

# Notizblatt des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden

Band 85

Mit 26 Tafeln, 2 Bildtafeln, 100 Abbildungen und 55 Tabellen

Herausgegeben von  
der Direktion des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

Wiesbaden 1957

Im Vertrieb beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, Mainzer Str. 25

# Notizblatt

## des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden

Band 85

Mit 26 Tafeln, 2 Bildtafeln, 100 Abbildungen und 55 Tabellen

Herausgegeben von  
der Direktion des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

Wiesbaden 1957

Im Vertrieb beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, Mainzer Str. 25

Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.	85	S. 1—555	100 Abb.	55 Tab.	26 Taf. + 2 Bildtaf.	Wiesbaden, 15. 6. 1957
------------------------------------	----	----------	----------	---------	-------------------------	------------------------



## Inhaltsverzeichnis

### A. Wissenschaftlicher Teil

#### FRITZ KUTSCHER:

Der Nassauische Verein für Naturkunde zu Wiesbaden. Mit 1 Abbildung . . . . . 7

#### FRITZ KUTSCHER:

Hundertjähriges Bestehen des Standardwerkes der Gebrüder SANDBERGER über nassauische Versteinerungen. Mit 1 Abbildung . . . . . 19

#### WILHELM WEILER:

Fischreste aus dem Tertiär von Epteroide südlich von Großalmerode. Mit 10 Abbildungen 24

#### OTTO H. WALLISER:

Conodonten aus dem oberen Gotlandium Deutschlands und der Karnischen Alpen. Mit 3 Abbildungen, 1 Tabelle und den Tafeln 1-3. . . . . 28

#### JULIUS GÖRGES † & FRANZ GRAMANN:

Gastropoden und Lamellibranchiaten aus dem Melanionton von Borken (Niederhessische Senke). Mit Tafel 4 . . . . . 53

#### HERTHA SIEVERTS-DORECK:

Neufunde von *Diamenocrinus* und *Ctenocrinus* aus der Siegen-Stufe des Siegerlandes. Mit 1 Abbildung . . . . . 62

#### WILLI ZIEGLER:

Das Marburger Gotlandium. Mit 4 Abbildungen . . . . . 67

#### HORST FALKE:

Zur Geologie der Umgebung von Stromberg. Mit 7 Abbildungen und Tafel 5 . . . . 75

#### STEFAN JENTSCH & DIETRICH RÖDER:

Zur Geologie des Taunusquarzits bei Bad Homburg. Mit 2 Abbildungen und Tafel 6 . . 114

#### DIETRICH RÖDER:

Unteres und mittleres Unter-Ems im Liesertal (Unter-Devon, Südost-Eifel). Mit 1 Abbildung und Tafel 7 . . . . . 129

#### ERWIN BUSSE & FRANZ RÖSING:

Aufschlüsse in der Oolithzone bei Oberelsungen und Escheberg (Blatt Wolfhagen) . . . 146

#### HANS D. PFLUG:

Zur Altersfolge und Faziesgliederung mitteleuropäischer (insbesondere hessischer) Braunkohlen. Mit 5 Abbildungen, 9 Tabellen und den Tafeln 8-10 . . . . . 152

#### JOE-DIETRICH THEWS:

Die Oppenheimer Fazies und ihre Lebewelt an der Wende vom Alt- zum Jungtertiär. Mit 7 Abbildungen, 1 Tabelle und den Tafeln 11-12. . . . . 179

## Inhaltsverzeichnis

<b>MARITA BROSIUS &amp; FRANZ GRAMANN:</b> Eine Oligozänbohrung im südlichen Habichtswald bei Kassel. Mit 2 Abbildungen . . .	206
<b>GEORG MATTHES:</b> Zur Altersfrage der „Papillatensande“ am „Zeilstück“ bei Weinheim. Mit 3 Abbildungen	218
<b>ERWIN SCHENK:</b> Corbículaschichten und Cyrenenmergel im Horloffgraben (Wetterau). Mit 3 Abbildungen	224
<b>HANS UDLUFT &amp; VOLKER JACOBSHAGEN:</b> Zur Gliederung des Pleistozäns in Niederhessen. Mit 5 Abbildungen, 1 Tabelle und den Tafeln 13-15 . . . . .	255
<b>FRITZ HÄUSER:</b> Vorläufige Mitteilung über altsteinzeitliche Funde im Bereich der Blätter Hanau und Altenstadt 1:25000. Mit 2 Abbildungen . . . . .	282
<b>OTTO F. GEYER:</b> Morphogenetische Beschreibung eines Miniaturkarstes im Givet-Massenkalk bei Limburg a. d. L. Mit Tafel 16 . . . . .	288
<b>WERNER PLESSMANN:</b> Zur Tektonik der Erbstädter Grauwacke (Wetterau). Mit 5 Abbildungen . . . . .	292
<b>HANS HENTSCHEL &amp; PAUL PFEFFER:</b> Chemisch-petrographische Untersuchungen von Gesteinsveränderungen am Kontakt, Kohle-Basalt, im Bereich des Braunkohlenbergwerks Zeche Hirschberg bei Großalmerode in Hessen. Mit 4 Abbildungen, 9 Tabellen und Tafel 17 . . . . .	297
<b>HANS-ULRICH PREUSSE:</b> Untersuchungen über die Tonkolloide verschiedener hessischer Böden. Mit 6 Abbildun- gen und 26 Tabellen . . . . .	334
<b>ERNST SCHÖNHALS:</b> Eine äolische Ablagerung der Jüngerer Tundrenzeit im Habichtswald. Mit 3 Abbildun- gen und 1 Tabelle . . . . .	380
<b>KARL SIMON:</b> Baugrunduntersuchung mit der Wünschelrute. Mit 2 Abbildungen . . . . .	387
<b>DIETER VOGELSANG:</b> Beziehungen zwischen der umgekehrten Eigenmagnetisierung und dem Gefüge von Eruptivgesteinskörpern. Mit 1 Tabelle und 20 Abbildungen . . . . .	390
<b>FRITZ KUTSCHER:</b> Angewandte erdmagnetische Messungen in Hessen. 5. Verfolgung einer Basaltspalte bei Dietges i. d. Rhön. Mit 1 Abbildung. . . . .	420
<b>PAUL PFEFFER:</b> Erfahrungen bei der Bestimmung des Urans auf fluorometrischem Wege. Mit 1 Ab- bildung . . . . .	425

## Inhaltsverzeichnis

### B. Amtlicher Teil:

<b>FRANZ MICHELS:</b>		
Bericht über das Hessische Landesamt für Bodenforschung für die Zeit vom 1. 4. 1956 bis 31. 12. 1956. . . . .	431	
<b>FRANZ MICHELS:</b>		
10 Jahre Hessisches Landesamt für Bodenforschung. Vorwort . . . . .	446	
<b>JOHANNA SCHADWINKEL:</b>		
Z. 2. Bericht über die Bibliothek für die Jahre 1946/47 bis 1954/55 . . . . .	447	
<b>FRITZ KUTSCHER:</b>		
IIa1. Überblick über Kartierung und Druck geologischer Karten. Mit 1 Kartenübersicht (Abb. 1) . . . . .	452	
<b>FRITZ KUTSCHER:</b>		
IIa2. Publikationsorgane des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung . . . . .	455	
<b>FRITZ KUTSCHER:</b>		
IIa3. Der paläontologische Forschungsbeitrag des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung . . . . .	459	
<b>FRITZ KUTSCHER:</b>		
IIa4. Angewandte Geophysik im Hessischen Landesamt für Bodenforschung . . . . .	460	
<b>HANS UDLUFT:</b>		
IIIa. Zehn-Jahres-Bericht der Abteilung Steine und Erden . . . . .	467	
<b>HANS UDLUFT:</b>		
III d. Zehn-Jahres-Bericht für das Archiv . . . . .	463	
<b>HANS HENTSCHEL:</b>		
IV a. Sachgebiet Petrographie . . . . .	466	
<b>MAX TEIKE:</b>		
IV b. Erz- und Buntmetall-Lagerstätten . . . . .	474	
<b>FRIEDRICH NÖRING:</b>		
V a. Bericht über das Referat wissenschaftliche Hydrogeologie und Landesgrundwasserdienst . . . . .	475	
<b>FRANZ MICHELS:</b>		
V b. Angewandte Hydrogeologie . . . . .	479	
<b>ERNST SCHÖNHALS:</b>		
VI a. Überblick über die Tätigkeit der Abteilung Bodenkunde von 1946–1956 . . . . .	481	
<b>PAUL PFEFFER:</b>		
VI b. Zusammenfassender Bericht über die Tätigkeit des chemischen Laboratoriums in den ersten 10 Jahren seines Bestehens . . . . .	481	
<b>HANS UDLUFT:</b>		
Nachruf auf JULIUS GÖRGES. Mit 1 Bildnis. . . . .	491	
<b>FRANZ KIRCHHEIMER:</b>		
HERMANN HARRASSOWITZ zum Gedächtnis. Mit seinem Bildnis . . . . .	495	
<b>FRIEDRICH NÖRING:</b>		
Der Hessische Landesgrundwasserdienst und Quellmeßdienst im Abflußjahr 1956. Mit 6 Tabellen und den Tafeln 18–26 . . . . .	500	
<b>FRIEDRICH NÖRING:</b>		
Geologisches Schrifttum 1956 . . . . .	529	
Verzeichnis der Mitarbeiter dieses Bandes . . . . .		554

A.  
Wissenschaftlicher Teil

## Der Nassauische Verein für Naturkunde zu Wiesbaden

Von

**FRITZ KUTSCHER**, Wiesbaden

Mit 1 Abbildung

Am 28. 8. 1954 trafen sich im Vortragssaal des Neuen Museums in Wiesbaden zahlreiche Mitglieder des Nassauischen Vereins für Naturkunde, um zusammen mit einer stattlichen Gästezahl das 125 jährige Bestehen dieses naturwissenschaftlichen Vereins in festlichem Rahmen zu begehen. Als Träger und Förderer naturwissenschaftlichen Gedankengutes gehört der Jubilar in die Reihe der angesehenen Vereine im Rhein-Main-Dreieck und an die Seite des staatlichen geologischen Dienstes in Hessen. Von Anfang an mit dem Verein verknüpft, kann auch das Naturhistorische Museum der Stadt Wiesbaden diese stattliche Jubiläumszahl beanspruchen.

Die Geologie ist zwar eine verhältnismäßig junge Wissenschaft, und doch bereitet es häufig Schwierigkeiten, wenn man Einblick in die Frühzeit ihrer Entwicklung finden will. Manche ihrer Entwicklungsrichtungen gehen auf die fruchtbare Tätigkeit privater Interessen- und Vereinszusammenschlüsse zurück, und so bietet auch die Geschichte des Nassauischen Vereins für Naturkunde manche Fingerzeige für das Verständnis örtlicher, seltener auch weltweiter geologischer Forschungen.

Der Nassauische Verein für Naturkunde, dessen Gründungsjahr wie bei vielen anderen Vereinen in die Zeit des aktiv werdenden Bürgertums fällt, hat der werdenden geologischen Wissenschaft stets einen breiten Raum in ihrem Vereinsleben zugewiesen. Die Verfolgung der Tätigkeit dieses schlechthin naturwissenschaftlichen Vereins darf somit gewinnbringend für die geologische Dokumentation herangezogen werden, und diese Daten herauszustellen soll die Aufgabe der folgenden Zeilen sein.

### Gründung und Vereinseinrichtungen

Am 31. 8. 1829 fanden sich 145 Interessenten zur Gründung des „Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau“ in Wiesbaden zusammen mit dem Zweck, „das Interesse an der Natur und dem Studium derselben zu wecken, letzteres durch geordnet aufgestellte Sammlungen aus allen Naturreichen möglich zu machen und zu befördern und der Naturkunde nach Kräften Beziehung auf das praktische Leben zu geben“ (ТНОМÄ 1842, S. 3). Dank der Unterstützung durch den damaligen Landesherrn samt seines Hofes und der Mitarbeit und Mithilfe der Nassauischen Bürgerschaft entwickelte sich ein sehr reges und gedeihliches Vereinsleben. Im Natur-

historischen Museum baute man zunächst eine möglichst vollständige Naturaliensammlung des Herzogtums Nassau auf; man strebte zu gleicher Zeit aber auch an, die Sammlung mit ausländischem Material zu bereichern, wobei in erster Linie großzügige Schenkungen den Grundstock bildeten. Schon THOMÄ (1842, S. 25—81) erläuterte im einzelnen die Disziplinen des Naturhistorischen Museums, wobei er die Gliederung in die zoologischen Sammlungen, die Herbarien, die Mineraliensammlung, die geognostische Sammlung und die Petrefakten-Sammlung herausstellt. Die Zahl der Mitglieder stieg bis zum Jahre 1842 bereits auf 503 an; hinzu treten 54 „correspondierende und Ehren-Mitglieder“, worunter bereits die Namen GOLDFUSS und NÖGGERATH in den Listen (THOMÄ 1842, S. 97—115) festzustellen sind. 1844 zählte man 613 Mitglieder; dies war die höchste Mitgliederzahl, die je erreicht wurde.

Im Jahre 1844 erscheint das erste Heft der „Jahrbücher des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau“. Diese damals ins Leben gerufene Vereinszeitschrift konnte sich bis zum heutigen Tage behaupten: Im März 1956 wurde der Band 92 unter dem jetzigen Titel „Jahrbücher des nassauischen Vereins für Naturkunde“ der Öffentlichkeit übergeben. Jährlich werden in diesen Jahrbüchern neben wissenschaftlichen Arbeiten aus allen Disziplinen der Naturwissenschaften auch Mitteilungen über das Vereinsleben, über die Entwicklung des Museums sowie über laufende statistische Erhebungen (u. a. meteorologische, zoologische und landwirtschaftliche Beobachtungszyklen) gemacht. In den laufenden Jahresberichten ist ständig ein Rechenschaftsbericht über die Entwicklung der Vereinstätigkeit innerhalb des verflossenen Jahres vorhanden; ihre Verfolgung erlaubt es, eine getreue Geschichte der Gesellschaft daraus abzulesen.

Schon frühzeitig betrieb der Nassauische Verein mit Hilfe seiner von den Mitgliedern finanzierten Vereinszeitschrift einen intensiven Tauschverkehr mit naturwissenschaftlichen Institutionen des In- und Auslandes. Er war so in der Lage, seine anfänglich auf Geschenken aufgebaute Vereinsbücherei mit der Zeit zu einer beachtlichen Bibliothek auszuweiten (FILL 1936, VOGEL 1952). 1851 waren es 9 Gesellschaften, mit denen Schriftenaustausch stattfand; 1865 wurden 199 Tauschpartner gezählt; 1904 wird die Zahl der Tauschverbindungen mit 350 angegeben. In späterer Zeit wurde die Vereinsbibliothek aus der Betreuung des Vereins herausgenommen und in die Obhut der Nassauischen Landesbibliothek gestellt.

Die auf dem Gesamtgebiet der Naturwissenschaften sich durchsetzende Spezialisierung und Aufgliederung in zahlreiche selbständige Wissenszweige beantwortete der Nassauische Verein für Naturkunde mit der Gründung von Sektionen. 1849 beschließt der Vorstand neben zwei zoologischen und einer botanischen, auch eine Sektion für Mineralogie, Geognosie und Geologie ins Leben zu rufen und beauftragt dieselben, in ihren Wissenszweigen besonders intensive Forschung zu betreiben.

#### Aus der geologischen Tätigkeit des Vereins

In jedem Vereinsleben gibt es Höhepunkte und Zeiten, in denen es an Impulsen mangelt und lediglich ein „Routinebetrieb“ abläuft. Die Impulse sind fast immer an Persönlichkeiten gebunden, die mit ihren besonderen Fähigkeiten und noch mehr mit ihrem mitreißenden Schwung gewisse Zeitabschnitte beseelen.

Der Nassauische Verein für Naturkunde hat als „naturkundlicher“ Verein auf seinem geologischen Sektor beachtenswerte Blütezeiten erlebt, die zeitweilig aus der großen Zahl der betriebenen naturwissenschaftlichen Disziplinen herausragten dank der Initiative von Mitgliedern, die über dem Durchschnittsniveau standen. Die folgenden Zeilen sollen speziell den Ablauf der geologischen Entwicklung aufzeigen.

Aus der Frühzeit des Vereins darf CHRISTIAN ERNST STIFFT (1780—1875), ein langjähriges Ehrenmitglied des Nassauischen Vereins für Naturkunde herausgestellt werden, der sich um die geognostische Erforschung des nassauischen Landes besonders verdient gemacht hat. 1821 von der Herzoglichen Regierung mit einer umfassenden geognostischen Untersuchung des Landes beauftragt, erarbeitete er eine petrographische Gebirgskarte von dem Herzogtum Nassau im Maßstab 1:125000, zu der 1831 auch eine Erläuterung erschien („Geognostische Beschreibung des Herzogthums Nassau mit besonderer Beziehung auf die Mineralquellen dieses Landes“).

MICHEL (1953) hat die Bedeutung STIFFT's im Gedenkband „100 Jahre staatlicher geologischer Dienst in Hessen“ eingehend gewürdigt. Weitere Einzelheiten sind einem Nekrolog, der aus der Feder von G. SANDBERGER (1855) stammt, zu entnehmen:

CHRISTIAN ERNST STIFFT wurde am 26. 8. 1780 zu Dillenburg geboren. 1800 beendete er seine Studien mit dem Staatsexamen in Rechts- und Bergwissenschaften. „Unermüdlicher Eifer für seinen Beruf und echte Liebe zu seiner Wissenschaft, welche ihn bis an sein Lebensende nicht verließen, bewogen ihn, sich im Jahre 1803 bei der Nassau-oranischen Regierung einen längeren Urlaub zu erbitten, um die damals durch WERNER's Wirken einzig in ihrer Art dastehende Bergakademie in Freiberg zu besuchen.“ Bereits in geachteter Stellung benutzte er den gewährten Urlaub, um sich in Freiberg in den Jahren 1803—1804 in seinem Hauptfach weiter auszubilden. Hier fand er verschiedene andere bedeutende Fachmänner der geologischen Wissenschaften um den Lehrstuhl des großen Meisters WERNER versammelt. Das hohe Interesse für alles Geologische, das ihn auch befähigte, das rühmlichst bis ins Ausland bekannte Kartierungswerk zu vollbringen, ist ihm bis ins hohe Alter in seltener Frische erhalten geblieben.

Wenn auch über das direkte Verhältnis und die Bedeutung STIFFT's für den Nassauischen Verein für Naturkunde keine Nachrichten übermittelt sind, da es damals noch keine Vereinszeitschrift gab, so mußten doch seine hervorragende Stellung, seine geologischen, durch viele größere Auslandsreisen untermauerten Kenntnisse, seine innige Freundschaft zu SANDBERGER und anderen Mitgliedern des Vereins befruchtend gewirkt haben. Der Nassauische Verein dankte ihm dafür, indem er ihn zu seinem Ehrenmitglied erwählte.

Einen hervorragenden Platz in der Geschichte des Vereins nahmen die Brüder CARL LUDWIG FRIDOLIN und GUIDO SANDBERGER ein; 1842 treten sie dem Verein bei. Sie regen das Vereinsleben in hohem Maße an und verschaffen auch dem Verein ein hohes Ansehen im Auslande. Zahlreiche wertvolle wissenschaftliche Veröffentlichungen auf mineralogischem, noch mehr aber auf paläontologischem Gebiet füllen das Veröffentlichungsorgan.

1849 wird FRIDOLIN SANDBERGER zum Sekretär des Vereins, später auch zum Inspektor des Naturhistorischen Museums zu Wiesbaden ernannt, Stellungen, die er bis zum Weggang aus Wiesbaden im Jahre 1855 innehielt. In diese Jahre fällt die Veröffentlichung des Brüderpaares: „Beschreibung und Abbildung der Versteinerun-

gen des rheinischen Schichtensystems in Nassau“ (F. & G. SANDBERGER 1850—1856), ein umfassendes und wichtiges paläontologisches Standardwerk, dessen Bedeutung in einer besonderen Arbeit (KUTSCHER 1957) gewürdigt wurde. Das gesamte bearbeitete Fossilmaterial:

2200 Exemplare nassauischer Übergangspetrefakten und

2300 Fossilstücke aus den entsprechenden Schichten des Harzes, Böhmens, Englands, Nordamerikas

sind bis zum heutigen Tage im Naturhistorischen Museum zu Wiesbaden verblieben, ein Vermächtnis von hohem wissenschaftlichem Wert.

1855 verläßt FRIDOLIN SANDBERGER Wiesbaden, um an dem damals in hoher Blüte stehenden Polytechnikum zu Karlsruhe die Professur für Mineralogie und Geologie zu übernehmen. Hier vollendet er ein weiteres umfassendes paläontologisches Werk „Die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens“ (1858—1863). Auch dieses fossile Belegmaterial aus den Klassen der Schnecken und Muscheln mit 238 Arten in 1539 Exemplaren geht in den Besitz des Wiesbadener Museums über.

Die Zusammentragung dieses paläozoischen und tertiären Fossilmaterials durch das Brüderpaar SANDBERGER samt der vorbildlichen paläontologischen Bearbeitung ließ die Paläontologen der damaligen Zeit auf den Nassauischen Verein für Naturkunde aufmerksam werden. Hervorragende Wissenschaftler, insbesondere aber fast alle berühmten Paläontologen Europas, schlossen sich dem Verein als „correspondierende und Ehren-Mitglieder“ an, besuchten die Sammlung oder entliehen wichtige Belegstücke. Folgende Auswahl von Namen, die den jeweiligen Jahres-Mitgliederlisten entnommen sind, mögen als Beleg gelten:

- 1844 D'ARCHIAC DE ST. SIMON, Präsident der geologischen Gesellschaft von Frankreich,  
DUNKER, Dr., Prof. der Mineralogie an der Realschule zu Cassel,  
MURCHISON, Präsident der Geologischen Gesellschaft von London,  
SEDGWICK, Prof. der Geologie an der Universität zu Cambridge,  
DE VERNEUIL, Vorstands-Mitglied der Geologischen Gesellschaft von Frankreich,
- 1846 v. DECHEN, Dr., Kgl. Preuß. Berghauptmann zu Bonn,
- 1849 STEININGER, Prof. Dr., zu Trier,
- 1851 J. BARRANDE, zu Prag,  
Dr. NAUMANN, Prof. der Mineralogie zu Leipzig,  
Dr. DE KONINCK, Prof. der Chemie zu Lüttich,
- 1852 Dr. FRAAS, Pfarrer zu Laufen (Königr. Württemberg),  
ZEILER, Regierungsrath zu Coblenz,  
GÜMBEL, R., Rectoratsverweser zu Landau,  
LUDWIG, Kurf. hess. Salineninspektor zu Nauheim,
- 1852 W. J. HAMILTON, Sekretär der geol. Ges. zu London,  
P. H. NYST, zu Antwerpen,  
WIRTGEN, Dr., Oberlehrer zu Coblenz.

F. SANDBERGER blieb dem Nassauischen Verein auch nach seinem Weggang von Wiesbaden stets verbunden. Als korrespondierendes und später als Ehrenmitglied zeigte er wärmstes Interesse für die geologischen Belange des Nassauischen Landes. Zahlreiche wissenschaftliche Abhandlungen, die im Jahrbuch des Vereins abgedruckt sind, zeugen davon, daß er stets wieder Probleme aus diesem Gebiet einer Lösung zuführt. Hervorzuheben ist eine umfangreiche Arbeit aus dem Jahre 1889 „Über die

Entwicklung der unteren Abteilung des devonischen Systems in Nassau, verglichen mit jener in anderen Ländern“, eine wichtige Ergänzung und z. T. auch eine Revision des Standardwerkes, das er 1850—1856 mit seinem Bruder GUIDO herausgebracht hatte.

1894, also einige Jahre vor seinem Tode, kaufte der Vereinsvorstand die umfangreiche und wichtige SANDBERGER'sche Sammlung von „Versteinerungen, lebenden Süßwasser- und Landconchylien, wie Meeresconchylien“, insgesamt 17500 Exemplare, die als Unterlage zu dem 1871—1876 unter dem Titel „Die Land- und Süßwasserconchylien der Vorwelt“ erschienenen und mit der goldenen Cotheniusmedaille gekrönten Werk SANDBERGER's dienen (Jahresber. vom 13. 12. 1894, Jb. Nass. Ver., 48, S. XI, Wiesbaden 1895 und Nekrolog, Jb. Nass. Ver., 51, Wiesbaden 1898).

Nicht nur auf Wiesbaden, den Wohnsitz des Vereins, konzentrierte sich die Blütezeit, sondern die Impulse wurden auch auf das ganze nassauische Land hinausgetragen. Die bereits erwähnte Gründung von Sektionen im Jahre 1849 (Jb. Nass. Ver. Naturkunde, 4, S. 263—268) war vom „Innern des Landes“ gewünscht worden, welchem das alleinige Bestehen des Vereins und die Bereicherung des Museums zu Wiesbaden nicht genügen wollte. Die Vereinsberichte der Folgezeit weisen aus, daß der Nassauische Verein mit großer Tatkraft diese Forderung erfüllte. In Jahresabständen treffen sich die Sektionsmitglieder abwechselnd in einem Ort des Nassauischen Herzogtums, wobei u. a. der örtliche naturwissenschaftlich interessierte Personenkreis mit Vorträgen zu Wort kommt. Weilburg 1849, Dillenburg 1850, Niederlahnstein 1851, Hadamar 1852, Königstein 1853, Limburg 1854, Nassau 1855, Geisenheim 1856, Dillenburg 1859, Diez 1860, Ems 1862, Weilburg 1865 sind die Treffpunkte um die Mitte des vorigen Jahrhunderts. Die Protokolle wissen zu berichten, daß auch namhafte auswärtige Ehrenmitglieder gelegentlich an den Sektionsitzungen teilgenommen haben. Dem 10. Heft der Vereinszeitschrift (1855) ist ein Titelbild von LEOPOLD VON BUCH beigegeben mit dem Hinweis, daß dieser hochverdiente Forscher und Ehrenmitglied des Vereins im Jahre 1851 bei der Versammlung der Sektion zu Niederlahnstein anwesend war.

Langjähriger Vorsitzender der mineralogischen Sektion war der Kgl. Bergrat WILHELM GIEBELER (Nekrolog im Jb. Nass. Ver. Naturk. 37, S. 256—257, Wiesbaden 1884). Mit größtem Eifer förderte er die Vereinstätigkeit, wobei er die Erkenntnisse in mineralogischer und geologischer Hinsicht im Heimatgebiet vermehrte und den Ausbau der Museumssammlung mit Sorgfalt betrieb.

Ein Jahr überlebt wurde GIEBELER von dem Geh. Bergrat FRIEDRICH ODERNHEIMER (1808—1885), der als Chef der nassauischen Bergverwaltung und Experte für die nassauische Wirtschaft ein Mann von überragender Bedeutung war. Von Anfang an führte er die 1849 ins Leben gerufene Sektion für Mineralogie, Geognosie und Geologie. Große Sachkenntnisse im Berg- und Hüttenwesen, ausgedehnte erfahrungsfördernde Auslandsaufenthalte, die ihm zahlreiche Ehrungen einbrachten, befähigten den nassauischen Staatsbediensteten, den Nassauischen Verein für Naturkunde zu hoher Blüte zu verhelfen (Nekrolog im Jb. Nass. Ver. Naturk., 38, S. 153 bis 155, Wiesbaden 1885).

In einer Vorstandssitzung des Jahres 1873 wird der Beschluß gefaßt, auch eine paläontologische Sektion ins Leben zu rufen. Mit der Organisation dieser neuen

Sektion und deren Vorsitz wurde C. KOCH betraut, der sich bei zahlreichen früheren Sektionstagungen durch Vorträge bereits einen Namen gemacht hatte.

Mit C. KOCH trat wiederum ein Geologe in den Vordergrund des Vereinslebens, der dazu berufen war, mit seinen vorzüglichen Kenntnissen im nassauischen Raum die Aufmerksamkeit der Fachwelt auf den Nassauischen Verein für Naturkunde zu ziehen. 1880 wurde er zum Museums-Inspektor und Sekretär des Vereins ernannt. „Er war der vorzüglichste Ersatz, der für diese Stelle gefunden werden konnte, doch hat er sich nur schwer zur Annahme entschlossen, da er befürchtete, daß diese Geschäftsführung seine Arbeiten als Landesgeologe benachtheiligen würde“ heißt es in dem damaligen Jahresbericht. Leider starb er bereits am 18. 4. 1882. Kein geringerer als H. v. DECHEN hat im Jahrbuch des Vereins (Band 35, S. 1—20, 1882) ein aufschlußreiches Lebensbild von seinem Freund C. KOCH entworfen.

C. KOCH war ein vorzüglicher Geognost. In seiner Eigenschaft als Kgl. Landesgeologe (mit Beibehaltung seines Wohnsitzes in Wiesbaden) seit dem Jahre 1873 kartierte er die „Sektionen“ Eltville, Wiesbaden, Langenschwalbach, Platte, Königstein und Hochheim (1880 als Lieferung 15 erschienen), weiterhin Rödelheim, Frankfurt, Schwanheim, Sachsenhausen (1882 als Lieferung 21 erschienen), Limburg, Eisenbach, Kettenbach, Idstein, Feldberg (1886 als Lieferung 31 erschienen) und von E. KAYSER nach KOCH's Tod fertiggestellt). Gelegentlich der Untersuchung der Quellenverhältnisse von Bad Ems benutzt er die Zeit, um auch auf den Blättern Ems, Oberlahnstein, Schaumburg, Dachsenhausen, Rettert und Algenroth geologische Aufnahmen durchzuführen, die aber nicht zum Abschluß kommen. Seine Freude und seine Neigung, die er diesen Arbeiten entgegenbrachte, legte er nach der Ernennung zum Kgl. Landesgeologen in folgendem Wortlaut nieder: „So habe ich in meinem 47. Lebensjahr den segensreichen Wirkungskreis gefunden, den ich seit meinem 23. Lebensjahr vergeblich erstrebt habe. Im aufrichtigen Dankgefühl für die Männer der Wissenschaft, welche dazu beigetragen, zähle ich mich unter die in ihrem Berufe Glücklichen der Erde.“

C. KOCH gehörte dem Nass. Verein seit 1852 an. Im Publikationsorgan des Vereins veröffentlichte er eine Reihe von wichtigen, z. T. umfangreichen Arbeiten über die geologischen Verhältnisse im Herzogtum Nassau (Hefte 7, 12, 14, 15, 17, 19, 20, 27, 28); ebenso wichtig sind seine zahlreichen Vorträge bei den Sektionssitzungen, die leider nur teilweise veröffentlicht sind (Hefte 9, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21). Sein hervorragendstes Geschenk an den Verein war eine aus 2331 Nummern bestehende Gesteinssammlung vornehmlich aus dem Taunus (Bericht darüber im Jb. Nass. Ver. Naturk., 35, S. 142). Nach seinem Tode erwirkte der Vorstand des Nass. Vereins die Erlaubnis, daß in seiner Vereinszeitschrift die beiden Gutachten über die Emser Thermalquellen und die Gebirgsformationen daselbst zum Abdruck gelangen konnten<sup>1)</sup>.

Die Lücke, die durch den Tod von C. KOCH für den Verein entstand, war nicht zu schließen, und die Klage, die im Jahresbericht 1884 (Jb. Nass. Ver. Naturk., 37, S. 364) mit folgenden Worten zum Ausdruck kam: „Die geologische und paläontologische Forschung unseres Gebietes ruht leider, wenigstens für uns, seit dem Tode unseres verdienten Vereinssekretärs, des Landesgeologen Dr. C. KOCH, gleichwie wir

<sup>1)</sup> KOCH, C.: Gutachten über das Thermalquellengebiet von Ems. — Jb. Nass. Ver. Naturk., 36, S. 20—31, Wiesbaden 1883.

— Die Gebirgs-Formationen bei Bad Ems nebst den Thermal-Quellen und Erzgängen daselbst. — Ebenda, S. 32—56.

hinsichtlich der mineralogischen, Ihnen über keinen besonderen Fortschritt zu berichten haben. Wir wollen hoffen, daß recht bald junge Kräfte die Lücken wieder auszufüllen streben werden, deren Vorhandensein wir schmerzlich bedauern“, war wohl berechtigt.

Neben dem Wirken einzelner Persönlichkeiten darf für den behandelten Zeitabschnitt darauf verwiesen werden, daß der Nassauische Verein korporativ bei Tagungen, die auswärtige Gesellschaften in den Mauern Wiesbadens abhielten, hervorgetreten ist.

Im Herbst 1852 fand die 29. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Wiesbaden statt, bei der auch LEOPOLD VON BUCH anwesend war. Auf Veranlassung G. SANDBERGER's wurde in einer der Sitzungen der Mineralogischen Sektion durch KOLBE (Mainz) ein Bild von LEOPOLD VON BUCH gezeichnet, welches hier wiedergegeben wird.



Abb. 1. LEOPOLD VON BUCH; nach dem Leben 1851 durch KOLBE gezeichnet.  
Jb. Nass. Ver. Naturk., 10, Titelbild, Wiesbaden 1855.

1873 trat der Verein zum zweiten Mal „vor die volle wissenschaftliche Öffentlichkeit. Eine Versammlung deutscher Naturforscher, zahlreicher als viele andere an hervorragenden Männern gerade derjenigen naturwissenschaftlichen Branchen, welche vorzugsweise unser Verein vertritt, hat Gelegenheit gehabt, die Leistungen des letzteren zu prüfen. Das Museum erhielt „die vollste, ungeteilteste Anerkennung“ (Jahresbericht vom 19. 12. 1874).

Unter dem Vorort des Nassauischen Vereins für Naturkunde fanden sich 1884 die Naturhistorischen Vereine von Frankfurt, Darmstadt, Hanau, Offenbach und Wiesbaden zu einer gemeinschaftlichen Versammlung zusammen, ein Vorgehen, welches beim Verfolg der Geschichte des Nassauischen Vereins öfters wiederholt wurde. Die engen Beziehungen, die der Nassauische Verein zur Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft hatte, wurden bei der Sitzung zum 125 jährigen Jubiläum besonders gefeiert.

Unter den zahlreichen Sitzungsversammlungen im nassauischen Raum, die im einzelnen nicht näher erläutert werden können, ist die 20. Sitzungsversammlung, die 1878 in Limburg stattfand, besonders bemerkenswert, da v. DECHEN deren Vorsitz führte und selbst unter Vorlage der neuen Generalstabskarte die Basalt- und Trachytvorkommen des Westerwaldes und Rheingebietes in Beziehung zu den tertiären Ablagerungen besprach. Zur gleichen Zeit machte BEYRICH (Berlin) Mitteilung über die Beziehungen der vulkanischen Tätigkeit Nassaus zu den vulkanischen Erscheinungen am Südabfall der Alpen.

Nach dem Tode von C. KOCH werden die Nachrichten über die geologische Tätigkeit des Vereins zunächst spärlicher. Die paläontologische Sektion wurde eingestellt, da kein Vorsteher gefunden wurde. Ebenso schiefen die Sektionssitzungen und -tagungen allmählich ein. Vor der Jahrhundertwende treten fast alle alten „Freunde und Gönner“, die die Blütezeiten unter F. SANDBERGER und C. KOCH mitbestimmten, durch den Tod von der geologischen Bühne ab. Bei der 70-Jahr-Feier des Vereins (1899) versucht der Vorsitzende mit den Worten: „Doch bleibt ihm bei allem Wechsel der Personen und Verhältnisse stets als ruhender Pol in der Erscheinungen Flucht die gleichmäßige nie erkaltende Liebe zu den Naturwissenschaften“ die Festteilnehmer über manchen Mangel zu trösten. Manche Geologen von Rang und Namen stoßen zwar zum Verein und werden durch die Ernennung zu korrespondierenden und zu Ehren-Mitgliedern an ihn gebunden. Es fehlt aber der Impuls, der von einer Persönlichkeit am Wohnsitz des Vereins ausgehen müßte; lange Jahre wurde ein solcher nicht gefunden.

Günstig wirkt sich dann aber in der Folgezeit aus, daß die Preußische Geologische Landesanstalt zu Berlin in der Provinz Hessen-Nassau eine große Zahl von Kartenblättern kartieren ließ. Die beauftragten Geologen — u. a. LEPPLA und FUCHS, später SCHLOSSMACHER, MICHELS, EBERT — treten zumeist dem Verein bei und wirkten auch im Vereinsleben durch Führung von Exkursionen in die Kartierungsgebiete und durch Vorträge mit. Gebührende Anerkennung ist auch EM. KAYSER zu zollen, der sich Verdienste um die geologische Erforschung des nassauischen Heimatgebietes erworben hat und 1926 vom Verein dafür zum Ehrenmitglied ernannt wurde.

Vorübergehend arbeitete FRIEDRICH SCHÖNDORF, der in Wiesbaden-Sonnenberg beheimatet war, im Naturhistorischen Museum an der Aufstellung eines Verzeichnisses sämtlicher SANDBERGER'schen Originale. Von seiner weiteren Museumstätigkeit

keit berichten eine Reihe von paläontologischen Arbeiten in der Vereinsschrift über die See- und Schlangensterne Nassaus, woran sich auch bedeutende Forschungen über die Systematik dieser Tierklasse anschließen (SCHÖNDORF 1906, 1907, 1909, 1910).

Die engste Bindung des Nassauischen Vereins zur Preußischen Geologischen Landesanstalt in Berlin wird durch die Person von LEPPLA erreicht, dem es vergönnt war, durch die Förderung des Vereins den geologischen Sektor wieder hervorragend zu befruchten und zur Blüte zu bringen. In großzügiger Weise genehmigte die Preußische Geologische Landesanstalt, daß LEPPLA zu Beginn des 1. Weltkrieges als Vorstand der mineralogischen, geologischen und paläontologischen Abteilung des Naturhistorischen Museums ernannt werden konnte und damit auch in den Vorstand des Nassauischen Vereins gewählt wurde. Durch den Umzug dieser Abteilungen des Naturhistorischen Museums zu Beginn 1915 in das jetzige Gebäude in der Rheinstraße erwuchs ihm eine wichtige und segensreiche Aufgabe bei der Neuordnung der Sammlungsobjekte, die er auch durch zahlreiche Stücke aus den eigenen Beständen bereicherte. Die Belegstücke zu den LEPPLA'schen Taunusblättern wurden später von der Preußischen Geologischen Landesanstalt in Berlin der Sammlung geschenkt.

Nach dem 1. Weltkrieg (1920) wird LEPPLA mit der Führung des Nassauischen Vereins betraut und zum 1. Vorsitzenden ernannt. Auf zahlreichen Exkursionen führt er die geologisch interessierten Vereinsmitglieder in das von ihm kartierte Taunusgebiet, bei denen er die Teilnehmer in die geologischen Verhältnisse der Heimat einzuführen bestrebt war. Seit dem Ende der neunziger Jahre bestand die Hauptaufgabe LEPPLA's darin, die geologische Spezialaufnahme im Taunus durchzuführen. Neben der Vertiefung der Unterdevonstratigraphie widmete er sich dabei auch der Gliederung des Terrassendiluviums.

Infolge der militärischen Besetzung der Rheinprovinz mußte LEPPLA nach dem 1. Weltkrieg in Wiesbaden verbleiben; es war ihm vergönnt — und es entsprach auch seinen persönlichen Wünschen — mitten in seinem Arbeitsgebiet seinen ständigen Aufenthalt nehmen zu können.

LEPPLA war ein hervorragender Feldgeologe, und ebenso hat er auch als praktischer Geologe Bedeutendes geleistet. Sein persönliches Streben ging stets dahin, auch der beste geologische Kenner seines Heimat- und Arbeitsgebietes zu werden und diesem alle seine Erfahrungen der modernen geologischen Tätigkeit in umfangreichem Maße zukommenzulassen. Er war der Schöpfer der mineralogisch-geologischen Sammlung im Wiesbadener Museum, die als Schau- und Studiensammlung 1920 der öffentlichen Benutzung übergeben werden konnte. An dem Ausbau derselben zu einem heimatkundlichen Landesmuseum war er bis an sein Lebensende unentwegt tätig. Er übertrug dabei das Vorbild, welches er bei seiner Berliner Behörde gelegentlich der Errichtung des großen und neuartigen Museums für angewandte Geologie kennengelernt hatte, auf das Wiesbadener Museum. Seine Absicht war es, auch hier in übersichtlicher Weise zu zeigen, wie der geologische Aufbau der Heimat aussieht, wie die Gesteine selbst samt ihrer räumlichen Anordnung und Beschaffenheit für den Bergbau und die Gesteinsindustrie nutzbringend Verwendung finden, wie die unterirdischen Wässer zirkulieren und für das menschliche Dasein und seine Industrie gehoben werden können. Besonderes Augenmerk wurde auch den Mineral- und Heilquellen geschenkt und ihr Schutz vor Beeinträchtigungen hervorgehoben.

Mitten aus dieser Tätigkeit sowie aus der Arbeit an den Taunusblättern wurde A. LEPPLA am 12. 4. 1924 im Alter von nahezu 65 Jahren herausgerissen. Der Nassauische Verein und das Naturhistorische Museum verloren ihren emsigsten Förderer auf dem geologischen Sektor. Seine Arbeit blieb unvollendet; der vorgezeichnete Weg jedoch konnte weiter beschritten werden.

1924 übernahm F. HEINECK, der derzeitige Vorsitzende des Nassauischen Vereins, die mineralogisch-geologische Abteilung der Sammlungen des Naturhistorischen Museums, und als Hilfsarbeiter in dieser Abteilung wurde M. GALLADÉ eingestellt. Tatkräftig setzten sie, besonders da GALLADÉ ab 1927 seine ganze Arbeitskraft in die geologische Sammlung des Museums einsetzen durfte, das Werk LEPPLA's im Aufbau des Museums fort, wobei auch ein Teil der Aufgaben von K. SCHLOSSMACHER, wiederum einem Geologen der Preußischen Geologischen Landesanstalt und korrespondierendes Mitglied des Vereins übernommen wurden.

Das Kartierungsvermächtnis von LEPPLA übernahm zu einem großen Teil F. MICHELS, der 1922 im Auftrage der Preußischen Geologischen Landesanstalt mit geologischen Aufnahmen auf Blatt Usingen 5617 begann und in der Folgezeit die Blätter Bad Homburg 5717, Eltville 5914, Wehen 5815 und Bingen 6013 zum Abschluß brachte und erläuterte. Die ebenfalls von MICHELS durchgeführten Neuaufnahmen von den Blättern Hadamar 5514, Limburg a. d. Lahn 5614, Westerburg 5413, Meudt 5513, Mengerskirchen 5414, Kettenbach 5714 (NÖRING 1953, S. 35) sind leider bisher noch nicht veröffentlicht worden. Die durch die geologische Aufnahme gewonnene intensive Bekanntschaft mit dem geologischen Aufbau großer Teile des nassauischen Landes, vereint mit der angeborenen Heimatliebe von MICHELS, führten zu einem engen Verhältnis mit dem Nassauischen Verein für Naturkunde und seinen Mitgliedern. Durch Bereicherung der Sammlung und durch zahlreiche Vorträge und Exkursionsführungen förderte er die Ideale des Vereins und dessen Berufung, das geologische Wissen im Volke zu verbreiten, bis zum heutigen Tage. Als sichtbares Zeichen für diese treuen Dienste ehrte ihn der Nassauische Verein bei der eingangs erwähnten 125-Jahrfeier durch die Ernennung zu seinem Ehrenmitglied.

Die durch C. KOCH, A. LEPPLA und F. MICHELS besonders eng gestaltete und auffällig hervortretende Bindung zwischen dem Nassauischen Verein und der Preußischen Geologischen Landesanstalt und dem Reichsamte für Bodenforschung ist seit der Jahrhundertwende bis zum Anschluß der Provinz Hessen-Nassau an das heutige Staatsgebilde Hessen, durch die mit der Kartierung in den nassauischen Landen beauftragten Geologen immer sichtbar geblieben. Es soll nicht darüber gerechnet werden, wer den größten Nutzen daraus gezogen hat. Der Nassauische Verein für Naturkunde war nie Auftraggeber für geologische Kartierungsaufnahmen. Er nahm aber mit seinem mineralogisch-geologischen interessierten Mitgliederkreis immer regen Anteil an geologischen Forschungsarbeiten in Nassau, empfing durch Vorträge und Exkursionen Ergebnisse und Anregungen und ließ durch dieses Interesse für den nassauischen Heimatboden die kartierenden Geologen heimisch werden. Diese moralische Unterstützung wurde durch manches aktive Vereinsmitglied, wobei besonders die Namen BÜRGER und ROSE hervorgehoben werden, aber auch dadurch ergänzt, daß es eifrigst paläontologische Zeugen der Vergangenheit suchte und sammelte und somit zur stratigraphischen und paläontologischen Dokumentation

beitrug. Zahlreiche geologische Feldbeobachtungen und manche wichtigen paläontologischen Ergebnisse wurden in Form wissenschaftlicher Abhandlungen im Jahrbuch des Nassauischen Vereins für Naturkunde abgedruckt. Kartierende Geologen, ortsansässige Vereinsmitglieder und ein mit dem Verein verbundener Freundes- und Fördererkreis stellen die Autoren, und sie übermitteln der Nachwelt die geologischen Erkenntnisse dieser fruchtbaren Zusammenarbeit.

Die so vor dem 2. Weltkrieg geknüpften Bande haben sich über die staatliche Neugliederung des nassauischen Gebietes erhalten. Nach der Gründung des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, das die geologischen Arbeiten in Nassau übernommen hat und die Pflege des heimatlichen Gedankengutes tatkräftig fördert, hat sich wieder ein Personenkreis gefunden, der mit dem im Nassauischen Verein zusammengeschlossenen geologischen Interessentenkreis zusammenarbeitet und die alte Tradition fortsetzt.

Zum Abschluß dieser Betrachtungen darf rühmlichst hervorgehoben werden, daß auch heute das vom Nassauischen Verein betreute Naturhistorische Museum der Stadt Wiesbaden in seiner geologischen Abteilung, dank des musealen und fachlichen Könnens von A. LEPLA, M. GALLADÉ und F. HEINECK, eine mustergültige Schau-sammlung aufweist. Jedem Besucher bietet sie einen lehrreichen Wegweiser für das Verständnis der nassauischen Heimat. Aber auch dem Geologen und Paläontologen bietet sie mit ihren reichhaltigen Magazinen wichtigste Belege dar, auf die, wie zu Zeiten SANDBERGER's, auch heute noch zurückgegriffen werden muß. Den hohen Stand dieser mustergültigen Ausstellung verdankt sie einzig und allein dem heutigen rührigen Vorsitzenden und Ehrenmitglied des Nassauischen Vereins für Naturkunde, Herrn Oberstudiendirektor a. D. Dr. HEINECK, der mit großer Liebe, vorbildlichem Ordnungssinn und fachlichem Wissen die 1924 übertragene Aufgabe erfüllt. Aber auch das Vereinsleben blüht unter seiner Regie, und die Liebe zur Naturerkenntnis, die 1829 zur Gründung des Vereins Anlaß gab, wird durch ihn wachgehalten.

#### Schriftenverzeichnis

- DECHEN, H. VON: Dr. KARL KOCH, Königl. Landesgeologe, Museums-Inspector und Sekretär des Nassauischen Vereins für Naturkunde in Wiesbaden. Ein Lebensbild. Mit Portrait. — Jb. nass. Ver. Naturk., **35**, S. 1—20, Wiesbaden 1882.
- FILL, K.: Die Entwicklung des Bücherei-Tauschverkehrs des Nassauischen Vereins für Naturkunde. — Jb. nass. Ver. Naturk., **83**, S. 13—17, Wiesbaden 1936.
- GALLADÉ, M.: Die Entstehung der mineralogisch-geologischen Sammlung des Naturhistorischen Museums der Stadt Wiesbaden. — Jb. nass. Ver. Naturk., **80**, 1, S. 51—54, Wiesbaden 1929.
- HEINECK, F.: Hundert Jahre Verein und Museum. Geschichte des Nassauischen Vereins für Naturkunde und des Naturhistorischen Museums der Stadt Wiesbaden. — Jb. nass. Ver. Naturk., **80**, 1, S. 3—40, 14 Abb., 1 Titelbild, Wiesbaden 1929.
- PAGENSTECHE, A.: Bericht, vorgetragen in der Generalversammlung und Feier des 60jährigen Bestehens des Nassauischen Vereins für Naturkunde am 6. Oktober 1889. — Jb. nass. Ver. Naturk., **43**, S. V—XVI, Wiesbaden 1890.
- MICHAEL, R.: August Leppla †. — Jb. preuß. geol. L.-A. für 1924, **45**, S. LXI—LXXIII, 1 Bildtafel, Berlin 1925.
- MICHELS, F.: Vorwort zum Gedenkband „100 Jahre staatlicher geologischer Dienst in Hessen“. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **81**, S. 7—9, Wiesbaden 1953.
- NÖRING, F.: Zur Geschichte des staatlichen geologischen Dienstes in Hessen. — Ebenda, S. 10—41.

- SANDBERGER, F. & G.: Beschreibung und Abbildung der Versteinerungen des rheinischen Schichtensystems in Nassau. Wiesbaden 1850—1856.
- SANDBERGER, F.: Die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens. Wiesbaden 1863.
- SANDBERGER, G.: Kurzer Nekrolog unseres Vereins-Ehrenmitgliedes CHRISTIAN ERNST STIFFT, geboren 26. August 1780 zu Dillenburg, gestorben 5. April 1855 zu Biebrich a. Rhein. — Jb. Ver. Naturk. Herzogth. Nassau, 10, S. 352—355, Wiesbaden 1855.
- THOMÄ, C.: Geschichte des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau und des naturhistorischen Museums zu Wiesbaden. Wiesbaden 1842.
- VOGEL, G.: Die Entwicklung der Bücherei und des Tauschverkehrs des Nassauischen Vereins für Naturkunde. — Jb. Nass. Ver. Naturk., 90, S. 160—163, Wiesbaden 1952.

Manuskript eingegangen am 15. 1. 1957

## Hundertjähriges Bestehen des Standardwerkes der Gebrüder SANDBERGER über nassauische Versteinerungen

Von

**FRITZ KUTSCHER**, Wiesbaden

Mit 1 Abbildung

Jeder, der sich mit der Bestimmung von Devonfossilien aus dem Rheinischen Schiefergebirge beschäftigt, muß zwangsläufig auf das paläontologische Dokumentarwerk der Gebrüder SANDBERGER „Beschreibung und Abbildung der Versteinerungen des rheinischen Schichtensystems in Nassau“ stoßen. Es erschien bei der Verlags-handlung Kreidel & Niedner in Wiesbaden und wurde in den Jahren 1849—1856 herausgebracht. Die Bedeutung, die dieses paläontologische Werk heute nach 100 Jahren immer noch besitzt, möge Anlaß genug sein, ihm einige Gedenkworte zu widmen.

Länger als ein Jahrzehnt benötigten die Gebrüder F. und G. SANDBERGER zur Herstellung des nunmehr 100jährigen Werkes, mit dem sie das Ziel verfolgten „einen Beitrag zur Kenntnis der paläozoischen oder ältesten versteinierungsführenden Gebirgsschichten des Herzogthums Nassau zu liefern und zwar ebensowohl was deren Lagerung, als auch und in's Besondere, was die in denselben enthaltenen Reste organischer Wesen betrifft“. In dem Vorwort (S. V) heißt es dann weiter: „Letzterem haben wir einen um so größeren Werth beilegen zu müssen geglaubt, als sie in dem Labyrinth von in buntester Reihenfolge mit einander abwechselnden Gesteinen unsere einzigen sicheren Führer zu sein schienen.“

Die Aufeinanderfolge der Schichten dieses Gebietes ist zweifellos auch heute noch nicht überall klargestellt. Schwierige fazielle und tektonische Verhältnisse, dazu Störungen durch die zahlreichen Vulkanite erschweren die letzten Erkenntnisse. Um so erstaunlicher ist das Ergebnis der Gebrüder SANDBERGER, die mit Hilfe der Fauna den Grundstein für die Erkennung der stratigraphischen Altersfolge gelegt haben und weiter darauf aufbauend weltweite, altersgleiche Schichtenfolgen in Beziehung setzen konnten.

Das gesamte Fossilmaterial aus dem rheinischen Schichtensystem in Nassau, welches zur damaligen Zeit vorlag und mit Sicherheit bekannt war, ist untersucht worden. Insgesamt konnten 364 Arten, die sich auf 130 Gattungen verteilen, identifiziert und abgebildet werden. 160 neue Arten wurden aufgestellt. Darüber hinaus enthält das Werk zahlreiche Bemerkungen, die die Zuordnung und verwandtschaftlichen Beziehungen der einzelnen faunistischen und floristischen Glieder in ein „helleres Licht“ rücken.

Die Grundlage zu dieser Arbeit bildete die Sammlung nassauischer Versteinerungen, welche der Vater, Prof. JOH. PHIL. SANDBERGER zu Weilburg, zusammengebracht und seinen Söhnen hinterlassen hatte. Darauf aufbauend wurde durch eigene Aufsammlungen das Material vermehrt, aber auch durch die Beiträge mancher Forscher und paläontologisch geschulter Sammler vervollständigt. Uneingeschränkt zur Verfügung standen ihnen auch die Sammlungsobjekte des Naturhistorischen Museums zu Wiesbaden und ebenso die gut mit Fachliteratur ausgestattete Landesbibliothek zu Wiesbaden. Vergleichsmaterial aus den Sammlungen des In- und Auslandes und nicht zuletzt die Unterstützung durch die damalige Fachwelt waren wichtige Meilensteine zur Vollendung des hervorragenden Werkes.

Dieses paläontologische Werk ist ALEXANDER VON HUMBOLDT gewidmet. Damit ist der klare Forschergeist angesprochen, den die damalige naturwissenschaftlich begeisterte Menschheit besaß, dank dem Atem, den der obige Widmungsforscher den Naturwissenschaften eingehaucht hatte. PAGENSTECHER (1890, S. V—XIV) gab dem ungeahnten Umschwung im politischen Leben und der großartigen Umgestaltung des Wissens und Könnens der damaligen Zeit im Hinblick auf ALEXANDER VON HUMBOLDT bei der Feier anlässlich des 60jährigen Bestehens des Nassauischen Vereins für Naturkunde in folgenden Worten Ausdruck: „ein neuer Geist zog ein in die Naturwissenschaften, ein neuer Born des Wissens ergoß sich, und die dumpfe Schwüle der Naturphilosophie mußte den neuen Erfahrungen weichen.“

### Zum Werk

Das Jubiläumswerk umfaßt einen Textband und einen Fossil-Atlas.

Der im Großquart-Format aufgelegte Textband enthält 73 $\frac{1}{2}$  Bogen (XV + 564 S.) mit 82 Holzschnitten und einer geognostischen Übersichtskarte von Nassau. Die erste Hauptabteilung beschäftigt sich auf 448 Seiten mit der Paläontologie, und die zweite Hauptabteilung ist der geologischen Darstellung des rheinischen Systems in Nassau gewidmet.

Eine Reproduktion des Titelblattes ist in der Abb. 1 wiedergegeben.

Der Atlasband besteht aus 41 lithographierten Tafeln auf chinesischem Papier und ist in dem vom Textband abweichenden Folioformat aufgelegt.

Das Übertreffende in der paläontologischen Darstellung ist neben den vorzüglichen Fossilbeschreibungen samt seiner technischen Untermauerung die Tatsache, daß alle Versteinerungen, ganz gleich welcher Tier- und Pflanzengruppe sie angehören, in gleicher Weise und mit gleicher Intensität bearbeitet worden sind. Für die Nachwelt ebenso wichtig ist die Auswertung der Fossilbestimmungen für die Stratigraphie des nassauischen Raumes, wobei — wie ich schon oben andeutete — die Beziehung zu sämtlichen devonischen Schichten der Welt hergestellt wurde. Die auf der Ausschlagtablette zu Seite 544 wiedergegebene vergleichende Übersicht der Entwicklung des rheinischen Systems und der unteren Steinkohlenformation in den bekannteren Orten ihres Vorkommens umfaßt die Standardprofile von Nord-Amerika über Spanien, England, Frankreich, Belgien, über das deutsche Gebiet bis nach Rußland hinein.

Die  
**VERSTEINERUNGEN**  
 des  
**RHEINISCHEN**  
**SCHICHTENSYSYSTEMS**  
 in  
**NASSAU.**

Mit einer kurz gefassten  
**GEOGNOSIE**

dieses Gebietes und mit steter Berücksichtigung analoger Schichten anderer Länder.

Von

**DR. GUIDO SANDBERGER,**

Lehrer der Naturgeschichte am herzoglich nassauischen Real-Gymnasium zu Wiesbaden, Mitgliede der Staatsprüfungskommissionen für Medicin, Pharmacie, Bergbau und Hüttenkunde, Forstwissenschaft, Architectur und Ingenieurwesen, sowie des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau, der deutschen geologischen Gesellschaft zu Berlin, der kaiserlich russischen naturforschenden Gesellschaft zu Moskau, des rheinpreussischen naturforschenden Vereins zu Bonn, der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur zu Breslau, des mittelhheinischen geologischen Vereins zu Darmstadt, der Pollichia, der oberhessischen naturforschenden Gesellschaft zu Giessen, der wetterauischen zu Hanau, der rheinischen Naturforscher-Gesellschaft zu Mainz, der Gesellschaft für nützliche Forschungen zu Trier, der naturwissenschaftlichen Academie zu Philadelphia u. a. d. Z. Vorstands-, wirklichem, correspondirendem oder Ehren-Mitgliede,

und

**DR. FRIDOLIN SANDBERGER,**

Professor der mineralogischen Wissenschaften an der grossherzoglich badischen polytechnischen Schule zu Carlsruhe, des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau, der deutschen geologischen Gesellschaft, des zoologisch-botanischen Vereins zu Wien, der kaiserlichen naturforschenden Gesellschaft zu Moskau, des mittelhheinischen geologischen Vereins, der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur, der naturforschenden Gesellschaften zu Dresden, Hamburg, Giessen und Neustadt a/Hardt, des Vereins der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg, der naturwissenschaftlichen Academie zu Philadelphia, des Vereins für Erdkunde zu Darmstadt und der Gesellschaft für nützliche Forschungen zu Trier d. Z. Vorstands-, wirklichem, correspondirendem oder Ehren-Mitgliede.

**Text.**

Mit vielen eingedruckten Holzschnitten, einer lithographirten Suturentafel und einer geognostischen Uebersichtskarte in Farbendruck.

WIESBADEN:

KREIDEL & NIEDNER, VERLAGSHANDLUNG.

1850 — 1856.



Erwähnenswert sind die Zusätze zum paläontologischen Teil des Werkes auf den Seiten 545—551. Die Gebrüder SANDBERGER bedienten sich schon damals der Meßtechnik, insbesondere eines Leptometers (SANDBERGER, G. 1855) zur klaren Abgrenzung der Gattungen und Arten bei den Goniatiten und Clymenien.

Die Herausgabe des Werkes zog sich über die Jahre 1850—1856 hin und wickelte sich in mehreren Lieferungen ab. R. & E. RICHTER (1954) weisen darauf hin, daß beim Zitieren einzelner Fossilformen das irreführende Sammeldatum „1850—1856“ angeführt wird. Durch diese unrichtige Datierung werden Schwankungen in der Nomenklatur verursacht. Sie vermittelten daher die zutreffenden Lieferungsdaten vornehmlich aus den Erwähnungen im Neuen Jahrbuch für Mineralogie in folgender Anordnung:

- Lieferung 1, umfassend Bogen 1—5 = S. 1—40,  
Taf. 1—5, erschien 1849,
- Lieferung 2, umfassend Bogen 6—9 = S. 41—72,  
Taf. 6—8, 11—12, erschien 1850,
- Lieferung 3, umfassend Bogen 10—13 = S. 73—104,  
Taf. 9, 10, 13, erschien 1851,
- Lieferung 4, umfassend Bogen 14—17 = S. 105—136,  
Taf. 14—18, erschien 1852,
- Lieferung 5, umfassend Bogen 18—21 = S. 137—168,  
Taf. 19—23, erschien 1852,
- Lieferung 6, umfassend Bogen 22—25 = S. 169—200,  
Taf. 24—28, erschien 1854,
- Lieferung 7, umfassend Bogen 26—29 = S. 201—232,  
Taf. 29—33, erschien 1854,
- Lieferung 8 u. 9, I—XV, umfassend Bogen 30—71 = S. 233—564,  
Taf. 34—39, erschien 1856.

#### Der Verbleib des Fossilmaterials

Nach der Herausgabe des Werkes überließen die Gebrüder SANDBERGER das bearbeitete Fossilmaterial dem Naturhistorischen Museum in Wiesbaden. Im Jahresbericht vom 17. 12. 1865 (Jb. nass. Ver. Naturk. 19 u. 20, S. 543, Wiesbaden 1864 bis 1866) wird hierzu ergänzt, daß das SANDBERGER'sche Sammlungsmaterial durch den Nassauischen Verein für Naturkunde für das Naturhistorische Museum aufgekauft wurde, und zwar

„2200 Exemplare nassauischer Übergangspetrefakten und  
2300 Nummern aus den entsprechenden Schichten des Harzes,  
Böhmens, Englands, Nordamerikas.“

Sämtliche Petrefakten waren auf papierbespannten Holzbrettchen aufgeklebt und mit klarer und exakter Handschrift geschriebener Etiketten versehen worden. Es nimmt daher nicht Wunder, daß die mit dieser Aufmachung ausgezeichneten Fossilstücke unter den Museumsaufstellungen damals die erste Stelle einnahmen.

Auch in der Folgezeit hat das SANDBERGER'sche Sammlungsmaterial dank dieser umsichtigen Gestaltung sich einer bevorzugten Behandlung erfreuen können. Bis

heute sind die Originalstücke für die neu aufgestellten Arten in einem Sammlungs-schrank vereinigt und stehen zu jeder Zeit für eine Ausleihe zur Verfügung. Sämtliche Etiketten, darunter auch diejenigen, die bereits die Gebrüder SANDBERGER bei den erworbenen Stücken vorfanden, sind jeweils den betreffenden Stücken beigegeben.

F. SCHÖNDORF (1908) erarbeitete auf Grund des Museumsmaterials ein Verzeichnis der SANDBERGER'schen Originale. Leider sind sie heute nicht mehr in dieser Vollständigkeit vorhanden, da einige ausgeliehene Stücke während des letzten Krieges der Vernichtung anheimgefallen sind und somit nicht mehr zurückgegeben werden konnten. Namentlich trifft dies für eine nach Berlin ausgeliehene Goniatiten-Serie zu, die in den Räumen des ehemaligen Reichsamtes für Bodenforschung verschüttet wurde.

Der übrige Teil der SANDBERGER'schen Sammlung ist gemäß der im Naturhistorischen Museum geübten Sammlungsaufbewahrung magaziniert, oder einzelne Stücke nehmen in den Schaukästen einen gebührenden Platz ein. Sie fallen dank der durch die Gebr. SANDBERGER getroffenen umsichtigen Anordnung und Beschriftung sofort ins Auge.

### Schlußbemerkung

1849 erschien im Jahrbuch des Nassauischen Vereins, Heft 5, eine Subskriptions-anzeige für das SANDBERGER'sche Werk. Die Wichtigkeit und noch mehr das Interesse, welches man damals diesem paläontologischen Werk entgegenbrachte, wird durch das Verzeichnis der Subskribenten bekundet. Die stattliche Liste, die auf den Seiten XI—XIV wiedergegeben ist und den Nachweis über 133 Subskriptions-exemplare führt, ist zu gleicher Zeit auch ein historisches Dokument über den Erwerberkreis.

Auch heute noch nach 100 Jahren kann dieses Fossilwerk den damals erkannten Wert für sich beanspruchen. Die Größe des Werkes wird auch keineswegs dadurch geschmälert, daß dank der neueren Erkenntnisse viele Fossilnamen geändert wurden. In dem Werk ist uns das umfassende Forschen und Wissen der damaligen Zeit überliefert, ein Geschenk der Gebrüder F. und G. SANDBERGER, welchem wir heute Dank und Beifall zollen wollen.

### Schriftenverzeichnis

- RICHTER, R. & E.: Die Daten des Lieferungswerkes „SANDBERGER 1850—1856“. — Senckenbergiana, **34**, S. 346, Frankfurt a. M. 1954.
- SANDBERGER, GUIDO: Kurze Notiz über das Werk „Versteinerungen des Rheinischen Schichtensystems in Nassau“. — Jb. Ver. Naturk. Herzogth. Nassau, **10**, S. 85—86, Wiesbaden 1855.
- Das Leptometer, Meßinstrument für sehr kleine Natur- und Kunsterzeugnisse. — Jb. Ver. Naturk. Herzogth. Nassau, **10**, S. 83—85, Wiesbaden 1855.
- SCHÖNDORF, F.: Verzeichnis der im Naturhistorischen Museum zu Wiesbaden befindlichen Originale. Abteilung für Geologie und Paläontologie. 2. Originale zu G. & F. SANDBERGER, Die Versteinerungen des rheinischen Schichtensystems in Nassau. — Jb. Nass. Ver. Naturk., **61**, S. 39—71, Wiesbaden 1908.

## Fischreste aus dem Tertiär von Epterode südlich von Großalmerode

Von

WILHELM WEILER, Worms

Mit 10 Abbildungen

Das Tertiär von Epterode gab in letzter Zeit Anlaß zu einer kritischen Aussprache über das Alter der betreffenden Schichten (GÖRGES 1954; SCHELLMANN 1956; WAGNER 1956; WEILER 1956), die fast ausschließlich auf der Grundlage von Molluskens-funden geführt wurde. Es war daher erwünscht, das Problem auch von einer andern Seite der Paläontologie her zu betrachten. Diese Möglichkeit besteht jetzt, dank der Bemühungen von Herrn Dr. TH. SCHELLMANN, Hanau, der mir Gesteinsproben mit Fischresten aus dem marinen Tertiär von Epterode zusandte mit gleichzeitiger Angabe eines genauen Profils der Fundstelle. Für dieses Entgegenkommen danke ich Herrn Dr. SCHELLMANN recht herzlich, auch für weitere Auskünfte über das Tertiär von Epterode.

Nach den mir übermittelten Angaben liegen bei Epterode über hellen Tönen ohne marinen Einschlag zunächst 1,50 m dunkler Meereston mit Fossilien, u. a. *Leda deshayesiana*. An der Basis enthält diese Schicht stellenweise 0,00—0,20 m von Eisenkies durchsetztes Holz mit Bohrgängen von *Teredo* sp. und etwas höher, aber ebenfalls nur stellenweise, eine besonders fossilreiche Austernbank, die örtlich in Mergelkalk übergeht. Über dem dunklen Ton liegt eine hellgraue Bank aus Mergelkalk, die eine Mächtigkeit von 0,30—0,40 m hat; aus ihr stammen die nachstehend beschriebenen Fischreste. Sie wird von 2,50—3,00 m dunklem Meereston mit zahlreichen Foraminiferen überlagert. Das Hangende bilden mächtige Quarzsande nicht mariner Herkunft.

Die Gesteinsproben mit Fischresten aus der Kalkmergel-Bank haben keine glatte Schichtfläche, ihre Oberfläche ist vielmehr recht uneben, und die Fischreste sind darauf zu einem 2—3 cm breitem Band angeordnet, das vor allem aus Schuppen und einzelnen Skeletteilen wie Rippen, Wirbel, Flossenstrahlen und vereinzelt Kopfknochen besteht. Im Gestein um das Band herum trifft man nur hier und da einige Fischreste und gelegentlich auch dürftige Pflanzenreste an; lediglich an einer Stelle, etwa 4 cm unter dem Fossilband der Gesteinsprobe g gewahrt man einen weiteren 4 cm langen und 0,5 cm breiten Streifen aus Schuppen und Knochen. Nach seinen Bestandteilen und der  $\pm$  gleichbleibenden Breite des Fossilbands der einzelnen Bruchstücke könnte dieses eine einheitliche Bildung darstellen. Herr Dr. SCHELL-

MANN konnte mir zur Lösung dieser Frage keine genaueren Angaben machen; Mergelproben mit Fischresten, schreibt er, seien nicht selten, und beim Zerschlagen größerer Mergelbrocken kämen zahlreiche ähnliche Ansammlungen von Fischresten wie die von ihm aufgelesenen Stücke zum Vorschein. Die Frage, ob es sich um Bruchstücke von einem oder mehreren Fossilbändern handelt, bleibt daher bis auf weiteres offen.

In 2 Fällen sind beide Hälften des gespaltenen Mergelbrockens erhalten, so daß Ober- und Unterseite des Fossilbandes zu sehen sind (Probe c und f, d und h). Die eine Seite des Bandes ist quer-konvex, die andere dazu passend konkav. Für die Entscheidung, welche von beiden Seiten als die obere bzw. die untere zu gelten hat, geben zwei bei der Spaltung teilweise zerstörte kleine Muscheln einen Hinweis. Die eine davon ist am Rande des Fossilbandes angetroffen (Probe f), während die andere in 3 cm Abstand davon liegt (Probe c und f). Beide Muscheln sind gleichsinnig eingebettet. Wir nehmen daher an, daß die Spaltfläche, welche die Muscheln gewölbt-oben trägt, zum Liegenden gehört, die andere zum Hangenden. Danach zu urteilen, ist die Querwölbung des Fossilbands nach oben gerichtet. Kein triftiger Grund spricht dafür, daß diese Wölbung durch eine größere Anhäufung organischer Reste in der mittleren Längspartie bedingt ist; an allen Querbrüchen kann man sich davon überzeugen, daß Schuppen und Knochen überall gleichmäßig dünn verteilt sind, und die Ursache der Wölbung auf der Oberflächenform der das Band tragenden Partie der Mergelkalke beruht.

Die Fischreste des Fossilbands ließen sich auf 2 Arten verteilen, eine Art der Gattung *Clupea*, deren Überreste bei weitem vorherrschen, und eine Art aus der Gruppe der Acanthopterygier. Es handelt sich daher bestimmt nicht um den Überrest eines zerfallenen Fisches, wogegen auch anzuführen wäre, daß die Zahl der in den Bruchstücken des Bandes erhaltenen Kiemendeckel der *Clupea*-Art auf mehrere Individuen schließen läßt. Auch ein Koprolith kommt für die Deutung des Bandes nicht in Frage. Nach brieflicher Mitteilung hält es Herr SCHELLMANN für möglich, das Fossilband mit Krebswohnbauten im Bodenschlamm in Verbindung zu bringen, auf deren horizontalem Röhrenabschnitt sich Nahrungsreste ansammelten. Meines Erachtens liegt jedoch eher ein Spülsaum vor, und als Beweis dafür darf man u. a. auf die im Band liegenden Rippen und Flossenstrahlen verweisen, die zu einem guten Teil parallel zur Längsachse des Bandes ausgerichtet sind. Nicht befriedigend zu erklären ist vorläufig die Querwölbung des Fossilbands, die sediment-petrographische Ursachen zu haben scheint.

Was die Fischreste betrifft, so herrschen Schuppen bei weitem vor. Von einem sehr charakteristischen Schuppen-Typus ist nur ein Stück erhalten (Abb. 10). Der eine Schuppenrand ist abgerundet, der andere etwas breiter, gerade abgeschnitten und mit 5 Einbuchtungen versehen, in die ebensoviele leicht divergierende Furchen einmünden. Die Schuppe dürfte zu einem Acanthopterygier gehören, auf den wohl auch einige Flossenstacheln im Fossilband hinweisen. Eine artliche oder generische Bestimmung ist nicht möglich.

Alle übrigen Schuppen haben rundliche bis ovale Form (Abb. 6—9). Ihre Oberfläche ist mit 4—5 sogenannten Radien versehen, die meist deutlich paarig angeordnet von der Mitte nach oben und unten leicht divergierend zum meist beschädigten Schuppenrand verlaufen. Mitunter beobachtet man auch eine  $\pm$  unregelmäßige An-

ordnung der Radien (Abb. 9). Ausdrücklich sei erwähnt, daß die Radien sich in der Schuppenmitte nirgends berühren, auch nicht ohne Unterbrechung über die ganze Schuppen-Oberfläche verlaufen, so daß die Gattung *Alosa* Cuv. ausscheidet. Gelegentlich hat das äußerst feinkörnige Sediment von Schuppen nicht nur die Radien, sondern noch eine ungemein feine, dicht gestellte und im mittleren Abschnitt etwas gewellte Furchung bewahrt, die senkrecht von oben nach unten über die Schuppenfläche verläuft.

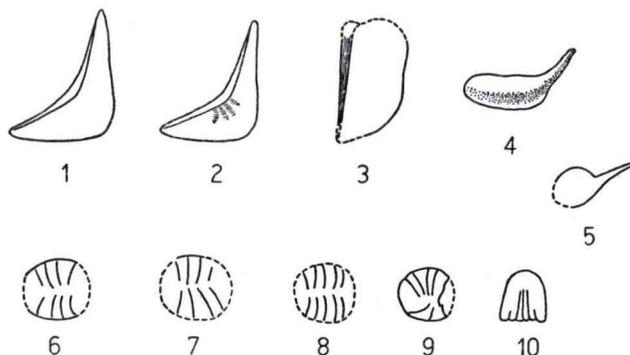


Abb. 1—9. *Clupea sardinites* (HECK.). — 2: 1. — 1, 2 = Praeoperculum; 3 = Operculum; 4 = Maxillare; 5 = Supra-Maxillare; 6—9 = Schuppen.

Abb. 10. Schuppe eines Acanthopterygiers, gen. et sp. indet. — 2: 1.

Die beschriebenen Schuppen entsprechen ganz dem Typus der sogenannten „*Meletta*“-Schuppen, die im Mitteloligozän des Rheintalgrabens und des Mainzer Beckens (Septarienton) häufig vorkommen. In Form und Zeichnung stimmen sie völlig mit jenen von *Clupea sardinites* (HECKEL) überein (HECKEL 1849, z. T. auch unter dem Namen *Meletta longimana* und *Meletta crenata*), die vom Rheintalgraben einschließlich des Mainzer Beckens durch die Molasse über Mähren bis nach Galizien und Rumänien in Schichten entsprechenden Alters zu verfolgen ist. Für eine Identifizierung der Clupeidenreste von Epterode mit der genannten Art spricht auch die Form der im Fossilband vorkommenden Knochen des Kiemendeckels (Praeoperculum und Operculum), die in jeder Hinsicht an *Clupea sardinites* erinnern, auch in dem Mangel einer oberflächlichen Streifung (Abb. 1, 3). Nur in einem Fall trägt das Praeoperculum undeutliche divergierende Streifen, die vom Winkel des Knochens ausgehen (Abb. 2). Sie treten bei *Clupea sardinites* gelegentlich in ganz ähnlicher Weise auf (vgl. HECKEL 1849, Taf. 12 Fig. C, 30). Mit ziemlicher Sicherheit kann daher die Art von Epterode zu *Clupea sardinites* (HECKEL) gestellt werden, zu der auch die abgebildeten Kieferknochen (Fig. 4, 5) passen.

Bisher war das Mainzer Becken das nördlichste bekannte Verbreitungsgebiet dieser Art. Der Fund von Epterode beweist jedoch, daß sie auch über den Main hinaus nach N vorgedrungen ist bis in die Hessische Senke. An eine Einwanderung von N her aus dem belgisch-norddeutschen Septarienton-Meer in die Gegend von Epterode ist aus faunistischen Gründen und in Anbetracht der paläogeographischen Verbreitung von *Clupea sardinites* kaum zu denken.

Im Oberrheingraben und im Mainzer Becken ist *Clupea sardinites* auf das Mitteloligozän beschränkt (Septarienton). Im unteren Septarienton = Foraminiferen-Mergel scheint sie zu fehlen. Sehr häufig trifft man sie im mittleren Septarienton = Fischschiefer an, auch ist sie im oberen Septarienton, wenigstens im südlichen Teil des Rheintalgrabens nachgewiesen (WEILER 1955), und selbst im oberen Mitteloligozän treten mitunter noch diese Schuppen auf, so daß man die betreffenden Ablagerungen, allerdings unter Verwendung des überholten Gattungsnamens, als „*Melletta*“-Schichten bezeichnet.

