Lollar in rund 170 m ü. NN liegt und hier durch weiße Tone und Sande mit Quarziten vertreten ist, die auf Buntsandstein und Paläozoikum liegen. Sie werden in das Unter-Oligozän gestellt (SCHENK 1961). Glimmerhaltige Sande, grünlichgraue Tone und Mergel des Cyrenenmergels bilden die nächsthöhere Folge im unteren Lumdatal (GRAMANN 1958). Sie steht auch im Lumdatal westlich Londorf bei der Eisenbahnbrücke an. In der Bohrung wurden sie nicht erreicht. Sie liegt also mit Sicherheit über der oligozänen Folge.

### c) Paläontologischer Inhalt

Trotz der außerordentlich vielen Schalenbruchstücke war der bestimmbare Fossilinhalt der bei Allertshausen erbohrten Schichten nur spärlich. Mehrfach sind Proben zur Erhöhung der Ausbeute durchgeschlämmt worden. Herr TRIEBEL, dem auch an dieser Stelle für die Untersuchung der Proben gedankt sei, bestimmte aus dem Bohrgut (briefl. Mitteilung vom 6. 4. 1954):

„Von 17,1—22,0 m

Ostracodon: *Cypridopsis* cf. *kinkelini* LKL. h

Gastropoden: Nur einige kleine Schalensplitter

Fischreste: Otolithen und Zähne

Die Ostracodenart steht der aus dem Unter- und Obermiozän bekannten *Cypridopsis kinkelini* nahe, stimmt aber nicht ganz mit ihr überein. Eine stratigraphische Beurteilung auf Grund dieser Art ist also leider nicht möglich. Es läßt sich lediglich die Fazies (Süß- bis schwaches Brackwasser) erkennen,

von 40,0—41,4 m

einige Fischzähnen und -wirbel

bei 51,0—52,0 m

einige Splitter von Gastropodenschalen“.

Herr WEILER war so freundlich, die gefundenen Fischreste aus den Proben von 17,1—21,2 m zu untersuchen. Auch ihm sei an dieser Stelle nochmals gedankt. Er stellte fest:

1. Schlundzähne von *Alburnus miocenicus* KINKEL.
2. Otolithen von *Gobius francofurtanus* KOK.
3. ein *Lapillus*, gen. et. sp. indet.

Herr WEILER schreibt dazu (briefl. Mitteilung vom 7. 1. 1954): „*Alburnus miocenicus* und *Gobius francofurtanus* sind bisher nur im Bereich des Rheintalgrabens

gefunden worden und reichen von den Corbicula-Schichten bis in das Obermiozän. Da aber nach meinen Beobachtungen *Gobius francofurtanus* im Obermiozän gewisse Abweichungen in manchen Stücken aufweist, die von Ihnen ausgeschlammten Otolithen aber in jeder Hinsicht typisch ausgebildet sind, halte ich die in den angegebenen Teufen von Allertshausen angeschnittenen Schichten ihrem Alter nach für Aquitan; sie dürften den Corbicula- oder Hydrobien-Schichten angehören.“

Damit und in Anbetracht der inzwischen durch einen Rohrgrabenaufschluß bekannten Schichtenfolge des Hangelsteins (SCHENK, Manuskript) und des Hanges nördlich von Winnen (GRAMANN) erscheint die Altersstellung hinreichend gesichert, da sowohl Oligozän als auch höheres Miozän ausgeschlossen ist. Über die Zugehörigkeit der Kalksteinbänke zwischen 22,3–36,6 m und 47,5–51,5 m zum Aquitan bleibt daher kaum ein ernster Zweifel, zumal die Fazies durch süßes bis schwach brackisches Wasser gekennzeichnet ist. Schon die petrographische Beschaffenheit der mächtigen Mergel- und Kalkbänke legte auf Grund der Bohrerfahrungen in der Wetterau ein aquitanes Alter nahe. Die ganze Folge hat große Ähnlichkeit mit den Hydrobienschichten von Münzenberg (WENZ 1922, SCHOTTLER 1937) und dem oberen Teil der Corbicula-Schichten von Butzbach (neue Bohrungen und Kartierungen). Besonders bemerkenswert in diesem Bohrprofil ist das Auftreten der zwei mächtigen Kalksteinfolgen von 14,3 und 10,1 m. Sie sind durch eine 12 m mächtige Folge von zum Teil bituminösen Mergeln mit Braunkohle, die auch im Hangenden der oberen Kalksteinfolge auftritt, getrennt. Das erbohrte Profil ist 1963 in seinem oberen Abschnitt durch den Straßenbau zwischen Londorf und Allertshausen zum Teil gut aufgeschlossen worden.

#### d) Beziehung zum Vulkanismus

Innerhalb der kalkig-mergeligen Folge fehlen alle Spuren einer vulkanischen Tätigkeit. Sie schließt nach oben ab mit kalkfreien dunklen und grünlichen Tönen, die von rund 1 m und 2,5 m mächtigen gelblichen Sanden mit Quarzkieseln und etwas Glimmer überlagert werden. Die Tone von 14,6–16,4 m könnten bereits zersetzte Aschentuffe darstellen. Eindeutig vulkanische Bildungen, und zwar Tuffe der älteren Phase in rund 6 m Mächtigkeit liegen aber erst über den Feinsanden. Ähnlich vertonte Tuffe stehen auch in der Uferböschung am Kaulbach an. Zersetzter Trapp wurde 1956 durch eine Baugrundsichtung und eine 10 m tiefe Brunnenbohrung 200 m westsüdwestlich von der Allertshausener Bohrung aufgeschlossen.

Die Bohrung Allertshausen zeigt jedenfalls eindeutig, daß zur Corbicula- oder Hydrobienzeit, als die Kalke gebildet wurden,

1. das aquitane Meer bis in das Lumdatal reichte und hier
2. noch keine Vulkane tätig waren,
3. die Strandlinie im Raum von Allertshausen schwankte, das Gebiet zeitweise verlandete bzw. versumpfte und jeweils eine kalkige Fazies folgte.

Die ersten Tuffe könnten ihrer Zersetzung und ihrem Aussehen nach noch im Wasser abgelagert worden sein. Die Pillowlaven im Hertelschen Steinbruch stützen diese Deutung. Hier liegen die von Olivinbasalt unterfahrenen Tuffite in ungefähr 160 m ü. NN, in der Bohrung aber in 245–251 m ü. NN. Auf rund 2,5 km Ent-

fernung liegen sie also ungefähr 85–90 m tiefer. Der weitere vulkanische Aufbau des Gebietes aber erfolgte über dem Wasserspiegel.

Ihre Vertonung kann aber auch andere Ursachen haben. Das Vorkommen von Kalksteinlagen in den gleich alten Tuffen nordwestlich von Allendorf, die am Hainzenberg zu finden sind und von mir bei Brunnenschachtungen über der Lohkaute wiedergefunden wurden – ebenso Braunkohle – weisen aber daraufhin, daß, wie in der nördlichen Wetterau, auch in diesem Raum Tuffe im Wasser abgelagert worden sind.

### 7. Die Schichtenfolgen an den Talhängen

Am Hang der Höhen nördlich von Allertshausen ist nun bisher kein Kalkstein gefunden worden, obwohl die Obergrenze dieser Serie in ungefähr 235 m ü. NN liegt und damit rund 35 m über der Talsohle. Die Basaltuntergrenze am Hang liegt in 245–260 m ü. NN, in der Bohrung in 251 m ü. NN. Darunter streichen die vertonten, wasserstauenden Tuffe aus, die die obere Quellenlinie in 260 m ü. NN bestimmen.

In ihrem Liegenden sind in verschiedenen Gruben früher Sande erschlossen gewesen, und zwar in ungefähr 245 m in der Kaulbach, in ungefähr 240 m beim Keuschborn und einige Meter tiefer in der Sandgrube nordöstlich davon, außerdem im „Schnittfeld“ südlich Londorf und schließlich in der alten Sandgrube beim israelitischen Begräbnisplatz südlich Londorf. Hier sind auch Lagen größerer grandigen Sandes eingeschaltet (s. a. LEINHOS). Die Befunde am Hang nördlich Allertshausen stimmen zwar höhenmäßig gut mit dem Bohrprofil überein. Neue Aufschlüsse an der Straße von Allertshausen nach Londorf bestätigen ebenfalls dieses Profil.

Im großen Hertelschen Steinbruch südlich vom Bahnhof Kesselbach wurde nach Angabe des Bruchmeisters grober Sand unter weißen Tonen im Liegenden des (Intrusiv-)Basaltes angetroffen. Sie liegen hier in etwa 230–240 m ü. NN., also ungefähr im Niveau der Sandgrube südlich von Londorf und der Bohrung. Eine südlich vom Bahnhof Odenhausen vor einigen Jahren in ungefähr 252 m angesetzte Bohrung dagegen endete bei 40 m Tiefe im Basalt. Demnach hat das Gebiet südlich der Lumda vom Klingelbach bis Londorf einen einheitlichen Aufbau. Östlich davon entspricht es aber nicht mehr dem Bohrprofil.

In der Grube beim Friedhof in Kesselbach am Hang nördlich der Lumda (in ungefähr 240 m NN) beobachtete SCHOTTLER (1908, S. 411 und 378) gelben Sand unter grauem Ton, der von dem hangenden basischen Basalt 20 cm tief gefrittet war. LEINHOS (1953) sah bei Schachtungen auf der nördlichen Talseite gelbe Sande, wie sie in den aufgelaassenen Gruben nördlich des Ortes früher gewonnen worden sein sollen. Sie liegen zwischen 240 und 250 m ü. NN.

In gleicher Höhe wurde nach LEINHOS früher an der Straße von Londorf nach Nordeck noch gelber Sand gewonnen.

Aus der Verbindung dieser Vorkommen ergibt sich ein flaches Schichtenfallen nach SO, das generell auch der deutlich erkennbaren Lagerung der Quarzite bei Treis und Daubringen entspricht. Alle diese an den Hängen auftretenden Sandvorkommen aber haben keinen Kalkgehalt und sind fossilfrei. Sie sind gröber, z. T. durch kleinste Gesteinsfragmente grandig und einer Folge hellgrauer Tone eingeschaltet. Die Sand-



vorkommen schließen sich durch ihre Aufreihung fast unmittelbar aneinander und fügen sich ihrer Höhenlage nach, aber ohne Berücksichtigung des Einfallens nach Südosten, zwanglos zu den Vorkommen in der Kaulbach. Mit den Sanden im oberen Abschnitt des Bohrprofils stimmen sie jedoch nicht überein. Dem Einfallen nach müßten sie unter den Schichten der Bohrung liegen.

Über ihr Hangendes, das bei Allertshausen bereits aus vulkanischen Bildungen besteht, gibt der Tertiäraufschluß in dem von zwei kleinen Bächen umrahmten Riedel zwischen Nordeck und dem Bien-Berg keine Vorstellung, denn zwischen der Straße Londorf—Nordeck kommen bis fast an die ungefähr 40 m höher liegende Untergrenze des Basaltes südlich der Trauf nur Tone zum Vorschein. Erst unmittelbar unter dem Basalt liegt in einem kleinen Steinbruch toniger Sand in ca. 290 m ü. NN (LEINHOS). Mit den Sanden der Bohrung Allertshausen können sie ebenso wenig identisch sein wie die Sande der aufgelassenen Gruben bei der Reitzen-Mühle westlich Lohndorf. Diese sind durch reichlich Glimmer ausgezeichnet und liegen zwischen hellen und grünlichgrauen schweren Tonen, die den Hang nördlich der Lumda zwischen Londorf und Allendorf auszeichnen. Verschiedene Schlämmuntersuchungen von diesen Tonen blieben erfolglos. Etwa 100 m westlich der Bahnüberführung bei Londorf, bei km 14 der Straße, stehen unter den Terrassenschottern grüne Mergel mit Einschaltungen kreidiger Kalke an, wie sie bei Daubringen im Hangelsteinprofil beobachtet worden sind. Ihrer Beschaffenheit sowie der Glimmerführung der Sande in ihrem Hangenden nach gehören sie wie die Hangelsteinschichten zum Cyrenenmergel. Weißgraue Tone und Kiese reichen westlich des Klingelbaches bis unter den Tuff und Basalt des Ziegenberges und Kienwaldes.

Da zwischen Allertshausen, bzw. Londorf und Nordeck die große Lumdatalstörungszone durchzieht, die das Quarzitlager am Südhang des Todten-Berges allein durch eine der Verwerfungen um 40 m absenkt, und da verschiedene derartige Verwürfe zu erkennen sind (SCHENK 1960), muß bei Londorf mit einer starken ungefähr NO—SW streichenden Störung des Schichtenverbandes nördlich der Lumda, und zwar im Gebiet des Hohensteins und der Trauf gerechnet werden. Der Scholle von Allertshausen gehört das Gebiet südlich von Nordeck offenbar noch an. Ihre westliche Grenze ist durch die NO streichende Lumdatalstörung gegeben, die ungefähr südlich von Allendorf durchzieht. Zweifellos aber geht auch durch den Klingelgraben eine ungefähr N—S verlaufende Störung, denn die hier westlich angrenzenden Schichtenfolgen gehören dem tieferen Tertiär über den Sanden und Quarziten von Daubringen und Treis an, die von Cyrenenmergel und den höheren Folgen des Hangelsteins überlagert werden und von Tuffen und Basalt, die bis an die Mündung des Klingelgrabens hinabreichen, überdeckt sind.

Die Sande und Tone auf der rechten Lumdatalseite zwischen Allendorf und Winnen und im Gebiet von Winnen, Allendorf und Treis können deshalb nur zum Liegenden der Kalke und Mergel von Allertshausen gehören. Die ihnen entsprechenden Schichten könnten am Hang über Londorf und unter dem Basalt verborgen sein. Kalksteine, zum Teil in Verbindung mit Tuffen, treten nun nordwestlich von Allendorf auf. SCHOTTLER (1908 und 1913) beschreibt von der Schürffassung im Böckings-Sumpf östlich der Struth im Nordwesten von Allendorf, wie 4 m grobkörniger Tuff mit dünnen Kalkplatten unter dem „Trapp“ angetroffen wurden. Im Liegenden

wurden 2,5 m gelber rauher Sand erschlossen. Bei den Quelfassungen am Pestilenzstrauch nördlich von Allendorf wurden unter dem „Trapp“ in 5–10 m Tiefe und mehr die gleichen Tuffe mit eingelagerten Kalkplatten angetroffen.

In der tiefer gelegenen Schürfschachtung für die Quelfassung östlich der Baßgeige sah ich tief zersetzten Tuff, überlagert von Braunkohle. Kalksteine haben der Flur „Kalkberge“ nordwestlich von Hainzenberg den Namen gegeben. Hier zieht eine bedeutende tektonische Störung in ungefähr NW–SO-Richtung durch, die die Verbreitung der Kalke auf den Hang der basaltischen Höhe „Über der Platte“ beschränkt und sie neben die älteren Quarzitsande gebracht hat. Dieses Gebiet ist gegenüber der westlichen Scholle, die durch das Quarzitlager ausgezeichnet ist, abgesunken.

Beobachtungen über Vorkommen von Kalkstein und Mergel wurden dann ferner am Nordhang dieses Vulkanmassivs gemacht, insbesondere am Leidenhöfer Kopf und in der Bohrung bei Winnen.

LUDWIG (1870) berichtete über Bohrungen, die in 240–260 m ü. NN zu Beginn des vorigen Jahrhunderts südwestlich von Ebsdorf-Leidenhofen durchgeführt worden sind. Dabei wurden bunte, blaue, graue Tone, schwarze Tone mit Braunkohle, grünliche Letten, gelbe und weiße, z. T. sandige Tone sowie weißer, dunkelgrauer und grünlicher Sand, teils fein, teils grob und kalkhaltig, erbohrt und schließlich auch gelbliche Tone mit feinerdigem zerreiblichem Kalk und Kalkstein. Er glaubte, in den unteren Abschnitten der Bohrungen, die Tiefen von 17,8 und 64,9 m gehabt haben, Oligozän vorliegen zu haben und stellte die hangende kalkige Folge zu den Melanienschichten. SCHOTTLER (1909 und 1924) veranlaßte 1907 Kontrollbohrungen in diesem Geländeabschnitt und erhielt folgendes Profil:

|   |           |   |
|---|-----------|---|
| 0 | – 1,85 m  | kalkfreier Lößlehm  |
|   | – 2,75 m  | gelbgrüner, kalkreicher Mergel mit Kalkbrocken und einzelnen Milchquarzen |
|   | – 6,00 m  | graugrüner Mergel mit Muschelschalen                                      |
|   | – 8,40 m  | blaß gelblichgrüner Mergel mit Kalkbänken, Molluskenschalen               |
|   | – 11,70 m | dunkelgrüner Mergel   |
|   | – 13,40 m | kalkfreier gelber toniger Sand  |
|   | – 15,35 m | kalkfreier feinkörniger gelber Sand                                       |
|   | – 17,40 m | bunter kalkfreier Ton   |
|   | – 20,20 m | grauer kalkfreier Ton mit gelben Adern                                    |
|   | – 32,00 m | heller, oft fast weißer kalkfreier fetter Ton                             |

Diese sowie die von LUDWIG mitgeteilte Schichtenfolge zeigt keine Übereinstimmung mit der Bohrung Allertshausen. Die helle kalkfreie, fast 20 m mächtige Folge unter der kalkig-mergeligen Serie spricht für eine tiefere Lage, ebenso die grünen Schichten. KLÜPFEL hat nach mündlicher Mitteilung Foraminiferen führende Sande und Tone über den grünlichgrauen Tönen mit Kalksteinlagen am Hang zwischen Leidenhofen und dem Basalt der Höhe nördlich von Winnen gefunden und sie auf Grund der Fossilien in das Oligozän gestellt. Die Untersuchungen der Marburger Schule haben diese Befunde und damit auch die geologische Kartierung von KAYSER und PAECKELMANN inzwischen bestätigt und ergänzt (KOCKEL 1958), und es ergibt sich nun die Frage, ob und wie die Bohrung Winnen sich diesem Profil einfügt.

BODENBENDER (1855) gibt folgende, auch in den Erläuterungen zu Blatt Niederwalgern von KAYSER und PAECKELMANN (1915) wiedergegebene, hier zusammengefaßte Schichtenfolge der in ungefähr 290 m ü. NN angesetzten Bohrung in Winnen an:

|   |           |                                    |
|---|-----------|------------------------------------|
| 0 | — 3,2 m   | pleist. Schutt                     |
|   | — 9,3 m   | pleist. Schutt                     |
|   | — 17,7 m  | fester Basalt                      |
|   | — 20,5 m  | zersetzter Basalt                  |
|   | — 23,3 m  | fester und zersetzter Basalt       |
|   | — 30,3 m  | blauer und gelber Ton              |
|   | — 33,7 m  | schwarzer Sand                     |
|   | — 39,2 m  | bunter Ton (blau, weiß, rot, gelb) |
|   | — 42,2 m  | Kalkstein, weiß und Ton            |
|   | — 45,6 m  | gelber und weißer Sand             |
|   | — 48,25 m | gelber Ton                         |
|   | — 57,55 m | grauer und weißer Sand             |
|   | — 58,05 m | blauer und schwarzer Ton           |
|   | — 58,4 m  | weißer Sand                        |
|   | — 62,4 m  | weißer Ton                         |
|   | — 63,6 m  | brauner Ton mit Kohlen             |
|   | — 71,6 m  | weißer Ton                         |
|   | — 71,8 m  | Kohle                              |
|   | — 72,2 m  | brauner Ton                        |
|   | — 73,8 m  | Ton mit Kohle                      |
|   | — 77,0 m  | Kohle                              |
|   | — 79,0 m  | brauner Ton mit Kohle              |
|   | — 80,0 m  | Kohle, unrein                      |
|   | — 83,7 m  | Ton, Kohle mit Schwefelkies        |
|   | — 84,1 m  | Ton mit Schwefelkies               |
|   | — 85,9 m  | Sand                               |

Die Bohrung reicht also bis in das Niveau der Lumdatalaue bei rd. 205 m ü. NN.

LEINHOS faßt den schwarzen Sand als vulkanische Ablagerung auf. Ein Hinweis hierauf ist bei BODENBENDER nicht vorhanden. Bei einer Begehung des engeren Bohrgebietes wurden stark verwitterte Tuffe in dem Niveau festgestellt, das den blauen und gelben Tönen der Bohrung nach BODENBENDER entspricht. Auch die schwarzen Sande dürften solchen Tuffen zugehören und Lapilli sein. Die Untergrenze der vulkanischen Bildungen liegt demnach bei etwa 285 m NN. Die Farbigkeit der Tone deutet vielleicht vulkanische Nähe an.

Angaben über den Kalkgehalt der Tone und Sande fehlen. Der 3 m mächtige Kalkstein ist gegenüber dem Kalkstein der Bohrung Allertshausen nicht nur geringmächtig, sondern auch weiß und nicht bituminös und dunkel. Die Einschaltung der Kalkschichten in eine braunkohleführende Folge ist keineswegs charakteristisch, da Braunkohlen in allen Tertiärprofilen des Gebietes auftreten können. Nur pollenanalytische Untersuchungen könnten hierüber vielleicht einmal Klarheit bringen.

Die Kalksteinschicht der Bohrung Winnen liegt in ungefähr 250 m ü. NN, die Kalksteinfolge der Bohrung Allertshausen zwischen 235 und 205 m ü. NN. Am Hang südlich von Winnen könnte sie infolge der Verwerfungen tiefer liegen, vielleicht sogar unter der Talsohle, aber weder das Aussehen noch die Mächtigkeit harmonisieren miteinander.

Weißer und grauer Tone sowie Braunkohlenletten waren 1955 beim Bau der neuen Schürffassung südlich der Baßgeige nordwestlich von Allendorf in ungefähr 230 m ü. NN aufgeschlossen, also im Niveau der Bohrung Winnen. Die weißen Sande und Tone am Gehänge über der Pirr- und Frey-Mühle und nördlich der Reitzen-Mühle in 205–230 m über NN lassen sich dem tieferen Teil des ganzen Profils der Bohrung Winnen zuordnen. Das ganze Profil zeichnet sich vor allem durch große Mächtigkeit der tonigen und kohligen Folge aus, in der die Sande nur zwei Einlagerungen geringer Mächtigkeit darstellen. Die an der Straße im Lumdatal anstehenden grünen Mergel in 215 m NN mit den kreidigen Kalken wurden nicht angetroffen. Das entspricht allen Aufschlußbefunden am Allendorfer Hang, aber nicht der Bohrung Allertshausen, vielmehr scheint die ganze Folge der Tone am Allendorfer Hang dem Profil des Oligozäns am Hang zum Ebsdorfer Grund zu entsprechen, wie es KOCKEL (1958) dargestellt hat. Zukünftige Untersuchungen müssen hierüber Klarheit bringen. Sowohl der von SCHOTTLER als auch von KLÜPFEL und LEINHOS vorgenommenen Einstufung fehlt jede paläontologische Grundlage, während die petrographische Beschaffenheit der Schichten sowie ihre Abfolge entschieden für Oligozän, und zwar für Cyrenenmergel sprechen.

Schließlich darf in diesem Zusammenhang noch eine Feststellung nicht übergangen werden. Unter den Tuffen des Aspenstrauches bei Climbach, 3 km westlich von Allertshausen, fand TASCHE (1854, S. 102) grünliche Mergel mit Süßwasserkalksteinen. Nach SCHOTTLER (1913, S. 51) und STRENG u. TÖPPRITZ (1873, S. 20) soll hier aber ein Irrtum vorliegen und das tatsächliche Vorkommen eines Kalklagers am Ostrand des Aspenkippels im Liegenden des Basaltes in 4–5 m Tiefe in einem Schacht festgestellt worden sein.

Jedenfalls liegen sie hoch unter den vulkanischen Bildungen, da die Tuffe hier bis auf 230 m ü. NN hinunterreichen, während die Basalt-Untergrenze bei der Fundstelle in ungefähr 300 m über NN liegt. Tuffe und Basalt liegen demnach auf einem prä-vulkanischen Hang, was auch ihre Lagerung vermuten läßt.

SCHOTTLER hat nun seine Funde von Kalkstein am Aspenkippel in der geologischen Karte Blatt Allendorf eingetragen. An den beschriebenen Stellen habe ich selbst nichts mehr gefunden, wohl aber 1946 in neu angelegten Schürfungen in dem zentral gelegenen Hügel, dem Aspenkippel, in den Tuffen kleine dunkle Kalksteinbrocken gesammelt. Diese Funde deuten an, daß die von TASCHE und STRENG beschriebene Kalksteinfolge bei den vulkanischen Explosionen und Eruptionen, die zu der Kraterbildung dort geführt haben, durchschlagen worden ist, wobei Kalksteinbruchstücke den Tuffablagerungen einverleibt worden sind. Leitende Fossilien sind in diesen Kalken nicht gefunden worden, wohl aber in den zum Teil verkieselten Kalken, die SCHOTTLER als Ablagerungen in den „Tuffmulden“ mit dem Dysodil- und Braunkohlenlager des Aspenkippels bei Climbach beschreibt. Diese sind, wie die Bildungen im Krater am Hohen Berg bei Homberg/Ohm (HUMMEL und WENZ 1924), nicht mit den Kalkbänken, Mergeln und Braunkohlen im Liegenden der vulkanischen Bildungen zu verwechseln. Nicht nur ihrer Lage, sondern auch ihrer Fauna nach haben sie obermiozänes Alter (Torton) (HUMMEL u. WENZ 1924; SCHOTTLER 1937, S. 43). Diese Feststellungen werden gestützt einmal durch das mindestens burdigal-helvetische Alter der Feldspatbasalte und Tuffe vom Preul bei Echzell mit der von TOBIEN

(1955) bearbeiteten reichhaltigen Fauna. Auch der „Dolerit“ des Hohen Berges bei Homberg, der die Kraterbildungen umgibt und überdeckt, ist ein Gestein (SCHWANTKE 1901, S. 65, BLANCKENHORN 1930, S. 36 u. folg.), das seinem Chemismus nach wohl kaum zu den ersten Bildungen gehören dürfte. Noch jünger aber müssen die Kraterbildungen vom Aspenkippel bei Climbach sein, denn die Tuffe gehören zu dem sehr basischen Basalt des Homberges bei Climbach.

Älter wiederum sind die zum Teil fossilführenden Kalke und Mergel mit Braunkohle, die bei Beuern unter dem sauren Basalt erbohrt worden sind (SCHOTTLER 1913 und 1923). Wahrscheinlich gehören sie zu der Folge von Allertshausen und nicht in das Obermiozän.

Hinsichtlich des Kalksteinvorkommens ergibt sich somit aus der Bohrung Allertshausen und dem Vergleich mit den Ablagerungen der Umgebung:

Es treten Kalke unter, in und über den Tuffschichten und dem Basalt auf.

- a) Die Faunen und Floren der Kraterfüllungen mit den Kalken auf und in den Tuffen von Climbach, Beuern, Homberg und Garbenteich sind obermiozänen Alters (SCHOTTLER 1913 und 1937, WENZ 1922, HUMMEL u. WENZ 1924, SCHENK 1950, KIRCHHEIMER 1931).
- b) Der Basalt von Nordeck ist nach dem Fund des Zahnes von *Mastodon angustidens* sehr wahrscheinlich burdigalen oder helvetischen, jedenfalls mittelmiozänen Alters und entspricht zeitlich der Fauna von der Fundstelle am Preuel bei Echzell (TOBIEN 1953).
- c) Die Kalke unter und in den Tuffen und Tuffiten der sauren Basalte des Leidenhöfer Kopfes sind älter. Bei Allertshausen haben die Kalke aquitanes und damit ein noch höheres Alter.

## 8. Die tektonische Zerlegung

Das Gesamtbild der Beobachtungen am Nordhang des Lumdatales zwischen Lollar und Londorf gibt einen Abstieg der tertiären Schichtenfolgen, eine Einsenkung von Westen nach Osten und von Norden nach Süden zu erkennen.

Auf dem Paläozoikum am Ausgang des Lumdatales liegt Zechstein, von Buntsandstein überlagert. Seine tief zersetzte, kaolinische Verwitterungsrinde geht über in die Folge der eo-oligozänen Quarzitsande bei Treis und zwischen Treis und Mainzlar südlich von Lumda, wo sie, tektonisch stark gestört, unmittelbar auch von Tuffen und Basalt überlagert werden. Im Südosten und Nordosten liegt sie an NO und NNW streichenden Verwerfungen neben der Trias. Auch durch und südlich von Treis geht eine Schar NO streichender Störungen durch, die das Quarzitlager über dem Buntsandstein versetzen (SCHENK 1961). Die ganze Folge fällt deutlich nach O bzw. SO hin ein. Östlich des Todten-Berges grenzt sie durch NW streichende Verwerfungen an die tonige Folge des Allendorfer Hanges, die, wie der Melanienton, Rupelton und Schleichsand am Nordhang dieses Höhenzuges bis Homberg/Ohm, in das Oligozän zu stellen sind. Sie wird überlagert von Tuffen mit Kalksteineinlagen im NW von Allendorf im Gebiet des Leidenhöfer Kopfes und hier überdeckt von den Tuffen und Basalten des vulkanischen Aufbaues. Auch weiter östlich und nördlich ist Rupelton

und „Schleichsand“ über Melaninton nachgewiesen am Hang zum Ebsdorfer Grund (GRAMANN 1958). Das Profil der Bohrung Winnen scheint dieser Folge zu entsprechen bis an die tektonische Linie Allendorf-Nordeck (Lumdatal-Störung), SCHENK 1961. Die ihr südöstlich anliegende Scholle liegt wiederum tiefer und enthält nach den Ergebnissen der Bohrung Allertshausen die Folge des kalkigen Aquitans. Nach den Untersuchungen am Hangelstein bei Gießen transgrediert es über verschiedene Stufen des Oligozäns. Während die Folge des Hangelsteins im tiefsten und höchsten Teil sandig ist und eine tonige Folge von rd. 30 m einschließt (SCHENK 1961), weist die Bohrung Allertshausen eine mächtige kalkige Folge aus. Sie ist entweder der oberen sandig-tonigen Folge des Hangelsteins korrelat oder ihr Hangendes. Sie endet auf jeden Fall im Lumdatal an der Schollengrenze zum Ebsdorfer Grund, die bis zum Devonaufbruch bei Mühlbach zu verfolgen ist. Durch den Klingelbachgraben zieht möglicherweise eine Verwerfung zum Köppel südlich Allertshausen, denn die Schichtenfolgen, einschließlich der vulkanischen Abfolge beiderseits des Tälchens, entsprechen sich nicht. Die Trappvorkommen im Kienwald und Steinwald nordöstlich von Climbach sind keine Durchbrüche, sondern kleine von basischem Basalt umflossene Restschollen eines Lavastromes, der vermutlich mit den Decken von Allertshausen zusammenhing, heute aber höher liegt. Das bedeutet ebenfalls, daß die Scholle von Allertshausen tektonisch tiefer liegt als die Scholle von Climbach. Noch tiefer liegt schließlich das Gebiet von Odenhausen und Geilshausen, wo Bohrungen bei + 200 m NN noch in Basaltlagern endeten.

Südöstlich von Kesselbach verschwindet das Tertiär unter dem Basalt, der hier schon in der Talsohle liegt. Der Anstieg erfolgt stufenförmig und beträgt von Winnen bis Kesselbach und den Fuß des Allertshausener Massivs wohl über 120 m.

Eine ähnliche Abstufung liegt auf der Südseite des Lumdatales vor. Die Quarzitsande über dem Buntsandstein zwischen Daubringen und Treis liegen bereits tiefer als auf der Nordseite und werden von grüngrauen Tönen und grobem Kies überlagert, die unter den Tuffen mit Kalksteineinlagerungen unter der Basaltdecke verschwinden. Bei Climbach-Allendorf reicht die vulkanische Decke schon bis fast in die Talsohle der Lumda, läßt unter sich aber am Ziegenberg und in der Kaulbach bei Allertshausen — wo ebenfalls Tuffe mit Kalksteineinschaltungen gefunden werden! — noch einmal Schotter und Tone, wie südlich von Treis, zutage treten. Diese ganze Folge der „Seilbacher Schichten“ [KLÜPPEL (1941 u. 1942) und LEINHOS (1953)] überschneidet die Quarzitsande und läßt sich weder mit den Schichtenfolgen der Bohrung Winnen noch mit denen der Bohrung Allertshausen vergleichen. Ihr Alter ist noch problematisch. Die bei Climbach gefundene Fauna in den Tuffen und Kalken (SCHOTTLER 1912, WENZ 1924) gibt für den jüngsten Vulkanismus obermiozänes Alter zu erkennen, nicht aber für die Schichten im Liegenden. Sie sind jedenfalls jünger als die Hangelsteinserie und jünger als das Aquitan der Bohrung Allertshausen.

Der tektonische Abstieg nach Osten kann nicht zur Datierung herangezogen werden, denn eine Diskordanz kann darüber hinweggegangen sein. So ergibt sich aus dem Aquitan der Bohrung Allertshausen nur eine tiefste Lage im Vergleich mit dem Gebiet im Norden und Westen und schließlich ein weiterer Abstieg nach Südosten. Im Nordosten kennzeichnet der Buntsandstein von Homberg/Ohm die Grenze dieser grabenartigen Senke zwischen dem Schiefergebirge und dem Gebiet östlich des Seentales.

Die Verbindung von Tuffen mit Kalksteinen des Miozäns, denen die Bildungen am Leidenhöfer Kopf bei Allendorf, Climbach, Treis, Lich, Garbenteich, Beuern u. a. zuzurechnen sind, geben eine lebhaft vulkanische Tätigkeit mit Kraterbildungen (SCHENK 1950) zu erkennen. Sie lassen auch keine Zweifel an Diskordanzen und Reliefbildungen im postaquitanen Miozän.

## 9. Zusammenfassung

1. Durch eine Bohrung bei Allertshausen, 14 km nordöstlich von Gießen, wurde am Südhang des Lumdatales eine beinahe 50 m mächtige Folge von Kalksteinen, Mergeln, Braunkohlethonen und Sand unter der basaltischen Decke des Vogelsberges erschlossen. Damit ist erstmalig nachgewiesen, daß die aquitane Transgression fast an den Nordrand des vulkanischen Vogelsberges reichte.

2. Der Vergleich mit den Kalksteinvorkommen der engeren und weiteren Umgebung stellt sicher, daß die Kalksteine in den Tuffen obermiozänes Alter haben und die Kalke der Bohrung Winnen den Melanientonen zuzurechnen sind.

3. Der geologische Aufbau am Nordhang des Lumdatales von Lollar bis Allendorf-Nordeck entspricht der oligozänen Schichtenfolge am Südrand des Ebsdorfer Grundes. Die Bohrung bei Allertshausen mit den aquitanen Kalksteinen steht in ihrem Hangenden.

4. Im Gebiet des Lumdatales liegt ein Schollenbau vor, der vom Westen nach Osten in die Tiefe führt, so daß das Gebiet von Allertshausen relativ am tiefsten liegt. Der Ostrand dieser Senke ist durch den Buntsandsteinrand bei Homberg/Ohm (von BLANCKENHORN (1930) als Eo-Oligozän kartiert) angedeutet. Sie fügt sich ein in die von UDLUFT & LANGE (1956) im Gebiet nördlich des Vogelsberges und von SCHENK (1951; s. CARLÉ 1955) innerhalb des Vogelsberges dargestellte Senke als Fortsetzung des Ober-Rheingrabens.

5. Der Vulkanismus mit Explosionen und Intrusionen läßt nur zwei Phasen erkennen: eine saure, deren Gesteine von allitischer Verwitterung ergriffen wurden (Bauxitbildung) und eine basische, bei der die älteren Bildungen nicht nur durchbrochen und überdeckt, sondern auch unterfahren (Subfusion im Hertelschen Steinbruch) wurden. Die jüngere Phase benutzte vielfach ältere Förderwege. Ihre rote Verwitterungsrinde ist weitgehend abgetragen, während zwischenbasaltische autochthone Roterden auf Tuffen und Basalten reliefbedingt zutage treten.

6. Unter Berücksichtigung der mit Kompaß und Klinometer feststellbaren Lagerungsverhältnisse ergibt sich ein Gewölbe aus sauren Basaltergußdecken mit einer Kulmination im Ortsgebiet von Allertshausen und im Köppel. Dachsclacken dieser Ergüsse mit Bauxitisierung und Roterdeverwitterungsdecken werden von Lavaströmen aus basischem Basalt überlagert. Nirgends wird basischer Basalt von saurem durchschlagen, dagegen durchbricht jener als ein 650 m langer und bis zu 30 m mächtiger Gang das Gewölbe des sauren Basaltes. Er muß als einer der Förderwege der basischen Ergüsse angesehen werden und liegt anscheinend in der primären Schlotfüllung aus saurem Basalt. Damit ist die Altersfolge eindeutig, die Vielphasigkeit (SCHÖTTLER 1908 und 1937) der vulkanischen Tätigkeit, d. h. die Repetition von sauren und basischen Gesteinsbildungen, die vom Lumdatal aus entwickelt worden war, nicht mehr vertretbar. Die Reichweite der Ergüsse wird darüber hinaus auf örtliche Verhältnisse begrenzt. Die den Hang des Vulkans von Allertshausen hinabfließenden Lavaströme erreichten in etwa 240 m NN die Talsohle. „Pillow“ bildende Laven beweisen kein offenes Gewässer in diesem Niveau, sondern vielmehr eine Intrusion in nasse oder feuchte lockere Sedimente. Eine Subfusion von basischem unter sauren Basalt erfolgte im Bereich der Talsohle im Hertelschen Steinbruch. Die Bauxitgerölle der präpleistozänen Hochflächen und der pleistozänen Terrassen entstammen den Schlacken (im Dach) saurer Basaltergüsse und können nicht als Leitgesteine zur Datierung der Flächen im Vogelsberg verwandt werden.

7. Die Vorkommen von basischem Basalt an den Hängen der Vogelsbergtäler und ihre Ausstrichbreite erklärt sich oft durch die Neigung und Übereinanderlagerung von Ergüssen, die an den Hängen der Vulkanbauten herabgefließen sind, d. h. durch die Überschneidungen des früheren vulkanischen Reliefs durch das pleistozäne. Ihre Reste können eine Wechselfolge von sauren und basischen Basalten infolge dieser Überschneidung des vulkanischen Reliefs durch die pliozäne Einrumpfung und pleistozäne Neugestaltung vor-täuschen.

8. Das Lumdatal bei Allertshausen wurde in der präpleistozänen Hochfläche in 300 bis 320 m ü. NN bis in das Niveau der Hauptterrasse in rund 210 m ü. NN eingetieft. Die pleistozänen Terrassen bilden auch umlaufende Stufen im Tallängsschnitt und sind seit ihrer Entstehung durch Tiefenerosion und Akkumulation nur wenig verändert worden.

9. Durch diese Untersuchungen sind nicht nur eine Reihe Fragen geklärt, sondern auch Probleme herausgestellt worden, die nunmehr lösbar erscheinen. Insbesondere konnte gezeigt werden, daß mit Hilfe der an sich selbstverständlichen Methode der geologischen Ortung weitgehend Klarheit über die Lagerungs- und Alterungsverhältnisse gewonnen werden kann. Durch sie hätten grundsätzliche Irrtümer von vornherein vermieden werden können.

#### Schriftenverzeichnis

- BLANKENHORN, E.: Die Gliederung der Tertiärbildungen in Niederhessen (besonders auf den Blättern Gudensberg und Ziegenhain). — Sber. Ges. Förd. ges. Naturwiss. Marburg, **2**, S. 10—10, Marburg 1916.  
Erl. geol. Kte. Preußen u. ben. deutsch. L., Lfg. **299**, Bl. Amöneburg-Homberg a. d. Ohm, 83 S., 1 Abb., Berlin 1930.
- Kritischer Überblick über die Tertiärlagerungen des nördlichen Hessens, ihr Alter, ihre Gliederung, ihren Gegensatz zu denen Südhessens und ihre Abgrenzung nach Süden. — Jb. preuss. geol. L.-A. für 1932, **53**, S. 263—303, 1 Abb., Berlin 1933.
- BLANKENHORN, E. & H. UDLUFT: Das Tertiär Niederhessens. Endergebnisse der geologischen Aufnahmen in Niederhessen von 1911—1946. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI) **1**, S. 7—82, 9 Abb., Wiesbaden 1950.
- CARLÉ, W.: Bau und Entwicklung der Südwestdeutschen Großscholle. — Beih. Geol. Jb., **16**, 272 S., 4 Taf., 45 Abb., Hannover 1955.
- DIEFFENBACH, E.: Erl. geol. Spec.-Kte. Großh. Hessen u. angr. L.-Geb. im Maßstab 1:50000, Section Gießen, Darmstadt 1856.
- DIEFFENBACH, E. u. LUDWIG R.: Erl. geol. Spec.-Kte. Großh. Hessen u. angr. L.-Geb. im Maßst. 1:50000, Section Allendorf, 42 S., Darmstadt 1870.
- DIEHL, O.: Erl. geol. Kte. Hessen 1:25000, Bl. Alsfeld, 83 S., 2 Abb., Darmstadt 1926.
- GRAMANN, FR.: Das Oligozän nördlich des Vogelsberges, insbesondere im Amöneburger Becken. — Dissertation Marburg 1958 (unveröffentlicht).  
— Das ältere Tertiär im nördlichen Vorland des Vogelsberges. — Sber. Ges. Beförderung ges. Naturwiss. Marburg, Jg. 1960, **82**, 113 S., 2 Beil., 3 Taf., 19 Abb., Marburg 1960.
- HARRASSOWITZ, H.: Laterit. Material und Versuch erdgeschichtlicher Auswertung. — Fortschr. Geol. u. Paläontol., **4**, Berlin 1926.
- HUMMEL, K.: Landoberflächen und Täler des Vogelsberges in der Pliozänzeit. — Geol. Rsch., **31**, S. 8—51, 4 Taf., Stuttgart 1940.
- HUMMEL, K. u. W. WENZ: Eine Maar-Ausfüllung mit obermiocaener Schneckenfauna bei Homberg a. d. Ohm im nördlichen Vogelsberg. — Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-A. f. 1923, (V) **6**, S. 285—298, Darmstadt 1924.
- KAISER, E. u. L. F. MEYER: Der Untergrund des Vogelsberges. Mit einem Überblick über den Aufbau der vulkanischen Gesteine. — Ber. Vers. niederrh. geol. Ver., 1913, S. 1 bis 79. 12 Taf. In: Sber. naturhist. Ver. preuß. Rheinl. u. Westf., 1913, C., Bonn 1914.
- KAYSER, E. u. W. PAECKELMANN: Erl. geol. Kte. Preussen u. ben. B.-St., Lfg. **212**, Bl. Niederwalgern, 61 S., 1 Taf., Berlin 1915.



- KIRCHHEIMER, FR.: Beiträge zur Kenntnis der Tertiärflora des Vogelsberges und der Wetterau I. — Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-A. für 1930, (V), **13**, S. 105—123, Taf. 13, Darmstadt 1931.
- KLÜPFEL, W.: Über die natürliche Gliederung des Hessischen Tertiärs und den Bewegungsmechanismus in tektonischen Senkungsfeldern. — Geol. Rdsch., **19**, S. 263 bis 283, Berlin 1928.
- Neugliederung des Westdeutschen Tertiärs. — Tabelle, Verlag Konrad Trilsch, Würzburg-Aumühle 1941.
- Diskussionsbemerkungen zu Problemen im Devon und Karbon der Rheinischen Masse. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1952, **104**, S. 247—253, 1 Abb., 1 Tab., Hannover 1953.
- KOCKEL, C. W.: Schiefergebirge und Hessische Senke um Marburg/Lahn. — Slg. geol. Führer, **37**, 248 S., 28 Abb., 2 Taf., Berlin-Nikolassee 1958.
- LEINHOS, W.: Erläuterung zu Blatt Londorf 1:25 000, NW Teil. Dipl.-Arbeit, Marburg 1953.
- SCHENK, E.: Die Subfusion des Basaltes. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **46**, 1964, z. Z. im Druck.
- Ein miozäner Vulkanbau bei Beuern nordöstlich von Gießen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI), **1**, S. 260—268, 7 Abb., 1 Taf., Wiesbaden 1950.
- Corbículaschichten und Cyrenenmergel im Horloffgraben (Wetterau). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **85**, S. 224—254, 3 Abb., Wiesbaden 1957.
- 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**, S. 310—319, 2 Abb., Wiesbaden 1961.
- Tertiär, Vulkanismus und Tektonik im Mittleren Hessen. 2. Das tertiäre Quarzitlager im Lumdatal nördlich von Gießen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **89**, S. 320 bis 330, 4 Abb., Taf. 18, Wiesbaden 1961.
- SCHOTTLER, W.: Ein Mastodonrest von Nordeck am Vogelsberg. — Notizbl. Ver. Erdk. u. grossh. geol. L.-A., (IV) **23**, S. 26—30, Taf. 2, Darmstadt 1902.
- Die Basalte der Umgebung von Gießen. — Abh. großh. hess. geol. L.-A., **4**, 3, S. 315—491, 3 Abb. 4 Taf., Darmstadt 1908.
- Erläuterungen zur Geologischen Karte des Großherzogtums Hessen im Maßstab 1:25 000, Blatt Allendorf (a. d. Lumda), 120 S., Taf. 1—2, Darmstadt 1913.
- Beiträge zur Kenntnis des Tertiärs und der Basalte am Nord- und Westrand des Vogelsberges (zumeist auf Grund neuer Bohrungen). — Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-A. für 1923, (V) **6**, S. 40—67, Darmstadt 1924.
- SCHOTTLER, WILH. & SCHOTTLER, WA.: Der Vogelsberg mit einem geologischen Querschnitt im Maßstab 1:75 000 (Tafel 26), einer Skizze seiner Bauelemente im Maßstab 1:200 000 (Tafel 27) und 2 Abbildungen im Text. — Notizbl. hess. geol. L.-A., (V) **18**, S. 3—86, Darmstadt 1937.
- STOLTZ, K.: Die Foraminiferenfauna von Wieseck bei Gießen. — Notizbl. Ver. Erdk., **27**, S. 49—63, Darmstadt 1906.
- TOBIEN, H.: Die oberpliozäne Säugerfauna von Wölfersheim-Wetterau. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1952, **104**, S. 191, Hannover 1953.
- Eine miozäne Säugerfauna aus vulkanischen Tuffen des Vogelsberges. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1953, **105**, S. 588, Hannover 1955.
- UDLUFT, H. u. H. D. LANG: Der Untergrund der Niederhessischen Senke. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**, S. 184—203, 1 Abb., Taf. 15, Wiesbaden 1956.

## Über ein weiteres Vorkommen von Quecksilbererzen im Raum Königsberg/Krs. Wetzlar

Von

HEINZ BOTTKE, Clausthal-Zellerfeld

Mit 1 Tabelle und Tafel 14

**Kurzfassung:** Die auf der 160-m-Sohle der Roteisensteingrube Königsberg in adorfischen Kalksteinen angefahrne Imprägnationszone mit Zinnoberanreicherungen ist im Vergleich mit den anderen Quecksilbererzvorkommen der weiteren Umgebung zu betrachten, wo in der alten Roteisensteingrube Königsberger Gemarkung ein gangförmiges Vorkommen von Zinnober in Paragenese mit Kupferkies, Pyrit, Quecksilberfahlerz und Kalzit bekannt geworden ist. Weitere Vorkommen ließen sich nach neueren geologischen Aufschlüssen über wie unter Tage den Diabasmandelsteinen des Deckdiabases zuordnen. Aus dem geologischen Verband der Zinnobererze mit einem Förderzentrum der unterkarbonischen Diabase im Raum Königsberg und zahlreichen durch Grubenaufschlüsse belegten Gängen und Sills wird auf die zeitliche und genetische Verbindung derselben mit diesen basischen Vulkaniten geschlossen.

### 1. Einleitung

Durch den Bergbau auf die givetischen, exhalativ-sedimentären Roteisensteine des Lahn-Dill-Typs sind im Raum Königsberg/Krs. Wetzlar mehrere Vorkommen von Quecksilbererzen bekannt geworden, auf die auch Verleihungen erfolgt sind. K. HUMMEL (1925) hat ein gangförmiges Vorkommen mit Quecksilberfahlerzen und Zinnober aus Aufschlüssen der alten Grube „Königsberger Gemarkung“, südlich Königsberg, beschrieben und erzpetrographisch untersucht. In der neuen Grube Königsberg ist 1961 mit der Lagerstrecke des N-Flügels des Königsberger Schuppensattels, im Niveau der 160-m-Sohle, ein Quecksilbererzvorkommen angefahren worden, das petrographisch und chemisch untersucht wurde.

### 2. Der geologische Verband der Quecksilbererze

Mit der Lagerstrecke wurde das als Eisenkieselerz ausgebildete Roteisensteingrenzlager an der Grenze von givetischem Schalstein gegen der unteren Adorf-Stufe zugehörnde Crinoiden-Kalke überfahren. Letztere fallen hier, auf dem N-Flügel des Königsberger Schuppensattels, überkippt mit 55–60° nach S ein.

Petrographisch bestehen die Crinoidenkalken aus einer grob- oder feinkristallinen Kalzitgrundmasse mit eingelagerten Crinoidenstielgliedern, Resten von cyathophylliden Einzelkorallen und Brachiopodenschalen. Sie sind deutlich gebankt und enthalten einige Lagen von graugrünen, kalkigen Tuffiten bis zu 15 cm Mächtigkeit, als zeitlich letzte Zeugen des vor allem im Oberen Givet verbreiteten submarinen basischen Vulkanismus, dem ja auch das kieselige Eisenerzsediment seine Entstehung verdankt.

In Nähe der Quecksilbererzvorkommen ist dieser sonst graue Crinoidenkalk in einen gelbbraunen feinkörnigen, örtlich auch kavernösen, eisenreichen Kalkstein umgewandelt worden. Diese eisenreiche Zone läßt ohne scharfe Begrenzung eine Erstreckung quer zur Schichtung erkennen und ist von der im Schichtstreichen aufgefahrene Strecke auf einer Breite von insgesamt 6 m quer durchörtert worden. Innerhalb dieser Zone finden sich überall noch kopfgroße, rundliche Nester oder auch linsenförmige Partien grobkristallinen grauen Kalkes als Umwandlungsreste.

Die Quecksilbererze sind ausschließlich an diesen gelbbraunen, an fein verteiltem Limonit reichen Kalk gebunden. Sie bilden darin zwei ebenfalls senkrecht zur Schichtung verlaufende je 10 cm und 35 cm breite Imprägnationszonen, innerhalb deren das Erz in einzelnen rundlichen Putzen von mehreren Millimetern Durchmesser oder in zusammenhängenden Putzenaggregationen der gelbbraunen Karbonatsubstanz eingesprengt ist. Gangförmige Anreicherungen, wie sie von K. HUMMEL (1925) aus den Bauen der alten Grube Königsberger Gemarkung berichtet worden sind, liegen nicht vor. Auch eine Zuordnung zu tektonischen Störungen oder Klüften ist nicht zu erkennen. Allerdings wird innerhalb der Imprägnationszonen der eisenreiche Kalkstein von bis zu 2 cm mächtigen, mit grobkristallinem Kalzit erfüllten Spältchen durchzogen. Andere Sulfide fehlen ganz. Dagegen ist innerhalb der Imprägnationszone Quarz als Zwickelfüllung der Karbonatgrundmasse in feiner Verteilung häufig. Er bildet auch sechseckig begrenzte Individuen bis zu 4 mm Größe.

### 3. Die petrographische Ausbildung der Quecksilbererze

Makroskopisch bestehen die kugelförmigen bis putzenartigen Quecksilbererzaggregate aus Zinnober mit typischer scharlach- bis ziegelroter Farbe. Die Ränder der Putzen werden oft von bis zu 0,5 mm dicken Rinden von schwarzem Zinnober gebildet, die die scharlachroten Innenpartien umschließen. In den Dünnschliffbildern wird eine wechsellörnige, helle bis gelbliche Karbonatgrundmasse mit Korngrößen zwischen  $40\mu$  und  $200\mu$  erkennbar, die örtlich durch Brauneisen verdrängt worden ist. Nach der Differentialdiagnose mit Hilfe der Lichtbrechung sind die Karbonatminerale vorwiegend Kalzit, untergeordnet Eisenspat. Dolomit findet sich innerhalb der Zinnoberputzen. Limonit erscheint dabei sowohl als feines Pigment oder in dichteren schüppchenartigen Aggregaten, wie auch in Krusten bis zu  $10\mu$  Dicke auf den Karbonatkorn Grenzen. Er ist dabei meist hellbraun durchscheinend. Andererseits kann er sich zu geschlossenen, opaken Massen zusammenschließen.

Zinnober erscheint rot durchscheinend, so daß die Innenstrukturen der rundlich begrenzten Aggregate deutlich werden. Diese lassen in ihrem Innern noch Karbonat- und Quarzreste erkennen, während die Randzonen, als Bereiche höchster Konzen-

tration, oft völlig opak sind und sich nach außen gegen das Karbonat in einzelne kleine Schüppchen auflösen. Selten lassen sich in dieser Schüppchenzone die für Zinnoberimprägung von Kalksteinen typischen idiomorphen Rhomboeder erkennen. In den Anschliffen zeigen sich auch innerhalb der Zinnoberputzen mit den typischen Innenreflexen rhomboedrische Strukturen, die aber als durch Zinnober verdrängte Dolomit- und Kalzitrhomboeder zu deuten sind, da sie neben solchen zu beobachten sind, wobei Zinnober von den Spaltflächen der Rhomboeder buchtig in das Karbonat vorgedrungen ist.

Die Farben der Putzen schwanken bei der Binokularbeobachtung von Großanschliffen zwischen dem Hellrot des erdigen bis feinkristallinen Zinnobers und der dunkel- bis blauglänzenden Zinnobervarietät, die als Stahlerz bezeichnet wird. Die Durchmessergröße der Putzen und die Dicken einzelner Zinnoberkrusten schwanken zwischen 0,5 mm und 4 mm, während die Größen der einzelnen Zinnoberschüppchen an den Rändern der Putzen unter 0,2 mm bleiben. Nach K. HUMMEL (1925) wurden in dem Zinnobervorkommen der alten Grube Königsberg dagegen putzenartige Anreicherungen bis zu Faustgröße beobachtet, welche allerdings der von Kalzit erfüllten Gangzone eingewachsen waren. Es handelt sich hierbei um eine auch durch Kupferkies, Pyrit und Hg-Fahlerze gekennzeichnete Zufuhrspalte der hydrothermalen Lösungen, in der die Sulfide gegenüber dem Kalkspat die in der Ausscheidungsfolge jüngeren Mineralien sind. Ähnliche Beziehungen zu dem in dem oben beschriebenen Aufschlußbild beobachtbaren Kalkspatgüngchen sind nicht festzustellen. Diese sind Ausfüllungen von durch tektonische Zerklüftung entstandenen Rissen.

#### 4. Der Chemismus des Quecksilbererzes

Von dem Material der 35 cm mächtigen Imprägnationszone wurden 3 Schlitzproben in verschiedenen Höhen des Streckenstoßes entnommen, deren Ergebnisse in Tab. I dargestellt sind. Analysiert wurden die lufttrockenen Proben.

Tab. I. Analysen von Schlitzproben der Imprägnationszone  
Probenabstand etwa 0,5 m

| Probe<br>Nr. | Hg<br>% | Sb<br>% | SiO <sub>2</sub><br>% | CaO<br>% | MgO<br>% | MnO<br>% | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>% | CO <sub>2</sub><br>% |
|--------------|---------|---------|-----------------------|----------|----------|----------|-------------------------------------|----------------------|
| 1            | 35,46   | 0,017   | 15,41                 | 10,49    | 1,53     | 0,70     | 17,58                               | 7,94                 |
| 2            | 27,72   | 0,008   | 10,95                 | 21,54    | 0,69     | 0,85     | 13,52                               | 16,58                |
| 3            | 5,09    | 0,017   | 10,09                 | 29,78    | 1,17     | 0,77     | 19,82                               | 23,24                |

Das Material einer größeren Zinnoberputze zeigte dagegen folgende chemische Zusammensetzung:

71,50% Hg  
 Spur % Sb  
 11,52% S  
 4,22% SiO<sub>2</sub>  
 0,81% CaO  
 4,23% MgO  
 1,34% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Damit erweist sich die Imprägnationszone, wie ja auch schon die makroskopischen und mikroskopischen Untersuchungen gezeigt haben, als ein durch Brauneisen vererzter und durch Quarz verkieselter Imprägnationsbereich des Zinnobererzes. Die Fe- und  $\text{SiO}_2$ -Gehalte der unvererzten, grauen Kalke verbleiben unter 2%. Das aus der Putze gewonnene Material zeigt, daß ausschließlich Zinnober und keine Anteile von Quecksilberfahlerzen vorliegen, wie dies K. HUMMEL (1925) aus gleichartigen Putzen beobachtet hat. Verdrängungsreste von Quarz und Karbonaten verursachen die Verunreinigungen.

### 5. Zur Genese der Zinnoberervorkommen und deren Stellung zum initialen, basaltischen Vulkanismus

Aus dem beschriebenen Aufschlußbild wie aus den von K. HUMMEL (1925) mitgeteilten Beobachtungen des Zinnoberervorkommens der alten Grube Königsberger Gemarkung ergibt sich, daß in ersterem Falle eine an einen umgewandelten Kalkstein gebundene Imprägnationszone vorliegt, während in letzterem Imprägnationen von Zinnober in Kalkstein neben einem durch höherthermale Sulfide gekennzeichneten Gang festgestellt wurden. K. HUMMELs genetische Deutung des Zinnobers als Zementationsprodukt deszendenter Verwitterungslösungen während einer der bretonischen Faltungsphase folgenden hypothetischen Festlandszeit ist von ihm selbst einer primären Bildung des Zinnobers aus niederthermalen Lösungen gegenübergestellt worden. Da in den neuen Aufschlüssen Paragenesen mit anderen Sulfiden, die zur Erklärung zementativer Tätigkeit notwendig wären, fehlen, muß eine Herleitung des Zinnobers aus epithermalen Lösungen angenommen werden. Hierfür spricht auch der geologische Aufschluß, das Auftreten der Imprägnation in einer verkieselten und durch Brauneisen vererzten breiten Umwandlungszone der adorfischen Kalksteine.

Die genetische Deutung hat dabei die Zeitlichkeit der Erzbildung zu berücksichtigen. Sie ist sicher älter als die variskische Faltung, da der Zinnobergang der alten Grube Königsberger Gemarkung nach K. HUMMEL (1925) von einer variskischen Störung abgeschnitten wird. Auch seine Versetzung an der hier als tektonische Bewegungsfläche ausgebildeten Grenze des givetischen Schalsteins gegen adorfischen Kalkstein ist dafür ein Beweis. Andererseits ist sie jünger als die Adorf-Stufe, deren Sedimente zur Zeit der Imprägnation verfestigt waren. K. HUMMEL (1925) weist die Bildung der Zinnobererze einer späten, hydrothermalen Phase des givetischen submarinen Vulkanismus zu, wobei er auf das Andauern von Tuffbildung bis in die Adorf-Stufe hinein hinweist. Derartige Tuffbildungen nach der Roteisensedimentation sind aus dem Bereich der beiden Gruben bei Königsberg nur von der Grenze Givet/Adorf bekannt. Sie gehen stratigraphisch nicht in den höheren Teil der Adorf-Stufe hinauf.

Dagegen ist aus der Geologie beider Roteisensteingruben die genetische Verbindung zu den mächtigen Deckenergüssen des Deckdiabasvulkanismus an der Grenze Oberdevon/Kulm viel naheliegender. Aus den Nachweisen zahlreicher in den letzten Jahren niedergebrachter Untersuchungsbohrungen wird ersichtlich, daß das Gebiet um Königsberg als Förderzentrum dieser Diabase anzusehen ist. Aus der alten Grube Königsberger Gemarkung ist ein den dortigen givetischen Schalstein mit dem Rot-

eisensteinlager quer durchsetzender, etwa 25 m mächtiger Gang von dichtem Diabas bekannt geworden, der als Förderspalte zu den Deckenergüssen gehört. Lagergänge von Diabas, deren Mächtigkeiten zwischen wenigen Zentimetern und 40 m schwanken konnten mit deutlichen Kontakterscheinungen nicht nur innerhalb der Kalkschiefer und Kalkknotenschiefer des höheren Oberdevons beobachtet werden, sondern durchschwärmen auch, z. B. zwischen der 210-m-Sohle und der 160-m-Sohle der neuen Grube Königsberg, den givetischen Roteisenstein und die Kalke der Adorf-Stufe. Eine Überprüfung der von K. HUMMEL (1925) angegebenen alten Quecksilbererzfundpunkte im Raum Königsberg ergab zudem, daß in den Feldern Ludwig, Leo und Susanna, welche durch Schürfgängen und Schürfschächte untersucht worden sind, die Mutungen auf Zinnobervererzungen im unterkarbonischen Deckdiabas eingelegt worden sind, wobei zersetzter Diabasmandelstein fälschlich als Schalstein bezeichnet worden ist. Diese genetische Verbindung zum Deckdiabas stellt die Quecksilbererzvererzungen von Königsberg/Kr. Wetzlar in die Gruppe der subvulkanischen Quecksilberlagerstätten, für die die Verbindung der aus hydrothermalen Lösungen gebildeten Zinnoberimprägnationen mit basischen Vulkaniten sowie die Paragenese mit Fahlerzen, Cu-Kies, Pyrit, Quarz und Kalkspat innerhalb der gangförmigen Zufuhrspalten typisch sind. Sie sind in Deutschland den Zinnoberlagerstätten von Landsberg bei Obermoschel/Pfalz verwandt, wo Gänge und Imprägnationen mit rotliegenden Melaphyren in genetischer Verbindung stehen. Auch die rezenten Zinnoberbildungen in den Vulkangebieten von Steamboat Springs/Nevada und Sulfur Banks/Kalifornien stehen mit Ergüssen von Basalten oder Andesiten in Verbindung. Zinnober tritt in Sulfur Banks als Quellabsatz bei Temperaturen der Thermen von 30–42° C auf.

## 6. Zusammenfassung

Aus dem geologischen Verband eines in der Roteisensteingrube Königsberg bei Königsberg/Kr. Wetzlar angefahrenen Zinnobererzvorkommens und dessen petrographisch-chemischer Ausbildung wird zusammen mit Beobachtungen aus anderen Fundpunkten des gleichen Raumes auf die genetische Verbindung der Vererzung mit dem unterkarbonischen Deckdiabasvulkanismus geschlossen.

## Schriftenverzeichnis

- DICKSON, F. W. & TUNELL, G.: Equilibria of red HgS (Cinnabar) and black HgS (Metacinnabar) and the saturated solutions in the system  $\text{HgS}-\text{Na}_2\text{S}-\text{H}_2\text{O}$  and  $\text{HgS}-\text{Na}_2\text{O}-\text{H}_2\text{O}$  from 25° C at 1 atmosphere pressure. — *Am. J. Sci.*, **256**, S. 654–679, New Haven 1958.
- HELLBACH, R. W.: Der Pfälzer Quecksilberbergbau. — *Bergbau*, **12**, S. 446–451, 6 Abb., Herne 1961.
- HUMMEL, K.: Ein zinnoberführender Erzgang im Devon des östlichen Rheinischen Schiefergebirges. — *Z. prakt. Geol.*, **33**, S. 137–140 u. 154–157, 10 Abb., Halle 1925.
- KEGEL, W.: *Erl. geol. Kte. Preußen 1:25000*, Bl. Rodheim, 48 S., 5 Abb., Berlin 1933.
- WHITE, O. E.: Thermal springs and epithermal deposits. — *Econ. Geol.*, **50**, *Ann. Rev.*, S. 99–154, Lancaster 1955.

Manuskript eingegangen am 3. 5. 1963

## Das Erdbeben vom 10. 2. 1964 in Offenbach a. Main

Von

**HANS BERCKHEMER**, Frankfurt a. Main

Mit 1 Abbildung

Am Abend des Rosenmontags um 18.38 Uhr wurden die Einwohner von Offenbach a. M. und einiger dichtbenachbarter Orte durch ein Erdbeben in Unruhe und teilweise in Schrecken versetzt, das zwar keinen Schaden anrichtete, aber trotz des Faschingsumtriebs die Bevölkerung in überraschend starkem Maße beschäftigte. Das Universitätsinstitut für Geophysik und Meteorologie in Frankfurt a. M. erhielt auf Grund einer Notiz in der „Offenbach-Post“ nahezu 300 Wahrnehmungsberichte. Durch die sehr dankenswerte Mitarbeit der Bevölkerung war die Grundlage für eine detaillierte makroseismische Auswertung gegeben. Diese unmodern anmutende Methode wissenschaftlicher Bearbeitung liefert Resultate, die durch instrumentelle Beobachtungen auch heute noch nicht erzielt werden können und die diese in wertvoller Weise ergänzen.

Das Beben hat wohl deshalb so viel Beachtung gefunden, weil Offenbach seit mehreren Jahren kein Erdbeben erlebt hat. Tatsächlich ist in den alten Chroniken auch Offenbach selbst nie als Erdbebenzentrum genannt. Überrascht hat allerdings, daß der Erdstoß vom 10. 11. 1950 um 18 Uhr 21 Min. 07 Sek., der fast von derselben Stärke war wie der gegenwärtige (siehe Offenbach-Post v. 15. 11. 1950), offenbar ganz in Vergessenheit geraten ist. Damals dürfte das Zentrum etwas nördlich des Bahnhofs gelegen haben. Er wurde auch in Mühlheim und Frankfurt vereinzelt verspürt und von den Erdbebenwarten Heidelberg, Stuttgart und Straßburg registriert. In den letzten Jahren wurde von Einzelpersonen aus Offenbach verschiedentlich auf merkwürdige Erschütterungen aufmerksam gemacht, deren Ursache damals nicht geklärt werden konnte.

Im größeren Rahmen gesehen befinden wir uns am Rande eines seismisch durchaus aktiven Gebietes. Aus dem Mainzer Becken, welchem auch Offenbach angehört, werden in jedem Jahrhundert Erdstöße mittlerer Stärke vermeldet. Gebäude der Stadt Mainz selbst wurden in den Jahren 858, 1445 und 1733 durch Erdbeben beschädigt. Bei Frankfurt a. M. lag in den Jahren 1384, 1601, 1655, 1682, 1707, 1727, 1779 und 1789 das Zentrum von örtlichen Beben. Vom Südrand des Taunusgebirges sind mehrere Erdbeben bekannt. Das letzte größere, das besonders im Ursprungs-

bereich der Wisper verspürt wurde, fand am 22. I. 1930 statt. In den Jahren 1869 bis 1871 war das Gebiet von Groß Gerau und Darmstadt Schauplatz einer ganz ungewöhnlichen Häufung von mehr als 2000 Erdstößen. Im Abstand von oft weniger als einer halben Stunde bebte die Erde teilweise so stark, daß Schornsteine einstürzten. Sechs dieser Stöße erreichten den Grad VII nach der 12teiligen Intensitätsskala von MERCALLI-SIEGBERG. Katastrophenbeben jedoch, wie sie in Südeuropa, Asien und Amerika vorkommen, kennt man in diesem Raum nicht. Auf die Entstehungsursache wird an späterer Stelle eingegangen.

### Makroseismische Bearbeitung

Der räumlich engbegrenzte Bereich des zentralen Schüttergebietes liegt im südlichen und östlichen Teil der Stadt Offenbach. Er ließ sich mit dem reichhaltigen Material der nahezu 300 Wahrnehmungsmeldungen verhältnismäßig genau umreißen.

Typische Beobachtungen aus diesem Gebiet berichten von heftigem, stoßartigem Anheben und Absacken des Hauses mit kurzem Nachschwingen, Rasseln von Fensterscheiben und Klirren von Gläsern, von Schwanken oder Vibrieren der Deckenlampen. Verschiedene Gegenstände fielen aus offenen Regalen. Vier Beobachter berichten von feiner Ribbildung an Innen- oder Außenwänden. Bemerkenswert ist, daß fast überall Geräusche wahrgenommen wurden, deren Schilderung von trockenem, hartem Knall bis zu dumpfem Grollen reicht. Der Gesamteindruck wurde verglichen mit einer Explosion in geringer Entfernung, teilweise auch mit dem Umfallen eines schweren Gegenstandes im Hause. Die Erscheinungen entsprechen den Merkmalen der Stärkegrade IV–V nach der Skala von MARCALLI und SIEGBERG. Die ausgesprochen harten d. h. hochfrequenten Geräusche fallen mit dem Kern des Schüttergebietes zusammen.

Die zentrale Isoleistenlinie läßt deutliche Parallelen zur Oberflächengeologie erkennen. Die auf eiszeitlichem Kalksand und Kiesablagerungen erbaute Südstadt wurde stärker erschüttert als der auf mehr lehmigem Talboden des Mains gelegene Nordwestteil. Offenbar dämpft der weichere Lehm die stoßartigen elastischen Wellen stärker.

Trotz der relativ heftigen Erschütterungen in Offenbach überschreitet die Fühlbarkeitsgrenze kaum 6 km vom Zentrum. Ersetzt man die von den Isoleistenlinien umschlossenen Flächen durch flächengleiche Kreise, so ist deren Radius für

#### Intensität

|            |         |
|------------|---------|
| 4,5        | 0,85 km |
| 4 und mehr | 2,3 km  |
| 3 und mehr | 5 km.   |

Mit dem von R. v. KÖVESLIGETHY aufgestellten und von W. SPONHEUER weiter entwickelten Verfahren errechnet man als Tiefe des Erdbebenherdes  $h = 2,0 - 2,5$  km, wobei sich für den Absorptionsfaktor der elastischen Wellen Werte von  $\alpha = 0,05 - 0,1$  ergeben.



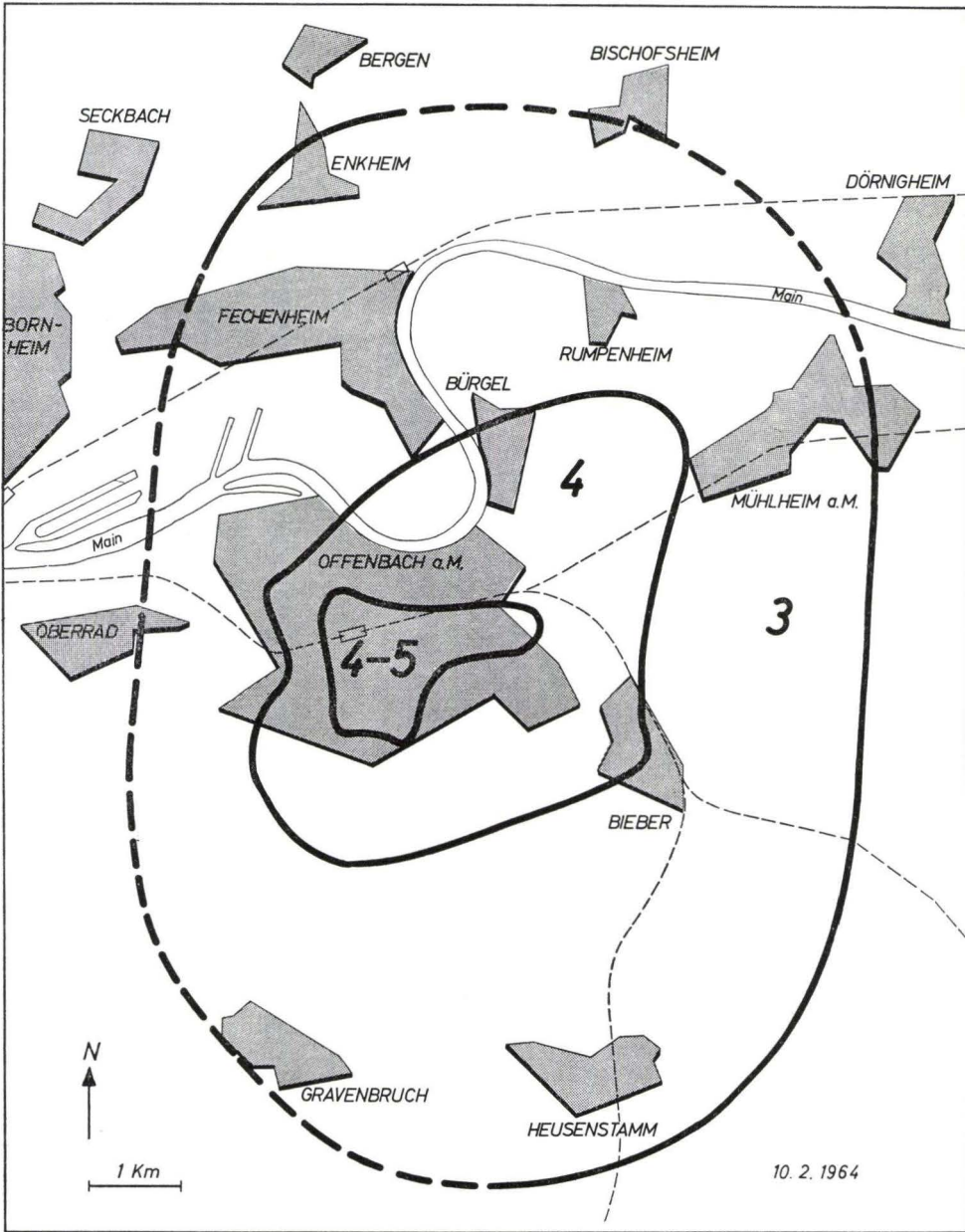


Abb. 1. Isoseistenkarte.

Die von C. F. RICHTER eingeführte sogenannte Magnitude, ein Maß, das mit der Erdbebenenergie in Verbindung steht, beträgt

nach der Formel von V. KARNIK (1960)  $M = 2,4$  und

nach der Formel von W. SPONHEUER (1962)  $M = 2,9$

Der Mittelwert liegt bei  $M = 2,65$ .

Dies entspricht etwa der Erschütterungswirkung einer Sprengung mit 10 t Dynamit.

### Mikroseismische Bearbeitung

Infolge der geringen Energie ist die Zahl der Observatorien, welche das Beben registriert haben, klein. Mit Ausnahme von Heidelberg und der höchstempfindlichen Station Gräfenberg<sup>1)</sup> wurden nur schwache Scherungswellen (S-Wellen) registriert, so daß die Lokalisierung des Erdbebenherdes auf diese Weise mit einer größeren Unsicherheit behaftet ist, als die makroseismische Bestimmung. Aus den Seismogrammen ergeben sich folgende Ankunftszeiten der Wellen in MGZ (Weltzeit)

|                   |        |   |
|-------------------|--------|---|
| Heidelberg:       | e P    | 17 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup> 06 <sup>s</sup> |
| $\Delta = 80$ km  | i Pg   | 38 06.7   |
|                   | e (Sn) | 38 14.5   |
|                   | i (Sg) | 38 17.5   |
| Bensberg:         | e Sg   | 38 39.5   |
| $\Delta = 147$ km |        |   |
| Stuttgart:        | e Sn   | 38 34.4   |
| $\Delta = 150$ km |        |   |
| Tübingen:         | i Sn   | 38 42.1   |
| $\Delta = 175$ km |        |   |
| Gräfenberg:       | i Pn   | 38 23.7   |
| $\Delta = 178$ km | i Pg   | 38 26.5   |
|                   | e      | 38 29   |
|                   | e      | 38 42.3   |
|                   | i Sn   | 38 43.3   |
| Feldberg:         | i (Sb) | 39 04.6   |
| Schwarzwald       |        |   |
| $\Delta = 250$ km |        |   |

Mit Hilfe der Hyperbelmethode und der Laufzeitkurve für Nahbeben ergibt sich die wahrscheinlichste Lage des Herdes 3 km südlich der Stadt Offenbach mit einem mittleren Fehler von 5 km. Eine Herdtiefebestimmung ist mit den spärlichen Daten und wegen des Fehlens einer Nahstation nicht möglich. Bemerkenswert ist, daß bei der nahezu gleichen Entfernung der Station Bensberg und Stuttgart in beiden Fällen offenbar verschiedene Phasen der allerdings schwachen S-Wellen auftreten. Dieses

<sup>1)</sup> Mobile Observatory 34 (Gräfenberg) der Geotechnical Corporation Garland Texas, USA.

Beispiel zeigt, daß die Verwendung von S-Wellen allein für die Herdbestimmung leicht zu Fehlschlüssen führen kann.

Die Herzzeit wurde mit Hilfe der Stationen Heidelberg und Gräfenberg berechnet. Es ergibt sich hierfür:

$$\begin{aligned} H: & 17^h 37^m 54^s \pm 2 \text{ sek MGZ oder} \\ & 18^h 37^m 54^s \text{ MEZ.} \end{aligned}$$

### Geologische Betrachtung über die Ursache des Erdbebens

Bei der ungewöhnlich kleinen Herdtiefe von nur 2–2,5 km und der geringen Energie liegt zunächst die Vermutung nahe, daß es sich hier um den Einsturz unterirdischer Hohlräume handeln könnte. Es darf vorweggenommen werden, daß im Offenbacher Raum nie Untertagebergbau getrieben wurde. Es ist also die Frage zu klären, ob Hohlräume mit natürlichem Ursprung in größeren Tiefen zu erwarten sind.

Über die obersten 275 m gibt uns die Erbohrung der Kaiser-Friedrich-Quelle in Offenbach Aufschluß. Unter der 100 m mächtigen tertiären Sedimentdecke stößt man auf „Rotliegendes“, eine Abagerung der Permformation. Dieses Material enthält keine Salzlager und auch keine mächtigen Kalklagen, die durch das Grundwasser in Lösung gegangen sein könnten. Das unterliegende, dichte kristalline Grundgebirge, das im Odenwald sichtbar wird, dürfte in schätzungsweise 400 m Tiefe anzutreffen sein, ist jedoch nicht erbohrt. Die Voraussetzung für ein Einsturzbeben, nämlich das Vorhandensein von ausgedehnten Hohlräumen, ist demnach geologisch sehr unwahrscheinlich. Ein Zusammenhang mit der Kaiser-Friedrich-Quelle ist ebenfalls nicht feststellbar, da die Quelle nicht im Erdbebenzentrum liegt und weder Trübungen noch Änderungen des Wasserstandes bemerkt wurden.

Das Beben muß also seine Energie aus inneren Spannungen des Grundgebirges geschöpft haben, die sich bevorzugt dort auslösen, wo in jüngerer geologischer Zeit noch lebhaft tektonische Bewegungen stattgefunden haben. Das Herdgebiet erfüllt diesen Gesichtspunkt in zweifacher Hinsicht. Es liegt an der Verlängerung des östlichen Rheintalgrabens. Während Offenbach selbst auf einer hochgelegenen Scholle des Grundgebirges, einem Ausläufer des Odenwald-Kristallines ruht, ist das westlich benachbarte Sachsenhausen bereits mit dem Einbruch des Rheintalgrabens um etwa 200 m abgesackt. Daß diese Bewegungen noch im Gange sind, zeigen Feinnivellements etwas weiter südlich an der Bergstraße. Zum anderen liegt Offenbach in der östlichen Fortsetzung einer Senkungszone, die sich vom Saar- über das Nahe-Gebiet nach Osten hinaus erstreckt.

Vom Standpunkt der Tektonik ist das Offenbacher Erdbeben deshalb keine Überraschung und findet seine Erklärung in ähnlicher Weise wie die Beben des übrigen Mainzer Beckens.

Herrn Dr. G. SCHNEIDER, Landes-Erdbebendienst, Stuttgart, verdanke ich zahlreiche Angaben und Hinweise, Herr Dr. F. NÖRING, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, gab mir freundlicherweise Erläuterungen zu den geologischen Verhältnissen des Herdgebietes.

## Schriftenverzeichnis

- KARNIK, V.: Seismicity of Europe. — Union Int. Geod. Geophys., Monogr. **9**, 1960.
- MICHELS, F.: Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen 1:25 000, Bl. Frankfurt-Offenbach, Berlin 1930.
- SIEBERG, A.: Beiträge zum Erdbebenkatalog Deutschlands für die Jahre 58—1799. — Mitt. deutsch. Reichs-Erdbebendienst, **2**, Jena 1940.
- SPONHEUER, W.: Erdbebenkatalog Deutschlands 1800—1899. — Mitt. deutsch. Erdbebendienst, **3**, Jena 1952.
- Methoden zur Herdtiefenbestimmung in der Makroseismik. — Freiburger Forschungshefte, C 88, Freiberg i. Sa. 1960.
- Untersuchungen zur Seismizität von Deutschland. — Veröff. Inst. Erdbebenforschung, **72**, Jena 1962.

Manuskript eingegangen am 20. 4. 1964

**Nachrichten und Mitteilungen**  
**aus dem**  
**Hessischen Landesamt für Bodenforschung**

**Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers**  
**7. Spülsäume in Schichten der Kaisergrube von Gemünden**

Von

**FRITZ KUTSCHER, Wiesbaden**

Mit Tafel 15

**Kurzfassung:** Recht häufige, jedoch bisher kaum beachtete Fossilansammlungen aus dem Hunsrückschiefer von Gemünden (Hunsrück, Rheinisches Schiefergebirge) werden beschrieben. Fossilinhalt, Ablagerungsart und Sedimentation dieser Vorkommen sprechen für Spülsäume in einer küstennahen Flachsee oder in einem Wattenmeer.

**Summary:** In the present publication some fossil occurrences, within the Hunsrück shale of Gemünden (Hunsrück, Rheinisches Schiefergebirge) are demonstrated. The frequency of fossil shells and the kind of sedimentation point at beach formations in near-shore regions or in flats.

**Résumé:** La publication décrit des accumulations de fossiles très fréquentes mais peu observées dans les schistes de l'Hunsrück près de Gemünden (Hunsrück, Rheinisches Schiefergebirge). Les espèces, la sorte des gisements et la sédimentation admettent la supposition de bords dans un lac plat littoral ou dans des bas-fonds.

**Inhalt**

|   |     |
|---|-----|
| 1. Einleitung und allgemeine Bemerkungen . . . . .              | 261 |
| 2. Art der Fossilvorkommen und Fossilinhalt . . . . .           | 262 |
| 3. Die Anordnung der Fossilien auf den Schichtflächen . . . . . | 263 |
| 4. Zusammenfassung . . . . .                                    | 264 |
| 5. Schriftenverzeichnis . . . . .                               | 264 |

**1. Einleitung und allgemeine Bemerkungen**

Seit rund 80 Jahren kennt man aus umfangreichen Schichtpaketen der Kaisergrube in Gemünden Fossilansammlungen aus vornehmlich kleinen Lamellibranchiaten sowie anderen kleinen Tierarten. Nur ganz gelegentlich ist in der Literatur darauf hingewiesen worden; eine zusammenfassende Würdigung fehlt bisher. Im folgenden sollen dazu einige Aussagen gemacht werden.

Die Kaisergrube in Gemünden, die in den langen Jahren ihres Bestehens immer wieder durch ausgefallene Fossilfunde hervorgetreten ist, wurde vor wenigen Jahren stillgelegt. Mit dem Erlöschen des Dachschieferbergbaues schwinden naturgemäß auch die Fossilfunde. Auf der großen Dachschieferhalde jedoch kommen gelegentlich noch Fossilien zum Vorschein, ganz besonders aber noch zahlreiche Schieferplatten, die die eingangs erwähnten Fossilansammlungen führen. Sie können auch über den stillgelegten Bergbau hinaus noch aufgesammelt werden.

## 2. Art der Fossilvorkommen und Fossilinhalt

Fast gleichzeitig berichten RUD. RICHTER (1931) und KUTSCHER (1931) von diesen Fossilvorkommen.

RUD. RICHTER (1931, S. 310) führt an, daß kleine Muschelformen ganze Platten dicht bedecken können, wobei die kleinen Formen aus kleinen Arten bestehen. Weiterhin erwähnte er *Novakia*-Schwärme, die in vielen Lagen massenhaft festzustellen sind, und die gelegentlich auch eine kleine *Orthoceras*form einschließen.

KUTSCHER (1931, S. 211–212) beschreibt in ähnlicher Form diese dünnen und kleinen Muschelschalen, die ganze Schichten erfüllen. Die Schälchen sind zumeist scharfkantig zertrümmert, und nur ganz selten sind ganze Klappen erhalten geblieben. Eine ebenso weite Verbreitung haben *Tentaculitengehäuse*; sie durchschwärmen in großer Häufigkeit ganze Schichten zusammen mit vereinzelt kleinen *Orthoceren*. Auch hier sind es meist nur Fragmente. Auf Grund des damals gefundenen Materials beschrieb ich die neue Art *Tentaculites fuchsi*, ein spitz-kegelförmiger *Tentaculit* von 3 mm Länge.

Ein Jahr später gelang es RUNZHEIMER (1932), aus den gleichen Schichten von Gemünden in einem Schwarm von „Pteropoden“ ein Gehäuse mit einem tadellos erhaltenen Embryonalnucleus herauszufinden. Er benannte diese Form *Novakia gemündina*. Bei dem Holotypus fehlt der größte Teil des Rumpfes, dagegen ist bei den Paratypoiden nur der Rumpf vorhanden. Auch hier zeigt es sich wieder, daß fast alle in diesen Schichten vorkommenden Fossilien bei der Einbettung zerstört waren.

Eine ähnliche Fossilführung, und zwar vollkommen mit Schwefelkies überzogene „*Tentaculiten* und andere kleine organische Reste“ erwähnte ich (1933) von der stillgelegten Dachschiefergrube Rothsberg am Nordosteingang von Gemünden, gegenüber dem Bahnhof.

Eingehende Nachrichten oder Untersuchungen über diese Fossilvorkommen sind nach 1933 in der Hunsrückschiefer-Literatur lange Zeit nicht mehr erwähnt. Erst 1960 finden wir gelegentlich des Nachweises von Strömungsanzeichen im Hunsrückschiefer-See bei SEILACHER (S. 94) weitere Notizen. Bei der Einsteuerung starrer Körper bildet er als Beispiel aus dem Hunsrückschiefer von Bundenbach Kleinformen ab, und zwar *Ostracoden*, *Tentaculiten* und andere Mikrofossilien mit parallel ausgerichteten Längsachsen (Taf. 1 Fig. 1). Damit sind die Fundberichte erschöpft. Bei meinen häufigen Besuchen in Gemünden, die allerdings rund 10 Jahre unterbrochen waren, widmete ich den beschriebenen Fossilvorkommen immer wieder ein Augenmerk. Typische Ausschnitte meiner letzten Aufsammlungen sind in der beigefügten Taf. 15 abgebildet. Auf Grund der Fossilfunde in den Dachschieferplatten der Stapel-

bestände und auf den Halden der Kaisergrube in Gemünden darf folgende Zusammensetzung dieser eigenartigen Fossilvorkommen, in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit angeordnet, genannt werden:

Lamellibranchiaten, kleinwüchsige Arten, zumeist nur  $\pm$  zerbrochene Schalenfragmente

Novakiengehäuse, fast alle zerbrochen, mit den 2 bestimmten Arten:

*Novakia gemündina*

*Novakia fuchsi*

Bruchstücke von Crinoiden-Stielen und -Kelchen

Styliolinengehäuse

kleine Orthocerengehäuse und Bruchstücke von größeren Orthocerenarten

Trilobiten-Häutungsreste

Organischer Detritus.

Die Zusammenstellung, die sicherlich weit von einer Vollständigkeit entfernt ist, erhellt zur Genüge, daß man diesen Fossilien im Rahmen der sonst ausgefallenen und berühmten Hunsrückschiefer-Fossilien keine Bedeutung beigemessen hat.

### 3. Die Anordnung der Fossilien auf den Schichtflächen

Fast restlos handelt es sich um Schalenrümmer und aufgelöste Fossilteile, die auf Schichtflächen in einer lockeren Streuung angeordnet sind. Sie wiederholen sich in vielfachen Schichtflächen übereinander; übergeordnete Schichtbänke umfassen eine Unzahl von kleinen und kleinsten Einheiten. Gerade die Umgebung von Gemünden ist dafür bekannt, daß das Sediment feinste Schichteinheiten aufweist, eine stete Wechsellagerung von hellen-feinsandigen und dunklen schluffigen-tonigen Sedimenteinheiten. RUD. RICHTER (1931, S. 317) und KUTSCHER (1931, Taf. I) geben Abbildungen dazu. RUD. RICHTER beschreibt das Gefüge als Linsenschichtung (Flaserung) und Diagonalschichtung. Abtragungsf lächen und diskordante Auflagerungen unter erheblichen Winkeln belegen, daß die Sedimentation mit Schichtzerstörungen Hand in Hand ging.

Die frühere Lehrmeinung, daß das Hunsrückschiefersediment in der Tiefsee abgelagert sei, ist längst vergessen. Zahlreiche Indizien lassen sich anführen, ein Hunsrückschiefermeer zu sehen, in dem eine stets wechselnde, sicherlich auch rasch vor sich gehende Sedimentation stattgehabt hat. Örtlich und zeitlich mögen in dem mächtigen Tonschiefersediment Ebbe- und Flutströmungen für eine regelmäßige Feinsedimentation mit allen Abtragungerscheinungen, Linsen- und Flaserbildung u. dgl. gesorgt haben.

Bei der Sedimentation, die im strömenden Medium vor sich gegangen ist, wurden Schalen- und Leichenteile, die nach den geschilderten Funden örtlich in großer Menge vorhanden gewesen sein müssen, auf dem Meeres- und Wattenboden  $\pm$  stark bewegt. Es kam zur Bildung von Spülsäumen, die, wie RUD. RICHTER definierte, Rollgut und Treibgut zugleich beherbergten. Ehe es endgültig eingebettet wurde, unterlag das Fossilgut einem mehr oder weniger lange dauernden Zerstörungseinfluß, so wie die heutigen Funde (Taf. 15) es klar belegen.



#### 4. Zusammenfassung

Aus den Hunsrückschiefer-Schichten von Gemünden, vornehmlich der dortigen z. Zt. stillgelegten Kaisergrube, werden häufige, bisher kaum beachtete Fossilvorkommen beschrieben. Es sind in erster Linie kleinwüchsige Arten von Lamellibranchiaten, Novakienschwärme, kleine Cephalopoden-Arten und Reste von größeren Orthoceren, Styliolinen, Ostracoden, Häutungsreste von Trilobiten, Crinoidenreste und organischer Detritus.

Vornehmlich sind es nur Fossilreste, die auf Schichtflächen, i. a. ungerichtet, angeordnet sind.

Das Sediment verrät Strömungen, wahrscheinlich auch von Ebbe und Flut bewegtes Wasser, die die abgestorbenen Lebewesen beanspruchten und zum Zerfall brachten.

Sedimentmaterial, mit tierischem Roll- und Treibgut, wurde in häufiger Wiederkehr dünnsschichtig abgelagert.

Die tierischen Reste sind als Spülsäume fossilisiert worden; nirgends kam es zur Ausbildung von Schillen.

#### Schriftenverzeichnis

- KUTSCHER, F.: Zur Entstehung des Hunsrückschiefers am Mittelrhein und auf dem Hunsrück. — Jb. nass. Ver. Naturk., 81, S. 177—232, Wiesbaden 1931.
- Über gestreifte Schiefer in den unterdevonischen Dachschiefern von Gemünden. — Z. prakt. Geol., 41, S. 131—133, 2 Abb., Halle (Saale) 1933.
- Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. 5. Pteropoden-Vorkommen im Hunsrückschiefer des Hunsrück und Taunus. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 91, S. 333—371, 3 Abb., Wiesbaden 1963.
- RICHTER, RUD.: Tierwelt und Umwelt im Hunsrückschiefer; zur Entstehung eines schwarzen Schlammsteins. — Senckenbergiana, 13, S. 299—342, 16 Abb., Frankfurt a. M. 1931.
- RUNZHEIMER, H.: *Novakia gemündina* n. sp., ein Pteropod aus dem Hunsrückschiefer (Unterdevon) des Rheinischen Schiefergebirges. — Senckenbergiana, 14, S. 87—91, 2 Abb., Frankfurt a. M. 1932.
- SEILACHER, A.: Strömungsanzeichen im Hunsrückschiefer. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 88, S. 88—106, 13 Abb., Taf. 12—13, Wiesbaden 1960.

Manuskript eingegangen am 18. 6. 1964

## Das Profil der Bohrung Großkarben 2

Von

**EBERHARD KÜMMERLE**, Wiesbaden

**Kurzfassung:** Unter geringer Lößlehmdecke wurde in der Bohrung Großkarben 2 ein Tertiärprofil erschlossen. Die Bohrung durchteuft Inflata- und Cerithienschichten und endet in oberoligozänen Cyrenenmergeln.

**Summary:** The drilling of Großkarben No. 2 was terminated in Upper Oligocene Cyrena marls after having crossed Neogene marls and limestones.

**Résumé:** Le sondage de Großkarben No. 2 a traversé un profil néogène et se termine dans les Marnes à Cyrènes de l'Oligocène Supérieur.

Die Wasserbohrung Großkarben 2 liegt auf Blatt 5718 Ilbenstadt der Top. Karte 1:25000 in ca. 170 m ü. NN (R = 348514; H = 556661). Das besonders petrographisch interessante Schichtprofil setzt sich folgendermaßen zusammen:<sup>1)</sup>

|       |   |       |   |
|-------|---|-------|---|
| 0     | — | 2,50  | vorwiegend brauner Lößlehm  |
| 2,00  | — | 5,60  | grünlicher bis hellbrauner Kalkstein  |
| 5,60  | — | 5,90  | grüner bis rotbrauner mergeliger Ton  |
| 5,90  | — | 6,20  | braungrauer Kalkstein   |
| 6,20  | — | 6,70  | grünlich rotbrauner toniger Mergel bis mergeliger Ton                             |
| 6,70  | — | 7,00  | harter weißgrauer Kalkstein   |
| 7,00  | — | 10,10 | grünlich grauer toniger Mergel bis mergeliger Ton                                 |
| 10,10 | — | 11,30 | rostfleckiger grüngrauer Kalkstein  |
| 11,30 | — | 11,80 | grünlich-grauer toniger Mergel bis mergeliger Ton                                 |
| 11,80 | — | 12,90 | harter gelblichgrauer Kalkstein   |
| 12,90 | — | 16,00 | gelbgrauer mergeliger Kalk bis kalkiger Mergel                                    |
| 16,00 | — | 17,60 | grauer Kalkstein  |
| 17,60 | — | 20,10 | mürber, teils eisenschüssiger Calcarenit  |
| 20,10 | — | 22,30 | harter grauer Kalkstein   |
| 22,30 | — | 23,20 | mürber grauschwarzer mergeliger Ton   |
| 23,20 | — | 23,60 | schwarzbraune Weichbraunkohle   |
| 23,60 | — | 46,50 | teils mürber, teils zäher grauer bis blaugrüner toniger Mergel bis mergeliger Ton |

<sup>1)</sup> Herrn Dr. H. DENGLER, dem geologischen Bearbeiter der Bohrung, sei für sein Entgegenkommen vielmals gedankt.

Der Profilabschnitt von 2,50 m bis 6,20 m wurde auf Grund schlecht erhaltener Brackwasserfaunenreste zu den Corbicula- (=Inflata-) Schichten gestellt. Der Profilteil von 6,20 m bis 23,20 m muß in Anbetracht reicher mariner Foraminiferenfauna (u. a. *Uvigerinella* sp. 2a DOEBL, *Nonion granosum* (D'ORB.), *Buliminella elegantissima* (D'ORB.), *Globulina* sp.) den Cerithienschichten zugeordnet werden. Dafür waren außerdem die Ostrakoden *Cyprideis?* sp. H11 DOEBL & MALZ und *Haplocytheridea* sp. Ce 96 DOEBL & MALZ maßgebend. Der Sandgehalt ist in diesem Abschnitt auffallend groß.

Die Schichtfolge von 23,20 bis 46,50 m enthält im oberen Teil die erwähnte Braunkohle und führt z. T. eine Fauna von oberoligozänem Gepräge [*Bolivina fastigia* CUSHMAN, *Cibicides lobatulus* (WALK. & JAC.), *Stainforthia schreibersiana* (CZIZEK), *Nonion commune* (D'ORB.)], daneben Charophyten-Oogonien und *Potamides lamarcki* BRONG., sowie Ostrakoden der Gattung *Pterygocythereis*.

Manuskript eingegangen am 20. 8. 1964

## Bemerkung zu einer Bohrung im Untermiozän des Vogelsberg-Nordostrand

Von

KONRAD REUL, Wiesbaden

Die Basalte des Vogelsberges bedecken auch an dessen Nordostrand isolierte Vorkommen von Ton und Sand, in denen Quarzite und – darüber – Pflanzenreste auftreten. SCHOTTLER (1931) bezeichnet sie als „Untermiozäne Süßwasserschichten“ und setzt diese, wie die teilweise quarzitischen Sandsteine bei Münzenberg und Butzbach, der Corbicula-Stufe gleich. Bei Lauterbach, sowie südlich und westlich davon, beinhaltet diese vorbasaltische Stufe vorwiegend Umlagerungsprodukte einer kaolinischen Verwitterungskruste (reine Quarzsande, sowie weiße und gelbe, sandige Kaolintone), die nur in vorbasaltisch eingesunkenen rheinisch bis antiherzynisch gerichteten Senken und kleinen Gräben unter dem Schutz der Basaltdecke von der Erosion verschont geblieben sind. Die wichtigen Vorkommen Maar-Reuters-Schwarzer Graben, Riedesel'sche Tongrube an der Straße Lauterbach-Angersbach und Rudlos-Schadges werden bereits bei LUDWIG (1869) erwähnt und von O. DIEHL (1926, 1935) und W. SCHOTTLER (1928) näher beschrieben und neu kartiert. W. KLÜPFEL (1931) hat besonders das Schichtprofil aus der Riedesel'schen Tongrube bei Lauterbach („Lauterbacher Schichten“ KLÜPFELS) aufgenommen. Unter Verwendung der ENGELHARDT'schen Aufsammlung bestimmte KIRCHHEIMER (1931) die reiche Flora dieses Aufschlusses. Die beschriebenen Schichten zeigen in den nur wenige Meter mächtigen Aufschlüssen (größte aufgeschlossene Schichtmächtigkeit: ca. 17 m in der Tongrube Lauterbach) eine unruhige Sedimentation. Eine Parallelisierung einzelner Einheiten der Abfolge war nicht möglich. Den geologischen Karten (O. DIEHL 1926, 1935 und W. SCHOTTLER 1928) ist eine maximale Mächtigkeit der untermiozänen Süßwasserablagerungen von ca. 40 m zu entnehmen.

Durch eine Brunnenbohrung der Gemeinde Schadges ist erstmalig ein geschlossenes Bohrprofil durch den größten Teil dieser Schichten bekannt geworden, das hinsichtlich der angetroffenen Mächtigkeit überrascht.

Die Bohrung wurde im tektonischen Graben von Schadges bei Rechts 353004 Hoch 560385, ca. 381 m ü. NN (Topographische Karte 1:25000, Blatt 5422 Herbstein) durch das Tiefbohrunternehmen Stefan Kuhn OHG, Inheiden, im Frühjahr 1964 niedergebracht. Sie hat folgende Schichten durchsunken:

- 0,00 m – 0,20 m Lehm, dunkelbraun, sandig, schwach humos.
- 4,50 m Ton, hellgrau, schwach grünlich-graublau, plastisch, steif.
- 5,70 m Ton, hellgelblich-grau, plastisch, steif.

- 7,80 m Ton, gelb bis ockergelb, z. T. rostfleckig, schluffig, wenig plastisch.
- 10,60 m Ton, gelb bis ockerfarben, stark sandig (Korndurchmesser 0,25 mm bis 0,50 mm).
- 12,00 m Ton, hellgrau bis gelblich-weiß, stark sandig (Korndurchmesser 0,1 bis 0,4 mm, vereinzelt 0,6 mm).
- 14,00 m Quarzsand (0,2—0,4 mm), weiß, stark tonig mit großen Quarzen (durchscheinend wie die Quarzkörner), z. T. gut abgerollt, Durchmesser bis 14 mm.
- 18,00 m Quarzsand, weiß, Korndurchmesser 0,05—0,30 mm, stark tonig.
- 18,80 m Ton, weiß, mit weißem Quarzsand, Korndurchmesser 0,1 mm.
- 21,40 m Ton, weiß bis weißgrau, plastisch mit wenig feinstem Quarzsand.
- 26,00 m Quarzsand und Ton (ca. 50:50) weiß, Quarzkorndurchmesser ca. 0,1 bis 0,3 mm.
- 31,60 m Quarzsand, weiß, stark tonig, Korndurchmesser 0,2—0,3 mm — vereinzelt bis 0,5 mm, z. T. quarzitisches gebundener Sandstein, weiß.
- 33,50 m Ton, gelblich-weiß bis ockerfarben, plastisch, wenig feinsandig.
- 36,70 m Sandstein, gelblich bis hellbräunlich, mürbe, besteht nur aus sehr gut gerundetem Quarzkorn, Korndurchmesser 0,5—1,8 mm.
- 38,50 m Quarzsandstein, gelblich-weiß, aber auch ziegelrot, quarzitisches gebunden, Korndurchmesser 0,1—0,5 mm.
- 40,30 m Ton, hellgelb mit rötlichen Schlieren, stark sandig, noch plastisch, Korndurchmesser 0,1 mm.
- 45,00 m Quarzsandstein, hellgelb bis ockergelb, z. T. mürbe, z. T. quarzitisches gebunden, Korndurchmesser 0,2—0,8 mm.
- 45,70 m Ton, ziegelrot bis braunrot und hellgrünlich-grau, plastisch, steif.
- 48,20 m Quarzsandstein, quarzitisches gebunden, weiß bis hellgelb mit dunkelroten Ausfällungshorizonten, Korndurchmesser ca. 0,2 mm, vereinzelt bis zu 0,5 mm.
- 50,00 m Quarzsand, gelbweiß, stark tonig, Korndurchmesser 0,2—0,5 mm mit Sandsteinbänkchen weiß und ockergelb, z. T. mürbe, z. T. quarzitisches gebunden, Korndurchmesser 0,4—0,7 mm.
- 54,20 m Quarzsandstein, hellgelb bis ockergelb, meist mürbe, z. T. quarzitisches gebunden, Körner sehr gut gerundet, Korndurchmesser 0,1—0,6 mm, vereinzelt bis 1,0 mm.
- 55,50 m Ton, gelblich-weiß, feinsandig, plastisch mit weißen Sandsteinbänkchen, quarzitisches gebunden, Korndurchmesser 0,1—1,0 mm.
- 57,00 m Quarzsandstein, hellgelb bis hellbräunlich, z. T. rote bis schwarze Ausfällungskrusten, schwach quarzitisches gebunden, Korndurchmesser 0,2 bis 1,0 mm, im Mittel 0,3—0,5 mm.
- 60,00 m Ton, weiß bis hellgelb, unten ockerfarben, feinsandig, noch plastisch, Quarzkorndurchmesser 0,05—0,15 mm.
- 60,60 m Ton, gelb, plastisch.
- 62,00 m Quarzsandstein, weißgrau, feinkörnig.
- 63,20 m Ton, rot, plastisch.
- 70,00 m Quarzsand und Ton, weißgrau bis hellgelb, Quarzkorndurchmesser 0,1—0,4 mm.
- 72,00 m Ton, rot, plastisch.
- 74,20 m Quarzsandstein, hellgelb bis hellbraun, z. T. mürbe, z. T. quarzitisches gebunden, Korndurchmesser 0,2—0,4 mm.
- 76,80 m Ton, rot, plastisch.
- 78,00 m Ton, weißgrau, feinsandig, Quarzkorndurchmesser 0,1—0,2 mm.
- 79,20 m Ton und Quarzsand, gelbbraun, Korndurchmesser 0,1—0,6 mm.
- 80,00 m Ton, ziegelrot, plastisch.

#### Endteufe

Die Bohrung<sup>1)</sup> hat nur kalkfreies, fossilieeres Untermiozän angetroffen, dessen Basis zwar nicht erreicht wurde, aber nahe unter Bohrlochsohle liegen dürfte. Die Schichten lassen sich von oben nach unten zu folgenden 5 Einheiten zusammenfassen:

- |   |           |
|---|-----------|
| 1. Weißgraue bis bläuliche Kaolintone, plastisch,                             | ca. 5,5 m |
| 2. Ockergelber, sandiger Ton  | ca. 5,0 m |
| 3. Weißgraue quarzsandige Kaolintone mit Quarzgeröllagen und weißen Quarziten | ca. 23 m  |
| 4. Gelbgraubraune Quarzsandsteine und Quarzite                                | ca. 26 m  |
| 5. Rote und graubraune Tone und Quarzsande                                    | ca. 21 m  |

Das Einfallen der Schichten im Bohrloch dürfte gering sein, da nur unvermisches Bohrgut ausgebracht wurde.

Aus der Ausbißbreite der vorwiegend tonigen Serie ist zu schließen, daß die Scholle von Schadges wahrscheinlich mit ca. 5° bis 10° nach Westsüdwesten einfällt. Nur ca. 70 m südwestlich der Bohrung steht mit Sicherheit Mittlerer Buntsandstein an, der mit ca. 8° nach Südsüdwesten einfällt. Mit großer Wahrscheinlichkeit ist daher ca. 50–70 m südwestlich der Bohrung eine herzynisch streichende vorbasaltische Verwerfung anzunehmen, durch die erst die miozäne Scholle von Schadges die Bezeichnung „Graben“ verdient.

#### Schriftenverzeichnis

- DIEHL, O.: Geologische Karte von Hessen 1:25 000, Bl. Alsfeld, mit Erl., Darmstadt 1926.  
 — Geologische Karte von Hessen 1:25 000, Bl. Lauterbach, mit Erl., Darmstadt 1935.  
 KIRCHHEIMER, F.: Beiträge zur Kenntnis der Tertiärflora des Vogelsberges und der Wetterau I. — Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-A., (V) 13, S. 105–123, Darmstadt 1931.  
 KLÜFFEL, W.: Profil der Tongrube bei Lauterbach (Oberhessen). — Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-A., (V) 13, S. 103–104, Darmstadt 1931.  
 LUDWIG, R., H. TASCHKE und GUTBERLET, W.C.J.: Geol. Spec.kte Großherzogth. Hessen und angr. L.-Geb. 1:50 000, Sect. Lauterbach-Salzschlirf. — Mittelrh. geol. Ver., Darmstadt 1869.  
 SCHOTTLER, W.: Geologische Karte von Hessen 1:25 000, Blatt Herbstein, mit Erl., Darmstadt 1928.  
 — Der Bau des Vogelsberges. — Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-A., (V) 13, S. 17–61, Darmstadt 1931.

<sup>1)</sup> Die Bohrung wurde zum Brunnen ausgebaut. Der Pumpversuch erbrachte bei einer Absenkung von 38,00 m auf 73,85 m unter Gelände eine Leistung von 6,15 m<sup>3</sup>/h.

## Das Quartärprofil in den Braunkohlentagebauen bei Berstadt und Weckesheim (Wetterau)

Von

ERWIN SCHENK, Gießen

**Kurzfassung:** Durch den Braunkohlenbergbau in der nördlichen Wetterau sind in den Tagebauen bei Berstadt und Weckesheim vorübergehende Aufschlüsse entstanden. Sie gewähren Einblicke in die 30–60 m mächtigen pleistozänen Deckschichten über dem sialitisch zersetzten Basalt mit seiner Lateritdecke, in das Braunkohlenlager selbst, das örtlich außerordentliche Kryoturbations-Deformationen aufweist, sowie in eine wechselreiche Folge von fossilen Böden vom ältesten bis jüngsten Quartär. Roterde und Lößablagerungen schließen bis zu 7 Horizonte mit Eisenerzkrusten ein. Ihre Korrelation mit der Genese der Basalteisensteinlagen des Vogelsberges im Pleistozän erscheint möglich. Wie im Vogelsberg sind es Bildungen der pleistozänen Warmzeiten.

### Neuaufschlüsse

Das Hauptbraunkohlenlager der Wetterau, das durch seine bergbaulichen Aufschlüsse insbesondere in den letzten Jahrzehnten immer wieder Anreiz für geologische Forschungen gegeben hat, bietet nunmehr durch den 1960 und 1961 vollzogenen Übergang vom Tiefbau zum Tagebau wieder besonders interessante und sehr problemreiche Aufschlüsse für den Geologen und Pedologen. Indem aber mit dem Abraum vor dem Stoß der ausgekohlte Raum vom gegenüberliegenden Ende her wieder aufgefüllt wird, sind die Aufschlüsse zeitlich nur begrenzt. Mit ihren bis zu 50 m hohen Wänden wandern sie von Süden nach Norden.

Der größere Aufschluß liegt zur Zeit in der Grube bei Berstadt/Wohnbach auf Blatt Hungen vor (Tagebau 1). Hier wurde im März 1961 mit den Aufschlußarbeiten begonnen und die erste Kohle im Sommer 1962 gefördert. In dem Tagebau bei Weckesheim (Tagebau 2) wurde im August 1962 mit dem Aufschluß begonnen, nachdem im gleichen Jahre die Tiefbaugruben Weckesheim-Alt und -Südwest stillgelegt worden waren. Ein 3. Tagebau wird in absehbarer Zeit entstehen, sobald der jetzt betriebene Tagebau 2, in dem nur ein kleines Lager ausgebeutet wird, in dem Feld Heuchelheim in Fortsetzung des alten Tiefbaus nach Norden hin aufgemacht wird.

Von den rund 150 Millionen Tonnen Braunkohlen des Wetterauer Lagers wurden bis jetzt rund 22 Millionen gewonnen. Mindestens ebenso viel ist durch Verkehrswege, Ortschaften usw. der Gewinnung entzogen. Der größte Teil wird nunmehr durch die Tagebau-Gruben gewonnen werden.

Seit dem Beginn der Kohlegewinnung im Tagebau I im Jahre 1962 ist der Abbaustoß fast 1 km und die Abraumkippe etwa 500 m, nachdem das alte Bruchfeld im Süden und ebenso z. T. das Bruchfeld der Römerstraße aufgefüllt war, von Süden nach Norden vorgerückt.