An dem mitteloligozänen Alter der Mergelkalk-Bank von Epteroide kann man nicht ernsthaft zweifeln. Vielleicht stellt sie sogar ein Äquivalent der Fischschiefer vor, während deren Ablagerung *Clupea sardinites* im Rheintalgraben ungemein häufig war. Besteht diese Annahme zu Recht, dann erhebt sich die Frage, welcher Stufe die Tone unter der Kalkmergel-Bank zuzuweisen sind. Gehören die 1,50 m mächtigen, an Mollusken reichen Tone unter der erwähnten Bank noch zu den Fischschiefern, dann fehlen bei Epteroide die den Foraminiferen-Mergeln entsprechenden Ablagerungen, und wir sind gezwungen anzunehmen, daß die Fischschiefer bei Epteroide transgredierend über nicht marinen prä-mitteloligozänen Sedimenten liegen. Damit wäre die Auffassung von GÖRGES (1954) über das Alter der Schichten an der Basis des Septarientons von Epteroide endgültig widerlegt. Vielleicht könnte eine mikropaläontologische Untersuchung der in Frage stehenden Schichten weiter helfen.

#### Schriftenverzeichnis

- GÖRGES, J.: Marines Unterstamp von Epteroide südlich Großalmerode. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI) 82, Wiesbaden 1954.
- HECKEL, J.: Beiträge zur Kenntnis der fossilen Fische Österreichs. — Denkschr. k. Akad. Wiss. m. n. Kl., Wien 1849.
- SHELLMANN, TH.: Bemerkungen zum Thema „Marines Unterstamp von Epteroide“. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, Wiesbaden 1956.
- WAGNER, W.: Zur Frage der Altersbeziehung von Meeressand zu Rupelton im Mainzer Becken und im Rheintalgraben. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, Wiesbaden 1956.
- WEILER, W. (in HESS & WEILER): Untersuchungen an Fischen aus dem Alttertiär der Umgebung von Basel. — Ecl. geol. Helvetiae, 48, Basel 1955.
- WEILER, W.: Bemerkungen zu dem Aufsatz von J. Görges: „Marines Unterstamp von Epteroide südlich von Großalmerode.“ — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, Wiesbaden 1956.

Manuskript eingegangen am 1. 10. 1956

## Conodonten aus dem oberen Gotlandium Deutschlands und der Karnischen Alpen

Von

OTTO H. WALLISER, Marburg

Mit 3 Abbildungen, 1 Tabelle und den Tafeln 1—3

**Zusammenfassung:** Aus dem Obersten Wenlock bis Oberludlow des Rheinischen Schiefergebirges, des Frankenwaldes und der Zentralkarnischen Alpen werden erstmals Conodonten beschrieben (12 Gattungen mit 28 Arten, von denen 13 neu sind und 8 davon benannt werden). Die orthochronologisch festgelegten, relativ sehr gleichförmigen Faunen erlauben eine Zweigliederung des behandelten stratigraphischen Bereiches.

### Einleitung

Nachdem durch BECKMANN und SANNEMANN in mehreren Arbeiten der Leitwert der Conodonten für das deutsche Paläozoikum nachgewiesen wurde, führte das Geologisch-Paläontologische Institut der Universität Marburg systematische Untersuchungen durch, die inzwischen zur Aufstellung einer detaillierten Conodonten-Parachronologie des gesamten Devons und Unterkarbons sowie der Trias führten. Die vorliegende Arbeit ergänzt diese Untersuchungen durch die erstmalige Bearbeitung von orthochronologisch eingestuften Conodonten-führenden Schichten aus dem oberen Gotlandium des Rheinischen Schiefergebirges, des Frankenwaldes und der Karnischen Alpen.

Von besonderem Wert ist dafür die in jüngster Zeit von Herrn Kollegen L. GREILING, Würzburg, mit Hilfe von Graptolithen durchgeführte Einstufung der Basis des Frankenwälder Orthoceratenkalkes. Für die Mitteilung dieser Ergebnisse sowie für die freundliche Übersendung von Kalkproben möchte ich ihm an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aussprechen. Dieser gilt auch Herrn Dr. W. ZIEGLER, der mir bei der Einarbeitung in die Conodonten-Materie sowie beim Photographieren behilflich war. Für die freundliche Überlassung von Vergleichsproben aus den Karnischen Alpen danke ich Herrn Dipl.-Geol. THURSCH bestens und ebenso Herrn Prof. Dr. WEYL für Material aus dem Geologischen Institut in Gießen sowie Herrn cand. geol. F. KOCKEL, der mir aus England Vergleichsmaterial vom Aymestry-limestone mitbrachte.

Ferner gebührt mein Dank der Deutschen Forschungsgemeinschaft, welche die technischen Mittel zur Aufbereitung der Kalke zur Verfügung stellte.

Die Originale werden im Geol.-Paläontol. Institut der Universität Marburg aufbewahrt.

### Fundpunkte und Alter der untersuchten Kalke

Rheinisches Schiefergebirge (nähere Angaben siehe bei KEGEL 1953):

Tonhalde südlich Gießen. In dem von KEGEL beschriebenen Steinbruch konnte nur eine Conodonten-führende Knolle von der Basis des Orthocerenkalkes gefunden werden, während andere, durch einen Schurf gewonnene Knollen keine Fauna liefern. Deshalb wurde zur Ergänzung weiteres Material aus der Sammlung des Geologischen Institutes der Universität Gießen herangezogen.

Frankenwald (nähere Angaben siehe bei SCHINDEWOLF 1924 und HELLER 1925):

1. Orthocerenkalk vom Flemersbach; Meßtischblatt Schwarzenbach a. Wald, 44 67 560/55 68 220.
2. Orthocerenkalk von Neumühle, Meßtischblatt Stadtsteinach, 44 68 900/55 61 850.
3. Orthocerenkalk vom Schübelberg, Meßtischblatt Schwarzenbach a. Wald, 44 68 100/55 69 170 (klassisches Vorkommen des „Elbersreuther Orthoceratitenkalkes“).

Die Proben wurden horizontalisiert jeweils vom stratigraphisch basalen Teil, der Mitte und dem hangenden Teil des Kalkkomplexes entnommen.

Karnische Alpen (nähere Angaben siehe bei v. GAERTNER 1931):

1. *Rhynchonella megaera*-Schichten am Ost-Hang des Cellons in der Lawinenrinne, die zwischen den beiden Ost-Gipfeln dieses Berges herabkommt.
2. Orthoceren-(*alticola*)-Kalke, Rauchkofel.
3. *Cardiola*-Horizont, Lokalität wie 1.

Der Orthocerenkalk der Tonhalde wurde von W. KEGEL näher untersucht. Er beginnt danach mit der Zone 30 von ELLES & WOOD und reicht sicher in das  $e\beta$  (nach PERNER-KODYM). Die Obergrenze konnte KEGEL nicht festlegen, vergleicht aber den oberen Teil des Schichtkomplexes mit den *Rh. megaera*-Schichten der Karnischen Alpen.

Die Orthocerenkalke des Frankenwaldes beginnen nach den neuesten, noch nicht veröffentlichten Untersuchungen von L. GREILING, Würzburg, mit der Zone 30 von ELLES & WOOD. Nach oben erstrecken sie sich ebenfalls bis ins  $e\beta$  (SCHINDEWOLF 1924, HELLER 1929).

In den Karnischen Alpen ist der in den beiden anderen Bereichen jeweils mehr oder weniger durchgehend petrographisch einheitliche Schichtenkomplex in 3 Teile aufgegliedert:

Der *Cardiola*-Horizont lieferte nach v. GAERTNER Graptolithen, welche die Feststellung der Zone 32 erlaubten. Außerdem enthält er Trilobiten, die sonst nur vom Frankenwälder Orthocerenkalk bekannt sind.

Den Orthoceren-(*alticola*)-Kalk stellt v. GAERTNER in das  $e\beta$  und parallelisiert ihn mit dem Mittelludlow-Kalk von Aymestry, in dem *Saetograptus leintwardinensis* gefunden wurde.

Die *Rh. megaera*-Schichten vertreten in den Karnischen Alpen nach v. GAERTNER das Oberludlow.

### Stratigraphische Verwendbarkeit der Conodontenfauna

Bisher wurden in der Literatur 3 größere gotlandische Conodontenfaunen bekanntgemacht, wovon eine (Bainbridge-limestone, durch BRANSON & MEHL 1933) aus dem Wenlock und eine (Aymestry-limestone, durch RHODES 1953) aus dem Mittelludlow stammt. Die hier bearbeiteten Faunen reichen vom obersten Wenlock bis zum Oberludlow.

Schon die ersten, vom FLEMERSBACH, bearbeiteten Proben zeigten, daß mit Hilfe der Conodonten eine Zweigliederung des Frankenwälder Orthoceratenkalkes möglich ist. Dies konnte bei weiteren Untersuchungen auch bei den übrigen Orthoceratenkalken des Frankенwaldes sowie bei dem Vorkommen der Lokalität Tonhalde ermittelt werden. Bei Abschluß der Arbeit wurde dieses Ergebnis durch Proben aus den Karnischen Alpen bestätigt, die Herr THURSCHE, Würzburg, an den klassischen Lokalitäten v. GAERTNER'S entnahm und mir freundlicherweise als Vergleichsfauna überließ.

Die Faunen aus dem basalen Teil der Orthoceratenkalke des Frankенwaldes und des Orthoceratenkalkes der Tonhalde sowie die des *Cardiola*-Horizontes der Karnischen Alpen unterscheiden sich von allen stratigraphisch höheren Faunen durch das Vorhandensein von *Kockelella variabilis* n. gen. et. spec. Diese Art charakterisiert das oberste Wenlock und unterste Ludlow, nämlich die Zonen 30—33 nach ELLES & WOOD. Eventuell reicht ihre vertikale Reichweite noch etwas weiter sowohl nach unten als oben. Das erstere wird besonders durch das Vorkommen von *Polygnathoides siluricus* BRANSON & MEHL und *Polygnathoides emarginatus* (BRANSON & MEHL) im stratigraphisch tiefsten Teil des Orthoceratenkalkes vom FLEMERSBACH wahrscheinlich gemacht. Diese, von BRANSON & MEHL 1933 aus dem im Wenlock stehenden Bainbridge-limestone beschriebenen Arten, treten sonst in keiner der anderen untersuchten Proben auf.

Die aus dem mittleren und hangenden Teil der untersuchten deutschen Vorkommen stammenden Faunen sowie die des Orthoceratenkalkes und der *Rh. megaera*-Schichten der Karnischen Alpen erlauben keine weitere Untergliederung. Deshalb kann nicht entschieden werden, ob die Frankenwälder Orthoceratenkalke und der Orthoceratenkalk der Tonhalde auch noch das obere Ludlow umfassen. Sicher ist jedoch, daß sie schon in ihrem mittleren Teil wie der von RHODES 1953 conodontenfaunistisch bearbeitete Aymestry-limestone und der Orthoceratenkalk der Karnischen Alpen die ELLES & WOOD-Zone 36 des *Saetograptus leintwardinensis*, also Mittelludlow enthalten.

Die große Übereinstimmung der orthochronologisch eingestuften Faunen in den regional weit voneinander entfernten Lokalitäten (Karnische Alpen — Frankенwald — Rheinisches Schiefergebirge — England) bestätigt aufs neue die hervorragende Brauchbarkeit der Conodonten zur chronologischen Gliederung und zum Vergleich selbst regional weit auseinander liegender Schichtglieder.

Die untersuchten Faunen zeigen enge Beziehungen sowohl zu den von BRANSON & MEHL 1933 beschriebenen Wenlock-Formen als auch zu denen des Unterdevons (besonders ZIEGLER 1956).

Die Verbreitung der aufgefundenen Arten ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Sie wurde durch Hinzufügen der Arten aus dem Bainbridge-limestone (Wenlock) und dem Aymestry-limestone (Mittelludlow) ergänzt.

Tabelle 1.

Stratigraphische Verbreitung der aus dem Wenlock und Ludlow bekannten Arten

	Bainbridge-Limestone	basaler Teil d. Orth. K.				mittlerer T. d. Orth. K.			han- gen- der T. d. Or. K.		Rh. <i>megaera</i> -Sch.		
	<i>Cardiola</i> -Hor.	Flemlersbach	Schübelberg	Neumühle	Tonhalde	Orth. K. Rauehkopf	Flemlersbach	Schübelberg	Tonhalde	Aymestry-Limestone		Flemlersbach	Schübelberg
<i>Acodus bicostatus</i> BR. & M. 1933 . . . . .	×												
<i>Cordilodus ? dubius</i> RHODES 1953 . . . . .										×			
<i>Distacodus obliquicostatus</i> BR. & M. 1933 . . . . .	×												
<i>Distomodus suberectus</i> RHODES 1953 . . . . .										×			
„ <i>curvatus</i> RHODES 1953 . . . . .										×			
<i>Drepanodus</i> n. sp. . . . .													×
<i>Hindeodella confluens</i> BR. & M. 1933 . . . . .	×												
„ <i>equidentata</i> RHODES 1953 . . . . .		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>Kockelella variabilis</i> n. gen. et. spec. . . . .		×	×	×	×	×							
<i>Ligonodina diversa</i> n. sp. . . . .		×	×		×	×	×		×				
„ <i>ingens</i> n. sp. . . . .					×								
„ <i>salopia</i> RHODES 1953 . . . . .										×			
„ <i>silurica</i> BR. & M. 1939 . . . . .	×	×	×	×	×		×		×		×	×	
<i>Lonchodina greilingi</i> n. sp. . . . .		×	×	×	×		×		×			×	×
„ n. sp. a . . . . .		×	×										
„ n. sp. b . . . . .		×		×									
<i>Ozarkodina media</i> n. sp. . . . .		×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×
„ <i>simplex</i> BR. & M. 1933 . . . . .	×												
„ <i>typica</i> BR. & M. 1933 . . . . .									×				
„ <i>ziegleri</i> n. sp. . . . .		×	×	×	×								
„ ? sp. . . . .			×				×		×		×	×	
<i>Paltodus acostatus</i> BR. & M. 1933 . . . . .	×									×			
„ <i>compressus</i> BR. & M. 1933 . . . . .	×					×							×
„ cf. <i>compressus</i> BR. & M. 1933 . . . . .						×							
„ <i>fragilis</i> BR. & M. 1933 . . . . .	×												
„ <i>multicostatus</i> BR. & M. 1933 . . . . .	×												
„ <i>recurvatus</i> RHODES 1953 . . . . .										×			
„ cf. <i>recurvatus</i> RHODES 1953 . . . . .						×			×			×	×
„ <i>simplex</i> BR. & M. 1933 . . . . .	×												
„ <i>unicostatus</i> BR. & M. 1933 . . . . .	×									×		×	×
„ n. sp. . . . .					×								
<i>Plectospathodus contrarius</i> RHODES 1953 . . . . .										×			
„ <i>elegans</i> RHODES 1953 . . . . .										×	×	×	×
„ <i>extensus</i> RHODES 1953 . . . . .		×				×		×	×	×	×	×	×
„ <i>flexuosus</i> BR. & M. 1933 . . . . .	×									×			
<i>Polygnathoides emarginatus</i> (BR. & M. 1933). . . . .	×	×											
„ <i>siluricus</i> BR. & M. 1933 . . . . .	×	×											
<i>Prioniodina</i> cf. <i>armata</i> (HINDE 1879) . . . . .		×	×	×					×				
„ <i>bicurvata</i> (BR. & M. 1933) . . . . .	×	×	×	×	×	×	×	×	×		×	×	×
„ <i>deflecta</i> (BR. & M. 1933) . . . . .	×												
„ <i>excavata</i> (BR. & M. 1933) . . . . .	×	×	×	×	×		×		×			×	×
„ <i>minuta</i> (BR. & M. 1933) . . . . .	×												
„ sp. . . . .							×						×

Tabelle 1 (Fortsetzung).

Stratigraphische Verbreitung der aus dem Wenlock und Ludlow bekannten Arten

	Bainbridge-Limestone	basaler Teil d. Orth. K.					mittlerer T. d. Orth. K.			hangender T. d. Or. K.		Rh. <i>megara</i> -Sch.	
	<i>Cardiola</i> -Hor.	Flemersbach	Schübelberg	Neumühle	Tonhalde	Orth. K. Rauchkofel	Flemersbach	Schübelberg	Tonhalde	Aymestry-Limestone	Flemersbach	Schübelberg	
<i>Spathognathodus fundamentatus</i> n. sp. . . . .						×	×	×	×				×
„ <i>inclinatus</i> (RHODES 1953) . . . . .	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
„ <i>primus</i> (BR. & M. 1933) . . . . .			×	×	×	×				×			
„ cf. <i>primus</i> (BR. & M. 1933). . . . .						×							
<i>Trichonodella aboroflexa</i> RHODES 1953 . . . . .										×			
„ <i>excavata</i> (BR. & M. 1933) . . . . .	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
„ cf. <i>excavata</i> (BR. & M. 1933) (cf. spec. a)							×						
„ cf. <i>excavata</i> (BR. & M. 1933) (cf. spec. b)							×				×	×	
„ <i>inconstans</i> n. sp. . . . .		×	×	×	×		×		×			×	×
„ <i>symmetrica</i> (BR. & M. 1933) . . . . .	×												×

### Paläontologischer Teil

Die taxionomische Gliederung der Conodonten erfolgt nicht nach generischen Gesichtspunkten, sondern beruht rein auf Formmerkmalen. Es handelt sich also nicht um „echte“ Gattungen oder Arten, sondern um „Form“-Gattungen und „Form“-Arten. Wenn im folgenden von verwandtschaftlichen Beziehungen gesprochen wird, wird darunter stets nur eine „Form“-Verwandtschaft verstanden.

Besonders auffallend ist bei den untersuchten Faunen das Vorhandensein von Arten mit sehr geringer Variationsbreite neben solchen mit einer ungewöhnlich großen. Dies sollte bei der Aufstellung neuer Arten mehr berücksichtigt werden, da es leicht möglich ist, daß bei nur geringem vorhandenem Material weit auseinanderstehende Vertreter einer einzigen Variationsreihe gefunden werden. Ferner zeigt es uns, daß die Begründung einer neuen Art mit nur einem oder nur wenigen Exemplaren nur dann gerechtfertigt ist, wenn es sich um eine völlig neuartige Form handelt, die weit außerhalb einer, wenn auch nicht bekannten, so doch möglichen Variationsbreite einer schon vorhandenen Art liegt. Aus diesem Grund werden im folgenden mehrere, wahrscheinlich neue Arten repräsentierende Formen nicht benannt, sondern nur mit dem hinweisenden Zusatz n. sp. versehen.

Eine weitere auffallende Erscheinung ist die Herausbildung von konvergenten Formmerkmalen, was besonders evident bei Arten von *Spathognathodus* und davon abzuleitenden Formen ist. Das Vorkommen dieser Gattung reicht vom unteren Gotlandium bis ins jüngste Paläozoikum, ihre Form ist relativ einfach. Solche langlebigen, einfachen Formen stellen auch bei echten Gattungen anderer Gruppen von Lebewesen die Ausgangsbasis neuer Formen dar. So sind von *Spathognathodus* sicher zahlreiche Gattungen abzuleiten. Die Entwicklung tendiert dabei zu einer Verbreiterung der Basis und einer Differenzierung der so entstandenen Oralflächen durch

Furchen, Kiele, Höcker oder Zähnchen. Den Verlauf dieser Entwicklung sehen wir in der Ontogenie von *Kockelella variabilis* n. gen. et. sp., deren Jugendformen auf der basalen Verbreiterung beiderseits des Blattes je ein Zähnchen tragen, die Altersformen je bis zu zwei Zahnreihen. Einfache Verbreiterung der Basis mit nur einem Zähnchen zeigen dann im Mittel- und Oberludlow einige Altersformen von *Spathognathodus fundamentatus* n. sp. und im Unterdevon *Sp. steinhornensis* ZIEGLER. Höher im Devon führen solche Formen zu Plattformtypen des Devons und jüngerer Formationen über.

Bemerkenswert ist auch das Fehlen von „Einzähnern“ (Conodonten, die nur aus einem konischen Hauptzahn bestehen) in den meisten untersuchten Proben. Ohne Kenntnis der die Conodonten tragenden Tiere („Conodontophoridae“) ist es jedoch nicht möglich zu entscheiden, ob es sich dabei um lokales, primäres Zurücktreten „Einzähne“-tragender Vertreter oder um postmortale Selection handelt.

Für die Bestimmung der Arten zeigte sich anfangs der Umstand erschwerend, daß bei den deutschen Fundpunkten die Formen der stratigraphisch jüngeren Bereiche meist kleiner waren als die der basalen Teile. Eingehende Vergleiche zeigten aber Artidentität großwüchsiger und kleinwüchsiger Formen. Da die größeren Exemplare der tieferen Zone stets weniger durch Überkrustungen verunreinigt waren als die kleineren der höheren, wurden meist solche der basalen Teile der untersuchten Vorkommen als Beispiele abgebildet. Die entsprechenden Vertreter der kleinwüchsigen Fauna haben etwa  $\frac{1}{2}$  bis meist  $\frac{2}{3}$  der Größe der abgebildeten Exemplare.

### *Drepanodus* PANDER 1856, S. 20

Lectogenotypus: *Drepanodus arcuatus* PANDER 1856.

### *Drepanodus* n. sp.

Taf. 2 Fig. 8—9, Abb. 1

Die vorliegenden 7 Exemplare unterscheiden sich von allen bis jetzt beschriebenen Arten der Gattung *Drepanodus* durch die Ausbildung ihrer Basis. Die Basalgrube ist kurzkegelig und variiert in der Art der Form ihrer Wand sehr stark. Diese ist entweder nicht erweitert, so daß der Zahn von der Spitze bis zur Basis gleichmäßig an Dicke zunimmt, oder sie erweitert sich sehr stark, wobei sich dann der aborale Rand zur Zahnachse hin ausdehnen kann und so einen Ring bildet, der die Basalgrube nach unten abschließt. Die aborale Öffnung der Basalgrube ist rund bis oval, z. T. auch etwas asymmetrisch. Der Zahn selbst ist im allgemeinen schwach, an der Basis etwas stärker nach hinten gebogen. Vorder- und Hinterkante scharf bis abgerundet, Seitenflächen konvex, meist symmetrisch, z. T. jedoch eine Seite etwas stärker konvex als die andere.

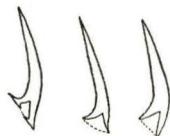


Abb. 1. Medianer Längsschnitt durch 3 Exemplare von *Drepanodus* n. sp.

### *Hindeodella* ULRICH & BASSLER 1926, S. 36

Genotypus design.: *H. subtilis* ULRICH & BASSLER 1926.

***Hindeodella equidentata* RHODES 1953**

Taf. 2 Fig. 23

1953 *Hindeodella equidentata* n. sp. — RHODES, S. 303, Taf. 3 Fig. 248, 252—254.

Holotypus: RHODES 1953, Taf. 23 Fig. 248, 253, 254.

Vorliegend: rund 200 Exemplare.

Die vorliegenden Exemplare, die eine gegenüber den Arten anderer Gattungen erstaunlich geringe Variabilität aufweisen, stimmen genau mit der Beschreibung und den Abbildungen von RHODES überein.

***Kockelella* n. gen.**

Derivatio nominis: Nach Herrn Professor Dr. C. W. KOCKEL, dem Förderer der Conodontenuntersuchungen in Deutschland.

Genotypus: *Kockelella variabilis* n. sp.

Definition: Zusammengesetzte Conodonten, bestehend aus einem mehr oder weniger langen, hohen, bezähnelten Blatt, dessen aborale Seite im vorderen Teil eine schmale Längsrinne aufweist, die sich etwa ab der Längsmittle nach hinten unmittelbar in eine breite, flache asymmetrische Basalgrube erweitert. Diese Verbreiterung trägt oral beiderseitig 1—2 bezähnelte, blattartige, gegeneinander divergierende Äste.

Orientierung: Die basale Erweiterung ist hinten, ihr stärker ausgedehnter Teil innen.

Bemerkungen und Beziehungen: Die Gattung gründet sich auf eine Art, von der etwa 120 Exemplare aus 6 Lokalitäten vorliegen. Dabei wurden in den Proben von 4 Lokalitäten nur ausgewachsene Exemplare gefunden. Ihre Formmerkmale weichen so stark von den bisher bekannten Gattungen ab, daß nach dem allgemeinen Brauch der Abgrenzung taxionomischer Einheiten bei den Conodonten die Errichtung einer neuen Gattung unbedingt notwendig ist.

Zwei Lokalitäten lieferten außer den ausgewachsenen Exemplaren auch Stücke, die als Jugendformen angesehen werden müssen. Diese zeigen die nahe Verwandtschaft mit *Spathognathodus* BRANSON & MEHL. Wie bei der Beschreibung der Typus-Art und bei *Spathognathodus fundamentatus* n. sp. näher gezeigt wird, sind alle Übergänge von *Spathognathodus* zu *Kockelella* vorhanden. Die Jugendexemplare sind dabei in der Form von einigen Vertretern des in höherem Niveau vorkommenden *Sp. fundamentatus* nicht zu unterscheiden. Da bei den Conodonten aber nicht nach generischen Prinzipien sondern nur nach den Formmerkmalen taxionomische Einheiten unterschieden werden, müssen wir feststellen: die Jugendexemplare von *Kockelella variabilis* haben *Spathognathodus*-Form und gleichen *Sp. fundamentatus*. Dies wäre zu umgehen, wenn man beide Arten als eine auffaßte. Damit würde man aber — abgesehen davon, daß die stratigraphische Verwertbarkeit verloren ginge — gegen das normalerweise angewandte Prinzip verstoßen, Arten nach der Ausbildung der erwachsenen Formen zu definieren und taxionomisch einzuordnen. Wenn man sich deshalb entschließt, zwei Arten aufzustellen, so hat man sich damit in diesem Fall auch zu der Feststellung entschieden: „Jugendform von Art a entspricht der ausgewachsenen Form von Art b“. Die Trennung in 2 Arten

ist deshalb nicht nur vom Gesichtspunkt der generischen Unterscheidung aus notwendig. Diese aber muß vorgenommen werden. Erstens deshalb, weil bei Erweiterung der Gattungsdefinition von *Spathognathodus* auf eine Form, welche die vorliegende Art mit einschließt, auch andere Gattungen, wie *Dryphenotus* COOPER und *Nodognathus* COOPER, einbezogen werden müßten, sowie alle anderen von *Spathognathodus* abgeleiteten Formgattungen, bei denen in Zukunft bei einer Art Jugendformen gefunden werden, welche beide Gattungen verbinden. Zweitens deshalb, weil dann grundsätzlich alle Gattungen zusammengefaßt werden müßten, die durch Übergänge verbunden sind, gleichgültig ob diese durch Jugendexemplare oder durch variierende ausgewachsene Exemplare hergestellt werden.

Enge Beziehungen bestehen auch zu *Amorphognathus* BRANSON & MEHL 1933, bei der die basale Verbreiterung auf alle Äste ausgedehnt ist, so daß der mittlere zahntragende Ast nicht mehr als Blatt bezeichnet werden kann.

*Dryphenotus* COOPER 1939 unterscheidet sich von *Kockelella* dadurch, daß die basale Ausdehnung der einen Seite keine reihenförmig geordnete, sondern unregelmäßig gruppierte Höcker aufweist und die Basalgrube aboral durch eine unter der medianen Zahnreihe gelegenen tiefen Rinne durchzogen wird.

Enge Beziehungen sind zu *Nodognathus* COOPER 1939 vorhanden. Hier kann die basale Verbreiterung eine Zahnreihe tragen, die allerdings auf eine Seite beschränkt und sehr kurz ist. Außerdem befindet sich hier die nicht im hinteren Teil, sondern nahe der Mitte gelegene relativ kleine basale Ausdehnung über einer im Gegensatz zu *Kockelella* sehr tiefen Basalgrube.

### *Kockelella variabilis* n. sp.

Taf. 1 Fig. 3—10

Derivatio nominis: Die Art variiert in bezug auf die Ausbildung der Seitenäste sehr stark.

Holotypus: Das auf Taf. 1 Fig. 3 abgebildete Exemplar (Wa 1957/3).

Locus typicus: Tonhalde bei Gießen.

Stratum typicum: Basaler Teil des Orthocerenkalkes.

Vorliegend: 110 Exemplare.

Diagnose: *Kockelella* mit geradem oder in der Horizontalen gebogenem, meist ungleichmäßig bezähneltem Ast. Die Basalverbreiterung trägt oral auf der Innenseite meist zwei, selten nur eine Zahnreihe, auf der Außenseite ein bis zwei Zahnreihen.

Beschreibung: Das mediane Blatt ist entweder gerade oder gleichmäßig in der Horizontalen, mit der konkaven Seite nach innen oder außen, gebogen oder diese Biegung beschränkt sich nur auf ein, meist das hintere Ende. Oral ist das Blatt besetzt von seitlich mehr oder weniger abgeflachten, vorne und hinten z. T. scharfkantigen, an der Basis oder schon ab der Längsmittle verwachsenen, ungleich großen und geradestehenden bis divergierenden Zähnen, die sich im Querschnitt seitlich gleichmäßig nach unten verdicken und ohne deutliche Grenze in das ebenfalls nach unten an Dicke zunehmende Blatt übergehen. Unterhalb der Mitte verengt sich der Querschnitt des Blattes wieder, so daß der Eindruck eines flachen Wulstes entsteht, der etwa in der Mitte am Blatt seitlich entlangzieht und kurz vor dessen Vorderende

zu den dort meist größten Zähnchen des Blattes hochbiegt. Auf der Aboralseite verläuft eine schmale, dünnwandige Rinne, die sich etwa ab der Längsmittle unmittelbar in eine weite, flache Basalgrube ausdehnt. Diese trägt oral beiderseits zu blattförmigen Reihen angeordnete Zähnchen. Die Ausbildung dieser seitlichen Zahnreihen, die Zahl ihrer Zähnchen und der Winkel zwischen ihnen und dem zwischen ihnen und dem medianen Blatt variiert sehr stark. Während auf der einen Seite meist zwei aus mehreren Zähnchen bestehende Reihen vorhanden sind, ist auf der anderen Seite bei den meisten Exemplaren nur eine Reihe vorhanden. Die Zahl der Zähnchen kann stark reduziert sein, doch ist selbst beim Vorhandensein nur eines Zähnchens noch die blattförmige Anlage zu erkennen. An der Basis sind diese seitlichen Zahnreihen teilweise durch eine deutliche Einschnürung von der Basalplatte getrennt.

Bemerkungen und Beziehungen: Jugendexemplare der Art zeigen eine Reduktion der seitlichen Zähnchen bis auf je eines, das meist auf der Mitte der basalen Erweiterung sitzt. Sind diese typisch ausgebildet, so lassen sie sich von Exemplaren der nah verwandten Form-Art *Spathognathodus fundamentatus* n. sp. unterscheiden, da diese entweder gleichmäßig bezähnt ist oder das größte Zähnchen über der Basalgrube trägt, während bei *Kockelella variabilis* die größten Zähnchen meist vorne sitzen. Bei nicht so gut ausgebildeten Exemplaren ist jedoch eine sichere Zuordnung zu einer der beiden Arten nicht möglich. Deshalb kann auch nicht mit Sicherheit festgestellt werden, ob *Sp. fundamentatus* schon im ältesten hier behandelten stratigraphischen Abschnitt, also gleichzeitig mit *K. variabilis* vorkommt. Dagegen spricht, daß in diesen älteren Faunen nie typisch ausgebildete Exemplare von *Sp. fundamentatus* gefunden werden. Zweifelhafte Formen wurden deshalb in diesem Bereich zu *K. variabilis* gestellt.

### ***Ligonodina* ULRICH & BASSLER 1956, S. 12**

Genotypus design.: *L. pectinata* ULRICH & BASSLER 1926.

1926 *Ligonodina* n. gen. — ULRICH & BASSLER, S. 12.

1951 *Eoligonodina* n. gen. — BRANSON, MEHL & BRANSON, S. 14/15.

Verfasser schließt sich der Ansicht von RHODES 1953 an, daß die Tiefe der Basalgrube und die Ausdehnung ihrer Wand bei dieser Formengruppe nicht als generisches Unterscheidungsmerkmal zu werten ist.

### ***Ligonodina diversa* n. sp.**

Taf. 2 Fig. 11—14

Derivatio nominis: Der Winkel zwischen Hinter- und Vorderast kann sehr verschieden sein.

Holotypus: Das auf Taf. 2 Fig. 12a, b abgebildete Exemplar (Wa 1957/47).

Locus typicus: Neumühle.

Stratum typicum: Basis des Orthoceratenkalkes.

Vorliegend: 30 Exemplare.

Diagnose: *Ligonodina* mit schwach rückwärts gebogenem, seitlich abgeflachtem Hauptzahn; langem, meist vertikal schwach gebogenem, mit im Querschnitt runden bis ovalen Zähnchen besetztem und meist nach unten und innen gebogenem Innenast,

der mit dem ebenso bezahnten Hinterast einen Winkel von  $90-120^\circ$  bildet. Die Basalgrube setzt sich auf der Aboralkante der beiden Äste bis zu deren Ende in einer schmalen Rinne fort.

Beschreibung: Der Hauptzahn ist seitlich abgeflacht, vorne und hinten abgerundet und leicht nach hinten geneigt. Der Hinterast ist meist in der Vertikalen schwach nach abwärts gekrümmt und z. T. ganz wenig nach außen gebogen. Die Zähnen sind im Querschnitt rund bis oval, deutlich nach rückwärts geneigt und können an der Basis verschmolzen sein. Der Innenast bildet mit dem Vorderast einen Winkel von ungefähr  $90-120^\circ$ . Er ist deutlich, etwa mit  $45^\circ$ , nach unten geneigt und kann schwach nach hinten und unten gebogen sein. Die meist getrenntstehenden Zähnen sind im Querschnitt rund. Ihre Zahl schwankt zwischen 4 und 11. Die relativ schmale, dünnwandige Basalgrube setzt sich auf der Aboralkante der anschließenden Äste als mehr oder weniger schmale, spitz zulaufende Rinne fort.

Bemerkungen und Beziehungen: Die neue Art ist eng mit *L. salopia* RHODES und *L. acuta* BRANSON & MEHL verwandt. *L. salopia* unterscheidet sich jedoch durch die scharfkantigen Zähnen auf dem Hinterast. Bei *L. acuta* setzt sich die Basalgrube nicht auf die anschließenden Äste fort.

Trotz dieser Unterscheidungsmerkmale muß damit gerechnet werden, daß ein größeres Material die Vereinigung dieser drei Arten zu einer einzigen erlaubt, wobei die jetzt noch vorhandenen Unterscheidungsmerkmale eventuell die Beibehaltung von Unterarten erlauben. Diese Möglichkeit wird durch zwei vorliegende Exemplare angedeutet. Das eine zeigt auf dem Hinterast Zähnen, die so stark abgeplattet sind, daß ihr ovaler Querschnitt vorne und hinten wenn auch nicht scharfe, so doch deutliche Kanten zeigt. Beim anderen sind die auf der aboralen Kante der Äste gelegenen Rinnen so schmal und seicht, daß sie nur noch schwer als solche zu erkennen sind.

### *Ligonodina ingens* n. sp.

Taf. 2 Fig. 20

Derivatio nominis: Die vorhandenen Exemplare sind weitaus größer als die übrigen Arten.

Holotypus: Das auf Taf. 2 Fig. 20 abgebildete Exemplar (Wa 1957/55).

Locus typicus: Tonhalde bei Gießen.

Stratum typicum: Orthocerenkalk.

Vorliegend: 3 Exemplare.

Diagnose: *Ligonodina* mit sehr tiefer, dünnwandiger Basalgrube. Hauptzahn kräftig, im Querschnitt an der Basis rund, gegen die Spitze seitlich abgeflacht; nach unten mit einer Verlängerung, deren innere, vordere Kante nach innen verbreitert ist und 5—6 getrenntstehende, nach innen hinten geneigte kräftige Zähnen trägt. Hinterast mit stark nach hinten geneigten Zähnen.

Beschreibung: Der terminale Hauptzahn ist nach hinten gebogen. Seine Vorderseite bildet vom Ende der basalen Verlängerung bis zur Spitze einen gleichmäßig gewölbten Kreisbogen. Sein Querschnitt ist an der Basis nahezu rund mit etwas abgeflachter Innenseite. Die seitliche Abflachung nimmt gegen die Spitze so sehr zu, daß hintere und vordere Kanten auftreten können. Der gerade Hinterast, der bei

keinem der Stücke vollständig erhalten ist, ist sehr kräftig und oral abgerundet, etwa so breit wie hoch. Er trägt getrenntstehende, ungleich große, im Querschnitt runde, stark nach hinten geneigte Zähnchen. Der Winkel zwischen ihm und dem Seitenast beträgt etwa 60°. Der Hauptzahn setzt sich basal in die Wände der großen Basalgrube fort, die gegen die Innenseite flach begrenzt, nach außen aber durch eine konvexe Ausdehnung der Wand stark erweitert ist. Der vordere Teil der basalen Verlängerung des Hauptzahnes reicht noch über die untere Begrenzung der Basalgrube hinaus und bildet mit seiner an der Vorderseite innen gebildeten Verdickung einen Seitenast. Diese Verdickung kann schon oberhalb der Basalgrube allmählich beginnen und bildet dann vorne, auf der Innenseite des Hauptzahnes einen flachen Wulst, jedoch nie eine scharfe Kante. Auf den Verdickungen sitzen 5—6 kräftige, im Querschnitt runde, nach hinten geneigte, getrenntstehende Zähnchen. Man könnte die genannte Verdickung auch als verschmolzene Basis der Zähnchen betrachten.

Bemerkungen: Die drei vorhandenen Exemplare sind von Rissen durchsetzt. Deshalb war eine Reinigung durch Kochen mit Kalilauge nicht möglich. Außerdem ist die Basalgrube von einem Material erfüllt, die der Substanz der Conodonten zu entsprechen und primär darin zu sein scheint.

Beziehungen: Die neue Art gleicht sehr stark *Eoligonodina robusta* BRANSON, MEHL & BRANSON. Der Hauptzahn dieser Art ist jedoch nur über der Basis nach rückwärts gebogen, seine obere Hälfte und die basale Verlängerung selbst sind gerade; an der Innenseite vorne ist eine deutliche, scharfe Kante ausgebildet. Die Zähnchen des Hinterastes sind aufrecht oder nur schwach nach hinten geneigt.

### ***Ligonodina silurica* BRANSON & MEHL 1933**

Taf. 2 Fig. 10

1933 *Ligonodina silurica* n. sp. — BRANSON & MEHL, S. 48—49, Taf. 3 Fig. 18—12.  
 Lectotypus (hiermit): BRANSON & MEHL 1933, Taf. 3 Fig. 18.  
 Vorliegend: 40 Exemplare.

Die untersuchten Exemplare stimmen mit der Artbeschreibung überein. Bemerkenswert ist der beträchtliche Größenunterschied zwischen den kleinsten und größten Exemplaren.

### ***Lonchodina* ULRICH & BASSLER 1926, S. 30/31**

Genotypus design.: *L. typicalis* ULRICH & BASSLER 1926.

### ***Lonchodina greilingi* n. sp.**

Taf. 3 Fig. 20—26

Derivatio nominis: Nach Herrn Diplom-Geologen Dr. L. GREILING.  
 Holotypus: Das auf Taf. 3 Fig. 21 abgebildete Exemplar (Wa 1957/79).  
 Locus typicus: Neumühle.  
 Stratum typicum: Basaler Teil des Orthoceratenkalkes.

Vorliegend: 80 Exemplare.

Diagnose: Sehr variable Art der Gattung *Lonchodina* mit deutlichem Hauptzahn über der stark erweiterten Basalgrube und zwei meist etwa gleich langen bezähnelten Seitenästen.

Orientierung: Die an den Hauptzahn stoßenden Äste werden als Seitenäste bezeichnet. Der Hauptzahn ist nach hinten geneigt.

Beschreibung: Der Hauptzahn ist wesentlich länger und dicker als die Zähnchen der Seitenäste. Er ist immer nach hinten geneigt und mehr oder weniger stark in dieser Richtung gebogen. Sein Querschnitt ist in dem über die Seitenäste hinausragenden Teil rund. Seine Basis wird von der stark ausgeweiteten Basalgrube eingenommen. Diese setzt sich in die Seitenäste bis zu deren Ende entweder nur allmählich an Tiefe und Breite abnehmend fort oder bildet dort nur eine Rinne, während die starke Ausdehnung dann auf die Basis des Hauptzahnes beschränkt bleibt. Die Seitenäste sind in bezug auf die Neigungsrichtung des Hauptzahnes symmetrisch angeordnet. Während ein Seitenast immer seitlich mehr oder weniger nach hinten zeigt, schwankt die Richtung des anderen Astes bei den verschiedenen Exemplaren zwischen seitlich nach vorne über seitlich bis ganz nach hinten. Die Seitenäste sind mehr oder weniger stark entweder in der Horizontalen oder in der Vertikalen oder in beiden Richtungen gleichzeitig gebogen. Außerdem zeigt stets einer der Seitenäste, z. T. aber auch beide, die für die Gattung typische Verdrehung. Die Aboralkante der Seitenäste ist von geraden, z. T. etwas nach hinten gebogenen, getrenntstehenden Zähnchen besetzt, deren Querschnitt meist rund ist und, besonders gegen das Ende der Seitenäste, mehr oder weniger oval werden kann.

Beziehungen und Bemerkungen: Die neue Art zeigt nahe Verwandtschaft zur Gattung *Trichonodella*. In dieser Richtung extrem ausgebildete Vertreter sind oft nur in der Aufsicht oder von hinten — von wo die Asymmetrie und Drehung am deutlichsten sichtbar ist — von *Tr. inconstans* n. sp. zu unterscheiden. Dies legt den S. 51 und Abb. 3 näher ausgeführten Gedanken nahe, daß es sich bei der vorliegenden Art um eine „verdrehte *Trichonodella*“ handelt.

### *Lonchodina* n. sp. (a)

Taf. 3 Fig. 29/30

Das in Fig. 30 abgebildete Exemplar besteht aus einem über einer ausgedehnten Basalgrube sitzenden Hauptzahn und zwei stark gegeneinander verdrehten, bezähnelten Ästen. Der Querschnitt des Hauptzahnes ist oval und trägt seitlich zwei dünne Kiele. Orientiert man den Conodonten so, daß der Hauptzahn nach hinten schwach gebogen ist, so zeigt der eine Ast seitlich nach innen, während der andere senkrecht nach unten gebogen ist. Die flache Basalgrube ist unter dem Hauptzahn stark nach einer Seite ausgedehnt. Sie setzt sich auf der Aboralkante der Seitenäste als flache Rinne bis zu deren Ende fort. Bei dem in Fig. 29 abgebildeten Exemplar ist der eine Ast nicht ganz so stark nach abwärts gebogen. Die neue Art zeigt Beziehungen zu *L. ramulata* BISCHOFF & ZIEGLER 1957, bei der der Abstand der Zähnchen wesentlich größer und der Vorderast im Verhältnis zum Hinterast wesentlich länger ist.

***Lonchodina* n. sp. (b)**

Taf. 3 Fig. 27, 28

Die vorhandenen 5 Exemplare zeichnen sich durch eine nur geringe Verdrehung der Äste aus. Diese tragen oral getrenntstehende, seitlich etwas abgeflachte Zähnchen, die in derselben Richtung wie der Hauptzahn geneigt sind. Die flache Basalgrube ist auf einer Seite unter dem Hauptzahn stark ausgedehnt und setzt sich als breite, flache Rinne auf der Aboralseite der Äste bis zu deren Ende fort.

***Ozarkodina* BRANSON & MEHL 1933, S. 51**Genotypus design.: *Ozarkodina typica* BRANSON & MEHL 1933.***Ozarkodina media* n. sp.**

Taf. 1 Fig. 21—25

1953 *Ozarkodina* sp. — RHODES, Taf. 23 Fig. 244.

Derivatio nominis: Die neue Art steht zwischen *Oz. tenuis* BRANSON & MEHL und *Oz. denckmanni* ZIEGLER.

Holotypus: Das auf Taf. 1 Fig. 24 abgebildete Exemplar (Wa 1957/23).

Locus typicus: Neumühle.

Stratum typicum: Basaler Teil des Orthoceratenkalkes.

Vorliegend: 290 Exemplare.

Diagnose: *Ozarkodina* mit zwei schlanken, nahezu gleich langen und geraden bis schwach gebogenen, seitlich abgeflachten Ästen, von denen der vordere meist etwas höher als der hintere ist und auch größere Zähnchen trägt. Äste meist gerade bis nur schwach gebogen, in der Vertikalen und z. T. auch in der Horizontalen gegeneinander geneigt, jeweils mit gleichmäßig ausgebildeten, seitlich abgeflachten Zähnchen besetzt. Die ein wenig hinter der Basis des Hauptzahnes gelegene Basalgrube ist oval ausgedehnt.

Beschreibung: Der Hauptzahn ist nach hinten geneigt, seitlich stark abgeflacht mit scharfer Vorder- und Hinterkante. Seine basale Verlängerung auf den Ast ist z. T. stark verdickt. Die Äste sind stets in der Vertikalen und z. T. mehr oder weniger stark in der Horizontalen gegeneinander geneigt. Ihre Seitenflächen sind eben oder sie erscheinen durch Verjüngung des Querschnitts nach unten etwas wulstig. Ihre Aboralkante ist meist gerade oder leicht nach unten gebogen. Die Oralkante ist von seitlich komprimierten, scharfkantigen, schwach bis sehr deutlich nach hinten geneigten und im basalen Teil verschmolzenen Zähnchen besetzt, die jeweils auf einem Ast etwa gleich groß sind bzw. gegen das Ende der Äste und gegen den Hauptzahn gleichmäßig an Größe abnehmen. Die Zähnchen des Vorderastes (bei ausgewachsenen Exemplaren etwa 8—9), der stets höher als der hintere ist, sind größer als die des Hinterastes (10—12). Die ovale Basalgrube ist mäßig erweitert. Ihre seitliche Wand liegt außen meist in derselben Ebene wie die Außenfläche des Hauptzahnes, während sie an der Innenseite etwas nach oben aufgebogen ist. Dadurch erscheint die Aboralkante des Conodonten in der Seitenansicht von außen gebogen, von innen mehr

gewinkelt. Bei einigen Exemplaren bildet die Wand der Basalgrube nach beiden Seiten mehr oder weniger starke Lippen.

Beziehungen: Die Beziehungen der neuen Art zu *Oz. zieglerei* n. sp. werden bei dieser Art näher genannt. Außerdem bestehen Beziehungen zu *Oz. tenuis* BRANSON & MEHL, die aber stets abwärts gebogenen Hinterast mit fast bis zur Spitze verschmolzenen breiteren Zähnnchen besitzt, deren Zahl jeweils um etwa 3—5 geringer als bei der neuen Art ist. Von *Oz. denckmanni* ZIEGLER unterscheidet sich *Oz. media* n. sp. besonders durch die bei *Oz. denckmanni* vorhandenen dichterstehenden, schlankeren, gegen den Hauptzahn gleichmäßig an Größe zunehmenden und auf dem Vorderast stärker verwachsenen Zähnnchen, deren Zahl jeweils größer ist als die bei der neuen Art.

***Ozarkodina zieglerei* n. sp.**

Taf. I Fig. 26—30

Derivatio nominis: Nach Herrn Kollegen Dr. W. ZIEGLER.

Holotypus: Das auf Taf. I Fig. 29 abgebildete Exemplar (Wa 1957/28).

Locus typicus: Neumühle.

Stratum typicum: Basaler Teil des Orthoceratenkalkes.

Vorliegend: 17 Exemplare.

Diagnose: *Ozarkodina* mit zwei etwas gedrungenen, nahezu gleichlangen, gebogenen und meist leicht gegeneinander verdrehten Ästen, von denen der vordere etwas höher als der hintere ist. Bezählung der Äste unregelmäßig, besonders die des vorderen, dessen Zähnnchen größer werden können als die des hinteren. Zähnnchen seitlich abgeflacht mit scharfen hinteren und vorderen Kanten. Die große Nabelgrube liegt etwas hinter der Basis des Hauptzahnes.

Beschreibung: Hauptzahn seitlich abgeflacht mit scharfen vorderen und hinteren Kanten. Seine Basis zieht zwischen Vorder- und Hinterast als Verdickung nach unten hinten zum Rand der Basalgrube. Dadurch entsteht der Eindruck, als ob der Hauptzahn in seinem basalen Teil geknickt wäre. Bezählung der Äste, besonders die des Vorderastes, unregelmäßig. Die Zähnnchen, deren größte auf dem Vorderast sind, seitlich abgeflacht, mit scharfen Kanten, meist an der Basis, z. T. auch bis zur Längsmittle verwachsen. Vorderast mit etwa 5—6, Hinterast mit etwa 7—9 Zähnnchen. Äste, besonders der vordere, meist nach unten gebogen, z. T. auch etwas gegeneinander gedreht; aboral mehr oder weniger stark verjüngt. Die wenig hinter der Basis des Hauptzahnes gelegene tiefe Basalgrube ist stark ausgedehnt. Ihre stärkste Ausbuchtung liegt auf der Innenseite weiter hinten als auf der Außenseite, so daß die Basalgrube in Beziehung auf die Äste schräg gestellt erscheint. Sie setzt sich auf der Aboralkante der Äste bis zu deren Ende als flache Rinne fort.

Beziehungen: *Oz. zieglerei* n. sp. zeigt durch Exemplare, die an einem Ende der Variationsreihe stehen, enge Beziehungen zu *Oz. media* n. sp., jedoch sind beide auf Grund der verschiedenartigen Bezählung und der Ausbildung der Basalgrube zu unterscheiden. Von *Oz. tenuis* BRANSON & MEHL unterscheidet sich die neue Art durch die größere, schräg gestellte Basalgrube und durch ihre unregelmäßigere Bezählung sowie dadurch, daß die Zähnnchen nicht bis fast zur Spitze verwachsen sind.

***Ozarkodina* ? sp.**

Taf. 1 Fig. 31—33

Die vorliegenden 8 Exemplare sind nahe verwandt mit *Oz. zieglerei* n. sp., weichen davon aber z. T. durch die Ausbildung der Basalgrube und die Knickung des Vorderastes so stark ab, daß sie selbst der Gattungsdefinition kaum mehr entsprechen. Bei den ausgeprägtesten Exemplaren bildet eine in der Längsmittle des Conodonten stark ausgedehnte und in der Aboralansicht rautenförmige Basalgrube die Basis des Hauptzahnes und der Äste. Der Hauptzahn und die seitlich abgeflachten, scharfkantigen Zähnchen sind nach hinten geneigt. Der Hinterast ist höher als der Vorderast, der, mit Ausnahme des auf Taf. 1 Fig. 33 abgebildeten Exemplars, mit einem deutlichen Knick von der Richtung des Hinterastes abgewinkelt ist. Er trägt 3—6 Zähnchen, der Vorderast 3—4. Während das in Taf. 1 Fig. 32 abgebildete Exemplar die normale Ausbildung zu sein scheint und sich von *Oz. zieglerei* klar unterscheidet, steht das von Taf. 1 Fig. 31 dieser Art sehr nahe.

***Paltodus* PANDER 1856, S. 24**Lectogenotypus: *Paltodus subaequalis* PANDER 1856.***Paltodus compressus* BRANSON & MEHL 1933**

Taf. 2 Fig. 6

1933 *Paltodus compressus* n. sp. — BRANSON & MEHL, S. 109, Taf. 8 Fig. 19.

Holotypus: BRANSON &amp; MEHL 1933, Taf. 8 Fig. 19.

Die vorliegenden 15 Exemplare stimmen genau mit dem Typus überein.

***Paltodus* cf. *compressus* BRANSON & MEHL 1933**

Taf. 2 Fig. 5

Das abgebildete Exemplar unterscheidet sich von den typischen Vertretern der Art dadurch, daß der ganze Zahn schlanker, die Längsrinne sehr fein sowie Vorder- und Hinterkante ausgeprägter sind.

***Paltodus* cf. *recurvatus* RHODES 1953**

Taf. 2 Fig. 2—4

1953 *Paltodus recurvatus* n. sp. — RHODES, S. 297, Taf. 23 Fig. 219, 220.

Holotypus: RHODES 1953, S. 297, C II D 1a (vgl. Bemerkungen S. 43/44).

Vorliegend: 30 Exemplare.

RHODES erwähnt bei der Beschreibung der Art keine auf der einen Fläche ausgebildeten Kiele. Diese sind jedoch bei dem vorliegenden Material vorhanden. Stets ist ein Kiel deutlich ausgebildet, während ein zweiter meist nur angedeutet ist. Da jedoch sonst alle Merkmale mit *P. recurvatus* übereinstimmen, werden die vorliegenden Exemplare mit dieser Art verglichen. Bemerkenswert ist auch ein starkes Variieren in bezug auf die relative Breite des Conodonten und auf die Lage der starken Umbiegung des Zahnes, die schon kurz oberhalb der Basis bis erst kurz vor der Spitze des Zahnes einsetzen kann.

Die vorliegende Form ist nahe verwandt mit *P. unicosatus* BRANSON & MEHL.

***Paltodus unicastatus* BRANSON & MEHL 1933**

Taf. 2 Fig. 1

1933 *Paltodus unicastatus* n. sp. — BRANSON & MEHL 1933, Taf. 3 Fig. 3.

Die vorliegenden 5 Exemplare stimmen genau mit der Abbildung und Beschreibung von BRANSON & MEHL überein.

***Paltodus* n. sp.**

Taf. 2 Fig. 7

Vorliegend: 1 Exemplar.

Das sehr gut erhaltene Stück ist ein typischer Vertreter der von LINDSTRÖM 1954 neu definierten PANDER'schen Gattung *Paltodus*. Der Zahn ist in seinem oberen Drittel nach hinten und schwach innen umgebogen. Seine innere, nur wenig konvexe Seite ist glatt, ohne Kiel oder Furchen. Seine äußere Fläche besteht aus zwei, in einem stumpfen Winkel gegeneinander stoßenden schwach konvexen Teilflächen, so daß der Querschnitt im basalen Teil annähernd dreieckig ist. Während die hintere dieser Teilflächen glatt ist, trägt die breitere vordere derselben fünf bis zur Umbiegungsstelle des Zahnes verlaufende dünne Kiele. Vorder- und Hinterkante des Zahnes sind scharf und unterhalb der Umbiegungsstelle des Zahnes zu dünnen Lamellen verbreitert und an ihrem äußeren Rand gekerbt.

***Plectospathodus* BRANSON & MEHL 1933, S. 47**

Genotypus design.: *Pl. flexuosus* BRANSON & MEHL 1933.

Erweiterte Definition: Zusammengesetzte Conodonten, bestehend aus seitlich mehr oder weniger abgeflachten Ästen mit seitlich abgeflachten, meist scharfkantigen und an der Basis verschmolzenen Zähnchen und einem nahe der Längsmittle gelegenen, mehr oder weniger nach hinten geneigten Hauptzahn. Die Zähnchen liegen in derselben Ebene wie die Flächen der Äste oder sind schwach nach innen geneigt. Äste z. T. in der Horizontalen gebogen und mehr oder weniger stark nach unten gewölbt, dabei ein Ende eines Astes noch besonders stark nach unten gebogen. Ein Teil eines Astes mehr oder weniger gedreht. Basalgrube seicht und mehr oder weniger ausgedehnt.

Beziehungen: *Plectospathodus* zeigt nahe Beziehungen zur Gattung *Ozarkodina* BRANSON & MEHL, der aber die Drehung des Astes fehlt. Durch die hier zugefügte Art zeigen sich auch Beziehungen zur Gattung *Lonchodina* ULRICH & BASSLER, bei der die Zähnchen des Astes jedoch stets getrennt sind.

***Plectospathodus extensus* RHODES 1953**

Taf. 3 Fig. 1, 2

1953 *Plectospathodus extensus* n. sp. — RHODES 1953, S. 323, Taf. 23 Fig. 236—240.

Holotypus: RHODES 1953, S. 323, C II A 4d.

Vorliegend: etwa 300 Exemplare.

Bemerkungen: RHODES hat zwar einen Holotypus bestimmt, ihn jedoch nicht abgebildet. Da es aber im Bereich des Möglichen liegt, daß ein oder mehrere bei der Gründung einer Art abgebildete Paratypoide durch spätere Bearbeiter als nicht zu

der durch den Holotypus repräsentierten Art gehörend erkannt werden, ist es unbedingt notwendig, den die Art typisierenden Holotypus abzubilden. Da dies jedoch weder in den Internationalen Regeln der Nomenklatur noch im Beschluß des 2. Internationalen Geologen-Kongresses als Bedingung festgelegt ist (vgl. R. RICHTER), kann aus den abgebildeten Paratypoiden kein Lectotypus gewählt werden.

Das vorliegende Material bestätigt das aus den Abbildungen von RHODES zu ersehende starke Variieren der Höhe, Biegung, Wölbung und Drehung der an den Hauptzahn stoßenden Äste. Der Artbeschreibung von RHODES ist für die vorliegenden Exemplare hinzuzufügen, daß der Hauptzahn sich meistens rehr deutlich durch Größe und Gestalt von den übrigen Zähnchen unterscheidet. Ähnlich wie bei *Trichonodella excavata* (BRANSON & MEHL) (vgl. S. 48, Abb. 2) verbreitert sich der Hauptzahn in der Innenansicht nach unten, wo an ihm ebenfalls eine Verlängerung der Basalgrube hinaufgezogen ist. Diese sehr charakteristische Ausbildung wird, obwohl bei RHODES nicht erwähnt, sowohl durch die RHODES'schen Abbildungen als auch durch das untersuchte Vergleichsmaterial vom Aymestry-limestone bestätigt.

Beziehungen: Die Art erinnert sehr an *Trichonodella excavata* (BRANSON & MEHL), unterscheidet sich von dieser aber durch ihre Asymmetrie. Die nahe Verwandtschaft zwischen den beiden Arten ist S. 51 und in Abb. 3 näher dargestellt.

### ***Polygnathoides* BRANSON & MEHL 1933, S. 50**

Genotypus design.: *P. siluricus* BRANSON & MEHL 1933.

Erweiterte Definition: Zusammengesetzte Conodonten, bestehend aus einer medianen Zahnreihe aus seitlich abgeflachten, spitzen, an der Basis zusammenstoßenden oder verschmolzenen Zähnchen, die entweder aufrecht stehen oder alle nach hinten geneigt sind. Unterhalb der Basis der Zähnchen ist der Conodont seitlich verbreitert. Diese Verbreiterung kann bis zur Bildung einer breiten, auf beiden Seiten der Zahnreihe vorhandenen Plattform gehen, die bei Exemplaren, die in der Horizontalen gebogen sind, auf der konkaven Seite meist breiter ist. Die Plattform bildet auf beiden Seiten des Hauptzahnes einen nach außen unten gebogenen Lappen von etwa der Breite der Basis des Hauptzahnes. Die Plattform ist glatt, nicht mit Tuberkeln und Zähnchen besetzt und kann nach unten mehr oder weniger stark gewölbt sein. Die aborale Fläche trägt unter dem Hauptzahn eine Basalgrube, die nach hinten und vorne in einen Kiel übergeht, der bis zum aboralen Vorder- und Hinterende des Conodonten reicht; seitlich geht sie ebenfalls in Kiele über, die unter den seitlichen Lappen der Plattform liegen.

Orientierung: Die Zähnchen sind nach hinten geneigt. Bei Formen mit in der Horizontalen gebogener Zahnreihe wird die konkave Seite als innen bezeichnet.

Beziehungen: *Polygnathoides* zeigt enge Beziehungen zu *Polygnathellus* ULRICH & BASSLER, einer Gattung, die bis jetzt nur aus dem Oberdevon und Unterkarbon bekannt ist. Diese ist aber laut Definition auf der auf der konkaven Seite gelegenen oralen Plattformfläche mit Tuberkeln versehen. Zwar wird bei BRANSON & MEHL erwähnt, daß die orale Seite der Plattform „granulose ore nodose“ sei, die Abbildung davon zeigt jedoch genau so wie meine Exemplare, die sonst völlig mit der Beschreibung und Abbildung übereinstimmen, eine glatte Fläche. Außerdem ist bei *Polygnathellus* ein

nach unten gezogener Plattformlappen weder erwähnt noch aus den Abbildungen ersichtlich. Ebenso ist leider nichts über die Ausbildung der Aboralseite bekannt. Es scheint sich in bezug auf die Form der Zahnreihe und die Ausbildung der Plattform um Konvergenzerscheinungen zu handeln. Wäre diese Konvergenz vollkommen, so müßte man beide Gattungen vereinen, ungeachtet des stark verschiedenen zeitlichen Auftretens, da die Taxonomie der Conodonten nicht auf generischer Grundlage beruht, sondern rein formbedingt ist. Die erwähnten Unterschiede erlauben aber eine generische Trennung.

Mit *P. siluricus* begründeten BRANSON & MEHL die Gattung, während sie die beiden anderen unten aufgeführten Arten zu *Polygnathellus* stellten. Die hier vorliegenden Exemplare erwecken dagegen den Eindruck, daß es sich um Vertreter einer einzigen, stark variablen Art handelt. Leider fanden sich nur in einer Probe Vertreter dieser Formengruppe, so daß das Material nicht genügt, um eine Vereinigung von *Polygnathoides siluricus* mit den beiden anderen Arten zu rechtfertigen. Daß diese beiden Arten zusammengefaßt werden müssen, zeigen schon die drei vorliegenden Exemplare, die in genauer Abstufung verschieden starke vertikale Biegung des Astes und verschieden breite Ausdehnung der Platte aufweisen, wobei ein Exemplar genau in der Mitte zwischen den beiden Arten von BRANSON & MEHL steht.

***Polygnathoides emarginatus* (BRANSON & MEHL 1933)**

Taf. 1 Fig. 35—36

1933 *Polygnathellus emarginatus* n. sp. — BRANSON & MEHL, S. 49, Taf. 3 Fig. 38.

1933 *Polygnathellus minutus* n. sp. — BRANSON & MEHL, S. 49, Taf. 3 Fig. 37.

Holotypus: BRANSON & MEHL 1933, Taf. 3 Fig. 38.

Vorliegend: 3 Exemplare.

***Polygnathoides siluricus* BRANSON & MEHL 1933**

Taf. 1 Fig. 34

1933 *Polygnathoides siluricus* n. sp. — BRANSON & MEHL, S. 50, Taf. 3 Fig. 39—42.

Lectotypus (hiermit): BRANSON & MEHL 1933, Taf. 3 Fig. 39.

Vorliegend: 1 Exemplar.

***Prioniodina* ULRICH & BASSLER 1926, S. 18**

Genotypus design.: *Pr. subcurvata* ULRICH & BASSLER 1926.

***Prioniodina* cf. *armata* (HINDE 1879)**

Taf. 2 Fig. 21, 22

1879 *Prioniodus armatus* n. sp. — HINDE, S. 360—361, Taf. 15 Fig. 20—21.

Die vorliegenden 4 Exemplare ähneln sehr stark *Prioniodus armatus* HINDE, weichen jedoch etwas davon ab, da die Basalgrube etwas größer ist und bei einem Exemplar ein wohlausgebildeter, bezählener Vorderast vorhanden ist. Da *Prioniodina armata* bis jetzt nur aus Mittel- und Oberdevon bekannt ist, kann man annehmen, daß es sich um Konvergenzerscheinungen handelt.

***Prioniodina bicurvata* (BRANSON & MEHL 1933)**

Taf. 2 Fig. 18, 19

1933 *Prioniodus bicurvatus* n. sp. — BRANSON & MEHL, S. 44, Taf. 3 Fig. 9—12.

Lectotypus (hiermit): BRANSON &amp; MEHL 1933, Taf. 3 Fig. 12.

Vorliegend: etwa 270 Exemplare.

Die vorliegenden Stücke stimmen genau mit der Artbeschreibung überein. Die Variationsbreite ist äußerst gering und beschränkt sich im allgemeinen auf die Anzahl der vor dem Hauptzahn ausgebildeten Zähnchen, die zwischen 0 und 4 (nach BRANSON & MEHL zwischen 0 und 2) schwankt.

***Prioniodina excavata* (BRANSON & MEHL 1933)**

Taf. 2 Fig. 16, 17

1933 *Prioniodina excavata* n. sp. — BRANSON & MEHL, S. 45, Taf. 3 Fig. 7, 8.

Lectotypus (hiermit): BRANSON &amp; MEHL 1933, Taf. 3 Fig. 8.

Vorliegend: 50 Exemplare.

Erweiterte Diagnose: *Prioniodina* mit aufrechtem, vorne scharfkantigem Hauptzahn, mit oder ohne bezähneltem Vorderast und einem gewölbten Hinterast, dessen breite aborale Fläche von der flachen Fortsetzung der Basalgrube eingenommen wird. Zähnchen des Hinterastes an der Basis getrennt, im Querschnitt rund bis seitlich abgeflacht und dann z. T. mit scharfen vorderen und hinteren Kanten.

Beschreibung: Der Hauptzahn steht aufrecht, hat eine scharfe vordere Kante und konvexe Seiten, die hinten in einer meist breiten Rundung zusammentreffen. Vorder- und Hinterkante liegen in der gleichen Richtung wie die Längserstreckung des Hinterastes, wenn noch ein Vorderast ausgebildet ist. Fehlt dieser, so ist der Zahn schief zu dieser Richtung gestellt; die Vorderkante zeigt nach vorne außen, die äußere Seitenfläche ist eben bis schwach konvex, die innere stark konvex. Der Hinterast ist im Querschnitt dreieckig, wobei die Basis gegenüber den Seiten von wenig schmaler bis wenig breiter variiert und meist schwach konkav ist. Er setzt am Hauptzahn breit an und verjüngt sich gegen das Ende. Er ist schmal gewölbt und z. T. etwas in der Horizontalen, mit der konkaven Seite nach innen, gebogen. Die ihm aufsitzenden Zähnchen sind entweder leicht nach vorne geneigt, aufrecht oder zeigen etwas nach hinten. Bei einigen Exemplaren sind durch leichtes Divergieren alle diese Neigungen vorhanden. Der Querschnitt der Zähnchen ist rund bis oval, wobei manchmal alle, meist aber, wenn überhaupt, nur die hinteren scharfe Vorder- und Hinterkanten haben. Der Rand der breiten, etwas konkaven Basis des Hinterastes bildet mit den Seitenflächen und der vorderen Begrenzung des Hauptzahnes bzw. auch des Vorderastes eine flache Basalgrube, die, wenn der Vorderast fehlt, innen seitlich etwas nach oben ausgebeult ist.

Bemerkungen: Bei dem von BRANSON & MEHL abgebildeten Exemplar scheinen die Zähnchen verschmolzen zu sein. Da es sich aber um eine Zeichnung handelt, muß die Beschreibung als bezeichnend angesehen werden, in der es heißt: „Bar denticles discrete to base.“

***Prioniodina* n. sp.**

Taf. 2 Fig. 15

Die vorhandenen 5 Exemplare unterscheiden sich von *Prioniodina recurvata* dadurch, daß der Hauptzahn und die Zähnchen des Hinterastes in bezug auf die Oralkante des Hinterastes steil nach vorne (etwa mit 45°) gerichtet sind.

***Spathognathodus* BRANSON & MEHL 1941, S. 41**Genotypus design.: *Spathodus primus* BRANSON & MEHL 1933.***Spathognathodus fundamentatus* n. sp.**

Taf. 1 Fig. 11—15

Derivatio nominis: Die Wände der Nabelgrube bilden eine fundamentartige Verbreiterung.

Holotypus: Das auf Taf. 1 Fig. 14 abgebildete Exemplar (Wa 1957/13).

Locus typicus: Tonhalde.

Stratum typicum: Mittlerer Teil des Orthocerenkalkes.

Vorliegend: 15 Exemplare.

Diagnose: *Spathognathodus* mit im Querschnitt hohem und flachem Blatt, dessen Oralkante von dichtstehenden, seitlich abgeflachten, vorn und hinten scharfkantigen, an der Basis verschmolzenen Zähnchen besetzt ist. Basalgrube im hinteren Teil stark erweitert, meist asymmetrisch.

Beschreibung: Blatt in der Aufsicht gerade bis schwach gebogen, im Querschnitt flach und hoch. Oralkante ist mit dichtstehenden, seitlich meist stark abgeflachten und an der Basis verschmolzenen Zähnchen besetzt, die meist gleich groß sind. Ein Zähnchen über der Basalgrube kann die anderen etwas an Größe übertreffen. Aboralkante in der Seitenansicht gerade, unten mit sehr schmaler Rinne versehen, die sich im hinteren Teil mehr oder weniger rasch in eine weit ausgedehnte Basalgrube erweitert. Diese ist schwach bis stark asymmetrisch. Die orale Fläche der basalen Erweiterung kann ein kleines Zähnchen tragen, doch wurden bei den größeren, als ausgewachsen anzusehenden Exemplaren keine solchen festgestellt.

Beziehungen: Die nahe Verwandtschaft zu *Kockelella variabilis* n. sp. wurde bei der Beschreibung dieser Art schon näher behandelt. Außerdem bestehen Beziehungen zu *Sp. inclinatus* (RHODES), bei der einige kleine Exemplare (Jugendformen?) ebenfalls eine starke Ausdehnung der Basalgrube aufweisen. Die ebenfalls nahestehende Art *Sp. steinhornensis* ZIEGLER unterscheidet sich von der neuen Art durch ihre in der Seitenansicht gerade, orale und aborale Begrenzung des Blattes, ihre gleichmäßige Bezahnung und ihre stets gleichmäßig ausgebildete basale Erweiterung, die außen senkrecht zum Blatt einsetzt und dann halbkreisförmig zurückbiegt und die innen spitz auf das Hinterende des Blattes zuläuft.

***Spathognathodus inclinatus* (RHODES 1953)**

Taf. 1 Fig. 16—20

1953 *Prioniodella inclinata* n. sp. — RHODES, S. 324, Taf. 23 Fig. 233—235.

Holotypus: RHODES 1953, S. 324, C II C 2 a (vgl. Bemerkungen S. 43/44).

Vorliegend: 150 Exemplare.

Die vorhandenen Stücke stimmen mit der Diagnose und Beschreibung der Art genau überein, mit der Ausnahme, daß die Zahl der Zähnchen nicht auf 11—13 beschränkt ist, sondern 18 erreichen kann. Höhere Zähnchenzahl als von RHODES angegeben, wurde auch bei dem zum Vergleich untersuchten Material des Aymestrylimestone gefunden. Die basale Erweiterung kann außerdem weit stärker sein als in der Erstbeschreibung angegeben. Sie kann bis zur Bildung von breiten Lappen gehen und so dem Exemplar ein ähnliches Aussehen geben wie *Sp. fundamentatus* und Jugendformen von *Kockelella variabilis*. Solche Formen sind aber von den genannten Arten meist durch die Ausbildung der Oralkante zu trennen.

***Spathognathodus* cf. *primus* (BRANSON & MEHL 1933)**

Taf. 1 Fig. 1—2

1933 *Spathodus primus* n. sp. — BRANSON & MEHL, S. 46, Taf. 3 Fig. 25—30.

Lectotypus (hiermit): BRANSON & MEHL 1933, Taf. 3 Fig. 25.

Vorliegend: 9 Exemplare.

Die gefundenen Stücke stimmen mit der Erstbeschreibung von *Spathognathodus primus* und den Abbildungen gut überein. Allerdings zeigt die Basalgrube bei einigen Exemplaren eine stärkere Ausdehnung nach hinten. Die Oralkante des Blattes ist z. T. sehr stark nach unten abgebogen und bei einem Exemplar seitlich gedreht.

***Trichonodella* BRANSON & BRANSON 1947, S. 36**

Genotypus design.: *Trichognathus prima* BRANSON & MEHL 1933.

***Trichonodella excavata* (BRANSON & MEHL 1933)**

Taf. 3 Fig. 3, 4, 6—8; Abb. 2

1933 *Trichognathus excavata* n. sp. — BRANSON & MEHL, S. 51, Taf. 3 Fig. 35, 36.

1953 *Trichonodella aboroflexa* n. sp. — RHODES, S. 312, Taf. 23 Fig. 231, 241, 242.

1953 *Trichonodella symmetrica* (BRANSON & MEHL) — RHODES, S. 315, Taf. 23 Fig. 232, 246.

Lectotypus (hiermit): BRANSON & MEHL 1933, Taf. 3 Fig. 36.

Vorliegend: 160 Exemplare.

Erweiterte Diagnose: *Trichonodella* mit schlankem, im Querschnitt subtrigonalem Hauptzahn und mit im Querschnitt hohen, relativ stark abgeflachten Seitenästen, die gegeneinander mit einem Winkel von etwa 90—170° divergieren und ab-

geflachte, scharfkantige, spitze Zähnchen tragen, die an der Basis meist miteinander verschmolzen sind. Die seichte Basalgrube ist hinten entlang des Hauptzahnes stark nach oben gezogen und setzt sich auf der Aboralkante der Seitenäste fort.

Beschreibung: Der Querschnitt des Hauptzahnes ist in seinem über der Basalgrube gelegenen Teil subtrigonal. Seine mehr oder weniger ebene Vorderfläche wird nach unten meist konkav, während sie der Spitze zu schwach konvex werden kann. Die Vorderfläche grenzt gegen die Seitenflächen meist mit einer scharfen Kante. Die Seitenflächen stoßen hinten in einer abgerundeten

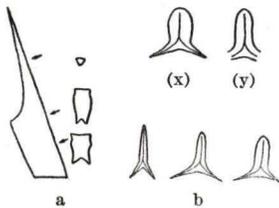


Abb. 2: *Trichonodella excavata* (BRANSON & MEHL 1933). a) Seitenansicht des Hauptzahnes (ohne Seitenäste), mit 3 Querschnitten; b) Basalgrube in der Ansicht von hinten (Erklärung im Text).

Kante gegeneinander. Bei wenigen, extrem ausgebildeten Vertretern der Art können die Kanten so weit abgerundet und die 3 Flächen so stark konvex sein, daß der Querschnitt des Hauptzahnes im oberen Teil nahezu kreisförmig wird. In der Seitenansicht (Abb. 2 a) erweitert sich der Hauptzahn hinten nach unten in einem konkaven mehr oder weniger stark gekrümmten Bogen bis zum oberen Ende der seichten Basalgrube. Diese ist hinten entlang des Hauptzahnes weit nach oben gezogen. Sie variiert in diesem Teil sehr stark in ihrer relativen Breite und in der Form ihrer oberen Begrenzung, die entweder spitzig oder spitzbogenförmig bis abgerundet sein kann (Abb. 2 b). Die Basalgrube erstreckt sich seitlich in eine spitz zulaufende Rinne mehr oder weniger weit auf die Aboralkante der Seitenäste. Die Seitenäste sind im Querschnitt mehr oder weniger hoch und relativ stark abgeflacht. Ihre Flächen können in einer Ebene liegen oder sind mit einem bestimmten stumpfen Winkel gegeneinander geneigt. Dieser Winkel ist sehr groß (um  $160-170^\circ$ ), wenn er nach hinten, hinten und leicht oben oder nach vorne geöffnet ist. Er kann jedoch kleiner (bis etwa  $120^\circ$ ) werden, wenn er sich nach vorne unten öffnet. Gegenüber den Flächen der Seitenäste ist der Hauptzahn stets mehr oder weniger stark nach hinten geneigt. Die Flächen der Seitenäste sind deshalb gegen den Hauptzahn hin nach hinten gebogen. In der Aufsicht erscheinen sie dann mehr oder weniger bogenförmig, mit der konvexen Wölbung nach vorne. Die abgeflachten, scharfkantigen und spitzen Zähnchen liegen in derselben Ebene wie die Fläche der Seitenäste oder sind geringfügig nach hinten geneigt. Sie können außerdem in Richtung des Hauptzahnes schwach gekrümmt sein. Bei mehreren Exemplaren sind zwischen dem Hauptzahn und dem daran anschließenden Zähnchen des Seitenastes, und z. T. auch zwischen diesem und dem nächstfolgenden, ein bis drei weitere Zähnchen eingeschaltet, die wesentlich kleiner sind als die übrigen Zähnchen des Seitenastes, deren Anzahl jederseits meist auf 7—9 beschränkt ist.