Im Jahre 1970 wird das Nordende des bauwürdigen Lagers bei Bellersheim erreicht sein, so daß dann beiderseits mehrere kilometerlange und 30 bis 50 m hohe Wände in der Kohle und den pleistozänen Deckschichten aufgeschlossen gewesen sein werden. Um die Aufmerksamkeit der Quartärgeologen auf diese wichtigen, aber nur vorübergehend bestehenden Aufschlüsse zu lenken, soll hier auf einige in der Tat dort anstehende Probleme hingewiesen werden. Mit zeitweilig eingesetzten Arbeitsgruppen der geologischen Forschungsstelle werden seit Sommer 1961 immer wieder Aufnahmen, Probensammlungen, geophysikalische Untersuchungen und erste Bearbeitungen vorgenommen. Hierüber kann erst in einigen Jahren im einzelnen berichtet werden.

### Kryoturbationen

Die merkwürdigen Faltenformen, die an der Grenzfläche der Kohle zum Deckgebirge schon von KIRCHHEIMER und anderen (SCHEERER, KÖBRICH) als Deformationen bei der Setzung beschrieben worden sind, örtlich aber auch zweifelsohne auf tektonische Bewegungen und Schollenkipnungen während des Pleistozäns (SCHENK 1955) zurückgeführt werden müssen, geben in beiden Tagebauen jetzt auch zu erkennen, daß der Dauerfrost weitere erhebliche Deformationen bewirkt hat. Unter ziemlich horizontal lagernden tonigen Deckschichten wurden zunächst Scheitelzonen der Falten und Schollenkanten im Flöz und dann auch sein Liegendes örtlich vom pleistozänen Frost erreicht. Die sich damit hier ergebende Wasserzufuhr zur Gefrierfront (SCHENK 1955) hat Aufpressungen der Kohle zur Folge gehabt, d. h. Beulenbildungen bis zu Dimensionen von riesigen Palsen oder Pingos. Auch kaolinische Tone aus dem Liegenden des Flözes (Tagebau 2 bei Weckesheim) sind in die Kohle durch Frosteinwirkung aufgestiegen. Der Zusammenbruch des Dauerfrostbodens, der Auftauvorgang, hinterließ steile und schräge, mehrere Meter breite keilförmige Bahnen in Form von gang- und linsenartigen Bildungen mit nach oben weisenden Ausspitzungen. Aber auch Karpungen solcher Frostbeulen infolge von Denudation und Erosion vor Ablagerung einer neuen Lößdecke oder roter Tone sind zu beobachten. Schleppung der Schichtung im Kontakt ist überall schön zu erkennen, während gelegentlich in Randzonen des Kohlenlagers deutlich die Spuren der Setzung des Flözes zu beobachten sind.

Es wäre verfehlt, bei der Beurteilung der Mächtigkeit des Dauerfrostbodens von der heutigen Oberfläche auszugehen, denn die jüngsten Deckschichten sind vom Dauerfrost in ihrem tieferen Bereich durchweg ungestört geblieben. Der Dauerfrost wirkte vielmehr bereits auf das äußerst wasserreiche Braunkohlenlager (Wassergehalt der Kohle heute 60% und mehr), als es unter einer Decke von wesentlich geringerer Mächtigkeit lag.

Der tiefste Solifluktionshorizont liegt nur wenige Meter über dem Kohleflöz, dessen spätpliozänes bis frühpleistozänes Alter durch die Faunenfunde an der Basis der Flöze in der dem Tagebau I dicht benachbarten Grube festgestellt ist (TOBIEN). Über diese Erscheinungen des Permafrostes soll in einer besonderen Studie berichtet werden.



## Deckgebirge

### Löß und Bimstuff

Die von KIRCHHEIMER durchgeführten paläobotanischen und die von LESCHIK und zuletzt auf meine Anregung von GRUSCHKAU vorgenommenen pollenanalytischen Untersuchungen umgrenzen die Zeit der Flößbildung vom Villafranchien bis zum frühen Pleistozän.

Die eingeleiteten Untersuchungen der Pollen und Faunen an Proben aus dem Deckgebirge lassen eine weitere feinere Gliederung des ganzen mächtigen Deckgebirges erwarten. Es beginnt mit den roten Siderittonen, die bereits in dem ehemaligen Tagebau bei Trais-Horloff aufgeschlossen waren. Diese Tone, die örtlich reichlich Zweischalener enthalten (SCHOTTLER, WENZ 1924), sind noch als Sedimente der Zeit vor Einbruch der Kälte zu betrachten. Sie entstammen ebenso wie die roten Tone im Hangenden der Abtragung der Lateritdecke der Basalte des Vogelsberges und sind zweifelsohne noch in offenen Gewässern im Zuge des Braunkohlenlagers der Horloffsenke im frühen Pleistozän abgelagert worden. Örtlich schließt die Folge der Deckschichten über den Bimstoffen und fossilreichen Mergeln der Allerödzeit ab mit Kulturschichten der jüngeren Steinzeit, der Bronzezeit und schließlich der Römerzeit. Als jüngste regional verbreitete und weit ausgedehnte Ablagerung ist das von SCHOTTLER und KIRCHHEIMER und später auch von SCHÖNHALS oft beobachtete Tuffband im jüngsten Löß und vor allem der Bims vom Ausbruch im Gebiet des Laacher Sees (FRECHEN) vorhanden, der auch im Tagebau Trais-Horloff und bei Bohrungen im Wasserwerk Inheiden durch seine Einlagerungen im jungen Löß und Lehm das obere Torflager der Deckschichten der Allerödzeit zeitlich markiert (nach FIRBAS 1954: 11 300 v. Chr.). Damit umfaßt das Profil der Deckschichten des Kohlenlagers die ganze Zeit des Quartärs. Emersionen sind wahrscheinlich vorhanden, doch mindestens 9 oder 10 fossile Bodenhorizonte sind erkennbar, so daß das Schwergewicht aller Untersuchungen hiermit den Bodenkundlern zufällt. Solche Untersuchungen werden gemeinsam mit Pedologen, Mineralogen, Paläontologen und Palynologen durchgeführt.

Während im oberen Abschnitt des Deckgebirges leicht zu erkennen ist, daß die Schichten aus Löß hervorgegangen sind und zum Teil auch noch unverändert Löß darstellen, bleibt ein unterer Teil jedenfalls im Tagebau I bei Berstadt insoweit problematisch, als die Frage zu beantworten ist, ob die rotbraun gefärbten Schichten nicht nur ihre Herkunft von der Roterdedecke im Basaltgebiet, sondern auch eine äolische Genese kennzeichnen. Aus Schlämmanalysen einer Reihe von Proben scheint bereits hervorzugehen, daß ältere Löße nicht grau und gelblich, sondern primär auch rötlich-braun gefärbt waren und der Auswehung aus den Flußschotterbetten im benachbarten Roterdegebiet entstammen. Es ist zu hoffen, daß dies durch spezifische Mineralgehalte nachgewiesen werden kann, während ihr vom normalen Löß abweichender Verwitterungszustand leicht erklärbar erscheint.

Daneben ist in beiden Tagebauen zu beobachten, wie gelbbraune Lößschichten übergehen und sich verzahnen mit grauem, tonigem und offensichtlich primär im Wasser abgelagertem schluffigem Lößmaterial. Außerdem kennzeichnen schichtartige

Anreicherungen von Lößschnecken, Wasserschnecken und Muscheln abgespülte Ufersäume und seenartige Bildungen.

### Fossile Böden

Besondere Beachtung verdienen die in der ganzen hessischen Senke wohl nur einmalig in solcher Vielzahl auftretenden Bodenprofile des Pleistozäns. Unschwer ermöglichen sie — wie auch seinerzeit im Tagebau Trais-Horloff, wo sie allerdings in geringerer Mächtigkeit vorlagen und leider unbeachtet geblieben sind! — die makroskopische Gliederung der Lößdecken durch deutlich ausgeprägte dunkelbraune und schwarzbraune Verlehmungs- und Humushorizonte. Im Tagebau 2 bildet eine mächtige Rendzina örtlich den Abschluß im Hangenden. Die Einschaltung dünner, aber in der ganzen Grube aushaltender Kohleflöze ermöglicht zudem, besonders im Tagebau 2, die stratigraphische Beziehung dort herzustellen, wo höhere oder tiefere Horizonte ausgehen, absinken oder verworfen sind.

### Basalt und Laterit im Liegenden des Braunkohlelagers

Im Tagebau 2 ist zudem der fossile Boden des ausgehenden Pliozäns aufgeschlossen, indem hier kaolinisch zersetzter Basalt, in autochthonen Laterit übergehend, vom Bagger im Liegenden des Braunkohlenlagers angeschnitten ist. Eisensteinkrusten fehlen wie überall im Vogelsberg auch hier an der tertiären Verwitterungsrinde. Sie sind dagegen als autochthone Kruste sogar im Lößlehmprofil und auf allochthoner Roterde vorhanden. Gelegentlich ist auch Siderit in Kristalldrusen im Basalt zu finden. Er kennzeichnet die sekundäre Umwandlung des Eisens der roten Schichten durch die Einwirkung des Moores bzw. Kohlelagers, das überdies reich an Hölzern, Samen und Pollenbändern ist, wie sie KIRCHHEIMER (1934) beschrieben hat.

### Basalt-Eisensteinkrusten

Grundlegende Bedeutung haben die Tagebau-Aufschlüsse schließlich auch durch das Auftreten von Eisensteinkrusten in der Folge der pleistozänen Bodenbildungen. Nicht weniger als 7 solcher Eisensteinhorizonte sind in Tagebau 1 bei Berstadt festgestellt, teils innerhalb der typischen Löß- bzw. Lößlehmschichten, teils in unmittelbarer Beziehung zu tonigen Roterdeschichten. Diese Befunde bestätigen die im Basaltgebiet gemachte Feststellung (SCHENK Manuskript), daß die Basalteisensteinkrusten und -Lagerstätten keine Bildung der Tertiärzeit wie die Siallite und Bauxite sind und nicht unmittelbar nach dem Erlöschen der vulkanischen Tätigkeit entwickelt wurden, wie das bisher dargestellt worden ist (HARRASSOWITZ, SCHÖNHALS, FRIEDRICH-LAUTZ u. a.), sondern zu den Bodenbildungen gehören, die im Pleistozän, und zwar in den Warmzeiten oder unmittelbar danach vor der Bildung der Solifluktionsböden entstanden sind.

### Zusammenfassung

Um die Aufmerksamkeit auf die derzeitigen und nur vorübergehend bestehenden Aufschlüsse in den beiden zur Zeit betriebenen Tagebau-Gruben im Hauptbraun-

kohlenlager der Wetterau bei Wölfersheim zu lenken, wird kurz auf die Fülle der dort anstehenden Probleme hingewiesen.

Quartäre Tektonik kennzeichnet junge Verschiebungen und Senkungen, Kryotur-  
bationen kleinen und großen Ausmaßes die Wirkung des pleistozänen Frostes und die  
Tiefe des Dauerfrostbodens. Fossile Böden liegen in größerer Anzahl vor. Roterde-  
schichten, Eisenerzkrusten und -scherben geben Beziehungen zu den Erzlagerstätten  
des Basaltgebietes und den Interglazialen oder Interstadialen zu erkennen.

#### Schriftenverzeichnis

- FRECHEN, J.: Die vulkanische und petrographische Gliederung der Laacher Bimstoffe.  
S. 15—75. In: Der Rheinische Bimsstein. Verlag Georg Fischer, Wittlich 1953.  
— Die Herkunft der spätglazialen Bimstoffe in mittel- und süddeutschen Mooren. —  
Geol. Jahrb., 67, S. 209—230, 9 Tab., Hannover 1952.
- FRIEDRICH-LAUTZ, I.: Zusammensetzung und Entstehung der Brauneisenerzlager-  
stätten in den Tagebauen der Gewerkschaft Louise bei Merlau/Oberhessen. — Notizbl.  
hess. L.-Amt Bodenforsch., 91, S. 277—317, 12 Abb., Taf. 25—26, Wiesbaden 1963.
- GRAHMANN, R.: Über Auslaugungstektonik im Meuselwitzer und Zeitzer Braunkohlen-  
gebirge. — Braunkohle, 30, S. 121—125, 4 Abb., Halle a. d. S. 1931.
- GRUSCHKAU, H.: Pollenanalytische Untersuchungen in Braunkohlenflözen bei Wölfers-  
heim/Hessen und über holarktische Ericaceen. Dissertation Gießen 1962.
- HARRASSOWITZ, H.: Laterit. Material und Versuch erdgeschichtlicher Auswertung. —  
Fortschr. Geol. u. Paläontol., 4, S. 253—516, Berlin 1926.
- KIRCHHEIMER, F.: Das Hauptbraunkohlenlager der Wetterau. — Ber. wetterau. Ges.  
ges. Naturk., 1921—1933, S. 1—51, 6 Abb., 10 Taf., Hanau 1934.
- KÖBRICH, C.: Tektonische Probleme der Wetterauer Braunkohlenablagerungen. —  
Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-A. für 1931/1932, 14, S. 125—126, Darmstadt  
1933.
- LESCHIK, G.: Die Entstehung der Braunkohle der Wetterau und ihre Mikro- und Makro-  
flora. — Paläontographica, 100, B, S. 26—64, Taf. 15—19, 4 Beil., Stuttgart 1956.
- SCHAEFER: Die Braunkohlenvorkommen des Großherzogtums Hessen. — Braun-  
kohle, 13, S. 345—350, 357—360, 369—371, 381—383, 393—395, Halle a. d. S.  
1914/1915.
- SCHENK, E.: Postpliozäne Krustenbewegungen mit Faltenformen in der Wetterau. —  
Geol. Rdsch., 43, S. 93—103, 6 Abb., Stuttgart 1955.
- SCHÖNHALS, E.: Die Böden Hessens und ihre Nutzung. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.,  
2, 288 S., 25 Abb., 60 Tab., 15 Taf., Wiesbaden 1954.
- SCHÖTTLER, W.: Zwei pleistozäne Tuffvorkommen in der Wetterau. — Notizbl. Ver.  
Erdk. u. großh. hess. geol. L.-A. (IV) 33, S. 55—67, Darmstadt 1912.  
— Nochmals die pleistozänen vulkanischen Tuffe in der Wetterau. — Notizbl. Ver. Erdk.  
u. großh. hess. geol. L.-A. für 1915, (V) 1, S. 56—77, 1 Abb., Taf. 2, Darmstadt 1916.  
— Geol. Kte. Hessen 1:25000, Bl. Hungen, Darmstadt 1921.  
— Erl. geol. Kte. Hessen 1:25000, Bl. Hungen, 107 S., Darmstadt 1921.
- TOBIEN, H.: Die oberpliozäne Säugerfauna von Wölfersheim-Wetterau. — Z. deutsch.  
geol. Ges., Jg. 1952, 104, S. 191, Hannover 1953.
- WENZ, W.: Das Tertiär im Vogelsberg und seine Beziehungen zu dem der Wetterau und  
zu anderen Tertiärablagerungen. — Ber. Wetterau. Ges. ges. Naturk., 1909—1921,  
S. 1—82, Hanau 1922.

## Junge Schuttdecken in hessischen Mittelgebirgen

Von

ARNO SEMMEL, Wiesbaden

Mit 3 Abbildungen und 1 Tabelle

**Kurzfassung:** Der kaltzeitliche Solifluktionsschutt in den hessischen Mittelgebirgen ist meist zweigeteilt. In der vorliegenden Arbeit werden Aufbau und Alter der hangenden Schuttdecke, des „Deckschuttes“, diskutiert.

### 1. Einleitung

Der kaltzeitliche Solifluktionsschutt in den hessischen Mittelgebirgen zeichnet sich in der Regel durch eine deutliche Zweiteilung aus. Den hangenden Teil des Schuttes bildet eine helle, 40 bis 70 cm mächtige Schuttdecke, die sich durch Farbe und Körnung meist klar von dem liegenden Schutt abhebt. Diese hangende Schuttdecke wird im folgenden als Deckschutt bezeichnet. In ihm läßt sich stets eine äolische Komponente nachweisen, die im liegenden Schutt oft weniger stark vertreten ist oder auch völlig fehlt. Der Hauptbestandteil des Deckschuttes setzt sich jedoch aus Material zusammen, das in der näheren Umgebung ansteht oder aus dem liegenden Schutt stammt. Dieses Material bestimmt entscheidend die Beschaffenheit des Deckschuttes.

Der Deckschutt besitzt Merkmale des „allochthonen Schuttes“ im Sinne von SCHÖNHALS (1957). Der Schutt dürfte außerdem der Zone des „sommerlichen Auf-taubodens“ BÜDELS (1961) entsprechen.

Die helle Schuttdecke ist sehr weit verbreitet. Nach ihrer Entstehung können keine wesentlichen geomorphologischen Vorgänge mehr abgelaufen sein. Außerdem muß – wie noch ausgeführt wird – die Bildung der heutigen Böden bereits zu einem großen Teil vor der Ablagerung des Schuttes erfolgt sein. Dem Deckschutt kommt deshalb als geomorphologischer und bodenkundlicher Zeitmarke Bedeutung zu.

Im folgenden werden drei Profilvereihen beschrieben, deren Abfolge in den hessischen Mittelgebirgen häufig zu finden ist und deren Einzelprofile den typischen Aufbau des Deckschuttes zeigen. Der Beschreibung schließt sich eine genetische und stratigraphische Deutung der Profile an.

## 2. Beschreibung dreier typischer Profilreihen

### a. Profilreihe Aspenfeld

Zwischen den Ortschaften Steinbach, Oberstoppel und Dittlofrod (Blatt 5224 Eiterfeld der Topogr. Karte 1:25000) bildet der Chirotheriensandstein (= Liegendes des Röts) eine flach nach SE fallende Schichtfläche. Dem Fallen folgen zahlreiche sehr flache langgestreckte Tälchen. Einen schematisierten Schnitt durch eines dieser „Flachdellentälchen“ gibt Abb. 1 wieder. Auf ihr ist die Lage der nachstehend beschriebenen Profile Aspenfeld I bis VII eingezeichnet. Die Höhenlage beträgt  $\pm 380$  m ü. NN.

#### Profil Aspenfeld I<sup>1)</sup>

- A<sub>p</sub> 0 — 15 cm dunkelbrauner (MUNSELL feucht 10 YR 4/4) schwach humoser lehmiger Sand  
 B<sub>v</sub> 15 — 45 cm dunkelbrauner (7,5 YR 4/4) lehmiger Sand, schwach krümelig, locker  
 C 45 — 60 cm gelbbrauner (10 YR 5/4) anlehmiger Sand  
 D 60 — 100 cm + weißgrauer Mittelsand, stark steinig, (kantige Brocken von Chirotheriensandstein).

Der Boden des Profils Aspenfeld I weist die typischen Merkmale einer Lockerbraunerde auf (vgl. SCHÖNHALS 1957, 1957a, 1959). In der Summenkurve der Körnungsanalyse des B<sub>v</sub>-Horizontes sind jeweils ein Maximum in der Schluff- und in der Mittelsandfraktion zu erkennen (vgl. Abb. 2). Über die Hälfte der Schwerminerale besteht aus basaltischer Hornblende, Augit und Titanit (Tab. 1), die nur auf äolischem Wege hierher gelangt sein können. Im D-Horizont fehlen das Schluffmaximum und die äolisch transportierten Schwerminerale. Die Lockerbraunerde geht hangabwärts allmählich in das Profil Aspenfeld II über.

#### Profil Aspenfeld II

- A<sub>p</sub> 0 — 15 cm dunkelbrauner (10 YR 4/4) schwach humoser lehmiger Sand, schwach steinig (kantige Brocken von Chirotheriensandstein)  
 B<sub>v</sub> 15 — 50 cm brauner (10 YR 5/3) lehmiger Sand, schwach krümelig, (Steingehalt wie A<sub>p</sub>-Horizont)  
 C 50 — 70 cm gelbbrauner (10 YR 5/4) anlehmiger Sand, stark steinig (kantige Brocken von Chirotheriensandstein)  
 D 70 — 100 cm + weißgrauer Mittelsand, stark steinig (kantige Brocken von Chirotheriensandstein).

Dieser Boden entspricht typologisch einer basenarmen Braunerde (vgl. MÜCKENHAUSEN 1962). Die Körnungs- und Schwermineralanalysen lassen wiederum den Unterschied zwischen Deckschutt und liegendem Schutt erkennen (vgl. Abb. 2 und Tab. 1). Die äolische Komponente ist hier allerdings im Vergleich zum Profil Aspenfeld I merklich geringer geworden. Das wird darauf zurückzuführen sein, daß am Hang mehr Material aus dem Untergrund in den Deckschutt eingearbeitet wurde, während auf dem kleinen Plateau, auf dem Profil Aspenfeld I liegt, nur äolische Sedimentation stattfand.

Der Boden im Deckschutt des Profils Aspenfeld III ist dem von Aspenfeld II ähnlich, nur weist der B<sub>v</sub>-Horizont eine hellere, fahlbraune Farbe auf, die eine schwache

<sup>1)</sup> Die Horizontbezeichnung wird nach MÜCKENHAUSEN (1962) vorgenommen.

Pseudovergleyung anzeigt. Als Staunässesohle wirkt hier der D-Horizont, der aus einem rotbraunen tonigen Schutt besteht. Dieser ist aus einer der Tonsteinlagen hervorgegangen, die in den Chirotheriensandstein eingeschaltet sind. Im unteren Teil des Deckschuttes treten einzelne rotbraune Nester auf, in denen sich frische rotbraune Tonsteinbröckchen finden. Der rotbraune Schutt des D-Horizontes führt besonders

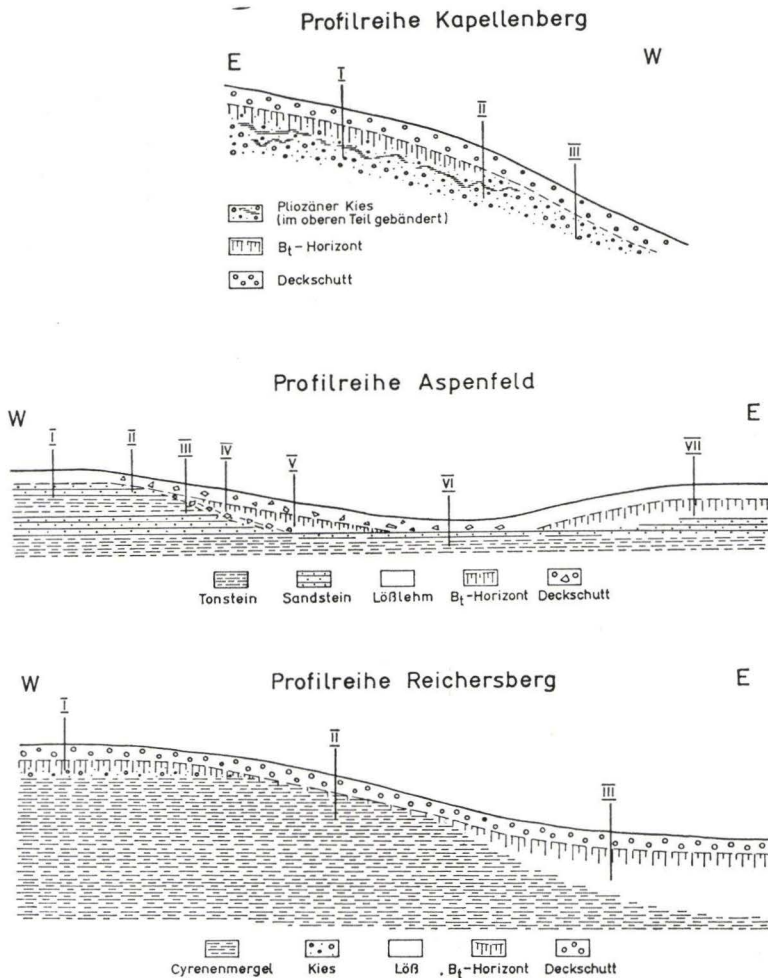


Abb. 1. Profilreihen Kapellenberg, Aspenfeld und Reichersberg

viele solche Tonsteinbröckchen<sup>2)</sup>. Außerdem enthält der Schutt zahlreiche größere Stücke von Chirotheriensandstein. Im oberen Teil des tonigen Schuttes ist häufig ein B<sub>t</sub>-Horizont entwickelt.

<sup>2)</sup> BIEBELRIETHER und SPERBER (1958) beschreiben aus dem Buntsandstein-Spessart ähnliche Böden.

Tabelle 1. Schwermineralgehalt (in Prozenten)

|               |                           | Tormal. | Zirk. | Hornbl. | Augit | Titanit | Topas | Rutil | Granat | Erz | Opak | Transp. |
|---------------|---------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|-------|--------|-----|------|---------|
| Aspenfeld I   | B <sub>v</sub> -Horizont  | 19      | 12    | 49      | 14    | 3       | 2     | 1     | +      | 2   | 11   | 87      |
|               | D -Horizont               | 87      | 10    | —       | —     | —       | —     | 3     | —      | +   | 35   | 65      |
| Aspenfeld II  | B <sub>v</sub> -Horizont  | 43      | 25    | 19      | 9     | 1       | —     | 3     | —      | 1   | 27   | 72      |
|               | D -Horizont               | 79      | 19    | —       | —     | —       | 1     | 1     | —      | 3   | 39   | 58      |
| Aspenfeld VII | A <sub>3g</sub> -Horizont | 23      | 9     | 44      | 15    | 4       | 2     | 2     | 1      | 2   | 16   | 82      |
|               | B <sub>tg</sub> -Horizont | 25      | 26    | 23      | 19    | 3       | 1     | 1     | 2      | 3   | 19   | 78      |

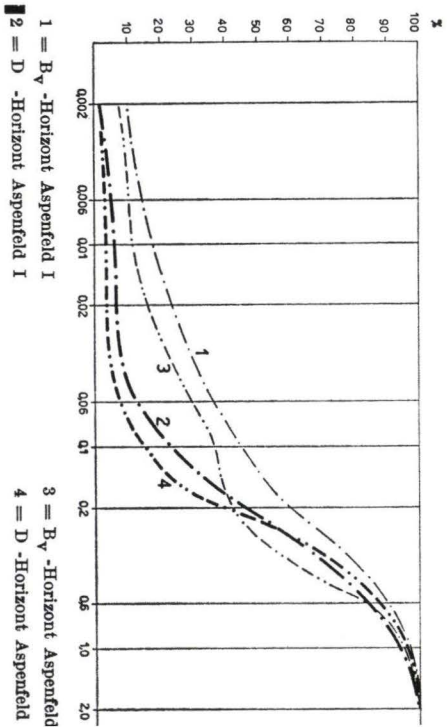


Abb. 2. Korngrößen

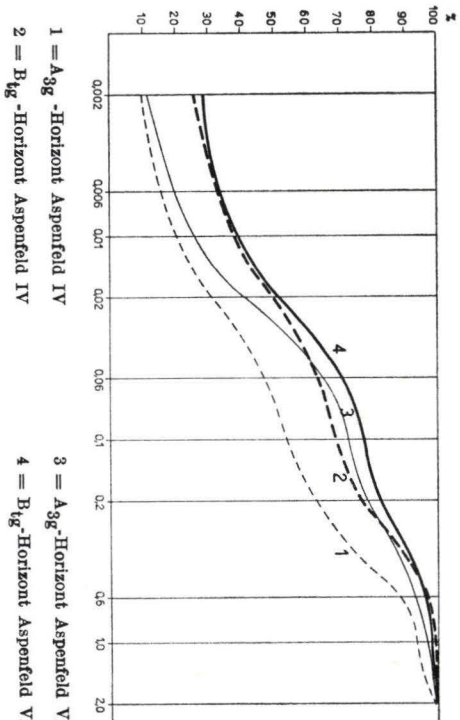


Abb. 3. Korngrößen

Anmerkung: Das Korngrößenagramm der Abb. 3 weist einen Zeichenfehler auf. Die Gerade ist zu weit nach links verschoben. Der Kurvenverlauf selbst ist ri

Im Profil Aspenfeld IV dient der Deckschutt als Staunässeleiter eines Pseudogleys. In dem grauen Substrat liegen kleine Sesquioxidkonkretionen. Die Sandsteinbrocken sind mit schwarzbraunen Rinden überzogen. Ab 50 cm Tiefe folgt ein brauner, grau-streifiger (marmorierter), steinfreier (!) toniger Lößlehm mit bröckelig-polyedrischem Gefüge. An den Wänden des Bodeneinschlages sondern sich prismatische Aggregate ab. Auf Klufflächen und auf den Oberflächen der Gefügekörper treten dunkelbraune Tonhäutchen auf. Im Dünnschliffbild sind doppelbrechende Schlieren zu erkennen. Dieser Horizont weist also typische Merkmale eines  $B_t$ -Horizontes auf. Die Toneinschlammung führte wahrscheinlich zur Verdichtung des Horizontes und zur Ausbildung des Pseudogleys. Der  $B_{tg}$ -Horizont reicht bis 80 cm Tiefe. Dann folgt wieder der rotbraune tonige Schutt, der das Liegende des Deckschuttes in Profil Aspenfeld III bildet.

Obwohl das Profil Aspenfeld IV den Aufbau eines typischen Parabraunerde-Pseudogleys besitzt, beweisen dennoch der Steingehalt des Oberbodens und die Steinfreiheit des Unterbodens die Schichtigkeit des Substrates (vgl. auch Körnungsanalysen Abb. 3). Die Grenze zwischen Deckschutt und steinfreiem Lößlehm stimmt mit der Grenze Staunässeleiter/Staunässesohle überein.

Im Profil Aspenfeld V bietet sich ein ähnliches Bild, nur fehlt hier im Liegenden der rotbraune tonige Schutt. Der braune tonige Lößlehm reicht in diesem Einschlag bis unter 100 cm Tiefe.

Das Profil Aspenfeld VI liegt im Boden des „Flachdellentälchens“. Der wohl ursprünglich vorhandene Lößlehm ist an dieser Stelle abgetragen und der graue Deckschutt liegt direkt auf dem anstehenden Chirotheriensandstein. In diesen schaltet sich eine geringmächtige graue Tonsteinlage ein, die als Staunässesohle wirkt.

Das Profil Aspenfeld VII stellt einen typischen Parabraunerde-Pseudogley aus Lößlehm dar. Eine Schichtgrenze zwischen  $A_{sg}$  und  $B_{tg}$  ist nicht mit Sicherheit nachzuweisen. Das Profil liegt auf einem kleinen Plateau, auf dem der Sandstein nicht zutage tritt. Infolgedessen konnte auch kein löblehmfremdes Gestein in den Deckschutt und über den steinfreien Lößlehm gelangen. Gewisse Hinweise auf eine Schichtgrenze zwischen  $A_{sg}$ - und  $B_{tg}$ -Horizont gibt womöglich die Schwermineralanalyse (vgl. Tab. 1). Das Schwermineralspektrum des  $A_{sg}$ -Horizontes von Aspenfeld VII gleicht dem des  $B_v$ -Horizontes der Lockerbraunerde von Aspenfeld I. Von beiden weicht die Schwermineralführung des  $B_{tg}$ -Horizontes von Aspenfeld VII erheblich ab. Die Unterschiede reichen jedoch für einen sicheren Beweis der Schichtigkeit nicht aus.

In der weiteren Umgebung der Profilvereihe Aspenfeld waren während des Baues der Gas-Pipeline Frankfurt-Bad Hersfeld zwischen den Orten Roßbach und Betzenrod (Blatt Eiterfeld) Löß-Bodenprofile aufgeschlossen, deren  $B_t$ -Horizonte krypturbate Störungen (Taschenböden und Eiskeile) zeigten. Die Hohlformen waren mit  $A_3$ -Material gefüllt.

#### b. Profilvereihe Reichersberg

Auf dem westlichen Hang des Muldentales nördlich des Reichersberges (westlich Diedenbergen, Blatt 5916 Hochheim der Topogr. Karte 1:25000) wurde in  $\pm 200$  m ü. NN folgende Profilvereihe aufgegraben:



## Profil Reichersberg I

|                               |            |   |
|-------------------------------|------------|---|
| A <sub>p</sub>                | 0 — 20 cm  | dunkelgraubrauner (10 YR 4/2) schwach humoser feinsandiger Lehm (Lößlehm), schwach steinig (vorwiegend Quarzgerölle)  |
| A <sub>3</sub>                | 20 — 35 cm | brauner (10 YR 5/3) feinsandiger Lehm (Lößlehm, polyedrisch-plattiges Gefüge, stark steinig (vorwiegend Quarzgerölle) |
| A <sub>3</sub> B <sub>t</sub> | 35 — 45 cm | brauner (10 YR 5/4) Lehm (Lößlehm), polyedrisch-plattiges Gefüge, stark steinig (vorwiegend Quarzgerölle)             |
| DB <sub>t</sub>               | 45 — 100 + | brauner (7,5 YR 5/4) toniger Lehm, bröckelig-polyedrisches Gefüge, stark steinig (vorwiegend Quarzgerölle).           |

Bei dem vorstehend beschriebenen Profil handelt es sich um eine Parabraunerde, die aus einem Solifluktionsschutt entstanden ist, der sich aus Lößlehm und Quarzkiesen zusammensetzt. Diese Kiese gehören wahrscheinlich zu den pliozänen Hofheimer Kiesen. Unter dem Schutt steht Cyrenenmergel an.

Eine Schichtgrenze innerhalb der Parabraunerde läßt sich zunächst nicht nachweisen. Sie wird indessen wahrscheinlich, wenn man den Aufbau des nur 10 m hangabwärts gelegenen Profils Reichersberg II sieht. Dort folgt nämlich dem „A<sub>3</sub>-Horizont“ nicht ein B<sub>t</sub>-Horizont, sondern nur schwach verbraunter, kalkhaltiger Cyrenenmergel. Dieser Befund kann so gedeutet werden, daß der sogenannte „A<sub>3</sub>-Horizont“ des Profils Reichersberg I in Wirklichkeit ein Schutt ist, der einen möglicherweise auch im Profil Reichersberg II ehemals ausgebildeten B<sub>t</sub>-Horizont abgetragen hat und nun dem kaum verwitterten Tertiär aufliegt (vgl. Abb. 1).

Eine solche Annahme wird durch das wiederum nur wenige Meter hangabwärts gelegene Profil Reichersberg III gestützt. Es gliedert sich in

|                                |                |   |
|--------------------------------|----------------|---|
| A <sub>p</sub>                 | 0 — 15 cm      | dunkelgrau-brauner (10 YR 4/2) schwach humoser feinsandiger Lehm (Lößlehm), stark steinig (vorwiegend Quarzgerölle)                             |
| A <sub>3</sub>                 | 15 — 25 cm     | brauner (10 YR 5/3) feinsandiger Lehm (Lößlehm), polyedrisch-plattig, stark steinig (vorwiegend Quarzgerölle bis 8 cm ø)                        |
| A <sub>3</sub> B <sub>t</sub>  | 25 — 35 cm     | brauner (7,5 YR 5/4) Lehm (Lößlehm), sehr stark steinig (vorwiegend Quarzgerölle, dicht gelagert)   |
| D B <sub>t1</sub>              | 35 — 55 cm     | brauner (7,5 YR 5/4) toniger Lehm (Lößlehm), bröckelig-polyedrisch, vereinzelt kleine Quarzgerölle (1 cm ø)                                     |
| D B <sub>t2</sub>              | 55 — 80 cm     | brauner (7,5 YR 5/4) toniger Lehm (Lößlehm), schwach polyedrisches Gefüge, prismatisch absondernd, vereinzelt kleine Quarzgerölle               |
| DB <sub>t</sub> B <sub>v</sub> | 80 — 105 cm    | brauner (7,5 YR 5/4) Lehm (Lößlehm), schwach polyedrisch-plattiges Gefüge, undeutliche prismatische Absonderung, vereinzelt kleine Quarzgerölle |
| D                              | 105 — 120 cm + | gelbbrauner Löß, stark kalkhaltig.  |

Auch in diesem Profil ist der Unterschied zwischen dem stark steinhaltigen Oberboden und dem nahezu steinfreien Unterboden augenfällig. Die Schichtgrenze liegt zwischen A<sub>3</sub>B<sub>t</sub>- und DB<sub>t</sub>-Horizont. Der A<sub>3</sub>B<sub>t</sub>-Horizont ist der basale Teil des Deckschuttes und hat vermutlich von dem liegenden DB<sub>t</sub>-Horizont Material aufgenommen. Das könnte seine (im Vergleich zum A<sub>3</sub>-Horizont) kräftigere Farbe und seinen höheren Tongehalt bedingen.

In diesem Zusammenhang verdient noch die Tatsache Beachtung, daß der DB<sub>t</sub>-Horizont in Richtung auf Profil Reichersberg II geringmächtiger wird, obwohl unterhalb auch weiterhin Löß liegt. Der Horizont ist schließlich nur noch 15 cm stark und hat mehr B<sub>v</sub>- als B<sub>t</sub>-Merkmale. Diese Beobachtungen sprechen dafür, daß der Deckschutt Teile des DB<sub>t</sub>-Horizontes abgetragen hat.

Die Resultate der Körnungs- und Schwermineralanalysen der Profilvereihe Reichersberg bringen keine Erkenntnisse, die über das bei der Profilvereihe Aspenfeld gewonnene Bild hinausführen.

### c. Profilvereihe Kapellenberg

In einer bei ca. 210 m ü. NN gelegenen Kiesgrube am Westhang des Kapellenberges (nördlich Hofheim, Blatt 5916 Hochheim der Topogr. Karte 1:25000) ist unter dem 50 cm mächtigen Deckschutt weißgrauer pliozäner Kies aufgeschlossen. Bei dem Profil I sind im hangenden Teil des Kieses mehrere horizontale braune Bänder zu erkennen, die von einem braunen (7,5 YR 5/6) geschlossenen  $B_t$ -Horizont ausgehen. Der  $B_t$ -Horizont ist durchschnittlich 50 cm mächtig. In seinem Bereich zeichnet den sonst lockeren pliozänen Kies eine starke Verkittung aus. Über dem  $B_t$ -Horizont folgt der Deckschutt. Dieser ist hier als fahlhellbrauner (10 YR 6/3) sandiger Schutt ausgebildet, dessen Geröllanteil höchstens ein Drittel des liegenden Kieses erreicht.

Bei dem Profil Kapellenberg II ist der  $B_t$ -Horizont (besser auch hier =  $DB_t$ ) nur noch in Resten erhalten. Der Deckschutt zieht dagegen in voller Mächtigkeit durch und liegt bei dem Profil Kapellenberg III direkt dem unverwitterten pliozänen Kies auf.

Die Profilvereihe Kapellenberg bestätigt die in den vorgenannten Profilvereihen gewonnenen Befunde. Auch hier kappt der Deckschutt einen  $B_t$ -Horizont. Dieser liegt im Gegensatz zu den Profilvereihen Aspenfeld und Reichersberg nicht im Lößlehm oder lößlehmhaltigen Schutt, sondern im pliozänen Kies.

### 3. Genetische und stratigraphische Fragen

Den Profilvereihen Aspenfeld, Reichersberg und Kapellenberg ist zu entnehmen, daß der Deckschutt über verschiedenen Gesteinen liegt. In diesen Gesteinen ist oft ein  $B_t$ -Horizont ausgebildet. Dieser tritt, wie die Profilvereihe Kapellenberg beweist, nicht nur in lößhaltigen Substraten auf.

Die  $B_t$ -Horizonte sind sehr wahrscheinlich in der Hauptsache vor dem Deckschutt entstanden, denn sonst wäre kaum zu erklären, weshalb z. B. kyroturbate Störungen in diesen Horizonten mit „ $A_3$ “-Material (=Deckschutt) gefüllt sind, weshalb in der Profilvereihe Reichersberg zwischen den Profilen II und III offenbar die oberen Teile des  $B_t$ -Horizontes abgetragen wurden und in der Profilvereihe Kapellenberg der  $B_t$ -Horizont stellenweise fehlt. Wenn auch in dem letztgenannten Beispiel nicht mit Sicherheit auszuschließen ist, daß unter Umständen heute nicht mehr nachweisbare Unterschiede im Ausgangsgestein die Bildung von  $B_t$ -Horizonten an der einen Stelle ermöglicht, an der anderen aber verhindert haben, so sprechen die übrigen angeführten Geländebefunde doch mehr für eine Entstehung der  $B_t$ -Horizonte vor der Ablagerung des Deckschuttes<sup>3)</sup>.

<sup>3)</sup> Die Profilvereihe Aspenfeld ist für die Beweisführung, daß der  $B_t$ -Horizont sich vor dem Deckschutt entwickelte, weniger geeignet. Der Horizont tritt hier nur im Lößlehm auf und er könnte durchaus nach der Ablagerung des Deckschuttes entstanden sein. Wenn dem so ist, so sollte man aber erwarten, daß im Profil Aspenfeld III über dem tonigen Schutt ein  $B_t$ -Horizont aus Lößlehm liegt, denn der Deckschutt (=  $A_3$ -Horizont) hat ja hier ähnliche Mächtigkeit und Beschaffenheit wie im Profil Aspenfeld IV. Da sich über dem tonigen Schutt kein braunes  $B_t$ -Material befindet, ist es entweder abgetragen oder aber überhaupt nicht gebildet worden. Falls die letzte Annahme zutrifft, so fragt sich, ob für die Entstehung von  $B_t$ -Horizonten die Toneinschlammung aus den  $A_3$ -Horizonten eine so bedeutende Rolle spielt, wie allgemein angenommen wird.

Es bleibt dabei die Frage offen, ob in diesen Horizonten auch später noch Ton in situ gebildet wurde oder ob örtlich Tonzufuhr aus dem Deckschutt möglich war. Die Hauptphase der Entwicklung der  $B_t$ -Horizonte scheint aber vorher abgelaufen zu sein.

Demnach wäre also in der Übergangszeit Pleistozän-Holozän nach einer Periode kräftiger Bodenbildung noch einmal ein Klima mit Dauerfrostboden und einer sommerlichen Auftautiefe von 40–70 cm gefolgt. Ein solcher Kälterückschlag könnte der Jüngeren Tundrenzeit zuzurechnen sein, denn nach den Untersuchungen von FRECHEN & ROSAUER (1959), SONNE & STÖHR (1959) und STÖHR (1963) fanden während dieser Zeit im Mittelrheingebiet auch noch in tieferen Lagen Solifluktionsbewegungen statt<sup>4)</sup>.

Wenn der Deckschutt in der Jüngeren Tundrenzeit abgelagert wurde, ist damit zu rechnen, daß sich in ihm typische Feldspatminerale finden, die aus dem trachytischen Laachersee-Tuff stammen (vgl. STÖHR 1963). Der Deckschutt der oben beschriebenen Profile führt aber außer Orthoklasen nur Feldspäte, die zu den basischeren Plagioklasen gehören<sup>5)</sup>.

An zwei anderen Orten konnte jedoch beobachtet werden, daß Deckschutt in typischer Ausbildung über Laacher Bimstuff liegt.

Es handelt sich einmal um einen Aufschluß bei Hahnstätten (Blatt 5614 Limburg der Topogr. Karte 1:25000). Im westlichen Teil des Steinbruches der Schäfer-Kalkwerke war kurze Zeit in einer Höhe von 175 m ü. NN eine Bimsschicht von 50 cm Mächtigkeit aufgeschlossen, unter welcher Löß mit dem Kärlicher Tuffband lag<sup>6)</sup>. Den Löß schloß nach oben ein  $B_t$ -Horizont ab. Über dem Bimstuff zog ein 60 cm mächtiger Schutt hinweg, der aus Lößlehm und Taunusgeröllen bestand. Die Gerölle stammen von einer benachbarten höher gelegenen Aar-Terrasse.

Der andere Aufschluß liegt bei 220 m ü. NN im Konderbachtal (Blatt 5711 Boppard der Topogr. Karte 1:25000) in der Nähe einer Bimsgrube, die schon von STÖHR (1963) erwähnt wird. Dort ist auf dem liegenden lößlehmhaltigen Schieferschutt ein brauner Boden mit den Merkmalen eines  $B_t$ -Horizontes entwickelt<sup>7)</sup>. Darüber folgt der 50 bis 70 cm mächtige Bimstuff. Der Boden läßt sich auf eine Strecke von ca. 100 m verfolgen, dann liegt der Bims auf größere Entfernung hin unmittelbar dem unverwitterten Schieferschutt auf. Über dem Bims folgt der Deckschutt mit einer Mächtigkeit von 50–60 cm.

Auf Grund der Beobachtungen in diesen beiden Aufschlüssen scheint die Annahme berechtigt, daß der Deckschutt nach den allerödzeitlichen Bimsruptionen des Laachersees entstanden ist. Eine solche stratigraphische Einstufung des Deckschuttes bedeutet, daß in der Jüngeren Tundrenzeit z. B. im Rhein-Main-Gebiet noch bei 120 m ü. NN Dauerfrostboden verbreitet war. Diese Annahme widerspricht den

<sup>4)</sup> Vgl. auch ACKERMANN (1954), BRINKMANN (1955).

<sup>5)</sup> Die Leichtminerale wurden von Reg. Geol. z. A. Dr. MEISL (Hess. Landesamt f. Bodenforschung) bestimmt.

<sup>6)</sup> Das Pleistozänprofil wurde bereits früher beschrieben (vgl. SEMMEL 1963). Zu dieser Zeit war nur das Bimsvorkommen an der Nordwand des Bruches aufgeschlossen.

<sup>7)</sup> Dieser Boden kann unter Umständen interglazial sein. Gegen eine solche Auffassung spricht allerdings wohl die sehr exponierte Relieflage des Aufschlusses.

Folgerungen, die bisher aus den Ergebnissen von Pollenanalysen für das Klima während der Jüngeren Tundrenzeit im Rhein-Main-Gebiet und auch in den hessischen Mittelgebirgen gezogen wurden (vgl. u. a. FIRBAS 1949, BEUG 1957). Der Widerspruch entfällt, wenn der Deckschutt keine echte „periglaziale“, sondern eine holozäne Fließerde ist, wie sie z. B. von ACKERMANN (1955) beschrieben wird. Auch SCHMID (1955) konnte rezente Wanderungen von Schutt im Taunus und Schwarzwald nachweisen. Bei den von ACKERMANN untersuchten Fließerden handelt es sich aber um lokale Bildungen, die an steileren Hängen liegen und eine besondere Krümelstruktur mit hoher Gleitfähigkeit besitzen. Die von SCHMID angeführten Messungen wurden ebenfalls an relativ steilen Hängen vorgenommen. Die Profilreihen Aspenfeld und Reichersberg liegen demgegenüber in nicht besonders gleitfähigen Substraten und an Hängen, deren Neigung nur 2 bis 3° beträgt<sup>8)</sup>. Außerdem läßt sich nachweisen, daß der Deckschutt zumindest in historischer Zeit nicht mehr gebildet wurde, denn er fehlt z. B. auf den Limes-Anlagen im Raum Engenhahn-Niederseelbach (Taunus). Deshalb scheint der Deckschutt auch nicht den jungen Deckschichten zu entsprechen, die durch MÜLLER (1952), WEYL (1952) und DÜRR (1953) aus Württemberg bekannt wurden und die nach MÜLLER<sup>9)</sup> ebenfalls auf dem Limes im württembergischen Unterland zu finden sind. Ein weiterer Hinweis für das Mindestalter des Deckschuttes konnte aus dem Wehrdaer Moor (Blatt 5224 Eiterfeld der Topogr. Karte 1:25000) gewonnen werden. Dort liegt der Schutt unter Torf, der laut <sup>14</sup>C-Analyse<sup>10)</sup> 2600 ± 90 Jahre alt ist und auf Grund seiner Pollenführung<sup>11)</sup> dem älteren Subatlantikum (Zone 11 nach OVERBECK 1950) zugeordnet werden muß. Wenn mit diesen Angaben auch noch keineswegs ein jungtundrenzeitliches Alter des Deckschuttes belegt werden kann, so dürfte eine spätere Entstehung, die gerade in das postglaziale Klimaoptimum fallen würde, doch wenig wahrscheinlich sein. Die zur Zeit vorliegenden Ergebnisse sprechen jedenfalls dafür, daß der Deckschutt in der Jüngeren Tundrenzeit gebildet wurde.

Da von der jungtundrenzeitlichen Tjåle die gesamte Landoberfläche erfaßt wurde, erfuhren auch die im Spätpleistozän entstandenen Böden eine Differenzierung insofern, als der obere Profilteil zum Auftauboden, der untere aber zum Dauerfrostboden gehörte. Die Parabraunerde mit optimaler Profildifferenzierung gehört zu diesen Böden. Ihr heutiger B<sub>t</sub>-Horizont wurde sehr wahrscheinlich zu einem wesentlichen Teil schon im Spätpleistozän gebildet<sup>12)</sup>.

<sup>8)</sup> Nach BÜDEL (1937) und SCHARLAU (1953) tritt rezente Solifluktion in den Mittelgebirgen nur an Hängen mit mehr als 17° Neigung auf.

<sup>9)</sup> Mündl. Mitt. am 25. 9. 1963.

<sup>10)</sup> Schriftl. Mitt. durch Dipl.-Phys. GEY (Niedersächs. Landesamt f. Bodenforschung am 16. 7. 1964.

<sup>11)</sup> Mündl. Mitt. durch Dipl.-Geol. Dr. HOLTZ (Hess. Landesamt f. Bodenforschung am 17. 7. 1964.

<sup>12)</sup> Die Annahme einer zum Teil präholozänen Entstehung der B<sub>t</sub>-Horizonte der Parabraunerden ist nicht neu. Schon BRUNNACKER (1959) hält eine vorwiegend spätglaziale Bildung der gesamten Parabraunerden für wahrscheinlich. SCHÖNHALS (1960), SCHILLING & WIEFEL (1962) und ROESCHMANN (1963) berichten ebenfalls von Parabraunerden bzw. von B-Horizonten, die sich bereits im Spätwürm entwickelt haben (vgl. auch ZAKOSEK 1960 und E. H. MÜLLER 1963). Des weiteren sei auf die Bemerkungen von LIEBEROTH (1959) zur A<sub>3</sub>B<sub>t</sub>-Grenze verwiesen.

Die Bodenbildung im Deckschutt ist oft von sehr geringer Intensität. In vielen Fällen wird man sie nur als Ranker bezeichnen können. Auf sandigen Substraten ist eine deutliche Verbraunung zu beobachten. Bänderungen im tieferen Teil der Profile zeigen möglicherweise an, daß eine schwache Durchschlammung vorausging. Stellenweise kommt eine spätere, mehr oder weniger starke Podsolierung hinzu. In lehmigeren Substraten konnte häufig eine Profildifferenzierung, die durch Tonverlagerung entstanden sein kann, beobachtet werden. Die  $B_t$ -Horizonte solcher Parabraunerden sind schwächer ausgeprägt als die der älteren Parabraunerden, deren Entwicklung schon im Präholozän begann.

#### 4. Zusammenfassung

Auf Grund der vorhergehenden Ausführungen wird zusammenfassend gefolgert, daß der Deckschutt sehr wahrscheinlich in der Jüngeren Tundrenzeit entstand. Durch ihn wurden Bodenprofile gekappt, in denen bereits zu dieser Zeit zum großen Teil die  $B_t$ -Horizonte der heutigen typischen Parabraunerden ausgebildet waren. Es ist damit zu rechnen, daß Parabraunerden, die aus präholozänen Sedimenten hervorgingen, in ihrer Entwicklung von der jungtundrenzeitlichen Tjäle wesentlich beeinflußt wurden.

#### Schriftenverzeichnis

- ACKERMANN, E.: Gliederung, Kinematik und paläoklimatische Bedeutung der wärmezeitlichen Ablagerungen in Göttingen. — Mitt. Geol. Staatsinstitut Hamburg, **23**, S. 126—141, 1954.
- Die Unterscheidung glazialer und postglazialer Fließerden. — Geol. Rdsch., **43**, S. 328 bis 341, 1955.
- BEUG, H.-J.: Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Floren- und Vegetationsgeschichte einiger Mittelgebirge (Fichtelgebirge, Harz und Rhön). — Flora, **145**, S. 167—211, 1957.
- BIEBELRIETHER, H. und SPERBER, G. S.: Diluviale Bodenbildung im Spessart. — Allgemein. Forstz., **13**, S. 412—424, 1958.
- BRINKMANN, R.: Diskussionsbemerkung bei ACKERMANN 1955.
- BRUNNACKER, K.: Bemerkungen zur Parabraunerde (Ergebnisse der Bodenkartierung in Bayern). — Geol. Jb., **76**, S. 129—150, 1959.
- BÜDEL, J.: Eiszeitliche Verwitterung und Abtragung im ehemals nicht vereisten Teil Mitteleuropas. — Peterm. Mitt., Ergh., **229**, 1937.
- Die Abtragungsvorgänge auf Spitzbergen im Umkreis der Barents-Insel. — Deutsch. Geogr. Tag, Tagungsber. u. wiss. Abhdl. S. 337—375, Köln 1961.
- DÜRR, F.: Vulkanische Schwerminerale in Bodenprofilen Württembergs. — N. Jb. Geol. Pal., Mh., 1953, S. 465—472, 1953.
- EDELMANN, C. H.: Sedimentpetrologische Onderzoekingen III, über allochtone Bestandteile einiger sogenannter Verwitterungsprofile Mittel-Deutschlands. — Mededeel. Landbouwoogeschool, **40**, S. 1—15, Wageningen, 1936.
- FIRBAS, F.: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen, I. Jena 1949.
- FRECHEN, J. & ROSHAUER, E. A.: Aufbau und Gliederung des Würm-Löß-Profils von Kärlich im Neuwieder Becken. — Fortschr. Geol. Rheinld. und Westf., **4**, S. 267—282, 1959.
- LIEBEROTH, I.: Beobachtungen im nordsächsischen Lößgebiet. — Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkd., **86**, S. 141—155, 1959.

- MÜCKENHAUSEN, E.: Entstehung, Eigenschaften und Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland. Ffm. 1962.
- MÜLLER, E. H.: Die Bildungsbedingungen von Braunerden und Parabraunerden sowie die Möglichkeit ihrer Meliorierung. — Z. Pflanzenern., Düng., Bodenkde., **103**, S. 112 bis 128, 1963.
- S.: Die Unterscheidung echter Bodenhorizonte und geologischer Schichtung in Bodenprofilen Nordwürttembergs. — N. Jb. Geol. Pal., Mh., S. 545—550, 1952.
- OVERBECK, F.: Die Moore. In: Geologie und Lagerst. Niedersachsens, III, Bremen 1950.
- ROESCHMANN, G.: Zur Entstehungsgeschichte von Parabraunerden und Pseudogleyen aus Sandlöß südlich von Bremen. — N. Jb. Geol. Pal., **117**, S. 286—302, 1963.
- SCHARLAU, K.: Periglaziale und rezente Verwitterung und Abtragung in den hessischen Basaltberglandschaften. — Ek., **7**, S. 99—100, 1953.
- SCHILLING, W. und WIEFEL, H.: Jungpleistozäne Periglazialbildungen und ihre regionale Differenzierung in einigen Teilen Thüringens und des Harzes. — Geologie, **11**, S. 428 bis 460, 1962.
- SCHMID, J.: Der Bodenfrost als morphologischer Faktor. Heidelberg 1955.
- SCHÖNHALS, E.: Eine äolische Ablagerung der Jüngeren Tundrenzeit im Habichtswald. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **85**, S. 380—386, 1957.
- Spätglaziale äolische Ablagerungen in einigen Mittelgebirgen Hessens. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **8**, S. 5—17, 1957 (1957 a).
- Ein äolisches Sediment der jüngeren Dryas-Zeit auf dem Laachersee-Tuff. — Fortschr. Geol. Rheinland und Westf., **4**, S. 337—340, 1959.
- Spät- und nacheiszeitliche Entwicklungsstadien von Böden aus äolischen Sedimenten in Westdeutschland. — Proc. 7. Intern. Congr. Soil. Sci. Madison USA, S. 283—290, 1960.
- SEMMEL, A.: Mitteilung über ein Pleistozänprofil bei Hahnstätten (Limburger Becken). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 359—365, 1963.
- SONNE, V. & STÖHR, W.: Bimsvorkommen im Flugsandgebiet zwischen Mainz und Ingelheim. — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F. **14**, S. 103—116, 1959.
- STÖHR, W. TH.: Der Bims (Trachyttuff), seine Verlagerung, Verlehmung und Bodenbildung (Lockerbraunerden) im südwestlichen Rheinischen Schiefergebirge. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 318—337, 1963.
- WEYL, R.: Schwermineraluntersuchungen an Böden des württembergischen Unterlandes. — N. Jb. Geol. Pal., Mh., S. 465—472, 1952.
- ZAKOSEK, H.: Durchlässigkeitsuntersuchungen an Böden unter besonderer Berücksichtigung der Pseudogleye. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **32**, Wiesbaden 1960.