Bemerkungen: Die Abbildungen von BRANSON & MEHL 1933, Taf. 3, Fig. 35, 36 zeigen 2 Bruchstücke, mit welchen die Art begründet wurde. Als kennzeichnend wird dort die weiter oben beschriebene Ausbildung der Nabelgrube sowie die Form des Hauptzahnes genannt, dessen vorderseitliche Kanten abgerundet sind. Die Ausbildung der Nabelgrube ist bei allen hier untersuchten Formen vorhanden, allerdings nähern sich nur extreme Exemplare der beim Lectotyp vorhandenen relativ sehr breiten Form (Abb. 2 b, x). Ebenso zeigen nur wenige Vertreter die starke Abrundung der Kanten des Hauptzahnes. Die starke Variationsbreite der Art in bezug auf die Wirbel zwischen den Seitenästen, deren Dicke und Höhe, die Ausbildung der Nabelgrube und der Querschnitt des Hauptzahnes erfordern das Zusammenfassen der beiden RHODES'schen Arten und erlauben eine Zuordnung zu *Tr. excavata* (BRANSON & MEHL). Der Lectotypus muß als extreme Form aufgefaßt werden.

Beziehungen: *Tr. excavata* (BRANSON & MEHL) zeigt in der Ausbildung des Hauptzahnes, der Form und Stellung der Seitenäste und der Zähnchen enge Beziehungen zu *Tr. symmetrica* (BRANSON & MEHL). Dieser fehlt jedoch der hinten hochgezogene Teil der Basalgrube. Extreme Vertreter dieser Art und der von *Plectospathodus extensus* RHODES unterscheiden sich dadurch, daß bei *Pl. extensus* RHODES der Hauptzahn und die in dessen hinterem Teil hochgezogene Basalgrube schräg zur Symmetrieebene der Seitenäste stehen (vgl. Bemerkungen bei *Trichonodella inconstans* n. sp. und Abb. 3).

***Trichonodella* cf. *excavata* (BRANSON & MEHL 1933) (cf. spec. a)**

Taf. 3 Fig. 5, Abb. 2b, y

Das vorliegende Exemplar stimmt mit Ausnahme der Ausbildung der Basalgrube genau mit *Tr. excavata* (BRANSON & MEHL) überein. Der hinten am Hauptzahn nach oben gezogene Teil der Basalgrube ist jedoch seitlich so stark ausgedehnt, daß er wesentlich breiter als der Hauptzahn ist. Diese extreme Verbreiterung wird von keinem der oben beschriebenen Exemplare von *Tr. excavata* auch nur annähernd erreicht. Trotzdem keine Übergänge zwischen *Tr. excavata* (BRANSON & MEHL) s. str. und dem vorliegenden Exemplar vorhanden sind, erlaubt dieses nicht die Errichtung einer neuen Art, da angenommen werden muß, daß es sich hier um einen abnorm ausgebildeten Vertreter von *Tr. excavata* (BRANSON & MEHL) handelt.

***Trichonodella* cf. *excavata* (BRANSON & MEHL 1933) (cf. spec. b)**

Taf. 3 Fig. 9, Abb. 2b

Die vorliegenden 3 Exemplare unterscheiden sich von *Tr. excavata* s. str. dadurch, daß der nach vorne unten geöffnete Winkel zwischen den Flächen der Seitenäste relativ sehr eng (etwa 90°) ist. Außerdem ist die aborale Kante der Seitenäste stärker gebogen (einwärts nach hinten) als sonst beobachtet werden kann. Da nur drei Exemplare vorliegen und die beschriebenen Merkmale als extreme Ausbildung der Eigenschaften von *Tr. excavata* angesehen werden können, wird das abgebildete Stück mit dieser Art verglichen.

***Trichonodella inconstans* n. sp.**

Taf. 3 Fig. 10—17

Derivatio nominis: Die Art ist in den meisten Formmerkmalen sehr wenig konstant.

Holotypus: Das auf Taf. 3 Fig. 16 abgebildete Exemplar (Wo 1957/74).

Locus typicus: Cellone.

Stratum typicum: *Cardiola*-Horizont.

Vorliegend: 70 Exemplare.

Diagnose: Sehr variable *Trichonodella*, mit langem, mehr oder weniger stark nach rückwärts gekrümmtem Hauptzahn, geraden bis schwach gebogenen, dicken bis stark abgeflachten, meist in einer Ebene liegenden Seitenästen, die einen Winkel von 85—140° miteinander bilden und meist völlig getrenntstehende, runde bis abgeflachte Zähnchen tragen. Nabelgrube nach hinten ausgebuchtet und als flache Rinne sich auf die Seitenäste fortsetzend.

Beschreibung: Der Hauptzahn ist lang und relativ zur Höhe und Dicke der Seitenäste schlank. Seine Vorderseite ist meist flach konvex. Die übrigen Seiten bilden etwa einen Halbkreis. Der so entstehende Querschnitt variiert stark bei den verschiedenen Vertretern, meist in Abhängigkeit von der Form der hinteren Ausbuchtung der Nabelgrube. Er kann so im basalen Teil des Hauptzahnes zwischen fast rund und angenähert rechteckig über hinten stark gerundet dreieckig bis oval schwanken. Bei ovalem Querschnitt können sich gegen die Spitze des Zahnes scharfe

seitliche Kanten herausbilden. Die Seitenäste bilden gegeneinander einen Winkel von etwa 85—140°. Im Querschnitt erscheint die vordere Fläche gerade bis sehr stark konvex, so daß auch die Dicke der Seitenäste stark schwankt. Sie sind oral von im Querschnitt runden bis etwas abgeflachten, meist relativ langen Zähnen besetzt, die entweder in weitem Abstand voneinander stehen, oder mehr oder weniger eng zusammenrücken, wobei dann die Zähne nahe des Hauptzahnes an der Basis verschmelzen können. Die Basalgrube zeigt unter dem Hauptzahn nach hinten eine Ausbuchtung, die entweder mit einem engen Lobus auf den Bereich direkt unter dem Hauptzahn beschränkt ist oder sich mehr oder weniger auf die Seitenäste ausdehnt, wo sie bis zu deren Ende als flache Rinne reicht.

Beziehungen: Die Form gleicht in der Ansicht von vorn und hinten stark *Roundya undulata* (BRANSON, MEHL & BRANSON), unterscheidet sich aber klar durch das Fehlen des bezähnelten Hinterastes. Einige Formen zeigen außerdem Beziehungen zu *Lonchodina greilingi* n. sp. Sie unterscheiden sich dann nur durch ihren symmetrischen Aufbau. Ebenso wie *Plectospathodus extensus* eine „verdrehte“ *Trichonodella* zu sein scheint, sehen manche Exemplare von *Lonchodina greilingi* wie „verdrehte“ Vertreter von *Trichonodella inconstans*

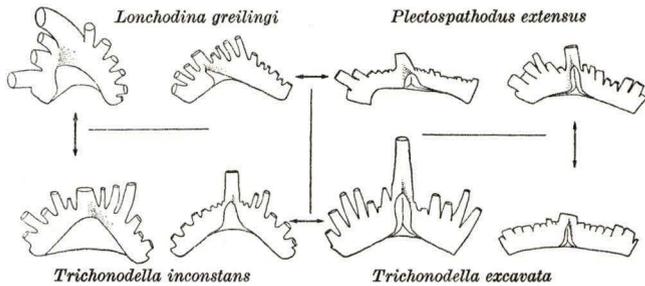


Abb. 3. (Erklärung im Text.)

aus. Dies legt die in Abb. 3 dargestellte Annahme nahe, daß sich aus Arten der Formgattung *Trichonodella* durch dieselbe Art von Formveränderung, also durch „Verdrehen“ der Äste, Formen entwickeln, die zu verschiedenen Gattungen gezählt werden.

***Trichonodella* cf. *inconstans* n. sp.**

Taf. 3 Fig. 18

Vorliegend: 6 Exemplare.

Die vorliegenden Stücke besitzen sehr dichtstehende, stark abgeflachte, auf den Seiten scharfkantige Zähne, die an der Basis verschmolzen sind. Da bei *Tr. inconstans* n. sp. schwache Abflachung der Zähne und z. T. bei den neben dem Hauptzahn stehenden Zähnen auch basale Verschmelzung vorkommt, liegt die Vermutung nahe, daß es sich hier um extrem geformte Vertreter der Typus-Art handelt.

***Trichonodella* n. sp.**

Taf. 3 Fig. 19

Das abgebildete Exemplar besteht aus einem Hauptzahn, der an der Basis seitlich zu zwei kurzen Seitenästen ausgedehnt ist. Die Vorderseite des Hauptzahnes ist flach bis schwach konkav, die Seitenflächen, die hinten in einer abgerundeten Kante

zusammenstoßen, sind konvex. Die Seitenäste tragen je 3 abgeflachte, mit scharfen Seitenkanten versehene, verschmolzene Zähnnchen. Die Basalgrube ist durch einen engen Lobus nach hinten erweitert und dehnt sich als Rinne auf der Aboralkante der Seitenäste aus.

#### Schriftenverzeichnis

- BRANSON & MEHL: Conodont studies No 1, 2. — Univ. Missouri Studies, 8, Columbia 1933.
- BRANSON, MEHL & BRANSON: Richmond conodonts of Kentucky and Indiana. — Journ. Pal., 25, 1—17, 2 Abb., Taf. 1—4, 1951.
- COOPER: Conodonts from a Bushberg-Hannibal horizon in Oklahoma. — Journ. Pal., 13, 379—422, Taf. 39—47, 2 Abb., 1933.
- ELLES, G. L. & WOOD, E. M. R.: A monograph of British graptolites. — Paläontol. Soc. Mem., 1901—1908.
- V. GAERTNER, H. R.: Geologie der zentralkarnischen Alpen. — Denkschr. Akad. Wissensch. in Wien, mathem.-naturwiss. Kl., 102, 113—199, 16 Abb., 5 Taf., Wien 1931.
- HELLER, TH.: Die Fauna des obersilurischen Orthocerenkalks von Elbersreuth. — Geognost. Jahresh., 38, 1925.
- HINDE, G. J.: On conodonts from the Chazy and Cincinnati group of the Cambro-Silurian and from the Hamilton and Genesee shale divisions of the Devonian in Canada and the United States. — Quart. Journ. Geol. Soc. London, 35, 351—369, Taf. 15—17, London 1879.
- KEGEL, W.: Das Paläozoikum der Lindener Mark bei Gießen. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 7, 55 S., 3 Abb., 3 Taf., Wiesbaden 1953.
- LINDSTRÖM, M.: Conodonts from the lowermost Ordovician strata of South-Central Sweden. — Geol. Fören. Förhandl., 76, 517—604, 6 Abb., Taf. 1—10, 1954.
- PANDER, CHR., H.: Monographie der fossilen Fische des silurischen Systems des russisch-baltischen Gouvernements. — K. Akad. Wiss. St. Petersburg, X + 91 S., 9 Taf., St. Petersburg 1856.
- RHODES, F. H. T.: Some British Lower Palaeozoic conodont faunas. — Phil. Trans. Roy. Soc. London, 237, 261—334, 20 Abb., Taf. 20—23, London 1953.
- RICHTER, R.: Einführung in die Zoologische Nomenklatur durch Erläuterung der Internationalen Regeln. — 2. Aufl., 252 S., Frankf./M. 1948.
- SCHINDEWOLF, O. H.: Vorläufige Übersicht über die Obersilurfauna des „Elbersreuther Orthoceratenkalkes“. I. Allgemeine Vorbemerkungen und Trilobitenfauna. — Senckenbergiana, 6, 187—221, 9 Abb., Frankf./M. 1924.
- ULRICH & BASSLER: A classification of the toothlike fossils, conodonts, with description of American Devonian and Mississippian species. — U. S. Nat. Mus. Proc., 68, 1—63, 5 Abb., Taf. 1—11, 1926.
- ZIEGLER, W.: Unterdevonische Conodonten, insbesondere aus dem Schönauer und dem Zogensis-Kalk. — Notizbl. Hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, 93—196, 1 Tab., Taf. 6—7, Wiesbaden 1956.
- ZIEGLER, W. & BISCHOFF, G.: Die Conodontenchronologie des Mitteldevons und tiefsten Oberdevons. — Abh. Hess. L.-Amt Bodenforsch., 20, Wiesbaden 1957.

Manuskript eingegangen am 5. 12. 1956

## Gastropoden und Lamellibranchiaten aus dem Melanienton von Borken (Niederhessische Senke)

Von

JULIUS GÖRGES † und FRANZ GRAMANN, Marburg

Mit Tafel 4

### Einleitung

Im Laufe der letzten Jahre war in den Tagebauen auf Braunkohle in Borken der untere hessische Melanienton als durchschnittlich über 20 m mächtige, fossilreiche Folge von meist dunklen, oft kohligten Tonen und hellen Feinsanden beobachtet worden. Die zahlreichen Fossilien wurden bald der Gegenstand des Interesses für die mit geologischen Aufnahmen der Tagebaue betrauten Studenten des geologisch-paläontologischen Institutes der Universität Marburg. Bald traten zu den Aufsammlungen der Studenten auch Funde hinzu, die Belegschaftsmitglieder der PREAG, namentlich Herren der Markscheiderei, gemacht hatten. Später sammelten auch Mitglieder des Vereins für Ur- und Vorgeschichte in Fritzlar.

Das so gewonnene umfangreiche Material wurde, soweit es sich dabei um Gastropoden und Lamellibranchiaten handelte, Herrn Dr. JULIUS GÖRGES in Kassel zugeleitet. Herr Dr. GÖRGES hatte damals gerade eine Revision der Molluskenfauna des hessischen Melanientons begonnen. Er führte sie trotz seiner schweren Erkrankung weiter und beabsichtigte, die Fauna von Borken zum Gegenstand einer besonderen Veröffentlichung zu machen. Leider war es ihm nicht mehr beschieden, diese Arbeit zu vollenden. In seinem Nachlaß fand sich ein Manuskript, welches schon den größten Teil der in Borken gefundenen Fauna behandelte; es wurde mir von Herrn Oberregierungsgeologen Prof. Dr. UDLUFT zur Fertigstellung übergeben.

Bei den notwendigen Ergänzungen glaube ich den Plänen von Herrn Dr. GÖRGES entsprochen zu haben, den ich durch das gemeinsame Interesse an dem Melanienton von Borken kennenlernen durfte und für den ich, da er durch Krankheit daran verhindert war, Fossilien und Sedimentproben beschaffte. Bei meinen Besuchen in Kassel erläuterte Herr Dr. GÖRGES mir den jeweiligen Stand seiner Arbeit und seine weiteren Absichten.

Herrn Dr. GÖRGES und später auch mich hat in vielen Dingen Herr Dr. ZILCH, Abteilungsleiter am Senckenbergmuseum, beraten und hat uns Vergleichsmaterial und Bücher aus den Beständen des Museums zur Verfügung gestellt. Mr. Cox vom British Museum gab wichtige briefliche Mitteilungen über Vergleiche unseres *Potamid* mit dem Material des Museums. Ich hatte dann durch seine Hilfe die Möglichkeit, im Frühjahr 1956 selbst Borkener Fossilien mit den Londoner Sammlungen zu

vergleichen. Herr MAXIME GLIBERT vom Institut Royal des Sciences Naturelles in Brüssel verglich unser Material mit Originalen aus dem Unteroligocän Belgiens. Herr Prof. HERMANN SCHMIDT in Göttingen stellte Herrn Dr. GÖRGES Vergleichsexemplare aus der Sammlung v. KOENEN zur Verfügung. Diesen Herren sei vielmals für ihre Bemühungen und gern gewährte Hilfe gedankt.

Für die Unterstützung der Sammeltätigkeit und das rege Interesse sind wir Herrn Bergassessor DIEHL und Herrn Markscheider EILING zu Dank verpflichtet.

Herrn Oberregierungsgeologen Prof. Dr. H. UDLUFT danken wir für die Hilfe bei der Beschaffung von Literatur aus den Beständen des Hessischen Landesamtes.

### Stratigraphische Einstufung

Die Fauna des Melanientons von Borken ist überwiegend limnisch bis leicht brackisch. Marine Lagen wurden in seiner Schichtfolge nicht beobachtet.

Die Gastropoden dieser Fauna zeigen, wie schon zumindest seit der Arbeit von SPEYER 1871 bekannt ist, enge Beziehungen zu Faunen des Tongrién supérieur von Belgien und denen der „Fluviomarinen“ Schichten des Hampshire Basins Englands einschließlich der lower Hamstead Beds. Während die Belgischen Schichten stets als Unteroligocän aufgefaßt wurden, ist man erst wieder in der neuesten Zeit in England der Auffassung, daß die fluviomarinen Schichten sämtlich, wie schon FORBES dachte, dem Oligocän angehören; die upper Hamstead Beds sind mitteloligocänen Alters. Vergleichbare Faunen sind auch noch aus dem südlichen Oberrheintalgraben bekannt.

Entgegen der von BLANCKENHORN seit 1923 in verschiedenen Schriften vertretenen Auffassung, die Fauna enthielte eocäne Formen und könnte somit in das Eocän hinabreichen, ist es uns nicht möglich, Faunen des hessischen Melanientons als Eocän anzusehen, denn keine der uns bisher bekannt gewordenen Formen gibt einen Anhalt dafür. Uns ist allerdings bekannt, daß die Grenzziehung zwischen Eocän und Oligocän immer noch ein offenes Problem darstellt und die Stratigraphie der einzelnen Tertiärbecken einer kritischen Koordinierung bedarf.

Dagegen ist das Mindestalter des hessischen Melanientons, namentlich des oberen, der ja faunistisch ident mit dem unteren sein soll, noch weitgehend unklar und eine Stellungnahme ist uns zur Zeit noch nicht möglich. Da aber mit ziemlicher Sicherheit die Fauna von Borken dem unteren Melanienton entstammt, was aus der unweit des Tagebaus Altenburg III erbohrten Überlagerung durch Rupelton zu schließen ist, dürfte eine Einstufung in das untere bis mittlere Oligocän für diese Fauna zutreffen.

### Faunenbeschreibung

Bei der Bearbeitung der Fauna zeigte sich, daß viele der in der bisherigen Literatur eingebürgerte Art- und Gattungsnamen durch andere ersetzt werden müssen. Eine gültige Revision der meisten von uns angeführten Arten hatte bereits WENZ 1923—30 im Fossilium Catalogus veröffentlicht. Dieses Werk hatte nur eine kleine Auflage und ging obendrein in einigen Bibliotheken Deutschlands verloren, so daß es vielerorts nur unter Schwierigkeiten verfügbar sein dürfte. Deshalb haben wir uns entschlossen, die von WENZ aufgestellten Synonymielisten auszugsweise zu zitieren, sie sind durch „Syn. nach WENZ“ gekennzeichnet. Die Originale werden im Geol. paläontol. Institut Marburg aufbewahrt.

***Corbicula (Corbicula) tenuistriata* (DUNKER)**1854 *Cyrena tenuistriata* DUNKER, Stud. Götting. Ver. bergm. Freunde, S. 269.1862 *Cyrena tenuistriata* — DUNKER, Pal., 9, S. 86, Taf. 16, Fig. 13—16.1865 *Cyrena tenuistriata* — LUDWIG, Pal., 14, S. 60, Taf. 17, Fig. 3a—d.1875 *Cyrena tenuistriata* — SANDBERGER, Land- u. Süßwasserconch. S. 311, Taf. 20, Fig. 4, 4a.1884 *Cyrena (Corbicula) tenuistriata* — SPEYER & v. KOENEN, Abh. geol. Spezialkarte von Preußen, 4, 4, Taf. 9, Fig. 5—8.

Lagenweise häufig im Melanienton von Altenburg III, selten in Tagebau Altenburg II und in der Ziegleitongrube.

***Clithon (Vittoclithon) gramanni* n. sp. GÖRGES**

Taf. 4 Fig. 1a, b

(Wörtlich nach dem Originalmanuskript von Herrn Dr. GÖRGES, der zweite Verfasser sah sich nicht berechtigt, den Artnamen zu unterdrücken.)

Derivatio nominis: Nach HERRN FRANZ GRAMANN, Marburg.

Holotyp: Wohlerhaltenes Exemplar mit Farbspuren, Taf. 4 Fig. 1a, b. (G. G. 1957/1)

Locus typicus: Borken, Tagebau Altenburg III.

Stratum typicum: Unterer hessischer Melanienton, Lage mit *Potamides*, *Vittoclithon*, *Corbicula*.

Material: 44 Exemplare.

Diese dem *Clithon concavum* (SOWERBY) der mittleren Headon-Series der Insel Wight eng verwandten Gehäuse unterscheiden sich zunächst durch ihre erhebliche Größe von der englischen Art. Die Form der Gehäuse ist bei beiden Arten mehr bauchig und gestreckt als kugelförmig. Das Gewinde der hessischen Art ist bei den jüngeren, meist etwas vorstehenden Windungen auf der Mitte kantig und auch auf der hohen Schlußwindung ist auf dem ersten oberen Drittel vielfach eine stumpfe Kante wahrnehmbar. Die Mündung ist ziemlich breit-eiförmig, ihr Außenrand scharf. Die Innenwand und die Spindel sind mit einer fast glatten Schwielebedeckt. Der Innenrand der Schwiele trägt oben eine zahnartige Verdickung, der sich nach unten etwa 4—6 nicht leicht wahrnehmbare Zahnfältchen anschließen. Die Farbe der durchweg erhaltenen Außenschale ist hell- bis dunkelbraun, die punkt- bis netzartige Zeichnung variiert.

Einige Deckelreste liegen vor, die durch eine Leiste verbundene Rippchen zeigen. Sie gestatten die Zuweisung zur Untergattung *Vittoclithon*.

Große Ähnlichkeit zeigt unsere Art auch mit *Clithon alleodus* (SANDBERGER) aus dem Cyrenenmergel.

***Viviparus (Viviparus) lentus splendidus* LUDWIG**

Taf. 4 Fig. 2a—c

1766 *Helix lenta* BRANDER, Foss. hant. coll. Fig. 60.1865 *Paludina splendida* LUDWIG, Foss. Conch. Kurh., Pal., 14, S. 89, Taf. 21, Fig. 11, 11a.1875 *Paludina lenta* — SANDBERGER, Land- u. Süßwasserconch., S. 267, Taf. 15, Fig. 11, 11a.1875 *Paludina splendida* — SANDBERGER, Land- u. Süßwasserconch., S. 318.1922 *Viviparus lentus splendidus* — WENZ, Ber. d. Wetterauer Ges., S. 21.

Diese Unterart weicht von der Species durch etwas längere, oben spitzere Gewinde und eine mehr eiförmige Mündung ab. Bei der Durchsicht des Materiales der Sammlungen des Brit. Museums zeigt sich, daß das Auftreten schlanker Individuen unter

der großen Zahl der dort aufbewahrten Gehäuse, durchaus häufig ist. Ja es scheint der Artbeschreibung sogar ein besonderes gedrungenes Exemplar zugrunde zu liegen. Die Exemplare von Borken variieren ebenfalls beträchtlich. Ich möchte deshalb betonen, daß der Unterschied zwischen Art und Unterart nur geringfügig ist.

*Viviparus (Viviparus) lentus splendidus* (LUDWIG) kommt im Melanienton der Tagebaue Altenburg II und III vor und bildet oft förmliche Lagen.

### *Nystia duchasteli* (NYST)

- 1836 *Paludina Du Chasteli* NYST, — Messenger des Sc. et des Arts de la Belgique... 4, S. 163, Taf. 1, Fig. 57.  
 1853 *Paludina chasteli* NYST, — DUNKER, Programm der höh. Gewerbeschule zu Cassel, S. 11.  
 1862 *Paludina chasteli*, — DUNKER, Pal., 9, S. 88.  
 1863 *Litorinella loxostoma* SANDBERGER, Die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens, S. 84, Taf. 16, Fig. 2, 2a—c.  
 1865 *Bythinia chasteli*, — LUDWIG, Pal. 14, S. 91, 92, Taf. 22 Fig. 27—33.  
 1869 *Bithinia duchasteli*, — SPEYER, Pal., 19, S. 87—88, Taf. 13, Fig. 10—18, ?19.

Die Exemplare aus Borken sind sämtlich unterentwickelt. Sie sind dünnchalig, nicht mehr als 3 mm lang und tragen noch die Anfangswindungen. Das charakteristische Merkmal, die kragenförmig erweiterte und verdickte Mündung, ist nur schwach angedeutet. Sie sind so nur schwer von *Hydrobia elongata* (FAUJAS) zu trennen, von der sie sich nur durch ein schlankeres Anfangsgewinde, eine etwas längliche Mündung mit Spuren der Mundsaumbildung und deutlichere Anwachssteifung unterscheiden. Solche unterentwickelten Exemplare hat schon LUDWIG 1865 aus dem Melanienton beschrieben und abgebildet.

Häufig in Tagebau Altenburg II und III in der Ziegeleitongrube.

### *Brotia (Tinnya) escheri* MERIAN var. *borkenensis* NOV. var.

Taf. 4 Fig. 3

Material: 1 guterhaltenes Exemplar aus Tagebau Altenburg III in Borken.

Das Exemplar zeigt in Form und Skulptur eine auffallende Ähnlichkeit mit der Figur 14a auf Tafel 28 bei SANDBERGER 1875. Dieses aus dem Untermiocän Schwabens stammende Stück ist der Typus der Art.

Von diesem Typusexemplar weicht die vorliegende Varietät durch flachere Windungen ab. Das Borkener Exemplar ist 43 mm hoch und besteht aus 7 Windungen. Ein kleiner Teil der Endwindung fehlt. Die Endwindung ist mit 8, etwas schräg nach vorn gestellten, Längsrippen verziert, die in dornenartigen Knoten endigen. Die Anzahl der Längsrippen ist auf allen Umgängen gleich groß. Zwischen die eigentlichen Längsrippen schieben sich noch einige schwache Rippen. Über das ganze Gehäuse laufen in gleichen Abständen feine Querrippen; an der Endwindung sind davon 7 sichtbar. Der obere Teil einer jeden Windung fällt von der Naht aus zunächst nur flach-dachförmig schräg ab. Hier besteht die Skulptur aus drei Querrippen, von denen die beiden oberen zahlreiche, in regelmäßigen Abständen stehende Knötchen tragen. Die Mündung ist eiförmig.

Unser Exemplar hat auch größere Ähnlichkeit mit *Melania albigensis* NOULET aus dem unteroligocänen Kalkstein von Lautrec.

***Melanopsis (Stilospirula) hassiaca* SANDBERGER (Syn. nach WENZ)**

- 1854 *Melanopsis praerosa* L. — DUNKER, Studien d. Götting. Ver. bergm. Freunde, S. 282.  
 1862 *Melanopsis praerosa*. — DUNKER, Pal., 9, S. 89.  
 1865 *Melanopsis praerosa*. — LUDWIG, Pal., 14, S. 70.  
 1871 *Melanopsis praerosa*. — SPEYER, Pal., 19, S. 95, Taf. 15, Fig. 1a—d, 2a—d.  
 1871 *Melanopsis subulata* SOWERBY — SPEYER, Pal., 19, S. 96, Taf. 15, Fig. 5a—b.  
 1873 *Melanopsis hassiaca* SANDBERGER, Land- u. Süßwasserconch., S. 315.  
 1914 *Melanopsis kleini* KURR — BLANCKENHORN, Jahrb. Geol. L.-A., 24, S. 590.

Im ganzen Profil des Melanientons von Borken verbreitet; Tagebaue Altenburg II und III, Ziegeleitongrube.

Im Tagebau Altenburg III besonders häufig in feinsandiger Lage zusammen mit *Corbicula*.

***Melanopsis subulata* SOWERBY**

- 1828 *Melanopsis subulata* SOWERBY, Mineral Conch. IV, S. 36, Taf. 332, Fig. 8.

Verhältnismäßig selten, Altenburg III, Lage mit *Potamides*, *Vittocliton* und *Corbicula*.

***Melanoides (Tarebia) acuta* (SOWERBY 1823)**

- 1823 *Potamides acutus* SOWERBY, The Mineral Conchology of Great Britain, 4, S. 53, Taf. 341, Fig. 2.  
 1846 *Melania muricata* WOOD, The London Geol. Journ., I, S. 3.  
 1854 *Melania horrida* DUNKER, Stud. Götting. Ver. bergm. Freunde, S. 284—285.  
 1854 *Melania Beckeri* DUNKER, Stud. Götting. Ver. bergm. Freunde, S. 285.  
 1862 *Melania horrida* — DUNKER, Pal., 9, S. 90, Taf. 16, Fig. 1—3.  
 1865 *Melania polymorpha* var. *enodis* LUDWIG, Pal., 14, S. 68, Taf. 20, Fig. 8—9.  
 1865 *Melania polymorpha* var. *Dunckeri* LUDWIG, Pal., 14, S. 68, Taf. 20, Fig. 8—9.  
 1865 *Melania polymorpha* var. *horrida* — LUDWIG, Pal., 14, S. 69, Taf. 20, Fig. 8—9.  
 1871 *Melania horrida* — SPEYER, Pal., 19, S. 100, Taf. 15, Fig. 10—14.  
 1875 *Melania muricata* — SANDBERGER, S. 263, Taf. 15, Fig. 5, Taf. 20, Fig. 6.  
 1927 *Melania horrida* (= *muricata* WOOD) — BLANCKENHORN, S. 161.

SOWERBY beschrieb 1823 aus den fluviomarinen Schichten der Insel Wight „*Potamides acutus*“.

Unabhängig davon beschrieb DUNKER 1854 gleiche Formen als *Melania horrida* 1862 bildete er diese Art ab. Wie aus seinen Abbildungen ersichtlich, faßte er die Art sehr weit. Jedoch zeigt ein Vergleich mit den Originalen, daß das Exemplar zu Fig. 3 keineswegs wie etwa die Abbildung stark *Melanoides fasciatus* (SOWERBY) ähnelt, aber auch nicht zu *Melania semidecussata* LAMARCK gehört, wie v. KOENEN und mit ihm auch SPEYER annahmen. Das Exemplar ist gleichfalls zur Art *Melanoides (Tarebia acuta)* (SOWERBY) zu stellen.

LUDWIG sah sich durch die große Variabilität der Formen bewogen, alle diese als *Melania polymorpha* neu zu beschreiben und die typischen mit *M. acuta* (SOWERBY) völlig übereinstimmenden Gehäuse als *Melania polymorpha* var. *horrida* DUNKER abzutrennen. Schlankere Individuen, bei denen die Größe der Knoten und auch die Zahl der Knotenreihen mit zunehmendem Alter abnimmt, beschrieb er als var. *Dunckeri*, knotenfreie schließlich als var. *enodis*.

Das ist aber unzulässig, wie schon SPEYER 1871 erkannte und der deshalb wieder den Artnamen *horrida* DUNKER verwendete.

Schon 1897 war v. KOENEN der Auffassung, daß *Melania horrida* DUNKER ident mit *Melania muricata* WOOD aus England sei. SPEYER glaubte, *horrida* habe die Priorität gegenüber *M. muricata* und vereinigte letztere mit ihr.

SANDBERGER stellte diesen Irrtum richtig, indem er den Artnamen *horrida* zugunsten von *muricata* einzog, ohne aber von der Priorität von „*Potamides acutus*“ SOWERBY auch diesem Namen gegenüber zu wissen.

Aus all dem ergibt sich, daß wie *M. muricata*, *M. horrida* des hessischen Melanientons synonym mit *Melanoides (Tarebia) acuta* (SOWERBY) ist und zugunsten dieser Artbezeichnung eingezogen werden muß.

*Melanoides (Tarebia) acuta* (SOWERBY) ist sehr häufig im Tagebau Altenburg II, im Tagebau Altenburg III hingegen selten. Im Tagebau Altenburg II fand sie sich auch als Hohldruck im weißen Gastropodenkalk, dem sog. Melanienkalk.

Die Exemplare aus Borken sind schlanker und haben meist nur eine schwache Skulptur. Formen, die den Abbildungen bei SOWERBY entsprechen, fehlen in Borken, kommen aber an anderen hessischen Fundorten vor. Dafür entsprechen Formen der Bembridge Marls der Insel Wight gut den Borkener Exemplaren.

***Potamides (Ptychopotamides?) goergesi* n. sp. GRAMANN**

Taf. 4 Fig. 4a—c

Derivatio nominis: Nach dem Bearbeiter der Mollusken des Oligocäns, Herrn Dr. JULIUS GÖRGES.

Holotyp: Fast vollständiges Gehäuse in Schalenerhaltung, (G. G. 1957/6).

Locus typicus: Borken, Krs. Fritzlar/Homberg. Tagebau Altenburg III der PREAG.

Stratum typicum: Unterer hessischer Melanienton, Lage mit *Potamides goergesi*, *Vittoclithon*, *Corbicula*.

Material: Mehr als 110 Gehäuse.

Diagnose: Zur Gattung *Potamides* gehörige, verhältnismäßig große Art mit auffallend kräftiger Knoten-Skulptur und stark hervortretenden Anwachsstreifen.

Die ersten Umgänge der Gehäuse sind stets abgeworfen. Die darauf folgenden Windungen sind zunächst noch, zur Mündung hin abnehmend, mehr oder minder corrodirt. Ihre Skulptur besteht aus drei Spiralreihen von Knötchen. Zunächst sind die Knötchen auf diesen Reihen untereinander gleich groß und stehen in gleichem Abstand. Bei erwachsenen Exemplaren von neun Umgängen werden erstmalig im dritten erhaltenen Umgang die Knötchen der obersten Reihe merklich größer und stehen lockerer als die der darunterliegenden Reihen. Im nächsten Umgang nimmt die Größe der Knoten nochmals so stark zu, daß von da ab die Gehäuse mehr oder minder kräftig bestachelt erscheinen. Auf der Endwindung sieht man fünf Reihen von Knoten, die unteren zwei Reihen sind auf den jüngeren Umgängen jeweils vom folgenden Umgang verdeckt. Alle Windungen tragen kräftige, geschwungene Anwachsrippen. Die Mündung ist leider bei keinem der Exemplare vollständig erhalten. Die konkave Spindel ist entweder glatt oder trägt einen kaum merklichen, flachen Wulst.

Die Exemplare aus Borken sind auffallend blaugrau gefärbt, abweichend von den Gehäusen anderer Gastropoden aus der gleichen Fundschicht, es könnte sich um einen Rest der ursprünglichen Pigmentierung handeln.

Beziehungen: Diese neu beschriebene Art kommt außer in Borken in dem fluvio-marinen Oligocän der Insel Wight vor. Sie wurde von MORRIS mit *Cerithium mutabile* DESHAYES verglichen, hat aber mit *Cerithium (Serratocerithium) mutabile* LAMARCK

nichts zu tun, wenn auch die Skulptur einiger Exemplare dieser stark variierenden Art recht ähnlich gestaltet sein kann.

Solche oder zumindest ähnliche Skulpturen sind bei turmförmigen Gastropoden nicht selten.

Vergleicht man unsere Art mit Vertretern der Gattung *Potamides*, so erkennt man Beziehungen zu *Potamides vagus* (SOLANDER) aus den Headon Beds. Diese Art aber hat stets auf allen drei Knotenreihen gleichgroße Knoten, auch stehen sie stets in gleichem Abstand zueinander. Dieses Merkmal gilt auch für Exemplare, die von der Insel Wight stammen und als „*Cerithium funatum*“ bestimmt wurden (vgl. SOWREBY „Mineral Conchology“ 4, S. 64, Taf. 128, fig. 2). „*Cerithium*“ *funatum* MANTELL aus dem Sparnacien von Frankreich weicht anscheinend etwas davon ab und ähnelt zwar der neuen Art hinsichtlich des Skulpturtyps, doch sind die Anwachsrippen kaum sichtbar und der Gehäusewinkel bedeutend steiler. Die Nähte zwischen den Umgängen sind überdies sehr flach, im Ganzen wirkt das Gehäuse viel glatter, da die Knoten stumpf sind.

*Ptychopotamides thenensis* (VINCENT) aus dem Tongriën supérieur von Belgien ist gleichfalls ähnlich, doch ähnelt dieser noch stärker einem Exemplar von *Potamides vagus* (SOLANDER) aus den mittleren Headon-Schichten in der RIGLEY-Sammlung im Brit. Museum, denn seine Skulptur ist viel schwächer und die zu Stacheln ausgezogenen Knoten der ersten Reihe haben einen flach-ovalen Querschnitt, wohingegen bei unserer Art der Querschnitt rund ist.

#### ***Galba (Galba) strigosa* (BROGNIART) (Syn. nach WENZ)**

1811 *Limneus strigosus* — BROGNIART, Annales Mus. Hist. Nat. Paris, 15, S. 373, Taf. 22, fig. 10.

1873 *Limneus strigosus* — SANDBERGER, Land- u. Süßwasserconch., S. 319.

1922 *Galba (Galba) strigosa* — WENZ, Ber. Wetterauer Ges. f. Naturkunde, S. 21.

In den hellen Gastropodenkalken im obersten Teil des Melanien-Tonprofils des Tagebaus Altenburg II sind Steinkerne und Hohldrucke großer, an Lymnäen erinnernder Schnecken besonders häufig. Bruchstücke der Schalen vermutlich gleichartiger Schnecken treten im Melanienton von Tagebau Altenburg III ebenfalls häufig auf. Desgleichen kommen in stark kohligem, gut spaltenden Tönen des Melanientons von Altenburg II Markasit-Steinkerne vor, die ebenfalls hierher zu stellen sein dürften.

Eine Bestimmung ist bei der schlechten Erhaltungsweise schwer zu verantworten. Dagegen zeigen sich keine Verschiedenheiten zu dem häufigsten Fossil der hellen Gastropodenkalke, des sog. Melanienkalks, von Dannenrod bei Homberg/Ohm (Mtbl. Kirtorf). Dieses Fossil wurde von WENZ 1922 als *Galba strigosa* (BROGNIART) bestimmt und der Verdacht geäußert, daß alle Lymnäen des Melanientones hierher zu stellen seien (siehe WENZ: Gastropoda extramarina tertiaria, S. 1308), die ehemals als *L. pachygaster* THOMAE bestimmt wurden.

#### ***Coretus (Coretus) cornu* (BROGNIART) var.**

Taf. 4 Fig. 5

1810 *Planorbis cornu* — BROGNIART, Annales Mus. Hist. Nat. Paris, 15, S. 371, Taf. 22, Fig. 6.

1926 *Planorbis pseudoammonius* SCHLOTHEIM — BLANCKENHORN, Erl. geol. Karte Preußen, Bl. Schrecksbach.

1950 *Planorbis pseudoammonius* — BLANCKENHORN, Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch. (IV) 1, S. 25, 35.

Das Material, welches BLANCKENHORN zur Bestimmung des *Planorbis pseudoammonius* vorlag, ist im Geol.-paläontol. Institut der Univ. Marburg aufbewahrt. Es sind dies Steinkerne und Hohldrucke in roten Konkretionen aus dem Melanienton von Wasenberg bei Ziegenhain.

Mit diesen Stücken muß ein Fund aus Borken verglichen werden. Es handelt sich dabei um einen leidlich mit Schale erhaltenes Gehäuse aus dem Tagebau Altenburg III. Dieses aus 4 bis 5 Windungen bestehende Stück hat einen Durchmesser von 11 mm und ist durch Druck deformiert. So ist wohl der Nabel auf der Oberseite tiefer geworden und die Schlußwindung erscheint durch die Verformung stärker gebläht. Die zerbrechliche Schale verbietet leider eine weitere Präparation, so daß uns die Gestalt der Mündung unbekannt ist. Auch die Unterseite liegt noch ganz im Ton.

Die Skulptur zeigt Anwachsrippchen, die wie bei *C. cornu* schiefbogig sind und über die insbesondere bei den inneren Windungen deutlich sichtbare Spiralstreifen laufen.

Dieses Gehäuse weicht in seiner Gestalt von Stücken von *Planorbis pseudoammonius* aus Buchweiler ab. Die Steinkerne und Abdrücke, die von BLANCKENHORN dieser Art zugeschrieben worden sind, bieten wegen ihrer schlechten Erhaltung keine Möglichkeit für eine Bestimmung. Vielmehr dürften sie zu größeren Exemplaren der oben beschriebenen Form gehören, deren Bruchstücke im hessischen Melanienton recht häufig sind. Damit entfällt auch die Möglichkeit, aus der Anwesenheit von *Planorbis (Australorbis) pseudoammonius* auf ein eocänes Alter auch nur einiger Vorkommen von Melanienton zu schließen, denn die sonst als für französisches Ober-Lutet charakteristisch geltende Form ist bisher, entgegen BLANCKENHORN, nicht gefunden worden.

#### ***Gyraulus (Gyraulus) acuticarinatus* (DUNKER) (Syn. nach WENZ)**

- 1853 *Planorbis acuticarinatus* DUNKER, Progr. Höh. Gewerbeschule Cassel, S. 7.  
 1854 *Planorbis acuticarinatus* — DUNKER, Studien des Götting. Ver. bergm. Freunde, 6, 3, S. 273.  
 1855 *Planorbis acuticarinatus* — LUDWIG, Jahresber. Wetterau. Ges. f. d. ges. Naturk., S. 26.  
 1864 *Planorbis acuticarinatus* — DUNKER, Pal., 9, S. 87.  
 1870 *Planorbis acuticarinatus* — SPEYER, Pal., 19, S. 163, Taf. 18, Fig. 3—4.  
 1873 *Planorbis acuticarinatus* — SANDBERGER, Land- u. Süßwasserconch., S. 319.  
 1882 *Planorbis acuticarinatus* — EBERT, Die tert. Ablagerungen der Umgeb. v. Cassel, S. 9.  
 1884 *Planorbis acuticarinatus* — BODENBENDER, Üb. Zusammenhang u. Gliederung d. Tertiärbild. zw. Frankfurt a. M. u. Marburg-Ziegenhain, S. 8, 13, 15.  
 1922 *Gyraulus acuticarinatus* — WENZ, Ber. d. Wetterau. Ges. f. d. ges. Naturk., S. 23.  
 Kommt im Melanienton des Tagebaus Altenburg III vor.

#### ***Gyraulus (Gyraulus) depressus* (NYST) (Syn. nach WENZ)**

- 1854 *Planorbis depressus* NYST, Mém. couronnés et Mém. des savants étrangers Acad. Sci. et Belles-Lettres Bruxelles 17, S. 471, Taf. 38, fig. 19a—c.  
 1853 *Planorbis depressus* — DUNKER, Progr. Höh. Gewerbeschule Cassel, S. 6.  
 1845 *Planorbis depressus* — DUNKER, Studien d. Götting. Ver. bergm. Freunde 6, S. 272.  
 1855 *Planorbis depressus* — LUDWIG, Jahresber. Wetterau. Ges. f. d. ges. Naturk., S. 26.  
 1864 *Planorbis depressus* — DUNKER, Pal., 9, S. 87.  
 1870 *Planorbis? depressus* — SPEYER, Pal., 14, S. 164, Taf. 18, fig. 5a—c.  
 1873 *Planorbis depressus* — SANDBERGER, Land- u. Süßwasserconch., S. 319, Taf. 20, fig. 15—15c.  
 1882 *Planorbis depressus* — EBERT, Die tert. Ablagerungen d. Umgeb. v. Cassel, S. 9.  
 1886 *Planorbis depressus* — BEYSLAG, Erl. geol. Spezialk. v. Preußen, Bl. Großalmerode, S. 25.  
 1903 *Planorbis depressus* — BLANCKENHORN, Festschr. 75. Vers. Deutsch. Naturf. u. Ärzte, S. 292.  
 1923 *Gyraulus (Gyraulus) depressus* — WENZ, Gastropoda extramarina tertiaria, 5, S. 1549—1551.  
 Melanienton der Tagebaue Altenburg II und III.

## Zusammenfassung

Es werden Gastropoden und Lamellibranchiaten des unteren Melanientons von Borken beschrieben, darunter zwei neue Arten, wovon eine bereits aus dem Oligocän des Hampshire-Beckens bekannt, aber noch nicht beschrieben war. Dazu kommt die Beschreibung zweier neuer Varietäten.

Die Fauna ist typisch für unter- bis mitteloligocäne Süß- bis Brackwasserbiotope. Sie zeigt mannigfache Beziehungen zu Faunen des fluviomarinen Oligocäns des Hampshire-Beckens und des Tongriën supérieur Belgiens.

## Schriftenverzeichnis

- BLANCKENHORN, M.: Geologie und Topographie der näheren Umgebung Cassels. — Festschr. der 75. Versammlung Deutscher Naturforscher u. Ärzte, S. 79—92, Kassel 1903.
- Erl. geol. Kte Preußen u. benachb. Bundesstaaten, Blatt Schrecksbach 5121, Berlin 1926.
- Allgemeine Ergebnisse der neueren geologischen Aufnahmen im westlichen Kurhessen. — Jb. preuß. geol. L.-A. f. 1927, **48**, S. 160—167, Berlin 1927.
- Kritischer Überblick über die Tertiärablagerungen des nördlichen Hessens, ihr Alter, ihre Gliederung, ihren Gegensatz zu denen Südhessens und ihre Abgrenzung nach Süden. — Jb. pr. geol. L.-A. f. 1932, **53**, S. 263—283, Berlin 1933.
- Das Tertiär Niederhessens. Endergebnisse der geologischen Aufnahmen in Niederhessen von 1911—1946. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (IV) **1**, S. 25—35, Wiesbaden 1950.
- DESHAYES, G. P.: Description des Coquilles Fossiles des Environs de Paris, **2**, Mollusques, Paris 1824.
- DUNKER, W.: Über die im plastischen Thone von Großalmerode vorkommenden Mollusken. — Palaeontogr., **9**, S. 86—90, Taf. 16, Kassel 1864.
- FORBES, H.: On the tertiary fluvi-marine formation of the Isle of Wight. — Mem. Geol. Surv. Great Britain, London 1856.
- GLIBERT, M. & HEINZELIN DE BRAUCOURT, J. DE: L'Oligocène inférieur Belge. — Volume Jubilaire Victor van Straelen, **1**, S. 281—438, Taf. 1—7, Brüssel 1954.
- V. KOENEN, A.: Über die Parallelisierung des norddeutschen, englischen und französischen Oligocäns. — Z. deutsch. geol. Ges., **19**, S. 23—31, Berlin 1867.
- LUDWIG, R.: Fossile Conchylien aus den tertiären Süßwasser- und Meerwasser-Ablagerungen in Kurhessen — Großherzogtum Hessen und der Bayer'schen Rhön. — Palaeontogr., **14**, S. 40 bis 97, Taf. 17—22, Kassel 1865/1866.
- NYST, P. H.: Description des coquilles et des polypiers fossiles des terrains tertiaires de la Belgique. — Mém. cour. Acad. roy. de Belgique, **17**, S. 697f., Brüssel 1843/1844.
- SANDBERGER, F.: Die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens. Wiesbaden 1863.
- Die Land- u. Süßwasserconchylien der Vorwelt. Wiesbaden 1875.
- SOWERBY, J.: The Mineral Conchylogy of Great Britain. London 1823.
- SPEYER, O.: Die Conchylien der Kasseler Tertiärbildungen. — Palaeontogr., **19**, S. 47—101, Taf. 10—15, Kassel 1871.
- UDLUFT, H.: Ergänzende kritische Bemerkungen zu der Arbeit von M. BLANCKENHORN über das Tertiär Niederhessens. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI) **1**, S. 89—100, Wiesbaden 1950.
- WENZ, W.: Das Tertiär im Vogelsberg u. seine Beziehungen zu der Wetterau u. anderen Tertiärablagerungen. — Ber. Wetterauer Ges. f. Naturkunde, 1909—21, S. 1—81, Hanau 1922.
- Gastropoda extramarina tertiaria. — Fossilium Catalogus, I: Animalia, **17**, **18**, **20**, **21**, **22**, **23**, **32**, **38**, **40**, **43**, **46**, Berlin 1923, 1926, 1928, 1929, 1930.
- Gastropoda — Handbuch der Paläozoologie, **6**, Berlin 1938—1944.

## Neufunde von *Diamenocrinus* und *Ctenocrinus* aus der Siegen-Stufe des Siegerlandes

Von

HERTHA SIEVERTS-DORECK, Stuttgart

Mit 1 Abbildung

### Inhalt

Ein Kronenfragment von *Diamenocrinus* sp. mit bestacheltem Basalkranz wird beschrieben und abgebildet; ferner werden die Merkmale von Kronen- und Stielresten einer neuen Art von *Ctenocrinus* mitgeteilt. Die Funde stammen aus den Herdorf-Schichten von Niederdreisbach, Bl. Betzdorf (Sammlung GRABERT).

Herr Dr. H. GRABERT (Salvador/Bahia, Brasilien), Fräulein Dr. E. PAPROTH (Krefeld) und Herr Dr. WOLFGANG SCHMIDT (Krefeld) überliehen die Crinoideen zur Bearbeitung, wofür ihnen auch an dieser Stelle verbindlichst gedankt sei.

### Gattung *Diamenocrinus* OEHLERT

Die Gattung *Diamenocrinus* gewinnt im sandigen Unterdevon des Rheinlands neben *Ctenocrinus*, *Eifelocrinus* und *Propoteriocrinus* ständig an Bedeutung. Man kennt sie nunmehr von zahlreichen rechts- und linksrheinischen Fundstellen, die sich auf Sauerland, Siegerland, Westerwald, das Lahnggebiet und die Wetterau, auf Eifel und Hunsrück verteilen; dazu kommen Einzelfunde aus der Schieferfazies, dem Hunsrückschiefer von Bundenbach.

*Diamenocrinus* ist auf das Unterdevon beschränkt und bisher von der Rauhfaser-Gruppe der Siegen-Stufe bis zum obersten Oberkoblenz nachgewiesen worden. Drei Arten wurden für das rheinische Material aufgestellt: *stellatus* JAEKEL (vorwiegend Rauhfaser-Gruppe; Einzelfund im Hunsrückschiefer von Bundenbach<sup>1</sup>); *gonatodes* JOH. MÜLLER, die größte Crinoidee des rheinischen Devons (Hauptverbreitung im Oberkoblenz) und *opitzi* W. E. SCHMIDT (Einzelfund im Hunsrückschiefer).

Die letztgenannte Art stand bisher durch die Bestachelung der unteren Kelchkränze fremd neben den übrigen Arten. In neuester Zeit hat nun Dr. H. GRABERT im älteren sandigen Unterdevon des Siegerlands eine Krone entdeckt, deren Basalia gleichfalls bestachelt sind. Es lohnt sich daher, diese Krone zu beschreiben und abzubilden.

<sup>1</sup>) Bestimmung von W. M. LEHMANN 1955. *D. stellatus* ist damit als erste und einzige Crinoideen-Art aus dem sandigen Unterdevon auch im Hunsrückschiefer von Bundenbach erkannt worden. (Über *Lodanella mira* vgl. SOLLE 1950, S. 327, 333, 340.)

***Diamenocrinus* sp. (cf. *opitzi* W. E. SCHMIDT)**

Abb. 1a—b

Literatur: *Diamenocr. opitzi* bei W. E. SCHMIDT 1942: Crin. Rhein. Devons, II, S. 121, Taf. 33.

Fundort und Horizont: Grubenbahneinschnitt am Höhwegskopf bei Niederdreisbach, Bl. Betzdorf, Siegerland. Siegen-Stufe (mittlere Herdorf-Schichten, Zwischenschiefer 2). Sammlung GRABERT 1952.

Material: Bruchstück einer mittelgroßen Krone (Steinkern des Kelches, etwa zur Hälfte freigelegt, sowie Teilabdruck der halben Armkrone). Sammlungs-Nummer Sg III 162, Geologisches Landesamt, Krefeld.

**Kelchkapsel**

Der Steinkern des Kelches ist in dorsoventraler Richtung zusammengedrückt; außerdem ist die stark beschädigte Kelchdecke etwas eingesackt.

Der Steinkern des Infrabasal-Kranzes liegt vollständig frei. In seinem Zentrum bilden die Unterkanten der 5seitigen Infrabasalia ein kleines, nicht ganz deutliches und etwas unregelmäßiges Fünfeck, das fast ganz vom (sekundär ausgefüllten) Axialkanal eingenommen wird; der Querschnitt des Lumens ist konkav-fünfeckig (Lage der Ecken: interrarial). — Seiten- und Oberkanten der Infrabasalia treffen sich auf einem kleinen Kegel, der auch auf die Mitte der Unterkante eines jeden Basale übergreift. Dieser erhabenen Stelle des Steinkerns entsprach auf der Innenwand des Kelches, also am „Positiv“, eine Vertiefung.

Vom Basalkranz liegt lediglich der Steinkern zweier Platten frei. Der Abdruck der Basalia auf dem Steinkern ist siebenseitig und breiter als hoch; schwache Axialfalten ziehen zu den Radialia. Auf der Unterseite der Platten saß ein Medianstachel, dessen Basis an Bruchstücken des Außenabdrucks zweier Basalia erhalten ist; die Länge dieser Stacheln ist unbekannt. — Steinkern und Außenabdruck der übrigen Basalia sind verdeckt.

Im Radialkranz erkennt man drei gebuckelte Platten mit  $\pm$  schwachen Axialfalten, die zu den Basalia, den Interradialia und den ersten Primibrachialia führen; sie werden wie bei *Diamenocr. gonatodes* (und allen anderen Rhodocriniden) durch je eine große Interradialplatte getrennt. Der Steinkern der restlichen Radial- und Interradialplatten ist wiederum verhüllt.

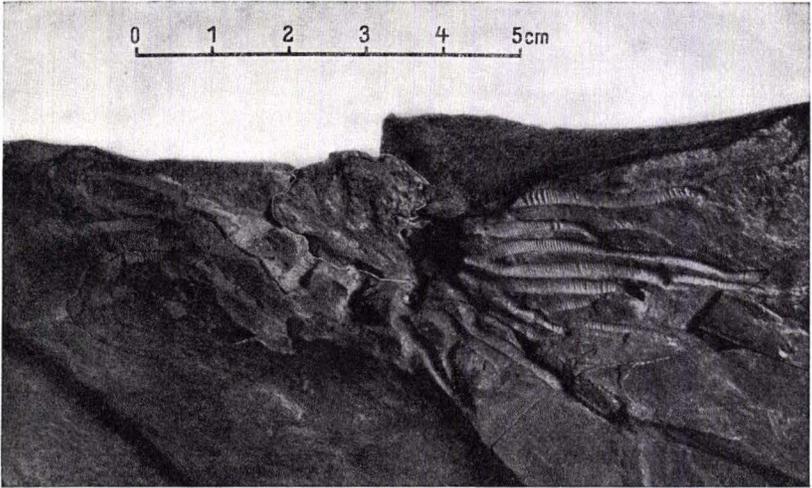
Die Primibrachialia sind in die Kelchwand einbezogen. Bis auf die Spitze eines Axillaren sind weder Steinkern noch Außenabdruck sichtbar, doch zeigt ein Querschnitt die schmale, mediane Axialfalte des ersten Primibrachiale an. Die proximalen Sekundibrachialia waren gleichfalls in den Kelch einbezogen; die zweite Armgabelung war offenbar jedoch schon frei. Die Zahl der Sekundibrachialia ist auf 10—12 zu schätzen; der Abdruck ihrer Dorsalseite liegt fast überall frei. Die 4 oder 5 untersten von ihnen sind  $\pm$  keilförmig und auf dem Rücken schwach gerundet; an Höhe übertreffen sie die scheibenförmigen, sehr flachen Armglieder der übrigen Krone um das 2—3fache.

Teile der Kelchdecke sind durch Abdruck bzw. Hohldruck kleiner, polygonaler Plättchen angedeutet; an einer Stelle bilden 4 von ihnen eine Radiär-Reihe.

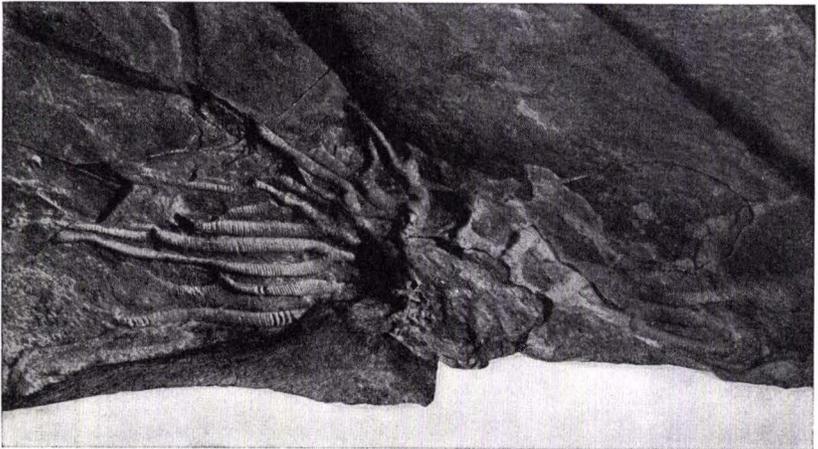
**Freie Arme**

Die freien Arme waren bei der Einbettung des Tieres in einer Ebene ausgebreitet; mindestens 2 Armenden bogen sich parallel zur Längsachse des Arms zurück. Erhalten ist der Abdruck der Dorsalseite, aber nie bis zur Spitze.

Die freien Arme gabeln sich 2-, stellenweise 3 mal (mit Einschluß der ersten, inkorporierten Gabelung also 3—4 mal), so daß die mäßig große Krone mehr als 40 freie Spitzen besaß. Die Armäste sind über der 2.—4. Gabelung nicht sofort frei, sondern zunächst noch durch 4—5 Postaxillaria fest miteinander verbunden. Die



1a



1b

Abb. 1. *Diapleurocrinus* sp. (cf. *opitzi* SCHMIDT). Herdorf-Schichten, Höhwegskopf bei Niederdreisbach, Bl. Betzdorf.  
a) Aufsicht auf den (beschädigten) Steinkern des Kelches und den Abdruck der halben Armkrone (Dorsalseite).  
b) Wie a), aber um 180° gedreht. Nat. Gr. Aufnahme: Geologisches Landesamt, Krefeld.

sehr niedrigen Axillaria treten gar nicht oder nur wenig auf die Seitenflächen der Arme über. — Die für die Gattung typische Flachheit der Armglieder kommt darin zum Ausdruck, daß wenig oberhalb der 3. Gabelung auf 10 mm Länge 30 Quatribrachialia gezählt werden.

Bei geeigneter Beleuchtung erkennt man auf dem Rücken der Armglieder stellenweise feine Längsleisten (im Positiv: Riefen). Diese Leisten schließen sich an die feinen Körnchen (im Positiv: Grübchen) an, welche die Nähte der Armglieder bezeichnen.

Beziehungen: Da Stielreste fehlen und der Außenabdruck des Kelches nur durch sehr kleine Bruchstücke bekannt ist, kann das Kronenfragment nicht sicher bestimmt werden. Die Bestachelung der Basalia<sup>2)</sup> und die Axialfaltung weisen auf eine nahe Verwandtschaft mit der etwas jüngeren Art *opitzi* W. E. SCHMIDT aus dem Hunsrückschiefer der Gegend von Bundenbach. Das einzige bisher bekannte Exemplar dieser Art hat längere und regelmäßiger, aber seltener gegabelte Arme, einen größeren Kelch und wahrscheinlich auch kräftigere Stacheln als der Fund von Niederdreisbach. Weitere Vergleichspunkte fehlen.

Die Arten des sandigen Unterdevons — darunter *stellatus* und *gonatodes* aus dem Rheinischen Schiefergebirge — sind unbestachelt. Bei der älteren Art *stellatus* (Rauhflaser-Gruppe, vereinzelt auch Unterkoblenz; SCHMIDT 1942, Taf. 11 Fig. 4) ist die Armgabelung wie bei GRABERT's Fund nicht ganz regelmäßig, aber doch viel reicher; außerdem sind zwei Armgabelungen in die Kelchwand einbezogen, und die Sekundi- und Tertiäbrachialia sind merklich höher als bei dem hier beschriebenen Stück. — Die Art *gonatodes*, deren Hauptverbreitung ins Oberkoblenz fällt, besitzt gleichfalls reicher gegabelte Arme und wahrscheinlich auch breitere Axialfalten als der neue Siegen-Fund. Die Größenverhältnisse der Kelchplatten (SCHMIDT 1942, Abb. 56 c auf S. 205) stimmen jedoch gut überein.

*Diamenocrinus* sp. (cf. *opitzi*) ist der erste stacheltragende *Diamenocrinus* aus rheinischem Unterdevon in sandiger Fazies und gleichzeitig der erste Vertreter der Gattung aus den Herdorf-Schichten des Siegerlands. Funde von Stielgliedern (mit gut erhaltenen Facetten) würden die Artbestimmung erleichtern. Vorteilhaft wäre es auch, den Steinkern des Kelches herauszupräparieren, doch ist dies nicht ohne Beschädigung des Außenabdrucks möglich.

#### Gattung *Ctenocrinus* BRONN

##### *Ctenocrinus* n. sp.

Fundort und Horizont: Wie bei *Diamenocrinus* sp.

Material: Kelch-, Arm- und Stielfragmente, aufbewahrt unter Nr. Sg III 163—169 im Geologischen Landesamt, Krefeld.

1. Kleine Teile eines zerfallenen Kelches im Verband mit dem proximalen Stiel (163a', b'); Teile des Kelchrandes nebst 2½ Armstümpfen (165a, b'); ein 5,5 cm langes Armfragment mit (unvollständigen) Nebenästen (164).
2. Teile des proximalen Stiels (163a', a'', b', 168), des distalen Stiels (etwa 16 cm lang, 165a, b', b'') sowie eine lose Wurzelspirale (167a', a'', b). Länge der Stielteile (nach Dr. GRABERT's Vermessung im Gelände, briefl. Mitt. vom 15. 10. 1956) bis zu 50 cm.
3. Gute Abdrücke der Innenseite einiger Kelchplatten, der Gelenkflächen von Arm- und von Stielgliedern.

Das vorliegende Material verkörpert zweifellos eine neue Art, die vierte aus der rheinischen Siegen-Stufe; es reicht jedoch nicht zu einer Benennung aus, weil Gestalt und Bau der Kelchkapsel nicht oder nur unvollständig bekannt sind.

Die neue Art hat folgende Merkmale: Radialia und Basalia ziemlich hoch; die Radialia mit Axialfalten versehen, die im Radius ziemlich breit sind. Die proximalen Interradialia groß, ziemlich flach, am Rande deutlich gefaltet; die höheren Interradialia klein, polsterartig gewölbt, mit schwachen Axialfalten am Plattenrande. —

<sup>2)</sup> Da kein Außenabdruck des Infrabasalkranzes vorliegt, bleibt es offen, ob nicht auch dieser unterste Kelchkranz bestachelt war.

Oberfläche der Kelchplatten (einschließlich der inkorporierten Brachialia) sehr fein, aber nicht sehr dicht gekörnelt; Innenfläche (wie bei vielen *Ctenocrinus*-Arten) mit feinen, unregelmäßig verteilten Tuberkeln versehen; auf den großen, proximalen Interradialia außerdem eine kurze Medianleiste. — Mindestens ein Interdibrachiale.

Brachialia der Hauptarmstämme meist gegenständig; Ober- und Unterkanten gezähnt. Seitenäste relativ zart und weitabständig, von jedem 3. Brachiale abzweigend, das am Sockel verbreitert ist. Der Sockel greift noch schwach auf das distal folgende Armglied über.

Stiel ohne Knoten; im proximalen Teil aus niedrigen Segmenten aufgebaut, die in 4 Ordnungen gesetzmäßig alternieren. Im distalen Abschnitt, der zu einer losen Wurzelspirale aufgerollt sein kann, sind nur noch 2 Ordnungen vorhanden.

Auf Grund der polsterartig gewölbten distalen Interradialia, der Zahl der nicht verzweigten Armglieder und der dünnen, alternierenden proximalen Stielglieder könnte die neue Art ein Vorläufer von *Ct. rugosus* W. E. SCHMIDT aus dem rheinischen Oberkoblenz sein (SCHMIDT 1942, S. 74—78, Abb. 19). — Die Aufrollung des distalen Stiels zu einer losen Wurzelspirale hat *Ctenocrinus* n. sp. mit „*Melocrinus*“ *paucidactylus* (HALL) aus dem tief-unterdevonischen Coeymans-Kalk von Litchfield, N. Y. gemeinsam (GOLDRING 1923, Taf. 9 Fig. 9 und Taf. 10—11).

#### *Botryocrinus?* sp.

Platte und Gegenplatte 163 (a' und b''') enthalten Hohldrucke einiger hoher Armglieder mit gerundetem Rücken und ausgeprägter Ventralfurche, die zu *Botryocrinus* gehören könnten. Das Vorkommen dieser Gattung am Höhwegskopf wäre nicht überraschend, weil in den Herdorf-Schichten von Niederdreisbach bereits folgende Arten nachgewiesen sind:

1. cf. *pachydactylus* (SANDBERGER) im Steinbruch oberhalb Niederdreisbach (SCHMIDT 1942, S. 124—125);
2. *Botryocrinus?* *jambus* W. E. SCHMIDT im Steinbruch der Grube Friedrich Wilhelm (SCHMIDT 1942, S. 131—132).

#### Schriftenverzeichnis

- DAHMER, G.: Fundstellen-Verzeichnis zu W. E. SCHMIDT, Die Crinoideen des Rheinischen Unterdevons bis zur Cultrijugatus-Zone (mit Ausnahme des Hunsrückschiefers). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI) **1**, 120—146, Wiesbaden 1950.
- GOLDRING, W.: Devonian Crinoids of the State of New York. — N. Y. State Mus., Mem. **16**, Albany 1923.
- LEHMANN, W. M.: Beobachtungen und Röntgenuntersuchungen an einigen Crinoideen aus dem rheinischen Unterdevon. — Neues Jb. Geol. u. Paläontol., Abh., **101**, 135—140, Taf. 14—15, Stuttgart 1955.
- SCHMIDT, W. E.: Die Crinoideen des Rheinischen Devons. I. Teil. Die Crinoideen des Hunsrückschiefers. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F. **163**, Berlin 1934.
- II. Teil. A. Nachtrag zu: Die Crinoideen des Hunsrückschiefers. B. Die Crinoideen des Unterdevons bis zur Cultrijugatus-Zone (mit Ausschluß des Hunsrückschiefers). — Abh. Reichsstelle Bodenforsch., N. F. **182**, Berlin (1941) 1942.
- SOLLE, G.: Obere Siegener Schichten, Hunsrückschiefer, tiefstes Unterkoblenz und ihre Eingliederung ins Rheinische Unterdevon. — Geol. Jahrb., **65**, 299—380, Hannover/Celle 1950.

## Das Marburger Gotlandium

Von

**WILLI ZIEGLER**, Marburg

Mit 4 Abbildungen

### Zusammenfassung

Die Lagerungsverhältnisse des HERRMANN'schen Graptolithenfundpunktes westlich der Dammühle bei Marburg wurden durch Schürfe untersucht. Oberflächlich anstehende Gesteine des Gotlandiums wurden nicht angetroffen. Es wird angenommen, daß die HERRMANN'schen Graptolithen tektonischen Schubfetzen entstammen, die mit einer Überschiebung von Schiefern der Siegen-Stufe auf Schichten der Adorf-Stufe heraufgebracht wurden, und von denen eine neue Knolle, wenn auch ohne Graptolithen, gefunden wurde.

### Vorbemerkungen

Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen einer Diplom-Kartierung vom Marburger Geol. Institut aus durchgeführt, die den südlich der Lahn gelegenen paläozoischen Anteil von Bl. Marburg (Nr. 5118) neu betraf. Ich möchte an dieser Stelle meinem sehr verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. C. W. KOCKEL für Anregung, Rat und Kritik danken. Äußerst verpflichtet fühle ich mich Herrn Prof. Dr. R. RICHTER † und Frau Dr. E. RICHTER †, die mir in liebenswürdiger Weise Beratung für die Bestimmung der Makrofossilien erteilten, ebenso Herrn Dr. O. H. WALLISER, Marburg, der die Bestimmung der Orthoceraten übernahm. Ganz besonderen Dank schulde ich meinem Kollegen Herrn cand. rer. nat. H. SENGER, Marburg, der mir beim Vermessen und der Profilaufnahme während der Schurfarbeiten behilflich war. Für ihr überaus herzliches Entgegenkommen möchte ich den Vertretern der Forstbehörde, Herrn Forstmeister Dr. STAHL, Marburg, und Herrn Revierförster JUNG, Elnhausen, danken, die mir durch ihre Schurferlaubnis erst die Möglichkeit zum Schürfen gaben, und die auch die Arbeitskräfte zur Verfügung stellten.

Darüber hinaus gebührt mein Dank dem Marburger Universitätsbund für eine finanzielle Unterstützung, mit der die Arbeitskräfte bezahlt werden konnten.

### Einleitung

E. KAYSER und A. DENCKMANN stellten um die Jahrhundertwende im Kellerwald, bei Marburg und in der Hörre die sog. „Urfer Schichten“ auf. Die aus Grauwacken, Kalken, Kiesel- und Tonschiefen bestehende Schichtserie wurde auf Grund einiger

Graptolithenfunde A. DENCKMANN's im Kellerwald als silurisch angesehen<sup>1)</sup>. Die äquivalente Schichtfolge bei Marburg und in der Hörre wurde dann von KAYSER wegen der vollständigen petrographischen Übereinstimmung mit der des Kellerwaldes ebenfalls ins Silur gestellt. Als HERRMANN (1908) dann westlich der Dammühle bei Marburg tatsächlich im Gebiet der „Urfer Schichten“ einige Monograptiden fand, schien das silurische Alter des Schichtkomplexes gesichert zu sein. Inzwischen haben die Untersuchungen von BISCHOFF & ZIEGLER (1956) das Alter der „Urfer Schichten“ im Marburger Gebiet geklärt, und mit Hilfe von Conodonten wurde die Schichtserie in die Zeit vom Oberdevon bis zum Unterkarbon eingestuft.

### Problemstellung

Da sich nun die von HERRMANN gesammelten (und im Marburger Geol. Institut hinterlegten) Monograptiden nicht wegleugnen ließen, stand trotz der Klärung des Alters der „Urfer Schichten“ die Frage des Marburger Silurs noch weiter offen.

Schwierig war es zunächst überhaupt, den Graptolithenfundpunkt HERRMANN's aufzufinden. Zur Verfügung stand nur das auf Taf. 18 bei HERRMANN (1912): zu entnehmende Graptolithenfundzeichen. Denn sein Text (HERRMANN 1908) ...„die bei der Dammühle gefundenen Graptolithen stammen aus entkalkten und verkieselten Kalkknollen, die als Einlagerungen in einem äußerst milden, bröckeligen, rötlichen Schiefer auftreten...“, sagte wenig über den genauen Fundpunkt aus, wie auch die Etiketten der Graptolithenstücke als Fundpunktangabe nur den Vermerk „Dammühle“ tragen. KUPFAHL (1953, S. 118) suchte vergeblich nach dem Silur, ihm ist aber erste Kenntnis von milden, roten Schiefen im Liegenden der Erbslochgrauwacke zu verdanken, die er auf Grund folgender kleiner Fauna in die Siegen-Stufe einordnete (1953, S. 119):

*Pleurodictyum triplex* KUPFAHL  
*Dalmanella* cf. *elegantula* (DALMAN)  
*Sowerbyella* (*Plect.*) *minor* (A. ROEMER)  
*Pleurotomaria* sp.  
*Asteropyge* sp. (Bestimmung von R. & E. RICHTER)

Diese Schichten werden von KUPFAHL als Äquivalente der Erbslochschiefer des Kellerwaldes angesehen, was vorliegend bestätigt wird.

Der Fundpunkt liegt am südlichen Hang des Forstweges, der von der Dammühle nach Westen durch das Tälchen der Großen Lummersbach zur Straße Hermershausen (Bl. Niederwalgern)–Elnhausen (Bl. Marburg) führt, dicht an der Stelle, wo HERRMANN (1912, Taf. 18. Geol. Kartenskizze) das Graptolithenzeichen angibt.

Die Erbslochschiefer waren somit die ältesten aufgeschlossenen Schichten. Besonders bemerkenswert war zudem, daß sie petrographisch völlig mit der von HERRMANN (1908, s. auch oben) gegebenen Beschreibung der die Graptolithenknollen führenden Schiefer übereinstimmen. Weiterhin interessant war die Tatsache, daß diese Schiefer an einer deutlich aufgeschlossenen Überschiebungsbahn auf oberdevonische (Adorf-) Kieselschiefer, Tonschiefer mit Kalkbänkchen und -linsen aufgeschoben sind.

<sup>1)</sup> Inzwischen stellte sich bei den Untersuchungen von D. STOPPEL, Marburg, heraus, daß alle DENCKMANN'schen Graptolithenfunde tektonisch eingeschuppt sind, bzw. daß einige der von DENCKMANN als Graptolithen angesehene Reste nicht sicher als solche anzuerkennen sind. (Persönliche Mitteilung.)

Da nun an dieser Stelle nichts auf die Anwesenheit silurischer Gesteine hinwies, kam es zu folgenden Überlegungen:

1. Ist anstehendes Gotlandium überhaupt vorhanden?
2. Können gotlandische Gesteinsbrocken als Schubsetzen an der Überschiebungsbahn der Erbslochschiefer auf die Schichten der Adorf-Stufe mit heraufgepreßt worden sein?

Die Hoffnung auf Beantwortung dieser Fragen war sehr gering. Wegen der starken Lehmbedeckung des ganzen Gebietes war es nur möglich, durch Schurfarbeiten der Klärung des Problems nahezukommen.

### Beschreibung des Ausgangspunktes und Anlage der Schürfe

Für das Ansetzen der Schürfe war von größter Wichtigkeit derschon oben erwähnte kleine Aufschluß am Forstweg westlich der Dammühle. Er liegt ca. 320 m östlich der

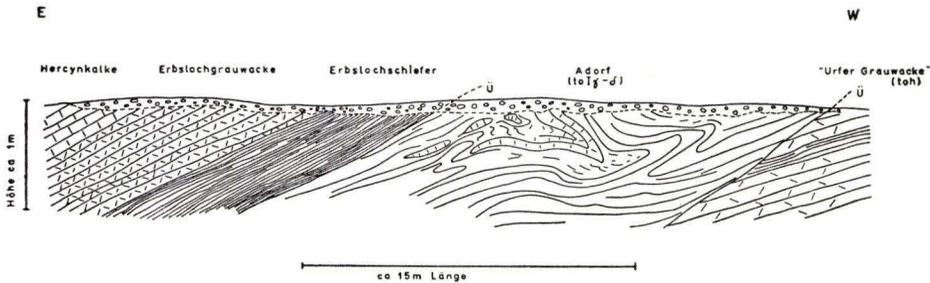


Abb. 1. Profil des kleinen Steinbruchs und des Forstweganschnittes. Ü = Überschiebung.

Forstwegeinmündung in die Straße Hermershausen–Elnhausen an der Westflanke des Marburger hercynischen Unterdevons (s. HERRMANN 1912). Das Hercynprofil, das in seiner tektonischen Anlage weit komplizierter ist, als es HERRMANN darstellte (1912, Taf. 19), zeigt hier seinen basalen Teil, die Erbslochgrauwacke in typischer Ausbildung mit ihren liegenden Erbslochschiefern (Siegen-Stufe), die an einer flach nach SE fallenden Überschiebung (Streichrichtung ca. SW) auf stark gestauchte und verruscelte Kieselschiefer, spezialgefaltete Kalke, Kieselkalke und Tonschiefer der Adorf-Stufe aufgeschoben sind (s. Abb. 1). (Die Koordinaten des Steinbruchs: R: 3478800, H: 5629420.)