Manuskript eingegangen am 1. 10. 1964

## Die Verwendung von künstlichen Papieren (Faserprodukte) für den Druck geologischer Karten

Mitgeteilt von

**FRITZ KUTSCHER**, Wiesbaden

Mit 1 Abbildung

**Kurzfassung:** In jüngster Zeit angebotene Faserprodukte (synthetische Papiere), als Ersatz für Spezialpapiere, werden bekanntgemacht und ihre Eignung für den geologischen Kartendruck diskutiert. Durchgeführte Tests unterstreichen die von den Herstellerfirmen hervorgehobenen vorteilhaften, guten mechanischen Eigenschaften.

**Summary:** The present publication will point out some synthetic papers and tries to discuss their qualification for geological maps. Their good points, rendered prominent by the producers, were tested and confirmed in various experiments.

**Résumé:** La publication présente fait connaître des papiers synthétiques pour discuter leur propriété pour imprimer des cartes géologiques. Quelques expériences confirment les bonnes qualités accentuées par les producteurs.

### 1. Einleitung

Häufig hat es sich in den letzten Jahren gezeigt, daß Kunststoffe an die bisher üblichen konventionellen und lang erprobten, natürlichen Stoffe getreten sind oder doch konkurrenzfähig neben ihnen geführt werden. So erscheinen in den letzten Jahren in immer größerem Umfang Kunststoffe auf dem Markt, die versuchen, das Papier — ganz besonders Spezialpapiere — zu verdrängen oder sogar zu ersetzen. Wenn dies bisher nicht in allen Zweigen gelungen ist, so liegt es keineswegs an den stofflichen Eigenschaften der Retortenstoffe, sondern vielmehr an den sehr hohen Preisen des Kunststoffes, die heute noch gezahlt werden müssen.

Das Hessische Landesamt für Bodenforschung hat sehr frühzeitig an die Verwendung der Faserprodukte für den Druck geologischer Karten gedacht, entsprechende Verbindungen mit den Hersteller- und Lieferfirmen aufgenommen und auch selbst Druckversuche durchführen lassen. Da Erfahrungen mit dem Umgang der Kunststoffe beim Druck geologischer Karten noch gering sind, soll im folgenden auszugsweise darüber berichtet werden.

### 2. Allgemeine Bemerkungen

Die Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 19. 3. 1964, Nr. 67, brachte einen Artikel mit der Überschrift: Landkarten zum Wegwerfen? Es wird darin ausgeführt, daß 44% der Autofahrer, 38% der Wanderer und 60% der Wassersportler nach spätestens 2 Jahren im Durchschnitt ihre Straßen-, Wander- und Flußkarten wegwerfen. Keineswegs sind diese Karten veraltet, vielmehr reißen die Karten an den Foldstellen ein. Sie sind gegenüber Nässe, Regen und Schmutz empfindlich. Selbst beste Papierqualitäten ändern daran nichts.

Gegenüber gestellt werden Karten, die zwar wie Papier aussehen, aber aus einem Kunststoff bestehen, einem Kartendruckstoff, der sich gut bedrucken läßt, den man im bedruckten Zustand waschen, bürsten, falten, mit Autorädern befahren kann, ohne daß eine wesentliche Änderung eintritt. Der Kunststoff übersteht Beanspruchungen, die nur selten in der Praxis vorkommen.

Soweit der Zeitungsbericht! Es drängt sich daher der Gedanke auf, daß auch die geologischen Karten starken Gelände- und Gebrauchsanforderungen genügen müssen, und daß nunmehr die Kunstfaserstoffe auf dem Markt erscheinen, die eine strapazierfähige geologische Karte zulassen. Zum anderen ist aber auch die Frage zu stellen, ob die oben gerühmten Eigenschaften in ihrem vollen Umfange zurecht bestehen, oder daß doch Abstriche gemacht werden müssen, da es sich um junge Stoffe handelt, die noch nicht in genügender Weise erprobt sind. Ein ganz wichtiger Punkt in dieser Richtung ist das Altern: wie verhält sich das Material in 10 oder sogar 50 Jahren, d. h. in Zeitabständen, die geologische Karten überstehen müssen?

### 3. Zur Zeit angebotene Kunstfaserpapiere

Die Verwendung pflanzlicher und tierischer Fasern als Zeichen-, Mal- und Druckträger ist recht alt. Erst vor nicht allzulanger Zeit traten dann Kunststoffe auf (Nylon, Perlon usw.), die sich zwar auch bedrucken lassen, jedoch das „Papierartige“ vermissen lassen und daher für den Kartendruck weniger geeignet sind.

Neu dagegen ist die Einführung von synthetischen Papieren, die sich aus mehr oder weniger papierähnlichen synthetischen Faserprodukten entwickelten. Sie zeichnen sich durch bemerkenswerte physikalische Eigenschaften aus, welche diejenigen der herkömmlichen Papiere in mancher Hinsicht weit übertreffen (Allgem. Papier-Rdsch. 1962). Aus der Reihe dieser Kunstfaserpapiere, die sich schon den Markt erobert haben, seien nur einige wenige herausgegriffen, von denen bekannt ist, daß sie bereits zum geologischen Kartendruck verwendet wurden.

#### Silbond

Die Faserprodukte GmbH & Co., Frankfurt a. M. brachte vor wenigen Jahren das Retortenfaserpapier *Silbond* heraus, ein Material, bei dem die Erfahrungen der Kunststoff-, Textil- und Papierindustrie zur Herstellung gleichermaßen Pate gestanden haben.

Synthetisches Papier *Silbond* gibt es in verschiedenen Gewichten, u. a. von 100 g/m<sup>2</sup> bis 220 g/m<sup>2</sup>, die alle für den Kartendruck verwendet werden können. In der *Silbond*-Eigenschaftstabelle werden neben anderen hervorstechenden physikalischen Eigenschaften besonders die Dimensionsstabilität (Maßhaltigkeit) und die mechanische Festigkeit hervorgehoben. Für den Offsetdruck wird darauf hingewiesen, daß beim Buntdruck eine gute Brillanz erzeugt wird.

#### *Syntosil*

*Syntosil* ist ein auf synthetischer Basis hergestelltes Papier der Sihl, Zürcher Papierfabrik an der Sihl, Zürich (Schweiz). In Deutschland vertrieben wird dieser Papierwerkstoff durch die Papiergroßhandlung Brangs & Heinrich, Eschborn/Taunus.

Die hervorragenden Eigenschaften haben im Frühjahr 1964 von sich reden gemacht, als im Kurhaus von Bad Homburg v.d.H. in einer Expertenschau erstaunliche Experimente mit diesem Retortenpapier vorgeführt wurden. Presse und Fernsehen haben darüber berichtet, die Teilnehmer waren von der Strapazierfähigkeit überrascht.

Die Sortenskala umfaßt m<sup>2</sup>-Gewichte von 45 g bis 350 g. Auch hier liegen bereits zahlreiche mehrfarbige Kartendrucke vor, darunter auch geologische Karten, die Zeugnis für die Verwendbarkeit abgeben.



*Marinil*

Die französische Firma Arjomari, Paris, stellte 1963 im Rahmen der neuen Papiere, die diese Firma entwickelt hat, den Stoff *Marinil* vor, welcher auf der Basis synthetischer Fasern der Gruppe der Polyamide hergestellt wurde. Als hervorragende Eigenschaften werden seine Reißfestigkeit, seine Falzfestigkeit, seine Wasserbeständigkeit und sein Widerstand gegen Reiben, Abnutzung etc. genannt.

Die Firma kündete an, daß die geologischen Institutionen in Frankreich diesen Stoff bereits verwenden und ausgezeichnete Resultate damit erzielten. Angeboten wurde ein 120 g schweres Material, beigelegt eine 5 farbige Straßenkarte als Muster.

#### 4. Mitteilungen über einige im Hessischen Landesamt für Bodenforschung durchgeführte Versuche und Kontrollen

In den Prospekten und Schriften der Herstellerfirmen von künstlichen Papieren werden zahlreiche günstige Eigenschaften genannt und propagiert, die für den geologischen Kartendruck in hervorragender Weise ausgenutzt werden können. Um Erfahrungen zu sammeln, wurden zunächst Probedrucke auf Silbond ausgeführt. Material stellte die Faserprodukte G.m.b.H. kostenlos zur Verfügung, wofür hier gedankt sei. Den Druck besorgte die Firma Bogdan Gisevius & Co., Berlin.

##### a. Die Prüfung der Dimensionsstabilität

Die Herstellerfirma stellt die absolute Maßbeständigkeit des Silbonds an die erste Stelle, ein Vorzug, der beim Offsetdruckverfahren (mehrfacher Naßfarbendruck) zu begrüßen ist. Es wurde beim Druck tatsächlich ein guter Passer erzielt und somit eine zufriedenstellende Dimensionsstabilität während des Druckvorganges festgestellt. Um nun die Dimensionsstabilität der Karten auch bei dem Gebrauch und der Lagerung nach dem Druck auszuprobieren, wurde folgende Versuchsanordnung im Hause als Test gewählt: 3 Drucke der Kellerwaldkarte (Geol. Karte des südlichen Kellerwaldgebirges = Tafel 4 aus STOPPEL 1961)

1. gedruckt auf 130 g schwerem Landkartenpapier mit 50% Hadern,
2. gedruckt auf dem gleichen Papier wie 1., jedoch nach dem Ausdruck lackiert und heiß kalandriert
3. gedruckt auf 220 g schwerem Silbond, Typ KH 7022.

wurden einen Winter lang (November 1962 bis Mai 1963 = 5 Monate) auf einem ost-west-verlaufenden Balkon des Amtes an Gitterstäben mit je 8 Klammern festgeheftet und mit der Farbseite dem Westwetter ausgesetzt. Während stark stürmischer Wetterlagen wurden die Karten öfters losgerissen und in die Nachbargärten verfrachtet. Sie konnten aber aufgesammelt und wieder in ihrer Anfangslage montiert werden. Die Versuchsbedingungen waren also recht hart.

Nach Ablauf des Versuches wurden die Größenverhältnisse mit dem Druckastralon und auch einer ausgedruckten Karte aus dem Stapel verglichen. Abb. 1 gibt die ausgemessenen Größenänderungen der Versuchskarten gegenüber der Ausgangsposition an. Das Ergebnis ist recht eindeutig. Die Drucke auf dem Landkartenpapier sind stark in ihrer Dimension verändert worden, während Silbond seine Dimensionsstabilität auch hier beweisen konnte.

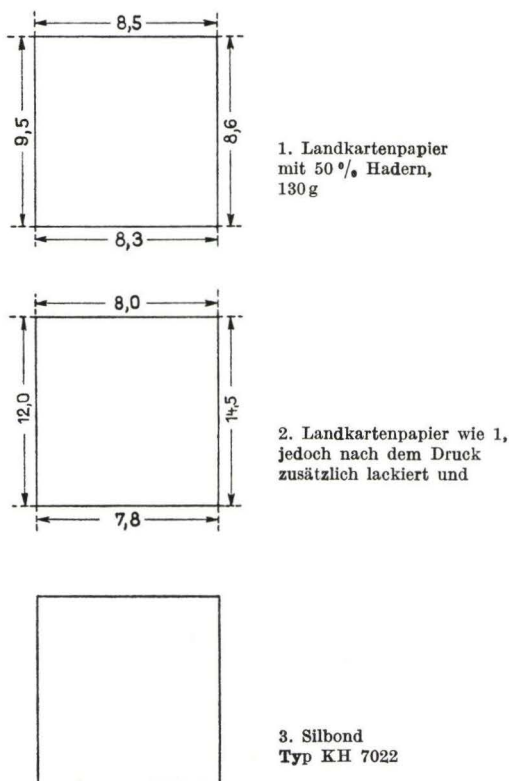


Abb. 1. Größenveränderung nach halbjährigem Witterungseinfluß (die Zahlen geben die Schrumpfung in mm an).

### b. Prüfung der Farbbeständigkeit

Vorweg darf hervorgehoben werden, daß der Farbdruck auf Silbond ohne Schwierigkeiten vonstatten ging. Dasselbe gilt für den Schwarzdruck; es entstanden gestochene Buchstaben. Das weiße Kunstpapier behielt während des Druckvorganges seinen Farbwert und gilbte auch später nicht nach. Im Gegensatz zum herkömmlichen Papier erhielten die auf das Kunstdruckpapier aufgetragenen Farben die in den Prospekten angekündigte bestechende Brillanz.

Die im vorigen Abschnitt beschriebene Versuchsanordnung zur Kontrolle der Dimensionsbeständigkeit diente zur gleichen Zeit auch einem Farbttest. Die Farben haben sich auf allen Drucken trotz der sehr starken Beanspruchung nicht verändert.

Zur weiteren Prüfung wurden 2 gedruckte Kartenausschnitte und zwar einmal aus Landkartenpapier, zum anderen aus Silbond im Lichtpausraum nebeneinander aufgehängt. Die letzten Kontrollen ergaben, daß die Farbwerte auf beiden Mustern sich nicht verändert haben. Wohl dunkelte das Landkartenpapier nach, während Silbond seine weiße Farbbeschaffenheit unverändert beibehalten hat.

### 5. Können Kunststoff-,Papiere“ für den geologischen Kartendruck empfohlen werden ?

Die künstlichen Papiere sind noch jungen Datums. In vielen Sparten des Papierverbrauches haben sie Eingang gefunden und ihre Bewährungsprobe bestanden. Die zahlreichen mehrfarbigen topographischen Karten, Stadtpläne (häufig beidseitig bedruckt), Reklamedrucke u. dgl. sprechen von der Freude der neuen Stoffe, Druckfarben aufzunehmen und weisen eine recht gute Bildwiedergabe in den verschiedenen Verfahren aus. Es ist kaum anzunehmen, daß es ein Risiko bedeuten würde, eine geologische Karten-Auflage auf einem Faserprodukte-Papier auszudrucken.

Wohl bleibt vorerst die Kenntnis über das Verhalten beim Alterungsprozeß noch offen. Die Zürcher Papierfabrik gab für Syntosil die beruhigende Auskunft, daß die in dieser Richtung angestellten Versuche zu keinen Befürchtungen Anlaß geben.

Weitere Vorteile bei der Verwendung und dem Gebrauch der ausgedruckten Karten verdienen hervorgehoben zu werden. Die Haltbarkeit gegenüber normalem Papier bei starker Strapazierung wurde bereits an früherer Stelle hervorgehoben. Weiterhin können die Karten unter Verzicht auf einen Leinenaufzug beliebig gefaltet und gefalzt werden. Die Falz- und Dauerbiegefestigkeit, die zu den wichtigsten mechanischen Eigenschaften eines Papiers zählt, wird von den synthetischen Stoffen um ein vielfaches übertroffen. Eine gefaltete Versuchskarte (bereits erwähnte Kellerwaldkarte) trage ich seit fast 2 Jahren täglich in der Aktentasche mit; sie ist bisher an keiner Stelle eingerissen oder beschädigt. Schließlich sind die bedruckten synthetischen Papiere beschreibbar, abwaschbar und auch gegen heißes Wasser beständig.

#### Zusammenfassung

Auf dem Papiermarkt erscheinen in zunehmendem Maße Kunststoffe, die als Ersatz an die Stelle von bisherigen Spezialpapieren treten. Einige dieser Retortenpapiere, auf denen bereits geologische Kartendrucke ausgeführt wurden, werden genannt und kurz beschrieben.

Berichtet wird über durchgeführte Versuche an bedruckten geologischen Karten, wobei die Dimensionsstabilität des Silbonds als besonders gute Eigenschaft hervortritt. Hervorgehoben werden weiterhin die Brillanz der Druckfarben und die Beständigkeit der Farben bei stärkster Beanspruchung, sowie weitere günstige mechanische Eigenschaften der synthetischen Papiere.

#### Schriftenverzeichnis

- STOPPEL, D.: Geologie des südlichen Kellerwaldgebirges. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 34, 114 S., 21 Abb., 2 Tab., 4 Taf., Wiesbaden 1961.  
 Landkarten zum Wegwerfen? — Frankf. Allgem. Z., Nr. 67, 19. März 1964.  
 Neues über die synthetischen Papiere Syntosil 100 und 104. — Allgemein Papier-Rdsch., Jg. 1962, S. 184, Frankfurt/Main 1962.  
 Synthetisches Papier. — Frankf. Allgem. Z., Nr. 59, S. 10, 10. März 1964.

Manuskript eingegangen am 6. 10. 1964

**B.**  
**Amtlicher Teil**

## Tätigkeitsbericht

### des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung für die Zeit vom 1. 1. — 31. 12. 1963

#### Abt. I. Geologische Landesaufnahme, Paläontologie und Angewandte Geophysik

Der Schwerpunkt der Arbeiten lag auch im Berichtsjahr 1963 auf der Geologischen Kartierung mit dem Ziel, die Geologische Karte von Hessen 1:25000 zu ergänzen und zu erneuern. Die durchgeführten Arbeiten sind im Abschnitt I tabellarisch zusammengetragen.

Ausgedruckt wurde das Bl. 5223 Queck einschließlich der Erläuterungen. Abgeschlossen wurden die Feldarbeiten auf den Blättern 4621 Wolfhagen, 4719 Korbach, 4723 Oberkaufungen, 5124 Bad Hersfeld, 5224 Eiterfeld und 5323 Schlitz. Geologisch neu aufgenommen wurden ca. 180 km<sup>2</sup>.

#### 1. Geologische Feldkartierung, Erläuterungsberichte, Druckvorbereitungen

|                                  |   |                                 |
|----------------------------------|---|---------------------------------|
| 4621<br>Wolfhagen                | Fortsetzung der Erarbeitung einer Astralonkopie für die Druckvorlage. Profilentwürfe. Fortsetzung der Bearbeitung von Erläuterungsteilen. Entnahme von Sedimentproben. Zusammenstellung der Bohrungen. Auswertung geophysikalischer Feldmessungen; Suszeptibilitätsmessungen. | Feldarbeiten sind abgeschlossen |
| 4719<br>Korbach                  | Entnahme von Sedimentproben. Klufmessungen und Fossilauflsammlungen. Begehungen im Quartär. Erarbeitung von Erläuterungstexten.   | Feldarbeiten sind abgeschlossen |
| 4720<br>Waldeck                  | ca. 56 km <sup>2</sup> Feldkartierung ausgeführt. Reinkarte und Aufnahmebericht. Geophysikalische Feldarbeiten (Erdmagnetik, Geoelektrik).  |                                 |
| 4722<br>Kassel-<br>Niederzwehren | Fortsetzung der Feldkartierung in geringem Umfang. Aufnahme von Neuaufschlüssen. Sondierungsarbeiten zur Erfassung der tieferen Schichten bis zu etwa 10—12 m.  |                                 |
| 4723<br>Oberkaufungen            | Revisionskartierungen im Buntsandstein. Quartärgeologische Revisionen. Entnahme von Sediment- und Basaltproben. Geophysikalische Auswertung der Feldmessungen.  | Feldarbeiten sind abgeschlossen |

|                       |  |                                 |
|-----------------------|--|---------------------------------|
| 4820<br>Bad Wildungen | Fortsetzung der Feldkartierung (ca. 26 km <sup>2</sup> ). Erfassung zahlreicher Neuaufschlüsse. Geophysikalische Feldmessungen und Auswertungen.   |                                 |
| 5124<br>Bad Hersfeld  | Entnahme von Buntsandsteinproben.  | Feldarbeiten sind abgeschlossen |
| 5215<br>Dillenburg    | ca. 30 km <sup>2</sup> Feldkartierung. Vergleichsbegehungen. Geophysikalische Feldarbeiten. Ausarbeitung von Feldmeßmethoden für die geologische Kartierung.                                     |                                 |
| 5223<br>Queck         | Andruckkorrekturen und Durchführung des Druckes. Fertigstellung der Erläuterungstexte und Anlagen. Durchführung der Druckarbeiten.   | 1963<br>veröffentlicht          |
| 5224<br>Eiterfeld     | Revisionsarbeiten, Grenzangleichungen, Sondierarbeiten im Tertiärgebiet. Erarbeitung von Erläuterungstexten.   | Feldarbeiten sind abgeschlossen |
| 5323<br>Schlitz       | Ergänzungs- und Revisionskartierungen. Neufassung der Randaufstellung. Fortführung der Erläuterungsarbeiten. Ausarbeitung geophysikalischer Feldmessungen.                                       | Feldarbeiten sind abgeschlossen |
| 5324<br>Hünfeld       | Fortsetzung der Feldarbeiten (ca. 20 km <sup>2</sup> ). Grenzangleichungen.  |                                 |
| 5523<br>Neuhof        | Fortsetzung der Feldkartierung (ca. 42 km <sup>2</sup> ).  |                                 |
| 6217<br>Zwingenberg   | Revisionsaufnahmen und Feldkartierungen im nordöstlichen Kristallgebiet. Sondierarbeiten. Durcharbeit und Auswertung der bodenkundlichen Bohrungen. Geophysikalische Feldarbeiten (Geomagnetik). |                                 |

## 2. Regionale Geologie

Vergleichsbegehungen und stratigraphische Untersuchungen im Paläozoikum und Tertiär der Blätter 5115 Ewersbach, 5214 Burbach, 5314 Rennerod, 5315 Herborn und in den zur Einstellung gelangenden Eisenerzgruben des Lahn-Dill-Gebietes. Stratigraphische und tektonische Untersuchungen in Stollen und Tagesaufschlüssen des Rhein-Profiles bei Lorch und zwischen St. Goar und Bacharach.

Niederbringung und Bearbeitung einer geologischen Untersuchungsbohrung auf Bl. 5019 Gemünden (Wohra) zur Klärung der Buntsandstein- und Zechstein-Stratigraphie.

Verfolgung und Aufnahme von Neuaufschlüssen und Untersuchungsbohrungen im Buntsandstein des Odenwaldes, des Spessarts und des Hess. Berglandes zwischen Vogelsberg und Rhön im Zuge von Autobahntrassen und anderen Bauvorhaben.

Vergleichsbegehungen für die Buntsandstein-, Muschelkalk- und Tertiär-Gliederung im Gebiet Spangenberg, Altmorschen, Hess.-Lichtenau, Göttingen, Salzdetfurth.

Laufende Erhebungen zur Nomenklatur und Definition der Buntsandstein-Stratigraphie. Teilnahme an einer Buntsandsteinexkursion in den Raum Lauda-Lengfurt-Mosbach-Zwingenberg-Heidelberg im Rahmen des Arbeitskreises Buntsandstein.

Tektonische Beurteilung und Festlegung des Salzhanges auf den Blättern 5323 Schlitz und 5324 Hünfeld auf Grund von neuen geologischen Kartierungen.

Vorarbeiten an einer tektonischen Karte Hessens 1 : 300000.

Laufende Mitarbeit beim Arbeitskreis Stratigraphie und Kartendruck. Erarbeitung von Berichten über „die Erläuterung zur Geologischen Karte von Hessen 1 : 25000“ und die Pleistozän-Forschung im Rhein-Main-Gebiet.

Außerdem Zusammenarbeit mit Hochschulinstituten bei der geologischen Erforschung von Hessen, besonders auf dem Gebiete der geologischen Kartierung im Rahmen von Diplom- und Doktorarbeiten. Führung in- und ausländischer Fachkollegen, Anfertigung von Gutachten oder Mitarbeit bei größeren Gutachten anderer Abteilungen.

### 3. Biostratigraphie und Paläontologie

Fossilaufsammlungen für die biostratigraphische Einstufung von einzelnen Gesteinshorizonten und Profilen aus dem Paläozoikum der Blätter 4618 Adorf, 4719 Korbach, 4820 Wildungen, 4920 Armsfeld, 5215 Dillenburg und 5216 Oberscheld.

Schurfarbeiten zur Gewinnung von oberdevonischem Fischmaterial aus den Kellwasserkalken der Ense südlich von Bad Wildungen.

Bergung von Fährtenplatten aus dem Buntsandstein auf Blatt 4921 Borken. Freilegung und Bearbeitung von Saurier-Fährten in einem Buntsandstein-Steinbruch auf Blatt 5224 Eiterfeld.

Fossilaufsammlungen und paläontologische Bearbeitung von Proben aus dem Tertiär und Quartär der Blätter 4623 Kassel-Ost, 4722 Kassel-Niederzwehren, 4822 Gudensberg, 4824 Hess.-Lichtenau, 5615 Villmar und 5915 Wiesbaden.

Biostratigraphische Einstufung von tertiären Proben aus Bohrungen der Blätter 4523 Hann.-Münden, 4722 Kassel-Niederzwehren, 4723 Oberkaufungen, 4822 Gudensberg, 4921 Borken, 5816 Königstein, 5817 Frankfurt/M.-West und 5819 Hanau.

### 4. Geophysikalische Erhebungen

Ausarbeitung von Meßmethoden zur geophysikalischen Kartierung im Rheinischen Schiefergebirge und im Hessischen Bergland.

Anlage eines Stationsnetzes zweiter Ordnung für die erdmagnetische Regionalvermessung in Hessen, speziell für den Raum Fulda-Kassel.

Überwachung und Auswertung des Geophysikalischen Forschungsprogrammes auf Eisenerze in Hessen.

Vorbereitende Arbeiten für den Abschlußbericht zum Geophysikalischen Forschungsprogramm auf Eisenerze in Hessen.

## Abt. II. Lagerstätten, Mineralogie, Petrographie, Geochemie

### 1. Lagerstättenkunde

#### *Eisenerze und Buntmetalle*

Die lagerstättenkundliche Aufnahme von Eisenerzgruben im Lahn-Dill-Gebiet wurde fortgesetzt. Dabei ergaben sich weitere Beiträge zur Genese der Eisenerze vom „Lahn-Dill-Typ“, über die bei einer Tagung des Arbeitskreises Lahn-Dill der Ges. deutscher Metallhütten- u. Bergleute in Weilburg im Januar 1963 diskutiert wurde. Im Rahmen der lagerstättenkundlichen Aufnahme von Eisenerzgruben wurden ferner – in Zusammenarbeit mit benachbarten Hochschulen – laufend mikroskopisch-petrographische Untersuchungen an Eisenerzen betreut. Außerdem wurde damit begonnen, die Paragenese eines Kupfererz-Ganges in der Grube Lindenberg b. Münster i. T. zu untersuchen.

#### *Braunkohle*

Der nordhessische Braunkohlen-Bergbau wurde, wie auch in den früheren Jahren, beraten und bei der Aufnahme der laufenden Bohrungen unterstützt.

#### *Kali und Erdöl*

Die Kali- und Erdöl-Aufschlußbohrungen wurden wie in den Vorjahren verfolgt.

#### *Steine und Erden*

5 Gutachten dienten der Vorratsermittlung und Bewertung von Gesteins-, Ton-, Sand-, Kies- und Gipsvorkommen.

#### *Lagerstättenkarten*

Zu dem wasserwirtschaftlichen Rahmenplan Schwarzbach-Ried wurde eine lagerstättenkundliche Übersichtskarte entworfen. Außerdem wurde eine lagerstättenkundliche Übersichtskarte der Steine und Erden in Hessen für den Gebrauch des Ministeriums fertiggestellt.

### 2. Petrographie und Geochemie

Petrographische Untersuchungen zur Unterstützung der geologischen Spezialkartierung auf den Blättern 4719 Korbach, 4820 Bad Wildungen, 4621 Wolfhagen, 4723 Oberkaufungen, 5124 Bad Hersfeld, 5224 Eiterfeld und 5222 Grebenau wurden begonnen bzw. fortgesetzt. Die Arbeiten auf den Blättern 5223 Queck und 5323 Schlitz wurden abgeschlossen. Die Ergebnisse sind in zwei druckfertigen Manuskripten für das Kapitel „Zur Petrographie des Buntsandsteins“ der Erläuterungen zu den entsprechenden geologischen Blättern enthalten.

Zur Unterstützung anderer Abteilungen wurden kleinere petrographische Untersuchungen (an Tonschiefern von Lorch/Rh., an Tonschiefern von Donsbach bei Dillenburg und an Bohrkernen der Kali-Aufschlußbohrungen Treischfeld 1 und Kleinensee 3) durchgeführt.

Die Bearbeitung von Problemen des Westerwald-Vulkanismus wurde fortgesetzt. Außerdem wurden noch die Basalte des Blattes 5822 Wiesen untersucht. Die Ergebnisse sind in einem Manuskript niedergelegt.



Die bodenkundliche Spezialkartierung auf den Blättern 5916 Hochheim und 6217 Zwingenberg/Bergstr. wurde durch zahlreiche schwermineralanalytische Untersuchungen und Korngrößenbestimmungen unterstützt.

### 3. Chemisches Laboratorium

Im chemischen Laboratorium wurden Schnellmethoden der Silikatanalyse erprobt und eingeführt. Dadurch konnte der Probendurchsatz bei Gesteinsvollanalysen erhöht werden. Gegenüber den 10 Gesteinsvollanalysen im Vorjahre wurden 25 Gesteinsvollanalysen und 36 Gesteins-Teilanalysen angefertigt.

Für die laufende bodenkundliche Kartierung wurden 460 Bodenproben untersucht. An 48 Bodenproben wurden zusätzlich die Gehalte an Bor, Mangan und Magnesium bestimmt.

Für die hydrogeologische Kartierung und Grundlagenforschung wurden 38 Wasseranalysen angefertigt.

### Abt. III. Hydrogeologie

Im Zusammenhang mit der geologischen Kartierung auf den topographischen Karten 1 : 25000 5124 Bad Hersfeld und 5224 Eiterfeld wurde eine hydrogeologische Feldkartierung durchgeführt.

Die Auswertung der im Herbst 1962 ausgeführten Niedrigwassermessungen der im Vogelsberg gelegenen Wasserläufe wurde im Hinblick auf eine Untersuchung der hydrogeologischen Verhältnisse dieses Gebirges in Angriff genommen.

Die Auswertung des im Jahre 1962 auf den Blättern 4619 Mengerlinghausen und 4719 Korbach durchgeführten Sporentriftversuches, bei dem zur Untersuchung der dortigen Karstwasserhältnisse das unterirdische Wasser durch gefärbte Bärlappsporen gekennzeichnet worden war, wurde abgeschlossen.

Mehrere Meßstellen wurden im Hinblick auf ihre Eignung zur Aufnahme in den Landesgrundwasserdienst beurteilt. Die Sammlung von chemischen Grundwasseranalysen wurde fortgesetzt.

Ein Arbeitsprogramm zur „Untersuchung der Auswirkungen von Müll, insbesondere von Industriemüll, auf das Grundwasser“ wurde aufgestellt.

### Praktische Aufgaben

Im Jahre 1963 wurden 482 Gutachten abgegeben. Davon entfallen auf die Regierungsbezirke Darmstadt 171, Kassel 145 und Wiesbaden 166 Gutachten. Von diesen Gutachten befaßten sich 170 mit öffentlicher Wasserversorgung, 28 mit der Wasserversorgung von Aussiedlern, 52 mit der Festsetzung von Wasserschutzgebieten und 110 mit der Grundwassergefährdung durch Lagerflüssigkeiten, Kläranlagen, Müllablagerungen und dergleichen.

Hydrogeologische Beratung befaßte sich mit mehreren größeren Vorhaben von überörtlicher Bedeutung, z. B. mit der Grundwassererschließung für den Bau von Großwasserwerken im Niddatal, im unteren Wohratal und im Ried, dem Schutze des Grundwassers gegen die Rohöffernleitung im Gebiet des Wasserwerks Hattersheim, gegen eine Rohöl-Raffinerie im Gemeindebezirk Raunheim und gegen die Produkten-

leitungen zwischen dieser Raffinerie und Frankfurt/Main-Höchst, den Grundwasserschutz am Kokereigasspeicher Hähnlein-West bei Gernsheim und an dem dicht an der hessischen Grenze in Bayern gelegenen Versuchsatomkraftwerk Kahl.

Von 665 angezeigten Bohrungen (509 Wasserbohrungen, 156 sonstige Bohrungen) wurden rund 490 verfolgt und geologisch aufgenommen. Aus Zeitmangel konnten in vielen Fällen die Bohrungen zwar geologisch aufgenommen, die Schichtenverzeichnisse aber noch nicht aufgestellt werden.

#### Abt. IV. Ingenieurgeologie

Die Arbeiten der Abteilung Ingenieurgeologie haben auch im Berichtsjahr wieder aus vorwiegend gutachterlicher Beratung in Gründungs- und Planungsfragen für Landes-, Bundes- und Kommunalbehörden bestanden.

Im Kalenderjahr 1963 wurden von der Abteilung IV insgesamt 224 Gutachten erstattet (gegenüber 191 Gutachten 1962 und 165 Gutachten 1961).

Diese Zahl enthält u. a. folgende Projekte:

33 Behördenbauten

15 Universitäts- und Hochschulbauten

19 Bauvorhaben für die Bundeswehr

18 Krankenhäuser und Schulen

14 weitere Gutachten für Kommunalbehörden (Kläranlagen, Schwimmbäder, Baugebiete)

51 Aussiedlungsverfahren

11 allgemeine Straßenbaugutachten

3 BAB-Trassengutachten (und zwar „Verlauf und die Auswirkungen des Salzhan- ges auf den Bau der BAB Bad Hersfeld-Heilbronn, Teilstrecke Ostumfahrung Fulda“, die „Ingenieurgeologische Beurteilung der Trasse der BAB Bad Hersfeld-Heilbronn, Teilstrecke Südabschnitt von km 153,1–171,8“ und das „Vorkommen von Torf und weichen Schluffschichten im Untergrund der Trasse des Main-Neckar-Schnellweges von km 36,9 bis km 51,0“)

41 Brückenbauwerke, meist an BAB-Neubaustrecken

6 Rutschungen

12 Teilgutachten für Talsperren und Rückhaltebecken

3 Gutachten für Felsbau (darunter 1 umfangreiches Hauptgutachten für ein Untertage-Projekt)

Unter den Baugrundgutachten für Hoch- und Ingenieurbau sind besonders zu erwähnen die Hochhäuser des Neubaus des Regierungspräsidiums in Wiesbaden (13 Obergeschosse) und die Hochschule für Erziehung in Frankfurt/Main (31 Obergeschosse). In beiden Fällen kommen Spezialgründungen zur Ausführung. Die Setzungsmessungen lassen interessante Ergebnisse und einen wissenschaftlichen Beitrag zur Frage der Druckverteilung und der Setzung von Hochbauten erwarten. Außer diesen Messungen an Hochhäusern liegen eine große Zahl von Setzungsmessungen an Brückenbauwerken vor. Diese sollen in nächster Zukunft ausgewertet werden.

Die Arbeiten über die Auswirkungen des Salzhan- ges auf den Bau der BAB-Neubaustrecke Bad Hersfeld-Heilbronn haben im Berichtsjahr (und auch in diesem Jahr)

großen Arbeitsumfang angenommen. In Zusammenarbeit mit der geologischen Kartierung und anderen Spezialgebieten (Pollenanalyse u. a.) konnten hierbei bedeutende Ergebnisse erarbeitet werden. Die Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen. In diesem Zusammenhang sind auch die Gutachten des Amtes über die Trassenführung der BAB und die geplante Talsperre im Gebiet Döllbach zu nennen.

Besonders umfangreich waren im Kalenderjahr die Arbeiten für die Wispersperre, für die Niddasperre bei Rainrod und für die Eichelbachsperre bei Eichelsdorf (Wasserabpreßversuche, Kartierung der Stauräume). Für das Hochwasserrückhaltebecken Heidelbach (Krs. Alsfeld) wurden Gutachten über die Untergrundverhältnisse an der Sperrstelle, an den Eindeichungen bei Münch-Leusel und Dozelrod und entlang der neuen Straßentrasse erstellt.

Ab 1963 sind die Gutachten über Talsperren und Rückhaltebecken in Hessen nur noch rein ingenieurgeologisch bearbeitet worden (Geologische Spezialkartierung, Wasserwegsamkeit des Gebirges, Abdichtungsmöglichkeiten, Standsicherheit des Sperrbauwerkes der Talflanken). Die bodenmechanischen Untersuchungen wurden wegen Personalmangels abgegeben.

Die ingenieurgeologische Gebirgsaufnahme und montangeologische und technische Beratung für Untertage-Bauvorhaben wurden weitergeführt. Auf dem Gebiet des Felsbaus ist besonders noch die Begutachtung für die Erhaltung des Herkulesbauwerkes in Kassel zu nennen. Hierfür wurde ein Meßgerät zur Messung von Talzuschubbewegungen entwickelt, das demnächst eingebaut werden soll.

Die (vorübergehend) starke Belastung durch die ingenieurgeologische Beratung von 3 Autobahn-Neubaustrecken bringt es mit sich, daß sich die Abteilung Ingenieur-geologie nicht in dem gewünschten Umfang Forschungsarbeiten widmen konnte, obwohl sich im Laufe der Jahre reichlich Material angesammelt hat.

## **Abt. V. Bodenkunde**

### **Kartierungsarbeiten**

Die bodenkundliche Landesaufnahme im Maßstab 1 : 25000 wurde fortgesetzt. Blatt 5914 Eltville wurde gedruckt. Die Blätter 5224 Eiterfeld, 5913 Presberg und 5915 Wiesbaden befinden sich in Druckvorbereitung. Begonnen oder fortgesetzt wurde die bodenkundliche Kartierung 1 : 25000 auf den Blättern 5916 Hochheim, 5520 Nidda, 4720 Waldeck und 6217 Zwingenberg.

Die Feldaufnahmen und Auswertungsarbeiten für die Bodenkarte 1 : 100000 des wasserwirtschaftlichen Rahmenplanes Schwarzbach-Ried sind beendet worden.

### **Sonstige Arbeiten**

Im Zusammenhang mit der geologischen Landesaufnahme 1 : 25000 sind bodenkundliche und quartärgeologische Untersuchungen auf den Blättern 5224 Eiterfeld, 4719 Korbach, 4820 Bad Wildungen, 4723 Oberkaufungen und 5324 Hünfeld ausgeführt worden.

Die Entwicklungsarbeiten an der Bodengütekarte Hessens und an dem Standortatlas der hessischen Weinbaugebiete wurden fortgesetzt.

Bodenkundliche Untersuchungen im Zusammenhang mit dem Einbau von Lysimetern in Hessen sind durchgeführt worden.

Eine Profilkartei wurde eingerichtet. Zahlreiche genetisch und systematisch wichtige Aufschlüsse konnten aus Zeitmangel nicht aufgenommen werden.

Angehörige der Abteilung waren außerdem mit Auswertungsarbeiten an der forstlichen Standortskartierung 1 : 10000 FA Sonnenberg und mit bodenkundlichen und quartärgeologischen Spezialuntersuchungen beschäftigt. Es wurde ferner an der Kartierungsanleitung für die Bodenkarte 1 : 25000 der Geol. L.-Ämter mitgearbeitet. Außerdem wurden Gutachten gefertigt, Exkursionen geführt, Beratungen vorgenommen und an Sitzungen und Tagungen teilgenommen.

### Archiv

Im Jahre 1963 hat das Archiv 881 Gutachten und Berichte übernommen. Die Zahl der Schichtenverzeichnisse von Bohrungen betrug 373 (Wasser 242, Lagerstätten 131). Ferner wurden die Schichtenverzeichnisse von 2229 Baugrundbohrungen und Sondierungen für die geologische Spezialkartierung vereinnahmt. — In die Sammlung der chemischen Analysen der hessischen Mineral-, Trink- und Betriebswässer wurden 1555 Analysen übernommen.

Der Leihverkehr nahm im Berichtsjahr weiter zu. Es sind 859 Karten (geol. Manuskriptkarten, geol. Karten, Bohrkarten) und 2502 Gutachten, Berichte und Wasseranalysen- oder Schichtverzeichnis-Ordner ausgeliehen worden.

### Bibliothek und Vertriebsstelle

Im Berichtsjahr 1963 hatte die Bibliothek einen Zuwachs von rd. 3000 Bänden und rd. 700 Karten.

Die Anzahl der Tauschpartner hat sich von 500 auf 516 erhöht.

Die Ausleihe betrug einschließlich Lesesaal rd. 2950 Bände und rd. 1000 Karten.

Von der Vertriebsstelle wurden in der Berichtszeit 4048 Karten, davon 2867 geologische Karten mit dem Maßstab 1 : 25000, und 1167 sonstige Veröffentlichungen verkauft.

### Schriftleitung

Durchführung von Satz und Druck des

Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 91, 427 S., 104 Abb., 27 Tab., 27 Taf., Wiesbaden 1963.

Druck der Geol. Kte. Hessen 1 : 25000, Umgebung von Bieber, Wiesbaden 1963.

Druck des Bl. 5223 Queck der Geol. Kte. Hessen 1 : 25000, Wiesbaden 1963.

Durchführung von Satz und Druck der

Erl. geol. Kte. Hessen 1 : 25000, Bl. 5223 Queck, 327 S., 21 Abb., 7 Tab., 13 Diagr., 22 Textprof., 18 Taf., Wiesbaden 1963.

Es wurden bearbeitet und ausgedruckt folgende 4 Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung:

- KUTSCHER, F.: Register für die Notizblatt-Bände der 5. Folge, Hefte 1–20, erschienen 1916–1939. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **42**, 58 S., 1 Taf., Wiesbaden 1963.
- EINSELE, G.: Über Art und Richtung der Sedimentation im klastischen rheinischen Oberdevon (Famenne). — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **43**, 60 S., 8 Abb., 7 Tab., 5 Taf., Wiesbaden 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.
- 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.

**Veröffentlichungen von Angehörigen  
des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung  
in geologischen und sonstigen Fachzeitschriften**

- HENTSCHEL, H.: Zur Petrographie der Basalte.—Erl. geol. Kte. Hessen 1: 25000, Bl. 5223 Queck, S. 165–168, Tab. 1, Wiesbaden 1963.
- HÖLTING, B.: Die Grundwasserneubildung in Oberdevon- und Unterkarbonschichten in der Gemarkung Wirmighausen (Landkreis Waldeck). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 351–352, 1 Tab., Wiesbaden 1963.
- Schwermineralanalytische Untersuchungen an Sandsteinen der Eichsfeld-Folge (Mittlerer Buntsandstein) in der Brunnenbohrung Rückers (Landkreis Hünfeld). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 353–355, 2 Tab., Wiesbaden 1963.
- & MATTHES, G.: Ein Sporentriftversuch im Zechstein von Korbach/Hessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 237–255, 9 Abb., 5 Tab., Wiesbaden 1963.
- HORN, M. in: KUTSCHER, F. & HORN, M.: Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. 4. Fossilien und organogener Detritus im Sediment. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 87–91, Taf. 12, Wiesbaden 1963.
- KUTSCHER, F.: Register für die Notizblatt-Bände der 5. Folge, Hefte 1–20, erschienen 1916–1939. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **42**, 58 S., 1 Taf., Wiesbaden 1963.
- 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.
- 5. Pteropoden-Vorkommen im Hunsrückschiefer des Hunsrücks und Taunus. — Ebenda, S. 366–371, 3 Abb.
- Die Brunnenbohrung Arnoldshain 2 (Taunus, Bl. 5716 Oberreifenberg). — Ebenda, S. 341–345, 1 Abb.
- Die Brunnenbohrung für die Gemeinde Eschbach im Quarzgang am Buchstein (Taunus, Bl. 5617 Usingen). — Ebenda, S. 346–350, 1 Abb.
- Stichwort-Register ab Notizblatt-Band 90. — Ebenda, S. 407–411.
- Bemerkungen zur Herausgabe der Karte und Erläuterungen Blatt Queck. — Erl. geol. Kte. Hessen 1: 25000, Bl. 5223 Queck, S. 5–7, 1 Abb., Wiesbaden 1963.

- KUTSCHER, D. Die Beziehungen des Blattgebietes Queck zum Nivellementsnetz I. und II. Ordnung. — Ebenda, S. 219–222.
- & WENDLER, R.: XII. Geophysikalische Daten- und Meßergebnisse auf Bl. Queck. — Ebenda, S. 301–309, Abb. 18–21.
- & HORN, M.: Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrück-schiefers. 4. Fossilien und organogener Detritus im Sediment. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 87–91, Taf. 12, Wiesbaden 1963.
- in: BANK, H. & KUTSCHER, F.: Geologische Exkursion in das Hahnenbachtal am 13. Juni 1962. — Decheniana, **115**, S. 256–260, Bonn 1963.
- LAEMMLEN, M. u. andere: Erl. geol. Kte. Hessen 1 : 25000, Bl. 5223 Queck, 327 S., 21 Abb., 7 Tab., 13 Diagr., 22 Textprofile, 18 Taf., Wiesbaden 1963.
- MATTHESS, G.: Hessisches Geologisches Schrifttum 1962. Mit Nachträgen aus den Jahren 1938–1961. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 391–406, Wiesbaden 1963.
- in: HÖLTING, B. & MATTHESS, G.: Ein Sporentriftversuch im Zechstein von Korbach/Hessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 237–255, 9 Abb., 5 Tab., Wiesbaden 1963.
- & THEWS, J.-D.: Der Abflußzuwachs als Hilfsmittel bei der Beurteilung von Wassererschließungsmöglichkeiten. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 231–236, 2 Abb., 2 Tab., Wiesbaden 1963.
- & THEWS, J.-D.: Hydrogeologie. — Erl. geol. Kte. Hessen 1 : 25000, Bl. 5223 Queck, S. 245–281, Abb. 14–17, Tab. 2–5, Taf. 17, Wiesbaden 1963.
- SEMMELE, A.: Intramontane Ebenen im Hochland von Godjam (Äthiopien). — Erdkunde, **17**, S. 173–189, Bonn 1963.
- Mitteilung über ein Pleistozänprofil bei Hahnstätten (Limburger Becken). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 359–365, 1 Abb., Wiesbaden 1963.
- & SPERLING, W.: Untersuchungen zur Lage der Wüstung Prangenheim. — Rhein.-Main. Forsch., **54**, S. 41–54, Frankfurt 1963.
- THEWS, J.-D. in: MATTHESS, G. & THEWS, J.-D.: Der Abflußzuwachs als Hilfsmittel bei der Beurteilung von Wassererschließungsmöglichkeiten. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 231–236, 2 Abb., 2 Tab., Wiesbaden 1963.
- in: MATTHESS, G. & THEWS, J.-D.: Hydrogeologie. — Erl. geol. Kte. Hessen 1 : 25000, Bl. 5223 Queck, S. 245–281, Abb. 14–17, Tab. 2–5, Taf. 17, Wiesbaden 1963.
- VILLWOCK, R.: Zur Petrographie des Buntsandstein.-Erl. geol. Kte. Hessen 1 : 25000, Bl. 5223 Queck, S. 134–165, Diagr. 3–13, Taf. 13–14, Wiesbaden 1963.
- WENDLER, R. in: KUTSCHER, F. & WENDLER, R.: XII. Geophysikalische Daten- und Meßergebnisse auf Bl. Queck. — Erl. geol. Kte. Hessen 1 : 25000, Bl. 5223 Queck, S. 301–309, Abb. 18–21, Wiesbaden 1963.
- ZAKOSEK, H. & STÖHR, W.: Bodenkarte von Hessen im Maßstab 1 : 25000, Blatt Eltville, Wiesbaden 1963.

#### Wissenschaftliche Vorträge von Angehörigen des Amtes

- FINKENWIRTH, A.: Grundwassererschließung am Westrand der Hessischen Senke bei Nasseneifurth-Haarhausen. — Kolloquium des Geol.-Paläontol. Instituts der Universität Marburg am 9. 12. 1963.

- LAEMMLEN, M.: Zur Stratigraphie des Buntsandsteins im Spessart. — Kolloquium des Geol.-Paläontol. Instituts der Universität Würzburg am 12. 11. 1963.
- MATTHESS, G.: Zur Vergrusung der magmatischen Tiefengesteine im Odenwald. — Monatsversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft am 29. März 1963 in Wiesbaden.
- & J.-D. THEWS: Gaging of low-water as means of investigation of the hydrogeological conditions of a region. — XIII. Generalversammlung der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik einschließlich der Internationalen Assoziation für wissenschaftliche Hydrologie vom 19. — 31. August 1963 in Berkeley (Calif.).
- NÖRING, F.: Freie Kohlensäure als Ursache für die Hebung von Wässern. — Monatsversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft am 26. April 1963 in Wiesbaden.
- SEMMEL, A.: Quartärgeologische Untersuchungen im Hochland von Godjam (Äthiopien). — Monatsversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft am 25. 1. 1963 in Wiesbaden.
- Die Bedeutung periglazialer Abtragungs- und Akkumulationsvorgänge im nördlichen Rhönvorland für die holozäne Bodenbildung. — Kolloquium des Geol.-Paläontol. Instituts der Universität Marburg am 24. 6. 1963.
- Geomorphologische Untersuchungen im nördlichen Rhönvorland. — Kolloquium des Geographischen Instituts der Universität Bonn am 16. 12. 1963.
- Beobachtungen zur Gliederung pleistozäner Sedimente im Raum Flörsheim-Kriftel-Kelsterbach. — Monatsversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft am 18. 12. 1963 in Wiesbaden.
- ZAKOSEK, H.: Entstehung und Eigenschaften der wichtigsten Böden im Rheingau und ihre Bedeutung für den Weinbau. — 6. Rheingauer Weinbautage am 8. 1. 1963 in Hattenheim/Rhein.
- Grundlagen des Weinbaues in Hessen. — Monatsversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft am 25. 2. 1963 in Heidelberg.
- Standortsuntersuchungen im Obstbau. — Vortragstag der Hessischen Landesregierung am 28. 2. 1963 in Unterrieden.
- Weinbaukataster und Bodenkartierung im Dienste der Weinbauförderung. — 1. Südtiroler Weinbautagung am 15. 3. 1963 in St. Eppan.
- Möglichkeiten der Standortsuntersuchungen im Wein- und Obstbau. — Monatsversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft am 29. 3. 1963 in Wiesbaden.
- Einfluß der Umwelt auf Qualität und Quantität des Weines. — Nass. Verein für Naturkunde am 5. 12. 1963 in Wiesbaden.

#### Personalbestand: 31. Dezember 1963

Leiter: Professor Dr. HANS UDLUFT, Direktor

Vertreter: Dr. FRIEDRICH NÖRING, Oberregierungsgeologe

Oberregierungsgeologen:

Professor Dr. FRIEDRICH Kutscher

Dr. HANSJOACHIM LIPPERT

Dr. ALBERT SCHWARZ  
Privatdozent Dr. HEINRICH ZAKOSEK

Regierungsgeologen:

Dr. ERNST BARGON  
Dr. ALFRED FINKENWIRTH  
Dr. BERNWARD HÖLTING  
Dr. JENS KULICK  
Dr. HANS-GÜNTHER KUPFAHL  
Dr. MANFRED LÄMMLER  
Dr. GEORG MATTHES  
Dr. STEFAN MEISL  
Dr. ARNOLD RABIEN  
Dr. FRANZ RÖSING  
Dr. HELMUT PRINZ  
Dr. OTTO SCHMITT  
Dr. DIETRICH THEWS

Wissenschaftliche Angestellte:

Geologe Dr. HORST BERNHARD  
Geologe Dr. ECKHARD BÖKE  
Dipl.-Geologe Dr. HANS DENGLER  
Dipl.-Geologe 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 Dr. KURT MAGAR  
Dipl.-Geologin Dr. RENATE MOTZKA  
Dipl.-Ingenieur KARL-HANS MÜLLER  
Dipl.-Geologe WOLFGANG PLASS  
Dipl.-Geologe Dr. DIETRICH RAMBOW  
Dipl.-Geologe Dr. KONRAD REUL  
Geologe Dr. ARNO SEMMEL  
Geologe Dr. WINFRIED STEINHAUSEN  
Dipl.-Geologe Dr. WITIGO STENGEL-RUTKOWSKI  
Dipl.-Chemiker GÜNTHER THIELICKE  
Geologe Dr. RALF VILLWOCK  
Dipl.-Geologe RALPH WENDLER



## Bibliothek und Vertriebsstelle:

Bibliothekarin: Frau JOHANNA SCHADWINKEL  
Frl. INGRID BOCK  
Frl. GERDA BÖHME  
Frl. LIESEL FALTER  
Frl. LIESELOTTE HÖRNING  
Frau INGE NOAH  
Frau RUTH SALZBURG  
Frau LIESELOTTE SCHULTE  
KARL ROMPEL

## Technische Bedienstete:

Reg.-Kartographen-Inspektor 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  
ERHARD KRAUSS  
GERHARD LAUE  
HEINZ LEICK  
KLAUS NIEDER  
ALBERT ROMSCHINSKI  
Frl. SUSANNE SALCHER  
ALFONS SEDLATSCHKE  
OTTO SOHN  
HANS-HEINRICH SCHMIDT  
Frl. ANNA SCHMIDT  
NORBERT SCHOLZ  
WILHELM TERME  
ERWIN THIEL  
Frau ILSE TOBIAS  
GERD WERNER  
HELMUT WESNER  
WILHELM ZIMMERHACKEL  
Frl. URSULA ZÖLLER

## Landkartentechnisches Büro:

Leitung: Reg.-Kartographen-Oberinspektor JOHANNES MATHEIS  
Fr. ROSEMARIE AUST  
JOSEF BÄUERLEIN  
JÜRGEN BARTHOLOMAY  
Fr. INGBORG BRANDT  
Frau HEDWIG EBEL  
JOSEF FISCHER  
Frau MARGARETE GLOTH  
KARL HIELSCHER  
RUDOLF HEUSER  
Fr. ANTONIE HOCH  
WERNFRIED HÜBLER  
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  
Frau URSULA KALTWASSER  
Fr. CHRISTEL KRUTZ  
Fr. URSULA KOPP  
Fr. HEIDRUN MÜLLER  
Frau URSULA ROTH  
Frau ELISABETH RUTHE  
Frau DORIS SCHIML  
Frau URSULA STOBER  
Frau EDLE WIEGAND

## Archiv, Registratur, Pförtner, Schriftleitung und Telefon:

Reg.-Hauptsekretär ERNST RUPPEL  
Fr. GERDA ARZBÄCHER  
RUDOLF DIEHL  
HANS KLEBE  
Fr. ANNY MÜLLER  
Frau ERIKA PANNEITZ

Frau ROSEMARIE REUBOLD  
Frau HEDWIG WEWER

## Lohnempfänger:

Fahrer LIENHARD BARNETT  
Fahrer WILHELM BRÜCK  
Fahrer FERDINAND FLIESS  
Fahrer ALFRED HUBMANN  
Fahrer FRIEDRICH LUDWIG  
Fahrer FRITZ MEILINGER  
Fahrer KARL-HEINZ OTTO  
Fahrer WILHELM RICHTER  
Facharbeiter OTTO ABEL  
Facharbeiter JOACHIM EWALD  
Bohrgehilfe HERMANN PAULUS  
Bohrgehilfe BERNHARD STEIN  
Bohrgehilfe ANTON SCHWARZ  
Hausmeister ERICH STRAUCH  
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., Mittelbänge 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, Bergrat a. D., Darmstadt, Claudiusweg 16

## Korrespondent:

Dr. FRITZ HÄUSER, Oberstudienrat, Windecken, Kr. Hanau, Bahnhofstr. 15

## Ausgeschieden bis 31. 12. 1963:

Regierungsdirektor Prof. Dr. HANS HENTSCHEL  
FRIEDRICH MARQUARDT †  
Dipl.-Geologe Dr. ERNST PAULY  
Dipl.-Geologe Dr. WERNER SCHUBART  
JOACHIM TRIEBEL

## Hessisches Geologisches Schrifttum 1963

Mit Nachträgen aus den Jahren 1939—1962

Bearbeitet von **GEORG MATTHESS**, Wiesbaden

### Nachtrag aus dem Jahre 1939

ABEL, O.: OTTO SCHMIDTGEN † (19. Dezember 1879—23. Dezember 1938). — *Palaeont. Z.*, **21**, 2, S. 79—86, 1 Taf., Berlin 1939.

### Nachtrag aus dem Jahre 1941

RICHTER, R.: Risse durch Innenschrumpfung und Risse durch Lufttrocknung. — *Senckenberg.*, **23**, 1/3, S. 165—167, 2 Abb., Frankfurt a. M. 1941. [Beispiel aus Hessen.]  
— Fährten als Zeugnisse des Lebens auf dem Meeres-Grunde. — *Senckenberg.*, **23**, 4/6, S. 218—260, 17 Abb., Frankfurt a. M. 1941. [Hunsrückschiefer.]

TRIEBEL, E.: Fossile Arten der Ostracoden-Gattung *Paracyprideis* KLE. — *Senckenberg.*, **23**, 1/3, S. 153—164, 3 Taf., Frankfurt a. M. 1941. [Fundstellen in Hessen.]  
— Zur Morphologie und Ökologie der fossilen Ostracoden. Mit Beschreibung einiger neuer Gattungen und Arten. — *Senckenberg.*, **23**, 4/6, S. 294—400, 2 Abb., 15 Taf., Frankfurt a. M. 1941. [Beispiele aus Hessen und Rheinhessen.]

### Nachtrag aus dem Jahre 1942

FIEGE, K.: Hilfsmittel zur Erkennung normaler und inverser Lagerung in tektonisch stark gestörten Gebieten. — *Senckenberg.*, **25**, 4/6, S. 292—325, 20 Abb., Frankfurt a. M. 1942. [Beispiele aus Hessen.]

SOLLE, G.: Mitteldevon von Ballersbacher Alter in einer neuen Biofazies bei Beilstein an der Mosel. — *Senckenberg.*, **25**, 1/3, S. 90—94, Frankfurt a. M. 1942. [Hinweis auf die Dill-Mulde.]

### Nachtrag aus dem Jahre 1943

DAHMER, G.: Die Mollusken des Wetteldorfer Richtschnittes. — *Senckenberg.*, **26**, 5, S. 325—396, 1 Abb., 9 Taf., Frankfurt a. M. 1943. [Hinweis auf Hunsrückschiefer.]

### Nachtrag aus dem Jahre 1947

MÜLLER-STOLL, H.: Über die Erhaltungsfähigkeit des Holzes tertiärer Bäume und Sträucher. — *Senckenberg.*, **28**, 1/3, S. 67—94, 3 Taf., Frankfurt a. M. 1947. [Vorkommen in Hessen.]

### Nachtrag aus dem Jahre 1949

NICKEL, E.: Bemerkungen zur Zwillingbildung bei Plagioklasen. — *Heidelb. Beitr. Mineral. Petrogr.*, **2**, S. 176—180, 9 Abb., 3 Diagr., Heidelberg 1949. [Beispiele aus dem Odenwald.]

## Nachtrag aus dem Jahre 1950

- SCHMIDT, H.: *Werneroceras crispiforme* KAYSER und andere Goniatiten des Eifeler Mitteldevon. — Senckenberg., **31**, 1/2, S.89—94, 8 Abb., Frankfurt a. M. 1950. [Grube Martenberg bei Adorf.]
- RICHTER, R. & E.: *Tropidocoryphinae* im Karbon (Tril.). — Senckenberg., **31**, 5/6, S.277—286, 1 Taf., Frankfurt a. M. 1950. [Fundstellen auf Blatt Herborn.]

## Nachtrag aus dem Jahre 1952

- PFLUG, H.: Die stratigraphische Gliederung des kontinentalen und limnischen Paläogens auf palynologischer Grundlage. — Paläont. Z., **25**, 3/4, S.116, Stuttgart 1952. [Hinweis auf Borkener Bild.]
- WAGNER, W.: Wie ist der Untergrund unseres Werksgeländes in Ingelheim beschaffen und wie ist er entstanden. — Boehringer Z., **3**, S.2—4, 5 Abb., Ingelheim/Rhein 1952.

## Nachtrag aus dem Jahre 1953

- SCHMIDT, H.: Reptilfährten aus dem permischen Cornberger Sandstein. — Paläont. Z., **27**, 1/2, S.9, Stuttgart 1953.

## Nachtrag aus dem Jahre 1956

- LEHMANN, H. & SCHLEGEL, H.: Zusammenhänge zwischen geologischer Herkunft, thermischer Behandlung und Güteeigenschaften von Gipsen. — Tonindustrie-Z., **80**, S.253—269, Abb., 1956.
- LESCHIK, G.: Sporen aus dem Salztou von NeuhoF bei Fulda. — Paläont. Z., **30**, 1/2, S.18, Stuttgart 1956.
- REINECK, H.-E.: Die Oberflächenspannung als geologischer Faktor in Sedimenten. — Senck. leth., **37**, 3/4, S.265—287, 2 Abb., 4 Taf., Frankfurt a. M. 1956. [Beobachtungen in Aufschlüssen in Rheinland-Pfalz.]
- RICHTER, R. & E.: Grundlagen für die Beurteilung und Einteilung der *Scutelluidae* (Tril.). — Senck. leth., **37**, 1/2, S.79—124, 5 Abb., 7 Taf., Frankfurt a. M. 1956. [Grube Volpertseiche bei Eibach, Bl. Oberscheld.]
- TATGE, U.: Conodonten aus dem germanischen Muschelkalk. I., II. — Paläont. Z., **30**, 1/2, S.108—127, 12 Abb., 2 Taf.; 3/4, S.129—147, Stuttgart 1956.

## Nachtrag aus dem Jahre 1957

- GÖRGES, J.: Die Mollusken der oberoligozänen Schichten des Dobergs bei Bünde in Westfalen. — Paläont. Z., **31**, 3/4, 2 Taf., Stuttgart 1957. [Vergleiche mit hessischen Fundstücken.]
- KRAUSMÜLLER, R.: Verkehrslage und Landschaft, Kulturelles und Statistisches. — In: Bad Nauheim. — Balneolog. Monogr., **1**, S.55—57, 1 Abb., 1 Tab., Bad Nauheim 1957.
- SDZUY, K.: Bemerkungen zur Familie *Homalonotidae* (mit der Beschreibung einer neuen Art von *Calymenella*). — Senck. leth., **38**, 5/6, S.275—290, 4 Abb., 1 Taf., Frankfurt a. M. 1957. [Andreasteich-Quarzit bei Gießen.]
- STRAUB, E. W.: Das Gasfeld Stockstadt. — Atti Convegno Milano, **1**, S.165—173, 6 Abb., 1 Tab., Rom 1957.
- Deutscher Planungsatlas, Bd. Hessen, Wasserversorgung II 1955. — Wiesbaden (Akad. Raumforsch. u. Landespl.) 1957.

## Nachtrag aus dem Jahre 1958

- BACKWINKEL, P.: Das Hochwasser Februar 1958 am Ober- und Mittelrhein, Mosel, Saar und Lahn. — 10 S., 3 Abb., (Masch.-Schr.), Mainz (Wasser- u. Schifffahrtsdirektion) 1958.

- BUZENGEIGER, G.: Das Abflußjahr 1957. Wasserwirtschaftliche Beobachtungen im Wesergebiet. — Weser, **32**, 1, S. 1—4, 3 Abb., 3 Tab., Bremen 1958.
- Das Weser-Hochwasser Ende Februar 1958. — Weser, **32**, 3, S. 32—33, Bremen 1958.
- Juni-Hochwasser an Werra, Oberweser und Leine (1958). — Weser, **32**, 7, S. 89, Bremen 1958.
- Das Abflußjahr 1958. Wasserwirtschaftliche Beobachtungen im Wesergebiet. — Weser, **32**, 12, S. 141—144, 3 Abb., 4 Tab., Bremen 1958.
- DUDEK, J.: Die Bodenverhältnisse der Gemarkung Beilstein/Dillkreis und ihre Veränderungen durch Bodenerosion. — Diss., Gießen 1958.
- ENGEL, G. & SCHOUPPÉ, A. v.: Morphogenetisch-taxionomische Studie zu der devonischen Korallengruppe *Stringophyllum*, *Neospongophyllum* und *Grypophyllum*. — Paläont. Z., **32**, 1/2, S. 67—114, 16 Abb., 2 Taf., Stuttgart 1958. [Hessische Fundpunkte.]
- KLEEBERGER, E.: Territorialgeschichte des hinteren Odenwaldes (Grafschaft Erbach, Herrschaft Breuberg, Herrschaft Fränkisch-Crumbach). — Quell. u. Forsch. hess. Gesch., **19** = Schr. hess. Amt geschichtl. Landeskn. Marburg, **26**, 16 + 198 S., 4 Ktn., Darmstadt (Hess. hist. Komm.) 1958.
- KNÖPP, H. & NÖTHLICH, K.: Gütebild der Fulda von Mecklar bis Hann.-Münden und des Edersees. — 32 S., 9 Anl. (Masch.-Schr.), Hannover (Wasser- u. Schifffahrtsdirektion) 1958.
- SCHÖNFELD, H.: Die Urnenfelderkultur in Rheinhessen. — Diss., Mainz 1958.
- SCHUA, L.: Das Gütebild des Mains und seine Bedeutung für die Fischerei. — In: 80 Jahre Fischereiverband Unterfranken e.V. 1877—1957, S. 137—151, Würzburg (Fisch. Verb. Unterfranken) 1958.
- STRUVE, W.: Die *Zeliskellinae*. — Senck. leth., **39**, 3/4, S. 165—219, 16 Abb., 4 Taf., Frankfurt a. M. 1958. [Hess. Fundpunkte: Andreasteich-Quarzit.]
- Ergänzungsheft zum Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch für das Land Rheinland-Pfalz, Abflußjahr 1956. — 61 S., 3 Tab., 6 Anl., Mainz (L.-Amt Gewässerk. Rheinland-Pfalz) 1958.
- Internationale Kommission zur Reinhaltung des Rheins: Die Ölverschmutzung des Rheins und Vorschläge zu ihrer Bekämpfung auf dem Gebiet der Binnenschifffahrt. Denkschrift des Bundesministeriums für Verkehr — Abt. Wasserbau —. 15 S., 4 Anl., (Masch.-Schr.), Bonn 1958.
- Rheinhessen, Monographie einer Landschaft. — 224 S., Abb., Tab., Trautheim üb. Darmstadt, Mainz (Mushakesche Verl.-Anst./Franzmathes Verl.) 1958.

#### Nachtrag aus dem Jahre 1959

- BAATZ, D.: Mogontiacum. Neue Untersuchungen am römischen Legionslager in Mainz. — Diss., Marburg 1959.
- BOTTKE, H.: Der Roteisenstein des östlichen Sauerlandes und seine Beziehungen zur Stratigraphie und Fazies des Oberen Givets und der Adorf-Stufe. — Diss., Clausthal-Zellerfeld 1959.
- BUZENGEIGER, G.: Wasserverhältnisse im Wesergebiet vom November 1958 bis Oktober 1959. — Weser, **33**, S. 24, 70, 72, 110—112, 156, Bremen 1959.
- Wasserstände der Weser und Aller im Kalenderjahr 1959. — Weser, **33**, 7, S. 106—107, Bremen 1959.
- GISSLER, A.: Mineralquellen und Geotektonik in Mitteleuropa. — Z. angew. Geol., **5**, 4, S. 157—177, Berlin-Hamburg 1959.
- GOEBEL, L.: Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung Fulda. — Weser, **33**, 7, S. 99—101, 3 Abb., Bremen 1959.
- GRAUL, H.: Zur Flußerosion an der oberen Weser. — Z. Geomorph., N.F., **4**, 3/4, S. 303 bis 306, 1960.
- JOHANNSEN, H. H.: Das Niederschlagsangebot an die Bundesrepublik Deutschland und ihre Länder. — Meteorol. Rdsch., **12**, 2, S. 63, Berlin 1959.

- KEIM, O.: Reinhaltungsmaßnahmen Bayerns am Main. — Gas- u. Wasserf., **100**, 36, S. 924—929, 6 Abb., München 1959.
- KUSS, S.: Eine neuentdeckte Säugetierfauna aus dem Aquitan von Büchelberg in der Pfalz. — Hab. Schr., Freiburg/Brsg. 1959.
- LEHMANN, W. M.: Neue Entdeckungen an *Palaeoisopus*. — Paläont. Z., **33**, 1/2, S. 96—103, 4 Abb., 2 Taf., Stuttgart 1959. [Hunsrück-schiefer.]
- MOHR, K.: Die sozialökonomische Struktur der Taunusgemeinde Naurod in ihrer Beziehung zur „Sozialbrache“. — Diss., Stuttgart 1959. [Main-Taunus-Kreis.]
- NICKEL, W.: Ein *Productus horridus* aus dem unteren Zechstein. — Aufschluß, **10**, S. 293 bis 294, 1 Abb., Göttingen 1959.
- REH, H.: Zur Entwicklung des Kupferschiefers im Thüringer Becken. — Ber. geol. Ges. DDR, **4**, S. 288—298, 7 Abb., Berlin 1959.
- SCHLEGEL, G. & WIEFEL, H.: Die Bemusterung oberdevonischer Roteisenerze des Schleizer Gebietes und ihre Auswertung. — Z. angew. Geol., **5**, S. 573—576, 3 Abb., Berlin 1959. [Typus Lahn-Dill.]
- SCHWOERBEL, J.: Die biologische Gliederung des Rheinstroms. — Gas- u. Wasserf., **100**, 44, S. 1130—1135, 10 Abb., München 1959.
- TRIEBEL, E.: *Moencypris* n. g. (Crust., Ostr.). — Senck. leth., **40**, 1/2, S. 1—17, 4 Taf., Frankfurt a. M. 1959. [Arten aus dem Tertiär des Mainzer Beckens.]
- VILLWOCK, R.: Die Tonmineralneubildungen in den tertiären Trachyttuffen von Kärlich (Neuwieder Becken). — Diss., Bonn 1959.
- WINKELMANN, R.: Die Entwicklung des oberrheinischen Weinbaus. — Diss., Marburg 1959 = Marburger geogr. Schr., **16**, Marburg 1959.
- ZEILLER, M.: Topographia Hassiae et regionum vicinarum: Das ist Beschreibung vnd eygentliche Abbildung der vornehmsten Stätte vnd Plätze in Hessen vnd denen benachbarten Landschaften als Buchen, Wetteraw, Westerwaldt, Löhgaw, Nassaw, Solms, Hanaw, Witgenstein vnd andern. In dieser andern Ed. mit sonderm fleiss durchgangen, von vorigen Fehlern corr., gebessert u. verm., Franckfurt a. M. (Merian) 1655. (Neue Ausg. Faks.-Dr. nach d. 2. Aufl. von 1655. M. e. Anh. v. W. NIEMEYER). — 201 S., Abb., Ktn., Kassel, Basel (Bärenreiter) 1959.
- Der Kreis Wetzlar. Verwaltung und Wirtschaft. Ein Bericht über Wiederaufbau und Entwicklung im Kreis seit 1948. — 239 S., Abb., Wetzlar (Kreisauschuß d. Landkreises Wetzlar) 1959.

## Nachtrag aus dem Jahre 1960

- BARTELS, D.: Mainz-Wiesbaden. Strukturelle Annäherung und Führungswechsel an der Mainmündung. — In: BARTELS, D.: Nachbarstädte. Eine siedlungsgeographische Studie an Hand ausgewählter Beispiele aus dem westlichen Deutschland, S. 79—94, Bad Godesberg 1960.
- BENDER, H.: Der SW-Teil der Hörre-Ackerzone. — Diss., Marburg 1960.
- BERGMANN, J.: Spätmagdalénienzeitliche Funde aus Nordhessen. — Germania, **38**, 3/4, S. 307—320, Abb., Taf., 1960.
- BRAUNS, E.: Bibliographie des Schrifttums über Kurhessen 1958/59. — Z. Ver. hess. Gesch. u. Landesk., **71**, S. 219—249, 1960.
- BUSCHENDORF, F. & RATH, R.: Niedersachsens Bodenschätze. — Jb. Techn. Hochschule Hannover 1958/60, Hannover 1960.
- BUZENGEIGER, G.: Kühlwasser aus der Weser. — Weser, **34**, 8, 1960.
- DAMMANN, W.: Beziehungen zwischen der Raum- und Zeitfunktion im Klima Westdeutschlands. Ein Beitrag zum Problem der Klimaschwankungen. — Arch. Meteorol., Geophys. u. Bioklimatol., Ser. B., Allg. u. biolog. Klimatol., **10**, S. 227—230, 1960.
- DETTMERING, W.: Vorkommen von Salmonellen im Main und ihre hygienische Bedeutung für die Versorgung der Stadt Frankfurt mit Flußwasser (Flußwasserleitungen). — Diss., Frankfurt a. M. 1960.
- DEUBEL, F.: Das Untere Perm in Thüringen und angrenzenden Gebieten. — Wiss. Z. Fried.-Schiller-Univ., math.-naturw. R., **9**, 3, Jena 1960.

- DITTRICH, E.: Kohlensäure-Erkundungen in der Vorderrhön. — Z. angew. Geol., **6**, S. 249 bis 253, 5 Abb., Berlin 1960.
- FALKE, H.: Geologische Karte von Rheinhessen und seinen Randgebieten. Nach den Karten von LEPSIUS, R., MICHELS, F., REIS, O., WAGNER, W., WEILER, W. u. a. zusammengestellt. M. 1:100 000. — (Beil. zu:) Samml. geol. Führer, **38**, Berlin-Nikolassee (Borntraeger) 1960.
- FEILBACH, W.: Bad Homburg als Heilbad. — In: 100 Jahre Wirken für Bad Homburg v. d. H., Festschr. z. 100jähr. Bestehen d. Kur- u. Verkehrsver. e.V., S. 43—53, 1 Abb., Bad Homburg v. d. H. 1960.
- FLORIN, R.: Die frühere Verbreitung der Koniferengattung *Athrotaxis* D. DON. — Senck. leth., **41**, S. 199—207, Frankfurt a. M. 1960. [Messel bei Darmstadt.]
- FRANZ, H. J.: Das Oberrheingebiet und die Mittelgebirge im Quartär. — Geogr. Ber. 16, **5**, 3, S. 183—188, Berlin 1960.
- GRAMANN, F.: Änderungen der Foraminiferenfauna des Rupeltons. — Paläont. Z., **34**, 1, S. 13, Stuttgart 1960. [Rupeltonprofile am Nordrand des Vogelsberges und im Mainzer Becken.]
- GROSS, A.: Zwei neue Ringwälle im Kreisgebiet. — Heimatjb. Der Untertaunus, S. 41—46, 1 Abb., Bad Schwalbach 1960.
- GROSS, W.: *Tityosteus* n. gen., ein Riesenarthrodire aus dem rheinischen Unterdevon. — Paläont. Z., **34**, 3/4, S. 263—274, 4 Abb., 2 Taf., Stuttgart 1960. [Hunsrückchiefer.]
- HAUSCHULZ, J.: Geschichte des gewässerkundlichen Dienstes in Hessen. — Wasser u. Boden, 10, S. 367—370, 1960.
- HENTSCHHEL, H.: Zur Frage der Bildung der Eisenerze vom Lahn-Dill-Typ. — Freiburger Forsch. H., C **79**, S. 82—105, 4 Abb., 1960.
- HILTERMANN, H.: Annotated bibliography of micropaleontology in Germany for 1959. — Micropaleontology, **6**, S. 425—432, New York 1960.
- HOFMANN, F.: Lebendiges Bad Homburg vor der Höhe. Seine Vergangenheit und Gegenwart. — 312 + 22 S., Abb., 1 Kte., Bad Homburg v. d. H., (Verl. D. Viergespann) 1960.
- HOPPE, W.: Die Kali- und Steinsalzlagerstätten des Zechsteins in der Deutschen Demokratischen Republik, T. 1. Das Werragebiet. — Freiburger Forsch. H., C **97**, 1, 166 S., 38 Abb., 23 Tab., Berlin 1960.
- HUBER, R.: Das Naturwissenschaftliche Museum der Stadt Aschaffenburg. — Aschaffenburg Adreßbuch, 6 S., 1960.
- IMMEL, W.: Eintauch von Na-Ionen in Ca- und Ba-Bentonite, Deutung der viskosen Eigenschaften von Bentonuspensionen, Montmorillonit im Messeler Ölschiefer. — Diss., Darmstadt 1960.
- JACOBI, H.: Die Glashütten des Landgrafen Friedrich II. von Hessen-Homburg. — Mitt. Gesch. u. Landesg. z. Bad Homburg v. d. H., **27**, S. 9—43, 3 Abb., 2 Pl., 1960.
- JORNS, W.: Aus der Welt der ältesten Darmstädter von der Steinzeit bis zum frühen Mittelalter. (Drittes Jahrtausend vor bis 7. Jahrhundert nach Chr.) — Amtl. Adreßbuch Stadt Darmstadt 1960/61, S. 55—69, 22 Abb., 1 Tab., 1 Kte., Darmstadt 1960.
- KAHLKE, H.-D. m. e. Beitr. v. HÜNERMANN, K. A.: Die Cervidenreste aus den altpleistozänen Sanden von Mosbach (Biebrich-Wiesbaden). T. 1. Die Geweihe, Gehörne und Gebisse. — Abh. deutsch. Akad. Wiss. Berlin, Kl. Chem., Geol. u. Biol., **1959**, 7, 75 S., Tab., 20 Taf., Berlin (Akad.-Verl.) 1960.
- KNICKMANN, H.: Die Bodengüte der landwirtschaftlich genutzten Flächen Bayerns. Stand der Übersicht: 1. 10. 1960. — Bayer. landwirtsch. Jb., **37**, 5, 1960.
- LOHMANN, H.: Zur Stratigraphie und Fossilführung des Buntsandsteins in Niederhessen. — Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg, **29**, S. 66—84, 4 Abb., 4 Taf., Hamburg 1960.
- LÖHR, K.: Der Antonius-Sprudel zu Rückershausen. — Heimatjb. Der Untertaunus, S. 177—179, 180, Bad Schwalbach 1960.
- LUHMANN, H.: Das Sauerland. Raum, Kultur, Wirtschaft. — Deutsch. Landsch., **7**, 194 S., Abb., Tab., 1 Kte., Essen (Burckhardt-Verl. E. Heyer) 1960.
- LÜTTIG, G.: Zur Gliederung des Auelehms im Flußgebiet der Weser. — Eiszeitalter u. Gegenw., **11**, S. 39—50, 4 Abb., 1960.



- MARTINI, H.-J.: Die Erdgaslagerstätten der Bundesrepublik Deutschland. — Gas- u. Wasserf., **10**, 41, S. 1033—1040, Abb., 1960.
- MEYER, F. u. a.: Rund um Kassel. Bearb. v. Lehrer-Arbeitskreis f. Heimatkunde Kassel-Land. — 309 S., Abb., Ktn., Kassel (Kreisausschuß Kassel-Land) 1960.
- MICHAELIS, R.: Bad Kreuznach. Seine Kurmittel und Heilanzeigen. — 36 S., Abb., Bad Kreuznach (Harrach) 1960.
- MUSHAKE, L. M. (Schriftleiter): Landkreis Offenbach. Monographie einer Landschaft. — 167 S., Abb., Tab., 1 Kte., Mainz, Trautheim üb. Darmstadt (Mushakesche Verl.-Anst./Franzmathes Verl.) 1960.
- NORDMANN, G., SCHENK, E. & SCHÖNHALS, E.: Böden und Klima im Kreis Lauterbach. — Lauterbacher Samml., **29**, Lauterbach/Hessen 1960.
- OELSNER, O.: Bemerkungen zur Bedeutung von Assimilationsvorgängen bei der Intrusion initialer Magmen zur Genese oxydischer Geosynklinalagerstätten. — Intern. Geol. Congr.-Rep. 21. Sess. Norden — P. 16. Genetic problems of ores, S. 29—42, 2 Abb., Kopenhagen 1960. [Eisenerze vom Lahn-Dill-Typus.]
- PERST, O.: Das Werraland in der Beschreibung Niederhessens von Landgraf Hermann zu Hessen-Rotenburg 1641. — Aus dem Werraland, **7**, 35 S., Eschwege 1960.
- PUSEN, H.: Weserbergland. Von Hann.-Münden bis zum Steinhuder Meer. — 112 S., Abb., 1 Kte., Braunschweig, Frankfurt a. M., Hamburg 1960.
- ROHMER, W. & STEINMETZ, H. J.: Bodenerhaltung in der Flurbereinigung. Untersuchungen über die Planung und Durchführung in der Gemarkung Schloßborn/Ts. Mit einem Erl. Ber. v. HELMBÜRGER, H. — Schr. R. Flurbereinigung, **31**, 48 S., Abb., Tab., Ktn., 1960. [Main-Taunus-Kreis.]
- ROSELT, G. & FEUSTEL, H.: Ein Taxodiaceenholz aus der mitteldeutschen Braunkohle mit Insektenspuren und -resten. — Geologie, **9**, S. 84—91, 5 Taf., Berlin 1960. [Braunkohle von Frielendorf/Hess.]
- SCHÄFER, K. u. a.: Oberrossbach/Dillkreis. (Strukturbeschreibung, -analyse u. Planung.) — AVA-Materialsamml., **7**, 3 + 39 S., Taf., Wiesbaden 1960.
- SCHLOEMER-JÄGER, A.: Koniferen-Zapfen aus der niederrheinischen Braunkohle. — Senck. leth., **41**, S. 209—253, 2 Taf., Frankfurt a. M. 1960. [Hinweis auf hessische Fundpunkte.]
- SCHNEIDER, H.: Geomorphologische Probleme in der Umgebung von Schlüchtern. — Jb. Ulrich-von-Hutten-Schule Schlüchtern, S. 11—20, 1 Abb., Schlüchtern 1960.
- SCHÖNBERGER, H.: Neue Erkenntnisse am römischen Limes in der Wetterau. — Wetterauer Gesch. Bl., **9**, S. 1—15, Abb., 2 Taf., Friedberg 1960.
- SCHUNDER, F.: Der Kreis Fritzlar-Homberg, Geschichte der Verwaltung vom 13. Jh. bis zur Gegenwart. — Marburg/Lahn, Witzenhausen (Trautvetter u. Fischer Nachf.) 1960.
- SCHWEITZER, H.-J.: Die Sphenopteriden des Zechsteins. — Senck. leth., **41**, S. 37—57, 6 Abb., 2 Taf., 1 Tab., Frankfurt a. M. 1960. [Richelsdorfer Gebirge.]
- SEIB, G.: 500 Jahre Bergbau im Richelsdorfer Gebirge 1460—1960. — 75 S., (Maschin.-Schr.), Nentershausen 1960.
- SIEHL, A.: Der Greifensteiner Kalk von Greifenstein (Rhein.-Schiefergeb.) und seine Atrypacea und Rostrospiracea (Brach.). — Diss., Bonn 1960.
- SOBOTH, E., JUNGSMANN, G. & SANDERS, J.: Harms Hessen in Karte, Bild und Wort. — Frankfurt a. M. (Atlantik-Verl.) 1960.
- STÄHLIN, A.: Grünlandtypen und Pflanzengesellschaften in Hessen. — Ergebn. landwirtschftl. Forsch., **3**, S. 99—105, Gießen (Hess. Min. L. u. F. — L.-Ausschuß f. Wirtschaftsberat.) 1960.
- STENGEL, E. E.: Abhandlungen und Untersuchungen zur hessischen Geschichte. — Veröff. hist. Komm. Hessen u. Waldeck, **26**, 9 + 544 S., Marburg (Elwert) 1960.  
— Abhandlungen und Untersuchungen zur mittelalterlichen Geschichte. — 8 + 392 S., Köln (Böhlau) 1960.
- UENZE, O.: Vorgeschichte von Nordhessen, T. 3. Hirten- und Salzsieder. (Bronzezeit.) — Schr. z. Vorgesch., S. 125—192, 30 Bl. Abb., Marburg/Lahn (Elwert) 1960.
- VOLLAND, A.: Zur Geschichte der Verkehrswege im Raume des Werrawinkels Salzungen. Vacha-Hörschel. — Z. Ver. hess. Gesch. u. Landesk., **71**, S. 17—35, 1 Kte, 1 Abb., 1960-

- WAGNER, G.: Einführung in die Erd- und Landschaftsgeschichte, mit besonderer Berücksichtigung Süddeutschlands. — 3. vermehrte u. verbess. Aufl., 694 S., 591 Abb., 231 Taf., Öhringen (Hohenlohesche Buchhandlung F. Rau) 1960.
- WAGNER, W.: Vom Urrhein zum heutigen Rhein im Raum Worms-Mainz-Bingen. — Boehringer Z., 1, S. 3–8, 1 Abb., Ingelheim/Rhein 1960.
- WEBER, H. H.: Weg durch die Jahrtausende. — Der Landkreis Dieburg, Landschaft, Geschichte, Kunst, Verwaltung, Wirtschaft. — Groß-Umstadt (Kreissparkasse Ldkrs. Dieburg) 1960.
- WOLDSTEDT, P.: Mississippi und Rhein. — Eiszeitalter u. Gegenw., 11, S. 31–38, 3 Abb., 1960.
- Heilanzeigen der Bäder, der heilklimatischen Kurorte und der Kneippkurorte in Baden-Württemberg. — Baden-Württemberg, 9, 9/10, S. 81, 1960.
- Hessen im Wandel der letzten 100 Jahre. 1860–1960. — Hessenk. hess. stat. L.-Amt, 3, Wiesbaden (Hess. stat. L.-Amt) 1960.
- Klima-Atlas von Nordrhein-Westfalen. — 38 S., Abb., 84 Taf., Offenbach a. M. (Deutsch. Wetterdienst) 1960.
- Raumforschung und Raumordnung im Modautal. Das Zusammenwirken von Bauleitplanung und Flurbereinigung in 15 Gemeinden. — Wiesbaden (Hess. Min. d. Inn.) 1960.

#### Nachtrag aus dem Jahre 1961

- ADAM, K. D.: Die Bedeutung der pleistozänen Säugetier-Faunen Mitteleuropas für die Geschichte des Eiszeitalters. — Stuttgarter Beitr. Naturk., Nr. 78, 34 S., 17 Abb., 6 Tab., Stuttgart 1961.
- BANGERT, W.: Kassel — eine neue Stadt auf altem Grund. — Hess. Heimat. N. F., 11, 2/3, S. 2–8, Abb., Melsungen 1961.
- BECKER, K.: Heimatchronik des Landkreises Birkenfeld. Mit Beiträgen von O. CONRAD, L. KILIAN, G. MICHELS u. K. E. WILD. — Heimatchron. Städte u. Kreise Bundesgebiet., 24, 335 S., Abb., Köln (Arch. deutsch. Heimatpfl. GmbH) 1961.
- BERGMANN, H.: Entwicklungsmöglichkeiten der Landwirtschaft in einem deutschen Landkreis. — Ber. Landesforsch. u. Landespl., 5, 2, S. 71–83, 1 Tab., 2 Ktn., Wien (Österr. Ges. Förderung Landesforsch. u. Landespl.) 1961. [Betr. Krs. Fritzlar-Homberg.]
- BÖKE, E.: Rupturen in Kreide und Karbon am Südrand des Kreidebeckens von Münster. — Diss. Münster 1961.
- BORN, M.: Wandlung und Beharrung ländlicher Siedlung und bäuerlicher Wirtschaft. Untersuchungen zur frühneuzeitlichen Kulturlandschaftsgenese im Schwalmgebiet. — Marburger geogr. Schr., 14, 153 S., Abb., Tab., Marburg 1961.
- BÜSING, K. H.: Erhebungen über das Vorkommen trinkwasserbedingter Säuglings-Methaemoglobinaemie (TMS) und nitratreicher Trinkwässer öffentlicher Wasserversorgungsanlagen im Lande Hessen. — Arch. Hyg., 145, S. 629–635, 1961.
- DEHM, R.: Ein zweiter Seeigel, *Porechinus porosus* nov. gen. nov. spec., aus dem rheinischen Unterdevon. — Mitt. bayer. Staatssamml. Paläont., histor. Geol., 1, S. 1–8, 3 Abb., München 1961. [Hunsrückschiefer]
- EICHHORN, E.: Zur Lage der Wüstungen Velen und Felden (Velden). — Nass. Ann., 72, S. 206–213, 1961. [Betr. Lindenholzhausen, Krs. Limburg.]
- ESCHENAUER, W.: Bad Schwalbach. — Heimatj. Der Untertaunus, S. 133–135, 137, 138, 3 Abb., Bad Schwalbach 1961.
- FÖHRENBACHER, A.: Chemische und kolloidchemische Untersuchungen an zwei Bodenprofilen auf Tonschiefer und Basalt mit unterschiedlicher Lößauflage. — Diss., Gießen (Justus-Liebig-Univ.) 1961.
- FUCHS, K.: Die Lage der Westerwälder Steinindustrie vor dem ersten Weltkrieg. — Nass. Ann., 72, S. 213–216, 1961.
- GILBERT, E. W.: The University Town in England and West Germany. Marburg, Göttingen, Heidelberg and Tübingen viewed comparatively with Oxford and Cambridge. — The University of Chicago, Department of Geography, Res. pap. 71, 8 + 74 S., Abb., Chicago 1961.

- GRÜNVOGEL, E.: Rheinische Gräben südlich des Bodensees verglichen mit dem Oberrheintalgraben. — Jb. Vorarlberg. Landesmuseumsver., 1960, S. 21—43, 2 Ktn., Bregenz 1961.
- HILTERMANN, H.: Fortschritte der Mikropaläontologie in Deutschland mit einer Bibliographie für das Jahr 1960. — Paläont. Z., 35, 3/4, S. 209—230, Stuttgart 1961.  
— News reports: Germany. — Micropaleontology, 7, S. 380—381, New York 1961.
- HORN, M.: Die Biostratigraphie der *pseudobilingue*-Zone des unteren Namur im Sauerland. — Diss., Göttingen 1961.
- HORST, H.: Die Möglichkeiten der Erhöhung der Niedrigwasserdargebote der Wasserläufe der Bundesrepublik durch Zuschußwasser aus Talsperren (mit einer Talsperrenstatistik). — Deutsch. gewässerk. Mitt., 5, 3, S. 53—65, Abb., Tab., 1961.
- ISBARY, G. & BURHENNE, W.: Wasserversorgung und Abwasserwirtschaft in der Bundesrepublik 1960. — Inf. Inst. Raumforsch., 11, 7, S. 153—165, 7 Tab., 2 Taf., Bad Godesberg 1961.
- JÄGER, H. & SCHAPER, J.: Agrarische Reliktformen im Sandstein-Odenwald in ihrer Bedeutung für die Landschaftsgeschichte. — Z. Agrargesch. u. Agrarsoziol., 9, 2, S. 169 bis 188, Abb., 1961.
- KAETHNER, R. H.: Die Eisenindustrie in Emmershausen. Ihre Entwicklungen und die Beziehungen der Familien Sorg, Böppler und Lossen zu ihr. — Usinger Land, Heimatbeil. z. Usinger Anz., 34 S., 3 Abb., Usingen 1960/61.
- KAHLKE, H. D.: Revision der Säugetierfaunen der klassischen deutschen Pleistozän-Fundstellen von Süßenborn, Mosbach und Taubach. — Geologie, 10, S. 493—532, 7 Taf., Berlin 1961.
- KAISER, E.: Hildburghausen, oberes Werraland und Grabfeld. 1. Physischgeographischer Teil. — 11 + 123 S., Abb., Tab., Ktn., Jena (Fischer) 1961.
- KAISER, K.: Gliederung und Formenschatz des Pliozäns und Quartärs am Mittel- und Niederrhein, sowie in den angrenzenden Niederlanden unter besonderer Berücksichtigung der Rheinterrassen. — In: Köln und die Rheinlande, Festschrift z. 33. deutsch. Geographentag 1961 in Köln, S. 236—278, 7 Tab., Taf., 3 Ktn., Wiesbaden 1961.
- KERN, H.: Große Tagessummen des Niederschlages in Bayern. — Münchner geogr. H., 21, 22 S., 2 Abb., 8 Ktn., Kallmünz-Regensburg (Lassleben) 1961.
- KESSLER, W.: Aufsuchung, Gewinnung und Förderung von Erdgas in der Bundesrepublik Deutschland. — Gas- u. Wasserf., 102, 31, S. 849—856, Abb., Tab., 1961.
- KESTEN, A.: Der Rheingau und seine Taunushinterlandschaft. Eine vergleichende kultur-geographische Strukturanalyse. — Diss., Mainz 1961.
- KLUG, H.: Das Klima Rhein Hessens in seiner kleinräumlichen Gliederung. — Mitt.-Bl. rheinhess. Landesk., 10, 3, S. 321—327, 2 Tab., 1 Taf., Mainz 1961.
- KOHL, H.: Der wirtschaftliche Aufbau des Kreises Frankenberg. — Hess. Heimat, N. F., 11, 5, S. 10—13, 2 Tab., Melsungen 1961.
- KOLHATKAR, S.: Untersuchungen über die mineralogische Zusammensetzung der Erze und des Nebengesteins der Eisenmanganerzgrube Dr. Geier bei Waldalgesheim. — Diss., Mainz 1961.
- KRÄMER, F.: Sediment-Untersuchungen im Mittleren Buntsandstein (sm) Süd-Niedersachsens. — Diss., Frankfurt a. M. 1961.
- KREBS, W.: Stratigraphie, Vulkanismus und Fazies des Oberdevons zwischen Donsbach und Hirzenhain (Rheinisches Schiefergebirge, Dill-Mulde). — Diss., Frankfurt a. M. 1961.
- KREUTZ, W. & SCHUBACH, K.: Beiträge zur Methodik der Geländeklimauntersuchung für Zwecke der Raumforschung, dargestellt an vier Beispielen. — Inf. Inst. Raumforsch., 11, 12, S. 299—318, Abb., Tab., Bad Godesberg 1961. [Kr. Hofgeismar; Kr. Limburg; Babenhausen, Kr. Dieburg; Espenschied, Rheingaukreis.]
- KÜTHER, W.: Die Wüstungen bei Hungen. — Das Buch der Stadt Hungen, S. 186—197, 2 Taf., Hungen 1961.
- LÖBER, K.: Langenaubach. Ein Heimatbuch. — 10 + 144 S., Abb., 1 Kte., Langenaubach (Gemeindeverwaltung) 1961.

- LÖSCH, W.: Die Streuung landwirtschaftlicher Betriebsergebnisse und ihre Ursachen, untersucht an Buchführungsbetrieben aus der Größenklasse 10–20 ha LN. — Diss., Gießen 1961. [Bereich d. Landwirtschaftskammern Frankfurt a. M., Kassel und Koblenz.]
- LUDWIG, G.: Zur Genese der Uran-haltigen grauen Hardegsener Tone im Mittleren Buntsandstein des Werra-Leine Gebietes. Vorl. Mitt. — Geol. Jb., 78, S.135–138, 1 Abb., Hannover 1961.
- MÄHNER, K.: Über die Aufarbeitung von Messeler Schieferöl. Unter besonderer Berücksichtigung der Paraffin- und Schmierölgewinnung. — Diss., Karlsruhe 1961.
- MEDDING, W. & WIMMER, H.: Waldecker Land. — Deutsche Lande, deutsche Kunst, 39 S., 80 S. Abb., München, Berlin (Deutsch. Kunstverl.) 1961.
- MEISCHNER, K.-D.: Rhenaer Kalk und Posidonienkalk im Kulm des nordöstlichen Rheinischen Schiefergebirges und der Kohlenkalk von Schreufa (Eder). — Diss., Göttingen 1961.
- MICHEL, F.: Die Geschichte des Selterser Heilbrunnens unter kurtrierischer Herrschaft. — Nass. Ann., 72, S.81–125, Abb., Tab., 1 Taf., 1961. [Niederselters, Krs. Limburg.]
- MICHEL, F.: Zur Geologie des Wiesbadener Raumes und seiner Mineralquellen. — Ärztl. Mitt., 46, S.1214–1220, 5 Abb., Köln 1961.
- MÜLLER, H.: Zur Stratigraphie der Eifel/Givet-Grenze im östlichen Sauerland. — Diss., Göttingen 1961.
- OESL, W.: Die Landwirtschaft des Modautales unter dem Einfluß der Industrialisierung. — Diss., Gießen 1961.
- OVERBECK, H.: Zur Geschichte der deutschen Agrarlandschaft im Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit. — Erdk., 15, 2, S.136–140, 1961. [Hessen.]
- PORTH, H.: Die Kristallinvorkommen am Südrand des Soonwaldes. — Diss., Göttingen 1961.
- REUTER, H.: Geochemische Untersuchungen an Rötssedimenten Süddeutschlands. — Diss., Würzburg 1961.
- RIEMANN, F. & BUNGE, G.: Grundlagen für einen Entwicklungsplan des Kreises Hünfeld. — Materialsamml. ASG, 17, 235 S. (Masch.-Schr.), Tab., Taf., Göttingen 1961.
- RIETSCHEL, S.: Mittel- und Ober-Devon bei Usingen und Münster (Bl. Usingen, Taunus, Rheinisches Schiefergebirge). — Senck. leth., 42, S.453–456, Frankfurt a. M. 1961.
- RUPPEL, R.: Die Wasserverhältnisse des Kreises Büdingen. — Diss., Gießen 1961.
- SAUER, H.: Landschaftsschutzgebiet im Kreis Eschwege. — Werraland, 13, 1, Eschwege 1961.
- SCHAD, A.: Feingliederung des Miozäns und die Deutung der nachligozänen Bewegungen im Mittleren Rheintalgraben. Eine Auswertung erdölgeologischer Arbeiten. — Hab. Schr., Heidelberg 1961.
- SCHARLAU, K.: Flurrelikte und Flurformengeneese in Westdeutschland. Ergebnisse, Probleme und allgemeine Ausblicke. — Geografiska Annaler., 43, 1/2, S.264–276, 1 Abb., 3 Ktn., Stockholm 1961. [Vornehmlich in Hessen].
- Die historische Entwicklung des Kreises Frankenberg. — Hess. Heimat, N.F., 11, 5, S.2–7, 1 Tab., 1 Kte., Melsungen 1961.
- SCHERF, A.: Der Initialmagmatismus im ostrheinischen Schiefergebirge und seine Lagerstätten. — Erzmetall, 14, S.328–335, 1961.
- SCHMIDT, W.: Verschwundene Siedlungen — Wüstungen — im Untertaunuskreis. — Heimatj. Untertaunuskreis, S.60–63, 1 Abb., 1 Tab., Bad Schwalbach 1961.
- SCHMIDT-BERGER, R.: Die Entwicklung des Heilquellenrechtes in Niedersachsen und benachbarten Gebieten. — Neues Arch. Niedersachsen, 10, 2, S.109–149, 1 Tab., 1961.
- SCHNEIDER, H.: Geomorphologische Probleme in der Umgebung von Schlüchtern (Forts.). — Jb. Ulrich-von-Hutten-Schule Schlüchtern, S.15–23, 1 Abb., Schlüchtern 1961.
- SCHULZE, W.: Zur Morphogenese des Vogelsberges. — Petermanns geogr. Mitt., 105, 1, S.9–15, 5 Abb., 1 Taf., 1961.
- SCHUPP, H. W.: Zur Morphologie des mittleren Westrichs. — Diss., Mainz 1961.
- SCHWANDT, A.: Zur Faziesdifferenzierung im Werra-Kaligebiet. — Ber. geol. Ges. DDR, 6, 2/3, S.288–295, Abb., Taf., Berlin 1961.

- SEELIGER, H. & WERNER, H.: Zur Hygiene der Heilwässer, Mineralwässer und Limonaden in der Bundesrepublik. — Z. Hygiene, **147**, S. 470—487, 1961.
- SEILACHER, A.: Echte und falsche Holothurien aus dem Hunsrückschiefer. — Paläont. Z., **35**, 1/2, S. 5/6, Stuttgart 1961.
- SPEHLING, W.: Die Entwicklung der Fluren um Trebur. Ein Beitrag zur Entstehung der Gewannflur. — Arch. hess. Gesch., N.F., **26**, S. 161—239, Abb., Tab., 1961.
- STECKHAN, H.-U.: Pollenanalytisch-vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zur frühen Siedlungsgeschichte im Vogelsberg, Knüll und Solling. — Flora, **150**, 4, S. 514—551, 6 Abb., Jena 1961.
- STENGEL, E. E. & UHLHORN, F.: Geschichtlicher Atlas von Hessen. — Hrsg. i. Auftr. Arbeitsgem. Hist. Komm. Hessen. — Lfg. 2—3, 8 Taf., Marburg (L.-Amt geschichtl. Landeskd.) 1961.
- STENGER, B.: Stratigraphische und gefügetektonische Untersuchungen in der metamorphen Taunus-Südrand-Zone (Rheinisches Schiefergebirge). — Diss., Frankfurt a. M. 1961.
- WAGNER, J.: Hessen. Unter besonderer Berücksichtigung sozial- und wirtschaftsgeographischer Fragen. — Harms Landesk., **1**, 411 S., Tab., Abb., 16 Taf., München (List) 1961.
- WAMSER, K. u. a.: Presberg. Die Verbesserung der Gesamtstruktur einer Höhengemeinde im Taunus. (Untersuch.- u. Planungsber.) — AVA-Materialsamml., **4**, Ktn., Taf., Tab., (Masch.-Schr.), Wiesbaden 1961. [Rheingaukreis].
- WEILER, W.: Ein Flußbarsch (*Perca fluviatilis* L.) aus dem Spätglazial von Klein-Linden. In: DAHM, H. D., GUENTHER, E. W., JAECKEL, S. G. A., WEILER, W., WEYL, R. & WIERMANN, R.: Eine spätglaziale Schichtfolge aus der Grube Fernie bei Gießen-Klein-Linden. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **89**, S. 349—351, 1 Taf., Wiesbaden 1961.
- WERNICKE, M.: Die Zahn- und Kieferverhältnisse während der Völkerwanderung. Untersuchung an Grabfunden aus dem Mainzer Gebiet. — Diss., Marburg 1961.
- WILL, F. W.: Zur Stadtgeographie von Hungen. — In: Das Buch der Stadt Hungen, S. 1—22, Abb., Tab., Taf., Hungen (Magistrat d. Stadt Hungen) 1961.
- Das Buch der Stadt Hungen. — 482 S., Abb., Tab., Taf., graph. Darst., Hungen (Magistrat Stadt Hungen) 1961.
- Der Landkreis Marburg/Lahn. — Heimat-Adreßbuch Landkr. Marburg, S. I/10—I/24, Abb., Tab., Marburg 1961.
- Der Odenwald. — Die schönen Bücher, R. A., **21**, 64 S., Abb., Stuttgart (Strache) 1961.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Sonderheft Land: Baden-Württemberg, Reg.-Bez.: Nord-Württemberg und Süd-Württemberg-Hohenzollern (Neckar mit württembergischen Hoehrhein-, Main- und Donaugebiet), Abflußjahr 1958. — 56 S., 1 Kte., Stuttgart (L.-Stelle Gewässerk. u. wasserwirtsch. Pl. Baden-Württemberg, Nebenst. Stuttgart) 1961.
- Hessisches Jahrbuch für Landesgeschichte. Band 1—10 (1951—1960). Verzeichnis der Aufsätze und Besprechungen. — 60 S., Marburg 1961.
- Der Hessische Minister für Landwirtschaft und Forsten, Wiesbaden — Abt. Wasserwirtschaft — : Bericht über die Arbeiten auf dem Gebiet der Wasserwirtschaft. Hessen. — Wasser u. Boden, **13**, 7/8, S. 247—252, 6 Abb., 1961.
- Hundert Jahre Landesstatistik in Hessen. Ansprachen auf einer Feierstunde des Hessischen Statistischen Landesamtes am 13. Februar 1961. — Staat u. Wirtsch. i. Hessen, **16**, 1, S. 2—15, 15 Abb., 1 Tab., 1961.
- Hydrologische Bibliographie für das Jahr 1957, Deutschland. — Hrsg.: Meteorologischer und Hydrologischer Dienst der DDR, Hauptamt für Hydrologie, **15**, 150 S., Berlin (Akad.-Verl.) 1961.

## Nachtrag aus dem Jahre 1962

- ANDERSON, H.-J.: Paläontologische Bemerkungen zur Stratigraphie des Oligo-Miocän in der Niederrheinischen Bucht. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **6**, S. 1—18, 3 Abb., Krefeld 1962. [Rupelton von Offenbach/Main; Kasseler Meeresbucht.]

- BAATZ, D.: Mogontiacum. Neue Untersuchungen am römischen Legionslager in Mainz. — *Limesforsch.*, **4**, 90 S., Abb., 5 Ktn., Berlin (Mann) 1962.
- BEISINGER, G.: Die geschützten Landschaften und die Naturdenkmäler des Kreises Bergstraße. — 140 S., 68 Abb., 1 Kte., Heppenheim/Bergstraße 1962.
- BERNATZKY, A.: Bad Orb, Lage, Landschaft und Kurpark. — *Hess. Heimat*, N.F., **12**, 3, S. 2—5, 3 Abb., Melsungen 1962.
- BRINGMANN, G. & KÜHN, R.: Biomassentiter und Saprobien — eine hydrobiologische Vergleichsanalyse an Nieder-Rhein, Fulda und Havel. — *Int. Revue ges. Hydrobiol.* **47**, 1, S. 123—145, 1962.
- DOEBL, F. & MALZ, H.: Tertiär des Rheintalgrabens. — In: Arbeitskreis deutscher Mikropaläontologen: Leitfossilien der Mikropaläontologie, ein Abriß. — 432 S., 27 Abb., 22 Tab., 61 Taf., (bes. Dokumentenbd.), Berlin-Nikolassee (Borntraeger) 1962.
- EMMERICH, W.: Ergebnisse und Probleme der süddeutschen Flurforschung, vor allem hinsichtlich der Entstehung der Gewannflur. — *Ber. deutsch. Landes.*, **29**, 2, S. 253—273, Bad Godesberg 1962.
- ERNST, E.: Neue Strukturwandlungen in der hessischen Agrar- und Siedlungslandschaft. — *Ber. deutsch. Landes.*, **28**, 2, S. 235—257, 15 Abb., Bad Godesberg 1962.
- FALKE, H.: Zur Geologie des Mainzer Beckens. Rede anlässlich der Übernahme des Rektorats am 28. Nov. 1961. — *Mainzer Univ.-Reden*, **22**, 15 S., Mainz (Kohl) 1962.
- FISCHER, F.: Geomorphologische Beobachtungen zwischen dem mittleren Oberrhein und der mittleren Mosel. — *Annal. Univ. Sarav.*, **10**, 1/2, S. 13—48, 6 Abb., 1 Kte., Saarbrücken 1962.
- FRESENIUS, W. & SCHNEIDER, W.: Über die Zusammensetzung des Sinters des Kochbrunnens in Wiesbaden. — *Heilbad u. Kurort*, **14**, 9, S. 166, 1962.
- HAMMEL, H.: Das Hessische Wassergesetz. — Jubil.-Tag. u. Mitgliedervers. südwestdeutsch. Wasserwirtschaftsverb. e. V. am 11. 10. 1962 in Mannheim, S. 20—25, Heidelberg 1962.
- HARK, H. U.: Erdöl und Erdgas in Europa und Nordafrika. — *Umschau*, **62**, 21, S. 663 bis 666, 3 Abb., Frankfurt a. M. 1962.
- HELLER, F.: Zwei altquartäre Kleinsäugerfaunen aus dem Oberrheingebiet: Hohensülzen bei Worms/Rheinhausen und Pilgerhaus bei Weinheim an der Bergstraße/Baden. — *Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg*, **31**, S. 461—489, 45 Abb., Hamburg 1962.
- HERMANN, P. C.: Die Abwasserprobleme im Niederschlagsgebiet des Schwarzbaches im Main-Taunus-Kreis. — *Wasser u. Boden*, **14**, 9, S. 299—303, 1962.
- HILTERMANN, H.: Fortschritte der Mikropaläontologie in Deutschland mit einer Bibliographie für das Jahr 1961. — *Paläont. Z.*, **36**, 3/4, S. 203—225, Stuttgart 1962.
- HIRSCH, A.: Die Aufgaben der Bundesanstalt für Gewässerkunde im Rahmen der gütmaßigen Überwachung der Bundeswasserstraßen — insbesondere im Rheingebiet. — *Gas- u. Wasserf.*, **103**, 40, S. 1057—1064, 1962.
- HOFFMANN, K.: Lias und Dogger im Untergrund der Niederrheinischen Bucht. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **6**, S. 105—184, 5 Abb., 4 Tab., Krefeld 1962. [Angersbach bei Lauterbach; Hessische Straße.]
- HOPPE, W.: Grundlagen, Auswirkungen und Aussichten der Kaliabwässerversenkung im Werra-Kaligebiet. — *Geologie*, **11**, 9, S. 1059—1086, Berlin 1962.
- ILLIES, H.: Oberrheinisches Grundgebirge und Rheingraben. — *Geol. Rdsch.*, **52**, 1, S. 317—332, 10 Abb., Stuttgart (Enke) 1962.
- Prinzipien der Entwicklung des Rheingrabens, dargestellt am Grabenabschnitt von Karlsruhe. — *Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg*, **31**, S. 58—121, 2 Taf., 18 Abb., Hamburg 1962.
- JAAG, O.: Die Sanierung des Rheinstroms, eine internationale Aufgabe. — Jubil.-Tag. u. Mitgliedervers. südwestdeutsch. Wasserwirtschaftsverb. e. V. am 11. 10. 1962 in Mannheim, S. 9—17, 8 Abb., Heidelberg 1962.
- KESSLER, A.: Studien zur jüngeren Talgeschichte am Main und an der Mümling und über jüngere Formenentwicklung im hinteren Buntsandstein-Odenwald. — *Forsch. deutsch. Landes.*, **133**, 94 S., 22 Abb., 6 Taf., Bad Godesberg 1962.