Die Schürfe wurden so angelegt, daß sie zunächst die Lagerungsverhältnisse der bekannten Schichten aufzeigen sollten, dann sollte die Überschiebungsbahn eingeeengt und aufgeföhren werden (Lage der Schürfe s. Abb. 2.)

Die Schürfe 1–3 brachten unter einer ca. 1 m dicken Lehm- und Hangschuttdecke die Erbslochgrauwacke.

#### Schurf 4:

1. 0–1,80 m Lehm- und Hangschutt
2. —2,10 m Erbslochschiefer (rote, z. T. klotzige, z. T. milde verruscelte Schiefer, nach Osten = stratigr. oben, im Schurf stellten sich grauackenreiche Partien ein. Einfallen ca. 35° nach SE)
3. —2,40 m Ruschelzone
4. —2,90 m grünliche Kieselschiefer, in der Nähe der Oberkante zerrüttet und brekziös und mit dunkelbraunen Kalkspatadern.

In der Ruschelzone zwischen 2,10 und 2,40 m Tiefe, die die Überschiebungsbahn der Erbslochschiefer auf die Oberdevonschichten darstellt, fand sich eine aus grünlich-

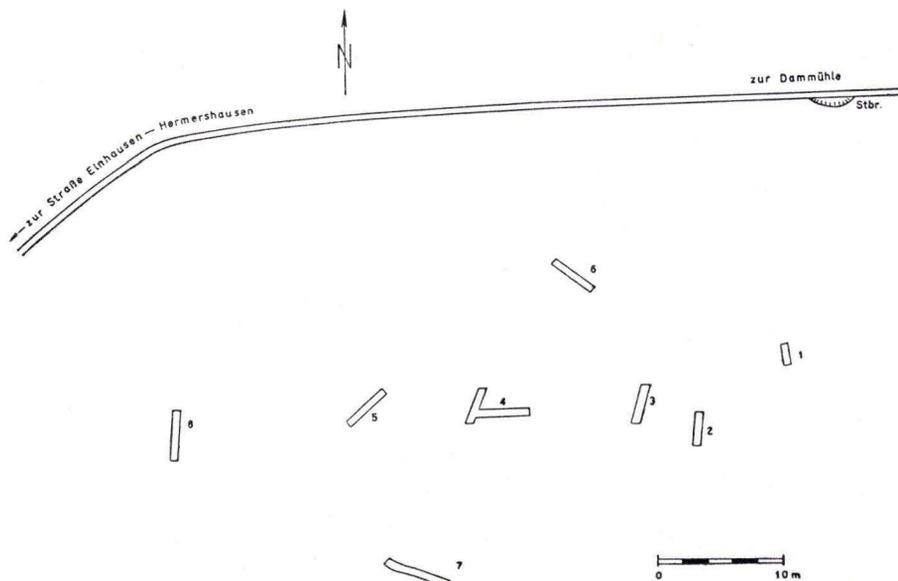


Abb. 2. Lageplan der Schürfe.

grauem, kieseligem, ursprünglich wohl auch kalkhaltigem Material bestehende Knolle ( $\varnothing$  ca. 10 cm), die gespickt war mit Makrofossilien (=  $\times$  in Abb. 3).

Ansichtsskizze von Schurf 4 s. Abb. 3.

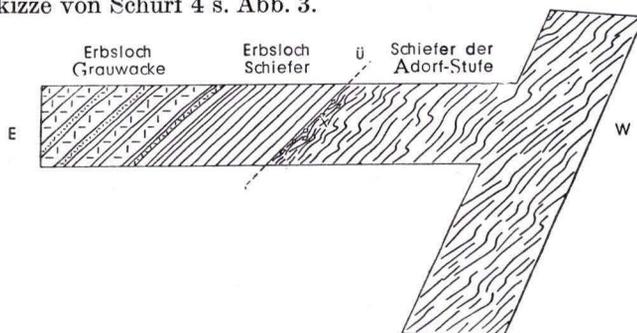


Abb. 3. Ansichtsskizze von Schurf 4.

#### Schurf 5:

0—2,60 m Lehm und Hangschutt, in dem Kieselschieferbrocken mit zunehmender Tiefe häufiger werden, z. T. auch mit Grauwackenbrocken durchsetzt.

#### Schurf 6:

0—1,50 m Lehm und Hangschutt mit Brocken von Erbslochgrauwacke  
 —1,80 m sandiger, rotbrauner Schiefer mit braunen Schmitzen z. T. milde und seifig. Trilobitenrest unbestimmbar nach R. & E. RICHTER  
 —2,00 m Ruschelzone  
 ab 2,00 m oberdevonische, grünliche Kieselschiefer.

## Schurf 7:

0—1,40 m Lehm und Hangschutt, darunter Erbslochgrauwacke, kalkig mit Fossilien und Erbslochschiefer. Oberdevon nicht erreicht.

## Schurf 8:

0—1,10 m Lehm und Hangschutt

—1,40 m Adorfer Kieselschiefer und -kalke

—1,95 m harte z. T. ruschelige Schiefer

—2,20 m anstehende, dickbankige harte z. T. quarzitische Grauwacke (= „Urfer Grauwacke“, N 135° S/35°).

Die wichtigsten Ergebnisse lieferten die Schürfe 4 und 8. So wurde das Gestein der von HERRMANN gefundenen Knolle mit dem der aus Schurf 4 stammenden verglichen. Dabei stellte sich weitgehende petrographische Übereinstimmung heraus. Es handelt sich um ein grünlich-graues, feinkörniges, kieseliges Gestein, kleine Löcher sprechen für Kalkauslaugung.

## Paläontologische Vergleiche

Die wichtigsten Fossilreste auf den HERRMANN'schen Stücken sind ohne Zweifel die Monograptiden. Sie sind von diesem niemals näher bearbeitet worden. Erst KUPFAHL (1953) bestimmte sie wie folgt:

*Monograptus tumescens* WOOD

*Monograptus chimaera* BARR.

*Monograptus* ex. aff. *colonus* BARR.

Zwei weitere Stücke sind nicht näher bestimmbar und tragen noch die Beschriftung von HERRMANN als *Monograptus* sp.

Danach handelt es sich um die englische Zone 33 (= Unter-Ludlow). Weiterhin führen die HERRMANN'schen Stücke noch eine als *Praelucina* sp. beschriftete Muschel, *Hyolithes* sp. und „*Orthoceras*“-Querschnitte.

Die neuerdings in Schurf 4 gefundene Knolle führt keine Monograptiden, dagegen zahlreiche „*Orthoceras*“, *Hyolithes* sp. (dieselbe Form wie bei HERRMANN), *Sowerbyella* cf. *mariae* (KOZLOWSKI)<sup>1</sup>).

*Praelucina* sp. (dieselbe Form wie bei HERRMANN). *Hyolithes* sp. ist wohl mit *Hyolithes simplex* BARRANDE zu vergleichen. Die *Orthoceras* gehören der Gattung *Michelinoceras* FOERSTE 1932 an<sup>2</sup>).

Dazu kommen noch die Reste von zwei Trilobiten, die aber so schlecht erhalten sind, daß sich noch nicht einmal die Gattungszugehörigkeit bestimmen läßt (Befund von R. & E. RICHTER). Alle diese Formen beginnen im Silur, sind aber weiter oben im Devon ebenfalls noch vorhanden, so daß mit Hilfe dieser Fossilien allein ein einwandfreies gotlandisches Alter nicht nachgewiesen werden kann. Es spricht aber die Übereinstimmung einiger Exemplare mit denen aus der mit Graptolithen belegten HERRMANN'schen Knolle in Verbindung mit dem petrographischen Befund für gotlandisches Alter auch dieser in Schurf 4 gefundenen Knolle.

(Siehe auch Nachtrag S. 74.)

<sup>1</sup>) Es liegt nur ein Steinkern vor. Nach der Bestimmung von H. G. KUPFAHL (briefliche Mitteilung) stimmen die Maße mit denen von *Sowerbyella mariae* überein. Doch läßt sich die Bestimmung nicht sicher genug durchführen, da der Abdruck fehlt.

<sup>2</sup>) Bestimmung von O. H. WALLISER, Marburg. Nach dessen Mitteilung handelt es sich bei den vorliegenden Formen um solche, die auch aus dem *Orthoceras*-Kalk von der Tonhalde bei Gießen/Lahn bekannt geworden sind (= Ludlow).

### Das Oberdevon in der Nachbarschaft der Fundstelle

Von KUPFAHL (1953) waren die oberdevonischen Kieselschiefer, kieseligen Kalke, Kalke, Ton- und teilweise auch Bänderschiefer im tektonisch Liegenden der besprochenen Überschiebung auf Grund einer im basalen Teil gefundenen Ostracodenfauna in die Nehdenstufe gestellt worden. Eigene Conodontenuntersuchungen im höheren Teil, in dem die kalkige Entwicklung vorherrscht, wiesen eine Adorf fauna des toI $\delta$  nach. Inzwischen hat KUPFAHL (1956) die Ostracoden revidiert und ebenfalls Adorfalter erhalten, allerdings stufte er seine Fauna etwas tiefer in die mittlere Adorfstufe ein.

Folgende Conodontenfauna fand sich:

- Ancyrodella curvata* (BRANSON & MEHL 1934)  
*Ancyrodella lobata* BRANSON & MEHL 1934  
*Ancyrognathus inequalis* (HOLMES 1928)  
*Bryantodus dignatus* STAUFFER 1938  
*Bryantodus multidentis* ULRICH & BASSLER 1926  
*Falcodus* sp.  
*Hindeodella unca* BISCHOFF 1956  
*Ligonodina falciformis* ULRICH & BASSLER 1926  
*Ligonodina* sp.  
*Lonchodina projecta* (ULRICH & BASSLER 1926)  
*Lonchodina curvata* (BRANSON & MEHL 1934)  
*Nothognathella sublaevis* SANNEMANN 1955 b  
*Nothognathella* sp.  
*Palmatolepis triangularis triangularis* SANNEMANN 1955 a  
*Palmatolepis minuta* BRANSON & MEHL 1934  
*Polygnathus decorosa* STAUFFER 1938  
*Polygnathus normalis* MILLER & YOUNGQUIST 1947  
*Prioniodella* ? sp.

Diese Oberdevonscholle grenzt nach KUPFAHL (1953, S. 118, Abb. 6b) im Westen mit einer Störung an Grauwacken und Tonschiefer, die er durch petrographischen Vergleich mit den Michelbacher Schichten (Oberems) des Kellerwaldes parallelisierte.

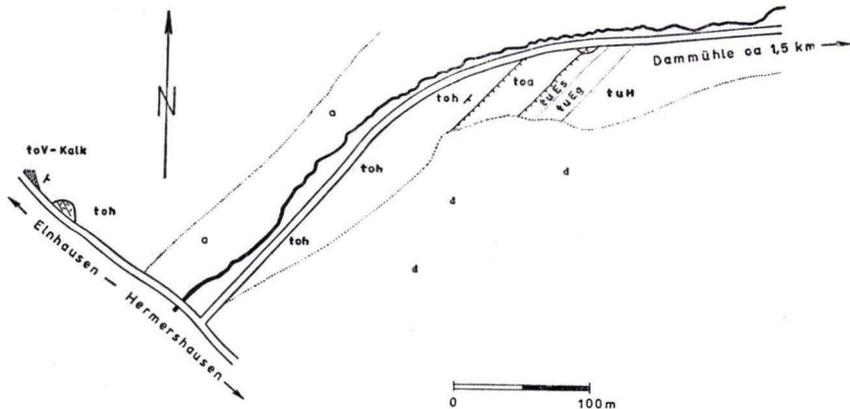


Abb. 4. Geländeskizze des untersuchten Gebietes.

- |   |   |
|---|---|
| tuEs = Erbslochschiefer (Siegen)                  | toh = hochoberdevonische Grauwacken der |
| tuEg = Erbslochgrauwacke                          | „Urfer Schichtn“                        |
| tuH = Hercynkalke (Prinzeips- und Schönauer Kalk) | d = Diluvialer Hangschutt und Lößlehm   |
| toa = Adorf-Schichten (toI $\gamma$ - $\delta$ )  | a = Alluvium                            |

Inzwischen hat die eigene Kartierung dieses Gebietes aber ergeben, daß diese Schichten das höchste Glied der an der Straße Hermershausen–Elnhausen aufgeschlossenen „Urfer Schichten“, also höchstes Oberdevon bis tiefstes Unterkarbon sind. Sie entsprechen den Grauwacken und Tonschiefern über den toV-Kalken und -Kieselschiefern (s. BISCHOFF & ZIEGLER 1956, S. 143). Die Grauwackenanteile sind z. T. feinkörnig und quarzitisches ausgebildet, während die zwischengeschalteten Tonschiefer oft seifigen Charakter zeigen. Im Schurf 8 fanden sich diese Grauwacken im tektonisch Liegenden einer Überschiebung, an der Kieselschiefer und -kalke der Adorf-Stufe auf sie aufgeschoben waren. Das Profil bei KUPFAHL (1953, S. 117, Abb. 6b) ist somit umzudeuten (s. Abb. 1). – (Das gewonnene geologische Gesamtbild des vorliegend untersuchten Gebietes ist auf Abb. 4 dargestellt).

### Über das Alter der Tektonik

In der von den Schürfen ca. 550 m östlich (Richtung Dammühle) am gleichen Forstweg anstehenden und in einem größeren Steinbruch aufgeschlossenen feinkörnigen unterkarbonischen Grauwacke fand sich als Geröll eine weitere etwa faustgroße Knolle, die ohne Zweifel petrographisch und faunistisch mit der aus Schurf 4 stammenden übereinstimmt. Auch in ihr fanden sich zahlreiche Exemplare von *Michelinoceras* sp. Wird von der wenig wahrscheinlichen Annahme Abstand genommen, daß diese eine Knolle vielleicht im Wurzelwerk von Treibholz aus ähnlichen Gesteinen der nicht allzuweit im SE vorbeistreichenden mitteldeutschen Schwelle an ihren Fundort gebracht wurde, so bleibt nur die Möglichkeit, daß sie als loser Brocken aus dem Überschiebungsbereich der Erbslochschiefer auf Adorf-Schichten kommt und als Geröll in den nahen Sedimentationsbereich der Kulmgrauwacke geriet. Dafür sprechen auch zahlreiche bis zu handtellergroße Schieferfetzen in dieser Grauwacke, die gut mit den Erbslochschiefern übereinstimmen. Die Größe und Häufigkeit dieser Schieferanteile spricht für einen nahegelegenen Abtragungspunkt und gegen Treibholzverfrachtung. Dann muß aber zur Unterkarbonzeit die Tektonik beendet gewesen sein. Wenn noch berücksichtigt wird, daß die hochoberdevonische Grauwacke der „Urfer Schichten“ (s. Schurf 8) mit in die Überschiebungstektonik eingebaut ist, so bleibt nur der Schluß, daß diese vorliegenden tektonischen Vorgänge sich um die Wende Devon–Karbon abgespielt haben müssen.

### Zusammenfassung

In der Nähe der Fundstelle der von HERRMANN (1908) gefundenen Monograptiden wird mit Hilfe von Schürfen nach Gotlandium gesucht. Dabei wird oberflächlich anstehendes silurisches Gestein nicht festgestellt. Es lassen sich lediglich Schubfetzen von gotlandischen Gesteinen in einer Überschiebungsbahn, an der Schiefer der Siegen-Stufe (Erbslochschiefer) auf Schichten der Adorf-Stufe (nicht der Nehden-Stufe, wie KUPFAHL 1953, annahm) aufgeschoben sind, erschürfen. Ein von KUPFAHL (1953) als Michelbacher Schichten (Oberems) ausgeschiedener Schichtkomplex wird als Schichtglied der „Urfer Schichten“ erkannt und in das höchste Oberdevon eingestuft. Durch ein Geröll gotlandischen Alters in der Kulmgrauwacke, die wenig östlich ansteht, wird das Alter der Überschiebungstektonik auf höchstoberdevonisch oder tiefstunterkarbonisch angenommen.

## Bemerkungen nach der Korrektur:

Ein Teil der auf Seite 71 beschriebenen Knolle, auf der sich neben Orthoceraten ein gut erhaltener, kleiner Brachiopode befand, wurde freundlicherweise von Herrn Prof. Dr. G. SOLLE, Darmstadt, begutachtet, wofür ich ihm an dieser Stelle meinen herzlichen Dank sagen möchte. Im folgenden wird seine briefliche Mitteilung zitiert:

„Das Stück gehört zweifellos zu den Orthaceen, ist aber eine frühe Jugendform, bei der von bezeichnenden Merkmalen noch sehr wenig entwickelt ist. Der allgemeinen Tracht nach sieht es gotlandisch aus, doch ist keine Sicherheit zu gewinnen, da solche Formen, vor allem in böhmischer Facies gelegentliche Nachläufer haben. Die Wahrscheinlichkeit spricht für Gotlandium. Der Reichtum an Orthoceren spricht ebenfalls dafür, kann aber kein Indiz sein. Es ist erstaunlich wie weitgehend das Handstück im äußeren Aussehen den Orthoceren-Schichten des Gotlandiums der Karnischen Alpen entspricht.“

Dasselbe Stück wurde freundlicherweise von Herrn A. J. BOUCOT, Cambridge, Mass., USA., bei einem Besuch in Marburg als zur Gattung *Skenidioides* SCHUCHERT & COOPER 1931 gehörend bestimmt. Diese Gattung kommt nur im Ordoviciun und Gotlandium sowohl Amerikas als auch Europas vor.

Damit ist das Vorkommen des Marburger Silurs als Schubfetzen an einer Überschiebung von Schiefen der Siegenstufe auf Schichten der Adorfstufe bewiesen.

## Schriftenverzeichnis

- BISCHOFF, G.: Oberdevonische Conodonten (toId) aus dem Rheinischen Schiefergebirge. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, S. 115—137, Wiesbaden 1956.
- & W. ZIEGLER: Das Alter der „Urfer Schichten“ im Marburger Hinterland nach Conodonten. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, S. 138—169, Wiesbaden 1956.
- DENCKMANN, A.: Der geologische Bau des Kellerwaldes. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F. 33, Berlin 1901.
- Blatt Gilserberg. — Erl. z. geol. Kte. v. Preußen, Nr. 5020, Berlin 1902.
- HERRMANN, F.: Wichtige neue Fossilfunde bei Marburg. — Sber. Ges. Beförd. gesamt. Naturwissensch. zu Marburg, Nr. 5, VI, 1908.
- Das hercynische Unterdevon bei Marburg a. d. Lahn. — Jb. preuß. geol. L.-A. f. 1912, 33, 1, S. 305—395, Berlin 1914.
- KAYSER, E.: Blatt Marburg. — Erl. z. geol. Kte. v. Preußen, Nr. 5118, Berlin 1915.
- KUPFAHL, H.-G.: Untersuchungen im Gotlandium und Unterdevon des Kellerwaldes und bei Marburg. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 81, S. 96—128, Wiesbaden 1953.
- Zur Variationsbreite einiger Ostracoden der mittleren Adorf-Stufe. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, S. 21—31, Wiesbaden 1956.
- ZIEGLER, W.: Das südlich der Lahn gelegene Paläozoikum auf Bl. Marburg 1:25000. — Nicht veröffentl. Dipl.-Arbeit, Marburg 1955.

Manuskript eingegangen am 5. 12. 1956

# Zur Geologie der Umgebung von Stromberg (Hunsrück)

Von

**HORST FALKE**, Mainz

Mit 7 Abbildungen und Tafel 5

## Inhalt

I. Vorwort . . . . .	75
II. Die stratigraphischen Verhältnisse . . . . .	76
a) Das Unter- und Mitteldevon . . . . .	76
b) Der Stromberger Kalk . . . . .	90
c) Die Schieferserie im Hangenden des Kalkes und ihre Eruptivgesteine . . . . .	97
d) Das Deckgebirge . . . . .	105
III. Der tektonische Bau . . . . .	107
IV. Zusammenfassung . . . . .	112
Schriftenverzeichnis . . . . .	113

## I. Vorwort

Seit dem vergangenen Jahrhundert hat sich wiederholt die Aufmerksamkeit vieler Geologen dem Gebiet von Stromberg zugewandt. Dieses Interesse betrifft sowohl stratigraphische wie tektonische Fragen. Stratigraphisch war lange Zeit die Stellung des Stromberger Kalkes umstritten, den man jetzt gleich dem Dolomit von Waldalgesheim-Bingerbrück dem oberen Mitteldevon zurechnet. Ungeklärt sind der Zusammenhang zwischen beiden Vorkommen und die zeitliche Einordnung einiger Schichten in unmittelbarer Nachbarschaft des Kalkes geblieben. Hierbei handelt es sich besonders um die Streitfrage, ob die in seinem Hangenden anstehenden Schiefer dem Oberdevon oder wesentlich älteren Schichten angehören. Paläogeographisch hat das Auftreten der jüngeren Devoneinheiten in relativ weiter Entfernung von zeitlichen Äquivalenten zu verschiedenen, aber immer noch nicht völlig befriedigenden Deutungen Anlaß gegeben. So weit durch Fossilien belegt, hat die benachbarte Lage verschiedenaltiger Schichten zu tektonischen Untersuchungen angeregt. GERTH (1910) hat hierbei die Ansicht ausgesprochen, daß im Gebiet von Stromberg eine Deckenüberschiebung vorhanden ist, der CLOOS (1930) und andere Autoren widersprochen haben. Die bisherigen Ergebnisse zeigen, daß sehr komplizierte und im einzelnen noch ungelöste Lagerungsverhältnisse vorliegen.

Verf. hatte im Raum von Stromberg eine größere praktisch geologische Arbeit durchzuführen. In ihrem Rahmen spielten auch die oben angeschnittenen Probleme eine wichtige Rolle. Infolge der zahlreichen durchgeführten Schürfarbeiten, Tief-

wie Flachbohrungen bestand die Hoffnung, sie einer Lösung näher zu bringen. Sie hat sich leider nur teilweise erfüllt. Trotzdem hat sich Verf. zu einer Veröffentlichung dieser Ergebnisse, eingebaut in die bisherigen Erkenntnisse, entschlossen, da sie vielleicht zur Klärung der einen oder anderen Frage beitragen können.

Der Firma Gebr. Wandesleben, Stromberg, vor allem Herrn Direktor PALM, sei für die mannigfache Unterstützung, insbesondere für die Erlaubnis zur Veröffentlichung der Untersuchungsergebnisse gedankt, ebenfalls Herrn Dipl.-Ing. LANG und Herrn HOCH von der gleichen Firma, die mich bei der Durchführung der praktischen Arbeiten weitgehendst unterstützten.

## II. Die stratigraphischen Verhältnisse

In den folgenden Ausführungen wird nur das Gebiet berücksichtigt, daß in der geologischen Karte (Abb. 1) zur Darstellung gebracht ist. Es umfaßt außer dem Stromberger Kalk jeweils einen schmalen Streifen südlich und nördlich von ihm. In den hier anstehenden Schichten sind schon in der zurückliegenden Zeit verschiedene Fossilvorkommen festgestellt worden, die für ihre stratigraphische Einordnung von Bedeutung sind. Sie konnten bei der Neuaufnahme um einige Fundpunkte vermehrt werden. Trotzdem bleibt die sichere stratigraphische Einstufung mancher Schichteinheiten weiterhin fraglich. Diese Tatsache wird z. T. durch den häufig schlechten Erhaltungszustand der Fossilien und damit ihre unsichere Bestimmung, z. T. durch das Auftreten untypischer Vertreter bedingt. Außerdem haben sich einige Schichtkomplexe bisher immer noch als fossilfrei erwiesen. Petrographische Leithorizonte stehen mit wenigen Ausnahmen nicht zur Verfügung. Im Gegenteil, viele Horizonte treten in der gleichen petrographischen Ausbildung wiederholt auf. Die Tektonik ist infolge der komplizierten Lagerungsverhältnisse nur in wenigen Fällen in der Lage, einen Beitrag zur Klärung der Stratigraphie zu liefern.

### *a) Das Unter- und Mitteldevon*

#### 1. Gedinne-Stufe

Das Gedinnevorkommen am Südausgang von Stromberg wird schon von BEYENBURG (1930) erwähnt. Es beginnt auf der linken Seite des Guldenbachtals südlich der Fustenburg mit einem schmalen Band von grünen bis grau-grünen, tektonisch zerquälten Schiefen. Nach Süden schließt sich auf einer Breite von 40—50 m Grünschiefer, hervorgegangen aus Diabas, an. Die Grenze zwischen beiden Einheiten fällt mit 80° SE ein. Diese Grünschiefer werden im Hangenden wiederum durch grau-grüne bis grüne Schiefer abgelöst, in die sich körnige Phyllite, rotviolette Schiefer und schmale Grünschieferlagen einschieben. Die Sedimentserie setzt sich auf der gegenüberliegenden Talseite fort, wobei rotviolette Schiefer bisher nicht beobachtet werden konnten. Dagegen treten grüne Quarzite und grünschieferartige bzw. tuffverdächtige Bänke hinzu. Diese sind am Wege von den letzten Häusern von Stromberg zur sogenannten „Hütte“ aufgeschlossen. Überraschend ist ihr flaches Einfallen (30—45° SE), wenn es nicht zusätzlich durch Hangrutschungen bedingt ist, was sich an den betreffenden Stellen nicht mit Sicherheit ausschließen läßt. Dieses Gedinne taucht nach Südwesten unter eine Decke aus Taunusquarzitschutt. Es erscheint aber auch nicht

wieder in den Aufschlüssen, die in seiner streichenden Fortsetzung im Südwesten liegen. Hier stehen in der Schlucht im Distrikt 12/15 südlich des Weinbergerhofes (s. geologische Karte Abb. 1) grünlich-graue, milde Tonschiefer an. Sie gehören in das Hangende der grünen Schiefer des Gedinne. Es ist besonders gut südlich der sog. „Hütte“ auf der rechten Talseite des Guldenbachtals in einer Schlucht zu beobachten. Es besteht aus einer in sich verfalteten Wechsellagerung von grauen, bankigen Quarziten ( $50-60^{\circ}/70-80^{\circ}$  SE) mit grauen bis grün-grauen, schwach sandigen bis sandigen, glimmerreichen Tonschiefern mit z. T. phyllitischen Habitus. Fossilien wurden bisher nicht gefunden. Nach der petrographischen Ausbildung würde man diese Schichten dem oberen Taunusquarzit zuteilen. In diesem Fall würde zwischen ihnen und dem Gedinne außer dem unteren Taunusquarzit die Hermeskeilschichten nicht auftreten bzw. in dem von Taunusquarzitschutt verdeckten Zwischenstück sehr geringmächtig sein.

BEYENBURG (1930) schließt nun die Möglichkeit nicht aus, daß im Gebiet von Stromberg die „Hermeskeilschichten fehlen und ihre Äquivalente wahrscheinlich in den untersten Lagen des dortigen Taunusquarzites vorliegen“. Zu dieser Ansicht kommt er offensichtlich auf Grund der Lagerungsverhältnisse südlich der Fustenburg. Hier folgt nördlich des Gedinnevorkommens eine Wechselfolge von Quarziten und Tonschiefern, die er zum Taunusquarzit rechnet. In dieser Auffassung ist er scheinbar durch die Verhältnisse bei und südlich Bingerbrück bestärkt worden. Nach MICHELS (1930) ist es möglich, daß in diesem Gebiet das Fehlen der Hermeskeilschichten weniger auf tektonischen Ursachen beruht als auf der Schwierigkeit, sie bei Aussetzen des roten Pigmentes von den Schichten des Taunusquarzites trennen zu können. Wie im tektonischen Abschnitt der Arbeit des näheren erläutert, steht es keineswegs fest, daß die quarzitisch-schieferigen Partien an der Fustenburg das unmittelbar Hangende der grünen Schiefer des Gedinne bilden. Es ist wahrscheinlicher, daß sich zwischen die beiden Einheiten eine Störung einschaltet. In der Quarzit-Schieferserie sind aber bisher, auch nicht bei der Neuaufnahme, Fossilien entdeckt worden, so daß, wie schon KUTSCHER (1937) betont, ein eindeutiger Hinweis auf ihr Alter fehlt. Nach BEYENBURG (1930) grenzt sie über eine Überschiebung an die von ihm in das Oberdevon eingereihte Schichtenfolge am Nordabhang der Fustenburg. Letztgenannte Sedimente sind zusammen mit den Schiefen im Hangenden des Stromberger Kalkes aus später zu erläuternden Gründen in einem besonderen Kapitel abgehandelt worden (s. S. 97). Ohne Einzelheiten vorwegzunehmen, sei hier nur kurz angedeutet, daß innerhalb dieser Schichten eine schmale Zone am Fuß der Fustenburg als gedinneverdächtig angesprochen wird. Zwischen ihr und der schon erwähnten Wechselfolge Quarzit/Schiefer als fragliche Vertretung des Taunusquarzites treten am Nordabhang der Fustenburg dünne Bänke eines grau bis gelblich-grünlichen, grobkörnigen Sandsteines von relativ lockerem Gefüge auf. Er ist gut geschiefert. Die außer Glimmer vorherrschenden Quarzkörner zeigen u. d. M. mehr eckige als gerundete Formen. Eine Einkieselung tritt fast völlig zurück. Unter Berücksichtigung dieser Eigenschaften und der benachbarten Lage zu den gedinneverdächtigen Sedimenten würde man diese Sandsteinbänke bei einer Rotfärbung ohne größere Bedenken als ein Äquivalent des Hermeskeilsandsteines ansehen. Andererseits sind von der linken Rheinseite am Nordrand des Blattes Bingen-Rüdesheim auch graue bis gelbliche Varietäten be-

kannt. Sollte es sich bei den oben genannten Sandsteinbänkchen um Bestandteile der Hermeskeilschichten handeln, so würde hier die Sandstein- zugunsten der Schieferfazies zurücktreten und die Gesamtmächtigkeit dieser Einheit nur 50—60 m betragen (Profil E—F, Abb. 5). In diesem Fall würde die im Hangenden folgende Wechschichtung Quarzit/Tonschiefer gleichfalls jünger als die grünen Schiefer des Gedinne sein.

## 2. Siegen-Stufe

Im vorhergehenden Abschnitt ist schon auf die Quarzit/Tonschieferserie südlich des Gedinneaufbruches und eingemuldet an der Fustenburg als mögliche Vertretung des Taunusquarzites hingewiesen worden. Von der letztgenannten Stelle zieht sie auf die gegenüberliegende Talseite, wo sie in einem Seitenpfad zum Forsthaus „Aurora“ angeschnitten ist. Die nördlichste der Quarzrippen (60—70°/70—80° SE) tritt hier morphologisch scharf hervor. Sie erscheint wieder im Straßeneinschnitt Schützenhaus-„Aurora“. Westlich hiervon verschwindet sie mit den anderen Schichten unter einer Decke von Taunusquarzitschutt. In der Schlucht im Distrikt 12/15 (s. S. 77) taucht sie zusammen mit weiteren Quarzitbänken wieder auf. Schon zuvor bildet diese Einheit eine markante morphologische Kante. In ihrem Hangenden folgt in der Schlucht eine mächtige Serie von grünlich-grauen, meist milden Tonschiefern (s. S. 77). Die bisher erwähnte Schichtfolge enthält also zahlreiche, z. T. mächtigere Schiefer einschaltungen. Wenn sie den Taunusquarzit vertritt, würde die Ausbildung nach der Einteilung LEPPLA's für oberen Taunusquarzit sprechen. Jedoch ist BEYENBURG (1930) der Meinung, daß sich die bekannte Gliederung LEPPLA's in unteren und oberen Taunusquarzit im Gebiet von Stromberg nicht durchführen läßt. Berücksichtigt man die Verhältnisse weiter im Osten, so kann man tatsächlich im Zweifel sein, ob nicht auch die untersten Partien des Taunusquarzites örtlich schieferigen Charakter tragen können. Andererseits liegen sie im Norden von Stromberg und, wie auch WOLF (1930) betont, bei Warmsroth in der nach LEPPLA typischen Ausbildung (vorwiegend weiße bis hellgraue Quarzite) vor. Fazielle Wechsel innerhalb des Taunusquarzites sollen aber nicht bestritten werden. Wenn hierbei die Schieferfazies stärker hervortritt und schon nach den Lagerungsverhältnissen eine tiefere Stellung im Siegen wahrscheinlich ist, kann, wie schon angedeutet, gleichzeitig eine Verwechslung mit den Hermeskeilschichten eintreten. Mithin ist eine stratigraphische Einordnung dieser Schichtfolge mit Hilfe petrographischer Merkmale nicht möglich. Obwohl auch BEYENBURG (1930) gleich dem Verf. keine Fossilien gefunden hat, stellt er sie zum Taunusquarzit. Dieser Ansicht kann nur insofern beigepflichtet werden, als die Tektonik, gleichgültig welche Auffassung man vertritt, dafür spricht, daß diese Sedimentabfolge jünger als die grünen Schiefer des Gedinne sein muß.

Von dem Quarzitvorkommen des Kohlenberges nordwestlich von Stromberg führt BEYENBURG (1930) einige Fossilreste an. Nach diesen Funden gehören die anstehenden Schichten zum Taunusquarzit. KUTSCHER (1937) bringt vom gleichen Fundpunkt auf Grund von Aufsammlungen von DAHMER eine wesentlich umfangreichere Faunenliste, die nach seiner Meinung eine Einstufung dieser Quarzite in den Darustwald-Horizont=Herdorfer Schichten gestattet. Diese hohe stratigraphische Stellung wird auch der Vermutung des Verf.'s gerecht, daß die am Südhang des Kohlenberges an-

schließenden Schichten, die z. T. im Guldenbachtal aufgeschlossen sind, das Unterems vertreten. Nachforschungen nach weiteren Fossilpunkten in den Quarziten, vor allem in nordöstlicher Richtung, wo nach BEYENBURG (1930) Ems und Mitteldevon an Taunusquarzit grenzt, blieben erfolglos. Infolge der schlechten Aufschlußverhältnisse kann auch kein genauere Einblick in die tektonische Situation gewonnen werden, so daß die Stellung des Kohlenberg-Quarzites zu seiner Umgebung und sein Aufbau im einzelnen offenbleiben muß. Wahrscheinlich liegen aber ähnliche Verhältnisse vor, wie wir sie im folgenden aus dem Warmstrother-Grund kennenlernen werden.

Auf der Höhe seines Südostabhanges findet man klippenbildende, graue Quarzite ( $80-90^{\circ}/30^{\circ}$  SE), die vorwiegend dünnplattig sind, z. T. in „Quarzitschiefer“ übergehen. Ihre Mächtigkeit beträgt etwa 15—20 m. Nach Nordosten werden sie offenbar von einer Störung abgeschnitten. In ihrem Liegenden folgen blau- bis dunkelgraue Tonschiefer, deren Sandgehalt Schwankungen unterliegt (Schieferung  $70-80^{\circ}/65^{\circ}$  SE). Aus diesen Schiefen führt M. WOLF (1930) eine Fauna an, die sie dem Seifener Horizont zuordnen möchte. KUTSCHER (1937) verweist sie, wenn auch mit Vorbehalt, in den oberen Abschnitt der Siegener Schichten, was für die folgenden Ausführungen zu beachten ist. Im Hangenden der Quarzite stehen ebenfalls dunkelgraue, milde bis sandige Tonschiefer an, die bei der Verwitterung über ein Dunkelolivgrün schließlich eine gelblich-graue Farbe annehmen. Lesesteine wie gewisse Anzeichen in der Morphologie deuten darauf hin, daß sich zumindest quarzitisches Grauwacken in diese Serie einschoben dürften. Unmittelbar südöstlich dieses meist mit Niederwald bestandenen Geländeabschnittes waren die anschließenden, nach Südosten einfallenden Schichten durch Ausschachtungsarbeiten für eine Wasserleitung auf größere Erstreckung freigelegt. Nach diesen Aufschlüssen beginnen sie im Liegenden mit gelblich-grauen, zuweilen etwas rötlich gefleckten, dickspaltenden Ton- bis Grauwackenschiefern, die sehr feinsandig sind. In ihnen wurde nachstehende Fauna gefunden:

- Asteropyge* sp.
- Bellerophon* sp. häufig
- Platyorthis circularis* (Sow.)
- Chonetes plebeja* SCHNUR
- Zaphrentis* sp.

Der Trilobitenfund — es handelt sich um ein Pygidium — versprach zuerst die Möglichkeit einer stratigraphischen Einordnung. Nach der freundlicherweise übernommenen Kontrollbestimmung durch Herrn Prof. R. RICHTER, Frankfurt, wofür ihm an dieser Stelle gedankt sei, liegt aber ein Jugendexemplar vor. Außerdem fehlen, trotz des guten Erhaltungszustandes, für eine Artbestimmung wichtige Merkmale. Damit entfällt eine Altersdatierung dieser Schichten, zumal die weiterhin aufgesammelten Fossilien in dieser Richtung keine genaueren Aussagen zulassen. Bei günstigen Aufschlußverhältnissen sind aber aus diesen Sedimenten mit Sicherheit noch weitere Funde zu erwarten. Nach Südosten schließen sich rötliche bis rötlich-graue, mehr oder weniger sandige Tonschiefer mit geringmächtigen, quarzitischen Zwischenlagen an, die sich bisher als fossilfrei erwiesen haben. Bei einem Vergleich mit verschiedenen Belegstücken aus dem östlichen Hunsrück und dem Taunus besitzen sie die größte

Ähnlichkeit mit Schiefen, die LEPLA von der Rentmauer bei Wiesbaden aufgesammelt hat und die wahrscheinlich zum Taunusquarzit gehören. Bei Stromberg gehen sie im Hangenden in rötliche bis schmutzig-braune, poröse Grauwacken über. Ihr Porenreichtum könnte durch das Weglösen von Kalksubstanz entstanden sein. In den Aufschlüssen selbst war sie unmittelbar nicht mehr nachzuweisen. Anschließend verwehrt eine mächtigere Deckschicht aus Taunusquarzitschutt einen Einblick in die hier anstehende Schichtfolge. Nur dicht am Liegenden des geringmächtigen, obermitteldevonischen Kalkvorkommens an der letzten Schleife der Straße nach Bingen tauchen wieder Quarzite auf (Abb. 1), die jenen am Südostabhang im Warmrother Grund (s. S. 79) sehr ähnlich sind.

M. WOLF (1930) hat nun diese gesamte Schichtserie bis zum Kalk in den oberen Taunusquarzit eingestuft. Hierzu veranlaßte sie vermutlich der von ihr weiter östlich aufgefundene Fossilfundpunkt an der Straße Warmroth-Roth, der nach ihren Angaben eine entsprechende Fauna lieferte. An der von ihr bezeichneten Stelle wurden einzelne, aber nicht näher bestimmbare Bruchstücke von Fossilien gefunden. Sowohl südlich wie nördlich davon stehen inmitten von dunkelgrauen Tonschiefern braun- bis graurote, sandige (z. T. Quarzitschiefer) und rötliche, milde Tonschiefer an. Unter Berücksichtigung der querschlägigen Störungen liegen sie fast im Streichen der zuvor beschriebenen Rotfazies. Zu einer genauen stratigraphischen Einordnung von ihr und ihren Begleitsedimenten reichen diese Argumente leider nicht aus. Deshalb ist diese Sedimentfolge in der beigegebenen Karte (s. geologische Karte Abb. 1) als fragliches Siegen bis Ems bezeichnet worden. Bei einer Zuordnung zum oberen Taunusquarzit überrascht weniger die Rotfazies, die lokal auftreten könnte, als die poröse Grauwacke. Neigt man mehr dazu, diesen Schichtkomplex an die Grenze Siegen/Ems bzw. in das unterste Ems zu stellen, so würde der Hunsrückschiefer in einer ungewöhnlichen Fazies und in einer sehr geringen Mächtigkeit vorliegen. Anhaltspunkte für eine zwischenliegende Störung sind nicht gegeben, ohne damit ihr evtl. Vorhandensein auszuschließen. Sie läßt sich dagegen in der Grenzregion zum Kalk vermuten. Infolgedessen ist hier mit einem Ausfall der unmittelbar in seinem Liegenden folgenden Schichten zu rechnen. Eine endgültige Entscheidung aller aufgeworfenen Fragen ist jedoch nur durch das Auffinden von stratigraphisch verwertbaren Fossilien zu erreichen, was bei den schlechten Aufschlußverhältnissen auf größere Schwierigkeiten stößt.

Dies trifft auch auf die westlich anliegenden, durch zwei querschlägig verlaufende Störungen begrenzte Schichtserie zu. In ihrer Abfolge ist im Nordwesten im Bachbett des Warmrother Grundes (Welschbachtal), und zwar an der Stelle, wo es nach Osten umbiegt, ein blaugrauer bis grauer Quarzit ( $75^{\circ}/65^{\circ}$  SE) freigespült. Er ist fast von gleicher Beschaffenheit wie jener Quarzit, der auf gleicher Höhe am östlichen Talhang, wie schon beschrieben (s. S. 79), ansteht. Auch die tektonischen Zusammenhänge (s. S. 110) würden nicht gegen eine solche Parallelisierung sprechen. In seinem Hangenden folgen an der östlichen Talflanke im Verlauf eines Waldweges dunkelgraue, milde bis sandige Tonschiefer, die auf den Schieferungsflächen ( $65^{\circ}/55^{\circ}$  SE) z. T. einen halbmatalischen Glanz haben. Verwittert nehmen sie eine dunkelolivgrüne Farbe an. Sie enthalten stärker sandige, z. T. quarzitisches Lagen ( $50^{\circ}/50-55^{\circ}$  SE). Nach Südosten sind kaum und wenn, dann nur schlechte Aufschlüsse vorhanden.

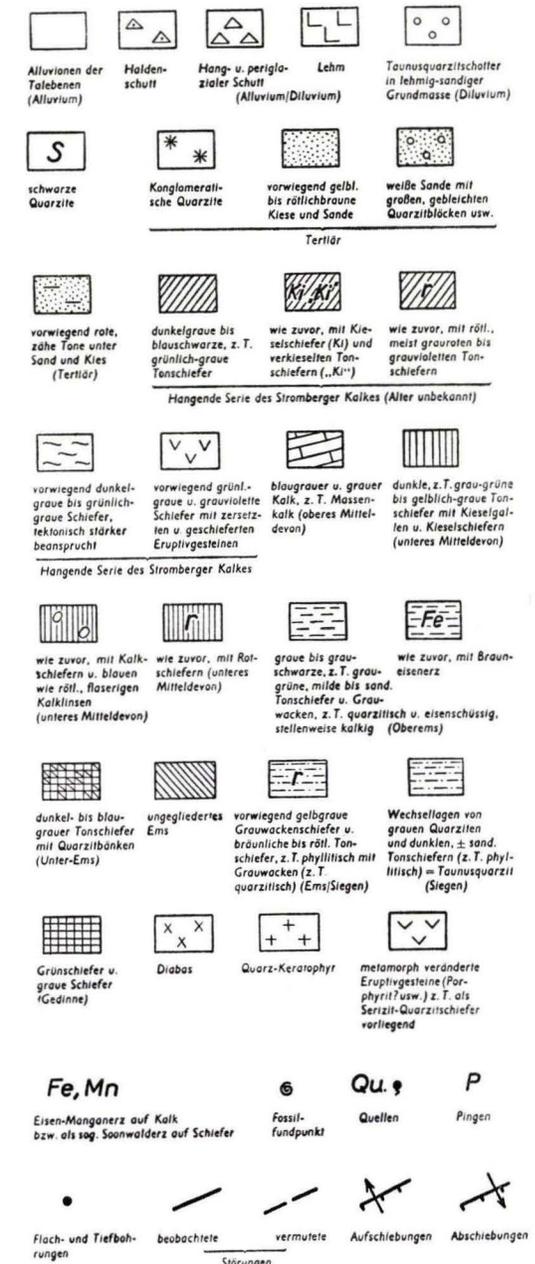
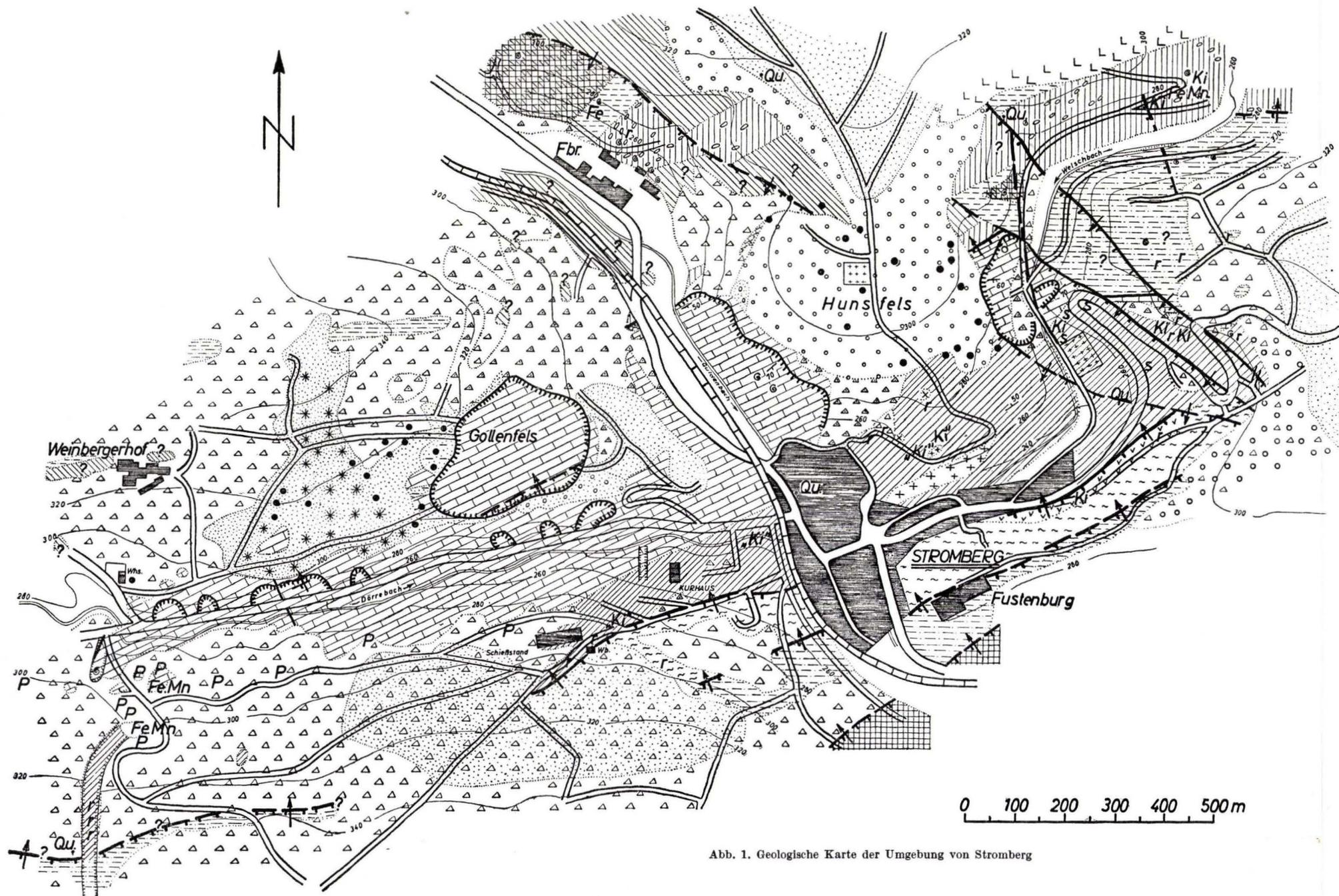


Abb. 1. Geologische Karte der Umgebung von Stromberg

Soweit sie eine Beurteilung der hier anstehenden Schichten zulassen, schalten sich in grünlich-graue bis dunkelgraue, ± sandige Schiefer geringmächtige, blaugraue Grauwackenbänken (65°/65° SE) ein, die teils quarzitisches sind. Kurz vor dem Fichtenbestand am alten Kalksteinbruch scheinen die tonigen Sedimente vorzuherrschen. Auf der südöstlich anschließenden Höhe in Nachbarschaft des obermitteldevonischen Kalkes deuten zahlreiche Lesesteine aus grauen Quarziten, Grauwackenschiefern und stark eisenschüssigen, glimmerreichen, z. T. quarzitischen Grauwacken auf eine gleiche Fazies hin, wie sie in dem schon beschriebenen Wasserleitungsgraben angeschnitten war. Belegstücke der dort anstehenden Rotfazies wurden nicht festgestellt. In den Grauwackenlesesteinen konnten trotz eines Verdachtes auf Fossilführung bisher keine Faunenreste gefunden werden, so daß das Alter dieser Schichtserie nicht genauer angegeben werden kann. Auf Grund gewisser petrographischer Übereinstimmungen mit den Schichten in dem Wasserleitungsgraben wird sie, wenn auch mit äußerstem Vorbehalt, als ihre westliche Fortsetzung angesehen, d. h. dem Siegen bis Ems zugerechnet. Der Vorbehalt sei besonders deshalb hervorgehoben, weil auf der gegenüberliegenden Talseite ebenfalls fast gleichausgebildete Schichten anstehen, die ohne Zweifel der Ems-Stufe zuzuweisen sind.

### 3. Ems-Stufe

#### 3a. Unterems

Auf der rechten Talflanke im Warmrother Grund bzw. Welschbachtal, nicht weit entfernt vom Stromberger Kalk, liegt ein kleiner, verlassener Steinbruch, der schon von SCOTTI (1911) und BEYENBURG (1930) erwähnt wird. Ehemals wurden hier graue, dickbankige Quarzite bis quarzitisches Grauwacken abgebaut, die einen nach Nordwesten überkippten Sattel bilden. Da er mit 30° nach Südwesten abtaucht, sind sie nur eine kleine Strecke hangauf zu verfolgen. Schon auf der Halde findet man sehr eisenschüssige Abarten, die durch zahlreiche, verschieden große Hohlräume auffallen. Ihre Innenwände zeigen vereinzelt Fossilabdrücke, so daß zumindest ein Teil von ihnen durch Auslaugung von Kalkschalen entstanden ist. Hierdurch aufmerksam gemacht, konnten auch im Anstehenden, und zwar auf der Südostflanke des Sattels, zwei größere Linsen aus einem teils mulmigen, teils festen, dann stückig zerfallenden Brauneisenerz festgestellt werden. Es ist durch sandiges bis toniges Material sehr stark verunreinigt, das in der Grundmasse fein verteilt, oder in Form verschieden großer Sedimentbruchstücke auftritt. Stellenweise besitzt das Erz den Charakter einer Brekzie. Es wird ebenfalls von zahlreichen Hohlräumen durchzogen, die häufig Querschnitte von ehemaligen Fossilien erkennen lassen. Ihre Abdrücke an den Wänden sind meist durch die Verwitterung und einen hierdurch bedingten Niederschlag von Eisenmanganerz verwischt, so daß sie in der Mehrzahl der Fälle für eine Bestimmung unbrauchbar sind. Weit aus seltener treten relativ gut erhaltene Steinkerne auf. Sie bestehen teils aus einem mulmigen, porösen Erz, das sehr leicht zerfällt, teils aus einem stark eisenschüssigen, sandigen Material. Nachstehend aufgeführte Fauna<sup>1)</sup> konnte bisher geborgen werden:

<sup>1)</sup> Herrn Prof. G. SOLLE, Darmstadt, dem besten Kenner der Unterdevonfauna des rheinischen Schiefergebirges, bin ich für einige Kontrollbestimmungen wie für wertvolle Hinweise sehr dankbar.

*Bucanella bipartita* (SANDBG)  
*Tentaculites schlotheimi* KOKEN  
*Tentaculites cf. grandis* ROEM.  
*Tentaculites* sp.  
*Ctenodonta cf. crassa* BEUSH.  
*Chonetes plebeja* SCHNUR  
*Chonetes sarcinulata* (SCHLOTH.)  
*Orthis* sp.  
*Hysterolithes (Acrospirifer) pellico*-Gruppe  
*Hysterolithes (Paraspirifer)* sp.

Im einzelnen zeigt diese Fauna folgende charakteristische Merkmale. Die Brachiopoden mit Ausnahme der Spiriferen liegen in sehr kleinwüchsigen Formen vor. *Bucanella bipartita* (SANDB.) ist außerordentlich zahlreich vorhanden. Fast noch größer ist der Reichtum an Tentaculiten, vor allem an *Tentaculites schlotheimi* KOKEN. Die Spiriferen, die sich leider nicht genauer bestimmen lassen, weisen Formen auf, die zumindest nicht gegen ein Unterems-Alter dieser Schichten sprechen. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß SCOTTI (1911) vom gleichen Fundpunkt folgende Fossilien anführt:

*Spirifer arduennensis* SCHNUR  
*Spirifer* sp.  
*Bellerophon trilobatus* SOW.  
*Tentaculites scalaris* SCHLOTH

Der Fund von *Spirifer arduennensis* SCHNUR veranlaßte SCOTTI (1911) wie BEYENBURG (1930) diese Sedimente in das Oberems zu stellen. Ob diese Ansicht zu Recht besteht, muß offenbleiben, da nicht mehr nachgeprüft werden kann, ob *Hysterolithes (Acrospirifer) arduennensis arduennensis* (SCHNUR) oder eine Unterart der *arduennensis*-Gruppe aus dem Unterems vorgelegen hat. Die von uns aufgesammelten Spiriferen haben bisher in keinem Falle einen Hinweis auf einen Vertreter von *arduennensis arduennensis* ergeben. Unter Berücksichtigung aller bisher festgestellten Kennzeichen und der Lagerungsverhältnisse möchte Verf. vorerst diese Quarzite dem höchsten Unterems zuweisen. In ihrem Hangenden setzt eine Wechsellagerung von dünnplattigen, quarzitischen Grauwacken, Grauwackenschiefern und dunkel- bis schwarzgrauen, mehr oder weniger sandigen Tonschiefern ein, die wahrscheinlich schon das Oberems vertreten (Abb. 1).

Auf der linken Talseite im Guldenbachtal nordwestlich des Fabrikgeländes der Firma Gebr. Wandeleben stehen oberhalb der hier aufgeschütteten Halden dunkel- bis blaugraue Tonschiefer an, in die sich nach Südosten graue, dünnplattige, relativ geringmächtige Quarzitbänke (50—60°/45° SE) einschalten. In dieser Schichtserie fand BIERTHER (1955) in zwei eisenreichen Kalkbänken eine Fauna, deren Charakter mehr für Unter- als Oberems spricht. BEYENBURG (1930) hatte diese Schichten noch in das Oberems gestellt. Dagegen kann man, wenn auch wegen evtl. zwischenliegender Störungen mit Vorbehalt, folgende Tatsachen anführen: Im Hangenden der quarzitreichen Abfolge stellen sich dunkelgraue, ± sandige, glimmerreiche, schließlich mehr grau-grüne, z. T. kalkige Tonschiefer ein. In Lesesteinen aus diesen grau-grünen

Schichten, die man an diesem Hang oberhalb von zwei Luftschutzstollen auf sammeln kann, fand BIERTHER (1955) u. a. *Hysterolithes (Acrospirifer) arduennensis antecessens* (FRANK). Verf. konnte bei seinen Begehungen an dem gleichen Fundpunkt ebenfalls Fossilreste feststellen. Leider sind sie meist stärker deformiert, so daß ihre genaue Bestimmung auf gewisse Schwierigkeiten stößt. Unter ihnen konnten aber mehrere Spiriferen als dem *Hysterolithes (Acrospirifer) arduennensis antecessens* (FRANK) am nächsten stehend bestimmt werden. Da kürzlich bei der Anlage eines Schürfgrabens auch aus dem Anstehenden ein Belegexemplar geborgen werden konnte, besteht wohl über ihr Auftreten in diesen Schiefen kaum noch ein Zweifel. Nach SOLLE (1953) ist diese Unterart für das Unterems bezeichnend, da sie die Grenze zum Oberems nicht mehr überschreitet. Mithin gehören diese Sedimente, wie auch schon BIERTHER (1955) betont, in das Unterems, und zwar in die hangendsten Partien, da sich unmittelbar Oberems-Schichten mit *Hysterolithes (Acrospirifer) arduennensis arduennensis* (SCHNUR) anschließen (s. Profil C—D, Abb. 2).

3b. Oberems

In der zuletzt geschilderten Grenzzone findet man, wie schon BIERTHER (1955) bemerkt, unter den Lesesteinen stark eisenerzhaltige Stücke. Teils ist das Erz fein verteilt in einem grau-grünen Tonschiefer, teils liegt es ihm als mehrere Zentimeter mächtige Lage an. Es ist sowohl von erdiger wie von fester, dann z. T. krustenartiger Beschaffenheit (55,8% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Es enthält zahlreiche Poren wie verschieden große Hohlräume, deren Innenwände Fossilabdrücke aufweisen. Mit diesen Merkmalen gleicht es fast vollkommen den früher dargestellten Erzlinzen aus dem Warmsrother Grund (s. S. 81), so daß man glauben könnte, es würde dem gleichen Niveau angehören. Nach BIERTHER (1955) ist es genau so ausgebildet wie das von M. WOLF (1930) beschrie-

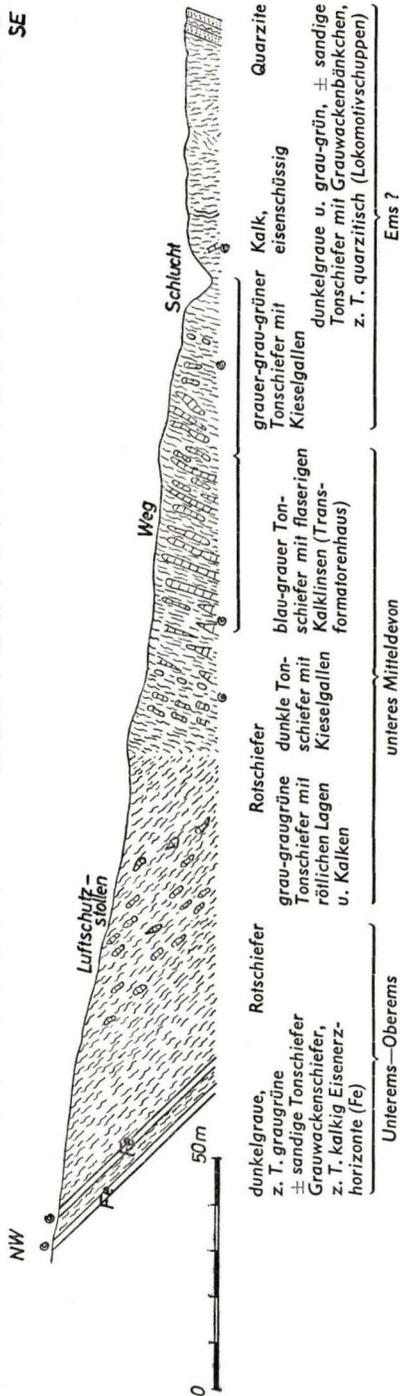


Abb. 2. Querprofil C—D am Osthang des Guldenbachtalles hinter der Fabrik Gebr. Wandeleben (s. Struktur-Karte Abb. 7).

bene Erz der Grube Braut bei Walderbach und liegt vorwiegend in Form von Roteisenooiden vor. In den von einigen Proben angefertigten Dünnschliffen konnten aber in keinem Fall einwandfrei echte Ooide nachgewiesen werden. Jedoch waren ähnliche Erscheinungsformen zu beobachten, wie sie M. WOLF (1930) auf Taf. 4 in Fig. 2 und in ihren Skizzen unter Nr. 2 und Nr. 7 auf S. 29 ihrer Arbeit abbildet. Besonders zahlreich sind die zuletzt genannten Formen. Sie finden sich bevorzugt in der Übergangszone zwischen dem Erzbänkchen und dem anliegenden grün-grauen Schiefer. Da diese Probe aus dem Anstehenden entnommen werden konnte, läßt sich in diesem Fall im Gegensatz zu den Lesesteinen feststellen, daß diese Strukturen angehäuft in der Basiszone des Erzes auftreten. Es handelt sich um langgestreckte, schlauchförmige, z. T. in sich noch verbogene Gebilde (Taf. 5 Fig. 1). Sie können auch völlig unregelmäßige, manchmal viereckige Gestalt annehmen. Im Zentrum befindet sich zuweilen ein Hohlraum, wobei offen bleiben muß, ob er primär vorhanden war oder bei der Anfertigung des Dünnschliffes entstanden ist. Meist ist er mit einem hellroten Eisenerz voll ausgefüllt oder es umfaßt ihn, einen schmalen Saum bildend. Es wurde zuerst als Hämatit angesprochen. Herr Dr. GÖTZ vom Geologischen Landesamt Rheinland-Pfalz glaubte jedoch Hinweise auf Nadeleisenerz erkannt zu haben. Eine freundlicherweise von Herrn Dr. v. STEINWEHR vom Mineralogischen Institut, Mainz, durchgeführte röntgenographische Analyse, die das gesamte Erz betraf, ergab nur Spuren von Hämatit. Somit darf es auf keinen Fall im Sinne BIERTHER's (1955) in seiner Gesamtheit als Roteisen bezeichnet werden. Andererseits ist die rote Kernsubstanz in so geringen Mengen vorhanden, daß der röntgenographisch erbrachte Nachweis von Spuren von Hämatit sich auf sie beziehen könnte. Um dieses Eisenerz legt sich eine Zone aus Quarz, die ihrerseits durch ein schmales Band aus Eisenchlorit abgelöst wird, das durch Limonit sehr verschmutzt ist (Taf. 5 Fig. 1). Dieser Aufbau stimmt mit den Angaben von M. WOLF (1930) nicht völlig überein. Um so mehr sind die äußeren Formen gleich. Im Fall des Walderbacher Erzes handelt es sich nach ihrer Meinung um Ooide, die vermutlich unter diagenetischem Druck verformt sind. Stellenweise sind sie in dem Stromberger Erz vollkommen zerbrochen und bilden dann ein Haufwerk aus den einzelnen Bestandteilen. Außerdem treten auch Formen mit ellipsoidischem Umriß auf, die sich ausschließlich aus Eisenchlorit aufbauen. Es bildet die Hauptmasse des Erzes und wird von formlosem Brauneisen durchsetzt, das auch die Zwischenräume ausfüllt. Bemerkenswert ist, daß an einigen Stellen das rote Eisenerz auf feinen Rissen im Eisenchlorit auftritt. Mithin ist es eine jüngere Ausscheidung, was somit auch bei der roten Kernsubstanz als sehr wahrscheinlich anzunehmen ist. Dies würde ebenfalls gegen eine Ooidentstehung dieser Strukturen und mehr für eine sekundär erfolgte Hohlraumausfüllung sprechen. Das Erz, das sich also nicht aus Roteisenooiden, wie BIERTHER (1955) meint, sondern vorwiegend aus Limonit und Eisenchlorit zusammensetzt, ist durch Quarzkörner verschiedener Größe, durch aufgearbeitete Schieferfetzen, Fossilreste usw. stärker verunreinigt. Außer den Fossilabdrücken in seinen Hohlräumen liegen die Fossilien auch in relativ guter Steinkernerhaltung vor. BIERTHER (1955) hat u. a. sehr häufig *Hysterolites arduennensis arduennensis* (SCHNUR) festgestellt. Damit gehört dieses Erz in das Oberems. Verf. hat ebenfalls Spiriferen gefunden, die aber infolge ihres schlechten Erhaltungszustandes eine ein-

wandfreie Aussage über ihre Zugehörigkeit zu *arduennensis arduennensis* nicht zulassen. Daneben fand sich in Übereinstimmung mit den Angaben von BIERTHER *Uncinulus pila* (SCHNUR) und *Anoplotheca venusta* (SCHNUR), die stratigraphisch nicht verwertbar sind. Da an dieser Fundstelle dicht beieinander *Hysterolithes arduennensis antecedens* (FRANK) und *Hysterolithes arduennensis arduennensis* (SCHNUR) vorkommen, muß in diesem Bereich die Grenze Unter-Oberems liegen, worauf schon BIERTHER (1955) hinweist. Deshalb wurde mit Unterstützung der Firma Gebr. Wandeleben ein 32 m langer hangparalleler Schurf durchgeführt. Durch unvorhergesehene Zwischenfälle konnte er leider noch nicht tief und weit genug angelegt werden. Da er aber sowohl die grüngrauen, fossilführenden Tonschiefer wie zwei eisenreiche Partien von der gleichen Beschaffenheit wie die Lesesteine erschlossen hat, sei schon jetzt sein Profil von Nordwesten nach Südosten, d. h. vom Liegenden zum Hangenden kurz wiedergegeben.

Es beginnt mit grauen bis graugrünen, schwach sandigen Tonschiefern, in denen vereinzelt stärker deformierte Fossilien, darunter ein Exemplar von *Hysterolithes arduennensis* cf. *antecedens* (FRANK) gefunden wurde. Mithin sind diese Schichten, wenn auch mit einem gewissen Vorbehalt, in das Unterems zu stellen. Nach etwa 7 m tritt bei Zunahme des Sandgehaltes ein stark eisenschüssiger Schiefer auf, der eine wenige Zentimeter mächtige Eisenerzschicht enthielt. Sie führte zahlreiche Bruchstücke von Fossilien, die aber unbestimmbar waren. Im Abstand von etwa 1,70 m folgt eine 0,15 m mächtige Kalkbank. Nach einem weiteren Meter steht inmitten von grauen bis graugrünen Schiefen eine schmale Eisenerzlage an, die den zuvor beschriebenen Lesesteinen am ehesten gleicht. Aus ihr wurden *Uncinulus pila* (SCHNUR), *Orthis* sp., *Spirifer* sp. und Vertreter der Gattung *Lingula* geborgen. Da BIERTHER (1955) in den gleichbeschaffenen Lesesteinen sehr häufig *Hysterolithes arduennensis arduennensis* (SCHNUR) gefunden hat, dürften diese Schichten schon dem Oberems angehören. Anschließend stellen sich inmitten von sandigen, glimmerreichen, bräunlich verwitternden Tonschiefern rostbraune Sand- bis Grauwackenschiefer mit der gleichen Fauna, wie oben angegeben, ein. Außerdem fand sich häufig *Anoplotheca venusta* (SCHNUR). Zum Hangenden hin werden sie durch grauschwarze, relativ milde Tonschiefer in Wechsellagerung mit stärker sandigen Partien abgelöst, aus denen sich wiederum dunkelgraue bis grau-grüne Schiefer entwickeln. In ihren Verband treten die ersten rötlichen Kalklinsen und Kalkbänder zusammen mit rotvioletten Schieferlagen auf. Ihnen schließen sich dunkle, milde, teils schwefelkiesführende Tonschiefer (Schieferung 60°/40—45° SE) und schließlich am Südostende des Grabens wiederum rotvioletten Schiefer mit Kalklinsen an. In Analogie zu den später noch zu erwähnenden Verhältnissen an dem nahegelegenen Transformatorenhaus dürfte im Bereich der rötlichen kalkführenden Schieferserie der Übergang zum Mitteldevon liegen. Entgegen der Ansicht von BEYENBURG (1930) schließt in diesem Fall das Oberems nicht mit einer quarzitreichen Abfolge ab.

Diese Feststellung kann für den Südostflügel der anschließenden Mulde nicht ohne weiteres getroffen werden. Ihre kalkreiche Serie stellt Verf. noch zum unteren Mitteldevon, worauf wir später zurückkommen werden (s. S. 87). Die in ihrem Liegenden folgenden Schichten sind in einem Einschnitt hinter dem Lokomotivschuppen der Firma Gebr. Wandeleben aufgeschlossen (s. Profil C—D, Abb. 2). Sie beginnen un-

mittelbar nördlich einer hier vorhandenen Schlucht mit dunkelgrauen bis graugrünen Tonschiefern, die hier und dort Kieselgallen enthalten. Einige dieser Konkretionen führten in ihrem Kern unbestimmbare Fossilreste. Südlich der Schlucht kann man inmitten von grauen, mehr oder weniger sandigen, glimmerreichen Schiefern eine stark eisenschüssige Kalkbank beobachten. Sie setzt sich z. T. aus oolithischem Kalk, z. T. aus Kalkdetritus zusammen, der völlig zersetzte Fossilreste enthält. Nach dem Liegenden werden die Schiefer immer sandiger. Es schalten sich dünne Grauwackenschieferlagen und geringmächtige, quarzitishe Grauwackenbänken ( $50-65^{\circ}/55-75^{\circ}$  SE) ein. Die letztgenannten Einlagen bilden am südlichen Ende des Aufschlusses mächtigere Bänke und zugleich den Kern eines Spezialsattels. Die gesamte Schichtenfolge ist stärker gestört. Ob hierbei im nördlichen Abschnitt noch eine Spezialfaltung vorliegt, ist nicht klar zu erkennen. BEYENBURG (1930) rechnet ihn noch zum Mitteldevon, den Sattel aus Quarzit bzw. quarzitischer Grauwacke zum Oberems. Diese Ansicht mag zutreffen. Infolge des Fehlens bestimmbarer Fossilien und bei den gestörten Lagerungsverhältnissen läßt sich diese Frage jedoch nicht ohne weiteres entscheiden. Verf. möchte deshalb die gesamte Abfolge vorerst als fragliches Ems ansehen. Sie zeigt petrographisch manche Übereinstimmung mit den Sedimenten, die auf der rechten Talseite im Warmsrother Grund (Welschbachtal) im Hangenden des nach NW überkippten Sattels folgen (s. S. 81). Sie vertreten hier das Oberems.

Auf dem Hunsfels wurden bei der Anlage von Schlammteichen nördlich des Ehrenfriedhofes auf größere Erstreckung die Schichten im Liegenden des Stromberger Kalkes freigelegt. Sie beginnen im Südosten mit gelblich- bis grün-grauen, schwach sandigen Tonschiefern (Schieferung  $60-70^{\circ}/70-85^{\circ}$  SE). Zum Liegenden schieben sich mehr und mehr dunkelgraue Partien ein. Dazu kommen fast schwarze bis blauschwarze, pyritführende Zwischenlagen, die vorwiegend von milder Beschaffenheit sind. In ihnen treten vereinzelt Kalklinsen auf ( $70/85^{\circ}$  SE). Dies ist auch noch in den folgenden grau-grünen, z. T. kalkigen Schiefern der Fall, die außerdem gelblich-graue bis bräunliche, feinsandige Lagen enthalten, so daß sie schon Grauwackenschiefern ähnlich sind. Mit vorwiegend dunkelgrauen, z. T. kalkführenden Schiefern schließt das Profil unmittelbar südlich der Schlucht ab, die vom genannten Lokomotivschuppen hangauf zieht. An keiner Stelle wurden Hinweise auf Fossilien gefunden. Soweit eine Feinschichtung erkennbar ist, verläuft sie fast parallel zur Schieferung, die nach Südosten einfällt. Die stratigraphische Einordnung dieser Schichtserie stößt auf große Schwierigkeiten. Nach ihrer petrographischen Ausbildung könnte sie in das obere Ems bis untere Mitteldevon gehören. Verf. hat die Schichten, die Kalklinsen führen, in Anlehnung an die Verhältnisse im Guldenbach- und Welschbachtal (s. S. 88) zum Mitteldevon gestellt. Es sei aber ausdrücklich betont, daß eine sichere Angabe über das Alter dieser Schichten nicht gemacht werden kann.

Dies trifft auch auf die Abfolge zu, die im Bachbett des Guldenbachtals gegenüber der Fabrik Gebr. Wandesleben angeschnitten ist. Auf der Höhe der Eisenbahnüberführung bzw. Brücke (s. geologische Karte Abb. 1) wurden bei Ausschachtungsarbeiten graue, plattige Quarzite, in ihrem Liegenden dunkelgraue bis grünlich-graue Schiefer angetroffen. Diese Schichten fallen mit etwa  $65^{\circ}$  nach Nordwesten, also entgegengesetzt wie der benachbarte Stromberger Kalk ein. In ihrer Einfallrichtung folgt eine spezialgefaltete Wechsellagerung aus Bänken von dünnplattigen, grauen Quar-

ziten mit grauen bis dunkelgrauen, sandigen und glimmerreichen Tonschiefern von teils phyllitischem Habitus. Letztere nehmen in nordwestlicher Richtung zu, bis die Sedimente nur noch aus dunklen, milden bis sandigen Schiefern bestehen. Gleich den früheren Bearbeitern ist es auch Verf. nicht gelungen, in ihnen Fossilien nachzuweisen. BEYENBURG (1930) sieht in der quarzitreichen Abfolge eine Vertretung des Oberems, in den anschließenden Schiefern unteres Mitteldevon. Die von ihm für diese Einstufung beigebrachten petrographischen Argumente können nicht als ausreichend bezeichnet werden, da nach ihnen die quarzitreiche Abfolge auch in das Unterems gestellt werden könnte. Des weiteren geht aus den Lagerungsverhältnissen nicht ohne weiteres hervor, daß die Schieferserie im Nordwesten jünger als die quarzitführenden Schichten sein muß. Die tektonischen Zusammenhänge zu dem südwestlich anschließenden Taunusquarzit des Kohlenberges bleiben bei den schlechten Aufschlußverhältnissen ebenfalls unklar. Für die von BEYENBURG angenommene, zwischenliegende Störung sind im Gelände keine Hinweise gegeben. Nimmt man an, daß der nach Nordwesten herausgeschobene Taunusquarzit im Bereich des Kohlenberges eine axiale Kulmination mit starkem Nordostfallen besitzt, so kann auch ohne die Annahme einer Verwerfung die zuvor genannte Schichtfolge zumindest dem Unterems zugewiesen werden. Vorerst möchte sie Verf. als fragliches Ems bezeichnen.

#### 4. Eifel-Stufe

Auf der gegenüberliegenden Seite des Guldenbachtals schließen an die fossilführenden Tonschiefer des Oberems (s. S. 84) rotviolette, etwas phyllitische Schiefer an. Sie sind in dem ersten Luftschutzzollen oberhalb der Fabrik Gebr. Wandesleben (s. auch BIERTHER 1955) wie in dem erwähnten Schürfgraben zu beobachten. In dem letztgenannten Aufschluß folgt im Hangenden, d. h. nach Süden, das auf S. 85 (Abb. 2) schon dargestellte Profil. Die hier in den grau-grünlichen und rotvioletten Schiefern eingeschalteten Kalklinsen fallen mit 45—40° nach Südosten ein. Im folgenden Hangabschnitt scheinen, nach den Lesesteinen zu urteilen, noch die gleichen Sedimente vorhanden zu sein. Zusätzlich findet man aber Kieselgallen und Bruchstücke eines dunkel- bis blaugrauen Kalkes. Anschließend, am Transformatorenhaus der Fabrik Gebr. Wandesleben, sind in einem Hohlweg Schichten angeschnitten, die nach Süden in das früher dargestellte Ems(?) übergehen (s. Profil C—D, Abb. 2) und mit 65—80° nach Nordwesten einfallen. Sie bestehen aus graugrünlichen, vorwiegend aber dunkelgrauen bis blauschwarzen, matt- bis seidenglänzenden Schiefern, die stärker zerschert und verfaltet sind. Sie enthalten zahlreiche, bis zu 1,50 m mächtige Linsen und Bänke aus blaugrauem, faserigem Kalk, der meist von sekundär ausgeschiedenen, hellen Kalkspatadern durchzogen wird. Außer Bryozoen, Crinoidenstielgliedern wurden in diesem Kalk auch Conodonten gefunden, und zwar<sup>1)</sup>:

*Icriodus cymbiformis* BRANSON & MEHL 1938

*Icriodus nodosus* (HUDDLE 1934)

*Icriodus* sp. indet.

Scolecodonten

<sup>1)</sup> Herrn Dr. BISCHOF, Marburg, möchte ich an dieser Stelle für die Bestimmung aller Conodonten meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Die beiden erstgenannten Formen konnten auch in gleichartigen Sedimenten im Warmsrother Grund wie im Stromberger Kalk (Hunsfels, Straße nach Bingen) beobachtet werden. Sie kommen sowohl im Unter- wie im Mitteldevon vor und sind somit stratigraphisch nicht verwertbar. Dagegen konnte BIERTHER (1955) in den Schiefen unmittelbar am Transformatorenhaus eine Fauna feststellen, nach der diese Schichten mit größter Wahrscheinlichkeit noch zum unteren Mitteldevon gehören. Infolgedessen würden die im Liegenden folgenden Schichten mit den Kalklinsen bis zu den Kieselgallenschiefern (s. Profil C—D, Abb. 2) den Grenzbereich unteres Mitteldevon/Oberems vertreten. Aus kartiertechnischen Gründen ist die Grenze zum unteren Mitteldevon jeweils an die kalkführenden Sedimente gelegt worden.

Das gleiche Verfahren wurde bei der Abgrenzung des Schichtkomplexes angewandt, der am Nordhang des Welschbachtals (Warmsrother Grund) westlich des Punktes 278,5 ansteht (s. geologische Karte Abb. 1). In seinem Westabschnitt findet man jenseits einer Bachrinne, in der eine querschlägige Störung verläuft (s. Struktur-Karte Abb. 7), graugrünliche bis dunkelgraue, z. T. etwas phyllitische Schiefer, die im verwitterten Zustand eine weiß- bis silbergraue Farbe besitzen. Sie enthalten dieselben Kalkeinschlüsse ( $60\text{--}70^\circ/65^\circ$  SE) wie am Transformatorenhaus im Guldenbachtal und ebenfalls die gleichen Conodonten, Reste von Bryozoen, Crinoidenstielglieder, dazu Detritus von Brachiopoden bzw. Zweischalern. Diese kalkführenden Sedimente, zu denen sich auch gelbliche Schiefer gesellen, sind dem Hang entlang nach Nordosten in Richtung Warmsroth zu verfolgen. Durch einen von dem Fahrweg Stromberg-Warmsroth nach links abzweigenden Feldweg wird der Hang diagonal angeschnitten und die hier anstehende Schichtfolge einer Beobachtung zugänglich. Da kurz zuvor eine querschlägige Störung durchstreicht, ist es nicht ganz gewiß, ob sie die unmittelbar streichende Fortsetzung der kalkführenden Schiefer ist, zumal auch Kalk nicht in diesem Profil, sondern erst wieder weiter östlich auftritt. Es ist aber insofern bemerkenswert, als sich in die hier anstehenden schwarzen bis dunkelgrauen, meist schwachsandigen Tonschiefern wiederholt Lagen von Kieselschiefern ( $80^\circ/85^\circ$  SE) in der Mitte des Hanges auch quarzitisches Grauwackenbänkchen einschalten. Außerdem treten hangauf gebänderte Tonschiefer, wiederum Kieselschiefer, Schiefer mit Kieselgallen wie Knollen und Linsen aus Brauneisenerz mit schlecht erhaltenen Fossilresten auf. Nach M. WOLF (1930) liegen echte Kieselschiefer vor, da sie in ihnen Radiolarien beobachtet hat. Der auf der gleichen Höhe von ihr gefundene Schalstein konnte nicht wieder aufgefunden werden. Bei diesen Schichten dürfte es sich um die liegendsten Partien des unteren Mitteldevon handeln, zumal M. WOLF (1930) eine gleiche Serie nördlich von Walderbach unmittelbar im Hangenden des Oberems festgestellt hat. Nordöstlich dieses Wegprofils tauchen im Bachgrund des Welschbaches wieder inmitten von dunklen Schiefen Kalklinsen mit  $70\text{--}80^\circ$  Streichen und  $60\text{--}65^\circ$  SE Einfallen auf. Sie sind mit einigen Unterbrechungen nach Südosten bis hart an die Aufschubungszone des oberen Taunusquarzites zu verfolgen, wo sich u. a. rötlich gefärbte Kalklinsen einstellen. In dieser kalkführenden Zone liegt auch der bekannte Kalksteinbruch bei Warmsroth.

Dieser gesamte Zug am Nordabhang des Welschbachtals bzw. Warmsrother Grundes wird in das untere Mitteldevon bzw. in die Grenzzone Mitteldevon/Oberems

gestellt, da er im Hangenden der durch Fossilien belegten Oberems-Schichten folgt. Gleiche Verhältnisse liegen, wie geschildert, im Guldenbachtal am Transformatorenhaus vor, so daß diese Schichten als die südwestliche Fortsetzung des Warmrother Zuges angesehen werden. Er bildet auf seiner gesamten Erstreckung eine in sich gestörte Mulde, die durch einen Sattel aus Emsschichten und durch streichende Störungen von der eigentlichen Stromberger Kalkmulde getrennt wird. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß auch auf der Eisenmanganerzgrube „Gewerkschaft Dr. Geyer“ bei Waldalgesheim im Liegenden des Dolomites dunkle Schiefer mit blaugrauen, z. T. rötlichen Kalklinsen durchörtert worden sind. Sie werden vom Dolomit durch eine Schichtserie getrennt, die sich vom Hangenden zum Liegenden aus roten Schiefen mit Dolomitbänken, rötlichen bis grauen Sandsteinen und roten, milden bis sandigen Schiefen, die stärker verfault sind, zusammensetzt. Diese Rotfazies ist in dem o. a. Muldenzug bei Stromberg nicht nachweisbar, es sei denn, man würde hierzu noch die violetten Schiefer im Guldenbachtal rechnen, die aber in einem stratigraphisch etwas tiefer liegenden Horizont einsetzen dürften.

Im Vergleich zu den Verhältnissen bei Waldalgesheim müßte die Rotfazies im unmittelbaren Liegenden des Stromberger Kalkes auftreten. In den Aufschlüssen über Tage ist dies nicht der Fall. Im Talgrund des Welschbaches nördlich der Kalksteinbrüche läuft der Kalk in schwarze bis blauschwarze Tonschiefer aus. Im Guldenbachtal folgen auf den Kalk im Steinbruch am Hunsfels bräunlich bis gelblich-grüne Tonschiefer. Auf der gegenüberliegenden Seite waren sie durch einen größeren Aufschluß freigelegt. Sie wechseln hier mit grauen bis graugrünen Schiefen ab, aus denen sie durch die Verwitterung hervorzugehen scheinen. Sie sind vorwiegend von milder Beschaffenheit. Durch die tektonische Beanspruchung sind sie in sich stark verfault und verquetscht, zumal sie im Bereich einer Störungszone liegen, die im Norden das Stromberger Kalkvorkommen begrenzt. Diese Verhältnisse ergeben sich auch aus den Bohrungen, die unmittelbar am Liegenden des Kalkes niedergebracht worden sind (s. Struktur-Karte Abb. 7). Infolgedessen ist in keinem Fall einwandfrei zu entscheiden, ob die durchteuften Schichten noch zur Übergangszone zum Kalk gehören oder von ihm durch die Störung schon getrennt sind.

Die Bohrung III auf dem Hunsfels (Abb. 7) hat bis zu einer Endteufe von 30 m in grauen bis grau-grünen Tonschiefern wiederholt graue bis helle Quarzite angetroffen. Auf Grund der vorherrschenden Schiefer kann es sich bei diesen Quarziten nicht um Geröllquarzite in einer randnahen Doline handeln, eine Möglichkeit, die in anderen Fällen nicht auszuschließen ist. Da in dem bisher beschriebenen Mitteldevon der Umgebung von Stromberg Quarzite nicht beobachtet wurden, bestehen einige Zweifel, ob diese Schichten dem Mitteldevon und nicht evtl. älteren Schichten zuzuweisen sind. Ein ähnliches Profil erschloß die Bohrung II, wobei neben Grauwacken auch rötlich gefärbte Tonschiefer erbohrt wurden. In den Flachbohrungen bzw. Schürfunken 3, 11, 12 folgen auf das Deckgebirge ausschließlich gelblich- bis grau-grüne Tonschiefer, wie sie über Tage in äquivalenten Schichten vorhanden sind. Auf dem Gollenfels ergab die 40 m tiefe Bohrung V unter einem 11 m mächtigen Deckgebirge grau-grüne bis graue Schiefer mit vereinzelt Sandsteinlagen. Die Profile der benachbarten Bohrungen 7 und IV mit 25 m bzw. 65 m Endteufe zeichnen sich neben grauen Schiefen durch das Vorherrschen einer sandigen Komponente (Sandstein,

Quarzit) aus. Die Sandsteine usw. sind vorwiegend rotgefärbt, wie z. B. in der Bohrung IV zwischen 30—40 m Tiefe. Da sich unter dem Spülgut auch Eisenmanganerzbröckchen fanden, könnte die Rotfärbung unter Einwirkung des rötlich gefärbten Deckgebirges sekundär entstanden sein. Im übrigen läßt sich in diesem Fall nicht einwandfrei entscheiden, ob die Bohrung gewachsenen Fels oder in eine Doline verstürzte Sedimentmassen durchörtert hat. Andererseits hat die westlich davon gelegene Bohrung II mit 30 m Endteufe Proben von Schiefen geliefert, die auch im Querbruch eine rötliche bis violettrote Farbe zeigen, so daß in diesem Fall angenommen werden darf, daß die Rotfärbung primärer Entstehung ist. Dies trifft auch für die Bohrung I zu, die mit 65 m Teufe vorwiegend sandhaltige Schichten, darunter auch rötlich gefärbte Sandsteine, Grauwackensandsteine, z. T. quarzitisches, durchstieß. Schließlich läßt das Bohrgut aus der Bohrung VI (50 m Endteufe) nahe dem Weinbergerhof auf eine Wechsellagerung aus grau-grünen, milden bis sandigen Ton-schiefern mit grauen Quarziten schließen.

Aus diesem Überblick ergibt sich, daß in den meisten Profilen die sandige Komponente vorherrscht, auch wenn man berücksichtigt, daß sie in der Spülprobe stets stärker in Erscheinung tritt. Diese Einschränkung hat in den vorliegenden Fällen nur bedingt Gültigkeit, da einige Profile bzw. Profilabschnitte gekernt wurden. Bemerkenswert ist das Auftreten der Rotfazies, soweit sie primärer Entstehung ist. Sie ist, wie schon oben ausgeführt, auch in den zum Mitteldevon gehörigen Schichten am Transformatorenhaus der Fabrik Gebr. Wandersleben vorhanden wie vor allem im Liegenden des Dolomites von Waldalgesheim. Hier sind die betreffenden Schichten z. T. auch stark sandig ausgebildet. Diese Übereinstimmungen genügen aber nicht für eine stratigraphische Gleichstellung, ganz abgesehen davon, daß noch nicht geklärt ist, ob die Schichten bei Waldalgesheim nur das untere Mitteldevon umfassen. Bei einem Vergleich aller Aufschlußprofile im Liegenden des Stromberger Kalkes gewinnt man den Eindruck, daß hier, bedingt durch die Störung, verschiedenartige Sedimente sich anschließen. So hat schon GEIB (1914) darauf hingewiesen, daß am Weinbergerhof auf den Stromberger Kalk vermutlich Emsschichten folgen. Wahrscheinlich trifft dies auch im Warmstrother Grund zu.

#### *b) Der Stromberger Kalk*

Das SW-NE sich erstreckende Kalkvorkommen wird durch die querschlägig verlaufenden Täler des Guldenbaches und des Welschbaches (Warmstrother Grund) in drei Abschnitte unterteilt, und zwar von Südwesten nach Nordosten 1. in den Gollenfels mit dem Dörrebachtal, 2. in den Hunsfels, 3. in die Kalkausbisse an der Straße nach Bingen (Abb. 1).

Im Südwesten wird der Kalk durch den großen Steinbruch am Gollenfels etwa zu  $\frac{2}{3}$  seiner hier vorhandenen Ausstrichbreite (480 m) erschlossen. Durch das Dörrebachtal, das sich im Süden anschließt und zu seiner Streichrichtung diagonal verläuft, wird ein weiterer Anteil freigelegt. Diese Aufschlüsse geben jedoch nicht die eigentliche Begrenzung des Kalkes frei. Sie wird im Norden vorwiegend durch tertiäre Kiese und Sande, im Süden und Westen durch periglazialen Taunusquarzitschutt verdeckt.

Wie man nach dem Abgleiten von Kalkmassen an der Nordwestwand des o. a. Steinbruches beobachten konnte, ist die Nordwestgrenze tektonisch bedingt. Die mit 65–70° SE fallenden Kalkschichten schneiden scharf am Liegenden ab, das ebenfalls auf kurze Erstreckung aufgeschlossen war. Es besteht aus verstürzten, tertiären Deckschichten vermischt mit Bestandteilen des im Liegenden des Kalkes anstehenden Schiefers. Die Verstürzung ist in diesem Fall nicht auf eine Dolinenbildung zurückzuführen, sondern offensichtlich durch einen alten Bergbau verursacht, da sich in den Erdmassen alte Grubenhölzer befanden. Aktenmäßig ist ein Bergbau auf Eisenerz im Bereich des Gollenfels belegt (s. auch LOSSEN 1867). Es sind aber keine genauen Ortsangaben gemacht, aus denen unter Umständen auch Hinweise für den weiteren Verlauf der Kalkgrenze nach Südwesten hätten entnommen werden können. Mit Hilfe von Flach- und Tiefbohrungen konnte sie genauer abgesteckt werden (Abb. 7). Hierbei ließen die Bohrungen im Grenzbereich Kalk/Schiefer die gleichen Verhältnisse erkennen, wie sie schon oben beschrieben worden sind. Diese Verstürzungen dürften ausschließlich durch Dolinen hervorgerufen sein, deren Vorhandensein sich schon an der Oberfläche abzeichnet und durch die z. Z. in Gang befindlichen Abräumungsarbeiten bestätigt wird.

Die Bohrergebnisse führten zu einer Korrektur der von BEYENBURG (1930) vorgenommenen Grenzziehung. Offenbar durch Aussagen des Besitzers des Weinbergerhofes veranlaßt, läßt er die Grenze Kalk/Schiefer in Höhe dieses Gehöftes verlaufen. Ähnliche Angaben, wenn auch mit Vorbehalt, wurden dem Verf. gemacht. Schürfun-gen usw. in Nachbarschaft des Weinbergerhofes, die neben Quarzitschutt Schiefer des Untergrundes erbrachten, vor allem aber die vom Geologischen Landesamt Rheinland-Pfalz bearbeitete Bohrung unmittelbar am Gasthaus Weinbergerhof (Bohrung VII in Abb. 7), die vorwiegend Schiefer durchteufte, sprechen gegen die von BEYENBURG vertretene Ansicht. Diese Unterlagen wie weitere Ergebnisse einer Oberflächenkartierung machen den vom Verf. angegebenen Grenzverlauf wahrscheinlicher (s. Struktur-Karte Abb. 7). Im Südwesten muß der Kalk durch eine NNE–SSW verlaufende Verwerfung begrenzt sein. Hierfür spricht, daß man in seiner streichenden Fortsetzung nach Südwesten auf Schiefer trifft. Des weiteren ist südlich davon, jenseits des Dörrebachtales, in einem verlassenen Steinbruch nur im süd-östlichen Abschnitt Kalk nachweisbar. Im nordwestlichen Drittel fehlt er. Mithin scheint die Störung durch den Bruch zu verlaufen. Außerdem setzen im unmittelbar westlich anschließenden Fichtenwald plötzlich die Anzeichen von Kalk aus. Sie bestehen in einzelnen aufragenden Kalkklippen und vor allem in Dolinenbildungen, in denen das Oberflächenwasser stetig versickert. Sie sind nicht mit den östlich davon vorhandenen Pinggen zu verwechseln, die Zeugen eines vor etwa 80 Jahren umgegan-genen Bergbaues auf Eisenmanganerz sind. Sie liegen der Südgrenze des Kalkes be-nachbart, die in nordöstlicher Richtung bis zum Forsthaus unweit des ehemaligen Schützenhauses durch periglazialen Schutt und Milchquarzsotter verdeckt ist. Vom letztgenannten Punkt läßt sie sich wieder am Kurhaus vorbei in Richtung Stromberg gut auskartieren.

Infolge der vorhandenen Aufschlüsse gewinnt man einen guten Einblick in den Aufbau des Kalkes (s. Profil A–B, Abb. 3). Man kann ihn in drei Abschnitte unter-teilen. Im Nordwesten ist er in einer Mächtigkeit von 50–60 m vorwiegend von blau-

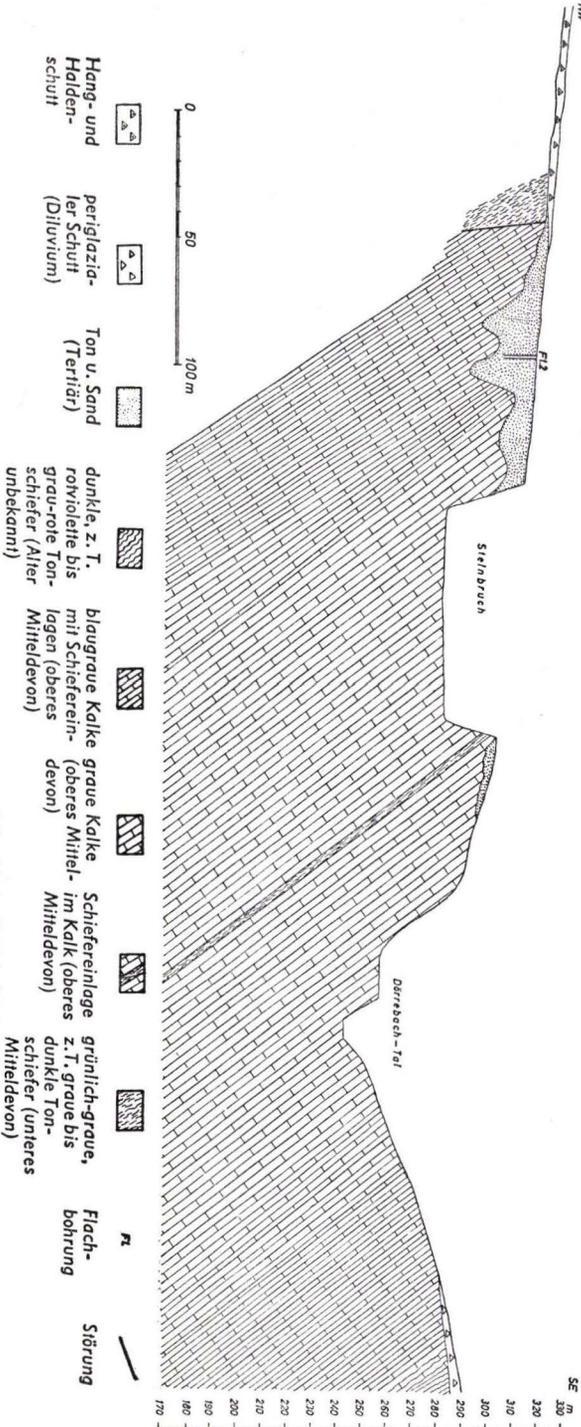


Abb. 3. Querprofil A—B in Höhe des Steinbruches am Gollenfels (s. Strukturkarte Abb. 7).

grauer Farbe. Bänke (0,50—1,20 m mächtig) werden nach dem Liegenden durch 0,10—0,50 m mächtige Platten und schließlich durch millimeterdünne Kalklamellen abgelöst. Vor allem in den letztgenannten Schichtungseinheiten schieben sich fast gleichstarke, dunkle, manchmal schwarze Schiefer ein. Diese Wechselfolge (55—60°/60—70° SE) bestimmt das Gesicht der letzten 10—20 m und damit den Übergang zu den liegenden Schiefen, worauf schon BEYENBURG (1930) hingewiesen hat. Der Kalk ist mittel- bis feinkörnig. Es kommen jedoch auch Lagen eines brekziösen Kalkes vor. Im mittleren Abschnitt, dessen Mächtigkeit mit etwa 200 m angegeben werden kann, ist er von grauer bis hellgrauer Farbe und von dichter Beschaffenheit. Er besitzt eine grobe Bankung. An manchen Stellen fehlt sie, so daß er den Charakter eines Massenkalkes annimmt. Einzelne Strukturen im Kalk lassen sich mit Vorbehalt als Reste von Korallen deuten. In der Übergangszone zu den hangenden Kalkpartien schaltet sich eine, etwa 2 m mächtige Schieferlage ein, die z. Z. am Südrand des Steinbruches am Gollenfels aufgeschlossen ist (s. Profil A—B, Abb. 3). Der stark verfaltete, phyllitartige Schiefer ist von gelblich- bis dunkelgrauer Farbe. Anzeichen einer gewissen Übereinstimmung mit den Schiefen im Hangenden des Kalkes liegen vor, die aber aus Mangel an Fossilien nichts besagen. Im Gegensatz zu GERTH (1910) möchte Verf. mit BEYENBURG (1930) und

anderen Autoren annehmen, daß auch diese Schieferlage eine primäre Einschaltung im Kalk darstellt und nicht auf eine tektonische Einschuppung zurückzuführen ist. Diese Annahme schließt nicht die Tatsache aus, daß der Schiefer Spuren einer An- bzw. Aufschiebung des hangenden Kalkes erkennen läßt. Letzterer wechselt wiederum seine Farbe von einem Grau in ein Dunkel- bis Blaugrau. Seine Unreinheit nimmt zu, indem sich, besonders am Hangenden, in den hier vorwiegend lamellösen Kalk feine Schieferzwischenlagen einschieben. Sie haben seine tektonische Verformung in Form einer ausgeprägten Spezialfältelung begünstigt. In diesem Kalk ist im Dörrebachtal unterhalb des Kurhauses ein 2—2,50 m mächtiger Quarzgang aufgeschlossen, der sich im Streichen (60—70°) und im Einfallen (30—40° SE) seiner unmittelbaren Umgebung einpaßt. Dieser Gang sitzt offenbar einer streichenden Störung auf, an der das hangende Schichtpaket aufgeschoben zu sein scheint. Über Quarzgänge im Stromberger Kalk berichtet schon LOSSEN (1867) und BUCHRUCKER (1896), der als beibrechendes Mineral noch Bleiglanz erwähnt. Nach ROTHPLETZ (1884) war in dem jetzt verlassenen Steinbruch südwestlich des Kurhauses eine Verwerfung aufgeschlossen. Sie war nicht wieder aufzufinden. Schon SCOTTI (1911) hat sie vergeblich gesucht, nach dessen Ansicht der Kalk von der südlich angrenzenden Schieferserie durch eine streichende Störung mit Aufschiebungscharakter getrennt wird.

Im Bereich des zwischen Guldenbachtal und Warmsrother Grund gelegenen Hunsfels ist die Nord- wie Südgrenze des Kalkes durch jüngere Deckschichten (Tertiär-Diluvium) verhüllt. Sie läßt sich annähernd mit Hilfe der Steinbrüche im Südwesten (Guldenbachtal) und im Nordosten (Warmsrother Grund) ermitteln, die je das gesamte Kalkprofil erschließen (Abb. 1 und Profil G—H, Abb. 6). Durch die zusätzlichen Tief- wie Flachbohrungen konnte sie genauer festgelegt werden. Abgesehen von den Lagerungsverhältnissen in den erwähnten Steinbrüchen ist nach den Bohrerergebnissen die Nordgrenze auch hier tektonisch bedingt. Sie wird durch ein querschlägig verlaufende Störung unterbrochen und versetzt. Demgegenüber bleibt der Charakter der südlichen Ausstrichgrenze umstritten, da die Bohrungen 6, VII und 13 (Abb. 7) in dieser Hinsicht keine eindeutigen Belege erbracht haben. Bohrung 6 und VII haben im Hangenden des Kalkes zuerst rötliche bis hellgraue, dann grünlich-graue und schließlich dunkel- bis blaugraue Schiefer mit kieselschieferartigen Einlagen durchteuft. Infolge der starken Zersetzung dieser Schiefer konnten nur schlecht erhaltene Kernproben gewonnen werden, die keine einwandfreien Rückschlüsse auf die Lagerungsverhältnisse zuließen. Sie zeigten aber Spuren einer stärkeren tektonischen Beanspruchung. Von Interesse sind die Ergebnisse der Bohrung 13 (Abb. 7), die nach Durchörterung von Kalk auf grünlich-graue Tonschiefer traf, in der sie leider entgegen der getroffenen Anordnung eingestellt wurde. Die gewonnenen Schieferproben unterschieden sich aber in keiner Weise von manchen Tonschiefern aus dem Hangenden des Kalkes. Mangels Makro- wie Mikrofossilien muß ihre stratigraphische Stellung jedoch offenbleiben. Bis zum Beweis des Gegenteiles möchte sie Verf. als normale Einlagerung im Kalk betrachten.

Seine Zusammensetzung im einzelnen ist am besten im Steinbruch im Guldenbachtal erschlossen. Wie am Gollenfels läßt er sich auch hier in drei Abschnitte gliedern. Die Ausstrichbreite des gesamten Kalkvorkommens beträgt etwa 450 m. Der liegende Abschnitt, etwa 60 m mächtig, zeigt besonders schön typisch blaugraue Kalke

(55—60° SE), zonenweise von zahlreichen Kalkspatadern durchschwärmt, in Wechselagerung mit Kalkschiefer- und Schiefereinlagen. Der Kalk selbst ist unreiner, da sein  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - wie  $\text{SiO}_2$ -Gehalt über 1% bzw. 6% steigen kann. Bemerkenswert ist der auch für die Verhältnisse in Stromberg relativ hohe Gehalt (bis zu 4%) an Dolomitsubstanz. Im Hangenden folgt in einer etwa 200 m mächtigen Zone wie am Gollenfels ein vorwiegend dichter, grauer Kalk (50—60°/65—75° SE). Er ist dickbankig, an verschiedenen Stellen auch massig. Einwandfrei bestimmbare Korallen usw. konnten auch hier nicht gefunden werden. Der Kalk dieser Mittelzone ist gleich den Verhältnissen am Gollenfels von einer sehr großen Reinheit (bis zu 99,2%  $\text{CaCO}_3$ ), die ihn, wie bekannt, für eine Verwendung auf dem chemischen Sektor geeignet macht. Jedoch ist es zumindest nicht uninteressant, daß sich an der Basis des Steinbruches in diesem Mittelabschnitt an einigen Stellen ein verhältnismäßig hoher Dolomitgehalt bei gleichzeitig starker Anreicherung von  $\text{SiO}_2$  bemerkbar macht, ohne daß Dolinenbildungen vorhanden waren noch sich bisher andeuten. Mit der zuletzt getroffenen Feststellung soll jedoch keinesfalls ein Hinweis auf die mögliche Entstehung dieses Dolomites ausgesprochen sein. Südlich hiervon, aber noch im grauen Kalk, sind auf der Mitteltrasse des Bruches Kalkschiefer und Schieferlagen aufgeschlossen, die sich scharf von ihrer Umgebung abheben. Auf etwa gleicher Höhe hat SCOTTI (1911) in dem damals vorhandenen Steinbruch auf seiner Karte ein Fossilzeichen eingetragen. Nach mündlichen Mitteilungen soll K. GEIB an dieser Stelle *Murchisonia bilineata* GOLDF., die für das obere Mitteldevon bezeichnete Form, gefunden haben. Durch seine eigenen Angaben (GEIB 1910) finden diese Hinweise keine Bestätigung, da er nicht die Fundstelle, sondern nur die Fundumstände angibt, nach denen er die Fossilien aus einem schiefrig, stark zersetztem Kalk geborgen hat. Eingehendes Absuchen der gleichbeschaffenen, oben erwähnten Kalkschieferlagen nach Makrofossilien blieben erfolglos. Sie lieferten aber erstmalig Conodonten, die nach der Bestimmung von BISCHOFF, Marburg, *Icriodus*-Arten angehören, die im Unter- wie Mitteldevon auftreten, mithin stratigraphisch leider nicht verwertbar sind. Gleiche Tests und Nachforschungen nach Makrofossilien in der anschließenden 80—100 m mächtigen Südzone des Kalkvorkommens führten bisher zu keinem Erfolg, obwohl sich in den dunkel- bis blaugrauen Kalcken zum Hangenden hin zahlreiche Kalkschiefer- wie Schieferlagen einstellen. Letztere zeigen gewisse Übereinstimmungen mit den Schiefen im Hangenden des Kalkes.

In dieser Hinsicht bietet der Steinbruch am Osthang des Hunsfels im Warmstrother Grund noch bessere Vergleichsmöglichkeiten (s. Abb. 4). Er vermittelt auch ein lückenloses Profil durch das Kalkmassiv, dessen Ausstribbreite jedoch auf 200 m reduziert ist. Die wahrscheinlichen Ursachen dieser Reduktion werden uns noch später beschäftigen. Im Südabschnitt dieses Aufschlusses steht Kalk (75—85°/40—45° SE) von der gleichen Beschaffenheit wie in der entsprechenden Südzone des Bruches im Guldenbachtal an. Er enthält ein mehrere Meter mächtiges Paket von Schiefen, die im frischen wie im verwitterten Zustand den unmittelbar im Hangenden des Kalkes einsetzenden Schiefen völlig gleichen. Aber auch durch diese Tatsachen allein kann leider nicht der allmähliche Übergang in die hangende Schieferserie und damit ihre stratigraphische Stellung bewiesen werden. Verfolgt man das Steinbruchprofil in nördlicher Richtung, so stellt man selbst in der bisher immer gut ausscheidbaren

Mittelzone inmitten der grauen Kalke, die z. T. durch eine sekundäre Rot-Gelbfärbung ein marmoriertes Aussehen erhalten noch zahlreiche Schiefer- bzw. Kalkschieferlagen fest. Dazu gesellen sich zunehmend Bänke aus blaugrauem Kalk. Letztere ( $65-70^{\circ}/55-60^{\circ}$  SE) beherrschen wie in den zuvor geschilderten Fällen auch hier die Basisschichten des Kalkvorkommens. Unmittelbar am Liegenden erscheinen schwarze, z. T. durch Eisenmanganerz gefärbte Schiefer, wie man im nahegelegenen Bachbett beobachten kann. Aus diesem kurzen Überblick ist zu entnehmen, daß in diesem Profil die in den anderen Aufschlüssen gegebene Gliederung des Kalkes in drei Zonen nicht mehr so scharf durchführbar ist. Die zahlreichen chemischen Analysen, die eine geringe Zunahme in der Verunreinigung des Kalkes erkennen lassen, haben im Durchschnitt kein wesentliches Ansteigen des Dolomitgehaltes erbracht. Er ist auch hier wie in jedem Profil in den Basisschichten relativ am höchsten. In ihnen wurde auf der Sohle des Bruches eine bemerkenswerte Tiefbohrung angesetzt. Wie zu erwarten war, durchörterte sie ausschließlich blaugraue Kalke mit Kalkschiefer- und Schieferlagen. In dieser Schichtfolge traten sehr häufig Eisenmanganerzschüden wie Eisenmanganerznester auf. Sie kündeten sich jeweils durch eine stark verquarzte Kalkpartie gefolgt von einer dolomitisierten Zone an. Unabhängig von dieser zonaren Abfolge stellten sich wiederholt auf den Schichtflächen des Kalkes Quarzbelege ein. Diese starke Verquarzung des Kalkes könnte mit tektonischen Störungen zusammenhängen, die in der Nachbarschaft dieses Aufschlusses vorhanden sind.

Sie begrenzen die Kalkscholle, die auf der gegenüberliegenden Talseite im Warmstrother Grund aufgeschlossen ist. Sie gehört schon zu den Kalkausbissen an der Straße nach Bingen, da sie bis an ihre erste Rechtskehre, von Stromberg kommend, herantritt. Durch einen jetzt verfallenen Steinbruch ist fast die gesamte Mächtigkeit des Kalkes freigelegt. Die vorwiegend steil ( $70-85^{\circ}$  SE) nach Südosten einfallende Schichtfolge besteht aus einer Wechsellagerung von blaugrauem bis grauem Kalk mit zahlreichen Kalkschiefer- und Schiefer-

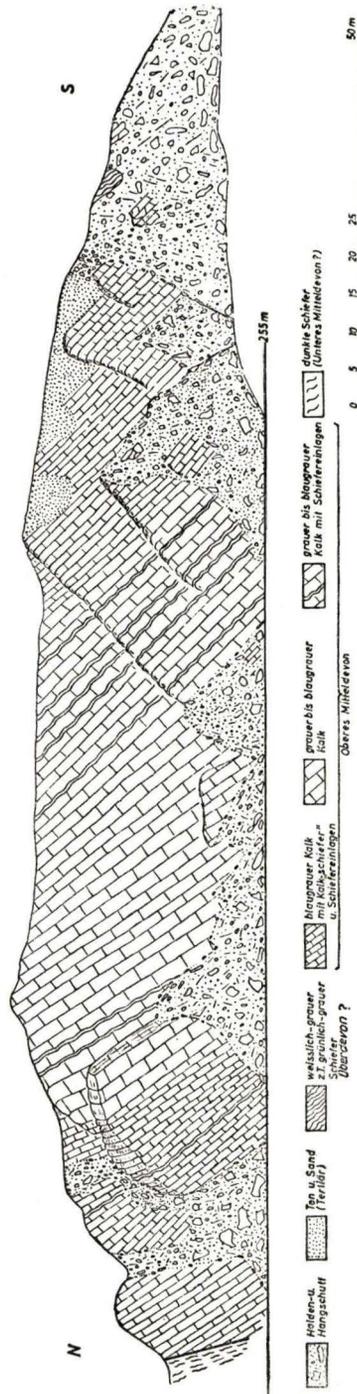


Abb. 4. Ansicht der W-Wand des Steinbruches im Warmstrother Grund

zwischenlagen. Letztere sind häufig in sich stark verfaultet. Ihre halbmetallisch glänzenden Schieferungsflächen sind von hell- bis silbergrauer Farbe, während sie im Querbruch dunkelgrau bis schwarz sind. Der zwischenliegende Kalk ist in seiner Gesamtheit unreiner als in den bisher erwähnten Aufschlüssen.

Etwa 60—70 m südöstlich ist in streichender Fortsetzung ein weiteres Vorkommen an der Straße nach Bingen abgebaut worden. Wenn der Abbau im Schichtstreichen durchgeführt wurde, so kennzeichnet sein Verlauf eine stärkere Ablenkung der Streichrichtung des Kalkes in die Ost-Westrichtung. Unter Berücksichtigung des Abbauquerschnittes und dem bisher gemessenen Einfallen dürfte seine Mächtigkeit 50 m nicht überschritten haben, wobei sie in nordöstlicher Richtung scheinbar abgenommen hat. Nach dem Haldenmaterial zu urteilen, war er von gleicher Beschaffenheit wie der Kalk im Warmsrother Grund.

Bei den Ausschachtungsarbeiten für eine Wasserleitung wurde in der nächsten Rechtskehre der Straße nach Bingen ein blau- bis dunkelgrauer Kalk von einigen Metern Mächtigkeit erschürft. Auf der gegenüberliegenden Seite der Straße soll er nach mündlicher Mitteilung nicht mehr angetroffen worden sein. Es besteht wohl kein Zweifel, daß es sich bei diesem Kalkaufschluß um eine weitere Fortsetzung des Stromberger Kalkes in östlicher Richtung handelt. Wiederum wurde eine größere Anzahl von Proben einem Test auf Mikrofossilien unterzogen. Er erbrachte folgende Arten von Conodonten:

- Icriodus curvatus* BRANSON & MEHL 1938
- Icriodus cymbiformis* BRANSON & MEHL 1938
- Icriodus nodosus* (HUDDLE 1934)
- Polygnathus linguiformis* HINDE 1879
- Polygnathus varca* ? STAUFFER 1938
- Polygnathus* sp. sp. indet.
- Trichonodella blanda* (STAUFFER 1940)

BISCHOFF schreibt hierzu: „Die Fauna ist durch das Vorkommen zahlreicher Exemplare der Gattung *Icriodus* gekennzeichnet. Diese Gattung setzt im oberen Unterdevon bereits ein und reicht bis in das höhere Oberdevon. *Icriodus latericrescens*, die Leitform für das Unterdevon, fand sich in dieser Fauna nicht. Die bisher auftretenden *Icriodus*-Arten sind untypisch. *Polygnathus linguiformis* findet sich ebenfalls schon im Unterdevon und reicht bis dicht an die tm/to Grenze. Dasselbe läßt sich von *Trichonodella blanda* sagen. *Polygnathus varca* dagegen ist auf den tieferen Teil der oberen Stringocephalen-Stufe beschränkt. Bei dem hier vorliegenden Exemplar könnte es sich um *P. varca* handeln. Sonst kommen Arten mit einer derartig kleinen Plattform nur im Mitteldevon vor.“ Zusammenfassend lautet seine Datierung: Mitteldevon, möglicherweise obere Stringocephalen-Stufe, darin *varca*-Subzone (nach Conodonten). Nach der chemischen Analyse handelt es sich um einen normalen Kalk. Dies ist insofern bemerkenswert, als das bisher nächste, östlich hiervon erbohrte Vorkommen bei Waldalgesheim aus Dolomit besteht, aus dem sich alle derzeitigen Aufschlüsse in der Zone Waldalgesheim-Bingerbrück zusammensetzen.

Eine Zusammenfassung der zuvor beschriebenen Einzelheiten ergibt, daß der Stromberger Kalk eine Südwest-Nordost sich erstreckende Linse von maximal

350—400 m Mächtigkeit darstellt, die im Südwesten durch eine Störung abgeschnitten ist, nach Nordosten, durch querschlägige Störungen unterteilt, erheblich an Mächtigkeit verliert. Dabei vollzieht sich in letztgenannter Richtung ein Wechsel in der Zusammensetzung, indem der Kalk, vorwiegend blaugrau gefärbt, zunehmend Kalkschiefer und Schiefer aufnimmt, d. h. unreiner wird. Eine Zunahme des Dolomitgehaltes in gleicher Richtung ist nicht festzustellen. Die Mächtigkeitsabnahme wie der Fazieswechsel könnten als Anzeichen eines normalen Auskeilen des Kalkes in nordöstlicher Richtung bewertet werden. Unter Berücksichtigung der vorhandenen Störungen ist auch die Ansicht vertretbar, daß im nordöstlichen Abschnitt von Stromberg infolge tektonischer Vorgänge der größte Teil des Kalkes schon abgetragen worden ist. Diese Möglichkeit wird noch im tektonischen Teil der Arbeit näher erörtert werden. In jedem Fall muß die Frage nach einer unmittelbaren Verbindung zu dem Dolomit von Waldalgesheim noch offenbleiben. Sie kann nur durch künstliche Aufschlüsse auf der Höhe von Roth-Genheim gelöst werden. Nur ein geringer Anteil des Stromberger Kalkes ist als echter Massenkalk zu bezeichnen. Seine Basisschichten lassen stellenweise einen Übergang zum Liegenden erkennen. Im übrigen ist er durch eine streichend verlaufende Störungszone im Nordwesten abgeschnitten. Eine kontinuierliche Verbindung zu den Schiefen im Hangenden ist bisher nicht mit Sicherheit nachzuweisen. Das Alter des Kalkes ist seit LOSSEN (1867) mit wenigen Ausnahmen als mitteldevonisch bezeichnet worden. Zu dieser Anschauung führten weniger die verhältnismäßig spärlich nachgewiesenen Korallen, Stromatoporen und Brachiopoden als die Lagerungsverhältnisse zu den benachbarten Schichtkomplexen und ihre petrographische Zusammensetzung. Durch den Fund von *Murchisonia bilineata* GOLDF. durch K. GEIB (1910) wurde zum erstenmal ein sicherer Hinweis auf Oberes Mitteldevon gegeben. Durch das Auffinden von Conodonten kann er, wenn auch in nicht ganz befriedigender Form, gestützt werden, wobei nach den vorausgegangenen Ausführungen jedoch offenbleiben muß, ob nicht die ersten Anfänge seiner Bildung schon in das untere Mitteldevon zurückreichen.

#### c) Die Schieferserie im Hangenden des Stromberger Kalkes und ihre Eruptivgesteine

Unter dieser Bezeichnung werden die Sedimente usw. zusammengefaßt, die im Hangenden des Kalkes in einer Breite bis zur Fustenburg anstehen und sich vorwiegend aus Tonschiefen mit teils phyllitischem Charakter zusammensetzen (s. geologische Karte Abb. 1). Für sie wurde eine neutrale Benennung deshalb gewählt, weil es bisher keinem Bearbeiter, auch nicht dem Verfasser, gelungen ist, irgendwelche Anzeichen von Makro- oder Mikrofossilien zu finden. Allein auf Grund petrographischer Kennzeichen eine Altersdatierung vorzunehmen wie BEYENBURG (1930), der diese Schichten für Oberdevon hält, erscheint gewagt, wie später noch gezeigt werden wird. Auch die Lagerungsverhältnisse gegenüber dem Kalk geben hierfür keinen eindeutigen Hinweis, da die vorhandenen Aufschlüsse eine tektonisch bedingte Südgrenze nicht ausschließen.

Am besten sind die Sedimente in der Schlucht bei Punkt 312 (Distrikt 12/15) südlich des Weinbergerhofes, im Dörrebachtal unterhalb des Kurhauses und im Bereich

des Römerberges, hier vor allem an dem Hohlweg nach Daxweiler, zu beobachten. Außerdem waren sie zeitweilig durch einzelne Schürfräben beim Friedhof Stromberg und durch Wasserleitungsgräben auf der Höhe der Straße nach Bingen wie am Nordhang der Fustenburg freigelegt. Hierzu kommen noch die Bohrungen 5, 6, V, VII (s. Struktur-Karte Abb. 7).

In ihren Profilen wie im Dörrebachtal sind die dem Kalk am nächsten gelegenen Schichten aufgeschlossen. In den Bohrungen am Römerberg liegen dem Kalk unmittelbar blau- bis dunkelgraue, dann grünlich-graue, z. T. sandige Tonschiefer auf. Meist stark zersetzt und tektonisch durchgearbeitet lassen sie das Einmessen von Streichen und Einfallen nicht zu. Ihnen eingelagert sind rötlich- bis violettgraue, milde Tonschiefer, die in feine, dünne Blättchen zerfallen. Sie werden wiederum durch dunkelgraue bis grünlich-graue, teils sogar schwarze, meist ebenspaltende Tonschiefer abgelöst, die z. T. stärker sandig sind. In den dunkleren Partien findet man härtere, kieselschieferartige Bänke, die von zahlreichen Quarzadern durchzogen werden. Ihr Einfallen wurde mit 70—80° SE ermittelt (Bohrung 5). Im Dörrebachtal unterhalb des Kurhauses treten sie im gleichen Profilabschnitt und somit in derselben Umgebung bei ebenfalls steiler Lagerung (80—85° SE) auf. Sie stellen sich also in nicht allzu weiter Entfernung vom Kalk ein. Dazu gesellen sich blauschwarze bis dunkelgraue, milde bis sandige Tonschiefer, die westlich des Kurhauses zutage anstehen. In ähnlicher Beschaffenheit trifft man sie wieder an der Abzweigung zum neuen Forsthaus beim alten Schießstand an. Hier sind sie jedoch schon stärker tektonisch beansprucht. Die Schieferungsflächen sind von hell- bis silbergrauer, z. T. auch gelblich-grüner Farbe mit einem Matt- bis Seidenglanz. Schwarze, härtere Einlagen erweisen sich u. d. M. als verkieselte Tonschiefer.

In etwa dem gleichen Profilabschnitt sind sie am Fahrweg Stromberg-Daxweiler zu beobachten. Von dieser Stelle beschreibt sie auch BEYENBURG (1930). Sie fallen hier jedoch mit 65—75° NW ein. Die nördlich vorgelagerte Mulde enthält rötlich- bis violettgraue, milde Tonschiefer mit halbmatt glänzenden Schieferungsflächen, an denen sie in feine Blättchen zerfallen. Gebleichte Partien nehmen eine gelblich- bis weißgraue Farbe mit einem violettgrauen Unterton an. Mit einem typischen Cypridinschiefer lassen sie sich nicht ohne weiteres vergleichen. Diese Feststellung soll nicht die Möglichkeit ausschließen, daß bei stärkerer tektonischer Durchbewegung ein Cypridinschiefer gleiches Aussehen erhalten könnte. Sie bilden das Hangende des Profils, das zuvor aus den Bohrungen 5, 6, V, VI zusammenfassend dargestellt worden ist. Es kann durch die im Südosten, d. h. im Liegenden der Rotschieferfazies aufgeschlossene, dunkle Tonschieferserie noch vollständiger als in den Bohrungen wiedergegeben werden. Sie beginnt mit grünlich-grauen bis dunkelgrauen, schwach-sandigen schlecht entmischten Schiefen. Verwittert sind sie gelblich-braun bzw. weißgrau. Hin und wieder zeigen sie eine Bänderung von dunklen und hellen Streifen. Zum Liegenden schalten sich, wenn auch selten, wenige Zentimeter starke Grauwackenbänkchen (55—65°/65° NW) ein. Die sie begleitenden tonigen Sedimente werden allmählich blau- bis grauschwarz. Ihr Sandgehalt wechselt erheblich, so daß auch sehr milde Lagen nicht fehlen. Wiederum stellen sich in dieser Serie verkieselte Tonschiefer (30—50°/75—85° NW) ein. Sie häufen sich in der scharfen Wegkurve nach links im unmittelbaren, aber tektonisch gestörten Kontakt zu einem stark

geschieferten Eruptivgestein, das von dem südlich folgenden Keratophyr durch eine schmale Zone aus schmutzig- bis dunkelgrauen,  $\pm$  sandigen Sedimenten getrennt ist. Das gleiche Profil steht im östlich davon gelegenen Hohlweg an. Seinen südlichen Ausgang kreuzen zwei Eruptivgesteinsgänge. Die zwischenliegenden, gelblich-grünlichgrauen Schiefer sind stärker tektonisch durchgearbeitet. Sie enthalten Grauwackenbänkechen und zahlreiche, eisenmanganschüssige Quarzknuern. Nach dem äußeren Habitus könnte man sie durchaus mit Schichten der Ems- bis Siegen-Stufe aus der Nachbarschaft von Stromberg verwechseln. Jedoch dürfte es sich nur um metamorph veränderte grünlich-graue Tonschiefer aus dem früher wiedergegebenen Profil handeln. Fast in ihrer streichenden Fortsetzung waren östlich des Hohlweges zeitweilig in verschiedenen Baugruben Sedimente ( $45-55^{\circ}/50-60^{\circ}$  NW) angeschnitten, die infolge eines wesentlich höheren Sandgehaltes usw. schon Grauwackenschieferotypus besitzen. Sie liegen hier dem Kern des durch den Keratophyr bedingten sattelartigen Aufbruches nahe, der sowohl nach Südwesten wie nach Nordosten abtaucht. Deshalb stellt sich im Warmsrother Grund wieder ein normales, wenig gestörtes Südostfallen der Schichten ein, wie es auch am Südhang des Römerberges im Anschluß an den Keratophyr festzustellen ist. Die hier wie im tieferliegenden Bachbett zutage tretenden milden bis sandigen, meist sehr feinkörnigen Tonschiefer besitzen eine blau- bis grauschwarze Farbe. Verwittert sind die Schieferungsflächen hell- bis silbergrau. Unmittelbar hinter den letzten Häusern am Bachbett im Warmsrother Grund schalten sich „Kieselschiefer“ und geringmächtige quarzitische Grauwackenbänke ein, an denen Streichen ( $55-65^{\circ}$ ) und Einfallen ( $65-85^{\circ}$  SE) gut meßbar sind. Letzteres nimmt nach Norden auf  $35-40^{\circ}$  SE ab. Die von LOSSEN (1867), BEYENBURG (1930) und BIERTHER (1955) an diesem Talhang beobachtete Bank aus Plattendolomit konnte nicht wieder aufgefunden werden. Abgesehen hiervon hat diese Schichtserie fast die gleiche Zusammensetzung wie am Fahrweg nach Daxweiler. Dies trifft nach verschiedenen Schürfungen auch für die gegenüberliegende Talseite zu. Jedoch wurden nördlich des Friedhofes im Hangenden des Kalkes keine Rotschieferlagen angetroffen. Dagegen fanden sich als Lesesteine dunkle, eigentümliche „Quarzite“, deren Herkunft fraglich ist. Südlich des Friedhofes konnten in Fortsetzung des Profiles vom Römerberg dunkle, aber meist stark sandige Tonschiefer bis Sandschiefer nachgewiesen werden.

Die bisher dargestellte Schichtfolge ist, wenn auch nicht lückenlos, an der Straße nach Bingen aufgeschlossen. Oberhalb der ersten Rechtskehre in Richtung Bingen, etwa in Höhe des alten Kalkofens (Abb. 1), sind in den dunklen Tonschiefern graue bis rötlichgraue, auch schwarze echte Kieselschiefer eingeschaltet. LOSSEN (1867) erwähnt sie aus dem gleichen Geländeabschnitt. An dieser Stelle wie südlich der zweiten Rechtskehre trifft man auf rötlich-graue Tonschiefer. Sie sind im Südwesten von Stromberg am ehemaligen Schützenhaus wiederum und zwar wie am Römerberg im Hangenden der dunklen Schieferserie vorhanden. Meist stärker verwittert lassen sie an dieser Stelle schon eher einen Vergleich mit Cypridinenschiefern zu. Nach Westen verschwinden sie unter einer Decke von Quarzschutt und Milchquarzschothern. Erst in der Schlucht im Distrikt 12/15 tauchen sie wieder auf größere Erstreckung in Wechsellagerung mit grau-grünen, z. T. rötlich gefleckten Schiefen auf. Am nördlichen Ausgang der Schlucht folgen in ihrem Liegenden nach dunklen Tonschiefern

unmittelbar am Kalk schwarze Schiefer, die als Zwischenlagen Eisenmanganmulm führen. Ob ihre schwarze Farbe durch einen gewissen Mangangehalt hervorgerufen wird, müßte erst durch eine Analyse bewiesen werden. Im benachbarten Kalk ist, wie schon früher angeführt, Abbau auf Eisenmanganerz umgegangen.

Von den im vorausgegangenen Abschnitt dargestellten Sedimenten (Römerberg, Binger Straße usw.) möchte Verf. die Schichtfolge am Nordhang der Fustenburg abtrennen. Leider ist der unmittelbare Kontakt zwischen beiden Einheiten im Talgrund von Stromberg nicht zugänglich. Dagegen gewährten mehrere Wasserleitungsgräben am Fuß der Fustenburg einen guten Einblick in die hier antstehende Schichtserie (s. Profil E—F, Abb. 5). Sie beginnt an der Straße nach Bingen mit olivgrünen bis grünlich-grauen Schiefen, die jenen am Fahrweg nach Daxweiler ähnlich sind, aber eine höhere Metamorphose aufweisen. Sie wechsellagern mit grünen, auf den Scherflächen ( $50-60^{\circ}/35-55^{\circ}$  SE) seidenglänzenden, meist schwach sandigen Schiefen, die fast mit den bunten Schiefen des Gedinne zu verwechseln sind. In diese Sedimente schalten sich stark zerscherte Eruptivgesteine (Schichtgrenze  $50^{\circ}/60^{\circ}$  SE) ein, die als schmale Züge bzw. Linsen von den letzten Häusern von Stromberg bis auf die Höhe in Richtung Bingen verfolgt werden können. Dazu gesellen sich schwachsandige bis milde Schiefer, die im Querbruch ein mattes Rotviolett, auf den Schieferungsflächen ein glänzendes Grauviolett zeigen. Abgesehen von einer stärkeren tektonischen Beanspruchung unterscheiden sie sich kaum von den gleichfarbigen Schichten im Fahrweg nach Daxweiler. Außerdem treten im Verband der Eruptivgesteine schwarze, offensichtlich sehr kohlenstoffreiche, stark sandige, z. T. pyritführende Schiefer (Schichtgrenze  $45-50^{\circ}/35-40^{\circ}$  SE) auf, die auf den Schieferungsflächen einen kalkartigen Überzug von violettgrauer Farbe haben. Sie sind z. T. verkieselt. In ihrer Umgebung fand sich ein schmales, fast türkisfarbenes Band eines stark zerscherten Eruptivgesteines. Schließlich folgen grauschwarze, vorwiegend aber grünlich-graue, sandig bis schwachsandige Schiefer, die teilweise feinblättrig zerfallen (Schieferung  $55-60^{\circ}/60^{\circ}$  SE). Sie sind ebenfalls tektonisch stärker in Mitleidenschaft gezogen.

Diese Schichtfolge zwischen der Binger Straße und dem Weg zur Ostsiedlung von Stromberg würde, für sich allein betrachtet, als Gedinne oder Vordevon angesehen werden. Mit der gleichen Berechtigung könnte man aber auch behaupten, daß es dieselben Sedimente wie am Fahrweg nach Daxweiler sind, nur von einer stärkeren Metamorphose betroffen. BEYENBURG (1930) stuft sie in das Oberdevon ein, indem er auf gleichartige Sedimente in der Lahn-Dillmulde verweist. Verf. sind aus diesem Gebiet, mit Ausnahme auf Blatt Mehrenberg, keine Schichtkomplexe mit ähnlichen äußeren Kennzeichen bekannt. Dies betrifft vor allem auch die eingeschalteten Eruptivgesteine, die später noch genauer beschrieben werden. Hinzu kommt, daß die bei Stromberg gegebenen Lagerungsverhältnisse nicht gegen eine Einstufung älter als Siegen-Stufe sprechen. Aus Mangel an Fossilien ist aber weder für die eine noch für die andere Meinung ein eindeutiger Beweis zu erbringen.

Hangaufwärts am sog. Nachtigallenweg, der zur Fustenburg führt, wie am östlich anschließenden Hang, stellen sich graue bis grünlich-graue, in ihrem Sandgehalt wechselnde Tonschiefer ein, die tektonisch weniger stark umgeprägt sind. Dazu kommen grau- bis gelblich-grünliche, grobkörnige, relativ lockere Sandsteine (0,10—0,30 m mächtig), die geschiefert sind. Auf S. 77 dieser Arbeit werden sie schon angeführt

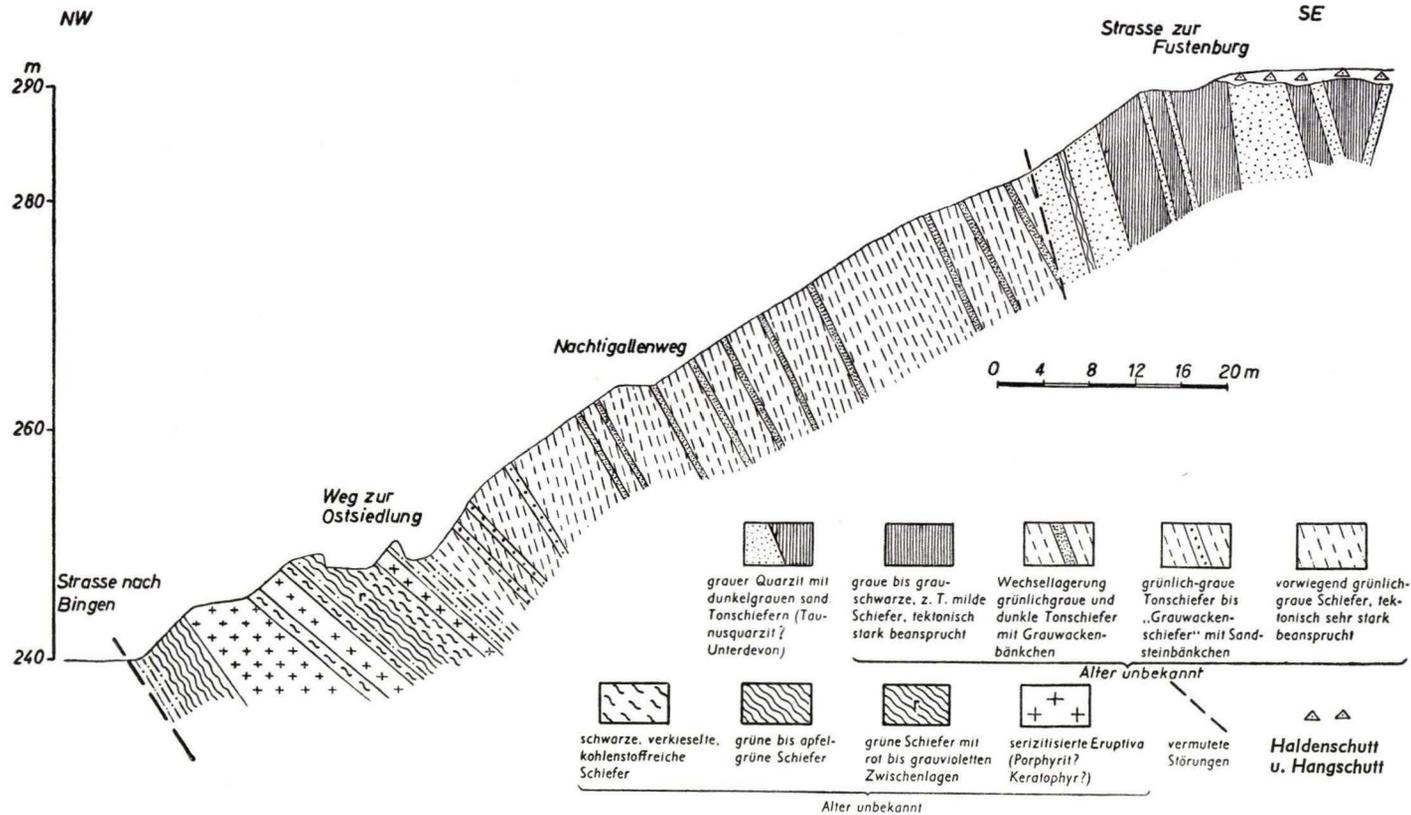


Abb. 5. Querprofil E—F am Nordhang der Fustenburg (s. Struktur-Karte, Abb. 7)

mit dem Bemerken, daß sie gewissen Abarten des Hermeskeilsandsteines nahestehen. Diesen Schichten folgen dunkle, milde bis sandige Schiefer, z. T. Bänderschiefer. Ihre Schieferungsflächen fallen mit  $80-90^\circ/75-80^\circ$  SE ein. Sie sind häufig verquarzt. Als Einschaltungen findet man Sandstein- und Grauwackenbänkchen ( $80-100^\circ/55^\circ$  SE). An sie schließen dunkel- bis schwarzgraue, milde bis sandige Schiefer mit z. T. phyllitischem Habitus an. In ihrem Hangenden, unmittelbar unterhalb der Fustenburg wie an der Straße nach Kreuznach im Guldenbachtal, trifft man auf die schon früher erwähnten Quarzitbänke mit Schiefereinlagerungen, die mit Vorbehalt dem Taunusquarzit zugewiesen werden (s. Profil E—F, Abb. 5).

Auf der gegenüberliegenden Seite des Guldenbachtals ist die Schichtserie vom Nordhang der Fustenburg einer Beobachtung weniger zugänglich. Die hinsichtlich ihres Alters fraglichen, nach ihrem Gesteinscharakter gedinneähnlichen Sedimente einschließlich der Eruptivgesteine vom Fuß der Fustenburg konnten nicht wiedergefunden werden. Dagegen sind ihre Begleitschichten, die grünlich-grauen, tektonisch stärker beanspruchten Schiefer im Bereich der Straße Kurhaus—ehemaliges Schützenhaus—Forsthaus „Aurora“ aufgeschlossen. Die im Hangenden folgenden Schichten sind fortlaufend durch einen kleinen Seitenpfad zum Forsthaus „Aurora“ oberhalb der Bahnstrecke angeschnitten. Sie sind bis zu dem weiter westlich gelegenen Straßeneinschnitt „Aurora“—Schützenhaus zu verfolgen. Hier treten in ihrem Verband rötlich gefärbte, milde Tonschiefer auf, die nach Westen unter einer Decke aus periglazialen Taunusquarzitschutt verschwinden. Sie sind den gleichgefärbten Sedimenten in der Schlucht im Distrikt 12/15 sehr ähnlich.

Es besteht nun kein Zweifel, daß die Schichtfolge vom Nordhang der Fustenburg usw. gewisse petrographische Übereinstimmungen mit dem Sedimentkomplex an der Daxweiler Hohl aufweist. Deshalb stellt sie BEYENBURG (1930) ebenfalls in das Oberdevon. Infolgedessen muß er zwischen ihr und dem hangenden Taunusquarzit (?) eine der wichtigsten, streichenden Störungen im Gebiet von Stromberg annehmen, auf die im tektonischen Abschnitt der Arbeit noch näher einzugehen ist.

Für die obige Alterseinstufung der gesamten Schichtserie im Hangenden des Kalkes bis zum fraglichen Taunusquarzit im Süden genügt aber nicht der von den meisten Autoren angeführte Hinweis, daß sie in ihrer Zusammensetzung aus Kiesel-, Bänder-, roten und grünen Schiefen eine große Ähnlichkeit mit dem Oberdevon anderer Gebiete besitzt. Wie die Darstellung ergeben hat, können gewisse Merkmale auch für andere stratigraphische Einheiten als bezeichnend angesehen werden. Fossilien sind bisher nirgends nachgewiesen worden. Aus den Lagerungsverhältnissen zum Stromberger Kalk kann ebenfalls kein zwingender Schluß auf ein mittel- bis oberdevonisches Alter gezogen werden, da eine kontinuierliche Entwicklung von Kalk zu dem hangenden Schiefer nicht erwiesen ist.

Als weiteres Argument für die Richtigkeit der angegebenen Altersdatierung werden die in den Schiefen auftretenden Eruptivkomplexe angeführt (LOSSEN 1867, KOCH 1881, BEYENBURG 1930 usw.). Dies mag für den Diabas in der Daxweiler Hohl gewisse Berechtigung haben. Seiner von BEYENBURG (1930) gegebenen Beschreibung kann nur hinzugefügt werden, daß er auch in der Tiefbohrung V in völlig zersetztem Zustand angetroffen wurde. In seinem Liegenden folgen hier Schiefer der fraglichen Oberdevon-Serie. Ob er in den Kalk hineinsetzt, konnte leider nicht ermittelt werden.

Diese Feststellung würde von großer Bedeutung für die Festsetzung seines Alters sein. In gleicher Weise wie der Diabas ist auch der südlich hiervon am Römerberg anstehende Quarzkeratophyr für die Alterseinstufung der Begleitsedimente herangezogen worden. Seine von BEYENBURG (1930) ausführlich dargestellten Kennzeichen können nur bestätigt werden. Bemerkenswert ist die ihn betreffende Metamorphose, die sich in der Umwandlung seiner Komponenten und ihrer teilweisen tektonischen Einregelung widerspiegelt. In seiner Nachbarschaft kann man zwei Eruptivgesteinsgänge in dem Hohlweg beobachten, der von dem Fahrweg nach Daxweiler abzweigt. Der nördlichste von ihnen streicht  $45-50^\circ$  und fällt fast saiger ein. Er ist etwa 3,0—3,50 m mächtig. Das Gestein, durchzogen von zahlreichen rostfarbenen Flecken und Schnüren, ist von hellgrau-grüner Farbe. U. d. M.<sup>1)</sup> zeigt es schon Anzeichen einer stärkeren Metamorphose. Trotzdem ist das ursprüngliche Gefüge noch in Form von in Zersetzung begriffenen, leistenförmigen Feldspäten, die jetzt als Albite vorliegen, zu erkennen. Eine gewisse Anzahl von ihnen ist jedoch schon durch Quarz ersetzt. Nach der allgemeinen Anordnung dieser Einsprenglinge darf die Struktur als ophitisch bezeichnet werden (Taf. 5 Fig. 3). Die serizitisch-choritische Grundmasse, in der Chlorit zurück- und vorwiegend nur als Zwickelfüllung auftritt, enthält zahlreiche, kleine Quarze. Daneben heben sich aber auch größere Quarzindividuen von ihr ab. Quarzäderchen sind sehr häufig. Von ihnen könnte eine sekundäre Verquarzung der Grundmasse ausgegangen sein. Bezeichnend sind auch zu Brauneisen verwitterte Pyrite. Infolge der eingetretenen Umwandlung der Primärbestandteile ist das Ausgangsgestein, das arm an Mafiten gewesen sein muß, nicht mehr genauer zu identifizieren.

Getrennt durch gestörte Schiefer mit Grauwackenbänken folgt im Abstand von etwa 8—10 m ein wesentlich geringmächtiger, stärker zerscherter Gang ( $55-60^\circ$ /saiger). Er scheint sich mit dem erstgenannten Ganggestein nach Südwesten zu vereinigen, mit dem sein Material in den äußeren Merkmalen völlig übereinstimmt. Das Dünnschliffbild zeigt aber bemerkenswerte Unterschiede. Die feststellbaren Komponenten, die eine schwache tektonische Einregelung zeigen, sind Serizit, Chlorit, Quarz und Titanit. Auffallend ist der Reichtum an Chlorit und Titanit. Das Erz tritt gehäuft in einzelnen Flecken auf. Die Quarze, die alle undulös auslöschen, sind in kleineren Korngrößen zahlreich in der Grundmasse aus Serizit-Chlorit verteilt und heben sich auch als größere Kristalle deutlich von ihr ab. Außerdem bilden sie Äderchen im Gestein, von denen die Verquarzung der Grundmasse usw. erfolgt sein könnte. Nach den Umrissen von größeren Individuen zu urteilen ersetzt ein Teil von ihnen ehemalige Feldspateinsprenglinge. Auch die Verteilung der chloritisch-serizitischen Aggregate läßt hier und dort ein altes Feldspatgefüge durchschimmern. Wenn auch die ehemalige Struktur somit nicht mehr genauer erkennbar ist, scheint sie doch mehr porphyrischen Charakter besessen zu haben. Auf Grund der eingetretenen Metamorphose, mit der eine zusätzliche Zufuhr von  $\text{SiO}_2$  erfolgt sein könnte, ist ein sicherer Schluß auf das Ausgangsgestein nicht möglich. Schließt man die vermutete  $\text{SiO}_2$ -Zufuhr aus, so könnte es ein Quarzporphyrit gewesen sein.

<sup>1)</sup> Herrn Dr. Götz, Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz, wie Herrn Prof. Dr. HENTSCHEL, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, möchte ich für manche Hinweise und Ratschläge an dieser Stelle meinen Dank aussprechen.

Noch schwieriger ist die Diagnose bei den Eruptivgesteinen, die in der gedinneverdächtigen Sedimentserie am Fuß der Fustenburg zu beobachten sind. Gegenüber der Einmündung der Straße aus dem Warmsrother Grund auf die Chaussee nach Bingen liegt inmitten von Schiefnern ein grau-grünes, geschiefertes Gestein. BEYENBURG (1930) hat ihm eine kurze Beschreibung gewidmet und es als syenitischen Porphyran angesprochen. Von allen benachbarten Vorkommen zeigt es im Dünnschliff die relativ beste Erhaltung seiner Komponenten. Infolgedessen ist das ursprüngliche porphyrische Gefüge noch zu erkennen. In einer durch Metamorphose veränderten Grundmasse aus vorwiegend Serizit, zurücktretend Chlorit, die von zahlreichen Quarzen durchschwärmt wird, schwimmen größere Feldspäte. Soweit noch bestimmbar, handelt es sich um Albit-Oligoklas. Die meisten von ihnen lassen in ihren Randsäumen einen Zerfall in serizitische Aggregate erkennen, aus denen auch feine, schmale Zonen bestehen, die die Feldspäte in verschiedenen Richtungen durchsetzen. Manche dieser Einsprenglingsfeldspäte sind schon völlig zerfallen. Mafitische Bestandteile als größere Individuen deuten sich nur noch in Reliktstrukturen an. Außerdem kann man Titanit und in Brauneisen umgewandelten Pyrit beobachten. Hier und dort tritt um ein Erzkorn ein Kranz von radial angeordneten Serizitschüppchen auf, zu denen sich zum Erzkorn senkrechtstehende, lamellenartig ausgebildete Quarze gesellen (Taf. 5 Fig. 2). Außer den Quarzen in der Grundmasse und aus ihr hervortretenden größeren Individuen, deren jeweilige sekundäre Entstehung offenbleiben muß, setzt er auch zahlreiche Adern im Gestein zusammen.

Eine Probe, die von einem weiter östlich gelegenen Aufschluß entnommen wurde, trägt schon Kennzeichen einer noch weitergehenden Metamorphose. Aus der Grundmasse, die neben Serizit verhältnismäßig viel Chlorit führt, heben sich noch einige, in etwa bestimmbare Feldspäte (Albit-Oligoklas) ab. Die überwiegende Anzahl von ihnen ist aber völlig serizitisiert oder durch Quarz ersetzt, der in der Grundmasse häufig in auffallenden quadratischen Umrissen vertreten ist (Taf. 5 Fig. 4).

In den zuvor gegebenen Beispielen ist eine sichere Aussage über das ehemalige Ausgangsgestein nicht mehr möglich. Nach allen noch vorhandenen Merkmalen zu urteilen und selbst bei Berücksichtigung einer sekundären  $\text{SiO}_2$ -Zufuhr scheint es jedoch mehr intermediären bis sauren als basischen Charakter besessen zu haben.

Noch schwieriger, ja fast unmöglich ist eine Diagnose bei dem Gestein, das in streichender Fortsetzung nach Nordosten, etwa 50–80 m von dem letztgenannten Aufschluß entfernt, hinter den Häusern an der Straße nach Bingen ansteht. Inmitten von dunklen bis violett-grauen, z. T. verkieselten Schiefnern gelegen hebt es sich von ihm durch seine hellgraue bis gelblich-grüne Farbe ab. Es ist vollkommen zerschert. Im Querbruch wie auf den mattglänzenden Schieferungsflächen sind schon mit der Lupe sehr viele Quarze zu beobachten, was sich auch im Dünnschliff bestätigt (Taf. 5 Fig. 5). Zahlreiche, größere Kristalle liegen in einer fast ausschließlich serizitischen, quarzreichen Grundmasse. Dabei besitzen viele von ihnen Umrißformen, die auf eine Ersetzung ehemaliger Einsprenglingsfeldspäte durch Quarz schließen lassen. Außerdem tritt er in Form von dünnen, meist sigmoidal verbogenen Lamellen auf, die sich um ein im Dünnschliff jetzt vorhandenen Hohlraum radial anordnen (Taf. 5 Fig. 5). Mit welcher Substanz er ehemals ausgefüllt war, läßt sich nicht mehr feststellen. Des weiteren erscheinen hier und dort feine Aggregate von Rutil. Auch

Titanit ist nachweisbar. Nach den Hauptkomponenten, die ausnahmslos eine tektonische Beanspruchung und Einregelung aufweisen, liegt jetzt ein Serizit-Quarzit-schiefer vor, der wahrscheinlich aus einem ehemaligen Effusiv- oder Ganggestein hervorgegangen ist.

Die erheblichen Umwandlungen, die sämtliche Eruptivgesteine dieser Zone betroffen haben, führt BEYENBURG (1930) auf den Einfluß seiner im Süden gelegenen Taunusquarzitüberschiebung zurück. Eine stärkere tektonische Einwirkung, die auch die ihnen anliegenden Sedimente in Mitleidenschaft gezogen hat, ist unbestreitbar. Wenn nur diese Überschiebung wirksam gewesen sein soll, ist es unverständlich, daß die zwischen ihr und der Eruptivgesteinszone liegenden Sedimente keinen ausgesprochenen phyllitischen Habitus angenommen haben. Ganz abgesehen hiervon sind vor allem aber gewisse Umwandlungserscheinungen, wobei eine  $\text{SiO}_2$ -Zufuhr als wahrscheinlich angenommen werden kann, nicht allein durch tektonische Vorgänge zu erklären. In jedem Fall lassen die oben geschilderten Gesteinskomplexe nicht, wie geschehen, einen unmittelbaren Vergleich mit den Eruptivgesteinen im Lahn-Dillgebiet zu.

Faßt man abschließend alle Argumente zusammen, die von früheren Autoren in diesem Zusammenhang als Beweis für ein oberdevonisches Alter der Schieferserie usw. angeführt worden sind, so muß man feststellen, daß sie sich mit der gleichen Berechtigung als Gegenargumente verwenden lassen. Infolgedessen ist eine sichere stratigraphische Einstufung der Schichten im Hangenden des Stromberger Kalkes noch nicht möglich.

#### *d) Das Deckgebirge*

Diese Schichten sind z. Z. am besten im Bereich des Gollenfels und des Hunsfels aufgeschlossen, da sie hier zur Gewinnung des Kalkes abgeräumt werden. Gleichzeitig wird durch diese Arbeiten die außerordentlich stark verkarstete Oberfläche des Kalkes freigelegt. Zusätzliche Flachbohrungen ergaben, daß die Dolinen eine Tiefe von 30—40 m erreichen können. Aus den einzelnen Bohrprofilen wurde für den Hunsfels die mittlere Mächtigkeit des Deckgebirges mit 12 m, für den Gollenfels mit 14—16 m ermittelt. Dabei kann sie an manchen Stellen, wie besagt, maximal 40 m betragen. In dem Dolinenfeld am Südwestende des Steinbruches am Gollenfels ist folgendes Profil zu beobachten:

Der Kalk in den Randzonen der Dolinen ist meist geringfügig, z. T. überhaupt nicht dolomitisiert. Die Basisschichten in den Dolinen beginnen stellenweise mit weißen bis gelblichen, kiesführenden Sandlagen, vorwiegend mit gelblich-braunen bis gelblich-grauen, mehr oder weniger sandigen Tonen. Sie verzahnen sich mit einem bis zu 15 m mächtigen, roten bis gelbrot geflammten, zähen Ton, der sandig und mit Quarz- wie Quarzitgeröllen durchsetzt sein kann. Fehlen die tiefsten Basisschichten,<sup>1</sup> so schaltet sich zwischen roten Ton und Kalk eine schmale Zone von grauweißen, mit Kalkbrocken erfüllten Tonen ein. In unmittelbarer Nachbarschaft des Kalkes, aber auch regellos in der gelblichen bis roten Tonmasse verteilt, zeigen sich Spuren von Eisenmanganerz, sei es nesterförmig oder in Form vereinzelter Konkretionen. Örtlich schon stärker angereichert, aber ebenfalls ohne jegliche wirtschaftliche Bedeutung findet sich Roteisen, meist als roter Glaskopf. Soweit über-

haupt in der Tonmasse eine Schichtung vorhanden und erkennbar ist, schmiegt sie sich dem Dolinenrand an oder ist wirt verstäürzt. Auf den roten Ton, dessen Oberfläche unregelmäßig verläuft, legen sich bräunliche, sandige Tone bis toniger Sand, versetzt mit Limonitkonkretionen. Darüber folgen Kiese in sandiger bis lehmiger Grundmasse, z. T. auch eine Wechsellagerung Kies-Sand von gelblich bis rötlicher Farbe. Ihre Mächtigkeit (3—6 m) unterliegt örtlich Schwankungen. Das Profil wird durch periglazialen und Hangschutt abgeschlossen, den man in weiter Verbreitung auch auf der gegenüberliegenden Talseite, d. h. südlich des Dörrebachtales, findet, wo an manchen Stellen, wie am ehemaligen Schützenhaus, in seinem Liegenden Milchquarzsotter vorhanden sind. Zwischen die rötlichen Sande und die zuletzt genannten Ablagerungen schieben sich östlich des Weinbergerhofes geröllführende Quarzite ein, die durch eine Einkieselung von kies- bzw. geröllführenden Sandlagen entstanden sind. Sie finden sich verstreut im Gelände als mächtige Platten, seltener als einzelne Blöcke. Ihre Anordnung erweckt den Eindruck, daß sie einst ein zusammenhängendes, plattenförmiges Lager bildeten, das vermutlich durch Vorgänge einer Solifluktion zerstört wurde.