- KIMMEL, A.: Untersuchungen über die Entwicklung der Vegetation der Schlagflächen im Vorderen Vogelsberg. — Ber. oberhess. Ges. Natur- u. Heilk. Gießen, N.F., naturwiss. Abt., **32**, S. 142—160, 2 Abb., 3 Tab., Gießen (Schmitz) 1962.
- KLÜPFEL, W.: Die Lagerungsverhältnisse der Altvulkanite. — Geol. Rdsch., **52**, 1, S. 514 bis 540, 10 Abb., Stuttgart (Enke) 1962.
- KNAPP, R. & STOFFERS, A. L.: Über die Vegetation von Gewässern und Ufern im mittleren Hessen und Untersuchungen über den Einfluß von Pflanzen auf Sauerstoffgehalt, Wasserstoff-Ionen-Konzentration und die Lebensmöglichkeit anderer Gewächse. — Ber. oberhess. Ges. Natur- u. Heilk. Gießen, N.F., naturwiss. Abt., **32**, S. 90—141, 34 Tab., Gießen (Schmitz) 1962.
- KNOPF, M.: Goldvorkommen im einstigen Goldbergwerk Goldhausen. — Steinbruch u. Sandgrube, **55**, 11, S. 615, Berlin 1962.
- KÖRBER, H.: Die Entwicklung des Maintals. — Würzb. geogr. Arb., **10**, 170 S., 8 Abb., 6 Tab., 5 Ktn., Würzburg 1962.
- KRATZ, W.: Das Geld und sein Wert in der Zeit vom 16. bis 18. Jahrhundert im Bereich der Stadt Frankfurt und des unteren Erzstiftes Mainz. Eine Anleitung, Geldsummen aus dieser Zeit richtig einzuschätzen. — Mainzer Z., **56/57**, S. 191—204, 1 Abb., 7 Tab., 1961/62.
- KÜHNE, W. G.: Präparation von Wirbeltierfossilien aus kolloidalem Gestein. Ein Behälter für kleine Fossilien. — Paläont. Z., **36**, 3/4, S. 285—286, Stuttgart 1962. [Fossilien aus der Grube Messel bei Darmstadt.]
- KURTH, G.: Die Entzauberung des Rhünda-Neandertalers. — Kosmos, **58**, S. 465—469, Stuttgart 1962.
- KUTSCHER, F. & HORN, M.: Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrück-schiefers. 1. Ein Fossilvorkommen im Leimbach-Tal nördlich Bacharach (Unterdevon, Mittelrhein). — Paläont. Z., H. Schmidt-Festband, S. 134—139, 2 Taf., Stuttgart 1962.
- LAUE, M.: Das Bergwerk bei Heftrich. — Heimatjb. Der Untertaunus, S. 151, 153, 154, 1 Abb., Bad Schwalbach 1962.
- LEIB, H.: Betriebserfahrungen mit der Müllverbrennungsanlage der BASF Ludwigshafen (Rhein). — Mitt. Ver. Großkesselbes., **78**, S. 182—190, 1962.
- LILLINGER, R.: Grundzüge des Generalplanes für die Beregnung der Vorderpfalz. — Wasser u. Nahrung, H. 1, S. 5—14, 1962.
- LOTZE, F.: Aktuo-geologische Charakteristik des Jahres 1961. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **12**, S. 611—631, Stuttgart 1962. [Starkregenfälle im Werragebiet, Überschwemmungen an der Lahn.]
- LOTZE, F., SEMMLER, W., KÖTTER, K. & MAUSOLF, F.: Hydrogeologie des Westteils der Ibbenbürener Karbonscholle. — Forsch. Ber. Landes Nordrhein-Westfalen, **999**, 113 S., 45 Abb., Köln u. Opladen (Westd. Verlag) 1962.
- LÜSSEM, H.: Anforderungen an Abwässer vom Gesichtspunkt der Reinhaltung der Gewässer. — Erzmetall, **15**, 2, S. 75—83, 1962 [Werra und Fulda].  
— Reinhaltemaßnahmen an der Weser und ihren Quellflüssen. — Vom Wasser, **29**, S. 9 bis 24, 4 Abb., Weinheim/Bergstr. 1962.
- LÜTTIG, G.: Gerölmorphometrie des Zechsteinkonglomerats im Schacht Rossenray 1. — Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf., **6**, S. 385—390, 1 Abb., Krefeld 1962. [Probe von Immighausen, Bl. Korbach 1:25 000.]
- MARTIN, G. P. R.: Rheinhessen und das Nahetal. Weinland und Völkerbrücke. — Deutsch. Landsch., **11**, 244 S., 125 Abb., 9 Ktn. u. graph. Darst., Essen (Burkard-Verlag E. Heyer) 1962.
- MATZAT, W.: Alter und Funktion der Blockgemengeflur in Süddeutschland. — Ber. deutsch. Landesk., **29**, 2, S. 307—312, Bad Godesberg 1962.
- MEYER, K.: Zur Tektonik des Unteren Mitteldevons zwischen Winterberg und Wiemeringhausen im östlichen Sauerland. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **116**, 1, S. 57—68, 6 Abb., 4 Taf., Stuttgart 1962.
- MICHEL, F.: Zur Geologie der Mineralquellen. — Therapie d. Gegenwart, **101**, 1962.

- MORTENSEN, H.: Die Arbeitsmethoden der deutschen Flurforschung und ihre Beweiskraft. — Ber. deutsch. Landesg., 29, 2, S. 205—214, 5 Abb., Bad Godesberg 1962. [Beispiele aus Hessen: Breungeshain/Vogelsberg.]
- NITZ, H.-J.: Die ländlichen Siedlungsformen des Odenwaldes. Untersuchungen über ihre Typologie und Genese und die Prinzipien der räumlichen Organisation des mittelalterlichen Siedlungsbildes. — Heidelberger geogr. Arb., 7, Heidelberg-München 1962.
- PIETZNER, H., TEICHMÜLLER, M. & R.: Ein Kaolin-Kohleenton„stein“ im Rheinischen Braunkohlenrevier. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 6, S. 97—104, 4 Taf., Krefeld 1962. [Stockstadt bei Darmstadt.]
- POTONIÉ, R.: Synopsis der Sporae in situ. Die Sporen der fossilen Fruktifikationen (Thalophyta bis Gymnospermophyta) im natürlichen System und im Vergleich mit den Sporae dispersae. — Beih. Geol. Jb., 52, 204 S., 19 Taf., Hannover 1962. [Hessische Fundpunkte.]
- QUITZOW, W., WAGNER, W. & WITTMANN, O.: Die Entstehung des Rheintales vom Austritt des Flusses aus dem Bodensee bis zur Mündung. — Beitr. z. Rheinkunde, 14, S. 9 bis 47, 1962.
- RABIEN, A. (Herausgeber): Festband HERMANN SCHMIDT zur Vollendung des 70. Lebensjahres am 3. November 1962. — Paläont. Z., H. SCHMIDT-Festband, 8 + 265 S., 1 Bild, 56 Abb., 6 Tab., 29 Taf., Stuttgart 1962.
- RABITZ, G.: Die Grenzschichten Mittel-/Oberdevon bei Willingen/Waldeck. — Paläont. Z., H. SCHMIDT-Festband, S. 203—205, 1 Abb., Stuttgart 1962.
- RADIG, F.: Notizen zur Aktuo-Geologie. 157. Bericht: Exogene Dynamik März und April 1962. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 8, S. 448—452, Stuttgart 1962. [Überschwemmungen in den Kreisen Bad Hersfeld und Rotenburg/Fulda.]
- Notizen zur Aktuo-Geologie. 160. Bericht: Exogene Dynamik Mai und Juni 1962. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 11, S. 606—610, Stuttgart 1962. [Erdrutsch bei Cornberg, Krs. Rotenburg/Fulda.]
- RENNER, E.: Wasserwirtschaftliche und raumpolitische Auswirkungen des Mainausbaues. — Wasser u. Abwasser, 10, S. 247—255, 1962.
- SCHAD, A.: Voraussetzungen für die Bildung von Erdöllagerstätten im Rheingraben. — Abh. geol. L.-Amt Baden-Württemberg, 4, S. 29—40, 3 Abb., Freiburg i. Br., 1962.
- Das Erdölfeld Landau. — Abh. geol. L.-Amt Baden-Württemberg, 4, S. 81—101, 9 Abb., Freiburg i. Br. 1962.
- SCHARLAU, K.: Die Bedeutung der Wüstungskartierung für die Flurformenforschung. — Ber. deutsch. Landesg., 29, 2, S. 215—220, 2 Abb., Bad Godesberg 1962. [Beispiele aus Hessen: Oberwalgern u. a.]
- SCHERP, H.: Foraminiferen aus dem Unteren und Mittleren Zechstein Nordwestdeutschlands, insbesondere der Bohrung Friedrich Heinrich 57 bei Kamp-Lintfort. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 6, S. 265—330, 12 Taf., 3 Tab., Krefeld 1962. [Zechstein der Wetterau.]
- SCHNEIDER, E.: Die Stadt Offenbach am Main im Frankfurter Raum. Ein Beitrag zum Problem benachbarter Städte. — Rhein-Main. Forsch., 52, 140 S., 17 Abb., Frankfurt a. M. (Kramer) 1962.
- SCHWARZMANN, H.: Verhalten der Grundwasserstände in der Oberrheinebene seit 1959. — Gas- u. Wasserf., 103, 30, S. 776—778, 1962.
- SCHWEITZER, H.-J.: Die Makroflora des niederrheinischen Zechsteins. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 6, S. 331—376, 14 Abb., 2 Tab., 15 Taf., Krefeld 1962. [Frankenberg, Richelsdorf.]
- SEILACHER, A.: Form und Funktion des Trilobiten-Daktylus. — Paläont. Z., H. SCHMIDT-Festband, S. 218—227, 2 Abb., 2 Taf., Stuttgart 1962. [Hunsrückschiefer.]
- SIMON, W.: Erdöl im Oberrhein. Ein Heidelberger Kolloquium. — Abh. geol. L.-Amt Baden-Württemberg, 4, S. 9—12, Freiburg i. Br. 1962.
- SOBOTHA, E.: Sandsteinschichten an der Straße Schsenhausen-Freienhagen. Die Grenze zwischen Unterem und Mittlerem Buntsandstein. — Mein Waldeck, 1962.



- SPERLING, W.: Der nördliche vordere Odenwald. Die Entwicklung seiner Agrarlandschaft unter dem Einfluß ökonomisch-sozialer Gegebenheiten. — Rhein-Main-Forsch., **51**, 210 S., 56 Abb., Frankfurt am Main (Kramer) 1962.
- STRAUB, E. W.: Die Erdöl- und Erdgaslagerstätten in Hessen und Rheinhessen. — Abh., geol. L.-Amt Baden-Württemberg, **4**, S. 123—136, 6 Abb., Freiburg i. Br. 1962.
- STROHBUSCH, D.: Bodenbildung auf Diabas und Schalstein mit unterschiedlicher Lößauflage. — Diss., Gießen 1962.
- STÜMPFEL, B.: Ein römisches Erdlager in Nackenheim, Kreis Mainz. — Mainzer Z., **56/57**, S. 205—207, Abb., 1961/62.
- TABORSZKY, F. K.: Geochemie des Apatits in Tiefengesteinen am Beispiel des Odenwaldes. — Beitr. Miner. Petrogr., **8**, S. 354—392, 1962.
- TOBIEN, H.: Über Carpus und Tarsus von *Deinotherium giganteum* KAUP (Mamm., Proboscidea). — Paläont. Z., H. SCHMIDT-Festband, 1962.
- UDLUFT, H.: Geologie und Geochemie als Grundlage des Quellenschutzes und der Quellenpflege. — Heilbad u. Kurort, **14**, **2**, S. 30—36, 10 Abb., 6 Tab., 1962.
- VANGEROW, E. F.: Über *Ammodiscus* aus dem Zechstein. — Paläont. Z., **36**, 1/2, S. 125 bis 133, 9 Abb., Stuttgart 1962. [Zechstein der Wetterau.]
- VEIT, E.: Die Öl- und Gasvorkommen der Südpfalz außerhalb von Landau. — Abh. geol. L.-Amt Baden-Württemberg, **4**, S. 103—122, 8 Abb., Freiburg i. Br. 1962.
- WIESNER, E.: *Spirorbis*-Deckel aus dem Frankfurter Aquitan. — Senck. leth., **43**, **5**, S. 367 bis 374, 1 Tab., 1 Taf., Frankfurt a. M. 1962.
- WIRTH, E.: Geschichte und wirtschaftliche Bedeutung der Erdöl- und Erdgasgewinnung in der Oberrheinebene. — Abh. geol. L.-Amt Baden-Württemberg, **4**, S. 13—28, 6 Abb., Freiburg i. Br. 1962.
- Die Erdöllagerstätten Badens. — Abh. geol. L.-Amt Baden-Württemberg., **4**, S. 63 bis 80, 10 Abb., Freiburg i. Br. 1962.
- WITZEL, G.: Das Gesetz zur Reinhaltung der Bundeswasserstraßen. — Industrieabwässer, Mai-H., S. 68—74, Düsseldorf (Deutsch. Kommunal-Verl. GmbH) 1962.
- WORTMANN, W.: Regionaler Raumordnungsplan Rhein-Neckar. — 17 S., 31 Ktn. 1:200 000, Mannheim (Kommun. Arbeitsgemeinschaft Rhein-Neckar GmbH) 1962.
- ZIEGLER, W.: Die Conodonten aus den Geröllen des Zechsteinkonglomerates von Rossenray (südwestlich Rheinberg/Niederrhein) mit der Beschreibung einiger neuer Conodontenformen. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **6**, S. 391—406, 1 Abb., 4 Taf., Krefeld 1962. [Hinweis auf hessische Fundpunkte.]
- Eine selbständige Conodonten-Chronologie des Oberdevons und ihre regionale Bedeutung. — Paläont. Z., **36**, 1/2, S. 8, Stuttgart 1962.
- Amtliches Verzeichnis der Gemeinden in Hessen. Endgültige Ergebnisse der Volkszählung vom 6. Juni 1961. — Wiesbaden (Hess. Statist. L.-Amt) 1962.
- Bodennutzung und Ernteerträge in Hessen 1961. — Beitr. Statist. Hessens, **138**, 102 S., Wiesbaden 1962.
- Der Ausbau des Mains von Aschaffenburg bis Bamberg 1922 bis 1962. — München (Rhein-Main-Donau-Aktiengesellschaft) 1962.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Rheingebiet, Abflußjahr 1960. — 240 S., 7 Ktn., Mainz (L.-Amt f. Gewässerk. Rheinland-Pfalz) 1962.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Ergänzungsheft Land Hessen, Rhein- und Weseranteil, Abflußjahr 1961. — 99 S., 1 Kte., Wiesbaden (Hess. Min. L. u. F., Abt. Wasserwirtsch.) 1962.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Rheingebiet, Abschnitt Main (mit einem Anhang: Bayer. Elbegebiet), Abflußjahr 1961. — 112 S., 1 Kte., München (Bayer. L.-Stelle Gewässerk.) 1962.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Weser- und Emsgebiet, Abflußjahr 1961. — 149 S., 1 Kte., Hannover (L.-Stelle Gewässerk.) 1962.
- Die Kaliindustrie in der Bundesrepublik Deutschland. Eine kurze Zusammenstellung kennzeichnender Angaben. — Essen (Kalivereine e.V. Hannover) 1962.
- Naturpark Spessart. — 90 S., Abb., Ktn., Würzburg (Reg. Unterfranken) 1962.

Verzeichnis der geschützten Naturdenkmale und Einzelbestandteile der Landschaft gem. § 3 bzw. § 5 des Reichsnaturschutzgesetzes vom 26. 6. 1935 im Untertaunuskreis. — Heimatj. Der Untertaunuskreis, S. 87—90, 1 Abb., Bad Schwalbach 1962.

## 1963

- ACKERMANN, H.: Über die Vernichtung des berühmten Naturdenkmals „Bickenbacher Düne“ in der Gemarkung Seeheim südlich von Darmstadt. — Hess. flor. Brief., **12**, S. 14, Darmstadt 1963.
- ALFUTH, W.: Ein Sommer der Gegensätze. Die Sommerwitterung des Jahres 1962 in der Bundesrepublik Deutschland. — Natur u. Mus., **93**, 1, S. 26—28, 1 Abb., Frankfurt a. M. 1963.
- Der Winter 1962/63. 1. Erste Angaben zur Winterwitterung in der Bundesrepublik Deutschland. — Natur u. Mus., **93**, 4, S. 141—143, 2 Abb., Frankfurt a. M. 1963.
- Der Winter 1962/63. 2. Überblick über die Winterwitterung in der Bundesrepublik Deutschland und Vergleich mit früheren strengen Wintern. — Natur u. Mus., **93**, 7, S. 299—303, 2 Abb., 1 Tab., Frankfurt a. M. 1963.
- ARNOLD, W.: Erfahrungen und Erkenntnisse beim Durchteufen des Plattendolomits im Werra-Kalirevier. — Bergakademie, **15**, 7, S. 511—525, 13 Abb., 1 Tab., Leipzig 1963.
- BARGON, E.: Herrichten und Konservieren von bodenkundlichen Schauprofilen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 356—358, Wiesbaden 1963.
- BECKER, F.: Naturgeschichte und Umwelt. A. Das Klima von Bad Nauheim. — In: Bad Nauheim. — Balneol. Monogr., **1**, 17. Aufl., S. 4—7, 3 Tab., Bad Nauheim 1963.
- BERG, K.: Die Bedeutung der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung für die Wasserversorgung und die Reinhaltung der Gewässer. — Gas- u. Wasserf., **104**, 12, S. 333 bis 336, 1963.
- Rahmenplan zur Ordnung der Wasserwirtschaft. — Wasserwirtsch., **53**, 5, S. 129—135, 1963.
- Die wasserwirtschaftliche Rahmenplanung als Grundlage zur Wasserbewirtschaftung. — Wasser u. Boden, **15**, 5, S. 160—182, 1963.
- Wasserwirtschaftliche Rahmenpläne — eine Grundlage für eine geordnete Wasserwirtschaft. — Südwestdeutsch. Wasserwirtschaftsverband e. V., Haupttag. u. Mitgliedervers. in Wetzlar am 17./18. 10. 1963, S. 6—12, Heidelberg 1963.
- BORCHERT, H.: WALTER EHRENREICH TRÖGER †. — N. Jb. Miner. Mh., **6**, S. 121—126, 1 Abb., Stuttgart 1963.
- BOTKE, H.: Die Tonlagerstätte der Höhrer Löcher bei Vallendar/Rhein am Ostrand des Neuwieder Beckens. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 256—276, 9 Abb., 14 Tab., 3 Taf., Wiesbaden 1963.
- Hammerbohrungen und vereinfachte Probenahme bei der Lagerstättenuntersuchung in der Roteisensteingrube Christiane bei Adorf, Kr. Waldeck. — Bergbauwissenschaften, **10**, 16, S. 374—377, 4 Abb., 4 Tab., Goslar 1963.
- Zur Kenntnis der dichten Roteisenerze aus Eisenerzlagerstätten des Lahn-Dill-Typs und deren Bildungsbedingungen. — Z. Erzbergbau u. Metallhüttenwesen, **16**, 9, S. 437—443, 6 Abb., 5 Tab.; 10, S. 504—508, Stuttgart 1963.
- BROSIUS, M.: Plankton aus dem nordhessischen Kasseler Meeressand (Oberoligozän). — Z. deutsch. geol. Ges., **114**, S. 32—56, 2 Abb., 2 Tab., 8 Taf., Hannover 1963.
- CARLÉ, W.: Die Genese des Mineralwasser-Schatzes zwischen Alpen und Nordsee. — Heilbad u. Kurort, **15**, 2, S. 32—38, 1963.
- DOMBROWSKI, H. J.: Naturgeschichte und Umwelt. B. Zur Geologie der Bad Nauheimer Quellen. — In: Bad Nauheim. — Balneol. Monogr., **1**, 17. Aufl., S. 7—10, 1 Abb., Bad Nauheim 1963.
- EBERLE, G.: Neue Funde der Breitblättrigen Kresse (*Lepidium latifolium* L.). — Hess. flor. Brief., **12**, S. 1—3, Darmstadt 1963.
- ECKOLDT, M.: Temperatur- und Sauerstoffverhältnisse an einem kanalisiertem Fluß nach Messungen am kanalisiertem Neckar. — Deutsch. gewässerker. Mitt., S. 2—9, 1963.

- EIGENFELD, R. & FICKE, B.: Exkursion am 21. September 1962: Tertiärer Vulkanismus der Rhön. — Fortschr. Miner., **41**, 1, S. 46—63, 4 Abb., 4 Tab., Stuttgart 1963.
- EINSELE, G.: „Convolute bedding“ und ähnliche Sedimentstrukturen im rheinischen Oberdevon und anderen Ablagerungen. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **116**, 2, S. 162—198, 7 Abb., 1 Tab., 3 Taf., Stuttgart 1963.
- Über Art und Richtung der Sedimentation im klastischen rheinischen Oberdevon (Famenne). — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **43**, 60 S., 8 Abb., 7 Tab., 5 Taf., Wiesbaden 1963.
- ELLENBERG, H.: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in kausaler, dynamischer und historischer Sicht. Einf. i. d. Phytologie, IV, 2, Stuttgart (Ulmer) 1963.
- FELKEL, K.: Modelluntersuchungen für den Rhein bei Bingen. — Wasserwirtsch., **53**, 6, S. 206—213, 1963.
- FRESENIUS, W.: REMEGIUS FRESENIUS. — Z. analyt. Chemie, **192**, S. 3—14, 5 Tab., Berlin-Göttingen-Heidelberg 1963.
- FRIEDRICH-LAUTZ, I.: Zusammensetzung und Entstehung der Brauneisenerzlagerstätten in den Tagebauen der Gewerkschaft Louise bei Merlau/Oberhessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 277—317, 12 Abb., 2 Taf., Wiesbaden 1963.
- GIESEKE, P. & WIEDEMANN, W.: Wasserhaushaltsgesetz unter Berücksichtigung der Landeswassergesetze. Kommentar. — München und Berlin (Becksche Verlagsbuchhandlung) 1963.
- GLASHOFF, H.: Ostrakodenfaunen und Paläogeographie im Oxford Nordwest-Europas. — Paläont. Z., **37**, 1/2, S. 9, Stuttgart 1963. [Hessische Straße.]
- GROSS, A.: Die alten Straßen des Taunus. — Heimatjb. Der Untertaunus, S. 59—76, 1 Kte., Bad Schwalbach 1963.
- GROSS, W.: *Gemuendina stuerzi* TRAQUAIR. Neuuntersuchung. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 36—73, 13 Abb., 7 Taf., Wiesbaden 1963.
- GRÜNEWALD, W.: Zur Flora des Dreienberges bei Friedewald. — Hess. flor. Brief., **12**, S. 3—7, Darmstadt 1963.
- HAASE, G.: Zum Problem der Abwässerversenkung im thüringischen Werra-Kaligebiet. — Bergakademie, **15**, 6, S. 485—490, 2 Abb., Leipzig 1963.
- HENTSCHEL, H.: Zur Petrographie der Basalte. — Erl. geol. Kte. Hessen 1:25 000 Bl. 5223 Queck, S. 165—168, 1 Tab., Wiesbaden 1963.
- HENTSCHEL, H. E.: Die permischen Ablagerungen im östlichen Pfälzer Wald (Haardt) zwischen Neustadt-Lambrecht und Klingenmünster-Silz. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 143—176, 11 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Wiesbaden 1963.
- HESSMANN, W.: Vergleichende Einschätzung der Erdgas- und Erdölführung des Staßfurt-Karbonates (Hauptdolomites) in Thüringen und der Lausitz. — Bergakademie, **15**, 7, S. 551—552, Leipzig 1963.
- HIES, A.: Vom Kurgebrauch in Bad Schwalbach vor mehr als zweihundert Jahren. — Übersetzt aus: MERVILLEUX: „Amusements des Eaux de Schwalbach, des Bains de Wisbaden et de Schlangenbad“, Lüttich 1738. — Heimatjb. Der Untertaunus, S. 181, 183, 185, 186, 3 Abb., Bad Schwalbach 1963.
- HILTERMANN, H.: Fortschritte der Mikropaläontologie in Deutschland mit einer Bibliographie für das Jahr 1962. — Paläont. Z., **37**, 3/4, S. 239—267, Stuttgart 1963.
- HÖLTING, B.: Die Grundwasserneubildung in Oberdevon- und Unterkarbonschichten in der Gemarkung Wirmighausen (Landkreis Waldeck). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 351—352, 1 Tab., Wiesbaden 1963.
- Schwermineralanalytische Untersuchungen an Sandsteinen der Eichsfeld-Folge (Mittlerer Buntsandstein) in der Brunnenbohrung Rückers (Landkreis Hünfeld). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 353—355, 2 Tab., Wiesbaden 1963.
- HÖLTING, B. & MATTHESS, G.: Ein Sporentriftversuch im Zechstein von Korbach/Hessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 237—255, 9 Abb., 5 Tab., Wiesbaden 1963.
- KAHLKE, H. D.: *Rangifer* aus den Sanden von Mosbach. — Paläont. Z., **37**, 3/4, S. 277 bis 282, 2 Abb., 1 Taf., Stuttgart 1963.
- KNETSCH, G.: Geologie von Deutschland und einigen Randgebieten. — 7 + 386 S., 63 Abb., 28 Taf., 1 farb. geol. Kte., Stuttgart (Enke) 1963.

- KOLB, W.: Die unteren Bergbehörden im Bereich des Landes Rheinland-Pfalz. 1861—1961. — Ber. deutsch. Landeskn., **30**, 1, S. 140—146, 1 Tab., 8 Ktn., Bad Godesberg 1963.
- KORNECK, D.: Floristische Beobachtungen bei Gimsheim und Eich (Rheinessen). — Hess. flor. Brief., **12**, S. 9—11, Darmstadt 1963.
- KRÄUSEL, R. & SCHAARSCHMIDT, F.: Aufstieg der Mikropaläobotanik. — Natur u. Mus., **93**, 6, S. 222—230, 6 Abb., Frankfurt a. M. 1963. [Fossile Pollen aus hess. Fundpunkten.]
- KREBS, W.: Oberdevonische Conodonten im Unterkarbon des rheinischen Schiefergebirges und des Harzes. — Z. deutsch. geol. Ges., **114**, 1, S. 57—84, 4 Abb., 2 Taf., 1 Tab., 5 Foss.-List., Hannover 1963.
- KÜHN, R.: Rubidium als geochemisches Leitelement bei der lagerstättenkundlichen Charakterisierung von Carnalliten und natürlichen Salzlösungen. — N. Jb. Miner. Mh., **5**, S. 107—115, 2 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1963. [Werra-Fulda-Gebiet.]
- KUTSCHER, F.: Register für die Notizblatt-Bände der 5. Folge, Hefte 1—20, erschienen 1916 bis 1939. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **42**, 58 S., 1 Taf., Wiesbaden 1963.
- Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. 3. Die Anwendung der Röntgentechnik zu Diagnostik der Hunsrückschieferfossilien. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 74—86, 3 Taf., Wiesbaden 1963.
- Die Brunnenbohrung Arnoldshain 2 (Taunus; Bl. 5716 Oberreifenberg). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 341—345, 1 Abb., Wiesbaden 1963.
- Die Brunnenbohrung für die Gemeinde Eschbach im Quarzgang am Buchstein (Taunus; Bl. 5617 Usingen). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 346—350, 1 Abb., Wiesbaden 1963.
- Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. 5. Pteropoden-Vorkommen im Hunsrückschiefer des Hunsrücks und Taunus. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 366—371, 3 Abb., Wiesbaden 1963.
- Stichwort-Register ab Notizblatt-Band 90. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 407—411, Wiesbaden 1963.
- Bemerkungen zur Herausgabe der Karte und Erläuterungen Blatt Queck. — Erl. geol. Kte. Hessen 1:25 000 Bl. 5223 Queck, S. 5—7, 1 Abb., Wiesbaden 1963.
- Die Beziehungen des Blattgebietes Queck zum Nivellementnetz I. und II. Ordnung. — Erl. geol. Kte. Hessen 1:25 000 Bl. 5223 Queck, S. 219—222, 1 Abb., Wiesbaden 1963.
- KUTSCHER, F. & HORN, M.: Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. 4. Fossilien und organogener Detritus im Sediment. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 87—91, 1 Taf., Wiesbaden 1963.
- KUTSCHER, F. & WENDLER, R.: Geophysikalische Daten und Meßergebnisse auf Blatt Queck. — Erl. geol. Kte. Hessen 1:25 000, Bl. 5223 Queck, S. 301—309, 4 Abb., 1 Tab., Wiesbaden 1963.
- LAEMMLEN, M.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25 000 Blatt Nr. 5223 Queck. Mit Beiträgen von HENTSCHEL, H., KUTSCHER, F., MATTHESS, G., SCHÖNHALS, E., THEWS, J.-D., VILLWOCK, R., WENDLER, R. u. WURM, K. — 327 S., 21 Abb., 7 Tab., 13 Diagr., 22 Textprof., 18 Taf., Wiesbaden 1963.
- LINKE, G.: Neue Ergebnisse zur Stratigraphie und Tektonik der Lahnenwiesmulde und ihrer näheren Umgebung. — Diss., Berlin 1963.
- MARTENS, R.: Geographische Aspekte der Abwässer in der Bundesrepublik Deutschland. — Ber. deutsch. Landeskn., **30**, 1, S. 121—139, 1 Kte., Bad Godesberg 1963.
- MARTIN, G. P. R.: Kleine Erdgeschichte der Taunuslandschaft um Bad Homburg vor der Höhe und Oberursel. — Mitt. Ver. Gesch. u. Landesk. Bad Homburg v. d. H., **28**, 110 S., 10 Taf., Bad Homburg v. d. H. 1963.
- MARTIN, H.: Zur Geschichte von Bad Nauheim. — In: Bad Nauheim. — Balneol. Monogr., **1**, 17. Aufl., S. 1—4, Bad Nauheim 1963.
- MATTHES, S. mit Beitr. v. BRAITSCH, O., OKRUSCH, M. u. WEINELT, W.: Exkursion in das Kristallin des Spessarts am 17. September 1962. — Fortschr. Miner., **41**, 1, S. 13—45, 3 Abb., Stuttgart 1963.
- MATTHESS, G.: Hessisches Geologisches Schrifttum 1962. Mit Nachträgen aus den Jahren 1938—1961. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 391—406, Wiesbaden 1963.

- MATTHESS, G. & THEWS, J.-D.: Der Abflußzuwachs als Hilfsmittel bei der Beurteilung von Wassererschließungsmöglichkeiten. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 231—236, 2 Abb., 2 Tab., Wiesbaden 1963. [Beispiele aus Hessen.]
- — Hydrogeologie. — Erl. geol. Kte. Hessen 1:25 000 Bl. 5223 Queck, S. 245—281, 4 Abb., 4 Tab., 1 Taf., Wiesbaden 1963.
- MATZAT, W.: Flurgeographische Studien im Bauland und Hinteren Odenwald. — Rhein.-Main. Forsch., **53**, 146 S., 9 Abb., 9 Ktn., Frankfurt a. M. (Kramer) 1963.
- MICHELS, F.: „Kraft aus der Erde Schoß“ — von der Herkunft der Wiesbadener Thermal-Quellen. — Wiesbaden, 7, 1963.
- Zur Geologie der hessischen Heilbäder. — Die hess. Heilbäder, 1963.
- MORDHORST, G.: Die Grünschiefergebiete des Taunus. — Hess. flor. Brief., **12**, S. 17—18, Darmstadt 1963.
- MÜLLER, A.: Die Vegetation des Silberbachtals im Taunus (Silberbachtal bei Ehlhalten). — Hess. flor. Brief., **12**, S. 21—25, 1 Abb., Darmstadt 1963.
- MÜLLER, E. M. & KLINKHAMMER, B. F.: Über die Verbreitung der Kreuznacher Schichten und die Ausbildung der Grenze Oberrotliegendes/Buntsandstein zwischen westlichem Hunsrück und Saarkarbonsattel. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 177 bis 196, 3 Abb., Wiesbaden 1963.
- MÜLLER, W.: Die Kurmittel von Bad Nauheim. A. Die natürlichen ortsgebundenen Heilmittel. — In: Bad Nauheim. — Balneol. Monogr., **1**, 17. Aufl., S. 10—21, 3 Tab., 2 Taf., Bad Nauheim 1963.
- 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., 1 Taf., Wiesbaden 1963.
- OTT, V. R., HENTSCHEL, H. D., HESS, H. H., KNEBEL, R., WACHTER, R. & WEIFFENBACH, R.: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Therapie in Bad Nauheim. A. Die Wirkungen der natürlichen Kurmittel. — In: Bad Nauheim. — Balneol. Monogr., **1**, 17. Aufl., S. 23—31, Bad Nauheim 1963.
- OTT, V. R., KNEBEL, R., WACHTER, R. & WEIFFENBACH, R.: Indikationen und Gegenanzeigen der Bad Nauheimer Kur. — In: Bad Nauheim. — Balneol. Monogr., **1**, 17. Aufl., S. 46—52, Bad Nauheim 1963.
- PFANNENSTIEL, W.: Über die gesundheitsfördernden und gesunderhaltenden Fähigkeiten der Friedrich Christian Heilquelle aus Selters an der Lahn. — Heilbad u. Kurort, **15**, 7, S. 152—154, 1963.
- ROLFES, J. B.: Der Vergasungsversuch unter Tage von Breitscheid/Dillkreis. — Forsch. Ber. L. Nordrhein-Westf., **1058**, Köln u. Opladen 1963.
- SCHAARSCHMIDT, F.: Über den Wandel der Sporenflora im deutschen Perm. — Natur u. Mus., **93**, 6, S. 231—236, 2 Abb., Frankfurt a. M. 1963. [Zechstein bei Büdingen.]
- SCHNEIDER, H.: Geomorphologische Probleme in der Umgebung von Schlüchtern (Zweite Forts.). — Jb. Ulrich-von-Hutten-Schule Schlüchtern, **11** S., 2 Abb., Schlüchtern 1963.
- SCHÖNHALS, E.: Die Böden. — Erl. Geol. Kte. Hessen 1:25 000 Bl. 5223 Queck, S. 282—300, 1 Tab., Wiesbaden 1963.
- SCHWEITZER, H.: Entwicklung der Buderusschen Eisenwerke und der Gußfabrikation. — Südwestdeutsch. Wasserwirtschaftsverb. e. V., Haupttg. u. Mitgliedervers. in Wetzlar am 17./18. 10. 1963, S. 12—15, Heidelberg 1963.
- SEIFERT, F.: Die Kaliabwässerkommission für das Gebiet der Werra und Fulda. — In: 1913—1963. Aus Anlaß des 50jährigen Bestehens der Amtlichen Flußüberwachungsstelle für das Gebiet der Werra und Fulda, 4 S., Kassel 1963.
- SEMMELE, A.: Mitteilung über ein Pleistozänprofil bei Hahnstätten (Limburger Becken). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S. 359—365, 1 Abb., Wiesbaden 1963.
- SEMMELE, A. & SPERLING, W.: Untersuchungen zur Lage der Wüstung Prangenheim in der Gemarkung Trebur. — Rhein-Main. Forsch., **54**, S. 41—54, 2 Abb., 1 Tab., Frankfurt a. M. 1963.
- SEMMELEMAN, F. R.: Periglazialschutt und Eiskeilspalten am Alten Berg im nördlichen Sprendlinger Horst. — Rhein-Main. Forsch., **54**, S. 147—157, 7 Abb., Frankfurt a. M. 1963.

- SOBOTH, E.: Beobachtungen über Quellen und Eisenerz vor Buntsandsteinhochflächen. — Z. Geomorph., N. F., 7, 1, S. 88—89, 1 Abb., Berlin-Nikolassee (Borntraeger) 1963.
- 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, S. 171—220, 3 Taf., 2 Abb., Hannover 1963.
- SONNE, V.: Zur Verbreitung unteroligozäner Schichten (Sannois) im westlichen Mainzer Becken. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 91, S. 197—205, 3 Abb., Wiesbaden 1963.
- SONNE, V. & GEIB, K. W.: Einige neue fossilführende Tertiärvorkommen im Randgebiet des nordwestlichen Mainzer Beckens. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 91, S. 206 bis 216, 3 Abb., Wiesbaden 1963.
- STANG, F.: Die Wasserstraßen Oberrhein, Main und Neckar, Häfen und Hinterland. — Forsch. deutsch. Landesk., 140, Bad Godesberg 1963.
- STIBANE, F. R.: Stratigraphie und Magmatismus des Mittel- und Ober-Devons bei Werdorf-Berghausen (Lahn-Mulde, Rhein. Schiefergebirge). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 91, S. 119—142, 5 Abb., Wiesbaden 1963.
- STILLGER, E.: Brauneisen-Manganerzlagerstätten im unteren Lahnggebiet. — Aufschluß, 14, 10, S. 278—280, Göttingen 1963.
- STÖHR, W. TH.: Der Bims (Trachyttuff), seine Verlagerung, Verlehmung und Bodenbildung (Lockerbraunerden) im südwestlichen Rheinischen Schiefergebirge. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 91, S. 318—337, 3 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Wiesbaden 1963.
- TOBIEN, H.: *Dorcattherium* KP. und *Heteroprox* ST. (Artiodactyla, Mamm.) aus der miozänen Kieselgur-lagerstätte von Beuern im Vogelsberg (Kr. Gießen). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 91, S. 7—15, 2 Abb., 1 Taf., Wiesbaden 1963.
- Zur Gebiß-Entwicklung tertiärer Lagomorphen (Mamm.) Europas. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 91, S. 16—35, 14 Abb., 1 Tab., Wiesbaden 1963.
- TRIEBEL, E.: Mikrofossilien aus dem Untergrund der Stadt Frankfurt a. M. — Natur u. Mus., 93, 6, S. 209—221, 40 Abb., Frankfurt a. M. 1963.
- VILLWOCK, R.: Zur Petrographie des Buntsandstein. — Erl. geol. Kte. Hessen 1:25 000 Bl. 5223 Queck, S. 135—165, 11 Diagr., 2 Taf., Wiesbaden 1963.
- WEBER, W.: Heimische Eiszeitfunde und ihre Deutung. — Natur u. Mus., 93, 2, S. 60—64, 5 Abb., Frankfurt a. M. 1963.
- WEILER, W.: Die Fischfauna des Tertiärs im oberrheinischen Graben, des Mainzer Beckens, des unteren Maintals und der Wetterau, unter besonderer Berücksichtigung des Unter-miozäns. — Abh. senckenberg. naturf. Ges., 504, Frankfurt am Main 1963.
- WIMMENAUER, W.: Die Bedeutung der Olivinnephelinite und Melilithankaratrite im tertiären Vulkanismus Mitteleuropas. — N. Jb. Miner. Mh., 9/10, S. 278—282, 1 Tab., Stuttgart 1963.
- WURM, K.: Vorgeschichte. — Erl. geol. Kte. Hessen 1:25 000 Bl. 5223 Queck, S. 231—239, 4 Abb., 2 Taf., Wiesbaden 1963.
- ZINSER, R.: Das Unter-Devon im Bereich des Lützelsoons (Siegen-Stufe, Hunsrück; südliches Rheinisches Schiefergebirge). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 91, S. 92 bis 118, 7 Taf., Wiesbaden 1963.
- Bäderland Hessen. Die hessischen Heilbäder. — 72 S., Bad Soden a. Ts. (Verb. Hess. Heilbäder e. V.) 1963.
- Bad Nauheim, Kurmittel und Indikationen, Geschichte — Kultur — Naturgeschichte. — Balneol. Monogr., 1, 17. Aufl., 62 S., Abb., Tab., Taf., Bad Nauheim 1963.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Sonderheft Land Baden-Württemberg, Regierungsbezirke Nord- und Südbaden (Hoch- und Oberrhein mit Anteilen Neckar, Main und Donau, Abflußjahr 1961. — 107 S., 1 Kte., 1 Grundw. Höhenpl., Karlsruhe (L.-Stelle Gewässerk. u. wasserwirtschaftl. Pl. Baden-Württemberg) 1963.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Weser- und Emsgebiet, Abflußjahr 1962. — 153 S., 1 Kte., Hannover (L.-Stelle Gewässerk.) 1963.

- Hydrologische Bibliographie für die Jahre 1958 und 1959. Bundesrepublik Deutschland. — 258 S., Koblenz (Sektion Hydrologie der Deutschen Union für Geodäsie und Geophysik) 1963.
- Hydrologische Bibliographie für die Jahre 1958 bis 1962 (mit Nachträgen). Deutsche Demokratische Republik. — Hrsg.: Nationalkomitee für Geodäsie und Geophysik der Deutschen Demokratischen Republik bei der Deutsch. Akad. Wiss. Berlin, Fachgruppe Wissenschaftliche Hydrologie, 1, 87 S., Berlin 1963.
- Hessen. Jahresbericht der Wasserwirtschaft. Rechnungsjahr 1962. — Wasser u. Boden, 15, S. 103—108, 6 Abb., Hamburg-Blankenese 1963.
- Jahresbericht der Bergverwaltung des Landes Nordrhein-Westfalen für das Jahr 1961. — 182 S., 96 Tab., 87 Abb., Düsseldorf (Min. Wirtsch., Mittelstand u. Verkehr) 1963.
- Südwestdeutscher Wasserwirtschaftsverband e. V.: Haupttagung und Mitgliederversammlung in Wetzlar/Lahn am 17./18. Oktober 1963. — 15 S., Heidelberg 1963.
- Tätigkeitsbericht des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung für die Zeit vom 1. 1. bis 31. 12. 1962. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 91, S. 375—390, Wiesbaden 1963.
- Wasserwirtschaft im Meinungsstreit. — Steinbr. u. Sandgr., 56, 8, S. 479, 482, Berlin-Zehlendorf 1963. [Wasserwirtschaftliche Arbeiten und Planungen (Rahmenplanung) in Hessen.]

Manuskript eingegangen am 26. 3. 1964

## Autorenregister, Sach- und Ortsregister, Fossilregister

## Autorenregister

- ACKERMANN, E. 282, 283  
 ADAM, K. D. 173  
 AHLBURG, J. 43  
 ANDREAE, A. 161, 170  
 ANRICH, H. 197  
 ARNDT, W. 66  
 ARRHENIUS, G. 110  
 ASSMANN, P. 36, 41, 43, 45  
  
 BACKHAUS, E. 169  
 BARGON, E. 173  
 BARON, G. 193  
 BARTZ, J. 173  
 BECKSMANN, E. 172  
 BEHREND, F. & STAESCHE, K. 180, 187  
 BEIN, G. 192  
 BENECKE & COHEN 161, 170, 171  
 BERCKHEMER, H. 255-260  
 BEUG, H.-J. 283  
 BIEBELRIETHER, H. 277  
 BIK, E. TH. A. 68-74  
 BIRENHEIDE, R. 84, 90  
 BLANCK, E. 161, 167-169  
 BLANCK & MELVILLE 161  
 BLANCK & PETERSEN 161, 168  
 BLANCKENHORN, M. 31  
 BLUMENSTENGEL, H. 94  
 BOCHT, B. 161  
 BOEHM, H.-P. 202-211  
 BORCHERT, H. 198  
 BORCHERT, H. & BAIER, E. 198  
 BOSSDORF, R. H. 212, 215  
 BOTTKKE, H. 179-201, 250-254  
 BOUČEK 54  
 BRAITSCH, O. 198, 217  
 BRANCO, W. 23  
 BRAUCH, G. 192  
 BRINKMANN, R. 282  
 BRUNNACKER, K. 283  
 BUBNOFF, S. v. 161  
 BÜDEL, J. 161, 275, 283  
 BUSSE, E. 29-51  
  
 CHEBATAROFF, J. 167  
 CHELIUS, C. 66, 161, 164, 172  
 CORRENS, C. W. 166  
 COSSMANN, M. 37  
 CREDNER, W. 165, 169, 172  
  
 DANA, J. D. 167  
 DEECKE, W. 161  
 DEER, N. W. A., HOWIE, R. A. & ZUSS-  
 MANN, J. 209  
 DEGENS, E. T. 137  
 DEHM, R. 134  
 DIEHL, O. 267  
 DIENER, C. 45  
 DITTRICH, M. 168  
 DOUGLAS, G. V. & GOODMAN, N. R. 179,  
 198, 199  
 DÜRR, F. 283  
  
 ENGELHARDT, H. 203  
 ERBEN, H. K. 114, 115  
 ERDMANNSDÖRFFER, O. H. 161, 212  
  
 FABIAN, H. I. 186  
 FIRBAS, F. 283  
 FISCHER, W. 221  
 FLIEDNER, D. 165  
 FLÜGEL, E. & FLÜGEL-KAHLER, E. 108  
 FOLK, R. 108  
 FRANKE, P. 60  
 FRECHEN, J. 282  
 FRENZEL, G. 172  
 FREUDENBERG, W. 171, 172  
 FRITSCH, K. v. 35  
 FUCHS, A. 52, 55, 58  
  
 GINSBURG, R. N. 113  
 GOLDICH, S. S. 167  
 GOLDSCHMIDT, V. M., KREJCI-GRAF, G. &  
 WITTE, H. 208  
 GRAMANN 239  
 GRESSLY, A. 115



- GROSSER, G. 168  
 GRUBER, A. 34—37, 48  
 GRÜNDEL, J. 92  
 GSCHWIND & NIGGLI 168  
 GUTBERLET, W. C. J. 267  
 GUTHÖRL, A., HOEHNE, K. & SCHÜLLER, A.  
 204
- HÄBERLE, D. 35  
 HÄUSLER, H. & HÄUSLER, E. 113  
 HAPPEL, L. & REULING, H. TH. 113  
 HARRASSOWITZ 227  
 HAUCK, F. 165  
 HEIL, R. 60—67, 171  
 HEIM, A. 110  
 HELLER, F. 123  
 HEMPEL, L. 165  
 HENNINGSEN, D. 154—159  
 HÖVERMANN, J. 161  
 HOFMANN, U. 202—211  
 HOHENSTEIN, V. 31, 32, 34, 36, 37, 45, 48  
 HOLTZ, S. 134  
 HOPPE, W. 169  
 HOYNINGEN-HUENE, E. v. 197  
 HUMMEL, K. 227, 250, 253, 254  
 HYATT, A. 9, 13, 20
- ILLING, L. V. 192  
 IMMEL, W. 207
- JÜNGST, H. 113  
 JUNG, W. & KNITSCHKE, G. 197
- KÄSZ, W. 130  
 KAYSER, E. 79, 89, 90, 91, 110, 111, 112  
 KEGEL, W. 79, 80, 81, 90, 91, 112, 113  
 KIDERLEN, H. 53—54, 57—59  
 KINDLE, E. M. 92  
 KIPPER, E. 180, 193, 195, 196, 197  
 KIRCHHEIMER, F. 245, 267  
 KITTL, E. 35—37, 39  
 KLAPPER, G. & FURNISH, W. M. 99  
 KLEBAHN, H. 210  
 KLEINSORGE, H. 30, 31  
 KLEMM, G. 66, 161, 164, 165, 169, 203, 212  
 KLIPSTEIN, A. 169  
 KLÜPFEL, W. 231, 267  
 KNIGHT 54  
 KOCKEL, C. W. 80  
 KÖNIG, H. 31, 32, 48  
 KOKEN, E. 29, 30, 35—37, 40, 43  
 KRAUS, O. 92  
 KREBS, W. 75—119  
 KREJCI-GRAF, K. 208, 210  
 KRUTZSCH, W. 132—134
- KÜHNE, F. 120, 123, 124  
 KÜMMERLE, E. 52—59, 265—266  
 KUHN, O. 57  
 KUMMEL, B. 9, 13, 15, 22  
 KUTSCHER, F. 52—59, 261—264, 286—290
- LAUBENFELS, M. W. DE 63, 64  
 LEHMANN, R. 66  
 LEINHOS 228, 230  
 LEPLA, A. 180  
 LIEHL, E. 161  
 LIESEGANG, R. E. 221  
 LOTZ, H. 79, 89, 90  
 LOTZE, F. 186  
 LUDWIG, R. 60, 120, 161, 267
- MATERN, H. 79, 90, 105, 112, 113  
 MATHESS, G. 66, 160—178, 202—211,  
 306—325  
 MEINECKE, F. 161  
 MEISSNER, E. E. 47, 48  
 MERRILL, G. P. 167  
 MEUNIER, F. 61  
 MEYER, H. L. F. 169  
 MICHELS, F. 120  
 MILLER, A. K. 15  
 MILLER, A. K. & YOUNGQUIST, W. 9, 11  
 MOJSISOVIC, E. v. 10, 13  
 MOORE, E. S. 113  
 MOORE & HARDINGTON 54  
 MORET, L. 54  
 MORTENSEN, H. 167  
 MÜCKENHAUSEN, E. 276  
 MÜLLER, A. H. 54, 57  
 MÜLLER, E. H. 283  
 MÜLLER, S. 283
- NICKEL, E. 161  
 NIGGLI, P. 190, 193  
 NÖRING, F. 120—122, 169, 203  
 NOLL, W. 168, 209
- OGNIBEN, L. 196  
 OHLEN, H. R. 113  
 OPITZ 55—58  
 OSANN, A. 161, 170  
 OVERBECK, F. 283
- PAECKELMANN, W. 180, 184, 188  
 PEDRO, G. 166  
 PENNDORF, H. 29  
 PFLUG, H. D. 126—138  
 PIA, J. v. 16  
 PICARD, E. 35, 36, 39, 40, 47, 48  
 PILLER, H. 161, 168

- PIVETEAU, J. 54  
 POLENOVA, E. N. 92, 97
- RABIEN, A. 75—119  
 RAMDOHR, P. 213  
 RANKAMA, K. & SAHAMA, TH. G. 210  
 RAUCH, P. 66  
 RAUPACH, F. v. 193  
 REICHE, P. 167  
 REINACH, A. v. 120, 122, 124  
 REIS, O. M. 216—220  
 REUL, K. 64, 267—269  
 REVELLE, R. & EMERY, K. O. 113  
 RICHTER, RUD. 113, 262—264  
 RICHTER, R. & E. 53—58  
 RICHTER-BERNBURG, G. 179—199  
 RÖMER, F. 30, 31  
 ROESCHMANN, G. 283  
 ROSAUER, E. A. 282  
 RÜGER 170—172  
 RUNZHEIMER, H. 262, 264  
 RUTTE, E. 136—138
- SALOMON, W. 170, 172  
 SCHÄFER, W. 113, 115  
 SCHARLAU, K. 283  
 SCHENK, E. 223—249, 270—274  
 SCHICK, M. 161  
 SCHILLING, W. 283  
 SCHINDEWOLF, O. H. 22, 25  
 SCHMID, J. 283  
 SCHMIDT, H. 92, 114  
 SCHMIDT, M. 35—37  
 SCHMITTHENNER, H. 161, 165  
 SCHOELLER, H. 166  
 SCHÖNHALS, E. 275, 276, 283  
 SCHOTTLER, W. 224, 267  
 SCHROLL, E. & WIEDEN, P. 193  
 SCHWARZBACH, M. 134, 170, 173  
 SEEBACH, M. 170  
 SEILACHER, A. 262, 264  
 SEMMEL, A. 161, 162, 164, 167, 172, 173, 282  
 SHEPARD, F. P. 110  
 SHIMANSKY, V. N. & JURAVLEVA, F. A. 23  
 SONNE, V. 282  
 SPERBER, G. S. 277  
 STADNIKOFF, G. 210  
 STEGEMANN, W. 139—153, 154—159
- STÖHR, W. TH. 282  
 STRAATEN, L. M. J. U. VAN 113  
 STRACHOW, M. N. & ZWETKOW, A. I. 193  
 STRAUB, E. W. 60  
 STRESE, H. & HOFMANN, U. 209  
 STRIGEL, A. 165, 168—170  
 STRUVE, W. 84, 90  
 SYLVESTER-BRADLEY, P. C. 92  
 SZÁDECZKY-KARDOSS, E. 210
- TABORSZKY, F. 212—215  
 TASCHE, H. 267  
 TEICHMÜLLER, R. 193  
 THÜRACH, H. 161, 170  
 TOBIEN, H. 7—28, 60, 124, 203  
 TRÖGER, E. 161
- VOELCKER, J. 172  
 VOGEL, CHR. 161  
 VOLK, M. 92, 94, 95, 97
- WAGNER, A. 171  
 WAGNER, W. 60, 171  
 WALGER, E. 216—222  
 WALGER, TH. 165, 171  
 WALLISER, O. H. 80, 86, 90  
 WALTHER, J. 166  
 WEBER, H. 161  
 WEIDMANN, C. 169, 171  
 WEILER 238  
 WEITZEL, K. 61, 208  
 WENZ, W. 37, 238  
 WERDING, L. 126—138  
 WERNER, J. 130  
 WEYL, R. 167, 283  
 WIEFEL, H. 283  
 WIEGEL, E. 80, 89, 111, 113, 114  
 WIESENEDER, H. 167  
 WIESNER, E. 120—125  
 WILHELMY, H. 167, 168  
 v. WÖHRMANN & KOKOEN, E. 46
- ZAKOSEK, H. 283  
 ZIEGLER, W. 99, 105—107, 108  
 ZIEGLER, W., KLAPPER, G. & LINDSTRÖM, M. 119  
 ZIENERT, A. 172  
 ZITTEL & BROILI 54

## Sach- und Ortsregister

- aberrant nonionid 68–74  
 Abtragung, permische 169  
 Abtragungsflächen 263  
 Achse Ravolzhausen–Hochstadt 124  
 Adorf-Stufe 75–119  
 –, Mittlere 80, 81, 89, 91–93, 105–107  
 –, Obere 80, 90, 93–98, 105–108  
 –, Untere 105–106  
 Adorfer Bucht 185, 186, 191, 193  
 – Kalk 79  
 Adorf-Nehden-Grenze 79–80, 98, 106–108  
 Affolterbach 169  
 Alabastergips 196  
 Algengyttja, lakustrine 208  
 Allendorf 225  
 Allertshausen 223, 225  
 Alpsliede, Nord- 29, 31–34, 36, 37, 40, 42,  
 45, 46, 49, 50  
 Alsbach 164  
 Altpleistozän 172, 173  
 Alttertiär 173  
 Anaptychen, oberdevonisch 90  
*Ancyrognathus triangularis*-Zone 89, 99,  
 101, 104–107, 110, 111, 114  
 Angersbach 267  
 Anhydrit 195, 197, 198  
 Annularlobus 13, 16, 18, 21  
 Apatit 212–215  
 –, Fluoreszenz 214–215  
 –, Sulfatgehalt 212–214  
 Aplit 166, 172  
 Aplitgänge 161  
 Aplonormalgranit 161  
 Aquitan im Lumdatal 223  
 Arkose 203–204  
 Aspenkippel bei Climbach 244  
 Auelsinn 55  
  
 Bad Salzhausen 146  
 Bahama Banks 192  
*barrandei*-Zone 80, 90, 91, 94–95, 101, 102,  
 106–107  
 Basalt 172, 267  
 –, basischer 229  
 –, Lagerungsbeziehung von basischem und  
 saurem 232  
 –, Zusammensetzung 155  
 Basaltdecken, Lagerung 224  
 Basalteisensteinlager 270  
 Basaltgang bei Allertshausen 234  
 Basalttuffe, Zusammensetzung 155, 156  
 Basaltvulkanismus 223  
  
 Basiskonglomerate des Mittleren Zech-  
 steins 182–183  
 Bauxit 273  
 Bauxitbildung 247  
 Bauxitgerölle bei Allertshausen 225  
 –, Datierung 230  
 Beedenkirchen 165  
 Beilsteiner Schwelle 111  
 Bellersheim 271  
 Bensheim 164, 172  
 Bergstraße 171  
 Berstadt 270  
 Beuern (Kr. Gießen) 146, 230  
 –, Kraterfüllung 134  
 Bieken 93, 107  
 Biogene 108–109  
 Biosparite 109–110  
 Biostratigraphie, Adorf-Stufe, Oberdevon I  
 75–119  
 Birkenau 162, 166, 167, 172, 173  
 Biskuit-Chalcedon, sehr poröser, weißer  
 Chalcedon 219  
 Bodenprofilreihe Aspenfeld (Bl. 5224 Eiter-  
 feld) 276–279  
 – Kapellenberg (Bl. 5916 Hochheim) 281  
 – Reichersberg (Bl. 5916 Hochheim)  
 279–281  
 „Borkener Bild“ 134  
 Bornkosten 182, 183, 184, 185  
 Brandau 164, 165  
 Braunkohle 266  
 – bei Beuern 245  
 Braunkohlentagebaue, Wetterau, Quartär-  
 profil 270  
 Breitscheid (Westerwald), Grube Glückauf-  
 Phönix 144  
 Brombach 163  
 Brunnenbohrung Schadges 267–269  
 Buchenauer Schichten 79  
 Budenheim 68–70  
 Bundenbach 55–56, 58, 262  
 Buntsandstein 169–172  
 –, Buntsandsteinstufenrand 170  
 –, unterer 170  
 Burdigal-Tuffe 158  
 Butzbach 267  
  
 Calcarenite 109–112  
 Calcisphären 109  
 Calcit-Achat, Achat mit wesentlicher Be-  
 teiligung von Chalcedon-Calcit 217  
 –, Pseudomorphosen von Calcit nach  
 Achat 221

- Calenberg, Hünenburg 30  
 Cephalopoden-Arten 264  
 Cerithien-Schichten 149, 150, 151, 265, 266  
 Chabersitdrusen 228  
 Chalcedon-Calcit, Calcit mit Chalcedon-  
 Interngefüge 217  
 —, Entstehung durch Calcitisierung von  
 Biskuit-Chalcedon 219  
 Charophyten 266  
*Cheiloceras*-Stufe 108  
 Chemische Charakteristik der Gipsarten  
 197  
*cicatricosa*-Schichten 80, 93  
*cicatricosa*-Zone 89, 92—93, 101—107, 114  
 Conodonten, oberdevonische 75—119  
 Conodonten-Chronologie, Oberdevon I  
 98—108  
 Conularien 52—59  
 —, Bau und Lebensweise 53  
 —, Fortbewegung 53  
 —, Fossilisierung 53  
 —, Gehäuse 53—55  
 —, Hartteile 54  
 —, Hauptentwicklung 53  
 —, Juvenile 53  
 —, Schalensubstanz 54  
 —, Skelette 53  
 —, Skulptur 53, 55, 58  
 —, System-Stellung 54  
*crepida*-Zone 111  
 Crinoiden, Oberdevon I 91  
 Crinoidenreste 263, 264  
 Crumbach 173  
 Cypridinen-Schiefer 114—115  
 Cyrenenmergel 265
- Dansenberg bei Adorf 183  
 Darmstadt 166  
 —, Grube „Prinz von Hessen“ 60  
 Dasberg-Stufe 185  
 Daubringen 227  
 Dauerfrostboden 271  
 Deckdiabas 111—112  
 Deckdiabasvulkanismus 253  
 Deckschutt 275  
 Deckschutt-Alter 282—283  
 Deckschutt-Aufbau 275—281  
 Deckschutt-Entstehung 282—283  
 Detritus, organischer 263, 264  
 Detritustonstein 203—204  
 devonischer Massenkalk 126  
 Diagonalschichtung 263  
 Dieburg 60  
 Diemel 32, 49  
 Dillenburg 78, 114
- Dillenburger Becken 112  
 — Tuffe 81, 98, 108—115  
 Dill-Mulde 75—119  
 Dimensionsstabilität, Prüfung 288  
 Diorit 161, 163  
 Donsbach, Dillkreis 75—115  
 Donsbacher Sattel 79, 89, 99  
 — Schwelle 110—115  
*dubia*-Zone 98—99, 106—107, 110—111,  
 113  
 —, Mittlere 99, 107  
 —, Mittlere bis Obere 99, 101, 106  
 —, Obere 99, 107  
 —, Untere 80, 98, 101, 107  
*dubia-rotundiloba*-Subzone 80
- Ebbe- und Flutströmungen 263  
 Ebsdorf 242  
 Eibacher Mulde 111  
 Eisenberg 34  
 Eisenerzkrusten 270  
 Eisenoxydhydrat 162  
 Eisensteinkrusten 273  
 Eiterbach 169  
 Embryonalnucleus 262  
 Engelhardt'sche Aufsammlung 267  
 Eozän 173  
 Erdbeben bei Offenbach 255  
 — vom 10. 2. 64, Ursache 259  
 Erlenbach 172  
 Ernsthofen 165  
 Erzgebirge 161  
 Erzlagerstätten des Basaltgebietes, Vogels-  
 berg 274
- Farbbeständigkeit, Prüfung 289  
 Fasergips 185, 196, 197  
 Faserprodukte 286  
 Fazies, Adorf-Stufe 110—115  
 —, Biofazies 115  
 —, Cypridinschiefer-Fazies 114—115  
 —, fore-reef, Riffschutt 112—113  
 —, hereynische Magnafazies 114  
 — im Sinter 134—137  
 —, letal-pantostrate Biofazies 115  
 —, Riffazies 110—115  
 —, vital-pantostrate Biofazies 115  
 Fett'scher Stollen (Homburg a. d. Ohm) 146  
 Fichtelgebirge 161  
 —, obermiozäne Spongilliden 64  
 Flachsee 261  
 Flaserung 263  
 Flora der Lauterbacher Schichten 267  
 Foggenberg 194—196  
 Foraminiferen 70—73, 266

- Frensche Warte 30, 31  
 Frühdiagenetische Dolomitisierung 193  
 Fürth 162, 167, 173  
 Fusellarstruktur 54  
  
 Gabbro 161, 163  
 Gabbroamphibolit 161  
 Galgenberg-Mulde 79, 111  
 Garbenteich 245  
 Gebirgsfundament, tertiäres, im Lumdatal 235  
 Gefüge-Regelung 212, 213  
 Geilshausen 226  
 Gelblehm, fossil 173  
 Gemünden 57, 261—264  
 Germete 30  
 Gersprenz 172  
 Gersprenz-Senke 162  
 Gesteine, metamorphe 161, 163  
 —, mylonitisierte 163  
 Giershagener Becken 184  
*gigas*-Zone 89—114  
 —, Obere 101—108, 111  
 —, Untere 89, 99, 101, 104—107, 113, 114  
 Gipsbergbau bei Adorf 198—199  
 Gipslager des Pöhlen bei Adorf 193, 195—199  
 Gipslagerstätten bei Adorf/Waldeck 179—201  
 — des Mittleren Zechsteins 193—199  
 Gipsediment, Primäres 198  
 Givet-Stufe 98  
 Glattbach 164  
*Globigerinella*-Horizont 68  
 Gneis 161, 163, 166  
 —, Neunkircher Höhe 212—215  
 Graben von Schadges 267, 269  
 Granodiorit 161, 163, 170—172  
 Großalmerode 31, 32, 42, 49  
 Großkarben 265  
 Großsachsen 171  
 Groß-Umstadt 172  
 Grube Königsberger Gemarkung 250, 253  
 Grundgebirge, Kristallines 168, 169, 170, 171, 172  
 Grundgebirgsoberfläche, permische 168, 169, 170  
 Gumpersberg 166  
 Gundernhäusen 60  
 Gyttja 210  
  
 Hämatit im Rotlehm 131  
 Hainstadt 170  
 Hanau-Seligenstädter Senke 165  
 Hangelstein 227  
  
 Hangelsteinserie 235  
 Hanse-Berg bei Lindheim 122  
 Harz 161  
 Hauptgrünstein 181  
 Hauptterrasse der Lumda 225  
 Heddesbach 169  
 Heidelberg 169, 170, 171  
 Heiligenberg b. Laudenbach 33, 34  
 Hemberg-Stufe 185, 195  
 Hemichordaten 54  
 Heppenheim 171  
 hercynische Magnafazies 114  
 Hessisches Geologisches Schrifttum 306—325  
 Heubach 170  
 Heuchelheim 270  
 Hochfläche, praepleistozäne, im Lumdatal 225  
 Hochstädten 164  
 Homberg/Ohm, Dysodil 134  
 Hornblendegranodiorit 163, 166  
 Hornfels, Hornfelseinschlüsse 161  
 Hornstein 81, 85, 86  
 Horst von Sprendlingen-Erbstadt 121  
 Hühngrube bei Borntosten 185, 194, 198, 199  
 Hunsrück 52, 55  
 Hunsrückschiefer 52—59, 261, 264  
 Hydratationssprengung 167  
*Hydrobia* beds 68—70  
 Hydrobienschichten von Münzenberg 239  
 hydrothermale Einwirkung von Basaltintrusionen 229  
  
 „Iberger Kalk“ 79—89, 92, 93, 112—114  
 Ilbenstadt 265  
 Illit 204  
 Imprägnationszone 251, 253  
 Infatasschichten 265, 266  
 Insolations- und Frostsprengung 166  
  
 Jahresschichtung im Sinter 136  
 Juhöhe 164, 173  
 Juhöhenscholle 169  
 Jungtertiär 173  
  
 Kaden (Westerwald) 144  
 Kaisergrube 261—264  
 Kalium-Cadmium-Jodid-Schwerelösung 131  
 Kalksinter 126—138  
 Kalkstein, calcarenitisch 81, 109, 112, 113  
 —, calcilititisch 82, 108—109, 114  
 —, Plattenkalkstein 81, 108—115  
 Kaolinit 204—211

- Kaolinton 267–269  
 Karbon 170  
 Kartendruck, geologischer 290  
 Kaspi-See (UdSSR) 193  
 Katzenbuckel 171, 172  
 Kauber Horizont 55  
 Kavernöse, dolomitische Kalke 190  
 Kellwasserkalk, Oberer 82, 107  
 —, Unterer 81, 89, 93, 94, 97, 104, 110–111  
 Kenia, Rotlehm 130  
 Kesselbach 227  
 Keuper (Rhät) 44, 45  
 —, Lias 172  
 —, Mittlerer und Oberer 172  
 —, unterer Dogger 172  
 Kilianstädten 123, 124  
 —, Bettenburg 123  
 —, Kranzberggring 123  
 —, Neuberg 123, 124  
 Kirschhausen 162  
 Kirschhausener Senke 162, 165, 171  
 Klein-Breitenbach 162  
 Klima, arides 168, 170, 173  
 — des Karbons 170  
 — des Perm 170–171  
 — des Pleistozäns 172  
 — des Tertiär 173  
 —, heiß-feucht 173  
 —, Kalisalz als Hinweis auf trockenes  
 Klima 173  
 — mit subtropischem Charakter 173  
 —, temperiert-humides 168  
 —, warm-wechselfeuchtes 168, 170  
 Kochversuche mit Rohgips 199  
 Kössener Schichten 113  
 Korngefüge, Auflockerung 161, 162, 165,  
 166  
 Kreuznacher Gruppe 122, 124  
 Kriechgänge 56  
 Kryoturbation 270  
 Kunstfaserpapiere 287  
 Kupferschiefer des Unteren Zechsteins 180  
 Kuseler Gruppe 120–122  
 Kuseler-Gruppe, Kalk-Konglomerate 122  
  
 Lamellenkrusten 137  
 Lamellibranchiaten 261, 263, 264  
 Lamprophyre 166  
 Landsberg bei Obermorschel/Pfalz 254  
 Langenaubach-Breitscheider Riffkomplex  
 112–114  
 Lateritdecke 270  
 Lauterbach 267  
 Lauterbacher Schichten 267  
 Lavastrickbildungen 228  
 Lavastrom, Einfallen 233  
 Lebacher Gruppe 120–122  
 — —, Ostracoden-Funde 122  
 Leidenhofen 242  
 Leitmar 199  
 Lindenfels 164  
 Linsenschichtung 263  
 Litorale Sedimente des Zechsteins bei  
 Adorf 179–201  
 Lobenlinien (s. Suturen)  
 Löß 172  
 Lollar 226  
 Londorf 225  
 Lumdatal 223  
  
 Maar 267  
 Madfeld 180, 181  
 Mainzlar 227  
 Manganerzkonzentrationen 136  
*Manticoeras*-Stufe 75–90, 106–108  
 —, Grenze *Cheiloceras*-Stufe 108  
 Marinil 288  
 Marmor 161  
 Marsberg 179  
 Martenberg bei Adorf 183  
 Martit 213, 214  
 Marxheim, Grube Emma 144  
*materni*-Horizont 80  
*materni/reichi*-Übergangszone 94, 95–96  
*materni*-Schichten 95  
*materni*-Zone 95, 101, 102, 106–107  
 Mausbachtal 170  
 Meißner 29, 31, 48, 49  
 Melaninton bei Homberg/Ohm 236  
 Melmes bei Odenhausen 230  
 Mengerlinghausen 179, 180, 187  
 Meschede 80, 87  
 Messel 170, 171, 202–211  
 —, Grube, Bildung der Lagerstätte 60, 66  
 —, —, Entdeckung und Abbau der Lager-  
 stätte 60  
 —, —, Insekten 61  
 —, —, mitteleozäner Ölschiefer 60, 61,  
 64–66  
 —, —, Süßwasserschnecken (Hydrobiiden)  
 61, 66  
 —, —, Süßwasserschwämme (Spongilliden)  
 60–66  
 —, —, tektonische Verhältnisse der Lager-  
 stätte 65, 66  
 —, —, Wasserpflanzen 60, 66  
 —, —, Wirbeltiere 60, 61, 66  
 —, Ölschiefer 134  
 Messeler Schichten 202–211  
 Messelit 210

- Metasomatische Verdrängung von Chalcedon durch Calcit 219  
 — — — — durch Prehnit 221  
 Mikrit 108–109  
 Mikrofaunaschichten 32  
 Mikrofossilien 262  
 Mineralneubildungen 163, 167, 168  
 Miocene, Mayence basin 68–74  
 Miozän 171, 172, 173  
 Mitteleozän 171  
 Mitteleuropa 170, 173  
 Mittel-/Oberdevon-Grenze 98–99  
 Mitteloligozän 171  
 Mittelpleistozän 173  
 Mittelschweden, Dalarna, iotnische „Öje-Diabase“, Chalcedon-Calcit 221  
 Mittelterrassen 227  
 Mittlerer Zechstein bei Adorf /Waldeck 184–187  
 Modau-Gebiet 165  
 Mörlenbach 162  
 Montmorillonit 206–211  
 Morphologie, Lumdatal 224  
 Mümling 169  
 Münzenberg 239, 267  
 Muschelkalk 29–51  
 —, Astartebank 30, 31  
 —, Ceratitenschichten 30  
 —, Gelbe Basisschichten 32–34  
 —, Grenzsichten Mittlerer/Oberer 29  
 —, Mittlerer 29, 30–34, 40, 41, 45, 46, 49  
 —, Myophorien-Undularien-Schichten 31–34, 46–50  
 —, Oberer 30, 31, 43, 45, 46, 49  
 —, Trochitenkalk 29–33, 46, 48  
 —, Unterer 43  
 Mylonitisierungszonen 163
- Nanzenbacher Mulde 79  
 Naumburg 121  
 Neckar 169, 172  
 Nehden-Basis-Horizont 91, 98, 103, 106–108  
*nehdensis-serratostrata*-Zone 103, 106–108  
 Nehden-Stufe 80, 98, 111  
 Neunkircher Höhe, Odenwald 212–215  
 Neusiedler See (Österreich) 193  
 Neustadt 169, 170  
 Nieder-Beerbach 164  
 Niederrhessen 30–32, 34, 44, 48, 49, 50  
 Nieder-Klingen 172  
 Niedermarsberg 199  
 Nieder-Modau 165  
 Niedernhausen 172  
 Nieder-Ramstadt 164
- Nolberg 231  
 Nordeck 225  
*Novakia*-Schwärme 262, 264  
 Novakiengehäuse 263
- Obercambrium 53  
 Oberdevon I 75–119  
 — I $\alpha$  81, 99, 106–107, 110  
 — I( $\beta$ )  $\gamma$  99, 104, 105–107, 110  
 — I  $\delta$  105–108  
 — I  $\delta_1$  95  
 — I  $\delta_2$  95  
 — I  $\delta_3$  97  
 — II 79, 106–108, 111  
 Oberer Zechstein bei Adorf/Waldeck 187–188  
 Oberkarbon 169, 170, 171  
 Ober-Klingen 172  
 Oberrheingebiet 173  
 Oberrheintal 173  
 Obersheld 111  
 Ober-Schönmattenweg 169  
 Odenhausen 226  
 Odenwald 160–174  
 —, Bergsträßer Odenwald 161, 163, 166  
 —, Böllsteiner Odenwald 161, 166  
 —, Buntsandstein-Odenwald 169  
 —, Kristalliner Odenwald 161, 165  
 Öhlberg, östlich von Gießen 154–156  
 Ölschiefer 203, 207–210  
 Offenthal 60  
 Oliackerfläche, Lumdatal 226  
 Oligozän 171, 173  
 Ontogenese 19  
 Oos (Eifel) 107  
 Ooser Plattenkalk 113  
 Orthoceren 262–264  
 Orthocerengehäuse 263  
 Orthogneis 161  
 Ostheim, Kr. Hanau 145  
 Ostheimer Schichten 139, 145, 150  
 Ostracoden, oberdevonische 75–119  
 —, permische 112  
 —, tertiäre 266  
 —, unterdevonische 262, 264  
 Ostracoden-Chronologie, Oberdevon I 91–98, 105–108  
 Ostsauerländer Hauptsattel 181  
 Otzberg 172  
 Otzbergspalte 161
- Paläoklima, Tertiär 129, 130, 131, 134, 137  
 Palsen 271  
 Parabraunerde-Entstehung 283  
 Paragneis 161

- Pegmatite 166  
 Pelsparite 109–110  
 Peridotit 161  
 Perm 163, 169  
 Permafrost 271  
 Petrogenese der Zechsteinsedimente 191–193  
 Pfälzer Bergland, rotliegende Basalt- und Andesit-Mandelsteine, Calcit-Achate 216  
 Pfälzische Phase 122  
 Pfaffen-Beerfurth 173  
 Phylognese oberdevonischer Ostracoden 96  
 Pillowlaven 239  
 Pillows 231  
 Pingos 271  
 Pliozän 172, 173  
 Pohl-Göns 126, 137  
 Pollen im Rotlehm und Sinter 131–133  
 – und Sporen in Basalttuffen 157–159  
 Präpermischer Untergrund 181–184  
 Präpermische Verwitterung 180  
 Primärsutur der Ammonoiten 22  
 Primitiellen-Schicht 79, 80, 93  
 Prosutur der Ammonoiten 23, 24  
 Prümer-Mulde 113  
 Pseudooide 108–109  
 „Pteropoden“ 262  
 Pygmäenfauna 32
- Quarzdiorit 161  
 Quarzgabbro 161  
 Quarzit 267–269  
 Quarzsand 267–269  
 Quecksilbererzgang 251, 252  
 Quecksilberfundpunkte Raum Königsberg 254  
 Quellabsatz 254
- Radheim 170  
 Rangenberg nördlich Oberdorfelden 122  
*reichi*-Schichten 80, 97  
*reichi/splendens*-Interregnum 90, 92, 97–98, 101, 106–107  
*reichi*-Subzone 80  
*reichi*-Zone 80, 90, 96–97, 101, 102, 106–107  
 Reinheimer Bucht 172  
 Remission 129, 130, 135  
 Rendzina 273  
 Retortenstoffe 286  
 Reuters 267  
 Rheinebene 165  
 Rheinhessen 173  
 Rheinisches Schiefergebirge 75ff.
- Rheintalgraben 171, 203  
 –, Ölschiefervorkommen 60  
 –, Vorläufer der Grabenbruchbildung 60  
 Riesengebirge 161  
 Rimbach 162, 163  
 Rockenberger Schichten 139, 140, 144, 149, 150, 151  
 Röntgenanalyse von Rotlehmen 131  
 Rohgipsgehalt des Fördergutes 199  
 Rohrbach 165  
 Roßberg bei Roßdorf 172  
 Roteisenstein, Grenzlager Mittel/Oberdevon 79–82, 99, 110–111  
 Roteisensteingrube Königsberg 250–254  
 Roteisensteinlager der Grube Christiane 181  
 Rothsberg 262  
 Rotlehm 126–138  
 –, fossil 173  
 –, Goldküste 130  
 –, Kenia 130  
 –, Sangershausen 134  
 Rotliegendes 169, 170, 171  
 –, Gliederung 120–122  
 –, neue Beobachtungen 122–124  
 –, Wetterau 120–125  
 Rotliegendensedimente 203–204  
 Rudlos 267  
 Rückers (Vogelsberg) 146  
 Rumpffläche, pliozäne, im Lumdatal 226  
 –, praepleistozäne 227  
 Rupelton bei Ebsdorf 236
- Saalische Phase 121  
 Saar-Selke-Trog 169  
 SALTERsche Einbettung 90  
 Salzhausen, Braunkohle 133, 134  
 Salzsprengung 166–167  
 Sandbach 169, 170  
 Sandstein 203–204  
 Schadges 267, 269  
 Schalstein, mitteldevonischer 81, 82, 89, 110  
 Schaumkalke und dichte Kalke 189–190  
 Schichtvergipsung 197  
 Schieferplatten 262  
 Schillkalke 190  
 Schlotbrekzie 172  
*schmidti/reichi*-Subzone 96  
*schmidti*-Zone 95–96, 102, 107  
 Schriesheim 169  
 Schwarzbürger Sattel 95, 97  
 Schwarzer Graben 267  
 Schwarzwald 161  
 Schwellen, Hochschwellen 115  
 –, submarine 110–115



- Schwerminerale in Basalttuffen 157  
 Schwermineralverwitterung 167  
 Seebach 225  
 Seilbacher Schichten 246  
 Seismizität des Mainzer Beckens 255  
 Shonkinit 171  
 Siallit 273  
 Siedelsbrunn 169  
 Silbond 287  
 Söterner Schichten 120  
 Solifluktionshorizont 271  
 Spangenberg 31  
 Spessart 161, 169, 171  
*splendens*-Subzone 80  
*splendens*-Zone 89, 97–98, 102–108  
 Spongilliden (Kieselschwämme des Süßwassers) 60–66  
 Sporen im Rotlehm und Sinter 131–133  
 Sporenstratigraphie 139, 143  
 —, Durchschnittsspektren 143, 148  
 —, seltene Sporen- und Pollenelemente 143, 144, 148  
 —, Verhältniszahlmethode 143, 146, 148, 149  
 Sprendlinger Horst 169, 171  
 Spülsäure 261, 263, 264  
 Staufenberg 225  
 Steamboat Springs/Nevada 254  
 Steinbach 167  
 Steinklingen 167  
 Stockstadt a. Rh. 60  
 Strömungsanzeichen 262  
 Stromschlacken, bauxitisierte 229  
 Styliolinen, oberdevonische 91–93  
 —, unterdevonische 264  
 Styliolinengehäuse 263  
 Subeffusion 233  
 Subfusionen 229  
 Subfusionsbreccie 231  
 submarine Rutschung und Gleitung 112  
 submariner Vulkanismus 110–114  
 Suturen der Nautiloidea 9, 11, 13, 15  
 Subvulkanische Quecksilberlagerstätten 254  
 Sulfur Banks/Kalifornien 254  
 synthetische Papiere 286, 290  
 Syntosil 287  
 Szyphozoen 54
- Tätigkeitsbericht des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung 291–305  
 —, Archiv 298  
 —, Bibliothek und Vertriebsstelle 298  
 —, Biostratigraphie und Paläontologie 293  
 —, Bodenkunde 297, 298
- Tätigkeitsbericht, Chemisches Laboratorium 295  
 —, Geologische Landesaufnahme 291–293  
 —, Geophysik 293  
 —, Hydrogeologie 295, 296  
 —, Ingenieurgeologe 296, 297  
 —, Lagerstättenkunde 294  
 —, Personalbestand 301–305  
 —, Petrographie und Geochemie 294, 295  
 —, Schriftleitung 298, 299  
 —, Veröffentlichungen von Angehörigen des Amtes 289, 300  
 —, Wissenschaftliche Vorträge von Angehörigen des Amtes 300, 301  
 Taunus 52, 55  
 Tektonik, Odenwald 164–165, 172  
 Tentaculiten, oberdevonische 91–98  
 —, unterdevonische 262  
 Tentaculitengehäuse 262  
 Terrassen, pleistozäne, im Lumdatal 226  
 Terrassenkanten, umlaufende, Lumdatal 227  
 Tholeyer Gruppe 121  
 — Schichten 169, 203  
 Thüringer Wald 161  
 Thüringisches Schiefergebirge 95, 97  
 Tiefengesteine, magmatische 161, 162  
 Tiefsee 263  
 Todtenberg bei Allendorf/Lumda 241  
 Tonalit 161  
 Tonminerale 204–211  
 Topographische Karte 1:25 000  
   Bensheim 164, 172  
   Brensbach 166  
   Darmstadt-Ost 164  
   Darmstadt-West 164  
   Dillenburg 78  
   Groß-Umstadt 170  
   Ilbenstadt 265  
   Lindenfels 162, 163, 167, 172  
   Neunkirchen 164, 172  
   Obernburg 170  
   Weinheim 162, 166, 167, 172  
   Zwingenberg 164  
 Trais, Lumda 227  
 Trais-Horloff 272  
 Trapp 229  
 —, Steinheimer Typus 155  
*triangularis*-Zone 103–108  
 —, Mittlere 104–107  
 —, Mittlere bis Obere 103–108  
 —, Obere 103–108  
 —, Untere 104–107  
 Trias 53  
 —, alpine 35, 43–45  
 —, germanische 43–45

- Trias, oberschlesische 36, 43—45  
 —, Würzburger 47  
 Trilobiten-Häutungsreste 263, 264  
 Tuffschlot 172  
 Twiste 180  
  
 Ulfenbach 169  
 Untermiozäne Süßwasserablagerungen 267,  
 269  
 Urberach 60  
 Usseln 93  
  
*variostrata*-Superzone 94  
*variostrata*-Zone 94  
 Vateritstadium 193  
 Vergrusung, Abhängigkeit von der mine-  
 ralogisch-chemischen Gesteinszusam-  
 mensetzung 165—166  
 —, Zusammenhang mit der Tektonik  
 164—165  
 Verkarstung 126, 127, 134, 137  
 —, permische 169  
 Verwitterungskruste, kaolinische 267  
 Viehausen bei Regensburg 133  
 Villafranchien 272  
 Vogelsberg-Nordostrand 267—269  
*volki*-Zone 95, 107  
 Vordevon-Zug am Taunus, Verbreitung im  
 Rotliegenden 123, 124  
 Vornsberg-Rodensberger Sattel 181  
 vulkanische Tätigkeit, Alter 234  
  
 Waderner Gruppe 121—124  
 — —, autigene Mineral-Bildung 123  
 — —, Kalkkrusten 123  
 — —, Knochenbrekzie 123  
 — —, Wurzelboden 123  
  
 Waldmichelbach 170  
 Waschenbach 164  
 Wasserversorgung, Allertshausen 224  
 Wattenmeer 261  
 Weckesheim 270  
 Weinheim 171  
 Weisel 55  
 Welda 31  
 Wembach 164  
 Werra-Serie am Niederrhein 186  
 Weschnitz-Senke 162  
 Weschnitztal 166, 172  
 Westerwälder Tone und Braunkohlen  
 134  
 Westheim 179, 180  
 Wethen 30, 31  
 Wetterau 139, 270  
 Wetterau, Rotliegendes 120—125  
 Wettesingen 30  
 Wiesecktal 225  
 Wildungen 93, 107  
 Wilhelmsfeld 169  
 Willebadessen 30, 31, 34  
 Winnen 236  
 Winterkasten 162  
 Wölfersheim 274  
 —, Braunkohle 133  
 Wohnbach 270  
  
 Yosemiteit 161  
  
 Zechstein 169, 171  
 Zechsteinletten 188—189  
 Zementationsprodukt deszendenter Verwit-  
 terungslösungen 253  
 Zementwerke im Raum Paderborn 199  
 Ziegelhausen 169

### Fossilregister

- Alburnus miocenicus* 238  
*Ancyrodella buckeyensis* 99, 100, 104  
 — *curvata* 101, 104  
 — *gigas* 99, 100  
 — *ioides* 101, 104  
 — *lobata* 100  
 — *nodosa* 100, 104  
 — cf. *nodosa* 99  
 — *rotundilobata* 99  
 — *rugosa* 100  
*Ancyrognathus asymmetrica* 101, 104  
 — *bifurcata* 99, 101  
 — *calvini* 101  
 — *triangularis* 99, 101, 104  
  
*Apatognathus lipperti* 102  
*Atrypa reticularis* 90  
 — sp., Gruppe der *Atrypa reticularis* 84, 90  
  
*Basopollis atumescens* 132  
*Bertillonella (Rabienella) barrandei* 94, 95  
 — — *cicatricosa* 80, 82, 89, 92—93, 105  
 — — *intermedia* 80  
 — — *kegeli* 80, 97  
 — — *materni* 80, 95  
 — — *reichi* 80, 96  
 — — *schmidti* 92, 95, 96  
 — — *volki* 92, 95, 96  
 — — sp. c 95, 96

- Bolivina fastigia* 266  
*Buchiola* sp. 89  
*Buliminella elegantissima* 266  
  
*Callipteris conferta* 123  
Cerithiidae 39, 40  
*Cibicides lobatulus* 266  
*Conularia* 52–56, 58–59  
  – *bundenbachia* 56  
  – *gemuendina* 56  
  – *mediorhenana* 55, 58  
  – *tulipina* 57–58  
  – sp. a 58  
Conularida 54  
Conulariida 54  
*Cryphops cryptophthalmus* 90  
*Cyprideis?* sp. H 11 266  
*Cypridopsis* cf. *kinkelini* 235  
  
*Deflandrea phosphoritica* 142, 149  
  
*Echinatisporis* aff. *aechinosporis* 132  
*Entomoprimitia* (*Entomoprimitia*) aff. *concentrica* 94  
  – – cf. *concentrica* 94  
  – – *nitida* 89, 93, 97  
  – – ? *sandbergeri* 98  
  – – *splendens* 80, 97, 104, 106–108  
  – – *variostrata* 94, 95, 97, 98, 105  
*Entomozoe* (*Nehdentomis*) *nehdensis* 108  
  – – *pseudophthalmus* 93  
  – – *pseudorichterina* 82, 92  
  – – *rotundata* 97  
  – (*Richteria*) *sarailensis* 97  
  – – *serratostrata* 108  
  
*Falcodus* sp. 102  
*Franklinella* aff. *latesulcata* 98  
  
*Globulina* sp. 266  
*Gobius francofurtanus* 238  
  
*Haplocytheridea* sp. Ce 96 266  
*Hindeodella* sp. 103  
*Homoctenus tenuicinctus* 89, 91–94  
  
*Interpollis supplingensis* 132  
*Intratiporo-poll. pseudinstructus* 132  
  
Lapillus, gen. et sp. indet. 238  
*Ligonodina* sp. 102  
  
*Manticoceras* 79, 89, 90  
  – *cordatum* 86, 90  
  
*Mastodon angustidens* 235  
*microhenrici*-Gruppe 133  
  
Nautiloidea 7  
  –, jungmesozoische 15  
  –, jungpaläozoische 9  
  –, tertiäre 15  
  –, triadische 13  
*Nautilus* 16  
*Nonion commune* 266  
  – *demens* 71  
  – *granosum* 70, 266  
Nonionidae 70  
*Nothognathella* sp. 103  
*Novakia fuchsi* 263  
  – *gemündina* 262, 263  
  
*Orthoceras* 262  
*Ozarkodina regularis* 102  
  
*Palmatolepis foliacea* 101, 104  
  – *gigas* 101, 102, 104  
  – *hassi* 99, 100  
  – *marginata clarki* 103, 105  
  – – *marginata* 103, 105  
  – *martenbergensis* 99, 100  
  – *minuta?* 103  
  – *proversa* 99, 100  
  – cf. *regularis* 103, 105  
  – *rhenana* 99  
  – *subrecta* 99, 101, 104  
  – *transitans* 99, 100  
  – *triangularis* 103, 105  
  – *unicornis* 101, 104  
  – sp. 102, 103  
*Phacops* (*Cryphops*) *cryptophthalmus* 90  
*Polycolpites* „belgischer Typ“ 132  
*Polygnathus asymmetrica asymmetrica* 119  
  – – *ovalis* 119  
  – *decorosa* 99  
  – *dengleri* 100  
  – *dubia* 119  
  – – *asymmetrica* 99, 100, 119  
  – – *dubia* 100, 119  
  – *pennata* 100  
  – *varca* 99  
  – *webbi* 99, 100  
  – sp. 103  
*Potamides lamarcki* 266  
*Prioniodina alata* 102  
*Protorcula* 39, 49  
  – *grandis* 39, 49  
  – *punctata* 39, 40  
  – *subpunctata* 40  
*Pterorrhiza* sp. 84–90

- Pterygocythereis* 266  
*Pustularia* 29, 32—38, 40—48  
 — *acuticarinata* 41, 42, 44, 45, 47  
 — *alpina* 40, 44, 46, 47, 49  
 — *alpsliedeensis* 42, 44, 46, 49  
 — (?) *loxonematiformis* 43, 44, 46, 49  
 — *pseudoacuticarinata* 40—42, 44, 47, 49  
 — *robustocarinata* 41, 44, 46, 49  
 — *silesiaca* 40, 44—46, 49  
 — *tenuinodosa* 34, 40, 44, 46, 48, 49  
 — *wengensis* 44  
 — (*Protomosira*) *quenstedti* 44, 45  
 — sp. 44  
 Pyramidellidae 35, 39, 40  
  
*Richterina* (*Volkina*) *latecostata* 92, 97  
 — — *zimmermanni* 93, 94, 97, 98  
 — — — *vel latecostata* 97  
  
*Schizodus schlotheimi* 184  
*Spathognathodus sannemanni sannemanni*  
 100  
*Stainforthia schreibersiana* 266  
*Stereispor. megastereooides* 132  
*Stratiotes kaltennordheimensis* 142  
*Subtriporo-poll. anulatus nanus* 132  
 — *constans* 132  
  
*Tentaculites fuchsi* 262  
  
*Triatrio-poll. bituitus* 132  
*Tricolporo-poll.* „belgischer Typ“ 132  
 — *genuinus* 132  
 — asp. *ventosus* 132  
  
*Ulmannia* 183  
*Undularia* 29, 32, 33, 35—40, 41, 46, 47, 49  
 — (*Stereokion*) 29, 32, 33—38, 49  
 — — *hohensteini* 34, 35, 37, 45—47, 49  
 — — — *brevis* 37  
 — — — *conoidea* 37, 38  
 — — — *gracilis* 37, 38  
 — — — *lunulata* 34  
 — — — *typ.* 37, 40  
 — — *mediocalcis* 38  
 — — *siliquoolithica* 37  
 — (s. str.) *concava* 48  
 — — *dux* 47, 48  
 — — *posttenuicarinata* 38, 39, 46, 49  
 — — *scalata* 35, 36, 39, 46, 47, 48  
 — — *tenuicarinata* 38, 39, 47, 48  
 — — sp. cf. *dux* 41  
 — (*Toxoconcha*) 36  
*Ungerella calcarata* 92—94  
 — sp. 98  
*Uvigerinella* sp. 2a 266  
  
*Verrucato-spor. secundus* 133  
*Voltzia* 183

## Verzeichnis der Autoren dieses Bandes

- Professor Dr. HANS BERCKHEMER, Universitätsinstitut für Geophysik und Meteorologie, 6 Frankfurt a. Main, Feldbergstr. 47.
- E. TH. ARNOLD BIK, Geologisch Instituut der Rijksuniversiteit te Utrecht, Oude Gracht 320, Utrecht, Niederlande.
- Dr. HANNS-PETER BOEHM, Anorganisch-Chemisches Institut der Universität Heidelberg, 69 Heidelberg, Tiergartenstr. 2.
- Dr. HEINZ BOTTKE, Diplom-Geologe, Institut für Geologie und Paläontologie der Bergakademie Clausthal, Technische Hochschule, 3392 Clausthal-Zellerfeld, Hindenburgplatz.
- Dr. h. c. ERWIN BUSSE, Verwaltungs-Oberinspektor, 35 Kassel-Ki., Mittelbinge 6.
- Dr. rer. nat. REINHARD HEIL, Diplom-Geologe, Wiss. Angestellter beim Hessischen Landesmuseum in Darmstadt, Geologisch-Paläontologische und Mineralogische Abteilung, 61 Darmstadt, Friedensplatz 1.
- Dr. DIERK HENNINGSSEN, Geologisch-Paläontologisches Institut der Justus Liebig-Universität, 63 Gießen, Landgraf Philipp-Platz 4–6.
- Professor Dr.-Ing. ULRICH HOFMANN, Anorganisch-Chemisches Institut der Universität Heidelberg, 69 Heidelberg, Tiergartenstr. 2.
- Dr. WOLFGANG KREBS, Institut für Geologie und Technische Gesteinskunde der Technischen Hochschule Darmstadt, 61 Darmstadt, Alexanderstr. 35.
- Dr. EBERHARD KÜMMERLE, Geologe im Hessischen Landesamt für Bodenforschung, 62 Wiesbaden, Leberberg 9–11.
- Professor Dr. FRITZ KUTSCHER, Oberregierungsgeologe und Abteilungsleiter beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, 62 Wiesbaden, Leberberg 9–11.
- Dr. GEORG MATTHES, Diplom-Geologe, Regierungsgeologe im Hessischen Landesamt für Bodenforschung, 62 Wiesbaden, Leberberg 9–11.
- Professor Dr. Dr.-Ing. HANS D. PFLUG, Geologisch-Paläontologisches Institut der Justus-Liebig-Universität, 63 Gießen, Landgraf-Philipp-Platz 4–6.
- Dr. ARNOLD RABIEN, Regierungsgeologe im Hessischen Landesamt für Bodenforschung, 62 Wiesbaden, Leberberg 9–11.
- Dr. KONRAD REUL, Diplom-Geologe, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, 62 Wiesbaden, Leberberg 9–11.
- Dr. ERWIN SCHENK, Diplom-Geologe, Leiter der Geologischen Forschungsstelle des Zweckverbandes Oberhessische Versorgungsbetriebe Friedberg/Hessen, 63 Gießen, Professorenweg 6.
- Dr. ARNO SEMMEL, Diplom-Geologe, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, 62 Wiesbaden, Leberberg 9–11.
- Dr. WILFRIED STEGEMANN, Diplom-Geologe, c/o. Continental Oil Company of Germany, 3 Hannover, Schmiedestr. 8.
- Dr. FRANZ TABORSZKY, Diplom-Mineraloge, Konservator im Mineralogischen Institut der Universität Freiburg i. Br., Hebelstr. 40.
- Professor Dr. HEINZ TOBIEN, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Mainz, 65 Mainz, Saarstr. 21.
- Dr. ECKART WALGER, Diplom-Geologe, Privatdozent am Geologisch-Paläontologischen Institut und Museum der Universität Kiel, 23 Kiel, Olshausenstr. 40/60.
- LUTZ WERDING, Diplom-Geologe, Geologisch-Paläontologisches Institut der Justus Liebig-Universität, 63 Gießen, Landgraf Philipp-Platz 4–6.
- ERICH WIESNER, Diplom-Geologe, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Frankfurt, 6 Frankfurt a. Main, Senckenberg Anlage 32.

Schriftleitung

Für die Redaktion verantwortlich:  
Professor Dr. FRITZ KUTSCHER  
Oberregierungsgeologe 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, 104 Abbildungen, 27 Tabellen, 27 Tafeln, 1963. . . . .           | 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 Taxonomie 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 Neckarschwemmland 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 rhenoheryznischen 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.: Gelogische 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 Triasablaagerungen und ihrer Erzvorkommen am Rheinischen Schiefergebirge, neue Wirbeltierreste und das Chirotheriuprobem. 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.: Ulmen-Gruppe 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 Taf. . . . . 6,80 DM
- Heft 38: ZIEGLER, W.: Taxonomie 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., R. HUCKRIEDE & V. JACOBSHAGEN: 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 . . . . .
- Heft 47: HÖLTING, B. & STENGEL-RUTKOWSKI, W.: Beiträge zur Tektonik des nordwestlichen Vorlandes des basaltischen Vogelsberges, insbesondere des Amöneburger Beckens. 1964. 35 S., 2 Taf. . . . .
- Heft 48: DIEDERICH, G., LAEMMLER, M. & VILLWOCK, R.: Das obere Biebental im Nordspessart. Neugliederung des Unteren Buntsandstein, Exkursionsführer und geologische Karte. Im Druck.

### 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 Bergbaugebiete 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

### 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. 1962. Aus: Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 34, 1961 . . . . . 5,— 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

### Allgemeine Vorbemerkungen zu den Tafeln 1-2

Locus typicus der Fig. 1-24: Bahnaufschluß am nördlichen Ausläufer der Alpliede, östlich Großalmerode.

Stratum typicum der Fig. 1-2: Untere Schneckenschicht des obersten Mittleren Muschelkalks.

Stratum typicum der Fig. 3-24: Mittlere Schneckenschicht des obersten Mittleren Muschelkalks.

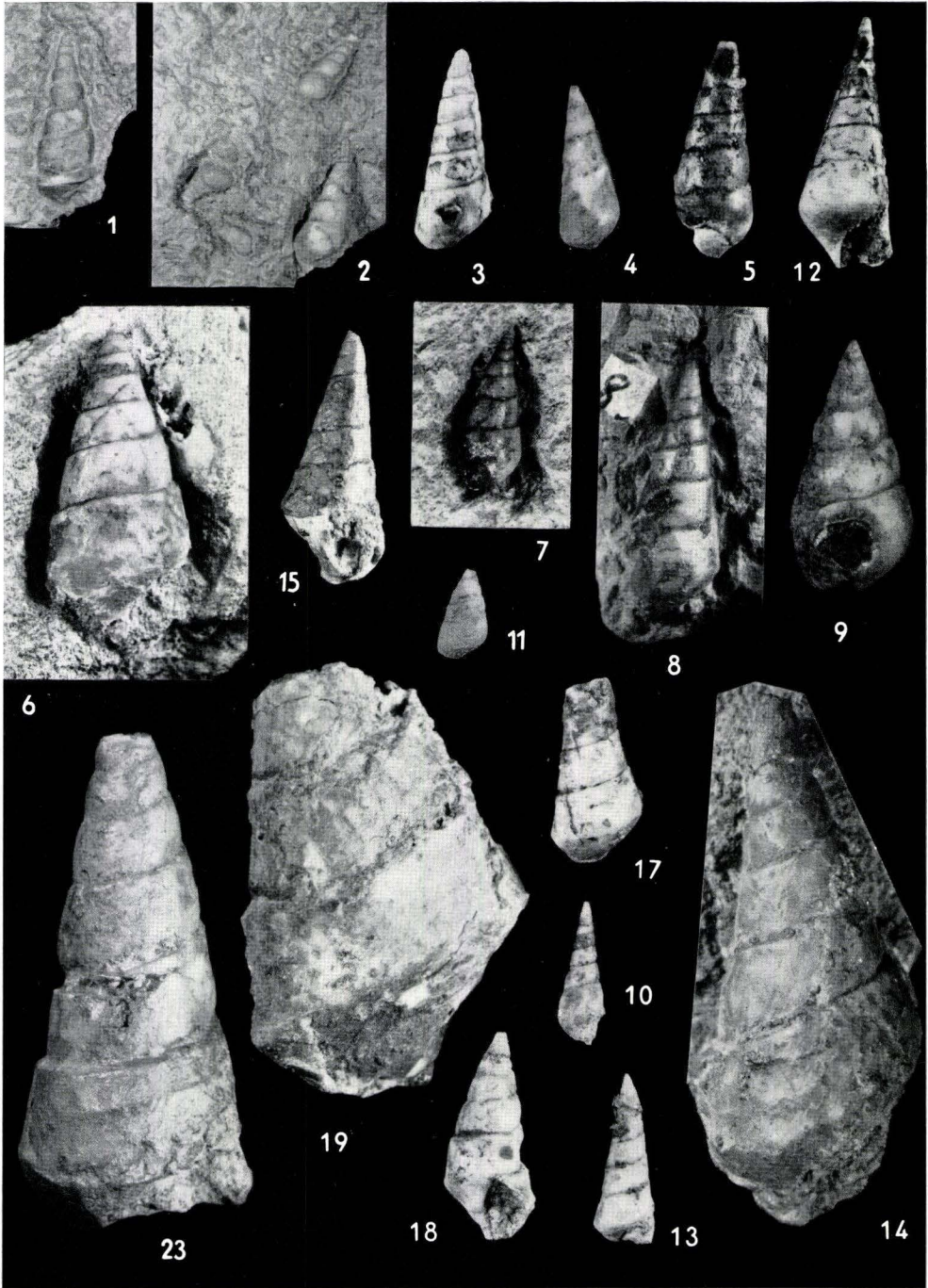
Locus typicus der Fig. 25-26: Ehemaliges Kalkwerk am Eisenberg-West bei Hessisch-Lichtenau.

Stratum typicum der Fig. 25-26: Undularien-Schichten des Trochitenkalkes (mo 1) im weiteren Sinne.

Sämtliche abgebildeten Stücke gehören der Sammlung Busse an.

Tafel 1

- Fig. 1. *Undularia (Stereokion) hohensteini* GRUBER typ.  
1,6 ×
- Fig. 2. *Undularia (Stereokion) hohensteini* GRUBER typ.  
0,7 ×
- Fig. 3. *Undularia (Stereokion) hohensteini* GRUBER typ.  
1,2 ×
- Fig. 4. *Undularia (Stereokion) hohensteini* GRUBER typ. juv.  
2,3 ×
- Fig. 5. *Undularia (Stereokion) hohensteini* GRUBER typ.  
1,4 ×
- Fig. 6. *Undularia (Stereokion) hohensteini* GRUBER var. *brevis* HOH.  
1,1 ×
- Fig. 7. *Undularia (Stereokion) hohensteini* GRUBER var. *conoidea* HOH.  
1 ×
- Fig. 8. *Undularia (Stereokion) hohensteini* GRUBER var. *conoidea* HOH.  
1,4 ×
- Fig. 9. *Undularia (Stereokion) hohensteini* GRUBER var. *conoidea* HOH.  
2 ×
- Fig. 10. *Undularia (Stereokion) hohensteini* GRUBER var. *gracilis* nov. subsp.  
1 ×
- Fig. 11. *Undularia (Stereokion) mediocalcis* HOH.  
1 ×
- Fig. 12. *Undularia* (s. str.) *posttenuicarinata* n. sp. — Holotyp —  
1,1 ×
- Fig. 13. *Protorcula grandis* n. sp. — Holotyp —  
1,1 ×
- Fig. 14. *Pustularia tenuinodosa* n. sp. — Holotyp —  
2 ×
- Fig. 15. *Pustularia tenuinodosa* n. sp.  
1,1 ×
- Fig. 17. *Pustularia tenuinodosa* n. sp.  
1,2 ×
- Fig. 18. *Pustularia robustocarinata* n. sp. — Holotyp —  
1,2 ×
- Fig. 19. *Pustularia pseudoacuticarinata* n. sp. — Holotyp —  
1,3 ×
- Fig. 23. *Pustularia alpsliedeensis* n. sp.  
2,7 ×



Tafel 2

Fig. 16. *Pustularia tenuinodosa* n. sp.  
1,1 ×

Fig. 20. *Pustularia pseudoacuticarinata* n. sp.  
1,2 ×

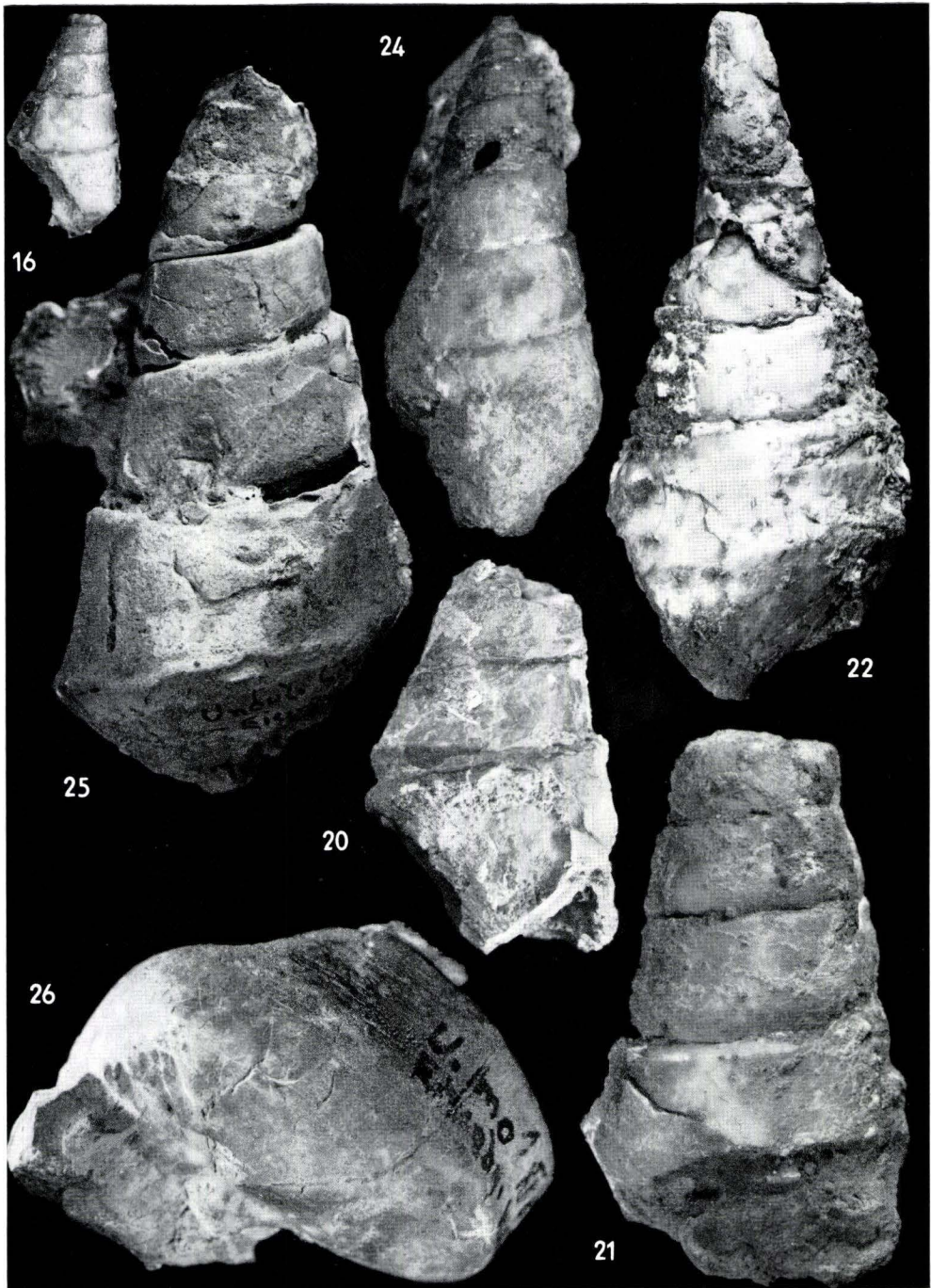
Fig. 21. *Pustularia pseudoacuticarinata* n. sp.  
1,3 ×

Fig. 22. *Pustularia alpsliedeensis* n. sp. — Holotyp —  
1,2 ×

Fig. 24. *Pustularia* (?) *loxonematiiformis* n. sp. — Holotyp —  
2,4 ×

Fig. 25. *Pustularia* (?) sp. Steinkern.  
1 ×

Fig. 26. *Pustularia* (?) sp. Steinkern.  
1,2 ×





Tafel 3

Fig. 1. *Conularia tulipina* R. & E. RICHTER.

Holotypus: Senck.-Mus. XIV 5a.

Fundort: Bundenbach.

1 a. Aufsicht. 4/5. Pyramide mit den 4 Mündungslappen.

1 b. Skulptur von der in 1 a mit × bezeichneten Stelle. 8/1.

1 c. Röntgenbild, spiegelbildlich zu 1 a. Etwa 4/5.

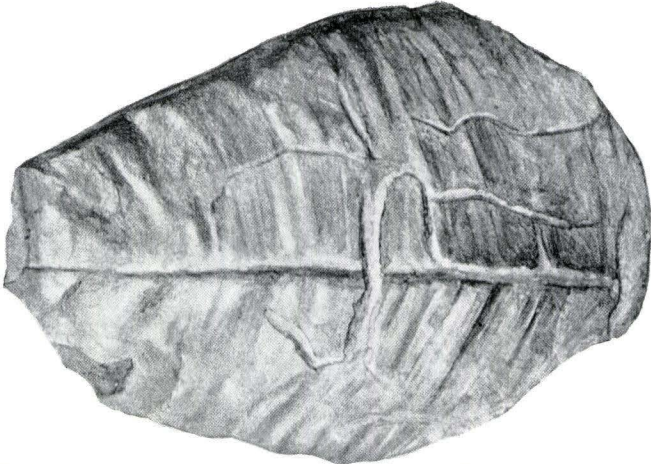
Übernommen aus R. & E. RICHTER 1930, S. 156, Abb. 1 a, 1 b, 1 c.

Fig. 2. *Conularia mediorhenana* A. FUCHS.

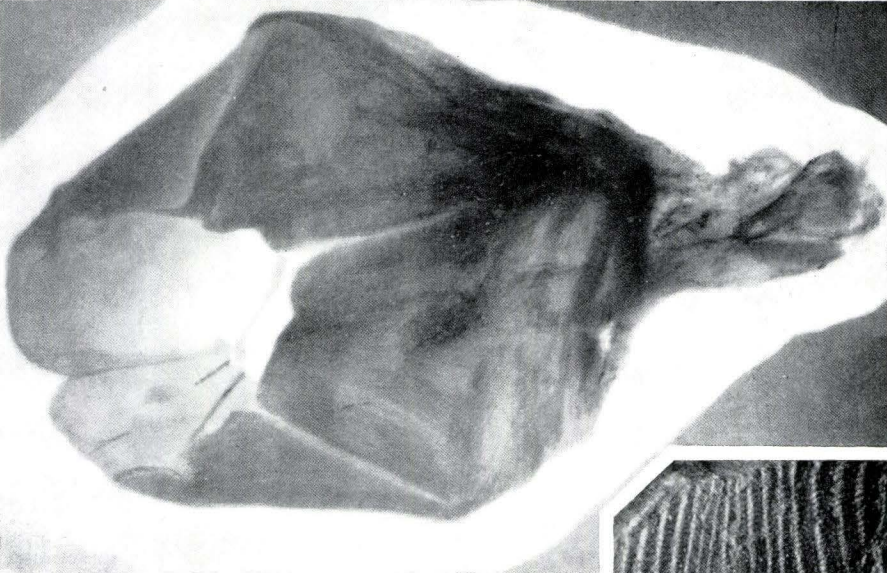
Skulptursteinkern des Holotyps.