An der Südostspitze des Gollenfels wurden bei Baggararbeiten noch weiße, meist feinkörnige und tonige Sande erschürft. Sie kann man auch am Hüttenkopf, vor allem an der Westseite des Hunsfels beobachten. Hier stellen sie sich über dem roten Ton ein. Sie enthalten völlig gebleichte Taunusquarzitblöcke, die 1—2 m Durchmesser erreichen können. Bei diesen Ablagerungen könnte es sich um das umgelagerte Produkt einer Weißverwitterung handeln. Zum Hangenden hin gehen sie in die o. a. rötlichen bis bräunlichen, z. T. kiesführenden Sande über, die man auch an dem Fahrweg nach Daxweiler und nördlich wie südlich von der Straße nach Bingen aufgeschlossen findet. Am Hunsfels enthalten sie noch eine Geröllage aus gut gerundeten, bis faustgroßen Taunusquarziten. Dieses Profil wird durch kantengerundete Taunusquarzitsotter in sandig bis lehmiger Grundmasse (bis zu 7 m mächtig) abgeschlossen, die auch im Osten der Fustenburg eine weite Verbreitung besitzen. Aus dem Gebiet unmittelbar östlich der Burg ist als Besonderheit noch ein rötlicher Verwitterungsboden auf Quarzit wie Gedinne zu erwähnen.

In wesentlichen Punkten stimmt das wiedergegebene Profil der Deckschichten mit dem von BEYENBURG (1930) dargestellten überein. Seinen Altersdeutungen kann Verf. vorerst nicht voll zustimmen. Die gelb- bis rotgefärrnnten Tone in den Dolinen dürften im Alttertiär und möglicherweise in einer noch früheren Zeit entstanden sein. Durch Prof. TOBIEN ausgeführte Nachforschungen nach Wirbeltierresten blieben bisher erfolglos. Die über den Tonen folgenden Kiese und Sande stellt BEYENBURG (1930) auf Grund eines einzigen Fundes von *Azinea angusticostata* LAMN., aufgelesen am Osthang des Nickelberges 2 km südlich Stromberg, als Vertreter des Meeressandes in das Mitteligozän. Auf Grund dieses Belegstückes alle in etwa gleichbeschaffenen Sand- und Kiesvorkommen diesem stratigraphischen Niveau gleichzusetzen, erscheint mehr als gewagt. Nach einer dem Verf. zugegangenen Mitteilung soll auch in einer Doline auf der zweiten Trasse des Steinbruches am Hunsfels eine Muschel gefunden worden sein. Nachforschungen nach diesem Fossilfund führten zu keinem Erfolg. Infolgedessen muß das Alter dieser zwischen 280—330 m über NN auftretenden Ablagerungen offenbleiben, zumal bisher kein Gegenbeweis gegen ihre Einstufung

in das Jungtertiär erbracht werden kann. In diese Zeit, und zwar wahrscheinlich in das Pliozän, dürften die geröllführenden Quarzite gehören. Über das Alter der Terrassenschotter usw. als diluviale Bildungen besteht wohl kaum ein Zweifel.

### III. Der tektonische Bau

Wie man schon aus den vorangegangenen Ausführungen entnehmen kann, ist die Tektonik so kompliziert, daß sie nur teilweise einen Beitrag zur Klärung der Stratigraphie leisten kann. Einen guten Überblick gewinnt man in einem Querschnitt von der Fustenburg in Richtung Hüttenkopf im Guldenbachtal (s. Profil G—H, Abb. 6).

Das Gedinne südlich der Fustenburg legt sich im Norden mit einer steil nach Südost ( $80^\circ$ ) einfallenden, stark zerquälten Zone aus grünen Schiefen an gleichsinnig gelagerte Quarzite und Schiefer der von BEYENBURG (1930) in das Siegen eingestuftes Sedimentserie. Nach Ansicht des Verf. bildet es das Kernstück eines Sattels, dessen Nordwestflügel an einer Aufschubung unterdrückt ist. Auf der gegenüberliegenden Talseite kann man das WSW-Abtauchen dieses Sattels beobachten, wo auch der aus relativ mächtigen Quarzitbänken bestehende Südostschenkel ( $60^\circ/70$ — $80^\circ$  SE) zugänglich ist. Nördlich der o. a. Aufschubungszone folgt im Quarzit/Schieferkomplex an der Fustenburg zuerst ein Sattel, anschließend eine eng eingefaltete Mulde und auf ihrem steilen ( $65$ — $70^\circ$  SE) Nordwestflügel eine Spezialfaltung. Sie ist unmittelbar an der Burgmauer zu beobachten. Die fast aufrecht stehenden Spezialsättel aus Quarzit tauchen mit  $15$ — $20^\circ$  nach Südwesten ab. In streichender Fortsetzung nach Südwesten treten in der Schlucht im Distrikt 12/15 gleiche Strukturen auf. In dem Aufschluß unterhalb der Fustenburg an der Straße nach Kreuznach kann man aus dem Verhalten von Schieferung zur Schichtung in dem nördlichsten Abschnitt der Wechselfolge Quarzit/Schiefer, die auf der Höhe in die o. a. Spezialfaltung gelegt ist, ebenfalls entnehmen, daß sie der steilen ( $60^\circ/75$ — $85^\circ$  SE) Nordwestflanke einer Mulde bzw. der Südostflanke eines Sattels angehört. Sie wird von streichenden Störungszonen durchsetzt, die, nach der Anlage von Fiederklüften zu urteilen, eine aufschubende Tendenz zeigen. An die nördliche Ausstrichgrenze dieser Schichtserie legt BEYENBURG (1930) seine Überschiebungszone. Verf. möchte nicht bestreiten, daß an dieser Stelle, schon allein aus materialbedingten Gründen, eine Aufschubung vorliegen kann. Deshalb ist diese Störung als vermutet auch in die Struktur-Karte (s. Struktur-Karte Abb. 7) übernommen worden. Verfolgt man jedoch die allgemeinen Lagerungsverhältnisse am Nordhang der Fustenburg, wo das südöstliche Einfallen der Schichten bis zu den gedinneverdächtigen Sedimenten und Eruptivgesteinen an der Straße nach Bingen abnimmt ( $45$ — $55^\circ/40$ — $55^\circ$  SE), so kann man den Eindruck gewinnen, daß diese Schichten noch derselben Nordwestflanke der oben erwähnten Mulde bzw. der Südostflanke eines Sattels angehören, in dessen Kern die gedinneähnliche Schichtfolge im Tal zu Stromberg zutage tritt. Letztere ist nach Ansicht des Verf's auf die im Norden folgende Tonschiefer an einer streichenden Störungszone aufgeschoben, die man bis zum ehemaligen Schützenhaus westlich Stromberg verfolgen kann (s. Abb. 1 u. 7). Hierfür ist u. a. ihre weitaus stärkere tektonische Durchbewegung als jene der nördlich anschließenden Schieferserie bezeichnend. BEYENBURG (1930) sieht diese Beanspruchung noch als eine Auswirkung seiner im Süden gelegenen

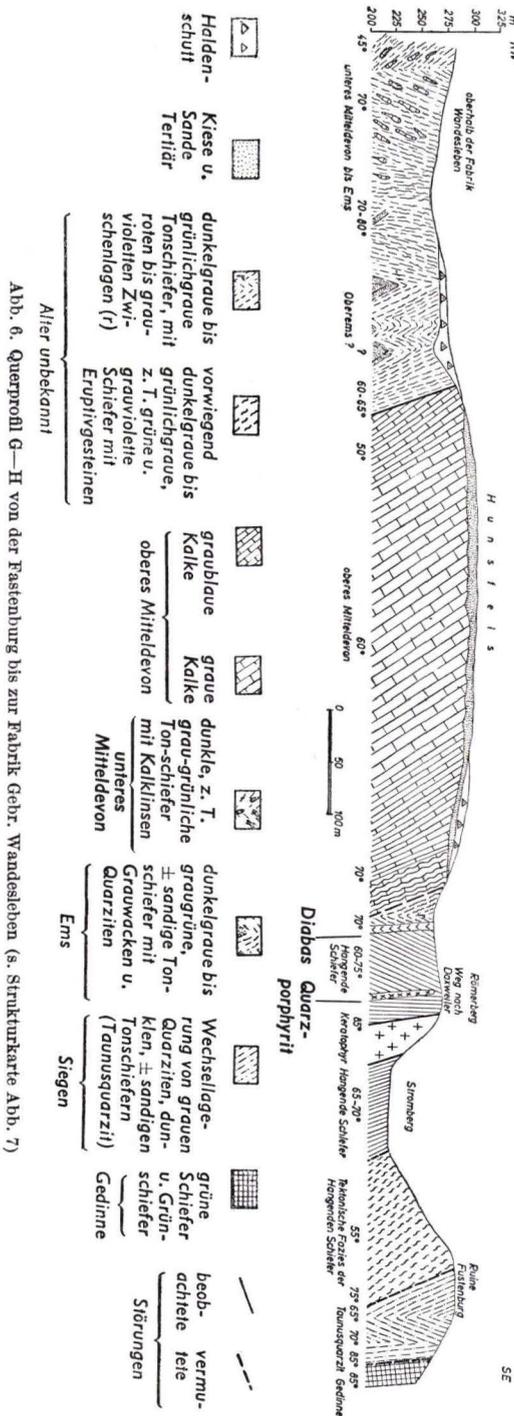


Abb. 6. Querprofil G—H von der Fustenburg bis zur Fabrik Wandelsleben (s. Strukturkarte Abb. 7)

Taunusquarzitüberschiebung an. Für diese Annahme tauchen insofern Zweifel auf, als die zwischenliegenden Schichten weniger von einer Metamorphose betroffen sind. Auch der mögliche Einwand, daß die Eruptivgesteine als Widerlager zu einer lokalen Steigerung der Beanspruchung geführt haben, befriedigt nicht. Er macht das Auftreten einer Störungszone nur noch wahrscheinlicher. Hierbei muß jedoch die Frage offenbleiben, ob die Eruptivgesteinsreihe aus dem tieferen Untergrund eingeschuppt ist. Diese nicht bestreitbare Möglichkeit schränkt den zuvor aus den allgemeinen Lagerungsverhältnissen gewonnenen Eindruck ein, daß sie Kernstück eines Sattels sind. Damit bleibt das Alter der am Nordhang der Fustenburg anstehenden Schichten umstritten, während die in ihrem Hangenden einsetzende Quarzit/Schieferabfolge weiterhin als Vertretung des Taunusquarzites angesehen werden kann.

Die Tonschiefer mit ihren rot- bis grau-violetten und kieselschieferartigen Einschaltungen am Südosthang des Römerberges, deren Alter ebenfalls fraglich bleiben muß, werden durch den sattelartigen Aufbruch aus Keratophyr gestört. Die allgemein nach Südosten (60—75°) geneigten Schiefer haben nordwestlich des Keratophyres und seiner Begleitgänge ein entgegengesetztes Einfallen (65 bis 85° NW). Die anschließende Mulde, die sich nicht nach Südwesten, aber nach Nordosten fortsetzt, weist an dem Fahrweg nach Daxweiler eine schwache Spezialfaltung auf. Die Nordwestflanke ist durch die Anpressung an den Kalk steilgestellt (70—80°) und in sich gefaltet.

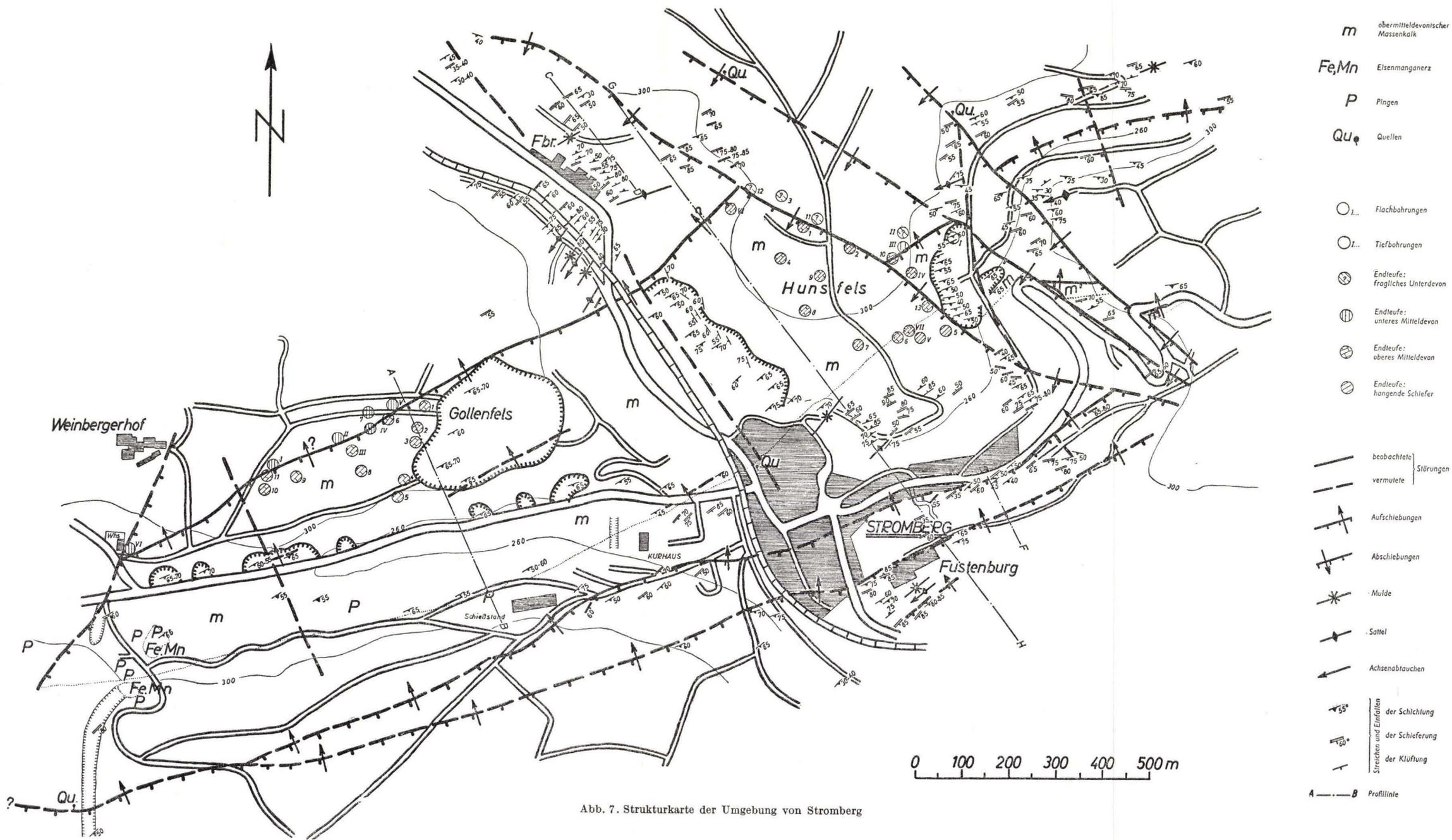
Leider liegt nirgends ein Aufschluß vor, aus dem einwandfrei zu ersehen wäre, ob die Schiefer an einer Störungszone auf den folgenden Kalk aufgeschoben sind oder sich kontinuierlich aus ihm entwickeln. Aus den bisherigen Bohrungen ergaben sich keine Hinweise auf eine Verwerfung, aber gewisse Anzeichen für eine Aufschiebung. In den hangendsten Abschnitten des anschließenden Kalkes stellen sich, wie z. B. unterhalb des Kurhauses, an der Straße nach Dörrebach, im Steinbruch am Gollenfels usw., streichende Störungszone ein. Sie haben aber nicht im Sinne von GERTH (1910) zu einer tektonisch bedingten Anschwellung der Mächtigkeit des Kalkes geführt. Soweit in diesem Profilabschnitt dünnere Kalkbänke bis Kalkschiefer vorhanden sind, sind sie in sich verfaltet. Darüber hinaus sind die Lagerungsverhältnisse in dem gesamten Kalkvorkommen mit  $50\text{--}70^\circ/50\text{--}75^\circ$  SE gleichbleibend. Kleinere Veränderungen sind durch die Einwirkung jüngerer, querschlägig verlaufender Störungen entstanden, auf die noch später einzugehen ist. Die Nordwestgrenze des Kalkes ist eine markante Störungslinie. Ihr Charakter ist nicht eindeutig. In einem Aufschluß, der zeitweilig nördlich der Kalköfen am Gollenfels offen war, sah man in dem dem Kalk anliegenden Schiefer Schleppungen usw., die auf eine An- und Aufschiebung des Kalkes schließen lassen. Andererseits deuten die allgemeinen Lagerungsverhältnisse auf einen Verwurf hin. Auffallend ist jedoch die Tatsache, daß in dem Gebiet, das sich unmittelbar nördlich an den Kalk anschließt, eine Spezialfaltung vorhanden ist. Sie läßt sich eher mit einer An- bzw. Aufschiebung als mit einer Abschiebung des Kalkes in Zusammenhang bringen. Dies schließt nicht aus, daß letztere noch später erfolgt ist. Infolge der ungeklärten tektonischen Verhältnisse an seiner Südostgrenze muß offen bleiben, ob der Stromberger Kalk gleich den Verhältnissen bei Bingerbrück von zwei Verwerfungen begrenzt als grabenartiger Einbruch vorliegt. Einige schon angeführte und später noch zu erwähnende Argumente sprechen vorerst dagegen. In jedem Fall bildet er das Kernstück einer großen, in sich gestörten Mulde.

Die Spezialfaltung ist nördlich des Kalkes im Bachbett gegenüber der Fabrik Gebr. Wandesleben in fraglichen Ems-Schichten gut einzumessen. Oberhalb der Brücke an der Bahnüberführung kann man kurz hintereinander zwei Sättel beobachten, die durch die dunkelgrauen Quarzite inmitten der Schiefer deutlich hervortreten. Der erste Sattel streicht  $30^\circ$ . Seine Achse fällt mit  $5\text{--}10^\circ$  nach Südwesten ein. Seine Schenkel sind jeweils mit  $75^\circ$  nach Nordwesten wie Südosten geneigt. Das Streichen des zweiten Sattels schwankt um  $40\text{--}50^\circ$ . Das Einfallen seiner Südostflanke wurde mit  $60^\circ$  ermittelt, auf dem Gegenflügel mit  $80^\circ$ . Grau- bis blauschwarze, mehr oder weniger sandige Schiefer schließen sich mit  $50^\circ/60\text{--}70^\circ$  SE nördlich an. Sie stellt BEYENBURG (1930) ohne einen Fossilbeleg in das Mitteldevon. Auf Grund der Tektonik läßt sich hierfür kein zwingender Schluß finden. Die tektonischen Beziehungen zu dem Taunusquarzit, der in südöstlicher Fortsetzung auf der Höhe des Kohlenberges ansteht, müssen aus Mangel an geeigneten Aufschlüssen ungeklärt bleiben. Vielleicht liegen hier ähnliche Verhältnisse vor, wie wir sie noch im Warmrother Grund kennenlernen werden. Auch zu dem östlichen Hang des Guldenbachtals können keine unmittelbaren Verbindungen mit Hilfe der Spezialfaltung hergestellt werden. Hier deutet sich nur südlich der Fabrikanlage ein Sattel an, der sich vielleicht nach Südwesten in einem Sattel fortsetzt, der nach dem Schichteinfallen

zwischen der Bahnüberführung und der Nordgrenze des Kalkes vorhanden sein muß. Seine Nordwestflanke ist in dem Aufschluß östlich der Fabrik gestört (s. Profil C—D, Abb. 2). Weiter im Nordwesten kann das Einfallen in den kalkführenden, blaugrauen Tonschiefern des Mitteldevon mit  $70\text{--}80^\circ$  NW wieder genauer eingemessen werden. In Höhe der Luftschutzzstollen (s. Profil C—D, Abb. 2) ist eine entgegengesetzte Neigung der Schichten mit  $40\text{--}55^\circ$  festzustellen. Sie wurde auch in dem im oberen Abschnitt des Hanges durchgeführten Schürfgraben festgestellt, so daß die zwischenliegende Mulde einen steilen Südost- und flachen Nordwestflügel besitzt (s. Profil C—D). Hierbei soll aus stratigraphischen Gründen das zusätzliche Vorhandensein einer streichenden Störung nicht ausgeschlossen werden. Auf der östlich anschließenden Hochfläche des Hunsfels fallen in den wenigen Aufschlüssen Schichtung wie Schieferung mit  $65\text{--}85^\circ$  nach Südosten ein.

Auf komplizierte tektonische Verhältnisse stößt man wieder im Warmrother Grund, da die einzelnen Einheiten durch Querstörungen zerrissen sind. Eine Verbindung zum Guldenbachtal ist mit Hilfe der kalkführenden Tonschiefer des Mitteldevons herzustellen. Sie sind das stratigraphisch jüngste Glied eines fast ungestörten nordwestlichen Muldenflügels, der gewissermaßen das Gegenstück zu dem Südostflügel an der Fabrik Gebr. Wandesleben im Guldenbachtal darstellt (s. S. 13). Die Südostflanke im Warmrother Grund ist aber durch eine fast diagonal zu dem Schichtstreich verlaufende Störung abgeschnitten, an der Siegen- bis Emsschichten auf Mitteldevon aufgeschoben sind. Im Süden von ihr weist der Taunusquarzit eine Spezialfaltung auf. Die mit  $90\text{--}110^\circ$  streichenden, plattigen Quarzite fallen zuerst mit  $30\text{--}40^\circ$  nach Südosten ein. Anschließend schaltet sich die Spezialfaltung ein. Die Nordwestflanken der Sättel sind stets steiler ( $80\text{--}85^\circ$ ) als die Südostflanken ( $40\text{--}75^\circ$ ), so daß eine Nordwestvergenz deutlich zum Ausdruck kommt. Die Sattelachsen tauchen mit  $20\text{--}40^\circ$  nach Südwesten ab. Über diese Spezialfaltung nimmt das Einfallen der Schichten nach Süden zu, wo es im Durchschnitt  $60\text{--}75^\circ$  SE beträgt. Auf gleicher Höhe vom Taunusquarzit liegt auf der gegenüberliegenden Talseite ein Sattel in den Quarziten bis quarzitischen Grauwacken des Unterems. Er ist nach Nordwesten überkippt, denn die tektonische Position seiner Südostflanke wurde mit  $85\text{--}100^\circ/45\text{--}50^\circ$  SE, seiner Nordwestflanke mit  $30\text{--}45^\circ/65\text{--}75^\circ$  SE ermittelt. Durch diese Meßwerte wird gleichzeitig das umlaufende Streichen dieser Struktur angezeigt. Die Sattelachse fällt mit  $30^\circ$  nach Südwesten ein. Ihr sind im Süden noch einige, jedoch nicht deutlich erkennbare Verfaltungszonen vorgelagert. Im allgemeinen ist hier die Schichtung mit  $70^\circ/55\text{--}60^\circ$  SE und die Schieferung mit  $70^\circ/65\text{--}70^\circ$  SE ausgerichtet. Bemerkenswert ist, daß die Spezialstrukturen in den Liegend-Schichten des Kalkes eine weitaus stärker betonte Nordwestvergenz aufweisen als jene in seinem Hangenden. Des weiteren tauchen die Achsen der Quarzitsättel stets nach Südwesten ab.

Die Lage des o. a. Taunusquarzites inmitten einer stratigraphisch jüngeren Umgebung ist nicht allein eine Folge der Aufschiebung, sondern durch eine relative Hebung an Querstörungen und durch die ihr folgende Abtragung der Hangend-Schichten bedingt. In diesem Geländeabschnitt konnten vier NW—SE verlaufende Verwerfungen festgestellt werden (Abb. 7). Die östlichste schneidet den nach Nordosten sich aushebenden Taunusquarzit ab. Die nächstfolgende bildet seine Südwest-



- m obermitteldevonischer Massenkalk
- Fe,Mn Eisenmanganerz
- P Pingen
- Qu Quaternär
- I... Flachbohrungen
- II... Tiefbohrungen
- ⊗ Endleufe: fragliches Unterdevon
- ⊖ Endleufe: unteres Mitteldevon
- ⊕ Endleufe: oberes Mitteldevon
- ⊘ Endleufe: hangende Schiefer
- beobachtete Störungen
- - - vermutete Störungen
- ↑ Aufschiebungen
- ↓ Abschiebungen
- \* Mulde
- ⋈ Sattel
- ↔ Achsenaблаuchen
- ↖ 35° Streichen und Einfallen der Schichtung
- ↖ 60° Streichen und Einfallen der Schieferung
- ↖ Streichen der Klüftung
- A — B Profilinie

Abb. 7. Strukturkarte der Umgebung von Stromberg

grenze. Sie ist von hier bis auf die Höhe der Binger Straße zu verfolgen. An ihr ist die folgende Scholle in das Liegende verworfen und gleichzeitig um einen geringen Betrag nach Nordwesten versetzt. Eine weitere Parallelstörung mit dem gleichen Effekt trennt die beiden Kalkvorkommen an der Binger Straße. In ihrer streichenden Fortsetzung nach Nordwesten ist unterhalb des Fahrweges nach Daxweiler bei den Kiesgruben ein stärkerer Quellaustritt zu beobachten. Die von BEYENBURG (1930) im Talgrund des Welschbaches (Warmstrother Grund) eingezeichnete Störung kann nur vermutet werden. Dagegen ergaben sowohl die Kartierung wie die durchgeführten Bohrungen, daß vom Nordhang der Fustenburg über den Hunsfels eine größere Verwerfung nach Nordwesten verläuft, an der wiederum die Südwestscholle abgesunken und nach Nordwesten verschoben ist. In den Kalkbrüchen im Guldenbachtal wie im Warmstrother Grund sind parallel hierzu Störungen zu beobachten, die auf ihren Harnischen horizontal verlaufende Striemung aufweisen. Im Guldenbachtal selbst wie östlich des Weinbergerhofes dürfen weitere Querverwerfungen vermutet werden. Schließlich wird im Südwesten der Stromberger Kalk durch eine wahrscheinlich NNE-SSW ausgerichtete Störungszone abgeschnitten.

Das gewonnene Gesamtbild bestätigt die Ansicht von CLOOS (1930), BEYENBURG (1930) und anderen Autoren, daß allgemein eine ortsgebundene Tektonik vorliegt. Der Vorgang der Einengung, der sich während der variskischen Faltungsära abspielte, hat schließlich zur Ausbildung einer Art „Schuppenzone“ geführt. Von Südosten nach Nordwesten (Abb. 6) kann man folgende „Schuppen“ unterscheiden: 1. südlich der Fustenburg mit Gedinne am Liegenden, 2. am Nordabhang der Fustenburg mit gedinneverdächtigen Sedimenten und Eruptivgesteinen an der Basis, 3. ob die folgende Schieferserie dem Stromberger Kalk aufgeschuppt ist, muß offen bleiben, 4. der Kalk mit seiner nördlichen Störungszone, 5. schließlich der Taunusquarzit im Warmstrother Grund auf Mitteldevon. Diese Einheiten werden durch jüngere Querstörungen, deren Alter nicht genauer festzulegen ist, in einzelne, sich NW-SE erstreckende Schollenstreifen zerlegt. An diesen Verwerfungen sind sie von Ost nach West staffelförmig abgesunken, wobei gleichzeitig die jeweilige Südwestscholle nach Nordwesten versetzt wurde. Somit liegt im Osten unseres Gebietes die relativ am höchsten gehobene Scholle vor. Indolgedessen sind auch hier die Schichten am stärksten abgetragen worden, so daß von dem Stromberger Kalk nur noch Rudimente vorliegen. Es kann angenommen werden, daß vor allem im Verlauf des Tertiärs weitere posthume Bewegungen an den Querstörungen stattgefunden haben, vielleicht einige sogar erst zu dieser Zeit angelegt worden sind. Hiermit könnte die Beobachtung zusammenhängen, daß in den westlich gelegenen Kalkschollen die Verkarstung viel stärker ausgeprägt ist als im östlichen Abschnitt, weil hier ihr Formenschatz inzwischen wieder einer Abtragung, bedingt durch die Hebung, zum Opfer gefallen ist. MICHELS (1930) nimmt an, daß durch einen gleichen Vorgang die bei Waldalgesheim nach seiner Meinung noch vorhandene Dolomitkappe des Kalkes im Gebiet von Stromberg verschwunden ist. Da die Verkarstung und ein Teil der Deckschichten in Stromberg wahrscheinlich alttertiär ist, müßte dieses Ereignis vortertiär eingetreten sein. Zeugen einer Abtragung sind in den Kalkgeröllen im Oberrotliegenden der Nahemulde gegeben. Sie sind z. T. dolomitisiert, wobei jedoch die Frage offenbleiben muß, ob nicht diese Dolomitisierung am Ort ihrer Ablagerung erfolgt ist. Eine endgültige Klärung der

von MICHELS geäußerten Vermutung kann nur erreicht werden, wenn sich herausstellt, daß der Dolomit von Waldalgesheim tatsächlich sekundär entstanden ist und wenn die Verbindung zum Stromberger Vorkommen durch Aufschlüsse zwischen Roth und Genheim hergestellt ist. Für letztgenannten Fall muß jedoch mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß sie durch die inzwischen erfolgte Abtragung völlig abgerissen ist.

#### IV. Zusammenfassung

Seit der geologischen Aufnahme der Umgebung von Stromberg durch BEYENBURG (1930) sind in den hier anstehenden Schichten weitere Fossilfundpunkte entdeckt worden. Hierdurch kann schon eine weitaus sichere Begründung für die stratigraphische Einordnung einiger Schichtkomplexe gegeben werden, als es bisher möglich war. Dies betrifft den Taunusquarzit am Kohlenberg und im Warmstrother Grund, das Unter- wie Oberems und untere Mitteldevon im Guldenbachtal oberhalb der Fabrik Gebr. Wandeleben, das Unterems und untere Mitteldevon im Wamrsrother Grund bzw. Welschbachtal. Darüber hinaus bleibt die stratigraphische Stellung verschiedener Schichteinheiten sowohl im Liegenden wie Hangenden des Stromberger Kalkes weiterhin ungeklärt, da sie bisher überhaupt keine oder nur untypische Fossilien geliefert haben. Mit Hilfe petrographischer Leitmerkmale ist ihre Erfassung und Koordinierung außerordentlich erschwert mit Ausnahme des kalkführenden Schieferzuges des unteren Mitteldevon vom Guldenbachtal bis Warmstroth. Diese Schwierigkeiten beruhen darauf, daß gewisse petrographische Horizonte, die für sich allein gewisse charakteristische Merkmale tragen, wiederholt im Profil auftreten. Hinzu kommt der fazielle Wechsel in der Horizontalen wie Vertikalen, wobei zuweilen eine fazielle Ausbildung vorliegt, die einen Vergleich der betreffenden Einheit mit evtl. gleichaltrigen Schichten aus der weiteren Umgebung oder aus ferneren Gebieten fast unmöglich macht. Dieser Hinweis bezieht sich auf die evtl. vorhandenen Hermeskeilschichten und den Taunusquarzit im Hangenden des Stromberger Kalkes wie allgemein auf gewisse Schichten in der Siegen- wie Emsstufe, z. B. den Hunsrückschiefer. Er kann bisher an keiner Stelle nachgewiesen werden. In diesem Zusammenhang muß vor allem die Schieferserie im Hangenden des Stromberger Kalkes genannt werden, die BEYENBURG (1930) wie andere Autoren auf Grund gewisser petrographischer Übereinstimmungen mit dem Oberdevon der Lahn-Dillmulde dieser Abteilung zuweisen möchten. Die hierfür angeführten Argumente lassen sich mit der gleichen Berechtigung als Gegenargumente verwenden. So tritt am Fuß der Fustenburg eine Schichtfolge auf, die Merkmale aufweist, nach denen ihre Zuordnung zum Gedinne nicht von vornherein ausgeschlossen werden kann. Andererseits muß hierbei beachtet werden, daß manche Sedimente bei entsprechender tektonischer Beanspruchung ein ähnliches Aussehen annehmen können. Dies betrifft besonders die Rotfazies, die in verschiedenen Schichteinheiten der Umgebung von Stromberg mit unterschiedlichem Habitus vorliegt. Da auch aus den Lagerungsverhältnissen kein zwingender Schluß für die Altersdatierung der Sedimentserie im Hangenden des Stromberger Kalkes gezogen werden kann, bleibt ihre Alterseinstufung weiterhin umstritten. Dagegen besteht über das Alter des Stromberger Kalkes als oberes Mitteldevon wohl kaum noch ein Zweifel. Die in ihm gefundene Conodonten-

fauna, die in Zukunft noch mehr Beweismaterial erbringen wird, macht diese stratigraphische Einstufung ebenfalls wahrscheinlich. Der Kalk, der in sich aufgegliedert werden kann, ist nach den derzeitigen Aufschlüssen weiter nach Osten als bisher, und zwar bis auf die Höhe der Straße nach Bingen zu verfolgen. Ein unmittelbarer Zusammenhang mit dem Dolomit von Waldalgesheim-Bingerbrück, der auch unter Berücksichtigung der Tektonik als sehr wahrscheinlich zu bezeichnen ist, kann aber nur durch künstliche Aufschlüsse im Gebiet Roth-Genheim nachgewiesen werden. Die Kalkvorkommen im Welschbachtal (Warmstrother Grund) gehören in das untere Mitteldevon. Sie liegen in einer gestörten Mulde, die durch einen Sattel aus Siegen- und Emsschichten mit streichenden Störungen von der Stromberger Mulde getrennt ist.

Aus den Lagerungsverhältnissen ergibt sich eine ortsgebundene Tektonik. Ihre charakteristischen Merkmale sind streichende Störungen mit zumindest teilweiser Aufschubungstendenz und einer hierdurch hervorgerufenen Spezialfaltung. Hinzu kommen NW-SE verlaufende Querstörungen, die das gesamte Gebiet in einzelne Schollen aufteilen, die ein staffelförmiges Absinken von Osten nach Westen erkennen lassen. Der überwiegende Teil der tektonischen Hauptelemente ist schon in der variskischen Faltingsära entstanden.

#### Schriftenverzeichnis

- BEYENBURG, E.: Stratigraphie und Tektonik des Guldenbachtals im östlichen Hunsrück. — Jb. Preuß. geol. L.-A. f. 1930, **51**, S. 417—461, Berlin 1931.
- BIERTHER, W.: Zur Stratigraphie der Stromberger Mulde und ihre Bedeutung für den südlichen Hunsrück. — Decheniana, **108**, S. 45—54, Bonn 1955.
- BUCHRUCKER, A.: Das Manganzerkvorkommen zwischen Bingerbrück und Stromberg am Hunsrück. — Jb. preuß. geol. L.-A. f. 1895, **16**, S. 1—9, Berlin 1896.
- CLOOS, H. & H. SCHOLTZ: Die Grundlagen der Deckenhypothese im südlichen Hunsrück. — Geol. Rdsch., **21**, S. 289—293, Berlin 1930.
- GEIB, K.: Beiträge zur Geologie des Blattes Stromberg. — Verh. naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf., 1909, **66**, S. 243—263, Bonn 1910.
- Beiträge zur Geologie von Stromberg und Umgebung. — Führer in die Natur der Umgebung von Stromberg, Kreuznach 1914.
- GERTH, H.: Gebirgsbau und Fazies im südlichen Teil des Rheinischen Schiefergebirges. — Geol. Rdsch., **1**, S. 82—96, Leipzig 1910.
- KOCH, C.: Über die Gliederung der rheinischen Unterdevon-Schichten zwischen Taunus und Westerwald. — Jb. preuß. geol. L.-A. f. 1880, **1**, S. 190—242, Berlin 1881.
- KUTSCHER, F.: Taunusquarzit, Throner Quarzit und Hunsrückschiefer des Hunsrücks und ihre stratigraphische Stellung. — Jb. preuß. geol. L.-A. f. 1936, **57**, S. 186—237, Berlin 1937.
- LOSSEN, C.: Geognostische Beschreibung der linksrheinischen Fortsetzung des Taunus in der östlichen Hälfte des Kreises Kreuznach, nebst einleitenden Bemerkungen über das „Taunusgebirge“ als geognostisches Ganzes. — Z. deutsch. geol. Ges., **19**, S. 509—700, Berlin 1867.
- MICHELS, F.: Erl. geol. Meßtischblatt Bingen-Rüdesheim. — Darmstadt 1930.
- ROTHPLETZ, A.: Über das Rheintal unterhalb Bingen. — Z. deutsch. geol. Ges., **36**, S. 694—695, Berlin 1884.
- SCOTTI, H. H.: Beitrag zur Tektonik des Guldenbachprofils im Hunsrück. — Geol. Meldearbeit f. d. zweite Staatsprüfung, Nr. 2052; Montanarchiv preuß. geol. L.-A. (Manuskript), Berlin 1911.
- SOLLE, G.: Beobachtungen und Deutungen zum Unterkoblenz im Taunus und Hunsrück. — Senckenbergiana, **31**, S. 185—196, Frankfurt a. M. 1950.
- WOLF, M.: Über die stratigraphische Stellung des Roteisenlagers der Grube Braut und des Bingerbrücker Dolomites. — Senckenbergiana, **12**, S. 36—39, Frankfurt a. M. 1929.
- Alter und Entstehung des Wald-Erbacher Roteisensteins (Grube Braut im Hunsrück) mit einer stratigraphischen Untersuchung der Umgebung. — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F. **123**, Berlin 1930.

Manuskript eingegangen am 2. 12. 1956

## Zur Geologie des Taunusquarzits bei Bad Homburg

Von

STEFAN JENTSCH und DIETRICH RÖDER, Frankfurt/Main

Mit 2 Abbildungen und Tafel 6

### I. Einleitung

Die hydrogeologische Bedeutung der Wasserstollen am Taunus-Südrand ist bekannt (z. B. durch REINACH 1904 und MICHELS 1933). Ebenso groß ist ihre Bedeutung für die regionalgeologische Erforschung der aufschlußarmen Gebiete ihres Aufsetzens, allerdings mit dem Nachteil, daß sie im allgemeinen nur während der Vortriebs-Arbeiten zugänglich sind und daß Stollen-Neubauten heute selten sind.

Die Stadt Bad Homburg besitzt 4 Wasserstollen, die sämtlich in das Paläozoikum des Herzberg-Saalburg-Zuges (Bl. Bad-Homburg v. d. H.) vorgetrieben wurden. Ihre geologische Aufnahme (REINACH 1904 und LEPLA, unveröff.) hat wichtige Erkenntnisse und Hinweise gebracht, ist aber z. T. veraltet. Nun wurde in den Jahren 1949 bis 1952 der 1888 bis 1896 auf 712 m, in den vierziger Jahren mehrmals um unbedeutende Längenbeträge vorgetriebene Braumannstollen um weitere 1000 m auf 1762,9 m verlängert.

1951 und 1952 hatte RÖDER auf Veranlassung von Prof. MICHELS Gelegenheit, den Neuvortrieb geologisch aufzunehmen. Aus der älteren Stollenstrecke, die zum großen Teil verbaut ist, liegen nur wenige neue Beobachtungen vor.

Im Herbst 1955 fanden die Verfasser bei Oberflächen-Begehungen eine Fauna im Taunusquarzit, deren Bearbeitung JENTSCH übernahm.

Dank schulden die Verfasser für die Einführung in die Methodik der Stollen-Aufnahme Prof. MICHELS und Dr. GUNZERT, vor allem aber Direktor P. SCHALL, Bad Homburg, der uns großzügig jede technische Hilfe gewährte, für paläontologische Ratschläge Frau Dr. E. RICHTER, die uns die Sammlungen des Senckenberg-Museums zugänglich machte, ferner Prof. Dr. RUD. RICHTER, Dr. W. KRÄUSEL und Dr. F. KUTSCHER.

### II. Der tektonische und sedimentäre Bau des Herzberg-Saalburg-Zuges

#### 1. Der Braumannstollen-Neuvortrieb (750—1762,9 m)

Die Neuvortriebsstrecke des Braumannstollens steht fast ausschließlich im Taunusquarzit, mit Ausnahme der Strecke zwischen 1675 und 1762 m, wo die Übergangszone zu den Hermeskeil-Schichten angefahren sind.

Der Taunusquarzit besteht zum etwas überwiegenden Teil aus plattigen, seltener dickbankigen, meist hellen, seltener graublauen Quarziten, die meist gut geschichtet

sind, die aber auch oft (besonders in der Strecke zwischen 750 und 950 m) Spuren starker und lange andauernder Aufbereitung zeigen: Schrägschichtung mit schnell und wahrscheinlich regellos wechselnder Klein-Sedimentationsrichtung, quarzitische

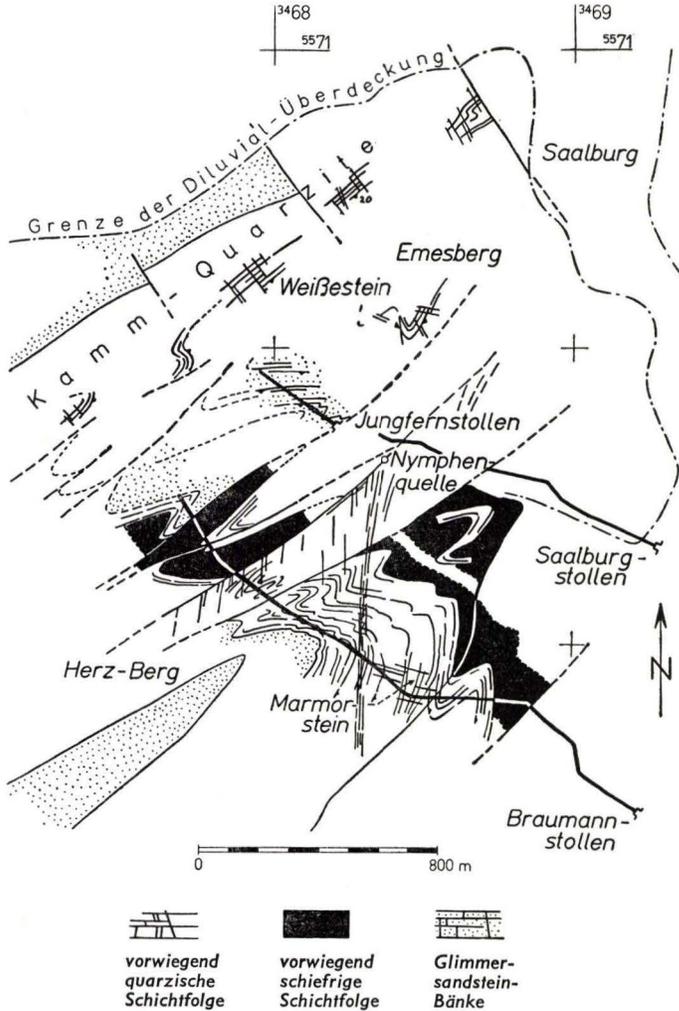


Abb. 1. Strukturkarte des Herzberg-Saalburg-Gebietes. Die isolierten Strukturen gehen auf Oberflächen-Beobachtungen, diejenigen in Verbindung mit Stollen-Profilinien auf Untertage-Beobachtungen und auf Angaben von REINACH 1904 zurück.

Bänke mit richtungslos (grauwackenartig) eingelagerten Schiefer- oder Tonfetzen. Spuren subaquatischer Rutschungen scheinen gleichfalls nicht selten vorzukommen, sie konnten aber nicht immer genügend sicher von tektonischen Erscheinungen unterschieden werden.

Der etwas kleinere Teil der Schichtfolge wird von Schiefen verschiedener Zusammensetzung gebildet: am häufigsten kommen reine blaue oder hellgrüne Ton-

schiefer vor, die nur selten den Reinheitsgrad von Dachschiefen erreichen. Feingebänderte, dann immer sehr dunkle Tonschiefer und Schiefer mit (geländemäßig geschätztem) mittleren Sandanteil kommen etwa gleich selten vor, während ausgesprochene sedimentäre Mischgesteine (die „Grauwackenschiefer“ des rheinischen Unterems) recht selten beobachtet werden konnten.

Die Gesteine der Übergangszone zu den Hermeskeil-Schichten bestehen aus den hier beschriebenen Schichtkomponenten, zwischen die sich selten 0,5—3 m mächtige Folgen von gelblichen, sehr glimmerreichen, nicht verkieselten Sandsteinen einschalten, die auf den Klüften, Schichtflächen und feinen Haarrissen mehr Sekundärrot als die Quarzite führen. Eindeutiges Primärrot wurde nie beobachtet.

Die angefahrenen Schichten erwiesen sich als stark orogon verformt. Der durch die hier verbreitete Nordvergenz überwiegend einseitig gerichtete tektonische Transport wirkt sich — mehr als durch Faltung — durch Scherbeanspruchung in Richtung des General-Einfallens aus. Der spezifische Scherwiderstand des Quarzits wirkt sich so aus, daß alle Differential-Bewegungen auf die Schiefer-Zwischenlagen oder noch häufiger auf die Grenzflächen zwischen Schiefer und Quarzit sich konzentrieren. Häufig sind 50 cm mächtige Schieferfolgen zwischen dickbankigen Quarziten in sich verfaltet, verruschelt und verquarzt. (Beispiele dafür unveröff. im Hess. L.-Amt f. Bodenforschung Wiesbaden.)

Deshalb finden sich im Stollenprofil zahllose Aufschiebungsflächen, denen aber kein sich im Profil auswirkender Wert beigemessen werden darf. Einige Aufschiebungen bringen Wiederholungen der Schichtfolge zwischen 10 und 50 m Mächtigkeit, die Funktion anderer kann nicht kontrolliert werden. Eine große Aufschiebung trennt die beiden im Stollen aufgeschlossenen Haupt-Einheiten.

Die Art der auftretenden Spezialfaltung bewegt sich oft auf der Grenze zwischen Biegegleitfaltung und Schuppenbau. Deshalb sind die zugehörigen Umbiegungsstellen auf der sehr schmalen Aufschlußfläche (Stollenhöhe etwa 2 m) leicht zu übersehen. Sie ergeben sich aber immer aus der Lage der Schieferung (die allerdings nicht in allen Schichten ausgebildet ist) zur Schichtung, aus der Orientierung der Schrägschichtungsf lächen, aus der Gesetzmäßigkeit des Auftretens charakteristischer Schichtgruppen auf beiden Faltenflügeln, aus dem Verhältnis zweier Einfalls-Richtungen zueinander, oder aus mehreren dieser Merkmale zusammen.

Die im Profilbereich zu beobachtenden Klüfte wurden nicht häufig genug eingemessen, um immer etwa ihnen übergeordnete Gesetzmäßigkeiten sicherzustellen.

#### a) *Der Faltenbau*

Zwischen 750 und 1312 m erscheint im Stollenprofil ein Sattel mit langem flachem, nur selten von kleineren Aufschiebungen und Spezialfaltungs-Zonen unterbrochenem Südflügel, verwickelt gebauter Scheitelzone und kurzem steilem Nordflügel, der den Hangendflügel einer bedeutenden Aufschiebung mit breiter, verquarzt-brecciöser Mylonitzone bildet.

In der Scheitelzone sind zwei Typen von Spezialfalten zu erkennen:

Typ 1: ausgeprägte Nordvergenz, Sattelachse in das Generalstreichen eingeregelt, Achsenfallen 10—40° gegen Osten.

Typ 2: Vergenzlos, Achse in abweichenden Richtungen streichend, Achsenfallen sehr steil (bis 80°).

Da die Falten vom Typ 2 vorwiegend im steilen Nordflügel angeordnet sind, wird ihre Rolle im Deformationsplan klar: es sind Ausweichbewegungs-Spuren des Quarzits, der infolge seines hohen Scherwiderstandes einer sphärischen Verformung widersteht, die bei einer hier vorliegenden Verteilung des Achsial-Gefälles des Hauptsattels notwendig wird, vergleichbar mit den Kniffen im sphärisch verformten Blech eines Ofenrohr-Knies.

Der Typ 1 stellt die normale B-betonte Spezialfaltung dar.

Der Südflügel ist an mehreren Stellen von E 100 S streichenden Querstörungen zerhackt, ein weiteres Zeugnis für das Achsenfallen nach Osten.

Die Zone zwischen 1312 und 1463 m, in der normale Faltung mit südfallendem Falten Spiegel ausgebildet ist, mag im großen als Mulde aufgefaßt werden, da sie den Liegendflügel der südlichen Hauptaufschiebung bildet (1312 m) und da sich in der nächsten tektonischen Einheit der Südflügel eines neuen Sattels anschließt (1463 bis 1792,9 m). Dieser Sattel ist in seinen bekannten Teilen stärker zerschuppt als der südliche, nur zwischen 1690 und 1740 m ist die Spezialfaltung stärker und etwas besser ausgebildet.

#### *b) Junge Störungen*

Der Faltenbau wird an verschiedenen Stellen von zwei funktionell verschiedenen Systemen junger Störungen unterbrochen. Bei 1463 m kreuzt eine saiger stehende Störung mit N 60 O den Stollen, die sich nicht in den Faltungs-Mechanismus einordnen läßt. Es liegt nahe, sie dem System der Taunusrand-Spalten zuzuweisen, obwohl der Bewegungs-Sinn nicht zu ermitteln ist. Stratigraphische Erwägungen zeigen aber, daß es eine Abschiebung ist, an der der Südflügel um einen hohen Betrag abgesunken ist. Die südlich anschließenden meist quarzitischen Schichten erscheinen steiler stehend als ihrer Lage im Faltenbau zukommen dürfte. Gleichzeitig ist ein Kluftsystem ausgebildet, das aus kleinen antithetischen nordfallenden Verwerfungen besteht, die im einzelnen einen sehr geringen Verwurf bringen, aber keinen Zweifel darüber lassen, daß sie mit der von CLOOS (1936, S. 267, dazu Abb. 218) beschriebenen Gesetzmäßigkeit zur Abschiebung dazugehörig auftreten. Dadurch wird auch das zu steile Einfallen der zugehörigen Schichten erklärt, die zur faltungsbedingten Rotation eine zusätzliche Neigung gegen den Rheingraben zu erfahren haben, die sich, ohne daß ein neues Kluftsystem nötig wurde, durch Gleitung auf den steilstehenden Schichtflächen abgespielt haben kann.

Zwischen 970 und 1034 m kreuzt den Stollen eine andere Schar von z. T. sehr bedeutenden antithetischen Abschiebungen. Alle klaffen weit. Sie sind meist schlecht verheilt (manchmal lose mit brecciösen nußgroßen Quarzitstücken ausgefüllt, diese manchmal mit derbem Brauneisen schlecht verkittet) und fast alle führen Wasser in außergewöhnlicher Menge.

Ende Dezember 1949 stand der Stollen bei 964 m mit 401,9 cbm Wasser/24h, Ende Januar 1950 bei 1001 m mit 1152 cbm Wasser/24h. Die Differenz in der Wasserführung kann ziemlich genau den zusätzlichen Zufluß aus diesen Klüften ergeben, da die Wasserführung im Februar, in einer Zeit, in der der Vortrieb stockte, genau kon-

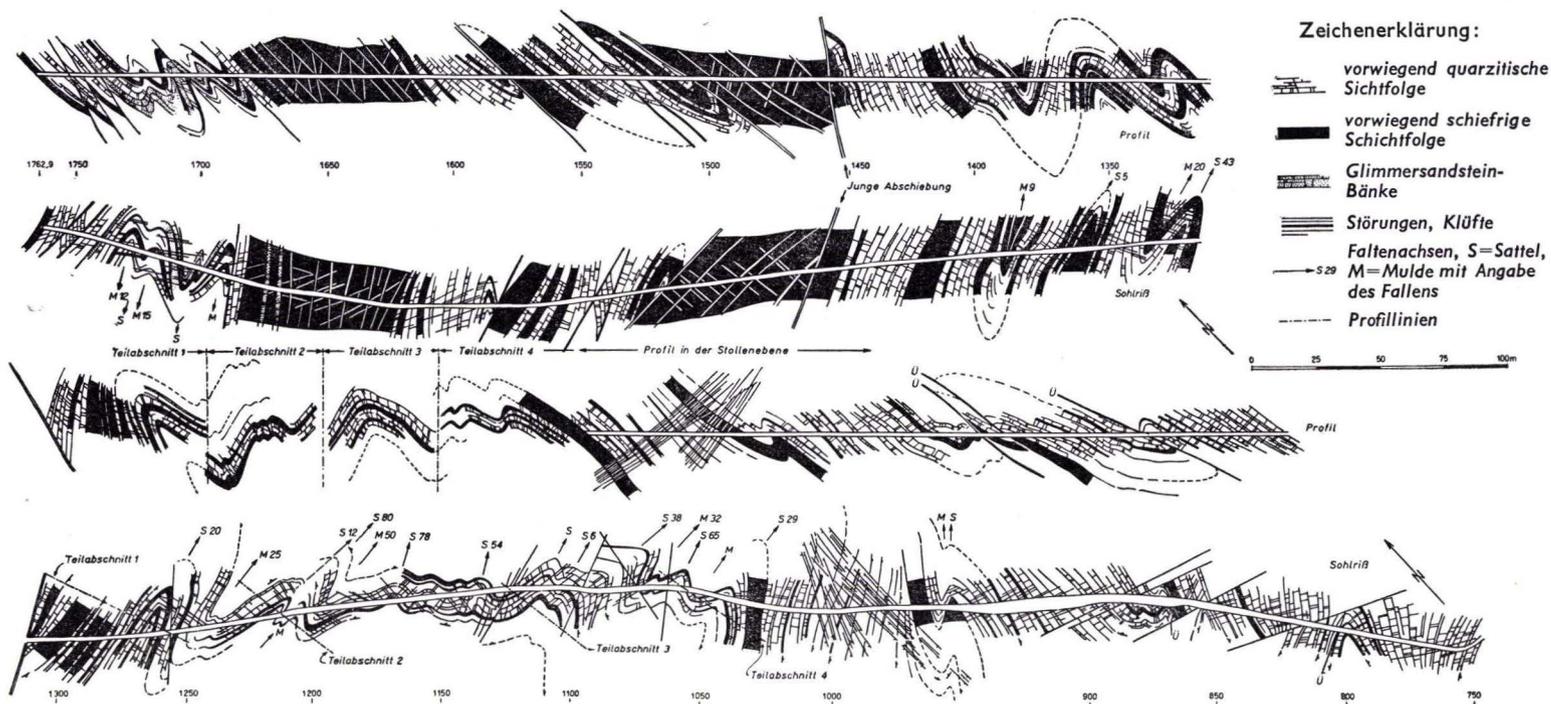


Abb. 2. Braumannstollen-Neuvortrieb 1949—1951. Sohlriß und Profil (aufgen. v. D. Röder)

stant blieb. Dieser Hinweis, den wir der Statistik der Stadtwerke Bad Homburg entnahmen, zeigt deutlich die wichtige Rolle dieser klaffenden Spalten als Wasserleiter.

Da wir keine andere junge Abschiebung von größerer Bedeutung kennen, schreiben wir die antithetischen Klüfte der Störung bei 1463 m zu, wobei es aber unklar bleibt, warum gerade zwischen 970 und 1034 m eine solche Scharung entstand.

Die antithetischen Störungen streichen durchschnittlich N-S, also unter einem Winkel von  $60^\circ$  zur zugehörigen Abschiebung. Das ist ein wichtiger Hinweis dafür, daß die relativ gesunkene Scholle gleichzeitig eine Rotation um eine Horizontalachse senkrecht auf der Horizontalspur der Randabschiebung ausgeführt hat, in dem Sinne, daß die südwestlichen Teile der Liegend-Scholle in der Abwärts-Bewegung hinter den nordöstlichen Teilen relativ zurückgeblieben sind.

## 2. Zur Stratigraphie

In einer Schichtfolge ohne biostratigraphische Anhaltspunkte, die tektonisch so stark gestört und faziell so unübersichtlich ist wie die im Braumannstollen angeschnittene Taunusquarzit-Folge, muß zur Klärung der Stratigraphie an die Stelle der einfachen Beobachtung ein kompliziertes System von einzeln unwirksamen, zusammen aber in ihrer Beweiskraft sich gegenseitig stützenden Überlegungen treten, von dem zu erwarten ist, daß es ungenauere Ergebnisse liefert als die direkte Beobachtung. Deshalb sind hier alle Zahlen-Angaben nur als in der Größen-Ordnung richtig aufzufassen. Vor jeder Zahl sind Ausdrücke wie „ungefähr“ oder „etwa“ zu ergänzen.

Die letzten Hermeskeil-Schichten des nach E abtauchenden Sattels vom Herzberg treten 400 m im Streichen vom Stollenprofil in 530 m über NN zutage aus. Eine Querstörung zwischen Herzberg und Stollen ist nicht erkennbar (MICHELS 1927 K). Der Sattel taucht im Stollenprofil mit  $25-30^\circ$  ab. Das Längsprofil ergibt, daß die vom Stollen geschnittenen Schichten des Sattelkernes stratigraphisch dicht über die Grenze Hermeskeil-Schichten-Taunusquarzit gehören müssen. Das Stollenprofil zeigt zwischen 750 und 1312 m eine relativ ungestörte Schichtfolge. In diesen 150—180 m Schichtmächtigkeit nimmt der Schiefergehalt nach oben von 40% auf 20% ab. In den kernnahen Zonen, die auf beiden Sattelflügeln im Stollenprofil auftreten (50 m) besteht eine Differenz im Schieferanteil zwischen Nordflügel (60%) und Südflügel (40%).

Auf der vom Stollen gerade noch erreichten Südflanke des nördlichen Sattels (Sattel vom Emesberg) (1463—1762,9 m) kommt im Hangenden von Gesteinen, die den Hermeskeil-Schichten zugerechnet werden müssen, eine 50 m mächtige fast geschlossene Schieferfolge. Darüber sind noch 20 oder 50 m — je nachdem, welche Funktion man den unterbrechenden Aufschiebungen zuschreibt — Schichten bekannt, in denen die Quarzite mit 60—70% vorherrschen.

Hieraus ergibt sich für den Stollenbereich, daß mindestens innerhalb der untersten 50 m der Schichtfolge der Schieferanteil kontinuierlich von S nach N zunimmt, und daß innerhalb der bekannten Schichtfolge (150—180 m) überall die höchsten Schieferanteile unten liegen.

Hieraus ergibt sich für den Stollenbereich, daß mindestens innerhalb der untersten 50 m der Schichtfolge der Schieferanteil kontinuierlich von S nach N zunimmt, und

daß innerhalb der bekannten Schichtfolge (150—180 m) überall die höchsten Schieferanteile unten liegen.

250 m östlich des Stollens im Fortstreichen des Sattels vom Herzberg hört die an der Oberfläche zwischen Herzberg und Marmorstein breit ausstreichende Zone fester Bänke bis auf den Zentralteil des Sattels auf. MICHELS (1927 K), der diese Beobachtung machte, deutet sie mit Hilfe einer Querstörung. Diese ist aber entbehrlich, wenn man das Abtauchen des Sattels berücksichtigt. Die Konstruktion des Längsprofils ergibt für die Quarzite, die nach oben von Schiefen unbekannter stratigraphischer Stellung abgelöst werden, eine Gesamtmächtigkeit von 350 m.

Bei Anwendung dieser Erkenntnisse auf die Scholle zwischen beiden Sätteln wird die Größenordnung der Bewegungen auf der Abschiebung bei 1463 m und auf der Aufschiebung bei 1312 m klar: Die Schichtfolge enthält hier 25—30% Schiefer. Sie entspricht also (auch wenn man die Zunahme des Schieferanteiles nach N berücksichtigt) stratigraphisch den höheren Schichten des Herzbergsattel-Südflügels. Auf der Nordseite der Abschiebung steht der Stollen in der durch weit höhere Schieferanteile ausgezeichneten Basis des Taunusquarzits. Der Abschiebungsbetrag kann sich also auf mehr als 50 m belaufen. Da der Falten Spiegel nach Süden einfällt und auf dem Hangendflügel der Aufschiebung von 1312 m wieder Schichten der Basis aufgeföhren sind, muß die Schubweite dieser Aufschiebung noch größer sein.

### 3. Die Umgebung des Braumannstollens

Diese Erscheinungen sind mit Beobachtungen in der Umgebung nicht immer in Einklang zu bringen. Sie zwingen zu der Annahme von Modifikationen des im Stollen gewonnenen stratigraphischen Schemas, deren Ausmaße aber nicht immer klar werden, da sich nur einige der aus dem Stollen (der dazu die ganze Nordhälfte des Taunusquarzit-Zuges unberührt läßt) bekannten tektonischen Elemente im Streichen in die Umgebung verfolgen lassen:

#### *a) Die nördlichen Bereiche*

Der Jungfernstollen in der Quellmulde des Kirdorfer Baches steht nach REINACH (1904, S. 19) in Hermeskeil-Schichten. Nachprüfungsversuche waren vergebens, die Halde ist vollständig zugewachsen. Der Jungfernstollen liegt aber im Streichen des im Braumannstollen aufgeschlossenen Sattels vom Emesberg, dessen Teilachsen auf dem Südflügel im Braumannstollen (zwischen 1690 und 1740 m) nach Westen abtauchen, und die dort die obersten Hermeskeil-Schichten bringen. Die Konstruktion des Längsprofils bestätigt REINACHS Beobachtung, unter der Voraussetzung, daß der Einfalls-Sinn der Achsen ungestört bis zum Jungfernstollen vorhält. Das unmittelbar Hangende der Schichten vom Jungfernstollen ist aus morphologischen Gründen (Quellmulde des Kirdorfer Baches) an der Tagesoberfläche nicht bekannt.

Nach Süden grenzen diese Hermeskeil-Schichten mit der jungen Abschiebung von 1463 m (Braumannstollen) an die Scholle des abtauchenden Herzberg-Sattels. Die Abschiebung streicht im Stollen so, daß sie sich zwanglos über die Stelle der Nymphenquelle (etwas oberhalb der Kehre des König-Wilhelm-Weges am Kirdorfer Bach) verlängern läßt.

Im weiteren Fortstreichen liegt der große Steinbruch am Osthang des Emesberges. An der Ostwand sind größere Partien des Ostflügels, an der weitgehend verrutschten Nordwestwand an zwei Stellen im Gebüsch kleine Teile des Westflügels eines nach Süden abtauchenden Sattels (eine weitere Stütze für REINACH) aufgeschlossen.

Dieser Sattel scheint zu der im Jungfernstollen zwischen 0 und 65 m angefahrenen Spezialfaltungszone (REINACH 1904, S. 19) zu gehören, deren südlichste Partien weiter östlich schon in das „steile“ Generalstreichen des Südostflügels des Sattels von der Saalburg einschwenken, das auf den Höhen östlich der Saalburg bis zum Hesselberg (außer den bei MICHELS [1927 K] angegebenen noch an mehreren anderen Stellen) zu verfolgen ist.

Die im Steinbruch am Emesberg aufgeschlossenen fast völlig schieferfreien plattigen Quarzite müssen wir auf Grund ihrer tektonischen Lage dicht über die Basis des Taunusquarzits stellen. Das setzt einer Annahme der Zunahme des Schieferanteiles besonders in den untersten Teilen der Schichtfolge in dieser Richtung eine Grenze.

Die hier vertretene stratigraphische Auffassung von der Grenzregion Hermeskeil-Schichten-Taunusquarzit steht in teilweisem Widerspruch zu NÖRING 1939, der zur Grenzziehung das Auftreten der ersten weißen Quarzite vorschlägt, im Bewußtsein der Tatsache, daß eine solche Vereinbarung nur kartiertechnischen, nicht aber bindenden stratigraphischen Wert hat. Danach müßten die Tonschiefer im Nordabschnitt des Braumannstollens noch zu den Hermeskeil-Schichten gerechnet werden. Das ist aber unmöglich, da sie nach Süden anscheinend in normale weiße Quarzite übergehen.

Die im Jungfernstollen zwischen 65 und 135 m angefahrenen Schichten gehören mit ihrem regelmäßigen flachen SSE-Fallen tektonisch zu den Scheitelzonen des nach SW abtauchenden Emesberg-Sattels. Die regelmäßig N 45 E streichenden Kammquarzite zwischen Roßkopf und Weißestein (an mehreren Stellen aufgeschlossen) lassen sich hiermit tektonisch nicht in Einklang bringen. Viel wahrscheinlicher ist uns die Vorstellung, daß sie den muldennahen Teilen der Südostflanke eines neuen Sattels angehören, dessen Kernzone unter der Schuttdecke des Anspacher Waldes von der Taunuskamm-Störung abgeschnitten wird. Das würde bedeuten, daß der Nordhang des Roßkopf-Weißesteinzuges ein relativ ungestörtes Profil durch größere Teile der zu erwartenden Schichtfolge (hohe Bunte Schiefer, Hermeskeil-Schichten und 300 m Taunusquarzit) enthält, eine Auffassung, die auch MICHELS 1927 K zu vertreten scheint. Sie läßt sich aber ohne künstlichen Aufschluß nicht nachprüfen.

Wenn diese Annahme zutrifft, dann ist der Weißestein-Quarzit mit den festen Bänken der östlichen Teile des Sattels vom Herzberg zu parallelisieren, die am Marmorstein und östlich davon überall die Hänge aufbauen, und die vom Braumannstollen wahrscheinlich nicht erreicht werden, da sie im Süden von der Randstörung, die das Unterems bringt, abgeschnitten werden.

Das Profil des Weißestein-Nordhanges zeigt ebenso wie das zum stratigraphischen Niveau der festen Bänke des Marmorsteins verlängerte Braumannstollen-Profil — wenn unsere tektonische Deutung richtig ist — eine erhebliche Abnahme des Schieferanteiles nach oben hin. Trotzdem wagen wir nicht, zu entscheiden, ob sich beide Beobachtungs-Orte zur Annahme eines zu Beginn der Ablagerungs-Zeit des Taunusquarzits geschlossen vordringenden Keiles der hypothetischen Hunsrückschiefer unter dem Unterems des Usinger Beckens verbinden lassen, an dessen östlicher

Flanke die Quarzite vom Emesberg und Fröhliche Mannskopf die Schieferfazies verdrängen. Ebenso möglich scheint es uns, eine im Quarzitkörper eingelagerte Wanne von Tonschiefern anzunehmen, die wenig oder keine fazielle Verbindung zu den geschlosseneren Schiefermassen des Haupt-Verbreitungsgebietes der tiefen Hunsrückschiefer hatte. Dafür sprechen die kleinen quarzitischen Erosionsreste vom Rebhühnerberg, Eichkopf und Einsiedler (MICHELS 1927 K).

#### *b) Die Unterems-Gräben*

Die Frage nach Lage und Ausbildung der Hangendgrenze des Taunusquarzits im Untersuchungs-Gebiet hängt von der Beurteilung der Unterems-Vorkommen in den drei unteren Homburger Wasserstollen ab.

Die heute schon etwas besser entwickelte Kenntnis von der Fauna der Ulmen-Gruppe (SOLLE 1950, RÖDER, Diss. unveröff. 1955) steht der unbedingten Einordnung der Fauna aus dem Luthereiche-Stollen (REINACH 1904) ins Unterems im Weg. Keine der dorthier genannten Arten ist nicht auch in der Ulmen-Gruppe möglich, obwohl die Zusammensetzung nicht gerade typisch für Bornicher Schichten ist. Da aber keine der beiden entgegengesetzten Möglichkeiten die Lage der Hangendgrenze des Taunusquarzits beeinflusst, ist die Einstufung der Luthereiche-Fauna in diesem Zusammenhang gleichgültig.

Den Angelpunkt bilden die vom Saalburgstollen zwischen 80 und 858 m aufgefahrenen Schichten. REINACH vergleicht sie lithologisch mit den reichlich Grauwacken führenden schiefrigen Schichten mit der Luthereiche-Fauna und deutet sie als Füllung eines spießwinklig in die varistischen Strukturen des Südtaunus eingesenkten schmalen tiefen Grabens (Deutung in dieser Form aufgegriffen zuletzt bei SOLLE 1950).

Die Möglichkeit eines Grabens zwischen Taunusquarzit und Vordevon am Südrand des Herzberg-Saalburg-Zuges kann in Anbetracht der häufig vorhandenen Analogien nicht ausgeschaltet werden, selbst wenn man mit MICHELS 1927 K eine Diskordanz im Hangenden des Taunusquarzits annimmt. Aber ein schmaler Graben kann in dieser Gegend keine N-S streichenden Ränder aufweisen, wie es REINACH 1904 darstellt, um die unteremsartigen Gesteine im Saalburgstollen noch mit einzubeziehen, denn

1. Der Taunusquarzit reicht im Braumannstollen-Profil sicher weiter nach Süden als bei REINACH 1904 angegeben (687 m). Die Verwerfungen, auf die sich REINACH außer petrographischen Beobachtungen bezieht, sind alle heute vermauert, aber die zwischen 750 und 475 m angefahrenen Quarzite mit Schieferzwischenlagen unterscheiden sich in nichts von zweifellosem Taunusquarzit der nördlicheren Stollenbereiche. Schon dadurch wird eine einheitlich N-S streichende Randstörung zwischen Luthereichestollen und Saalburgstollen unmöglich.

2. Aus dem Braumannstollen-Neuvortrieb ist keine Parallel-Abschiebung in der verlangten Richtung bekannt, außer den nordfallenden antithetischen Abschiebungen. Es ist möglich, daß REINACH ähnliche Klüfte im Saalburgstollen, die ja diese Richtung haben können, als Randstapelbrüche mit bedeutendem Versatz aufgefaßt hat.

3. Ein komplizierterer Bau des Grabens, bei dem die einfache „steil“ streichende Randstörung des Grabens durch ein System von mehreren gestaffelt parallelen „flacher“ streichenden Randstörungen ersetzt ist, besonders im Gebiet zwischen Luthereiche- und Braumannstollen, paßt mechanisch besser in das aus der Lage der antithetischen Klüfte gewonnene Bild in Längsrichtung einseitig abgesunkener Schollen. Leider sind am Taunus-Südrand die Grabenränder nirgends so aufgeschlossen, daß man ein Bild des sicher vorhandenen gemeinsamen Bauprinzips bekommen kann.

### III. Tektonisches Ergebnis

Vom varistischen Bauplan des Herzberg-Saalburg-Zuges lassen sich drei tektonische Einheiten  $\pm$  gut erkennen:

In Kamm und Nordhang ein Sattel mit ausgebildeter Nordvergenz und horizontaler oder (nur nordöstlich der Saalburg beobachtbar) nordostfallender Achse. Daran südlich anschließend (wahrscheinlich mit einer Aufschiebungs-Zone) ein Sattel mit südwestfallenden Achsen und am Herzberg-Südhang, südlich einer vermittelnden Mulden-Zone, ein Sattel mit schwächerer Nordvergenz und steil nordostfallenden Achsen. Weiter südlich schließen sich im Gebiet der jungen Gräben in ihrer Ausbildung unbekannt Faltenzonen an.

Dieser Plan ist durch eine jüngere Bruchtektonik modifiziert: In der südlichsten Scholle, deren Neigung (aus stratigraphischen Erwägungen erschlossen) wahrscheinlich nach Südwesten gerichtet ist, verbergen sich grabenartige Teil-Stücke mit Unterems- oder Obersiegen-Füllung. Sie steht in unbekanntem — wahrscheinlich teilweise nicht unterbrochenem — mechanischem Zusammenhang mit der nächsten Scholle, die außer dem Herzberg-Sattel noch die nördlich anschließende Muldenzone umfaßt, in der das Achsenfallen eine zusätzliche Neigung nach Nordosten erfahren hat.

Die Neigungs-Richtungen der beiden Schollen zusammen mit den Achsen des Herzberg-Sattels kommen einander so entgegen, daß das trennende Randstörungssystem schon südwestlich des Saalburgstollens den Abschiebungsbetrag Null erreicht und die Grabenfüllung im Saalburgstollen nach Nordwesten ungestört auf die nächste Scholle übergreift und dort das Hangende der im Braumannstollen aufgeführten Schichten des Herzberg-Sattels bildet. Weiter im Norden bleibt der bruchtektonische Bau unklar. Die Lage der dort zu erwartenden Taunuskamm-Störung ist nur durch die Übertragung der Beobachtungen aus dem Anspacher Wasserstollen (MICHELS 1927, SOLLE 1950) etwa lokalisierbar.

### IV. Die Fauna vom Kirdorfer Bach

Bei Oberflächenbegehungen im Herzberg-Saalburg-Gebiet fanden wir in den Geröllen des Kirdorfer Baches an der Kreuzung mit dem König-Wilhelm-Weg (r = 3468550 h = 5569600, Blatt Bad Homburg v. d. H.) eine Fauna, die wegen ihrer Reichhaltigkeit im folgenden bekannt gemacht werden soll.

Aus dem Taunusquarzit auf Blatt Bad Homburg liegen bisher nur spärliche Faunen vor (C. KOCH, REINACH 1904, MICHELS 1927), aus der näheren Umgebung unseres

Fundpunktes nur die Aufsammlung von F. ROLLE (1 gut erhaltenes Exemplar von *Grammysia hamiltonensis* und 1 Abdruck von *Hysterolites* (A) *primaevus*), die uns dank der Freundlichkeit von Frau Dr. E. RICHTER im Senckenberg-Museum zugänglich waren.

### 1. Gestein und Erhaltung

Die gesammelten Fossilien stammen aus einem sehr großen Block von frischem, mäßig eingekieselem weißem Quarzit. Die über 20 cm mächtige Fossilbank konnte im Anstehenden nicht aufgefunden werden, doch schließt die geringe Kantenrundung und die Morphologie der Umgebung einen allzu weiten Transport aus.

Die meisten Fossilien liegen als Primärbruchstücke und deren Steinkerne und Abdrücke vor, viele Schalen sind vor der Einbettung stark abgerieben. Unzerstörte dünnchalige Formen (z. B. *Homalonotus*) liegen neben zerbrochenen Dickschalern (z. B. *Acrospirifer*), ein weiterer Hinweis auf die starke Aufbereitung des Sediments. Die Verdrückung der Fossilien ist gering, größere Lösungs-Hohlräume sind mit Quarztapeten ausgekleidet.

### 2. Fossilliste

<i>Homalonotus</i> ( <i>Digonus</i> ) <i>rudersdorfensis</i> R. & E. RICHTER . . . . .	1
<i>Homalonotus</i> ( <i>Digonus</i> ) sp. 1 . . . . .	1
<i>Homalonotus</i> ( <i>Digonus</i> ) sp. (Rumpfringe, Teile von Kopf und Pygidium) . . . . .	3
<i>Tentaculites straeleni</i> MAILLIEUX . . . . .	2
<i>Tentaculites</i> sp. . . . .	3
<i>Bucanella</i> cf. <i>bipartita</i> (SANDBERGER) . . . . .	1
<i>Pleurotomaria</i> sp. . . . .	1
<i>Limoptera orbicularis</i> (OEHLERT) . . . . .	1
<i>Kochia capuliformis</i> (KOCH) . . . . .	1
<i>Leiopteria</i> cf. <i>compacta</i> DAHMER . . . . .	1
<i>Ctenodonta hercynica</i> BEUSHAUSEN . . . . .	2
<i>Ctenodonta kayseri</i> BEUSHAUSEN . . . . .	2
<i>Ctenodonta primaeva</i> STEININGER . . . . .	2
<i>Ctenodonta</i> cf. <i>maureri</i> BEUSHAUSEN . . . . .	1
<i>Modiomorpha</i> sp. aff. <i>carinata</i> MAURER . . . . .	2
<i>Goniophora angulata</i> n. sp. . . . .	1
<i>Goniophora</i> cf. <i>schwerdi</i> BEUSHAUSEN . . . . .	1
<i>Myophoria</i> cf. <i>inflata</i> A. ROEMER . . . . .	1
<i>Ledopsis taunica</i> BEUSHAUSEN . . . . .	2
<i>Lamellibranchia</i> gen. et spec. ind. . . . .	3
<i>Hysterolites</i> ( <i>Hysterolites</i> ) <i>hystericus</i> (SCHLOTHEIM) . . . . .	2
<i>Hysterolites</i> ( <i>Acrospirifer</i> ) <i>primaevus</i> (STEININGER) . . . . .	3
<i>Hysterolites</i> ( <i>Acrospirifer</i> ) <i>fallax</i> (GIEBEL) . . . . .	3
<i>Hysterolites</i> ( <i>Acrospirifer</i> ) sp. aff. <i>fallax</i> (GIEBEL) . . . . .	2
<i>Rhenorenselaeria crassicosta</i> (KOCH) . . . . .	3
<i>Rhenorenselaeria</i> cf. <i>strigiceps</i> (F. ROEMER) . . . . .	1
Orthacea ind. . . . .	1
<i>Discina</i> sp. . . . .	1
Crinoidea ind. . . . .	2
?Bryozoa ind. . . . .	1
<i>Caulostrepsis taeniola</i> CLARKE . . . . .	2

Häufigkeits-Angaben: 1 = selten, 2 = mäßige Anzahl, 3 = häufig. Das Material befindet sich in der Sammlung des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung Wiesbaden (Blatt Bad Homburg, 5717).

### 3. Altersstellung der Fauna

Die Fundumstände lassen eine Altersdeutung der Fossilbank auf Grund ihrer Lagerung nur sehr beschränkt zu, aber höchstwahrscheinlich gehört sie nicht in den Oberen Taunusquarzit.

Bessere Anhaltspunkte gibt die Fauna selbst: Das Fehlen von *Chonetes* und von *Tropidoleptus rhenanus*, ebenso das Auftreten von *Rhenorensellaeria strigiceps* in nur zwei nicht sicher bestimmbar Exemplaren weist auf Katzenlocher Niveau (= Seifener Schichten DAHMER). Daß der für den Taunusquarzit Herdorfer Alters im Hunsrück so bezeichnende *Tropidoleptus rhenanus* (siehe KÜTSCHER 1939) fehlt, kann in unserem Fall keine lokale Erscheinung sein, da alle Formen hier vorhanden sind (z. B. Acrospiriferen), die in höheren Schichten diesen Brachiopoden begleiten. *Tropidoleptus* ist in seiner gesamten Lebenszeit so häufig, daß er in allen einigermaßen günstigen Fazies wenigstens in einigen Exemplaren thanatocoenös auftritt. Sein Fehlen hier ist also nicht biofaziell, sondern phylogenetisch begründet. Für ein tiefes Niveau spricht auch das Massenaufreten von *Rhenorensellaeria crassicosta*, die in den *Tropidoleptus*-führenden Taunusquarziten bereits durch *strigiceps* abgelöst ist.

Abweichend von der Seifener Faunengemeinschaft treten hier die großschaligen Muscheln zurück, ebenso ist *Homalonotus (Digonus) rudersdorfensis* bisher nur aus Herdorfer Schichten beschrieben und über die Verbreitung von *Hysterolites (A) fallax*, der in Seifen fehlt, ist bisher wenig bekannt. Diese Abweichungen berechtigen allerdings nicht zu einer höheren Einstufung.

Wir weisen die Fauna den tieferen Seifener Schichten zu.

### V. Stratigraphisches Ergebnis

Bei Außerachtlassung der oben erläuterten Unsicherheitsfaktoren ergibt sich für die Stratigraphie des Bad Homburger Taunusquarzits folgendes:

Die Basis des Taunusquarzits läßt sich im Stollen an zwei Stellen festlegen. Sie ist im Norden mehr schiefrig, im Süden mehr quarzitisches ausgebildet. Darüber kommen 350 m Taunusquarzit, von denen im Braumannstollen-Neuvortrieb die untersten 150—180 m bekannt sind. Die dort fehlenden höheren Partien sind besonders quarzitreich aufgeschlossen als Kammquarzite am Weißestein mit Umgebung und am Marmorstein. Zwischen Braumannstollen und Saalburgstollen werden sie normal überlagert von quarzitärmeren grauackereichereren Schichten, deren Mächtigkeit gleichfalls 350—400 m betragen kann, wenn das Achsen-Abtauchen sich nicht ändert. Sie werden von REINACH 1904 aus lithologischen Gründen als Unterems aufgefaßt.

KIENOW 1934 gliedert den Taunusquarzit am Mittelrhein in 280 m Unteren Taunusquarzit mit häufigen geschlossenen Quarzitfolgen und in grauackereichereren Oberen Taunusquarzit unbekannter Mächtigkeit.

NÖRING 1939 gliedert in 550 m schieferärmeren, unten fossilereeren, Unteren Taunusquarzit mit Fossilzone Katzenloch in den höheren Teilen und 250 m schieferreichereren Oberen Taunusquarzit.

MICHELS 1927 findet im Verbreitungsgebiet der Kammquarzite des östlichen Taunus eine relative Häufung von Fossilbänken ohne bestimmbar Reste, aus zweifellos tieferen Schichten dagegen fast nichts Organisches. Die Fundumstände der

Fauna vom Kirdorfer Bach schließen die Möglichkeit nicht aus, daß sie gleichfalls aus dieser Zone stammt. Sie entspricht biostratigraphisch etwa dem Niveau Katzenloch.

Eine Parallelisierung zwischen dem Untersuchungsgebiet und dem Hunsrück erscheint möglich: Die im Braumannstollen aufgeschlossenen Schichten bilden zusammen mit den Kammquarziten den Unteren Taunusquarzit, der in seinen oberen Teilen Fossilbänke vom Niveau Katzenloch enthält, hier vertreten durch die Fauna vom Kirdorfer Bach. Er wird normal überlagert von 350 m Oberem Taunusquarzit, der nach den Aufschlüssen im Saalburgstollen lithologisch dem Unterems gleicht.

Die Grabenfüllung hat man sich dann so vorzustellen: Im Südwesten die stratigraphisch höchsten Partien mit der Luthereiche-Fauna, entweder Ulmen-Gruppe oder Unterems; weiter nach Nordosten durch die, vielleicht durch südwestliches Achsenfallen unterstützte, Neigung der Grabensohle nach Südwesten (im Braumannstollen) unterlagert von Oberem Taunusquarzit, der am äußersten nordöstlichen Grabenende über die Grabenränder hinaus nach Nordwesten übergreift (im Saalburgstollen) und dort sichtbar den Unteren Taunusquarzit überlagert.

#### 4. Bemerkungen zu einzelnen Arten der Fossilliste

##### ***Homalonotus (Digonus) rudersdorfensis* R. & E. RICHTER**

1932 *Homalonotus (Digonus) rudersdorfensis* n. sp. — RICHTER, Unterlagen zum Fossilium Catalogus, Trilobitae VI, Abb. 3–8.

Es liegen zwei gut erhaltene Schnauzenschilder vor, die nach Bestimmung von Frau Dr. E. RICHTER dieser Art zuzurechnen sind.

##### ***Homalonotus (Digonus) sp. 1***

Taf. 6 Fig. 1a, 1b

Von dieser, keiner bisher bekannten Art mit Sicherheit zuweisbaren Form liegt ein sehr großes, unvollständiges Pygidium vor. Schwanzspitze breit gerundet, schaufelförmig, mit flachgerundetem Knick aus der breiten Spindel hervorgehend. Begrenzung der Spindel gegen die Flanken undeutlich. Die in der Länge wahrscheinlich nicht vollständige Spindel zeigt 9 gerundete Rippen, die nach hinten undeutlich werden.

##### ***Modiomorpha* sp. aff. *carinata* MAURER**

Taf. 6 Fig. 4a–c

Einige, z. T. schlecht erhaltene Steinkerne und Abdrücke einer gekielten *Modiomorpha* bereiten Schwierigkeiten bei der Bestimmung. Am nächsten verwandt scheint sie mit *M. carinata* MAURER aus den mittleren Siegener Schichten von Seifen zu sein, unterscheidet sich aber von dieser durch ihren Umriß, der beträchtlich mehr quer verlängert ist.

##### ***Goniophora angulata* n. sp.**

Taf. 6 Fig. 5

Derivatio nominis: angulata (lat.) die Gewinkelte

Typus (hiermit): Steinkern der linken Klappe Fig. 5

Locus typicus: Kirdorfer Bach SW. Saalburg i. Taunus

Stratum typicum: Taunusquarzit  
 Material: Steinkern einer linken Klappe  
 Diagnose: Eine *Goniophora* HALL mit folgendem Merkmal: Der Hinterrand bildet einen rechten Winkel an Stelle der bogigen Rundung aller anderen *Goniophora*-Arten.

Beschreibung: Schale querverlängert mit fast geradem, langem Schloßrand, vorspringendem Vorderrand und geradem Unterrand. Der Kiel ist flach bis mäßig hoch und scharf, das Vorderfeld ist auf dem Steinkern mit feinen, geraden konzentrischen Rippen bedeckt, die wirbelwärts undeutlich werden. Das hintere Feld bildet ein rechtwinkliges Dreieck, dessen Hypotenuse der Kiel ist. Muskeleindrücke, Mantellinie und Schloß sind nicht erhalten.

### ***Hysterolites (Acrospirifer) fallax* (GIEBEL)**

Taf. 6 Fig. 2a-d

1880	<i>Spirifer bischofi</i> ROEMER	gosselet, Esquisse géol. du Nord . . . 1er fasc., Pl. I, fig. 18
1900	<i>Spirifer fallax</i> GIEBEL	Scupin, Spiriferen S. 86 (Abb.)
1910	<i>Spirifer fallax</i> GIEBEL	Assmann, Erbslochgrauwacke T. 6, Fig. 5—12
1955	<i>Hysterolites (Acrospirifer) fallax</i>	Röder, Siegen-Südeifeler Haupt- sattel . . . T. 24, Abb. 10—12a

Bemerkenswert ist das häufige Auftreten von *H. (A.) fallax*, der bisher als Vertreter von *H. (A.) primaevus* in der böhmischen Fazies galt. Gosselet (1880) nennt aus dem „Taunusien“ der Ardennen einen *Sp. bischofi*, der nach der einzigen Abbildung Gosselets wahrscheinlich ein *fallax* ist. Seit Auftreten in der Ulmengruppe rheinischer Fazies hat auch Röder (1955) beschrieben. Als später und degenerierter Seitenzweig von *primaevus* im Sinne von Röder läßt er sich, nach dem Fund in der mittleren Siegenstufe zu urteilen, wohl nicht halten, man sollte vielleicht von einer langzeitigen Parallelentwicklung sprechen. Über die Lebenszeit ist nichts Genaueres bekannt, doch scheint er die Grenze Siegen-Ems nicht zu überschreiten.

### ***Hysterolites (Acrospirifer) sp. aff. fallax***

Taf. 6 Fig. 3a-b

Eine Form, die sich durch vom Muskelzapfen bis zum Vorderrand ohne Absatz durchgehende scharfe Rippen von *H. (A.) primaevus*, durch ihren langen, weit vorragenden Muskelzapfen von *fallax* unterscheidet. Die Erhaltung ist für eine genauere Untersuchung zu schlecht.

### Zusammenfassung

Das Profil des Braumannstollen-Neuvortriebes schneidet zwei auch oberflächlich verfolgbare Sättel an. Das im Stollen an zwei Stellen festlegbare stratigraphische Normalprofil enthält 350 m Taunusquarzit mit teilweise verfolgbarem lateralem Fazieswechsel. Der von Reinach 1904 entdeckte Unterems-Graben enthält in seinen Ostteilen wahrscheinlich Oberen Taunusquarzit. Wahrscheinlich aus den Grenzschichten stammt eine Fauna, deren Einstufung in das Seifener Niveau sicher ist. Mit

ihrer Hilfe kann die Taunusquarzit-Stratigraphie von Bad Homburg als der des Hunsrücks ähnlich angesehen werden. Die Fauna enthält einige biofazielle und paläontologische Besonderheiten, darunter eine neue Spezies der Muschel *Goniophora* HALL.

#### Schriftenverzeichnis

- ASSMANN, P.: Die Fauna der Erbslochgrauwacke bei Densberg im Kellerwald. — Jb. preuß. geol. L.-A. f. 1910, **31**, S. 136—172, Taf. 6—11, Berlin 1910.
- CLOOS, H.: Einführung in die Geologie. Berlin 1936.
- DAHMER, G.: Die Fauna der Seifener Schichten (Siegenstufe). — Abh. preuß. geol. L.-A., N. F. **147**, Berlin 1934.
- FUCHS, A.: Erläut. zur geol. Karte v. Preußen 1:25000 Bl. Oberreifenberg, Berlin 1927.
- GOSSELET, M. I.: Esquisse géologique du Nord de la France et des Contrées voisines. Lille 1880.
- KEGEL, W.: Der Taunusquarzit von Katzenelnbogen. — Abh. preuß. geol. L.-A., N.F. **76**, Berlin 1913.
- KIENOW, S.: Die innere Tektonik des Unterdevons zwischen Rhein, Mosel und Nahe. — Jb. preuß. geol. L.-A. für 1933, **54**, S. 58—95, Berlin 1933.
- KUTSCHER, F.: Fossilvorkommen im Taunusquarzitzone Weißfels-Hujets Sägemühle-Wehlenstein des Bl. Birkenfeld-West (Hunsrück). — Decheniana, **99A**, S. 105—118, Taf. 1, Bonn 1939.
- MICHELS, F. & SCHLOSSMACHER, K.: Erläut. zur geol. Karte von Preußen 1:25000, Bl. Homburg-Ober-Eschbach, Berlin 1927.
- NÖRING, F. K.: Das Unterdevon im westlichen Hunsrück. — Abh. preuß. geol. L.-A., N.F. **192**, S. 87—90, Berlin 1939.
- QUIRING, H.: Beiträge zur Geologie des Siegerlandes III: Über Leitfaunen in den Siegener Schichten der Umgebung von Siegen. — Jb. preuß. geol. L.-A. f. 1922, **43**, S. 90—112, Berlin 1923.
- v. REINACH, A.: Über die zur Wassergewinnung im mittleren und östl. Taunus angelegten Stollen. — Abh. preuß. geol. L.-A., N.F. **42**, Berlin 1904.
- RICHTER, RUD. & E.: Unterlagen zum Fossilium Catalogus, Trilobitae VI. — Senckenbergiana, **14**, S. 359—371, Frankfurt a. M. 1932.
- RÖDER, D.: Der Siegen-Südeifeler Hauptsattel zwischen Lieser und Üß (Unterdevon, Rheinisches Schiefergebirge). — Diss. unveröff., Frankfurt a. M. 1955.
- SOLLE, G.: Obere Siegener Schichten, Hunsrückschiefer, tiefstes Unterkoblenz und ihre Eingliederung ins rheinische Unterdevon. — Geol. Jahrbuch, **65**, S. 299—380, Hannover 1950. Geologische Karte von Preußen 1:25000, Bl. Homburg-Ober-Eschbach (MICHELS 1927 K).

Manuskript eingegangen am 16. 8. 1956

## Unteres und mittleres Unter-Ems im Lieserprofil (Unter-Devon, Südost-Eifel)

Von

**DIETRICH RÖDER**, Calgary, Alberta

Mit 1 Abbildung und Tafel 7

### I. Einleitung

Die Suche nach der stratigraphischen und regionalen Lage der Grenze Siegen-Ems in der Südost-Eifel, über deren Ergebnis an anderer Stelle berichtet wird (RÖDER, im Druck), machte Profil-Aufnahmen in den von der Eifel-Hochfläche zur Mosel ziehenden Bachtälern nötig.

Dabei zeigte sich das dem Unter-Ems angehörige Schichtpaket im Lieser-Profil besonders fossilreich, mit deutlich erkennbaren Schichtgrenzen und in übersehbarer tektonischer Lagerung ausgebildet.

Das Ergebnis seiner Aufnahme ergänzt die im gleichen Zeitraum entstandenen Arbeiten (GERHARD MARTIN, Dissertation, in Druckvorbereitung, SOLLE 1956a) über das Unter-Ems der Südost-Eifel.

Forschungs-Ergebnisse von Dr. GERHARD MARTIN, die hier der Klarheit halber vorweggenommen werden müssen, sind durch Stellung in Parenthese als dem Autor GERHARD MARTIN angehörig besonders gekennzeichnet.

### II. Gliederung des Unter-Ems

Die Gliederung der Eifel-Ausbildung des Unter-Ems ist noch unvollständig. Von der Zweigliederung in Stadtfelder und Klerfer Schichten auf petrographischer Grundlage ist nur die richtige Aufeinanderfolge der Schichtgruppen bekannt (MAUZ 1933, dort ältere Literatur, SOLLE 1937 und 1956a). Eine Parallelisierung mit dem dreigliederten Unterems-Profil am Mittelrhein ist, abgesehen von den wertvollen Grundlagen von MAUZ 1935, noch nicht gelungen. Den Klerfer Schichten entsprechen am Mittelrhein schwer eingrenzbar Lücken in der Schichtfolge (RÖSLER 1956, SOLLE 1950a) oder die Nellenköpfchen-Schichten als Lokal-Fazies unbekannter stratigraphischer Verbreitung. Zu der zuletzt von SOLLE 1956a ausgesprochenen Vermutung, daß die Klerfer Schichten das obere Drittel der Gesamtfolge einnehmen, soll hier ein Teil der begründenden Unterlagen beigezeichnet werden.

Der Begriff der „Stadtfelder Schichten“ in seiner gegenwärtigen Definitionsschärfe stellt sich als unbrauchbar für eine moderne Bearbeitung des Unter-Ems der Südost-Eifel heraus:

Die Gegend von Oberstadtfeld ist regionalgeologisch fast völlig unbekannt. Die Kenntnis der östlich anschließenden Gebiete (RÖDER, im Druck) und verschiedene ältere, vorwiegend faunistische Beobachtungen (DREVERMANN 1902, E. RICHTER in SIMPSON 1940) machen es wahrscheinlich, daß Schichten der Ulmen-Gruppe mitten

im Gebiet von Oberstadtfeld zutage treten. Fossilien mit der Ortsangabe „Oberstadtfeld“ können sehr verschiedenen Horizonten angehören.

Deshalb muß einer modernen Genauigkeits-Ansprüchen gerechten Benutzung des Begriffes „Stadtfelder Schichten“ die Klärung der Geologie der regio typica vorausgehen.

Ein für die Stadtfelder Schichten typisches Gestein gibt es nicht. Die gelben Sandsteine der Gegend von Oberstadtfeld sind angewitterte, sonst normal zusammengesetzte Unterdevon-Grauwackensandsteine. Wechsellagerungen von Schiefern mit Sandsteinbänken, wie sie SIMPSON 1940 als ein den Stadtfelder und Anschauer Schichten gemeinsames Gestein beschrieb, sind im ganzen rheinischen Unter-Devon zu finden.

Die einzige bisher bekannte biostratigraphische Gliederungs-Möglichkeit im Unter-Ems beruht auf dem Übergang von *Hysterolites (Acrospirifer) arduennensis latestriatus* (DREVERMANN), Form  $\alpha$  in Form  $\beta$ , der von SOLLE 1953 entdeckt und für das Mittelrhein-Profil an der Wende Singhofen-Vallendar festgelegt werden konnte. Im Lieserprofil sind beide Verbreitungszonen und die Übergangszone auffindbar und im Streichen der zugehörigen Schichten verfolgbare. Dadurch entstehen im tieferen Unter-Ems der Südost-Eifel zwei neue selbständige Schichtgruppen, deren Berechtigung an Stelle der bisher verwendeten Einheit „Stadtfelder Schichten“ sich daraus ergibt,

1. daß sie für zwei von insgesamt möglichen drei Grenzen biostratigraphisch definierbar sind.

Für die „Stadtfelder Schichten“ gibt es keine Leitfossilien. In vereinfachter Form gibt es die Stadtfelder Fauna innerhalb eines zeitlichen und regionalen Rahmens, der mit dem noch so weit gefaßten Begriff „Stadtfelder Schichten“ nichts mehr zu tun hat.

2. daß sie mit den „Stadtfelder Schichten“ keine einzige Schichtgrenze mehr gemeinsam haben:

Die Liegendgrenze der neuen Schichtgruppe ist die Grenze Siegen-Ems. Ihre Theorie ist neu (seit SOLLE 1950 b) und noch selten regionalgeologisch angewendet (RÖDER, im Druck). Vorher wurde in der Südostefel die Grenze Siegen-Ems willkürlich gezogen (HENKE 1933, SCHENK 1938, DAHLGRÜN 1939) oder unkritisch nach älterer Literatur-Überlieferung übernommen (SOLLE 1937). SIMPSON 1940, der sich mit der Theorie der Grenze Siegen-Stadtfelder Schichten befaßte, hatte kein Normalprofil zur Verfügung. Die Übereinstimmung der Liegend-Grenze der „Stadtfelder Schichten“ mit der Grenze Siegen-Ems gilt als regionale Ausnahme wie bei SOLLE 1950 b, oder als unsicher. In der südlichen Eifeler Nord-Süd-Zone endet das Profil im mittleren Unter-Ems, an der Ahr ist an nicht genau bestimmter Stelle der Schichtfolge eine Diskordanz bekannt (SCHENK 1938). Vom Verbreitungsgebiet der Stadtfelder Schichten zu dem durch QUIRINGS Unter mosel-Hauptporphyroid (das erst seit den Ergebnissen von ENGELS 1955 sicher mit der Grenze Siegen-Ems gleichgesetzt werden kann) stratigraphisch nach unten gesicherten Unter-Ems der Unter mosel fehlt der Anschluß. Die Liegendgrenze der Stadtfelder Schichten ist noch nirgends in Karte oder Profil festgelegt.

Die Hangendgrenze der „Stadtfelder Schichten“ ist ersatzweise petrographisch definiert (Grundlagen dafür bei SOLLE 1937 und SOLLE 1956 a). Es ist nicht erwiesen, daß sie der in der Eifeler Nord-Süd-Zone gebräuchlichen Grenze Stadtfeld-Klerf zeitlich entspricht. Es wird lediglich zu beiden Seiten der Manderscheider Schwelle

die Gleichzeitigkeit eines ähnlichen Fazieswechsels vorausgesetzt und als Grenze angenommen. Aber, obwohl die laterale und vertikale Verbreitung des Primärrots im südeifeler Unter-Ems noch lange nicht geklärt ist, scheint es noch keine bessere Grenze zu geben (vgl. z. B. SOLLE 1937, SIMPSON 1940 und SOLLE 1956a).

Es ist unbekannt, wo die im Lieserprofil nun angewendete biostratigraphische Grenze Singhofen-Vallendar im Profil von Oberstadtfeld verläuft.

Die „typische Stadtfelder Fauna“ hat also heute etwas von ihrer maßgebenden Stellung für die Stratigraphie des rheinischen Unter-Devons eingebüßt. Die eingehend veröffentlichten Faunen der Fundpunkte vom Humerich (DREVERMANN 1902, MAUZ 1933 und 1935), wichtig für die weltweite Groß-Gliederung des Devons, müssen in ihrer Stellung im Schichtprofil von außen her nachgeprüft werden.

Deshalb erhalten die neuen Schichtgruppen neue Namen. Dem Prioritäts-Anspruch des Namens „Stadtfelder Schichten“ kann man gerecht werden, wenn man den Namen nach der Überprüfung der Schichtfolge bei Oberstadtfeld als Oberbegriff verwendet. Das ist aber nur dann möglich, wenn seine Liegendgrenze der Grenze Siegen-Ems entspricht. Eine Neudefinition des Begriffes „Stadtfelder Schichten“ hätte dies zu berücksichtigen.

### III. Das Lieserprofil

#### 1. Tektonische Übersicht

Das von der Lieser angeschnittene Unterems gehört auf die Südflanke der südlichen Sattelgruppe in der Ost-Eifel („Siegen-Südeifeler Hauptsattel“ im Sinne von HENKE 1933, QUIRING 1933, RÖDER, im Druck) mit zutagetretender Basis der Ulmen-Gruppe bei Manderscheid und Weiersbach bei Daun. Diese Zone dient der tektonischen Abdachung nach der Moselmulde hin. Die meist gleichwertigen Einzelfalten geringer Radien ordnen sich alle in den einsinnig nach Süden geneigten Falten Spiegel ein. Im Lieserprofil dagegen sind auf eine Strecke von 4,5 km die Falten zu einzelnen Gruppen gebündelt. Die Einzelfalten sind meist nordvergent, der Falten Spiegel fällt nur gering nach Süden, manchmal nach Norden. Die Faltenbündel alternieren aber mit breiten Zonen südfallender Schichten, in denen schnell das verlangte tektonische Gefälle erreicht wird. Dementsprechend schneidet das Profil von Norden nach Süden immer jüngere Schichten. Nur an zwei Stellen weicht der Bau hiervon ab:

An die Eifel-Großflanke der Gegend der Neumühle (RÖDER, im Druck) schließt sich südlich ein besonders großer Sattel an, in dessen Kern noch einmal Siegen-Stufe auftaucht.

Die Tektonik der Gegend der Pleiner Mühle (Blatt Hasborn) zeichnet sich durch ausgeprägte Südvergenz mit teilweisem Schuppenbau aus, aber gleichzeitig mit wahrscheinlich nach Süden ansteigendem Falten Spiegel.

#### 2. Biederburg-Schichten

Die Liegendgrenze der Biederburg-Schichten ist im Lieserprofil nur an einzelnen Stellen festzulegen, da ihr kein eigentlicher Fazieswechsel entspricht. Am Südhang von Beilseit liegt über den primärroten quarzitären Sandsteinen und plattigen

feingeschichteten Schiefen der Felswand an der Lieser (südwestlich Höhe 340) ein 10—15 m mächtiges Paket von hellgrauen, auf Klüften gelblich-grauen dünnbankigen Quarziten.

Diese Quarzite bilden nach Ausweis der Fauna (siehe RÖDER, im Druck) die Basis des Unter-Ems, da alle darunter bekannten Fossilhorizonte mehr oder weniger klar erkennbar die Fauna der Reudelsterz-Schichten führen.

Die Verfolgung dieser Grenze wird durch den komplizierten tektonischen Bau dieser Gegend erschwert. Die Eifel-Großflanke (RÖDER, im Druck) endet im Hangenden der Quarzite vom Beilseit-Südhang mit einer großen Aufschiebung (aufgeschlossen am Lieserufer NW Waldbezirk 197) und einer Spezialfaltungszone (verfolgbar von der Höhe 360,1 m Osten bis zum Eselsweg am Lieser-Westhang) im Vorfeld eines großen Sattels mit teilweise überkipptem Nordflügel (in primärroten Reudelsterz-Schichten aufgeschlossen an der Nordspitze von Lascheid und im nördlich anschließenden Seitentälchen) und spezialgefalteter Kernzone auf Lascheid und Trommelter Berg. Auf beiden Flanken dieses Sattels ist die Basis des Unter-Ems erkennbar und ähnlich ausgebildet.

Die Achsen der Spezialfalten dieses Sattels tauchen stellenweise mit 20° nach Westen ab, so daß die Reudelsterz-Schichten von Lascheid schon auf der Hochfläche von Trommelter Berg von Unter-Ems überlagert sein müssen. Auskartieren läßt sich dieser Grenz-Verlauf wahrscheinlich nicht. — Der Verlauf der Grenze Siegen-Ems nach Osten hin ist noch weniger klar. Ein ostfallender Sattel auf der Höhe von Lascheid läßt vielleicht den Schluß zu, daß die Reudelsterz-Schichten auch dort bald unter dem Unter-Ems verschwinden.

Am Südhang von Lascheid und im Tälchen südlich davon stehen blaue dickbankige Grauwackensandsteine und hellblaue dünnbankige (in 5—8 cm mächtigen Bänken) Quarzite an, daneben untergeordnet blaue Schiefer mit manganglänzenden Ablösungsflächen. Sie gehören zum Südflügel des Sattels von Lascheid.

Am südöstlichsten Punkt des nach Osten schwingenden Liesermäanders östlich Trommelter Berg findet sich in einem Felsen mit mittelalterlichem Mühlgraben-Stollen („Mausloch“ im Volksmund) eine Fossilbank mit

(R 62, r = 58630, h = 46720, Blatt Manderscheid)

*Cypricardella elongata* BEUSHAUSEN

*Cypricardella subovata* BEUSHAUSEN

*Tropidoleptus rhenanus* FRECH

*Eodevonaria dilatata* (F. ROEMER)

*Chonetes plebejus* (SCHNUR)

*Cypricardella* und *Tropidoleptus* machen den weitaus überwiegenden Teil dieser Faunengemeinschaft aus. Dieselbe Bank findet sich in dem dort mündenden Tälchen südlich Lascheid 200 m bachaufwärts, an der Einmündung der von der Biederburg herunterziehenden Steilschlucht. Spärliche Rollstücke noch weit oberhalb davon zeigen, daß diese Bank nach Osten noch weiterreicht. Auf dem rechten Lieserufer konnte sie nicht gefunden werden.

200 m nördlich der Mündung des Beilerbaches, gegenüber Umlaufsporn 267,0 schneidet der Uferweg des Beilerbachtals eine Zone schwach primärroter regelmäßig gebankter dunkler Grauwacken mit spärlich bis oft eingelagerten hellblauen Sandsteinbänken und seltenen Schieferbändern an, die eine Fossilbank enthält:

(R 50, r = 58110, h = 47300, Blatt Manderscheid)

*Acaste* sp.

*Tentaculites schlotheimi* KOKEN

*Bembexia* (*Bembexia*) *alta* (DREVERMANN)

*Cypricardella subovata* BEUSHAUSEN

*Cypricardella* sp.  
*Tropidoleptus rhenanus* FRECH  
*Chonetes sarcinulatus* (SCHLOTHEIM)

*Cypricardella* ist auch hier bankbildend.

In den Tälchen südlich Beilseit, 50 m oberhalb des unteren Hangweges von Beilseit findet sich eine Bank mit:

(R 49 a, r = 59080, h = 47650, Blatt Manderscheid)

*Cypricardella elongata* BEUSHAUSEN  
*Cypricardella subovata* BEUSHAUSEN

Dieses Vorkommen scheint nach Ausweis der regionalen Tektonik durch eine Querstörung von den Profiltteilen mit der beobachteten Liegend-Grenze der Biederburg-Schichten abgetrennt zu sein, so daß seine genaue Lage im Profil unsicher bleibt.

Die bisher bekannten Vorkommen bankbildender *Cypricardella* liegen alle im Profil 80—150 m über der jeweils lokal festgelegten Grenze Siegen-Ems.

Die Ausbildung aller Vorkommen ist ähnlich. Ich vermute, daß es sich um eine einzige Bank oder wenige ähnliche Bänke innerhalb einer schmalen kritischen Zone handelt, die ähnlich wie am Mittelrhein und im Taunus (DAHMER 1940, FUCHS 1899—1933) flächenhafte Verbreitung hat. Ihre verschiedene Höhe über der Grenze Siegen-Ems erklärt sich wohl aus der feldgeologischen Unsicherheit dieser Grenze. Es bringt aber für die Praxis keinen Gewinn, die Grenze Siegen-Ems in der Südost-Eifel schematisch 100 m unter die *Cypricardellen*bank zu legen, da erhebliche Mächtigkeits-Schwankungen im Unter-Ems nachweisbar sind und da die *Cypricardellen*bank bisher nur im Lieserprofil gefunden wurde.

Der Südflügel des Sattels von Lascheid reicht nahezu ungestört bis an die nächste Spezialfaltungszone am Burgberg-Osthang zwischen Nußbach und Limmerbach. Im Profil erscheint über der sandigen Zone mit *Cypricardella*-Vorkommen eine 120 m mächtige Zone mit vorwiegenden dunklen, manchmal schwach sandigen Schiefen, überlagert von einer weiteren 160 m mächtigen quarzitischen Folge, die den 70 m hohen Felsen der Biederburg und den Nordhang von Wischeid aufbauen.

Am westlichen Widerlager der Karl-Kaufmann-Brücke bei der Biederburg erscheint in hellblauen plattigen und dünnbankigen quarzitischen Sandsteinen eine Fossilbank mit:

(R 63, r = 58540, h = 46350, Blatt Manderscheid)

*Phacopacea* indet. (Facettenauge)  
*Homalonotus* sp.  
*Bellerophon (Bucanella) tumidus* (SANDBERGER)  
*Loxonema* sp.  
*Leiopteria crenatolamellosa* (SANDBERGER)  
*Leiopteria cf. pseudolamellosa* MAUZ  
*Leiopteria* sp.  
*Pterinea costata* GOLDFUSS  
 Kleine Lamellibranchiaten  
*Stropheodonta explanata* (SOWERBY)  
*Stropheodonta* sp. SOLLE 1942  
*Tropidoleptus rhenanus* FRECH  
*Chonetes sarcinulatus* SCHLOTHEIM  
*Chonetes (Plicochonetes) plebejus* SCHNUR  
*Hysterolites (Acrospirifer) pellico* (ARCH & VERN)  
*Hysterolites (Acrospirifer) arduennensis latestriatus* (DREVERMANN) FORM  $\alpha$

*Spinocyrtia tenuicosta* (SCUPIN)  
*Camarotoechia daleidensis* (ROEMER)  
*Pleurodictyum problematicum* GOLDFUSS  
*Crinoidea* indet.  
 Bryozoen-Reste

Alle Formen in gleichmäßiger Mischung in einer schwach flächig angeordneten Grundmasse aus *Chonetes*-Arten und *Tropidoleptus*.

Die obere Hälfte der Sandsteinfolge von der Biederburg ist so dickbankig und quarzitisches ausgebildet, daß der Bach zwischen Biederburg und Wischeid stellenweise eine bestimmte Bankfolge ausräumt und klammartig zwischen zwei 50° einfallenden Schichtflächen fließt.

Die im Hangenden der plattigen Quarzite von der Biederburg sich anschließende Schichtfolge von 650 m Mächtigkeit, die im Liesertal bis an den Nordhang des Lang-Berges reicht, ist im wesentlichen sandarm. Schwach sandige, unregelmäßig brechende, oft schlecht geschichtete dunkle Schiefer herrschen vor, seltener gibt es dickbankige hellere Sandsteine und schwach rot gefärbte feingeschichtete Bänderschiefer. Die Sandsteine und Grauwacken werden allmählich reicher an Glimmer. Die in den Biederburg-Schichten nie mehr als 2 m mächtigen Rotherizonte werden nach oben zahlreicher. Anscheinend im Zusammenhang damit verdeutlichen sich Anzeichen für Flachwasser-Bildungsbedingungen: die Schichtflächen von sandigeren Bänken zeigen häufig einen von Häuten aus Glimmer und Tonsubstanz herrührenden seidigen Glanz und eine unregelmäßig wellig-buckelige Oberfläche fraglicher organischer Entstehung. Am Hang gegenüber Lang-Berg sind in einem größeren Rotherizont mehrere Schichtflächen dicht bedeckt mit unbestimmbaren wurmförmigen Spuren und eine mit *Spirophyton eifliense*.

In gleichem Maß verarmt die Fauna, die vorwiegend in Form von *Chonetes*-Bänken auftritt. Auf Tafel I sind die Einzelheiten dieser Entwicklung zu ersehen.

Am Südosthang von Tullischen Graben südlich Karl (Blatt Manderscheid) sind nach frdl. mündl. Mitteilung von Lehrer PETER GROSS †, Flußbach, zwischen den Lesesteinen im Gebüsch große *Homalonotus*-Pygidien zu finden. Ich konnte dort nur eine Bankfolge mit *Spirophyton eifliense* finden.

200 m unterhalb der Mündung des Tullischen Grabens schneidet der südliche Ilgenbach-Talweg eine Fossilbank an, in der gefunden wurde:

(R 67, r = 57930, h = 44830, Blatt Manderscheid)

*Homalonotus armatus* BURMEISTER  
*Homalonotus* sp.  
*Bembexia* (*Bembexia*) *alta* (DREVERMANN)  
*Bembexia* (*Pleurotobembex*) *tristriata* (FUCHS)  
*Murchisonia* sp.  
*Bellerophon* (*Bucanella*) *tumidus* SANDBERGER  
*Bellerophon* (*Bucanella*) *bipartitus* SANDBERGER  
*Bellerophon* (*Bucanella*) *acutus* SANDBERGER  
*Limoptera* sp.  
*Leiopteria crenatolamellosa* SANDBERGER  
*Leiopteria* cf. *pseudolamellosa* MAUZ  
*Leiopteria pseudolaevis* OEHLERT  
*Palaconeilo maureri dumensis* (BEUSHAUSEN)  
*Nuculites ellipticus ellipticus* (MAURER)  
*Nuculites ellipticus brevis* (MAUZ)  
*Nuculites persulcatus* SOLLE

*Nuculites truncatus* (STEININGER)  
*Nuculites triqueter* (MAUZ)  
*Cypricardella subovata* BEUSHAUSEN  
*Carydium sociale* BEUSHAUSEN  
*Tropidoleptus rhenanus* FRECH  
*Chonetes sarcinulatus* (SCHLOTHEIM)  
*Chonetes plebejus* SCHNUR  
*Spinocyrtia tenuicosta* (SCUPIN)  
*Trigleria gaudryi* (EHLERT)  
*Camarotoechia daleidensis* (F. ROEMER)  
*Pleurodictyum problematicum* GOLDFUSS  
*Crinoidea* indet.

*Bucanella* und *Bembexia* bilden eine ungeschichtete Grundmasse, in die die meist nicht seltenen übrigen Formen regellos eingelagert sind. Dazwischen liegen einige flächige Linsen von *Chonetes*, die die wenigen Brachiopoden enthalten. Im Bereich des Aufschlusses schon keilt die Fossilansammlung schnell aus, ähnlich und in vereinfachter Form wie die von SOLLE 1956b beschriebene Fossilbank von Greimerath.

Diese Fauna stammt von der Basis einer 200 m mächtigen Zone, in der Sandsteinlagen und dunkle stark sandige Schiefer gegenüber reineren Schiefer-Zwischenlagen überwiegen. Sie enthält einige *Chonetes*-Bänke und dünne Rothorizonte, darunter die Spuren-Fossilien vom Hang gegenüber Langenberg. Innerhalb dieser Zone nimmt der Sandgehalt der Sedimente nach oben ab. An das Dach dieser Zone gehört die Fossilbank, die der Hangweg am Nordhang von Lang-Berg 10 m über der Lieser, gerade am Wehr aufschließt. In auf den Weg gestürzten Schiefermassen fand sich:

(R 66, r = 58960, h = 44750, Blatt Manderscheid)

*Asteropyge* sp.  
*Bembexia* (*Bembexia*) *alta* (DREVERMANN)  
*Bembexia* (*Pleurotobembex*) *tristriata* (FUCHS)  
*Murchisonia infralineata* FUCHS  
*Bellerophon* (*Bucanella*) *bipartitus* SANDBERGER  
*Aviculopecten* cf. *folmanni* FRECH  
*Limoptera* sp.  
*Leiopteria* sp.  
*Cypricardella* cf. *elongata* BEUSHAUSEN  
*Stropheodonta* *gigas* MCCOY  
*Stropheodonta* cf. *murchisoni* ARCH & VERN  
*Stropheodonta* sp. SOLLE 1942  
*Schellwienella hipponyx* (SCHNUR)  
*Chonetes sarcinulatus* (SCHLOTHEIM)  
*Chonetes semiradiatus* SOWERBY  
*Eodevonaria dilatata* (F. ROEMER)  
*Hysterolites* (*Acrospirifer*) *pellico* ARCH & VERN  
*Hysterolites* (*Acrospirifer*) cf. *primaeviformis* (SCUPIN)  
*Hysterolites* (*Paraspirifer*) *crassicosta* (SCUPIN)  
*Spinocyrtia tenuicosta* (SCUPIN)  
*Spinocyrtia humilis* (SCUPIN)  
*Athyris undata* (DEFRANCE)  
*Meganteris ovata* MAURER  
*Camarotoechia daleidensis* (F. ROEMER)  
*Pleurodictyum problematicum* GOLDFUSS  
*Pleurodictyum selcanum* KAYSER  
*Crinoidea* indet.

Große Acrospiriferen, Spinocyrtien und große Stropheodeonten liegen locker verteilt im stark glimmerigen, sandigen Schiefer, daneben gibt es linsenförmige *Chonetes*-Ansammlungen, die vorwiegend die Kleinformen enthalten.

Im Hangenden davon werden Schiefer mehr und mehr zum vorherrschenden Gestein der Schichtfolge, wobei anfangs die Hauptmasse noch grau und stark sandig bleibt. Jedoch in den höchsten Teilen, die die Lieser unterhalb der Schladter Brücke durchschneidet, sind manchmal 5—10 m mächtige fast dachschieferartig reine blaue Schiefer eingeschaltet. Sandsteine kommen dort nur noch in einzelnen Bänkchen vor, die zuweilen merkwürdig artenarme Faunen führen.

Im obersten Steinbruch westlich Schladt an der Straße nach Großlittgen steht eine 15 cm mächtige Sandsteinbank an, die ausschließlich und in gleichen Teilen mit *Pleurodictyum problematicum* und *Tropidoleptus rhenanus* dichtgedrängt erfüllt ist. Es kommen mehrere Bänke vor, die aus *Bembexia*, *Camarotoechia* und *Homalonotus*-Trümmern bestehen, einige davon in sehr glimmerreichen sandigen Schiefen im rechten Seitentälchen der Lieser südlich der Schladter Brücke (südlich von Atzels Graben) und eine am Lieserpfad 400 m unterhalb der Schladter Brücke.

*Chonetes*-Bänke findet man seltener. Am Lieserpfad am Hang von Langheck liegen Platten mit *Chonetes* und *Camarotoechia*, eine Felsrippe über der Lieser an der Grenze der Blätter Manderscheid und Hasborn führt *Chonetes*-Pflaster mit *Stropheodonta explanata* und *Spinocyrtia tenuicosta*.

Die zum Schluß der Schichtfolge fast reinen Tonschiefer, in denen nur zuweilen sandigere Rothorizonte eingelagert sind, werden am Lieserpfad in Waldgebiet 13 (Westrand von Bl. Hasborn) recht plötzlich von Schichten überlagert, die wir schon zum Hangenden der Biederburg-Schichten rechnen.

### 3. Gladbach-Schichten

Über den obersten Biederburg-Schichten am Lieserpfad setzt innerhalb weniger Meter eine 200—250 m mächtige Schichtfolge ein, bestehend aus primärroten oft grobkörnigen angekieselten Sandsteinen, die zwischen den Sandkörnern (hier in einzelnen Blättchen) und auf den Schichtflächen (dort zusammen mit spärlichen Roteisen und Tonsubstanz seidenglänzend Häute bildend) in Mengen Muskovit enthalten. Das Primärrot ist im Vergleich zu den am stärksten gefärbten Zonen der Klerfer Schichten schwach, wohl aber findet sich häufig hochprozentiges Roteisen (einige Analysen wird GERHARD MARTIN mitteilen) in Linsen und Nestern, bisweilen in großen zusammenhängenden Bestegen zwischen den Sandstein-Bänken ange-reichert.

Die untersten Bänke dieser Schichten enthalten am Lieserpfad dort, wo sich der Fahrweg nach Westen (lieseraufwärts) auf Fußpfad-Breite reduziert, eine Fauna mit:

(R 71, r = 59880, h = 43750, Blatt Hasborn)

*Homalonotus* sp.

*Leiopteria* sp.

*Stropheodonta explanata* (SOWERBY)

*Tropidoleptus rhenanus* FRECH

*Chonetes sarcinulatus* (SCHLOTHELM)

*Chonetes semiradiatus* SOWERBY

*Hysterolites* (*Acrospirifer*) *arduennensis latestriatus* FORM  $\beta$  (DREVERMANN)

*Hysterolites* (*Acrospirifer*) *arduennensis antecedens* (FRANK)

*Hysterolites (Acrospirifer) cf. pellico* (ARCH & VERN)  
*Camarotoechia daleidensis* (F. ROEMER)  
*Trigleria gaudryi* (EHLERT)  
*Pleurodictyum problematicum* GOLDFUSS  
*Bryozoa* indet.

In dieser und in vielen ähnlichen Fossilbänken sind die Schalen oft in einem harten, gegen Verwitterung im Vergleich zu Kalzit beständigen Kalk-Eisenmineral körperlich erhalten.

Es sind meist auf eine Schichtfläche beschränkte Fossil-Vorkommen, deren Grundmasse *Chonetes* bilden. Hierzu treten auffällig kleinwüchsige *Stropheodonten*, daneben *Spinocyrtien* und kleine Schneckenarten. *arduennensis* sind meist häufig und formenreich.

In einem kleinen Steinbruch am nördlichen Lambach-Hangweg unterhalb der Mündung des Finsterbaches findet sich in schwach primärroten dickbankigen Sandsteinen:

(R 77, r = 61000, h = 44270, Blatt Hasborn)

*Platycreas subquadratum* KAYSER  
*Aviculopecten follmanni* FRECH  
*Pterinea costata* GOLDFUSS  
*Pterinea cf. laevis* GOLDFUSS  
*Leiopteria crenatolamellosa* SANDBERGER  
*Leptodomus* sp.  
*Schizophoria cf. provulvaria* (MAURER)  
*Schellwinella hipponyx* (SCHNUR)  
*Stropheodonta explanata* (SOWERBY)  
*Stropheodonta gigas* MCCOY  
*Stropheodonta* sp. SOLLE 1942  
*Tropidoleptus rhenanus* FRECH  
*Chonetes sarcinulatus* (SCHLOTHEIM)  
*Chonetes (Plicochonetes) plebejus* SCHNUR  
*Chonetes semiradiatus* SOWERBY  
*Eodevonaria dilatata* (F. ROEMER)  
*Hysterolites (Acrospirifer) pellico* (ARCH & VERN)  
*Hysterolites (Acrospirifer) arduennensis latestriatus* (DREV.) Übergangsform  $\alpha \rightarrow \beta$   
*Hysterolites (Acrospirifer) arduennensis latestriatus* (DREV.) Form  $\beta$   
*Hysterolites (Acrospirifer) arduennensis antecedens* (FRANK)  
*Hysterolites (Paraspirifer) crassicosta* (SCUPIN)  
*Spinocyrtia tenuicosta* (SCUPIN)  
*Spinocyrtia cf. humilis* (SCUPIN)  
*Camarotoechia daleidensis* (F. ROEMER)  
*Pleurodictyum problematicum* GOLDFUSS  
*Pleurodictyum cf. selcanum* GIEBEL  
*Zaphrentis* sp.  
*Crinoidea* indet.

Diese Fauna enthält auffällig viele Großformen mit dicken Kalkschalen. Die Acrospiriferen überwiegen an Individuen-Zahl gegenüber den Spinocyrtien. Eine ähnliche Fossilbank findet sich 50 m südlich des Gipfelpunktes Fuchs-Berg östlich der Lieser (r = 61090, h = 42940, Blatt Hasborn) am Felsgrat, der nach der Lieser hinunterzieht. Das umgebende Gestein ist hier gleichfalls ein nur schwach primärroter grobsandiger dickbankiger Sandstein.

Diese Sandsteine durchsetzen als unterschiedlich große Linsen die normale Rot-eisen-Grauwacke-Sandstein-Folge. Ihre stratigraphische Lage war häufig nicht zu ermitteln, da die hier angewendeten Methoden in den tektonischen Schuppen südlich der Schladter Mühle hierfür nicht ausreichten. Eine flächenhafte Kartierung wäre ebenso erfolglos. Sichere petrostratigraphische Beobachtungen sind spärlich:

Nach oben werden die eingeschalteten Schieferpakete mächtiger, ihre Gesteine feinkörniger. Im verlassenen Steinbruch NW Schladter Mühle stehen fast dachschieferartige feingeschichtete Gesteine an. In den Schuppen südlich Kirchberg werden die schwach roten Tonschiefer immer wieder von roteisenführenden Sandsteinzonen (0,5—10 m mächtig) unterbrochen. Einige Schuppen bestehen ganz aus den typischen grobkörnigen schwach rotgepunkteten Sandsteinen mit Fossilbänken. Am Wehr der Pleiner Mühle stehen schwach sandige Tonschiefer und dünnbankige Grauwacken an, die Primärrot nur in Spuren oder in dünnen Streifen enthalten. Sie können unter Umständen den obersten Biederburg-Schichten angehören.

Am untersten Hangweg südlich der Pleiner Mühle, an der Wegkehre im Seitentälchen östlich Schoscheid fand ich eine Fauna, die dies vielleicht bestätigt:

(r = 61940, h = 41950, Blatt Hasborn)

*Homalonotus* sp.

*Tentaculites schlotheimi* KOKEN

*Bellerophon bipartitus* SANDBERGER

*Platyorthis circularis* (SOWERBY)

*Chonetes sarcinulatus* (SCHLOTHEIM)

*Chonetes semiradiatus* SOWERBY

*Chonetes plebejus* SCHNUR

*Eodevonia dilatata* (F. ROEMER)

*Hysterolites (Acrospirifer) arduennensis antecessens* (FRANK)

*Hysterolites (Acrospirifer) pellico* (ARCH & VERN)

*Spinocyrtia tenuicosta* (SCUPIN)

*Camarotoechia daleidensis* (F. ROEMER)

Das rotfreie stark glimmerstaubige Nebengestein und die Zusammensetzung und Anordnung der Fauna erinnert an den Fundpunkt am Lang-Berg (R 66).

Im Liesertal ist die Hangend-Grenze der Gladbach-Schichten nirgends sicher erreicht. Die im Normal-Profil sich anschließenden Klerfer Schichten sind überall durch große Störungen von den Gladbach-Schichten abgetrennt (nach G. SOLLE, Geologische Karte der Olkenbacher Mulde 1:25000, aufgenommen 1951/53, noch nicht veröffentlicht. Für die Erlaubnis zur Benutzung danke ich Prof. SOLLE herzlich).

#### IV. Beobachtungen im Unterems außerhalb des Lieserprofils

Die Plattensandstein-Zone an der Basis der Biederburg-Schichten des Liesertales kehrt in gleicher Ausbildung, aber abweichender Faunenführung in den unteren Teilen der 700 m mächtigen Unterems-Füllung der Mulde von Bleckhausen (Blatt Daun) zwischen den Sätteln von Manderscheid und Weiersbach wieder. Die Faunenführung scheint dort in der ganzen Folge einheitlicher zu sein als an der unteren Lieser. Charakteristisch ist vor allem die Häufigkeit oft ungewöhnlich großer Camarotoechien (RÖDER, im Druck). Vielleicht gehören die Schichten schon in den Bereich nördlich der Manderscheider Schwelle, so daß im Normalprofil von Oberstadtfeld eine ähnliche Fazies zu erwarten ist.

Auf der Hochfläche westlich Trommelter Berg, nahe der großen Randstörung, die den Buntsandstein der Trierer Bucht gegen das Devon verwirft und die wahrscheinlich den Mosenberg-Vulkanismus veranlaßt, fand sich folgende Fauna in Lesesteinen:

(R 60, r = 56820, h = 46850, Blatt Manderscheid)

- Cypricardella elongata* BEUSHAUSEN  
*Cypricardella subovata* BEUSHAUSEN  
*Stropheodonta explanata* (SOWERBY)  
*Tropidoleptus rhenanus* FRECH  
*Hysterolites (Acrospirifer) pellico* (ARCH & VERN)  
*Hysterolites (Acrospirifer) primaeviformis* (SCUPIN)  
*Hysterolites (Paraspirifer) crassicosta* (SCUPIN)  
*Spinocyrtia tenuicosta* (SCUPIN)  
*Spinocyrtia humilis* (SCUPIN)  
*Meganteris* sp. aff. *henni* DAHMER  
*Trigeria gaudryi* (EHLERT)  
*Crinoidea* indet.

Sie stammt aus einem dickbankigen nicht sehr dunklen (die Farbe ist von der Hochflächen-Verwitterung beeinflußt, also nicht zuverlässig!) grobkörnigen Sandstein, der in dieser Gegend eine größere Verbreitung hat. Welche der beiden Sandsteinzonen der tieferen Biederburg-Schichten hier vorliegt, kann nicht entschieden werden. Die Fauna mit *Cypricardella*-Arten und auffällig vielen Großformen weicht etwas von der der Biederburg ab. Andererseits ist an dieser Stelle der Sandsteinzug von der Biederburg in umlaufendem Streichen um die Nasen der nach Westen abtauchenden Sättel von Lascheid zu erwarten.

Nach den Aufnahmen von GERHARD MARTIN

„schließt sich die Petrofazies der höheren Biederburg-Schichten des Salmgebietes gut an die des Lieserprofils an. Die oberen Biederburg-Schichten haben dort keine nennenswerte Fauna geliefert. Die von FOLLMANN 1915 mitgeteilte Fauna von der Hinkelswiese nördlich Landscheid (Bl. Landscheid) liegt so tief in der an der Salm aufgeschlossenen Schichtfolge, daß eine Gleichsetzung mit der Fauna von Lang-Berg (R 66) möglich ist.“

In den Biederburg-Schichten der östlichen Bachtäler verändert sich die Petrofazies mit wachsender Entfernung vom Lieserprofil. An Sammetbach und Alf erinnern rotfreie sandige Schiefer und Bänderschiefer, vorherrschend neben feingeschichteten grobkörnigen Sandsteinen, noch etwas an die Liesertal-Fazies. Nach Osten werden die Rothorizonte, die in keinem Bereich der Schichtfolge zwischen den Reudelsterz-Schichten und dem höheren Unter-Ems ganz fehlen, häufiger und mächtiger. Hinzu kommt eine erhebliche Fossil-Armut, so daß die Grenzen nur schlecht erkannt werden können.

Zwischen Üß und Erdenbach treten im gesamten Bereich von Basis Reudelsterz-Schichten bis Basis Klerfer Schichten in dichter Folge (10—30 m Abstand) schwache Rothorizonte auf. Die Biederburg-Schichten im Mosel-Gehänge des Calmond zwischen Bremm und Eller (Blatt Kochem) und an der Straße Bremm-Dohr sind wieder rotärmer. Sie bilden den faziellen Übergang zu den praktisch rotfreien Singhofener Schichten der Gegend von Kochem.

Die Parallelisierung zwischen Lieser und Salm, deren Profile zusammen erst einen vollständigen Überblick über das Südeifeler Unter-Ems ergeben, gelingt an der Grenze zwischen Biederburg- und Gladbach-Schichten zuverlässig.

GERHARD MARTIN: „Derselbe schnelle Wechsel der Petrofazies wie an der Lieser ist in der Umgebung der Großlittger Mühle aufgeschlossen. Alle Aufschlüsse an der Straße von Großlittgen nach Gut Heeg bis zum Südhang des Geißberges zeigen die rotfreien Biederburg-Schiefer in einer faltungslosen Zone mit Südfallen. Die sich im Tälchen zwischen Geißberg und Geibel anschließende Mulde hat im Kern rote dickbankige Sandsteine mit Einlagerungen von hochprozentigem Roteisen, aufgeschlossen im Steinbruch 50 m SE Großlittger Mühle, mit einer einwandfrei den Gladbach-Schichten angehörenden Fauna. Der anschließende Sattel bringt 50 m SE dieses Steinbruches noch einmal auf der Talsohle einen schmalen Zug von Biederburg-Schiefern zum Ausstreichen, an dem die Plötzlichkeit des petrographischen Wechsels deutlich wird. Im südlich anschließenden Profilstück bis 200 m nördlich der Mündung des Bienenauer Baches sind in einigen Falten immer etwa dieselben Schichten aus dem Grenz-Bereich aufgeschlossen. Aus einem Steinbruch in dieser Zone zwischen Musweiler und Heiligenberg stammt eine *Grammysia* sp. in der Sammlung GROSS, Wittlich. Ähnliche Grammysien-Reste von der Straße Landscheid-Kailbachtal gehören dem gleichen Horizont an. Am Weg von Landscheid nach der Landscheider Mühle ist der Übergang vollständig von rotfreien feinspaltenden Schiefen nach plötzlich einsetzenden roten Sandsteinen mit Roteisen und *Orthoceras* sp. aufgeschlossen.“

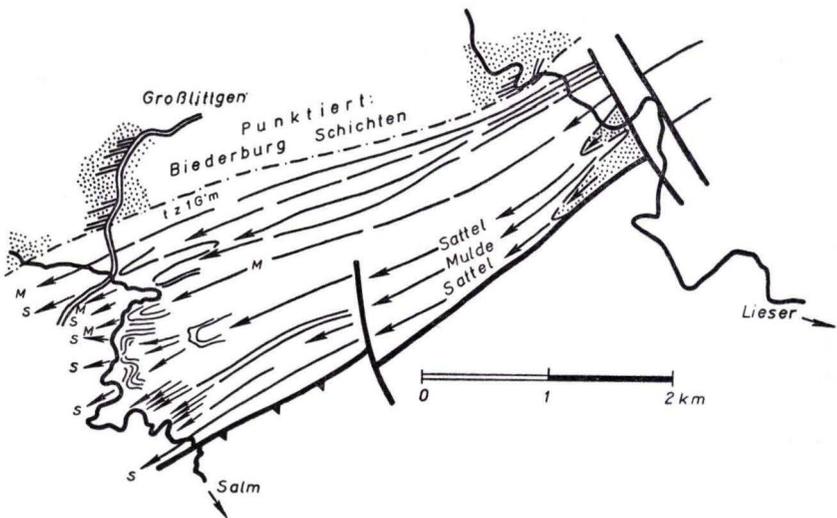


Abb. 1: Regionale Tektonik der Gegend zwischen Salm und Lieser im Bereich der obersten Biederburg-Schichten und der Basiszone der Gladbach-Schichten. Aufgenommen bei gemeinsamen Begehungen zusammen mit Dr. MARTIN 1954.

Am Südhang des Mühlenberges südlich Schladt wurde 1954 eine grobkörnige Sandsteinbank abgebaut, die vereinzelte Exemplare von

(R 78, r = 60570, h = 43800, Blatt Hasborn)

*Grammysia expansa* BEULHAUSEN

*Grammysia iohannis* BEUSHAUSEN

*Grammysia* sp.

enthält.

Aus mehr schiefrigem Gestein des Alftales im Wegeinschnitt der den Sporn gegenüber Theisberg NW Wispelt, Blatt Hasborn, abschneidet, stammt eine *Grammysia* sp.

Im Alftal fanden sich ( $r = 69170$ ,  $h = 47740$ , Blatt Hasborn) auf dem Hangweg gegenüber der Niederscheidweiler Mühle roteisenführende Schichten des Hangenden der Biederburg-Schiefer mit Resten von *Orthoceras* sp.

Alle Beobachtungen aus beiden Bachtälern zusammen ergeben das Bild einer einheitlichen Schichtfolge, die die gleiche scharfe Liegendgrenze in beiden Profilen zeigt. Daß diese in der Schichtfolge an der gleichen Stelle liegt, geht aus den Lagerungsverhältnissen hervor (Abb. 1).

Die roteisenführende Basiszone der Gladbach-Schichten ist bis weit nach Osten verfolgbar:

Im unteren Finsterbachtal liegen die grobsandigen Rotwacken mit Eisen-Flözchen im Hangenden von größeren Linsen schwach rotstichiger Sandsteine mit *Chonetes* und *Limoptera*, die sich zwischen die Schiefer der hohen Biederburg-Schichten und die Basis der Gladbach-Schichten einschieben. Im Autobahn-Einschnitt westlich Hasborn stehen sandige Schiefer an, die in großen Klumpen und schlierenförmigen Gallen toniges Roteisen enthalten. Petrographisch gleichartig sind die Schichten, die den größten Teil des Mühlenberges zwischen Hontheimer und Niederscheidweiler Mühle an der Alf (Blatt Hasborn) aufbauen. Nach Norden sind diese an der Alf bis an den Allmersberg zu verfolgen, wobei die Biederburg-Schichten immer wieder in Sattelkernen auftauchen. An der Üß unterhalb Bad Bertrich herrschen in den Gladbach-Anteilen der Schichtfolge rote Sandsteine vor, die an einzelnen Stellen Roteisen in dicken Überzügen und Bestegen enthalten. Im Moselgehänge nördlich Alf stehen rote Schichten an, bei denen bisher noch nicht zwischen Gladbach-Schichten und Klerfer Schichten unterschieden wurde. Im Kochemer Krampen scheint das Rot aus dem höheren Unterems bis auf die höchsten Bänke unter dem Emsquarzit verschwunden zu sein.

## V. Ergebnis

Über der Grenze Siegen-Ems, im Gelände daran erkennbar, daß das Liegende (Reudelsterz-Schichten der hohen Ulmen-Gruppe) einen größeren Anteil Primärrot enthält als die höheren Schichten, liegt im Liesertal eine 1800—1850 m mächtige Sediment-Folge, deren Zugehörigkeit zum Unteren Unter-Ems sich aus dem Fehlen von Siegen-Leitfossilien und aus dem Vorkommen von *Hysterolites (Acrospirifer arduennensis latestriatus)* (DREV.), Form  $\alpha$  ergibt.

Eine Sandsteinzone an der Basis enthält bankweise mehrere unteremsische *Cypricardella*-Arten. Ein Vergleich mit den anscheinend etwa gleichalten FUCHSSchen *Cypricardellen*bänken des Mittelrhein-Gebietes bietet sich an, denn sie stellen das stärkste der drei in der Südeifel zwischen Basis Ulmen-Gruppe und Basis Klerfer Schichten bekannten Maxima der *Cypricardellen*-Führung dar.

Eine höhere Sandstein-Zone enthält eine marine Fauna mit dickschaligen Muscheln, mit *Acrospiriferen* und großen *Brachiopoden* (Biederburg). In den weiter nach oben fortschreitend sandärmeren Schichten verarmt die Fauna synchron mit der Veränderung der Petrofazies. Ein Maximum der weniger marinen Faunen-Elemente wird im Ilgenbachtal erreicht.

Darüber bringt ein wahrscheinlich von Westen kommender Sand-Vorstoß (die entsprechenden und umgebenden Sande an der Salm sind mächtiger, reiner und verbreiteter) eine wieder stärker marine Fauna (Hinkelswiese bei Landscheid, Lang-Berg

im Liesertal) als kurze Episode. Darüber lagern sich sehr mächtige Schiefer und eintönig zusammengesetzte Fossilbänke.

An der Lieser setzt die Form  $\beta$  des *arduennensis latestriatus* zusammen mit den untersten Bänken der Gladbach-Schichten ein. Im Finsterbach-Profil gibt es Übergangsformen bereits in Sandlinsen zwischen den hohen Biederburg-Schiefern. Trotzdem wird die Hangend-Grenze an den endgültigen Beginn der kennzeichnenden Petrofazies der Gladbach-Schichten gelegt.

#### *Biederburg-Schichten, novum stratum*

**Definition:** Die den Singhofener Schichten und den Spitznack-Schichten des Mittelrhein-Gebietes entsprechende porphyroidfreie, dem Fazies-Bereich der Südost-Eifel angehörige Schichtfolge an der Basis des Unter-Emsiums, der wahrscheinlich die unteren Teile der Stadtfelder Schichten entsprechen.

**Locus typicus:** Felsen am westlichen Widerlager der Karl-Kaufmann-Brücke, die bei der Biederburg nordöstlich Karl die Lieser überquert ( $r = 58540$ ,  $h = 46350$ , Blatt Manderscheid).

**Stratum typicum:** Die an der Karl-Kaufmann-Brücke an beiden Talwänden des Liesertales anstehenden Sandsteinbänke, die den Felsen der Biederburg aufbauen. Besonders die am locus typicus anstehende Fossilbank.

**Liegendgrenze:** Die durch das Aussterben des *Hysterolites (Hysterolites) pro-hystericus* (MAURER) definierte Grenze Siegen-Ems, im Gelände festgelegt durch das Aufhören der geschlossenen Rot-Verbreitung der Reudelsterz-Schichten der hohen Ulmen-Gruppe.

**Hangendgrenze:** Die letzte Bank unter dem Auftauchen von *Hysterolites (Acrospirifer) arduennensis latestriatus* (DREV.), Form  $\beta$ , im Gelände festgelegt an der Hangendgrenze der rotfreien mächtigen sandarmen Schiefer der hohen Biederburg-Schichten.

GERHARD MARTIN: „Die Basis der Gladbach-Schichten des Salmprofils ist mit der biostratigraphisch festlegbaren Grenze Biederburg-Gladbach-Schichten des Lieserprofils parallelisierbar. Die roteisenführende Zone ist 150 m mächtig.

Im Normalprofil der Salm liegen — ohne Berücksichtigung erkennbarer lateraler Fazies-Wechsel — über den Biederburg-Schichten 3300—3500 m Sedimente, die durch einen Quarzit-Horizont bei 800—1000 m des Normalprofils in Untere und Obere Gladbach-Schichten unterteilt werden können. In die oberen Gladbach-Schichten gehört der typische Horizont, dessen Fossilbänke in den Hängen des Gladbach-Tales auf eine längere Strecke verfolgt werden können. Sie zeigen eine enge fazielle Verwandtschaft mit den Fossilbänken des Humerich bei Oberstadtfeld. Der paläontologische Nachweis bleibt der Gesamt-Bearbeitung der Gladbach-Schichten vorbehalten.

Die Grenze gegen die Klerfer Schichten wird vorläufig petrographisch definiert: über ihr tauchen rasch und verbreitet intensiv rote Gesteine auf: Quarzite, Scherben-schiefer und Glimmersandsteine.

*Gladbach-Schichten*, novum stratum GERHARD MARTIN

Vorläufige Definition: Die den Schichten des Mittleren Unter-Emsiums im Mittelrhein-Gebiet entsprechende, dem Fazies-Bereich der Südost-Eifel angehörende Schichtfolge, der wahrscheinlich die oberen Teile der Stadtfelder Schichten entsprechen, mit der Liegendgrenze an der Stelle des ersten Auftauchens der Form  $\beta$  des *Hysterolites (Acrospirifer) arduennensis latestriatus* (DREVERMANN) und der Hangendgrenze an der Basis der Klerfer Schichten.

**VI. Die Mächtigkeiten der Biederburg- und Gladbach-Schichten**

In allen Gladbach-Fundpunkten des Liesertales, in denen *arduennensis latestriatus* vorkommt, sind noch Übergangs-Formen  $\alpha \rightarrow \beta$  und zweifelhafte  $\alpha$  neben eindeutigen  $\beta$ -Formen vorhanden. Das stimmt mit den Beobachtungen von GERHARD MARTIN überein, daß die Zone des Überganges *latestriatus*  $\alpha \rightarrow \beta$  innerhalb der roteisenführenden Basiszone erfolgt.

Daraus geht mit einiger Sicherheit hervor, daß im Lieserprofil nur die Basiszone der Gladbach-Schichten vorhanden ist. Es ist unwahrscheinlich, daß die restlichen 3000 m Schichtfolge in dem nur 4—5 km breiten Zwischenraum zwischen Lieser und Salm ausgekilt sind. Die Grenze Gladbach-Klerf in der gleichen stratigraphischen Höhe wie im Salmtal kann also im Liesertal nirgends aufgeschlossen sein.

Tabelle 1. Bekannte Mächtigkeiten der Biederburg- und Gladbachschichten in Profilen von Südeifeler Bachtälern

	Salm	Lieser	Sammetbach	Alf	Üß/Erdenbach
Gladbach. . . . .	3500	> 250	~ 250	< 250	600
Biederburg. . . . .	~2000?	< 1850	< 700	400	> 1200

Eine Kartierung des Nordrandes der Moselmulde im Bereich des Lieserprofils müßte dies berücksichtigen.

Die Tabelle über die bekannten Mächtigkeiten im Unterems am Nordrand der Olkenbacher Mulde ist eine Auswertung von Profil-Aufnahmen, die aus Platzgründen nicht veröffentlicht werden können.

Das Mächtigkeits-Minimum der Biederburg-Schichten an der Alf kann nicht mit Hilfe eines Zentrums besonders schneller Hebung, das bei einer solchen Wirksamkeit nicht auf einen so kleinen Raum begrenzt sein kann und länger aushalten müßte, erklärt werden. Möglicherweise ist es durch den in dieser Gegend zu erwartenden Ausläufer der besonders mächtigen Hunsrückschiefer an Üß, Erdenbach und Ellerbach verursacht, der sich als lokale Schwelle bei der fortschreitenden Senkung im Unterems passiv bemerkbar gemacht hat. Spätestens zu Beginn des Oberems scheint er unter den inzwischen gebildeten Sedimenten begraben zu sein, denn aus dem Oberems der Olkenbacher Mulde ist kein nachgewiesenes Mächtigkeits-Minimum an der in Frage kommenden Stelle bekannt. Aus den Klerfer Schichten ist, nicht zuletzt wegen der unsicheren Liegend-Grenze, bisher zu wenig Material bekannt.

Die Mächtigkeits-Abnahmen sind von beiden Seiten her so bedeutend, daß sie sich in der Lage der Schichtflächen widerspiegeln müssen. Achsenmessungen zwischen Lieser und Üß im Bereich der Gladbach-Schichten ergeben eine Aufwölbung des Faltenspiegels, deren Scheitel etwa zwischen Sammetbach und Alf liegt, und deren Westflanke von SCHENK 1938 als ein zur Eifeler Nord-Süd-Zone gehöriger Rampenteil gedeutet wurde. Wenige weit auseinanderliegende Beobachtungen deuten darauf hin, daß diese Aufwölbung im Emsquarzit nicht mehr ausgebildet ist. Die Tatsache, daß die Achsen in den Gladbach-Schichten immer noch stark aufgewölbt sind, obwohl auch sie in der Nähe des Scheitels sehr stark an Mächtigkeit verlieren, hat für die Klerfer Schichten, die nach ihrem Verhalten im noch sehr unklaren Sammetbach-Profil zu urteilen, auch im Zentrum der Aufwölbungszone noch ihre volle Mächtigkeit haben, theoretisch schwerwiegende Folgen:

Entweder sind sie an ihrer Basis von einer bedeutenden Diskordanz mit unter Umständen mehr als 1000 m Schichtausfall begrenzt, oder, was ich für wahrscheinlicher halte, ist ihre Liegendgrenze nicht isochron, sondern die Klerfer Fazies greift, im Zentrum der Schwelle lange vor ihrem Beginn im unteren Salmtal beginnend, allmählich weiter um sich.

Diese Vorgänge verlangen dringend eine spezielle Untersuchung.

#### Zusammenfassung

Die nicht ausreichend definierten Stadtfelder Schichten des Eifeler Unter-Ems werden für den Bereich der Südost-Eifel ersetzt durch zwei neue, biostratigraphisch abgrenzbare Schichtgruppen: Biederburg-Schichten unten und Gladbach-Schichten oben. Die Biederburg-Schichten sind an der Basis als Plattensandsteine mit Cypricardellenbänken ausgebildet, in der Mitte und oben als normale Schiefer-Grauwacken-Folge mit artenarmer Fauna. Die Gladbach-Schichten folgen mit scharfer Liegend-Grenze: plötzliches Erscheinen von Rotsandsteinen mit Roteisen und *Hysterolites* (*Acrospirifer*) *arduennensis latestriatus* (DREV.), Form  $\beta$ . Sie sind im Liesertal teilweise tektonisch unterdrückt, im Salmtal vollständig und gliederbar. Die Hangendgrenze nach den Klerfer Schichten hin ist durch synsedimentäre Vorgänge kompliziert und noch unklar.

#### Schriftenverzeichnis

- DAHMER, G.: Die Fauna der Unterkoblenz-Schichten von Landstein im östlichen Taunus (Blatt Grävenwiesbach). — *Senckenbergiana*, 22, S. 260—274, Frankfurt am Main 1940.
- DREVERMANN, F.: Die Fauna der Unterkoblenz-Schichten von Oberstadtfeld bei Daun in der Eifel. — *Palaeontographica*, 49, S. 73—119, Tafel 9—14, Stuttgart 1902.
- ENGELS, B.: Zur Tektonik und Stratigraphie des Unterdevons zwischen Loreley und Lorchhausen a. Rhein (Rheinisches Schiefergebirge). — *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, 14, 96 S., 31 Abb., 2 Tabellen, 15 Diagramme, 5 Tafeln, Wiesbaden 1955.
- FOLLMANN, O.: *Abriß der Geologie der Eifel*. Braunschweig und Berlin 1915.
- FUCHS, A.: *Das Unterdevon der Loreleygend.* — *Jb. Nass. Ver. Naturk.*, 52, S. 1—96, Taf. 1—3, Wiesbaden 1899.
- *Sedimentation und Faunenfolge im Unter- und Mitteldevon des Rheinischen Schiefergebirges.* — *Z. deutsch. geol. Ges.*, 85, S. 455—457, Taf. 38, Berlin 1933.
- HENKE, W.: *Verbreitung und Ausbildung der Siegener Schichten in der Osteifel.* — *Geol. Rdsch.*, 24, S. 187—203, Taf. 2, Berlin 1933.

- MAUZ, J.: Zur Fauna der Unterkoblenz-Stufe. — *Senckenbergiana*, **15**, S. 274—294, Frankfurt/M. 1933.
- Vergleichende Untersuchungen über die Unterkoblenz-Stufe bei Oberstadtfeld und Koblenz.— *Abh. senckenb. naturf. Ges.*, **429**, Frankfurt/M. 1935.
- QUIRING, H.: Die Fortsetzung des Siegener Hauptsattels in den Ardennen. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **85**, S. 214—228, Taf. 15, Berlin 1933.
- RÖDER, D.: Ulmen-Gruppe in sandiger Fazies in der Südost-Eifel (Unter-Devon, Rheinisches Schiefer-Gebirge). Im Druck.
- RÖSLER, A.: Das Unterdevon am SW-Ende des Taunusquarzituzuges von Katzenelnbogen (Rheinisches Schiefergebirge, Taunus). 2. Teil: Ems-Stufe. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **84**, S. 32—84, 1 Karte (Taf. 5), Wiesbaden 1956.
- SCHENK, E.: Die Tektonik der mitteldevonischen Kalkmulden-Zone in der Eifel. — *Jb. preuß. geol. L.-A. für 1937*, **58**, Berlin 1938.
- SIMPSON, S.: Das Devon der Südost-Eifel zwischen Nette und Alf. Stratigraphie und Tektonik mit einem Beitrag zur Hunsrückschiefer-Frage. — *Abh. senckenberg. naturf. Ges.*, **447**, S. 1—81, Frankfurt a. M. 1940.
- SOLLE, G.: Geologie der mittleren Olkenbacher Mulde. — *Abh. senckenb. naturf. Ges.*, **436**, Frankfurt/M. 1937.
- Neue Einstufung des Oberkoblenz von Oberkleen (Taunus) und ihre paläogeographische Folgerung. — *Senckenbergiana*, **25**, S. 255—263, Frankfurt/M. 1942.
- Beobachtungen und Deutungen zum Unterkoblenz in Taunus und Hunsrück. — *Senckenbergiana*, **31**, S. 185—196, 1 Tafel, Frankfurt am Main 1950 (1950a).
- Obere Siegener Schichten, Hunsrückschiefer, tiefstes Unterkoblenz und ihre Eingliederung ins Rheinische Unterdevon. — *Geol. Jahrb.*, **65**, S. 299—380, 2 Abb., 3 Tabellen, Hannover/Celle 1950 (1950b).
- Die Spiriferen der Gruppe *arduennensis-intermedius* im rheinischen Devon. — *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **5**, S. 1—156, 45 Abb., 7 Tab., 18 Taf., Wiesbaden 1953.
- Gliederung und Aufbau der Klerfer Schichten am Nordrand der Olkenbacher Mulde (Unterdevon, Südost-Eifel). — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **84**, S. 85—92, Wiesbaden 1956 (1956a).
- Die Watt-Fauna der unteren Klerfer Schichten von Greimerath (Unterdevon, Südost-Eifel). Zugleich ein Beitrag zur unterdevonischen Mollusken-Fauna. — *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **17**, 47 S., 7 Abb., 6 Taf., Wiesbaden 1956 (1956b).

Manuskript eingegangen am 30. 10. 1956

## Aufschlüsse in der Oolithzone bei Oberelsungen und Escheberg (Blatt Wolfhagen)

Von

ERWIN BUSSE, Kassel & FRANZ RÖSING, Wiesbaden

Über den Unteren Muschelkalk zwischen Zierenberg und Escheberg (Blatt Wolfhagen) liegen bisher noch keine Spezialuntersuchungen vor. Wegen der spärlichen und größtenteils mangelhaften Aufschlüsse kann zur Zeit noch kein detailliertes Gesamtprofil durch den Unteren Muschelkalk aufgestellt werden.

Die der vorliegenden Arbeit vorausgegangenen gemeinsamen Geländeuntersuchungen in den Jahren 1952 bis 1954 mußten sich daher zwangsläufig auf einige wenige gute Aufschlüsse beschränken.