Fundort: Grube Gottes Segen im Auelsinn bei Weisel im Dachschiefer des Kauber Horizontes.

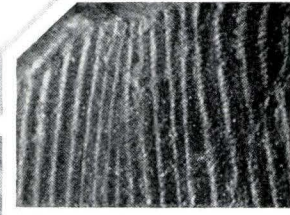
Übernommen aus A. FUCHS 1915, Taf. 14 Fig. 12.



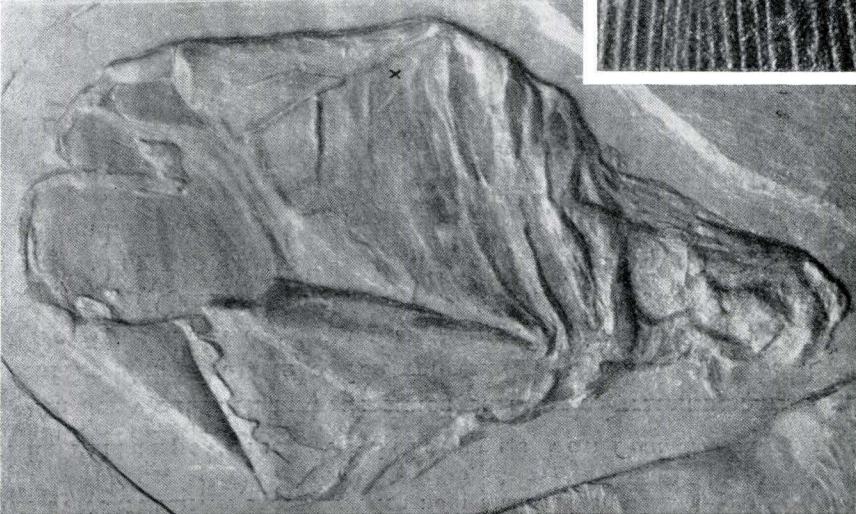
2



1c



1b



1a

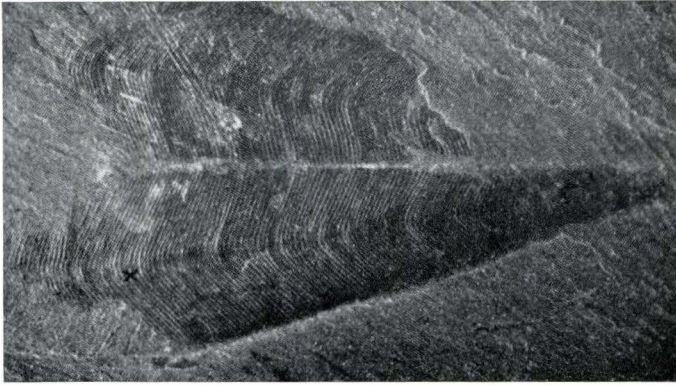
Tafel 4

- Fig. 3. *Conularia bundenbachia* R. & E. RICHTER.  
Aufsicht, 2 Seiten der Pyramide. 2/3.  
Mit tierischen Ansiedlungen.  
Fundort: Bundenbach.

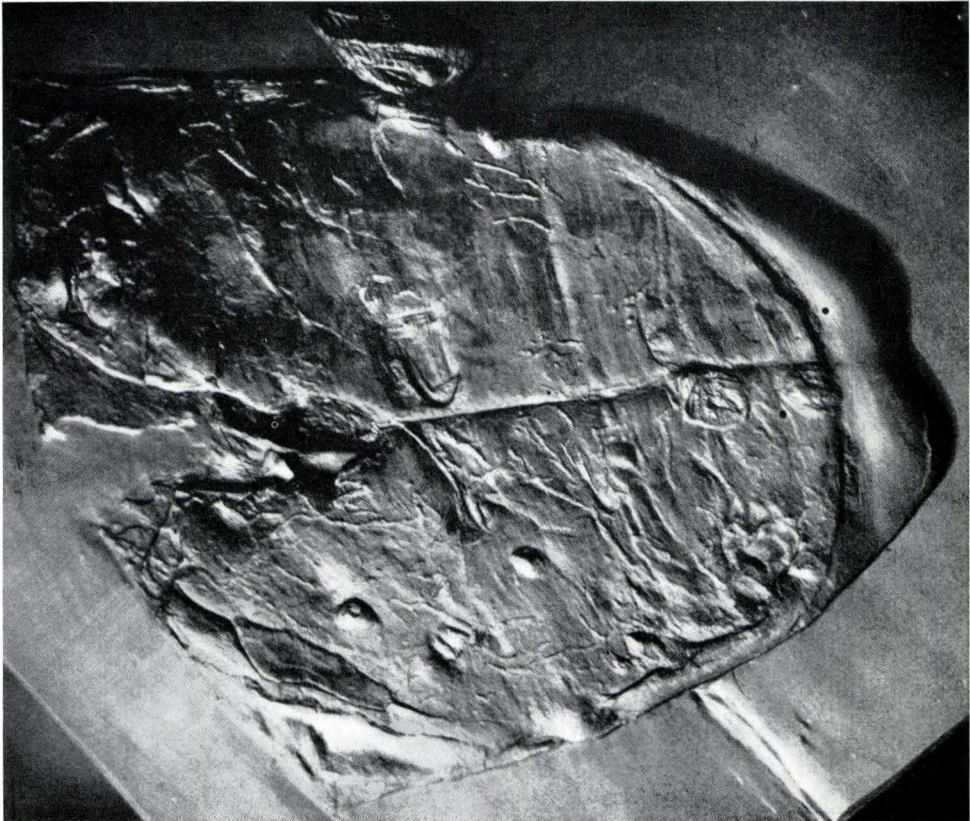
Übernommen aus OPITZ 1934, S. 464, Abb. 1.

- Fig. 4. *Conularia gemuendina* R. & E. RICHTER.  
Holotypus.  
2 Seiten der Pyramide. 1/1.  
Fundort: Gemünden.

Übernommen aus R. & E. RICHTER 1930, S. 166, Abb. 4a.



4



3

## Tafel 5

All figures  $\times 200$ , except for figure 8.

a, b = side views, c = apertural view, except for figure 1.

All the individuals are from sample Bu 3 of Budenheim, except that of figure 7, which is from the collections of Dr. H. HILTERMANN, Hannover.

Figs. 1 a, b. *Nonion granosum* (D'ORBIGNY), a = side view, b = apertural view.

Fig. 2. *Nonion* sp., type intermediate between *Nonion granosum* and *Nonion demens*.

Figs. 3 a, b. *Nonion demens* n. sp., paratype.

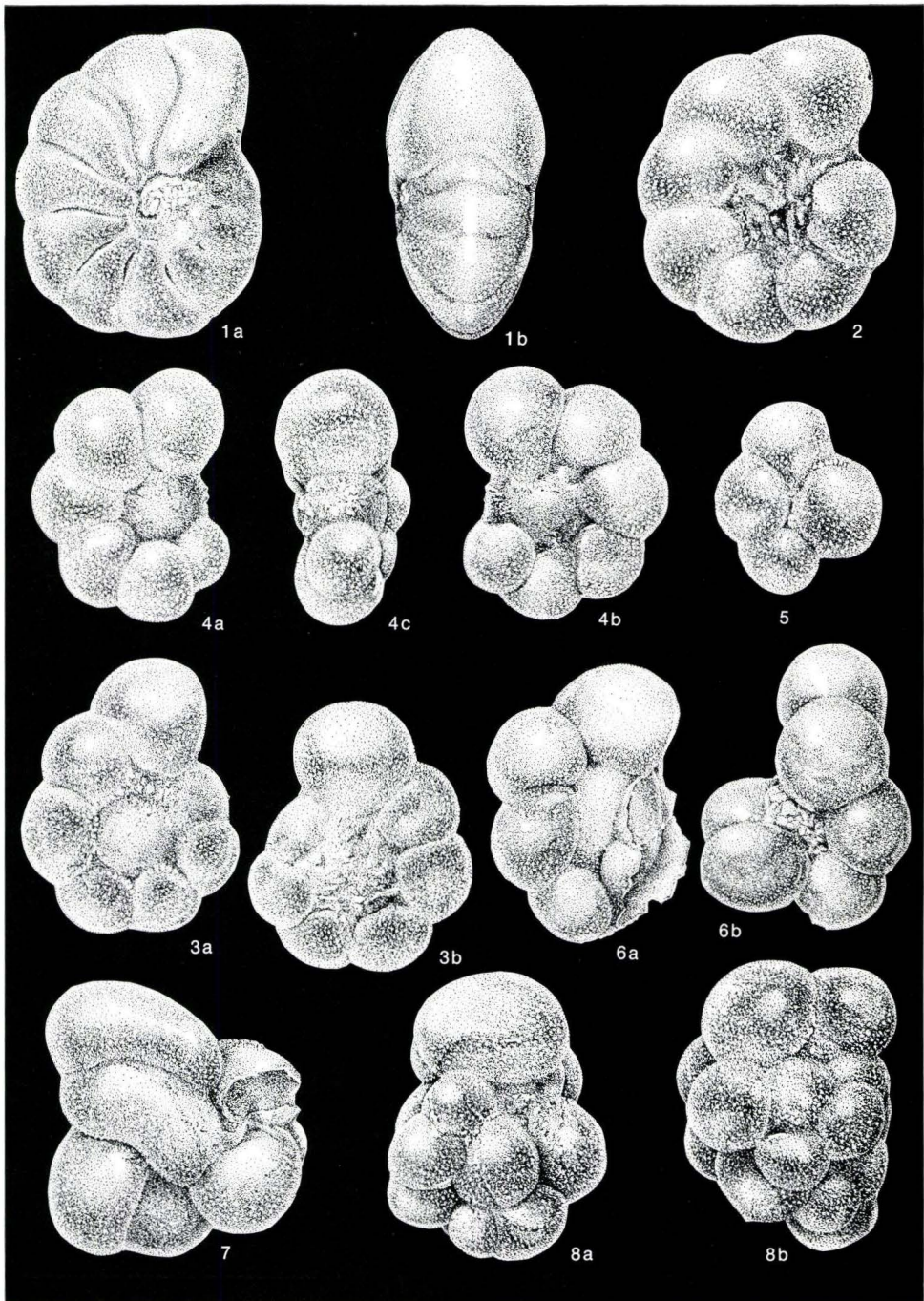
Figs. 4 a, b, c. *Nonion demens* n. sp., holotype.

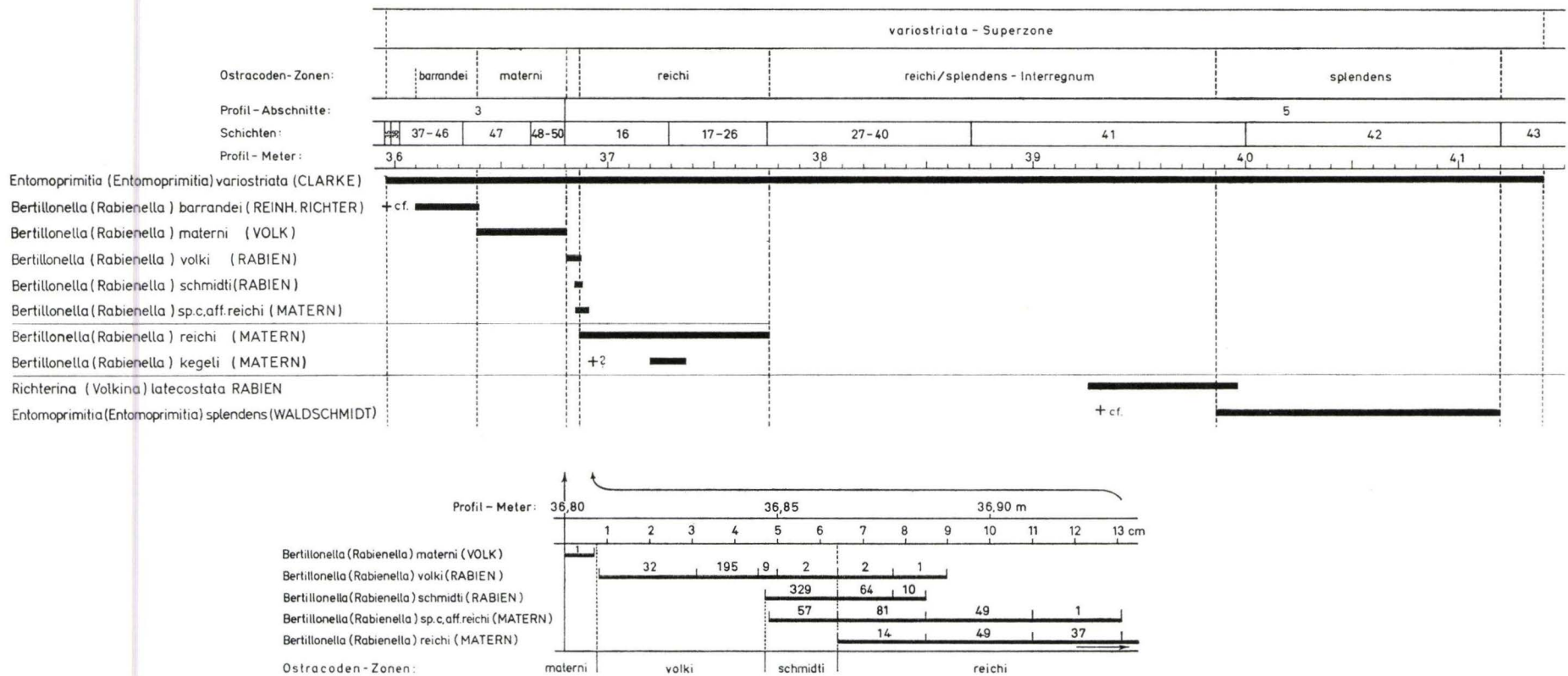
Fig. 5. *Nonion demens* n. sp. var. I.

Figs. 6 a, b. *Nonion demens* n. sp. var. II; the individual became damaged before the second drawing was completed.

Fig. 7. *Nonion demens* n. sp. var. III. From the collections of Dr. H. HILTERMANN, sample No. 28125.

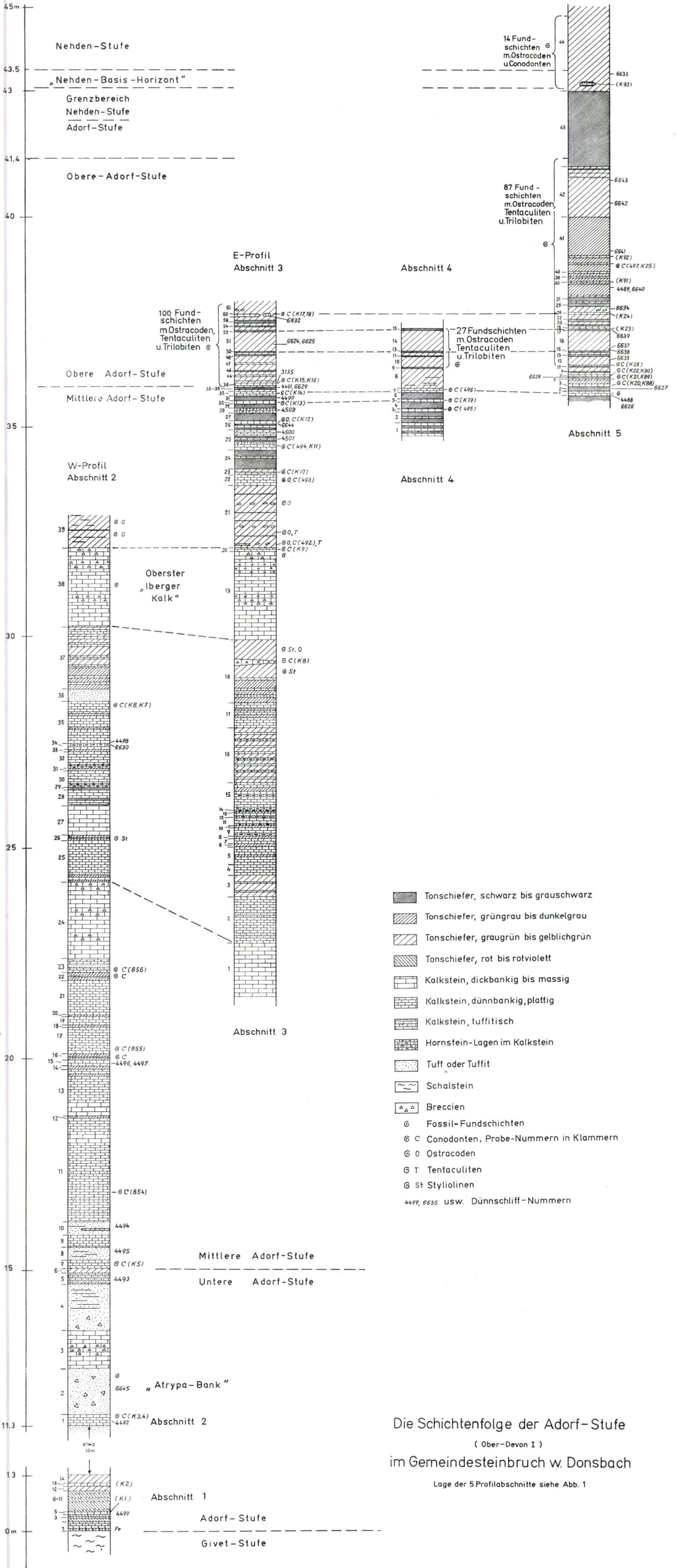
Figs. 8 a, b. *Nonion demens* n. sp. var. III ( $\times 144$ ).



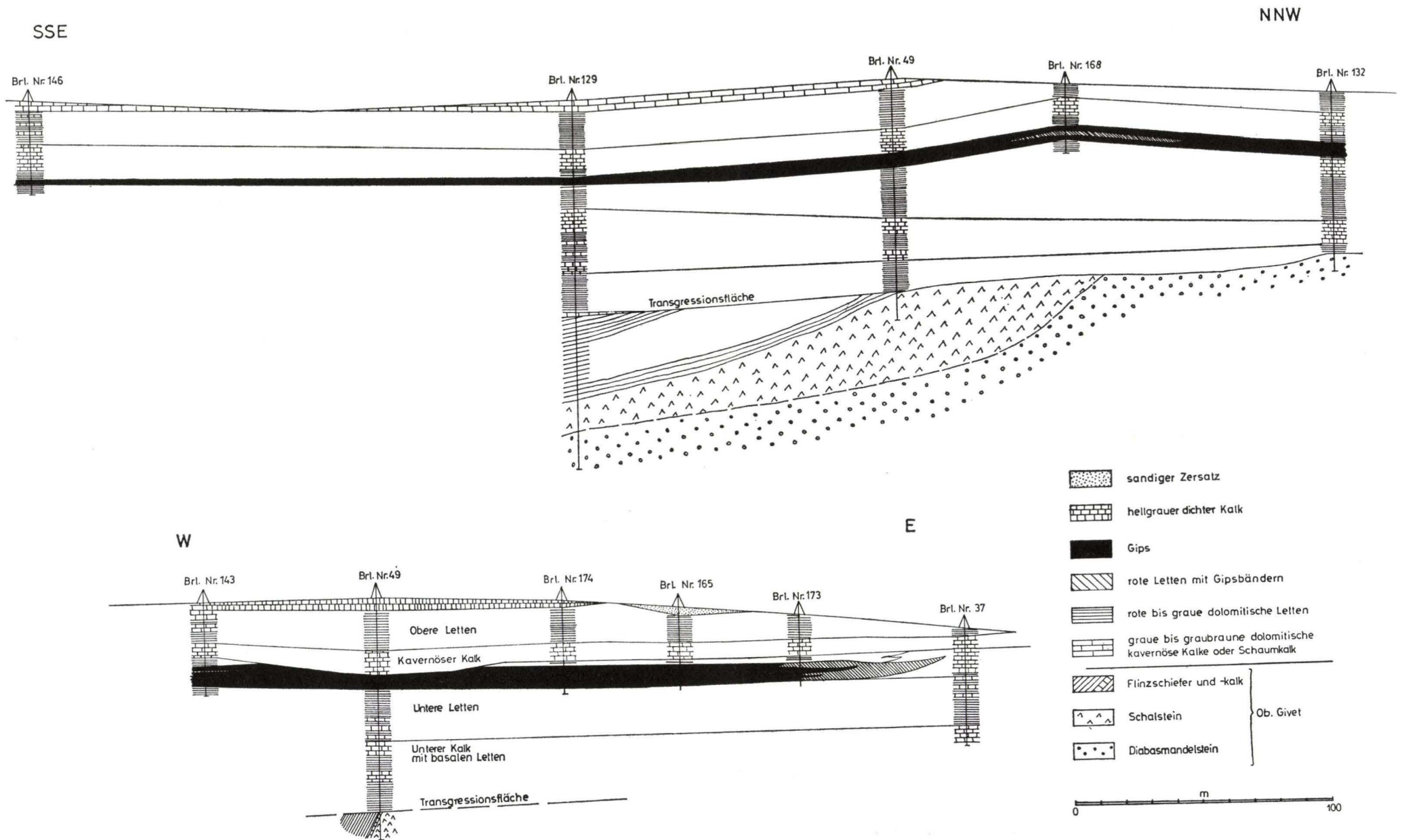


**Ostracoden-Leitarten der Oberen Adorf-Stufe im Gemeindesteinbruch Donsbach.**

Im unteren Teil der Tafel ist der Übergangshorizont zwischen der *materni*- und *reichi*-Zone vergrößert dargestellt. In diesem Ausschnitt sind die Verbreitung der Leitarten und die Bestimmungszahlen aus den Abschnitten 3, 4 und 5 kombiniert. Näheres siehe S. 93-98.



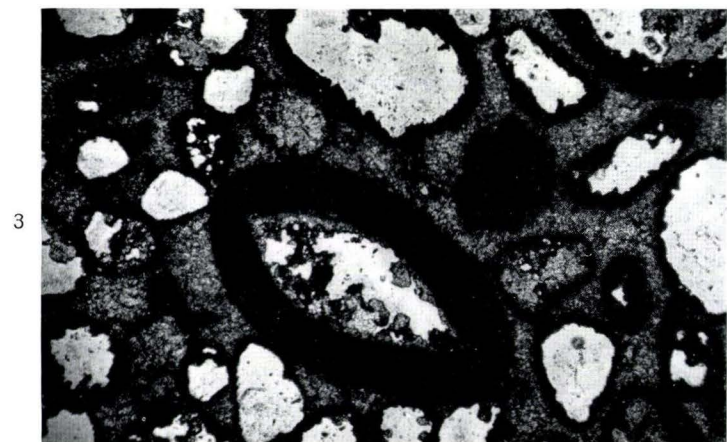
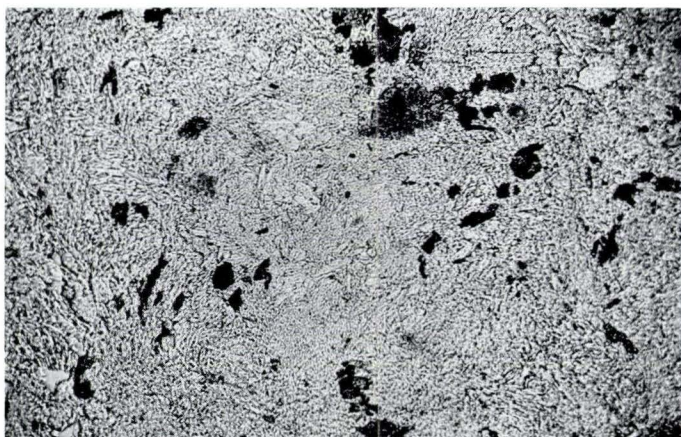
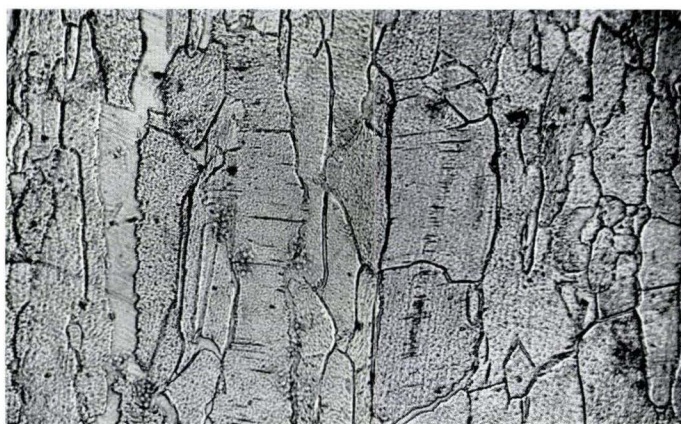
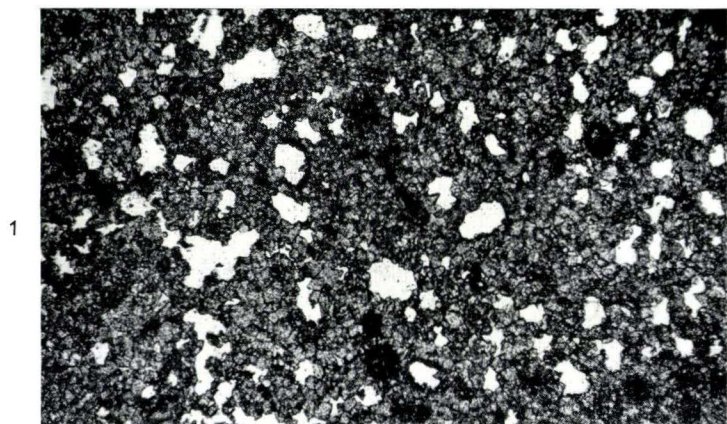




Geologische Profile der Gipslagerstätte am Foggenberg bei Adorf/Waldeck

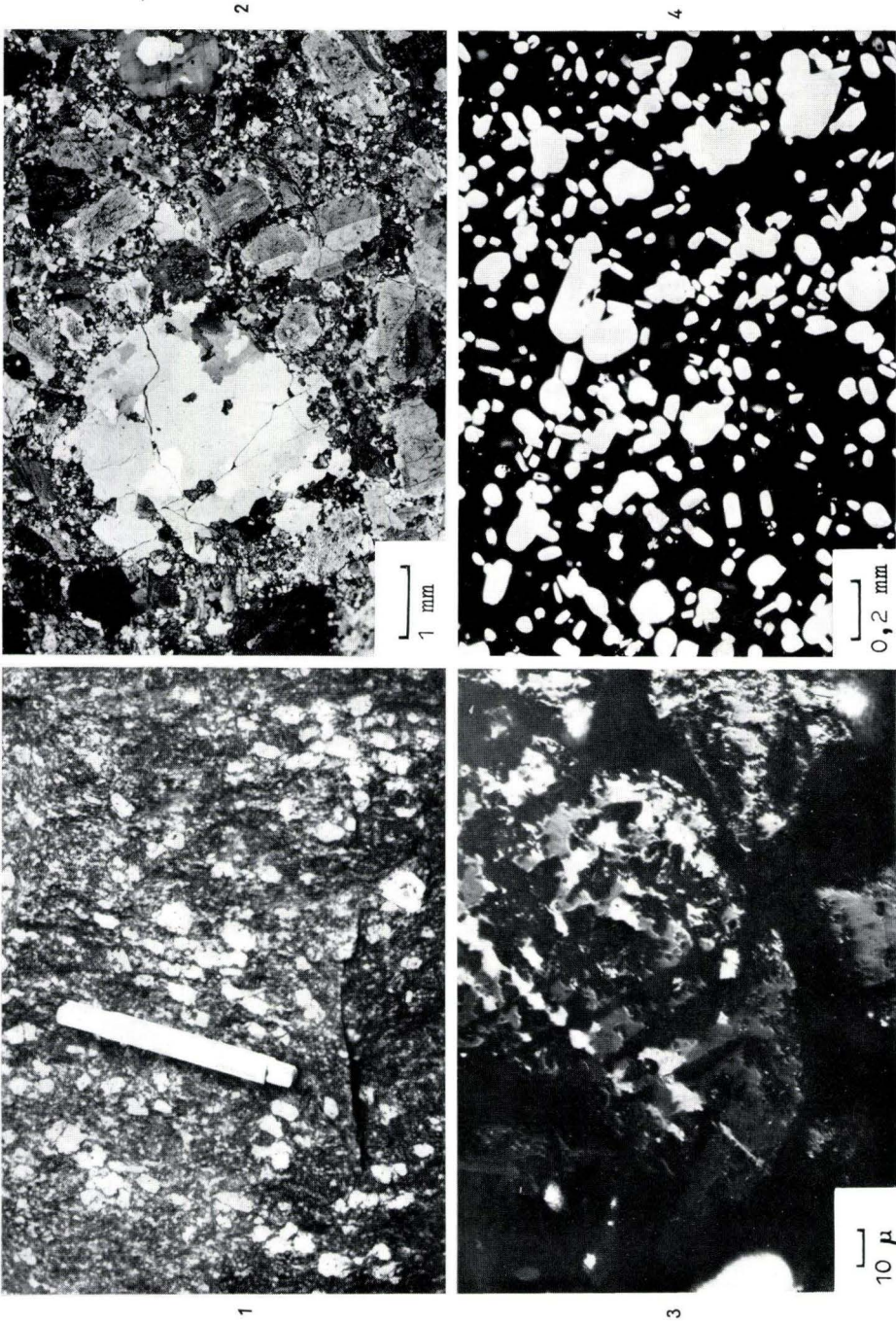
## Tafel 9

- Fig. 1. Dolomitischer Schaumkalk mit feinkörniger Karbonatgrundmasse, opakem Limonit in unregelmäßiger fleckiger oder diluter Verteilung und weißen Poren. Bohrung Christiane 131, 15 m. Dünnschliff, ohne Analysator, Vergrößerung 100 ×.
- Fig. 2. Sandiger, dolomitischer Kalkstein mit einer Lage von feinkörnigem Quarz-Karbonatsediment und einer Lage von durch opakem Limonit gekennzeichneten, vielfach jedoch zerstörten Kalzitoiden in einer feinkörnigen hellen Kalzitgrundmasse. Bohrung Christiane 86, 9,5 m, Dünnschliff, ohne Analysator, Vergrößerung 100 ×.
- Fig. 3. Schillkalk mit einem Brauneisen-Karbonatoid in feinkörniger Kalzitgrundmasse und hellen Kavernen. Steinbruch Hubertus bei Borntosten. Dünnschliff, ohne Analysator, Vergrößerung 100 ×.
- Fig. 4. Fasergips mit Anordnung der Individuen senkrecht zur Schichtung und deutlichen Spaltrissen parallel dazu. (ss = oberer und unterer Bildrand). Stollen der Hühnengrube bei Borntosten. Dünnschliff, ohne Analysator, Vergrößerung 100 ×.
- Fig. 5. Farbloser, feinkörniger Gips mit Einschlüssen von opakem Hämatit, rötlicher Gips vom Foggenberg, bei Adorf/Waldeck. Dünnschliff, ohne Analysator, Vergrößerung 100 ×.
- Fig. 6. Farbloser, feinkörniger Gips mit parallel zur Schichtung eingelagerten Schwaden dunkler Tonsubstanz, braungrauer Gips vom Foggenberg bei Adorf/Waldeck. Dünnschliff, ohne Analysator, Vergrößerung 100 ×.



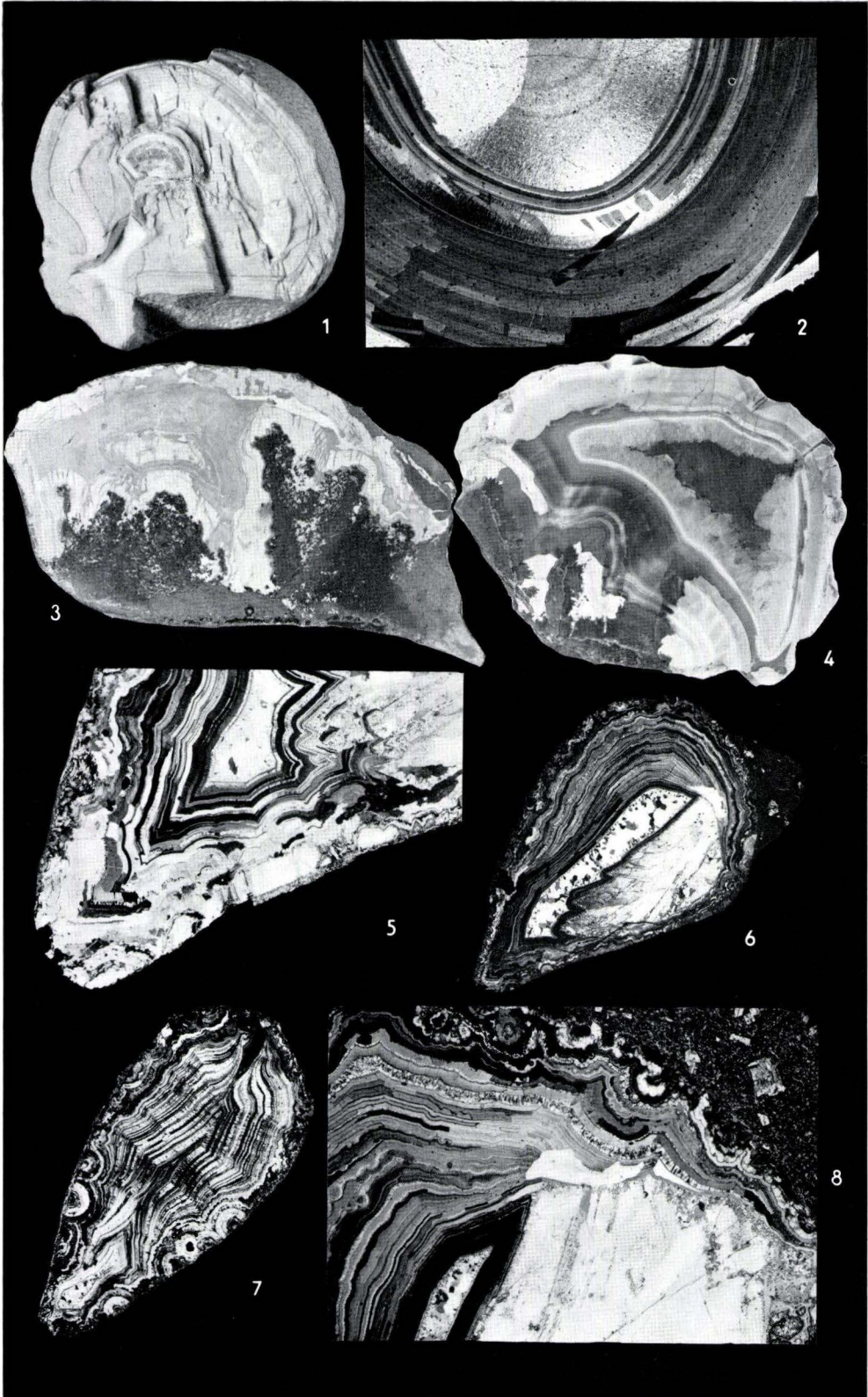
## Tafel 10

- Fig. 1. Gesteinsplatte von Biotitflasergneis (aus BOSSDORF, 1961). Mikroklin-Megablasten zeigen im grobkristallinen, biotitreichen Gneis eine Wachstumsregelung an. Maßstab im Bild.
- Fig. 2. Mikroaufnahme eines Gesteinsdünnschliffes von der Neunkircher Höhe. Zwischen großen blastischen Feldspäten und Quarzen ein feinkörniges Quarz-Feldspat-Eutektikum. Vergr.  $11\times$ , Nicols gekreuzt.
- Fig. 3. Anschliffbild eines Martit-Körnerpräparates. In der Mitte ein großes, vollständig martitisiertes Magnetitkorn. Martitbildung gitterförmig nach (111) in verschiedenen Auslöschungsstellungen. Man beachte die schwammige Struktur der Körner. Vergr.  $600\times$ , Nicols z. T. gekreuzt.
- Fig. 4. Apatitkörnerpräparat. Man kann deutlich zwei Schwerpunkte der Kristallgrößen feststellen, Vergr.  $45\times$ , Nicols gekreuzt.



Tafel 11

- Fig. 1. Calcit-Achat, Fundort: Stbr. Juchem, im Fischbachtal bei Kirn a. d. Nahe. Bruchstück, etwa  $\frac{8}{10}$  natürl. Größe.
- Fig. 2. Dünnschliff durch das auf Fig. 1. dargestellte Stück, etwa parallel zu der dort sichtbaren Bruchfläche.  
Vergr.:  $3,8\times$ , Nikols gekreuzt.
- Fig. 3. Calcit-Achat, Fundort: Stbr. Setz, an der Weiherschleife b. Idar-Oberstein. Anschliff; etwa  $\frac{7}{10}$  natürl. Größe.
- Fig. 4. Achatmandel, Fundort: Stbr. Setz, an der Weiherschleife bei Idar-Oberstein. Anschliff; etwa  $\frac{4}{10}$  natürl. Größe; Calcit mit Alizarin-S-Lösung rot gefärbt.
- Fig. 6. Calcit-Achat. Fundort: Felsen am Hang oberhalb der Dampfschleife b. Idar-Oberstein.  
Senkrechter Dünnschliff durch eine vollständige Mandel in natürlicher Orientierung, Vergr.:  $1,6\times$ , Nikols gekreuzt.
- Fig. 5 u. 8. Ausschnitte aus einem Parallel-Dünnschliff zu dem in Fig. 6 abgebildeten; Nikols gekreuzt.
- Fig. 5. Vergr.:  $3,6\times$ .
- Fig. 8. Vergr.:  $5,6\times$ .
- Fig. 7. Calcit-Achat, Fundort: Felsen am Hang oberhalb der Dampfschleife b. Idar-Oberstein.  
Senkrechter Dünnschliff durch eine vollständige Mandel in natürlicher Orientierung; Vergr.:  $3,5\times$ , Nikols gekreuzt.

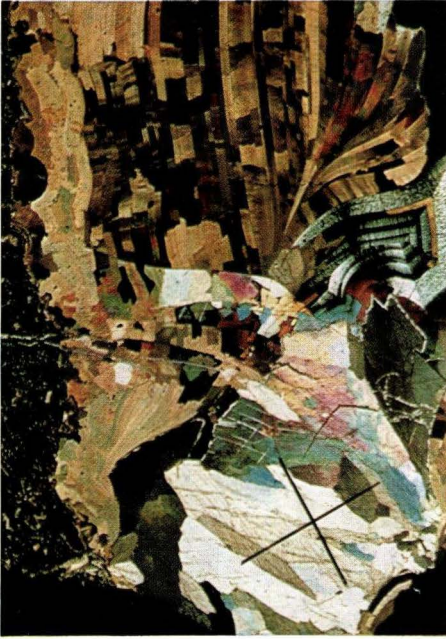


**Tafel 12**



## Tafel 12

- Fig. 1. Calcit-Achat, Fundort: Stbr. Setz, an der Weiherschleife b. Idar-Oberstein. Anschliff; etwa natürl. Gr.
- Fig. 2–4. Dünnschliff durch das in Fig. 1 dargestellte Stück, parallel zur Anschliffebene, Vergr.:  $3\times$ .
- Fig. 2 u. 4. Polarisator, Spur der Schwingungsebene durch schwarze Gerade markiert.
- Fig. 3. Nikols gekreuzt.



3



1



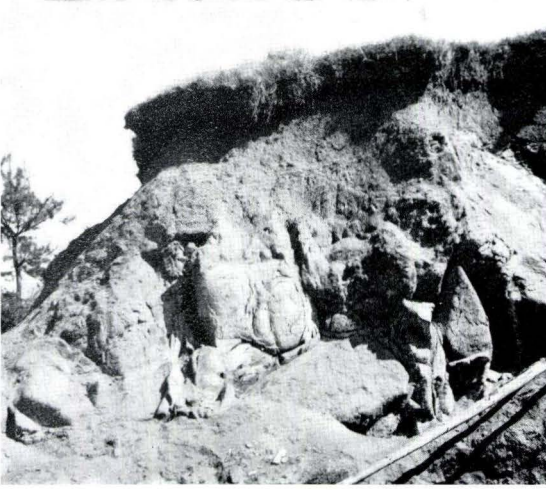
4



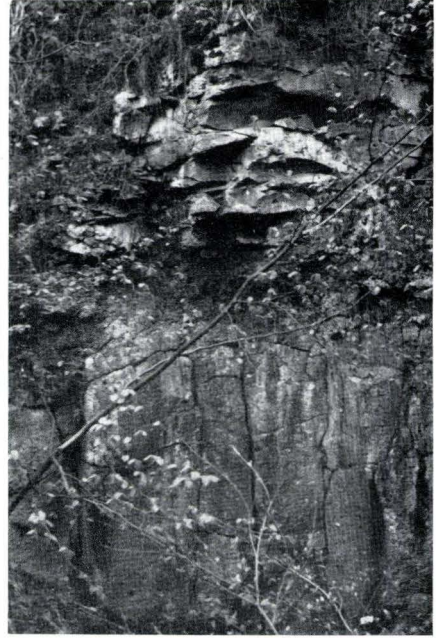
2

### Tafel 13

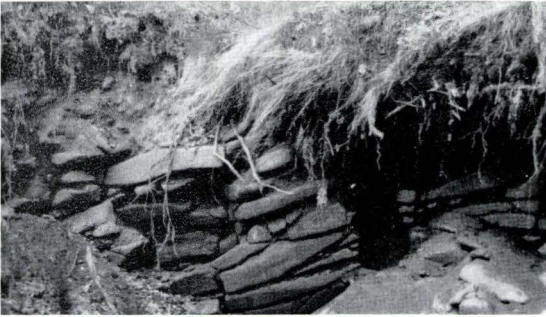
- Fig. 1. Autohydrothermal zersetzter feldspatreicher Basalt (Trapp) mit viel Bolus (Montmorillonitzeit) im Tälchen bei Allertshausen. Steinbruch westlich des Ortes.
- Fig. 2. u. 3. Bauxitisierte Schlackenlage zwischen feldspatreichem Basalt (Trapp) im Liegenden und Olivinbasalt im Hangenden. Steinbruch am Rand der Hochfläche südlich von Odenhausen.
- Fig. 4. Plattiger Olivinbasalt im Hangenden des feldspatreichen Basaltes (Trapp). Steinbruch östlich des Buchkopfes.
- Fig. 5. Lavastrom aus Olivinbasalt im Krebsbachtal nördlich von Beuern mit Schlacken im Dach und an den Flanken. Grob angedeutete plattig-säulige Absonderung; rechts eine kleine Abschiebung.



1



2



4



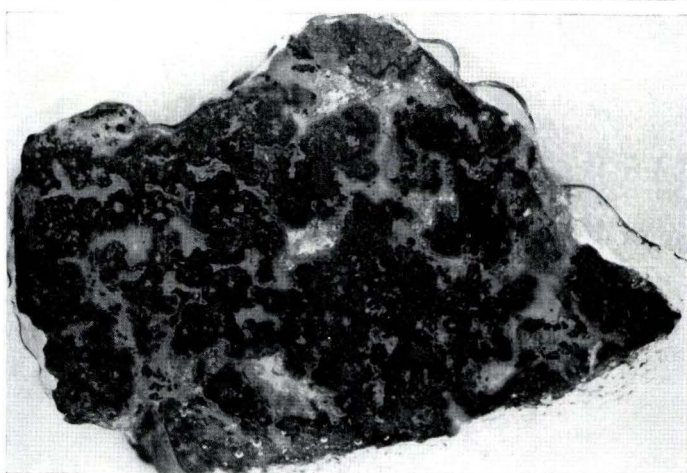
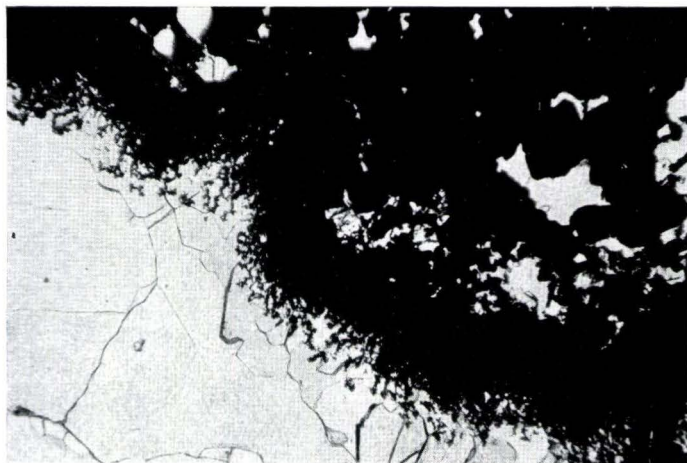
3



5

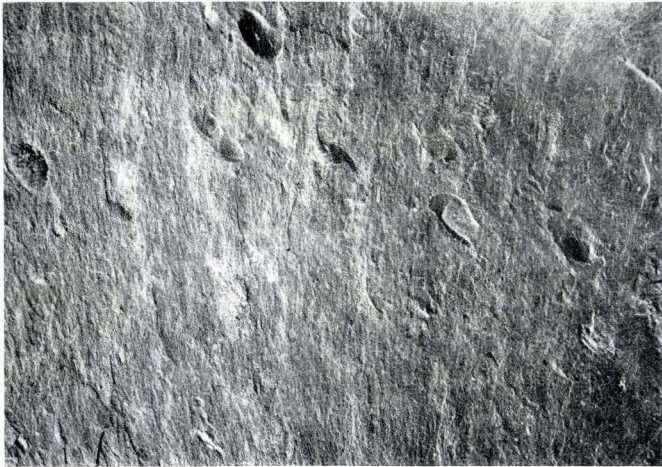
Tafel 14

- Fig. 1. Randzone einer Zinnoberputze mit feinen Imprägnationszonen von opakem Zinnober in Kalzit.  
Dünnschliff ohne Analysator,  
Vergrößerung 100×.
- Fig. 2. Rundliche Putzen von rotem Zinnober in heller bis gelblicher, eisenreicher Karbonatgrundmasse.  
Großanschliff,  
Vergrößerung 3×.
- Fig. 3. Rot-durchscheinendes Zinnoberaggregat (dunkelgrau) mit Resten von weißem Karbonat in der Innenzone und einer Pseudomorphose nach würfeligem Pyrit.  
Dünnschliff ohne Analysator,  
Vergrößerung 100×.

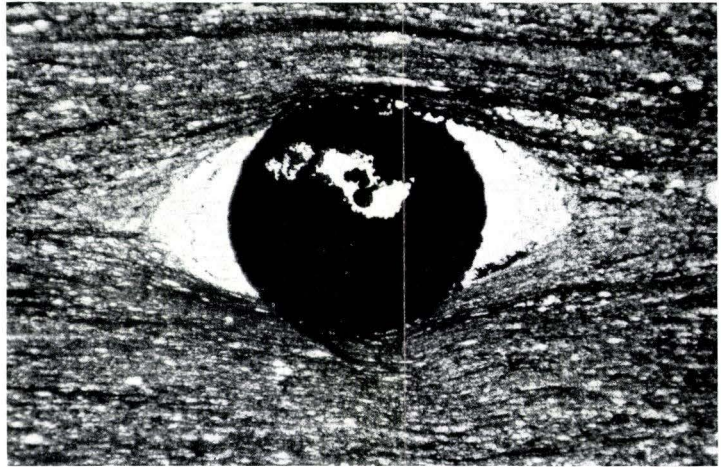


Tafel 15

- Fig. 1. *Kleinwüchsige Lamellibranchiaten*. Ca. 1/1. Oberflächenaufnahme. Schieferung und Schichtung fast parallel. Darstellung einer marktgängigen Dachschieferplatte von der Kaisergrube in Gemünden; den Lagerbeständen auf der Halde wahllos entnommen.
- Fig. 2. Mikroskopische Aufnahme eines Querschnittes durch eine marktgängige Dachschieferplatte der Kaisergrube von Gemünden mit einer geschnittenen *Novakia*.  
Vergrößerung 61/1. Schliffmaterial oben beschriebener Dachschieferplatte entnommen. Im Innern der Dachschieferplatte sind mehrere Novakien eingebettet. Eine eingehende Beschreibung der Schichtung, des Sedimentes, der Art der Einbettung der *Novakia* und ihres stofflichen Aufbaues erfolgt in einer späteren Arbeit.
- Fig. 3 u. 4. *Novakien und andere nicht bestimmte Tierreste*. Vergrößerung 5/1. Oberflächenaufnahme. Schieferung und Schichtung fast parallel. Spülsaum mit zerbrochenen Novakien, zumeist *Novakia fuchsi*. Nicht geregelt.
- Fig. 5. *Lamellibranchiate auf einer Dachschieferplatte*. Ca. 4,5/1. Oberflächenaufnahme. Schieferung und Schichtung fast parallel. Gesammelt auf der Schieferhalde der Kaisergrube in Gemünden.
- Fig. 6. *Dachschieferplatte mit Häutungsresten von Phacops ferdinandi und Stielgliedern von Crinoiden*. Vergrößerung fast 1/1. Oberflächenaufnahme. Schieferung und Schichtung fast parallel. Dachschieferplatte von der Halde der Kaisergrube in Gemünden. Während die Häutungsreste der Trilobiten bei der photographischen Aufnahme gut herauskamen, sind die zahlreichen durcheinanderliegenden Crinoidenstielglieder nur angedeutet sichtbar.



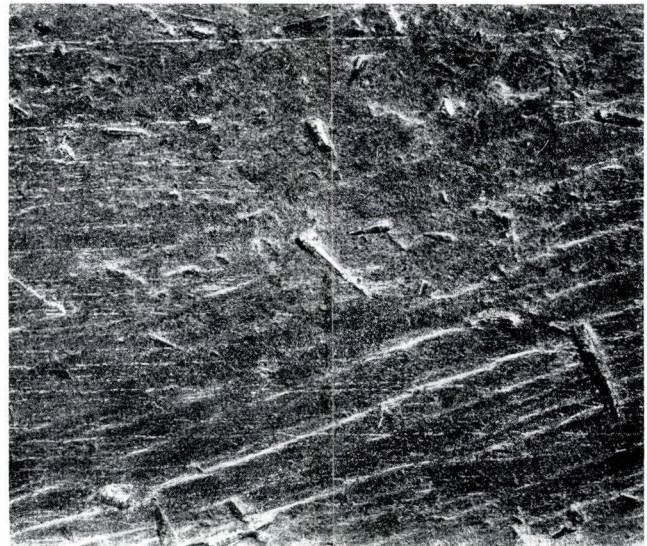
1



2



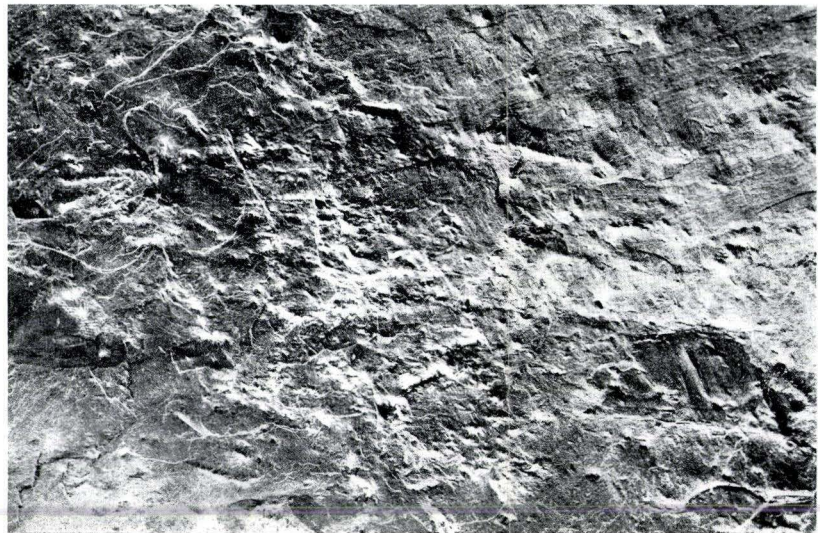
3



4



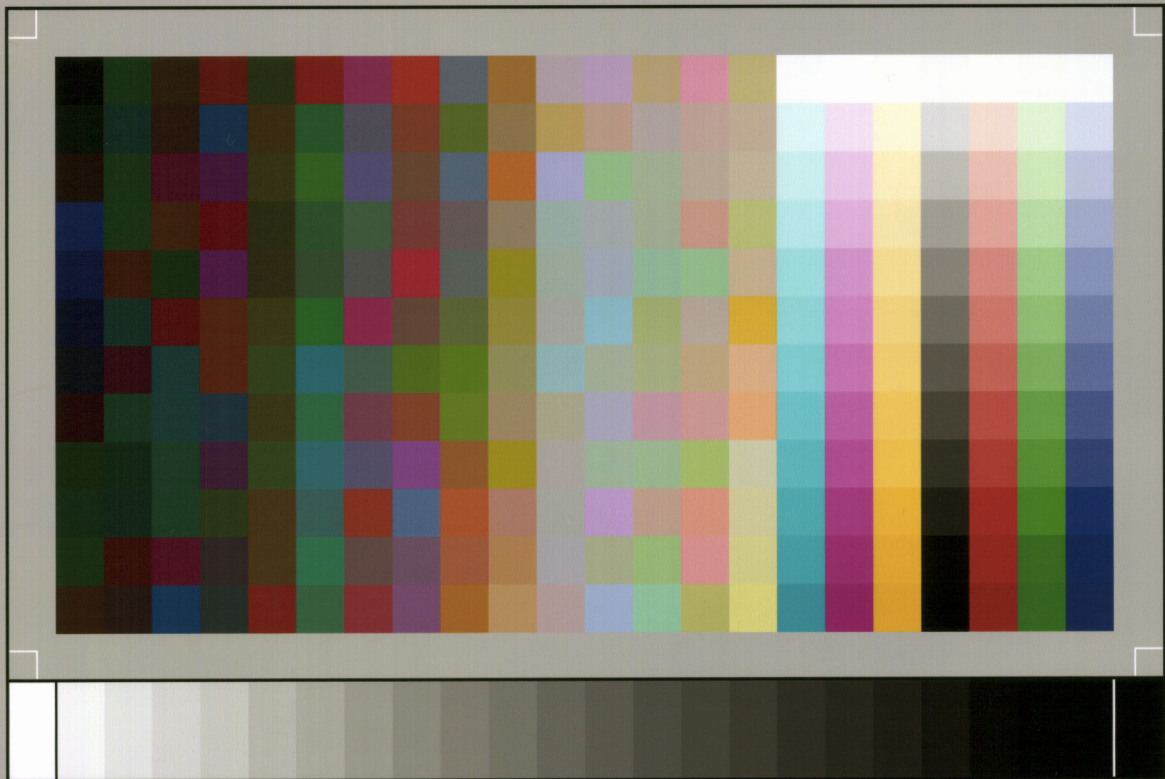
5



6







SP050509001

ScanPrint® *autopilot* Scan Target v2.0