Die hier beschriebenen Aufschlüsse liegen innerhalb der praktisch ungestörten Nordostscholle MARTINI's (1937) nördlich des Kasseler Grabens und östlich der Störungszone von Volkmarsen/Wolfhagen. Im Bereich des Blattes Wolfhagen fallen die Schichten des Röts und Unteren Muschelkalkes nördlich des Kasseler Grabens schwach nach Norden ein, ohne nennenswert gestört zu sein.

Aufschlüsse im unteren Teil des Unteren Wellenkalkes fehlen sowohl bei Oberelsungen als auch bei Escheberg. Hingegen werden die harten Kalksteine der Oolithzone auch heute noch dort gelegentlich gebrochen.

In einigen dieser Aufschlüsse konnten die unten wiedergegebenen Profile aufgenommen werden.

### Profil I

#### Kleiner Stukenberg, südöstlich von Escheberg (R. 18720 H. 95500)

##### Oolithbank $\beta$

- h) 0,40—0,45 m Graue, bräunlich anwitternde, aufgelockerte, klotzige, teilweise feinschaumig-oolithische Kalksteinbänke mit zahlreichen gelblich-bräunlichen Fossilresten

##### Oberes graues Zwischenmittel

- g) 0,60—0,70 m Oben dünn-schichtige, unten dünn-plattige, graue, ebene bis fast ebene Kalksteine, übergehend in das

##### Gelbe Zwischenmittel

- f) 0,90 m Graue, plattige,  $\pm$  feinkristalline Kalksteine  
ca. 1,60 m Graue, braune, z. T. intensiv gelb anwitternde, dickplattig-bankige Kalksteine

## Unteres graues Zwischenmittel

- e2) ca. 2,20 m Graue, ebene bis leicht wellige, dünn-schichtige, leicht zerfallende Kalksteine  
 e1) 0,20—0,22 m Graue und grau-bräunliche, feste, kristalline, außen feinporig anwitternde Kalksteinbänke

Oolithbank  $\alpha$ 

- d) 0,30—0,32 m Hellgraue, horizontal und vertikal stark zerklüftete, feinkristalline bis feinschaumige, mehlig-mürbe verwitternde Kalksteinbank; lagenweise mit reicher Schnecken- und Muschelfauna, mitunter löcherig infolge resorbierter Fossilien, Bank mit *Gervillia mytiloides*  
 c3) 0,25 m 3—5 graue, harte, feste, splittrige, feinkristalline Kalksteinbänken  
 c2) 0,43 m Graue, bankige, feste, zusammengefaßte, dünn-schichtige Kalksteine  
 c1) 0,35—0,40 m Oben: 6—8 cm graue, kristalline, fossilführende Kalksteinplatte; ? *Protorcula* sp., *Holocrinus*-Stielglieder  
 Unten: graue und graublau, ebene bis wellige, feste, feinkristalline Kalksteinplatten, mit bräunlichen, welligen Mergelzwischenlagen  
 b3) 0,16 m Zwei sehr feste, grau-bräunliche, rostbraun anwitternde, feinschaumige Kalksteinbänken  
 b2) 0,26 m Graue bis hellgraue, mitunter weißgraue, dünn-schichtige und plattige, meist unebene Kalksteine mit dünnen bräunlichen Mergellagen  
 b1) 0,23 m Graue bis hellgraue, feste, feinkristalline, feinschaumig und mehlig anwitternde Kalksteinplatten; die Einzellagen durch unebene und höckerige Nähte angedeutet und bis zu 10—15 cm Dicke anschwellend; rascher Mächtigkeitswechsel  
 a) 0,25 m Graue, ebene bis uneben-höckerige, dichte und feinkristalline Kalksteinplatten von 2—4 cm Dicke; im oberen Drittel fest miteinander verzahnt; *Balanoglossites triadicus* MÄGDEFRAU nicht selten

## Unterer Wellenkalk (mu I)

- bis 1,00 m Graue, mergelige Bröckelkalksteine

Anmerkung: Der größte Teil der in der Fossiliste aufgeführten Fossilien aus der Oolithbank  $\alpha$  entstammt der versteinungsreichen Schicht d.

## Profil II

## Kalksteinbruch am Mühlberg, nördlich Oberelsungen (R. 16400 H. 94090)

## Gelbes Zwischenmittel

- f) 1,00—1,50 m Gelbe, dichte, plattig-dickplattige, aufgelockerte Kalksteine

## Unteres graues Zwischenmittel

- e) 2,30—2,40 m Graue, wellige bis ebene, dünn-schichtige Kalksteine, lagenweise sehr reich an *Rhizocorallium*; in den unteren 30—40 cm dunkelgraue bis gelbgraue kristalline Kalksteinplatten

Oolithbank  $\alpha$ 

- d) 0,20—0,25 m Graue, gelbe oder braungraue, feste, feinkristalline Kalksteinbänke, durch eine dünne, konglomeratische Lage geteilt; die rundlich-eckigen, z. T. flachen, grauen Kalksteingerölle reichen auch noch ins Liegende und Hangende; im oberen Teil wird der Kalkstein feinschaumig und verwittert rostbraun; zahlreiche Muschel- und Schneckenquerschnitte; Bank mit *Gervillia mytiloides*  
 c) 1,00—1,05 m Graue, vorwiegend feinkristalline,  $\pm$  fest miteinander verbackene Kalksteinbänke; im oberen Teil überwiegend dünn-schichtig-wellig, im unteren Teil dickplattig-eben (5 cm)  
 b) 0,50 m Graue bis hellgraue, feste, splittrige, meist feinkristalline, kompakt erscheinende Kalksteinbänke.

## Profil III

**Aufschluß wenige Dekameter westlich des Kalksteinbruches am Mühlberg  
(R. 16340 H. 94000)**

Oolithbank  $\alpha$ 

- b) Unmittelbar unter der Grasnarbe liegen 10—12 cm dicke Kalksteinplatten mit bräunlichen, löcherigen Seiten; innen sind sie hellbraun und wittern rötlich-braun und mehlig-schaumig an; resorbierte Muschelquerschnitte und kleine, runde Trochiten (*Holocrinus*)
- a) 0,30 m Graue bis buntgraue, teilweise bräunlich anwitternde plattige, auch wellige, kristalline Kalksteine; sie sind  $\pm$  fest miteinander verbunden, enthalten dünne Wurmgänge und auf den vielfach porösen Seiten der Platten Schneckenhöhlräume; besonders im oberen Teil treten kleine runde Trochiten auf

## Unterer Wellenkalk (mu 1)

0,80 m Graue, mürbe, bröckelige, mergelige Kalksteine.

Die Oolithbänke  $\alpha$  und  $\beta$  sind sowohl auf relativ engem Raum als auch auf größere Erstreckung hin stärkeren Schwankungen hinsichtlich Ausbildung und Mächtigkeit unterworfen.

Schon in Thüringen lassen sich in den einzelnen Profilen beachtliche Unterschiede erkennen. Der „Wanderweg“ der Fazies der Oolithbänke wird von Osten nach Westen, von Thüringen über den Ringgau bis westlich Kassel, von  $\pm$  starkem Wechsel in Ausbildung und Mächtigkeit der als ‚Gesamtbegriff konstanten Zone begleitet. Dabei werden bei allmählichem Verlauf dieses „Wanderns“ die Oolithbänke in Hessen relativ wohl etwas jünger sein als in Thüringen.

Ebenso ergeben sich schon Unterschiede innerhalb des Blattgebietes von Kassel-West und gegenüber den hier mitgeteilten Profilen von dem sich westlich anschließenden Blatt Wolfhagen.

Die nachstehend gebrachten Mächtigkeitsdaten (in Metern) der Oolithzone von mehreren Aufschlüssen auf den beiden Blättern bringen dies trotz einiger Lücken in den Profilen gut zum Ausdruck. Die Anordnung der Profile erfolgt von Ost nach West.

Bei dem Profil vom Fürstengarten (E. Busse 1956) und wahrscheinlich auch bei dem vom Weinberg auf Blatt Kassel-West ist die Mächtigkeitsreduktion der Oolithbank  $\alpha$  durch tektonische Vorgänge zu berücksichtigen.

	Fürstengarten	Weinberg	Kassel-Kirchditmold	Oberes Ahmetal	Dörnberg Südhang	Postenberg	Kleiner Stuppenberg	Mühlberg
Oolithbank $\beta$	0,50	0,50	} ca. 1,00	—	0,35	—	0,40— 0,45	—
Oberes graues Zwischenmittel	1,80	ca. 1,80		—	0,40— 0,45	ca. 0,60	0,60— 0,70	—
Gelbes Zwischenmittel	2,10— 2,30	2,30		3,00— 3,30	—	—	3,40	2,50
Unteres graues Zwischenmittel	1,40— 1,60	ca. 2,00	—	2,00	—	2,05— 2,10	2,40	2,30— 2,40
Oolithbank $\alpha$	1,00 reduziert	ca. 1,60 ? reduziert	—	1,80— 1,90	—	—	ca. 2,30	ca. 2,30

## Fossiliste

	Mühlberg		Kleiner Stukenberg		
	Oolith- bank $\alpha$	Zwischen- mittel	Oolith- bank $\alpha$	Zwischen- mittel	Oolith- bank $\beta$
<i>Balanoglossites triadicus</i> MÄGDEFRAU . . .	×		×		
<i>Spirorbis valvata</i> BERGER . . . . .	×		×		
<i>Rhizocorallium commune</i> SCHMID . . . . .		×		×	
<i>Holocrinus</i> sp. (Stielglieder) . . . . .	×		×		
? <i>Dielasma ecki</i> FRANTZEN . . . . .			×		
<i>Gervillia costata</i> SCHLOTHEIM . . . . .	×		×		×
<i>Gervillia mytiloides</i> SCHLOTHEIM . . . . .	×		×		×
<i>Hoernesia socialis</i> SCHLOTHEIM . . . . .	×		×		
<i>Hoernesia subglobosa</i> CREDNER . . . . .	×		×		
<i>Lima lineata</i> SCHLOTHEIM . . . . .		×			
? <i>Lima</i> sp. . . . .					×
<i>Entolium</i> cf. <i>discites</i> SCHLOTHEIM . . . . .			×		
<i>Pecten liscaviensis</i> GIEBEL . . . . .			×		×
? <i>Velopecten</i> cf. <i>morrissi</i> GIEBEL . . . . .	×				
<i>Pecten</i> sp. . . . .	×		×		×
<i>Myoconcha gastrochaena</i> GIEBEL . . . . .					×
<i>Myoconcha</i> cf. <i>mülleri</i> GIEBEL . . . . .					×
<i>Placunopsis ostracina</i> SCHLOTHEIM . . . . .	×				×
<i>Placunopsis plana</i> GIEBEL . . . . .					×
<i>Enantiostreon difforme</i> SCHLOTHEIM . . . . .					×
<i>Mytilus eduliformis praecursor</i> FRECH . . . . .					×
<i>Nucula goldfussi</i> ALBERTI . . . . .	×		×		×
<i>Myophoria laevigata</i> ALBERTI . . . . .	×		×		×
<i>Myophoria</i> cf. <i>cardissoides</i> ALBERTI . . . . .					×
<i>Myophoria ovata</i> GOLDFUSS . . . . .	×		×		
<i>Myophoria germanica</i> HOHENSTEIN . . . . .					×
<i>Myophoria</i> n. sp. . . . .					×
<i>Myophoria vulgaris</i> SCHLOTHEIM . . . . .	×		×		×
<i>Myophoria elegans</i> DUNKER . . . . .	×		×		×
<i>Myophoria curvirostris</i> SEEBACH . . . . .	×		×		×
<i>Schafhäutlia</i> cf. <i>plana</i> MÜNSTER . . . . .					×
<i>Schafhäutlia</i> sp. . . . .					×
<i>Tellina edentula</i> GIEBEL . . . . .	×		×		
<i>Pleuromya</i> cf. <i>fassaënsis</i> WISSMANN . . . . .			×		
? <i>Pleuromya</i> sp. . . . .			×		
? <i>Homomya</i> sp. . . . .					×
<i>Entalis torquata</i> SCHLOTHEIM . . . . .	×		×		
<i>Worthenia</i> cf. <i>leysseri</i> GIEBEL . . . . .			×		×
<i>Worthenia</i> sp. . . . .					×
<i>Worthenia hausmanni</i> GOLDFUSS . . . . .	×		×		
<i>Hologyra eyerichi</i> NOETLING . . . . .			×		
cf. <i>Neritaria prior</i> E. PICARD . . . . .			×		
<i>Neritaria</i> sp. . . . .			×		
<i>Loxonema zekelii</i> GIEBEL . . . . .	×		×		×
<i>Loxonema</i> cf. <i>falcatum</i> E. PICARD . . . . .					×
<i>Loxonema</i> sp. . . . .			×		×
<i>Undularia</i> cf. <i>tenuicarinata</i> E. PICARD . . . . .	×		×		
<i>Omphaloptycha gregaria</i> SCHLOTHEIM . . . . .	×		×		
<i>Omphaloptycha gregaria lata</i> E. PICARD . . . . .	(×)		×		
<i>Omphaloptycha</i> cf. <i>schüttei</i> GIEBEL . . . . .			×		
<i>Omphaloptycha</i> sp. . . . .	×		×		×
<i>Trypanostylus</i> cf. <i>cylindricus</i> E. PICARD . . . . .	×		×		
<i>Trypanostylus</i> sp. . . . .	×		×		×
? <i>Protorcula</i> sp. . . . .	×				×

Die Oolithbank  $\beta$ , im Bereich ihrer „Kasseler Fazies“ (BUSSE 1956) mit einer Mächtigkeit von 0,5 m noch ziemlich konstant, verschmilzt bereits im Westteil von Kassel (Kassel-Kirchditmold an der Schanzenstraße) mit dem Oberen grauen Zwischenmittel und erscheint in Richtung Rasenallee-Oberes Ahnetal-Dörnberg (Nordhang)-Wilhelmsthal als 0,18–0,35 m starke Konglomeratbank. Am Südhang des Dörnberges sowie am Postenberg bei Fürstenwald kann eine zweifache Fazies beobachtet werden: Eine obere (5 cm) mit zahllosen Wurmrohren von *Trypanites weisei* MÄGDEFRAU und eine untere (30 cm) mit zahlreichen schlecht erhaltenen Muschel- und Schneckenresten. Am Kleinen Stuvenberg hingegen besteht die Oolithbank  $\beta$  aus einer 40–45 cm starken Folge von klotzigen Kalksteinbänken, deren großer Fossilinhalt ziemlich schwer herauszupräparieren und zu bestimmen ist.

Das Obere graue Zwischenmittel schwankt in Ausbildung und Mächtigkeit sehr. Es kann von dem liegenden Gelben Zwischenmittel völlig verdrängt werden (vgl. BUSSE 1956). Es empfiehlt sich, bei Mächtigkeitsvergleichen das Obere graue und das Gelbe Zwischenmittel zusammenzufassen. Aus der im folgenden gebrachten zusammengefaßten Gegenüberstellung der Mächtigkeiten des unteren und mittleren Teiles der Oolithzone von Blatt Kassel-West und Oberelsungen/Escheberg ist zu ersehen, daß die Oolithbank  $\alpha$  und das Untere graue Zwischenmittel von Kassel nach Oberelsungen an Mächtigkeit auf Kosten des Gelben Zwischenmittels zunehmen, und zwar bei fast gleichbleibender Stärke der Gesamtzone.

	Blatt Kassel-West	Oberelsungen
Gelbes Zwischenmittel . . . . .	4,00–4,20 m	3,10–3,20 m
Unteres graues Zwischenmittel . . . . .	2,00–2,10 m	2,30–2,40 m
Oolithbank $\alpha$ . . . . .	1,60–1,90 m	ca. 2,30 m
	7,60–8,20 m	7,70–7,90 m

Die Fossilbänkechen der Oolithbank  $\beta$  sind reich an Muscheln und Schnecken, die sich mengenmäßig etwa die Waage halten. In der „Kasseler Fazies“ sind die Fossilien meist „spätig“ und gut erhalten; die beste Fundstelle war vor Jahren in einem kleinen, jetzt aufgelassenen Kalksteinbruch am Eichwäldchen an der Autobahn auf Blatt Kassel-Ost. Etwa die gleichen Arten finden sich, wenn auch in wesentlich schlechterem Zustand, am Südhang des Dörnberges auf Blatt Kassel-West und am Kleinen Stuvenberg. — Die konglomeratische Fazies der Oolithbank  $\beta$  ist verhältnismäßig fossilarm.

Oberes und Unteres graues Zwischenmittel führen im wesentlichen und in Mengen Rhizokoralien, seltener auch *Pleuromya* cf. *fassaënsis* WISSMANN, während das Gelbe Zwischenmittel praktisch fossilfrei ist. Auch die Oolithbank  $\alpha$  ist bei Kassel meist arm an Fossilien;  $\pm$  regelmäßig treten nur — wie in Thüringen — kleine runde oder fünfeckige Stielglieder von *Holocrinus* sp. auf. Gelegentlich ist in dünnen Kalksteinplatten eine etwas reichere Fauna enthalten. So konnten am Postenberg bei Fürstenwald 2 Bänkechen von 2–5 cm Dicke unterschieden werden, deren erstes bei großer Artenarmut nur Kugelschnecken (*Neritaria*, *Hologyra*) lieferte, während das zweite eine artenreichere Schneckenfauna, u. a. große mulmige Steinkerne und deutliche Hohldrucke von *Undularia tenuicarinata* E. PICARD, enthält.

Die überwiegend plattige Ausbildung der Oolithbank  $\alpha$  auf Blatt Kassel-West erfährt schon bei Oberelsungen eine Veränderung zu überwiegend dünn- bis dickbankiger Fazies, wobei auch der Anteil kristalliner bis schaumiger Gesteine größer wird. Durch besonderen Fossilreichtum zeichnet sich die Bank  $d$ ) in den Profilen I und II aus. Auch hier fällt der verhältnismäßig große Anteil an Gastropoden auf. — Gegenüber Thüringen ist auf Blatt Kassel-West und bei Oberelsungen/Escheberg das Fehlen bzw. das äußerst spärliche Vorkommen einer Reihe von Arten — besonders von Stachelhäutern und Kopffüßern — bemerkenswert. Manche der aus dem alpinen Weltmeer über Oberschlesien eingewanderten Formen, die bis Thüringen und Rüdersdorf vordrangen, mögen weiter im Westen nicht mehr die ihnen zusagenden Lebensbedingungen vorgefunden haben. So sind fast ausschließlich Gastropoden und Lamellibranchiaten das Hauptelement in der Fauna der Oolithbänke Nordhessens, zu denen noch vor allem in der Oolithbank  $\alpha$  Trochiten und in beiden Oolithbänken Reste von Wurmrohren treten.

Wenige und fragmentarische Brachiopodenreste aus der Oolithbank  $\beta$  lassen sich nicht mit Sicherheit auf *Dielasma ecki* FRANTZEN beziehen. Ob *Beneckeia buchi* v. ALBERTI noch in der Oolithbank  $\alpha$  vorkommt, ist fraglich. In höherem stratigraphischen Niveau ist diese Art bei Kassel und Oberelsungen/Escheberg im Gegensatz zu Thüringen noch nicht gefunden worden.

#### Schriftenverzeichnis

- BLANCKENHORN, M.: Der Muschelkalk auf Blatt Wilhelmshöhe bei Cassel und seine Lagerungsverhältnisse. — Jb. preuß. geol. L.-A. f. 1897, 18, S. 109—129, Berlin 1898.
- BUSSE, E.: Ein Wellenkalkprofil vom Fürstengarten in Kassel (Blatt Kassel-West). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, S. 176—183, Wiesbaden 1956.
- FINDEISEN, H. K.: Geologische Beschreibung des Stadtgebietes von Kassel und seiner näheren Umgebung. — Dipl.-Arbeit (nicht veröffentlicht), Heidelberg 1952.
- MARTINI, H. J.: Großschollen und Gräben zwischen Habichtswald und Rheinischem Schiefergebirge. — Geotekt. Forsch., 1, S. 70—123, 3 Taf., 36 Abb., Berlin 1937.

Manuskript eingegangen am 2. 1. 1957.

## Zur Altersfolge und Faziesgliederung mitteleuropäischer (insbesondere hessischer) Braunkohlen

Von

**HANS D. PFLUG, Köln**

Mit 5 Abbildungen, 9 Tabellen und den Tafeln 8—10

**Übersicht:** In Zusammenarbeit mit dem leider zu früh verstorbenen Kollegen Dr. F. MÜRRIGER, Wiesbaden, war vom Verfasser eine umfassende Untersuchung hessischer Braunkohlen begonnen worden. Der Verfasser legt hier seine Untersuchungsergebnisse aus den Lagern von Borken und Frielendorf (beide Bez. Kassel) vor, deren Bearbeitung ihm zugefallen war. Die Sporenbilder lassen sich heute genauer datieren (Tab. 1). In beiden Lagerstätten ist eine Faziesfolge erkennbar. Die Beziehung zwischen Farbe der Kohlen und Sporenspektren wird untersucht.

### Inhalt

Stand der Sporenstratigraphie in Mitteleuropa . . . . .	152
Das Sporenbild von Borken . . . . .	154
Zur Altersstellung der Braunkohle von Frielendorf . . . . .	160
Faziesbilder und Feingliederung . . . . .	162
Fossillisten . . . . .	173
Zusammenfassung . . . . .	176
Schriftenverzeichnis . . . . .	177

### Stand der Sporenstratigraphie in Mitteleuropa

Die Ausdrücke „Pollenanalyse“, „Pollenspektrum“, „Pollenbild“ sind zwar geläufig, aber sachlich nicht ganz richtig, jedenfalls soweit es präquartäre Schichten betrifft. Denn hier nehmen die Sporen i. e. S. einen umso breiteren Raum im Spektrum ein, je tiefer man nach unten dringt. Viele Forscher sprechen hier von „Sporenanalyse“, „Sporenpaläontologie“, „Sporenspektrum“ usw. „Spore“ gilt ihnen hierbei als Deckbegriff für die Spore i. e. S. und für den Pollen, der letzten Endes doch nur die Sonderform einer Mikrospore darstellt. Wir werden im folgenden diese Bezeichnungen übernehmen.

Das Sporenbild (früher Pollenbild) eines Zeitabschnittes setzt sich aus der Gesamtheit der Sporen und Pollen zusammen, die hier bezeichnend sind, sei es qualitativ, lediglich durch ihr Vorkommen, sei es quantitativ durch ihr Auftreten in besonders großen Mengen. Die Sporenbilder entsprechen also bestimmten geologischen Stufen; die Grenzen zwischen den Sporenbildern können aber in einigen Fällen noch nicht genau datiert werden. Hier fehlen noch kontinuierliche Profile, auf denen man den Übergang vom tieferen zum höheren Bild verfolgen könnte.

In der folgenden Tabelle sind alle wichtigen neueren Ergebnisse verwertet. Verschiedene gezeichnete Grenzen zwischen den Sporenbildern können sich noch etwas nach oben oder unten verschieben.

Tabelle 1  
Sporenstratigraphie im mitteleuropäischen Tertiär

Pleistozän	Präglazial	Tegelen-Bild
Pliozän	oberes } mittleres }	Reuver-Bild
	unteres	Bild der Fischbachschichten
Miozän	höheres	Posener Bild
	tiefere	Oberes Rheinisches Bild
	höheres Chatt tiefere Chatt	Unteres Rheinisches Bild Marxheimer Bild
Oligozän	mittleres	Bild des Septarientones
	unteres	Bild der Melanientone
	oberes	Borkener Bild
Eozän	mittleres	Bild der Helmstedter Oberflöze
	unteres	Bild der Helmstedter Unterflöze
	oberes	Antweiler Bild
Paleozän	mittleres } unteres }	Hannoversches Bild

Die Fortschritte gegenüber der letzten Tabelle des Verfassers (1956) sollen kurz besprochen werden: Der Septarienton führt im Mazerationspräparat eine besondere Mikroflora. Sporen und Pollen sind hier weniger charakteristisch, als bestimmte Hystriochosphaerideen und Dinoflagellaten, über die später in einer besonderen Arbeit berichtet werden soll. Das Sporenspektrum besteht fast ausschließlich aus ferntransportiertem Pinaceen-Pollen; er stammt aus höher gelegenen Bereichen der Kontinentalränder.

Das Bild der Melanientone läßt sich immer gut erkennen, sei es in brackischer, limnischer oder telmatischer Fazies. In bestimmten Fällen kann man den oberen Melanienton vom unteren abtrennen. Zuweilen findet man nämlich in Spektren mit Melanienton-Bild umgelagerte Hystriochosphaerideen oder Dinoflagellaten des Septarientones. Über Einzelheiten des Melanienton-Bildes wird auf S. 159 gesprochen.

Die Beziehungen der oberoligozänen und miozänen Sporenbilder zur stratigraphischen Zeitskala sind neuerdings klarer geworden. Sie stützen sich zunächst auf die Feststellungen von M. VIGNEAUX & A. MAGNE (1954), sowie auf frühere Arbeiten im aquitanischen Becken, wonach Aquitan, Burdigal und Torton Facies der gleichen Stufe darstellen. Die Gliederung des Miozäns lautet nun: Girund, Helvet, Sarmat. K. GRIPP & A. MAGNE (1956) haben im Anschluß an diese Ergebnisse die Stratigraphie des norddeutschen Miozäns revidiert.

Hinzu kommen die neuen stratigraphischen Ergebnisse im rheinischen Braunkohlentertiär (U. JUX & Verf. 1957). Hier läßt sich nun das „Untere Rheinische Sporenbild“ der sog. Kölner Unterflöze vom „Oberem Rheinischen Bild“ des Hauptflözes abgliedern. Die Unterflöze verzahnen sich mit marinen Schichten, in denen eine reiche oberoligozäne Fauna entdeckt wurde. Nach oben wird die Folge limnisch. Das „Obere

Rheinische Bild“ entspricht den Sporenspektren der Hamburger Braunkohlensande (Girund-Helvet) weitgehend.

Die folgenden Abschnitte beschäftigen sich vorwiegend mit der stratigraphischen Stellung des Borkener Bildes am Beispiel der Schichtenfolge im Borkener Becken und des Unteren Rheinischen Bildes am Beispiel der Braunkohlen von Frielendorf.

### Das Sporenbild von Borken (Bez. Kassel)

#### a) Zur Altersstellung des Borkener Bildes

In Tabelle 1 ist das Borkener Bild, wie es sich im Hauptflöz von Borken ausprägt, dem Obereozän gleichgesetzt. Im folgenden soll untersucht werden, wie weit das belegt ist. Zeitmarken geologischer oder paläontologischer Art sind so gut wie nicht vorhanden. Man weiß nur, daß zwischen Hauptflöz und dem hangenden „Unteren Melanienton“ ein mächtiger limnischer, vielleicht zum Teil auch brackischer Schichtkomplex eingeschaltet ist.

M. BLANKENHORN hielt das Hauptflöz zuletzt (1950) für mitteleozän; er bringt dafür auch eine Reihe von Argumenten vor. Diese wurden aber von H. UDLUFT (1950) entkräftet.

Auch die Sporen-Stratigraphie konnte bisher keine endgültige Klarheit schaffen, obwohl die diesbezüglichen Arbeiten bis auf F. THIERGART (1940) zurückgehen. Dieser entdeckte damals eigenartige Spektren mit besonders viel Palmenpollen, — also Borkener Bild in unserem Sinne —, in Bohrproben der Strafanstalt Ziegenhain bei Kassel und in einigen Vorkommen des Westerwaldes. Seine Ansicht, es müsse sich um ein besonderes Bild oberhalb des Mitteleozäns handeln, wurde von F. MÜRRIGER & Verf. (1951) bestätigt. Allerdings schreiben die beiden Verfasser weiter (S. 92): „THIERGART hält solche hohen Palmenwerte für charakteristisch für das Unteroligozän und glaubt überdies auf Grund von Braunkohlenproben des Westerwaldes innerhalb dieser Formation eine ältere Palmen-Stufe und eine jüngere Schizaeaceen-Stufe ... unterscheiden zu können. Nach Ansicht der Verfasser geht diese Gliederung viel weiter als augenblicklich beweisbar ist.“ Sie nehmen dann zur Braunkohle von Burghasungen (Borkener Bild) Stellung (S. 95): „Jedenfalls liefert der Vergleich der Pollenspektren der Braunkohle von Helmstedt und des Geiseltales mit dem von Burghasungen Hinweise, die alle für letztere ein jüngeres Alter als mitteleozän fordern und obereozänes bis mitteloligozänes Alter wahrscheinlicher machen. Aber unsere heutigen Erfahrungen reichen noch nicht aus, um diese Datierung als gesichert gelten zu lassen. Als fest erwiesen kann aber die Altersstellung in dem Zeitraum vom älteren Oligozän bis Eozän einschließlich gelten ...“

Mittlerweile sind neue Beobachtungen hinzugekommen. Von den sog. unteroligozänen Fundstätten THIERGART's ist, wie sich herausgestellt hat, keine sicher datiert. Weiterhin brachte die Untersuchung der unteren Melanientone ein eigenes, gegenüber den Borkener Spektren jüngeres Bild hervor. Die hohen Palmenwerte sind verschwunden, hohe Schizaeaceen-Werte sind geblieben. Das deckt sich im großen und ganzen mit der „Palmen-Stufe“ und „Schizaeaceen-Stufe“ THIERGART's. Dieser Forscher hat also die relative Altersfolge bereits richtig erkannt und bewertet, seine absoluten

Datierungen müssen aber etwas revidiert werden. Zuweilen hat man in den letzten Jahren vom „unteroligozänen Borkener Pollenbild“ gesprochen, das war unter dem Eindruck der THIERGART'schen Datierungen geschehen.

Wenn das Borkener Bild einen jüngeren Eindruck macht als das mitteleozäne Geiseltal- und Helmstedter Oberflöz-Bild, aber älter sein muß als das der unteroligozänen Melanientone, dann ordnete es sich zwanglos ins Obereozän ein. Es sei denn, das Borkener Bild stellte lediglich eine faziell oder regional beeinflusste Sonderform des Helmstedter Bildes dar.

Es gibt mehrere Argumente, diese letzteren Bedenken zu zerstreuen. Einmal sind es ausgerechnet die altertümlichen Vertreter des Mitteleozäns, wie z. B. die Normapolles, die im Borkener Bild verschwunden oder seltener werden. Das zeigen die Fossil-Listen auf S. 158. Dann kennt man heute datierte Vorkommen mit Borkener Bild: In einer von O. S. KUYL, J. MULLER & H. TH. WATERBOLK verfaßten Arbeit (1955) ist auf Pl. 8 ein charakteristisches Borkener Spektrum abgebildet. Hierzu wird angegeben: Unterer Teil des Obereozäns „Riverside loc., Jackson, Miss.“ Fast jede der abgebildeten Formen findet sich in gleicher Ausbildung auch in der Borkener Lagerstätte. Nur der auf Pl. 8 rechts unten abgebildete *Nudopollis terminalis* ist in Borken bereits so gut wie verschwunden, tritt aber im mitteleuropäischen Mitteleozän noch regelmäßig auf. Borken könnte also noch ein wenig jünger sein als die amerikanische Fundstätte, wenn man die kleinen Unterschiede nicht auf deren südlichere Lage zurückführen möchte. Jedenfalls scheinen die Pollenbilder des Alttertiärs weltweit in ähnlicher Weise entwickelt zu sein. Das ist dem Verfasser bereits bei früheren Untersuchungen aufgefallen (1953 b).

Ein „älteres Borkener Bild“ führen auch die von M. SCHWARZBACH, M. TEICHMÜLLER und P. W. THOMSON (1952) untersuchten Kohlen von Sardinien, oder jedenfalls ein auch vom Verfasser gesichtetes Präparat aus Kohlengeröllen von Monteponi. Die sardinische Kohlenserie wird dem Eozän zugerechnet, liegt aber über den dortigen *Lophiodon*-Schichten (M. SCHWARZBACH).

W. KRUTZSCH (1955) erwähnt ein Profil aus der Grube Bruckdorf im Halle'schen Revier mit Borkener Bild im Unterflöz. Zwischen Oberflöz und Unterflöz fand er einen Horizont mit marinem Einschlag, er entspricht dem *Hystriochosphaerideen*-Spektrum nach wohl dem Septarienton. Allerdings macht KRUTZSCH in dieser Arbeit noch keinen Unterschied zwischen Borkener Bild und Melanien-Bild.

Der Ölschiefer von Messel (Darmstadt) enthält Pollen meist in schlechtem Erhaltungszustand und in spärlichen Mengen. Die Spektren führen nur wenige Formen, die wohl alle aus höher gelegenen Randgebieten eingeweht sind. Ein stratigraphischer Vergleich dieser extremen Fazies mit anderen Sporenbildern ist kaum möglich. In einem kleinen, kohlig tonigen Flözchen aus dem Hangenden des mitteleozänen Ölschiefers jedoch hat der Verfasser das „Borkener Bild“ gefunden.

#### b) Schichtenfolge und Entnahmeprofile

Den Untergrund des Borkener Beckens bilden Trias-Gesteine. Das Tertiär beginnt mit grünen Tonen, diese bis zu 10 m mächtig und stellenweise mit Quarzitlagen. Darüber folgt gleich das Hauptflöz, Unterflöze sind nirgendwo beobachtet.

Tabelle 2.

Borken, Tagebau 3, Profil des Braunkohlenflözes am westlichen Stoß, etwa in dessen Mitte. Aufnahme u. Probeentnahme 2. 7. 50. Angaben über Farbe beziehen sich auf den frisch angeritzten Stoß.

	Probe lfd. No.	Tiefe in m vom Liegenden aus
Unmittelbares Hangendes, 50 m südl. vom untenstehenden Profil entnommen.	31 u. 32	Unmittelbares Hangendes d. Kohle
Dunkle Bank, Kohle fester, fast schwarz, durchsetzt von Klüften mit Kalkbelag.	30	8,0—8,2
	29	7,7—8,0
	28	7,4—7,7
	27	7,1—7,4
	26	6,8—7,1
	25	6,5—6,8
Helle Schicht, Kohle weich, zerrieselnd, deutlich heller als d. Liegende u. Hangende, aber etwas dunkler als die helle Schicht in Probe 16, 17 u. 19.	24	6,4—6,5
Dunkle Bank ohne besondere Merkmale (jedoch heller als die Kohle im Liegenden der unterlagernden hellen Schicht).	23	6,1—6,4
	22	5,8—6,1
	21	5,5—5,8
	20	5,2—5,5
Typische helle Schicht wie in Probe 16 und 17.	19	5,0—5,2
Unreine Tonlage, in unregelmäßige Brocken bis ca. 10 cm Größe zerfallend. Im angewitterten Stoß weißlichgrau infolge feinen Belages von Ausblühungen. Frischer Bruch graubraun. Unregelmäßig orientierte kohlige Einschlüsse. Braust mit H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .	18	4,8—5,0
Typische helle Schicht, Kohle weich, homogen, kleinstückig bis zerrieselnd.	17	4,7—4,8
	16	4,5—4,7
Kohle lockerer, anscheinend homogen, wohl Übergang zur hellen Schicht darüber, Farbe fast schwarz.	15	4,2—4,5
	14	3,9—4,2
	13	3,6—3,9
	12	3,3—3,6
Kohle fester, inhomogen, anscheinend kleine Holzteile enthaltend, Farbe fast schwarz.	11	3,0—3,3
	10	2,7—3,0
	9	2,4—2,7
	8	2,1—2,4
	7	1,8—2,1
Kohle mulmig, infolge des Einflusses zirkulierender Wässer, schwärzlich. Frischer Stoß in den unteren etwa 1,2 m mit rötl. braunem Strich, der wohl durch oxydische Eisenverbindungen hervorgerufen wird.	6	1,5—1,8
	5	1,2—1,5
	4	0,9—1,2
	3	0,6—0,9
	2	0,3—0,6
	1	0,0—0,3

Liegendes: sehr feiner toniger Sand, hellgrau.

Unmittelbar Liegendes der Kohle

Unser Probenprofil stammt aus dem Tagebau Altenburg 3, hier ist das Hauptflöz etwas über 8 m mächtig. Aus jeder äußerlich erkennbaren Schicht wurde mindestens eine Stichprobe genommen. Der Abstand zwischen den Proben beträgt etwa 20 bis 30 cm. Das Entnahmeprofil in Tabelle 2 wurde von meinem verstorbenen Kollegen Dr. F. MÜRRIGER aufgestellt, der bei der Probennahme zugegen war.

Auf dem Hauptflöz lagern Tone und Sande, sie enthalten in wechselnder Zahl einige Oberflözchen. Diese erreichen nirgendwo bauwürdige Mächtigkeit. Meist sind sie als einige Zentimeter bis Dezimeter starke Linsen in Tonen eingelagert, in sandigen Partien fehlen sie ganz oder sind allenfalls als dunkle, kohlige Streifen erkennbar.

Aus diesen Schichten standen zwei Probenprofile des Tagebaues Altenburg 3 zur Verfügung, eines hat Dr. MÜRRIGER entnommen (siehe Tabelle 3), das andere wurde mir von Herrn Markscheider B. EILING übergeben. Es stammt ebenfalls von der Südböschung des Tagebaues etwa in Höhe der ehemaligen Kreuzung der Straße Borken—Gombeth mit dem alten Mühlenweg.

Zur Zeit der Probenentnahme war der Septarienton 300 m südlich in Richtung des Einfallens in Baugruben angeschnitten. Der Ton führte Bruchstücke von *Leda deshayesiana* NYST.

Tabelle 3.

Profil des Deckgebirges im Tagebau 3 am südlichen Stoß  
etwa in der östlichen Hälfte desselben. 3. 7. 1950.

Die Angaben über Farbe beziehen sich auf den frischen, bergfeuchten Zustand.

*Auelehm*

- ca. 3 m quartäre Schotter
- ca. 3 m Ton, fest, von dunklerem Grau mit bräunlichem Stich.
- ca. 0,07 m oberstes Oberflöz, Kohle stark tonig, fast schwarz.
- ca. 0,50 m Ton, fett, dunkel braungrau.
- ca. 0,10 m mittleres Oberflöz, Kohle stark tonig, fast schwarz.
- ca. 1,2 m Ton, fett, grau, mit grünlich-bräunlichem Stich und unregelmäßigen, unscharf umgrenzten dunkelgrauen bis schwärzlichen Flecken, die bis etwa 1 cm Größe erreichen können.
- ca. 0,20 m unteres Oberflöz, Kohle fein knorpelig, weniger durch Ton verunreinigt als die beiden oberen Oberflöze, fast schwarz, doch vielleicht eine Schattierung heller als die oberen Flözchen.
- ca. 4,00 m Ton, fett, hellgrau mit bräunlichem Stich.
- Hauptflöz, Kohle ziemlich fest, knorpelig, fast schwarz.

Der Komplex der unteren Melanientone zwischen dem kohleführenden Verband und dem Septarienton war zur Zeit der Probenentnahme nirgendwo aufgeschlossen. Er kann im Gebiet von Borken auf über 100 m anwachsen, wie einige von W. STECKHAN (1952) veröffentlichte Bohrprofile zeigen. Von Dr. MÜRRIGER erhielt ich später die Probe aus einem Flözchen, das man im Tagebau Altenburg 2 über dem Melanienton entdeckt hatte. F. MÜRRIGER hat das Flözchen untersucht, das Ergebnis ist in der Arbeit MÜRRIGER & PFLANZL (1955) niedergelegt, es stimmt mit meinem Befund völlig überein. Erstmals ist hier ein Melanienton-Bild eindeutig über Borkener Bild gefunden worden, deshalb soll in dieser Arbeit nochmals kurz auf diese Fundstätte eingegangen werden. Ganz ähnliche Spektren wie in diesem Flözchen zeigen die Me-

lanienkohlen der Vorkommen von Glimmerode (Bl. Hessisch Lichtenau) und Hirschberg, sowie das Unterflöz von Oberkaufungen (Bl. Oberkaufungen). Auch das von MÜRRIGER & PFLANZL (1955) gründlich untersuchte Flözchen der Tongrube Heskem (Bl. Amöneburg) gehört in das Bild der Melanienkohlen. Es wird, nach den Feststellungen von Herrn GRAMANN, Marburg, vom Melanienton und Septarienton überlagert. Auch das Unterflöz von Oberkaufungen liegt unter dem Melanienton. Das Bild der Melanienkohlen scheint demnach bereits in den limnischen Schichten im unmittelbaren Liegenden des Melanientones entwickelt zu sein. Hierbei ist aber zu bedenken, daß der Melanienton nur eine Fazies, seine Unterkante also keine stratigraphische Grenze darstellt.

### c) Leitfossilien und Leitfrequenzen der Sporenbilder im höheren Alttertiär

Die 1952 veröffentlichten Listen sind verbessert und neu zusammengestellt worden. Rubrik D (Verf. 1952, S. 120) „Sporomorphae aus den Helmstedter Oberflözen, die im Borkener Bild fehlen“, wurde gestrichen, die dort aufgeführten Leitfossilien wurden mit denen der Rubrik E (Verf. 1952): „Sporomorphae aus dem Bild der Helmstedter Oberflöze, die im Borkener Bild wesentlich seltener werden“, zu einer Tabelle (Rubrik A der vorliegenden Arbeit) vereinigt.

Ein vereinzelter Fund sagt nämlich wenig aus, man muß stets das Spektrum in seiner Gesamtheit beurteilen. Der Klimagang scheint im Alttertiär noch nicht sehr lebhaft, die Florenbilder verändern sich dementsprechend zögernd. Zuverlässiger sind Veränderungen phylogenetischer Art, wie sie sich auch im Borkener Bild besonders an den Exinen der Normapolles vollziehen.

Wir unterscheiden nun folgende Gruppen:

Tabelle 4

#### A. Sporomorphae, die im Borkener Bild seltener sind als in den älteren Bildern:

1. *Cicatricoso-spor. eocaenicus* (SELLING 1944) KRUTZSCH 1954 syn. *pseudodorogensis* (R. POT. 1951) (*Schizaea*).
2. *Cicatricoso-spor. virgatus* Pf. 1953a (*Schizaea*).
3. *Nudopollis terminalis* (TH. & PF. 1953a) PF. 1953b mit allen Subspecies.
4. *Trudopollis subhercymicus* KRUTZSCH 1954 (syn. *pompeckji* R. POT. 1934), (Taf. 8 Fig. 11).
5. *Triporo-poll. vadosus* PF. 1953a.
6. *Subtriporo-poll. scissus* PF. 1953a.
7. *Tricolpo-poll. fallax* (R. POT. 1934) (Cupuliferae), (Taf. 8 Fig. 18).

#### B. Sporomorphae des Borkener Bildes, die gegenüber den älteren Bildern vermehrt auftreten:

1. *Monocolpo-poll. tranquillus* (R. POT. 1934) (cf. *Phoenix*), (Taf. 8 Fig. 16, Taf. 10 Fig. 2—5).
2. *Monocolpo-poll. papillosus* (MÜRR. & PF. 1951) (Palmae), (Taf. 10 Fig. 1).
3. *Triatrio-poll. rurobituitus* PF. 1953a (Myricaceae), (Taf. 8 Fig. 8).
4. *Triatrio-poll. plicatus* (R. POT. 1934), (Taf. 8 Fig. 9).
5. *Triatrio-poll. excelsus* subsp. *turgidus* PF. 1953a (Myricaceae), (Taf. 8 Fig. 12).
6. *Intratriporo-poll. rizophorus* (R. POT. 1934), (Taf. 8 Fig. 20—22).
7. *Intratriporo-poll. kettigensis* PF. 1953a, (Taf. 8 Fig. 19).
8. *Tricolpo-poll. spinosus* (R. POT. 1934) (cf. Lauraceae).
9. *Tricolpo-poll. pacatus* PF. 1953a (cf. *Ailanthus*), (Taf. 8 Fig. 15).
10. *Tricolpo-poll. borkenensis* PF. 1953a, (Taf. 8 Fig. 13, 14).

11a—c. *Tricolporo-poll. iliacus* (R. POT. 1931), *T. margaritatus* (R. POT. 1931), *T. clavopolatus* TH. & PF. 1953a. (Aquifoliaceae).

12. *Periporo-poll. echinatus* (WODEH. 1933) (*Smilax*).

13. *Polyado-poll. multipartitus* PF. 1953a (Mimosaceae), (Taf. 8 Fig. 5).

C. Sporomorphae, die im Borkener Bild häufiger sind als im Bild der Melanientone:

1. *Concavi-spor.* sect. *Hyalinoidae* sp. PF. 1953a. (Gleicheniaceae), (Taf. 8 Fig. 4).

2. *Pentapollis pentangulus* PF. (1953a) 1953b, (Taf. 8 Fig. 6).

3. *Trudopollis subhercynicus* KRUTZSCH 1954 (syn. *pompeckji* R. POT. 1934), (Taf. 8 Fig. 11).

4. *Triatrio-poll. rurobituitus* PF. 1953a (Myricaceae), (Taf. 8 Fig. 8).

5. *Triatrio-poll. excelsus* subsp. *turgidus* PF. 1953a (Myricaceae), (Taf. 8 Fig. 12).

6. *Triatrio-poll. plicatus* (R. POT. 1934), (Taf. 8 Fig. 9).

7. *Triporo-poll. undulatus* PF. 1953a, (Taf. 8 Fig. 17).

8. *Intratriporo-poll. kettigensis* PF. 1953, (Taf. 8 Fig. 19).

9. *Intratriporo-poll. rizophorus* (R. POT. 1934), (Taf. 8 Fig. 20—22).

10. *Monocolpo-poll. tranquillus* (R. POT. 1934) (cf. *Phönix*), (Taf. 8 Fig. 16, Taf. 10 Fig. 2—5).

11. *Tricolpo-poll. spinosus* (R. POT. 1934) (cf. Lauraceae).

12. *Tricolporo-poll. pacatus* PF. 1953a (cf. *Ailanthus*), (Taf. 8 Fig. 15).

13. *Tricolporo-poll. borkenensis* PF. 1953a, (Taf. 8 Fig. 13, 14).

14a—c. *Tricolporo-poll. iliacus* (R. POT. 1931), *T. margaritatus* (R. POT. 1931), *T. clavopolatus* TH. & PF. 1953a.

15. *Periporo-poll. echinatus* (WODEH. 1933) (*Smilax*).

16. *Polyado-poll. multipartitus* PF. 1953a (Mimosaceae), (Taf. 8 Fig. 5).

D. Sporomorphae, die im Bild der Melanientone häufiger vorkommen als im Marxheimer Bild:

1. *Cicatrixi-spor. dorogensis* R. POT. & GELL. 1932 (*Aneimia*), (Taf. 8 Fig. 1).

2. *Concavi-spor.* sect. *Hyalinoidae* PF. 1953 (Gleicheniaceae), (Taf. 8 Fig. 4).

3. *Monocolpo-poll. tranquillus* (R. POT. 1934) (*Phönix*), (Taf. 10 Fig. 2—5).

4. *Monocolpo-poll. papillosus* (MÜRR. & PF. 1951) (Palmae), (Taf. 10 Fig. 1).

Zu den Rubriken sei noch im einzelnen bemerkt: Die monoleten Schizaeaceen (A 1, 2) fehlen praktisch oberhalb des Mitteleozäns, allerdings wollen MÜRRIGER & PFLANZL ein Exemplar sogar noch im Bild der Melanientone (Heskem) entdeckt haben, das ist aber sicherlich ein Ausnahmefund.

Die *Terminalis*-Gruppe (A 3), im Mitteleozän regelmäßig vorkommend, gilt im Borkener Bild als ganz seltene Rarität. *Subhercynicus* (A 4) erreicht im Mitteleozän meist beträchtliche Frequenzen, im Borkener Bild findet er sich nur noch zerstreut, in höheren Bildern verschwindet er praktisch (C 3). Die Formen A 5—A 6 sind oberhalb der Helmstedter Oberflöze noch nicht beobachtet, kommen aber an dieser Fundstätte so verstreut vor, daß ihr stratigraphischer Wert noch nicht gesichert erscheint. A 7, die kleinen Cupuliferen, nehmen als Massenpollen einen Hauptplatz im Spektrum unter- und mitteleozäner Lagerstätten ein, gehen im Borkener Bild zugunsten der *Microhenrici*-Gruppe zurück, bestreiten aber auch hier noch beträchtliche Werte.

Glatte Palmenpollen (B 1) in großen Mengen kann als ein Charakteristikum des Borkener Bildes angesehen werden. Im Mitteleozän erreicht er zwar in einigen Schichten prozentbildende Beträge, streut aber nicht in der gleichmäßig großen Zahl durch das ganze Profil wie im Borkener Bild. Im Bild der Melanienkohlen tritt er nur noch verstreut auf und in jüngeren Bildern wird er zur Seltenheit.

B 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12: Jede von diesen Formen kann in Spektren des Borkener Bildes über 10% erreichen. In höheren und tieferen Schichten sind alle diese Formen seltener, erreichen allenfalls wenige Prozente.

Massenpollen des Borkener Bildes stellt die *Plicatus*-Gruppe B 4 dar. Möglicherweise bestehen morphogenetische Zusammenhänge zu bestimmten *Concavi-sporites*. In den Helmstedter Bildern erscheinen sie regelmäßig, in den Melanienkohlen seltener, reichen aber bis ins Chatt.

B 7 kennt man bisher nur als Merkmal des Borkener Bildes, desgleichen B 13.

Gleichenoiden Sporen (C 1) finden sich im Borkener Bild noch häufig, in den Melanienkohlen seltener aber immer noch regelmäßig, im Marxheimer Bild aber kaum noch.

Die *Pentangulus*-Gruppe (C 2) kennt man bereits aus dem Senon. Im Borkener Bild tritt ein letzter Ausläufer auf. Die *Undulatus*-Gruppe (C 7) kommt auch im tieferen Eozän vor, dann regelmäßig im Borkener Bild und nur selten darüber.

Die *Dorogensis*-Formen (D 1) verschwinden oberhalb der Melanientone.

Zur Unterscheidung des Marxheimer Bildes vom Bild der Melanientone gibt es noch eine Reihe weiterer Merkmale. Es ist aber noch nicht sicher, ob alle von ihnen leitenden Wert haben, dazu müssen noch mehr Fundstätten untersucht werden.

Fig. 5, 11, 12, 16 auf Taf. 9 zeigen eine Sporenform von charakteristischem Bau, wie sie bereits in mehreren Proben der unteren Melanientone angetroffen wurde. Sie dürfte für diese Schichten bezeichnend sein. Erstmals haben MÜRRIGER & PFLANZL sie aus Heskem abgebildet (1955, Taf. 6, Fig. 20). Nur eine Zeile der triletten Marke zerschlägt sich zu Spaltästen. Deren randliche Tori schwellen zu enormer Größe an und formen zwei auseinanderstrebende Flügel. Ein ähnlicher Typus von nur wenig abweichendem Bau ist aus dem Senon von Aachen bekannt. Es dürfte sehr zweifelhaft sein, ob beide Vertreter etwas miteinander zu tun haben, aber sie sollen zunächst in einer Species zusammengefaßt werden: *Schizoplanites bipolaris* PF. 1953 b.

Auch die *Microsinuosus*-Formen (Taf. 9, Fig. 6, 7, 9, 10, 13) könnten für Melanientone bezeichnend sein, ob das auch für die osmundoiden Vertreter mit den merkwürdigen Spaltästen (Taf. 9, Fig. 1, 2) zutrifft, ist zweifelhaft. Den *Heskemensis*-Typus (MÜRRIGER & PFLANZL 1953) habe ich bisher noch nicht gefunden. Beachtenswert erscheint noch die 6porige Ausbildung einer bestimmten Erlengruppe (Taf. 10, Fig. 12, 13). Nach KRUTZSCH (1954) muß sie var. *multiporus* heißen. Sonst zeigen die Melanientone in vielen Zügen ein dem Cyrenenmergel ähnliches Bild.

## Zur Altersstellung der Braunkohle von Frielendorf (Bez. Kassel)

### a) Schichtenfolge und Probennahme

Das Vorkommen liegt nur wenige Kilometer von Borken entfernt. W. STECKHAN (1952) hat die Bohrprofile zusammengestellt, hieraus resultiert untenstehende Schichtenfolge:

Feldspatbasalt	Tone und Sande im Wechsel
Obere Ockertone	Untere Ockertone
Graue, grüne und blaue Tone	Quarzsande, teils Quarzit
Scharfe Sande, auch Kiese	Gelbe bis rotgelbe Glimmersande
Flöz I bis 25 m	Grüne Sande (Kasseler Meeressand)
Sandige Tone, gelbe Sande	Oberer Melanienton
Flöz II bis 15 m	Grauer und blauer Septarienton

Sicher läßt sich nur sagen, daß die Flöze jünger sein müssen als der Kasseler Meeressand, aber älter als der Basalt.

An der Stelle der Probennahme (Tagebau Frielendorf) wurde das liegende Flöz II mit ca. 8 m, das hangende Flöz I mit ca. 4 m vermessen. Entnahmefolge und Probenabstand sind aus Abb. 4 ersichtlich. Die Spektren zeigen Unteres Rheinisches Bild.

#### b) Altersstellung des Rheinischen Bildes

Gemäß Tab. 1 stellen wir das Untere Rheinische Bild heute ins höhere Chatt, das obere ins tiefere Miozän. Sporenpaläontologische und geologische Gründe sprechen für dieses Alter. Nach erneuter Untersuchung der Cyrenenkohlen von Marxheim haben sich nun so viele besondere Merkmale angesammelt, daß die Abtrennung des „Marxheimer Bildes“ gerechtfertigt erscheint. Auch die Hydrobienkohlen, die der Verfasser aus verschiedenen Fundpunkten kennt, besitzen gegenüber dem Oberen Rheinischen Bild charakteristische ältere Züge. Folglich muß letzteres noch jünger sein. Weiterhin haben Proben aus den Hamburger Braunkohlensanden (Girund-Helvet) vorgelegen. Die Spektren gehören zum Oberen Rheinischen Bild.

Ein Oberes Rheinisches Bild fand B. L. MEYER (1956) in mehreren süddeutschen Lagerstätten, die er hier als „ältere Braunkohlen“ bezeichnet. Es handelt sich um einige oberpfälzische Vorkommen sowie um solche aus den niederbayerischen Molasse-schichten (*Oncophora*-Horizont).

Schließlich muß noch daran erinnert werden, daß U. JUX & Verf. (1957) oberoligozäne Meeresfaunen unter und über den rheinischen Unterflözen (Unteres Rheinisches Bild) festgestellt haben.

#### c) Stratigraphische Merkmale der Rheinischen Bilder

Das Mitteltertiär, ein des lebhaften Vulkanismus und der zahlreichen Kohlenlager wegen in Mitteleuropa wichtiger Abschnitt, stellt dem Sporenstratigraphen keine leichte Aufgabe. Von den beiden Einflüssen, die das Zeitbild der Sporenflora prägen, — phylogenetische Entwicklung und Klimagang —, klingt ersterer aus, während letzterer noch nicht spürbar genug eingesetzt hat. Phylogenetische Veränderungen in lebhaftem Ablauf lassen sich in der Oberkreide und im tiefen Tertiär besonders an den Exinen der *Normapolles* (Verf. 1953 b) beobachten, sie werden aber zum jüngeren Alttertiär immer schwächer. Klimatische Änderungen lassen sich zwar mindestens vom Eozän ab in den Sporenspektren erkennen, bis zum Pliozän bleibt ihr Einfluß in den Sporenbildern mäßig. Der langsamen Klimaverschlechterung folgt die Pflanzenwelt nur zögernd. Man weiß nie, ob in eine jüngere Schicht nicht irgendein wärmeliebendes Relikt noch einen Pollen hineinstreut, der eigentlich als Leitmerkmal eines älteren Bildes gilt. Natürlich sind alle klimatisch bedingten Merkmale nur auf eine Klimazone beschränkt.

Eine Klimaverschlechterung kann man etwa vom Melanien-Bild an im Sporenspektrum erkennen und stratigraphisch nutzen: so geht hier u. a. der glatte Palmenpollen vom *Phoenix*-Typus plötzlich zurück. Auch zwischen Helmstedter und Borkener Bild mag ein Klimawandel wirksam gewesen sein, manches spricht hier für eine geringe Erwärmung: Der glatte Palmenpollen erreicht im Borkener Bild ein Maximum. Auch andere wärmeliebende Formen treten neu oder vermehrt auf wie *mimosoide*,

lauroide, smilacoide Vertreter, der Anteil der Insektenblütler wächst gegenüber dem in den Helmstedter Oberflözen.

Die Merkmale der Rheinischen Bilder gegenüber hangenden und liegenden Bildern sollen kurz angeführt werden: Wohl als Folge einer Klimaverschlechterung erscheinen sequoiaartige ungeflügelte Koniferen und *Sciadopitys* in den Rheinischen Bildern plötzlich massenhaft. Zwar fehlen beide Gruppen in tieferen Bildern keineswegs, treten aber nur ganz vereinzelt oder allenfalls in besonderer Fazies vermehrt auf. Sie müssen bereits im Alttertiär topographisch höhergelegene Gebiete Mitteleuropas bewohnt haben. Ihr Pollen wird besonders weit transportiert und reichert sich in marinen oder brackischen Schichten an. So erklärt sich das Auftreten von *Sciadopitys* im marin-brackischen Mittel zwischen dem Halle'schen Haupt- und Oberflöz (W. KRUTZSCH 1955) oder dasjenige im unteroligozänen Salzton des Oberrheintales, (F. KIRCHHEIMER 1950), sowie vielleicht auch der Fund von sequoioidem Pollen im Melaniontonflözchen von Borken (MÜRRIGER & PFLANZL, 1955).

Die Klimaverschlechterung bringt auch vereinzelt tsugoiden Pollen in das Obere Rheinische Bild.

Charakteristischer Vertreter des Marxheimer Bildes ist die *Fusus*-Gruppe, sie bestreitet in den Spektren einen Hauptanteil. Im Oberen Rheinischen Bild ist sie nur noch vereinzelt zu finden, dagegen wachsen hier die Anteile der morphologisch ähnlichen *Villensis*-Gruppe.

Unterhalb des Oberen Rheinischen Bildes hält der caryoide Pollen gegenüber dem pterocaryoiden weit die Mehrzahl, juglandoider fehlt. Letzterer erscheint mit wenigen Exemplaren im Oberen Rheinischen Bild, und regelmäßig bereits im Posener Bild. Im Reuver-Bild erreicht er schon durchschnittlich mehr als 10% an der Summe der Juglandales-Formen. Die pterocaroyiden Vertreter werden im Oberen Rheinischen Bild fast so häufig wie die caryoiden, manchmal sogar etwas häufiger, im Posener Bild sogar viel häufiger. Auch die Erlen scheinen gute Merkmale zu liefern: In allen tieferen Bildern sind die Fünfporer gegenüber den Vierporern in der Überzahl. Auch Sechsporer sind hier nicht selten. Im Oberen Rheinischen Bild nehmen die Vierporer bedeutend zu, werden mindestens halb so zahlreich, oft noch zahlreicher als die Fünfporer. Sechsporer spielen keine Rolle mehr. Im Posener Bild findet man gewöhnlich viel mehr Vierporer als Fünfporer, zum Pliozän geht die Zahl der Vierporer wieder zurück. Im Reuver-Bild ist etwa ein Verhältnis 1:1 hergestellt. Das scheint dann durch das ganze Pliozän und Pleistozän so zu bleiben.

In den Hydrobienkohlen und auch im Burdigal von Rückers überwiegt ulmoider Pollen mit vierzähligem Germinalapparat über dem mit fünfzähligem, im Posener Bild ist das umgekehrte der Fall.

Schließlich sei noch erwähnt, daß die *Rurensis*- und *Bituitus*-Gruppe sowie die *Coryphaeus*-Gruppe im Posener Bild so gut wie verschwinden. Weitere Merkmale siehe THOMSON & PFLUG, 1953a, S. 46 und Tab. 20.

### Faziesbilder und Feingliederung

Mächtige Braunkohlenflöze sind meist aus Schichten verschiedener Fazies aufgebaut. Über ihre Entstehung läßt sich aus den Sporenspektren vieles ablesen, besonders im Jungtertiär, denn die hier auftretenden Pollen- und Sporenformen kann

man größtenteils botanisch identifizieren. Die rezenten Moorbildungen wärmerer Breiten sind unseren Braunkohlenmooren grundsätzlich ähnlich, durch aktualistische Vergleiche lassen sich die Bilder deuten (P. W. THOMSON 1950). In alttertiären Kohlen wird das schwieriger. Von den wenigsten Exinen kann man hier die botanische Zugehörigkeit sicher ermitteln. In den meisten Fällen muß man noch andere Merkmale der Kohle heranziehen, um ein Bild von der Entstehungsgeschichte zu gewinnen. Diese Merkmale können physikalischer, chemischer oder petrographischer Art sein.

Neben ihrem grundsätzlichen Wert haben solche Untersuchungen zur Kohlengeneese für verschiedene Anwendungsgebiete Bedeutung. Zum Beispiel für die Stratigraphie: Hier müssen die Faziesinflüsse genau bekannt sein, will man sie von den echten Zeitmarken abtrennen. Bekannt ist auch, wie sich auf Grund der Faziesfolge ein Flöz feingliedern läßt (U. REIN 1950). Schließlich bestehen zwischen Kohlenfazies und technologischen Eigenschaften wesentliche Zusammenhänge.

#### a) Faziesgliederung in mitteleozänen Braunkohlen

Wichtiges Merkmal einer Kohle ist die Farbe. Sie steht in enger Beziehung zu den Entstehungsbedingungen der Schicht und damit auch zum Pollenspektrum; diesen Zusammenhang hat der Verfasser (1950, 1952a) als „kolorimetrische Regel“ bezeichnet.

Allerdings muß man bei der Farbmessung einiges beachten. Viel zu ungenau ist es, die Farben am Stoß einzuschätzen, besonders wenn man keinen absoluten Vergleichsmaßstab mit sich führt. Das menschliche Auge ist für relative Farbmessungen sehr empfindlich, nicht über für absolute. Beurteilt man die Farben zweier Profilinien oder zweier Strossen unabhängig voneinander, so lassen sich die Ergebnisse kaum vergleichen.

Deshalb erfolgt die Farbmessung zweckmäßigerweise im Labor. Vorher wird die Kohle an der Luft getrocknet, wobei sie gleichzeitig oxydiert. Im lufttrockenen Zustand ist ein Farbwert erreicht, der sich dann nicht mehr ändert, auch die täglichen Schwankungen von Luftdruck und Luftfeuchte haben keinen meßbaren Einfluß.

Die Farbmeßmethoden sind mittlerweile mehr und mehr verfeinert worden. In vielen Fällen genügt aber bereits ein einfaches Verfahren, wie es der Verfasser in den Braunkohlen von Helmstedt angewandt hat. Man wählt aus dem Profil eine Reihe Proben von charakteristischer Farbe aus und ordnet diese zu einer Skala vom hellsten bis zum tiefsten Ton. Man kann die Farbstufen mit Zahlen belegen, deren Werte von hell nach dunkel anwachsen. An dieser Skala mißt man nun seine Proben ein. Das Ergebnis kann man in einem Diagramm auftragen, dessen eine Achse die Profilinie darstellt und deren zweite nach den Braunstufen geteilt ist. Die Diagrammkurven lassen sich so mit den Pollenkurven in Beziehung setzen. In den Helmstedter Braunkohlen erhielt der Verfasser zwischen beiden einen Zusammenhang, den er als kolorimetrische Regel bezeichnete. Sie soll an einigen noch unveröffentlichten Ergebnissen erläutert werden. Diese sind aus sogen. Lupenanalysen gewonnen; damit bezeichnet man Profilerien, deren Probenabstand nur wenige Zentimeter beträgt. Die Probennahme hat G. MANGER in sehr sorgfältiger Weise durchgeführt und die Proben mir zur Verfügung gestellt. Die Profilstücke enthalten charakteristische Übergänge zwischen hellen Bändern und dunklen Bänken.

Abb. 1 zeigt das Ergebnis: Auf der Abszisse liegt die Profilinie, auf der Ordinate sind die Braunstufen und die prozentualen Anteile der wichtigen Pollenformen abgetragen.

Die Braunkurve steigt, wie man sieht, in allen Diagrammen nach rechts, d. h. im Profil nach oben in die dunkle Bank an, und zwar ziemlich kontinuierlich. Die Grenze zwischen hellen und dunklen Schichten ist also durchaus nicht so scharf, wie sie das

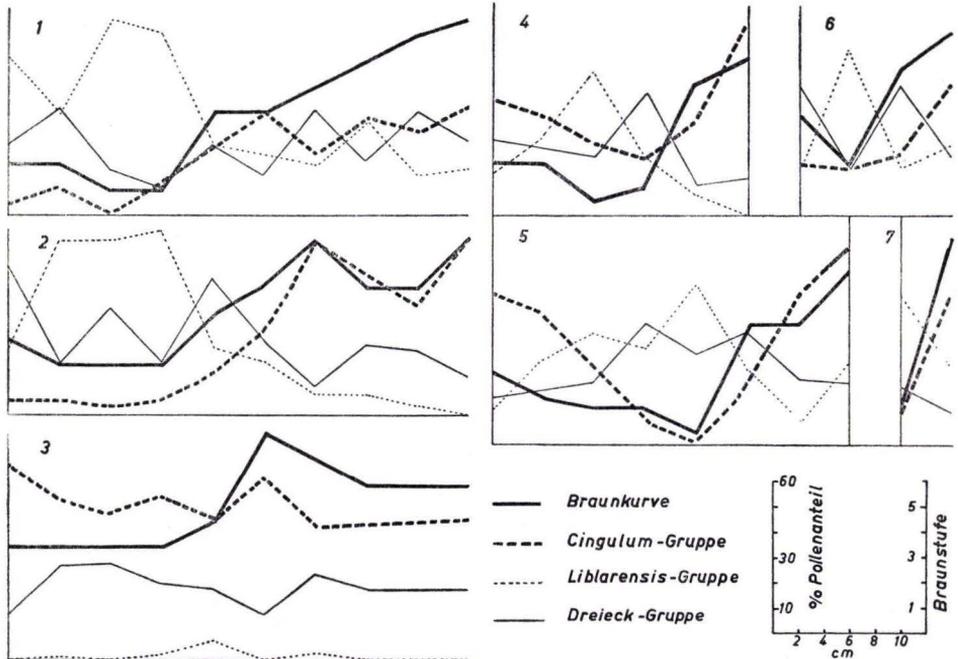


Abb. 1. Braunkohlenlager von Helmstedt. Sieben Lupenprofile an Übergängen zwischen hellen Bändern und dunklen Schichten. Abszisse = Profilinie, Ordinate geteilt nach Pollenprozenten und Braunstufen. Gleichlauf zwischen Cingulumkurve und Braunkurve (kolorimetrische Regel). Tagebau Treue 3: Profil 1, 2, 5, 7 aus Flöz Viktoria, Profil 3, 4, 6 aus Flöz Treue. Probenabstand bei Profil 1—3, 5, 7 = 2 cm, bei Profil 4 = 4 cm, bei Profil 6 = 3 cm.

Auge am Stoß oft zu sehen glaubt. Man erkennt in den Diagrammen leicht den übereinstimmenden Verlauf zwischen Braunkurve und Kurve der *Cingulum*-Gruppe. Mit dunkler werdender Farbe wächst der prozentuale Anteil dieser Pollengruppe. Die *Liblarensis*-Gruppe (= *Quisqualis*-Gr. R. POT.) verhält sich in etwa reziprok zur Braunkurve.

Dieser Zusammenhang macht die Entstehung der Schichten deutlicher, als es die Sporenspektren allein vermögen, da man über die botanische Zugehörigkeit gerade der Hauptvertreter wenig sagen kann. (Die *Liblarensis*-Gruppe könnte zu Eichen oder verwandten Cupuliferen gehören, die *Cingulum*-Gruppe läßt sich morphologisch etwa mit Kastanienpollen vergleichen, dieser Bautypus kommt aber auch bei ganz anderen Pflanzengruppen vor.) Es läßt sich nun zunächst ermitteln, daß der Träger der *Cingulum*-Gruppe im Moor selbst gewachsen sein muß. Denn in den *Cingulum*-beherrschten Spektren finden sich Pilzsporen, Farnsporen, Ericaceen-Pollen, Pollen von In-

sektenblütlern in besonders hohen Anteilen, also Reste, die normalerweise nicht weit vom Standort der Trägerpflanze eingebettet werden. Hier oder nicht weit von hier muß ein Bruchwald gestanden haben. Das läßt sich auch im Auflichtmikroskop erkennen: die dunklen Kohlen sind besonders reich an Holz- und Rindenstücken. Diese sind dunkel gefärbt, „strukturbietend vergelt“. Der größte Teil der ursprünglichen Holzsubstanz erscheint aber destruiert, in amorphes, tiefschwarzes Humusgel zerlegt, das die Grundsubstanz durchtränkt. Man kann hier also feststellen: Je dunkler die Schicht, umso höher der Anteil an Humusgel und damit der ursprüngliche Anteil an Holzsubstanz. Diese dunklen Schichten müssen also in holzreichen Bruchwäldern oder in deren unmittelbarer Nachbarschaft entstanden sein. Wenn nach der kolorimetrischen Regel der Streubereich der *Cingulum*-Gruppe mit der Farbe, d. h. mit dem Verbreitungsbereich des Bruchwaldholzes übereinstimmt, so hat sich damit die *Cingulum*-Gruppe als wichtigster Windblütler des Bruchwaldes verraten, dessen Holz die Schichten dunkel färbt.

Nun zu den hellen Schichten: Offensichtlich vertreten sie eine eigene Fazies, stellen nicht etwa nur eine Verwitterungsrinde der dunklen Bänke oder ähnliches dar. Denn die hellen Schichten besitzen ja typuseigene, durch hohe *Liblarensis*-Werte gekennzeichnete Spektren. Ohne Zweifel handelt es sich hier um ein primäres Bild; der Gedanke, die *Liblarensis*-Gruppe könnte durch eine posthume Wahlzersetzung selektiv angereichert worden sein, erscheint abwegig. Denn der *Liblarensis*-Pollen ist zarter als der *Cingulum*-Typ.

Harz- und Wachsseifen, unfiguriertes Bitumen, Algenkörper sind Kennzeichen der hellen Schichten. Feinstschichtung beobachtet man häufig. Auch der Aschegehalt, besonders der Sandgehalt ist durchschnittlich höher. Das alles spricht für Ablagerungen unter priodischer bis dauernder Wasserbedeckung in bruchwaldfernen Bereichen. Der *Liblarensis*-Pollen kann nur vom bewaldeten Randsockel außerhalb des Moores stammen.

Die Einzelheiten über Kohlentypen und Pflanzenvereine sind aus einer früheren Arbeit (Verf. 1952a) zu entnehmen. Es sollte hier nur gezeigt werden, wie aus Beziehungen verschiedener Merkmale die Entstehungsbedingungen einer Kohle klarer werden können.

Aus der Arbeit von R. POTONIE (1934) läßt sich ersehen, daß die kolorimetrische Regel auch im Geiseltal Gültigkeit hat, zumindest da, wo das Lager in großer Mächtigkeit ausgebildet ist und wo die ursprünglichen Farben nicht durch spätere Kalkeinlagerung verändert worden sind. Seine Veröffentlichung enthält alle wichtigen Daten, die zu unserem Vergleich erforderlich sind: Einmal die Beschreibung und Abbildung der Pollenformen, weiterhin eine ausführliche Zähltablelle und eine genaue Vermessung des Profils mit einer petrographischen Beschreibung der Schichten (Grube Cecilie).

Zunächst müssen die POTONIE'schen Pollengruppen mit den unsrigen verglichen werden:

1. Die „Leguminosengruppe“ R. POTONIE's entspricht, soweit es die Elemente *Fallax* und *Quisqualis* betrifft, unserer *Liblarensis*-Gruppe, also dem Windblütler des Trockenwaldes.

*Poll. quisqualis pusillus* R. POT. muß aus dieser Gruppe ausscheiden. Er hat gemäß Abbildung (Taf. 3, Fig 21) und Beschreibung (S. 70) Poren, gehört also zur *Poll. cingulum*-Gruppe (in unserem Sinne).

Die *Poll. cingulum*-Gruppe hatte R. POTONIE aufgeteilt in *Poll. pseudocingulum* (Staphylaeaceae??), *Poll. cingulum* (Punicaceen?) und *Poll. quisqualis pusillus* (Leguminosen?). Alle drei Elemente werden also addiert und zur *Poll. cingulum*-Gruppe zusammengefaßt.

Der *Poll. pompeckji* R. POT. ist mit unserem (1952) identische Die Helmstedter Dreieckpollen-Gruppe entspricht weitgehend R. POTONIE's „Betulaceen z. T. Myricaceen“-Gruppe.

Die Zonen sind in der petrographischen Beschreibung R. POTONIE's anders beziffert, als in seiner Zähltable, da er die Stoßbeschaffenheit der Mittelstrosse dreimal an örtlich auseinanderliegenden Punkten beschreibt. Die Analogieverhältnisse zwischen den Zonenziffern der petrographischen Beschreibung und denen der Zähltable gehen aus dem Text hervor. Ein aus der neuen Zähltable entwickeltes maßstabgerechtes Diagramm verblüfft durch seine Ähnlichkeit mit denen der Helmstedter Flöze und ist ein Beweis für die Richtigkeit der Resultate:

*Poll. pompeckji* behauptet wieder seine terminale Position (Verf. 1950). Die hohen *Poll. liblarensis*-Werte liegen in hellen, die *Poll. cingulum*-Maxima in dunklen Schichten. Der höchste *Poll. cingulum*-Wert ist in der dunkelsten Schicht, dem sogen. „schwarzen Leitstreifen“ erreicht.

Tabelle 5

Auszug aus der Zähltable und der Flözbeschreibung im Geiseltal nach R. POTONIE 1934.

Spektrum	Zone	Mächtigkeit in m	Schichtbeschreibung
1. Hohe <i>Cingulum</i> -Werte	Oberstrosse 3	2,86	„etwas dunkler“
„	„ 6	0,85	„dunkler Packen mit einigen hellen Streifen“
„	„ 13	0,22	„kräftig dunkler (schwarzer Leitstreifen?)“
„	„ 16	4,36	„dunkler, fest“
„	Mittelstrosse W 1	2,00	„dunkler, Epidermen“
2. Hohe <i>Liblarensis</i> -Werte	Oberstrosse 2	3,40	„heller, einige Streifen mit Xyliten“
„	„ 4	0,30	„heller Streifen“
„	„ 8	0,20	„heller Streifen“
„	„ 11	0,75	„heller Streifen“
„	„ 17	0,70	„breiter, hellerer Streifen“

Die liegende Hälfte des Flözes scheint ähnlich dem von Flöz Treue (Helmstedt) aus dunklen telmatischen, semiterrestrischen und halblimnischen Bruchwaldbildungen zu bestehen. Die sehr pollenarmen Zonen 14, 22, 35 und 36 scheinen relativ trockenere Bruchwaldtorfe zu sein. Die Kurve (R. POT. 1934) gibt hier die Verhältnisse nicht richtig wieder, da nicht bis zum Hundertsatz durchgezählt werden konnte. Im allgemeinen erscheint der ganze Komplex der liegenden Flöz Hälfte als dunkel und massig. Wo sie etwas heller anmutet (28—33), erkannte R. POTONIE deutliche rogen-

steinartige bis plattige Kalkeinlagenungen, die den Verlauf der Diagrammkurven natürlich nicht beeinflussen. Die hellen Bänder liegen fast ausschließlich in der hangenden Hälfte des Flözes, ganz analog Flöz Treue, und werden zur Hangendgrenze hin mächtiger und zahlreicher.

Bemerkenswert sind die hohen Sapotaceenwerte. Starke Ansammlungen von Pilzsporen finden sich nur in den dunklen Schichten.

Erwähnt sei noch die Bemerkung von W. KRUTZSCH (1954, S. 285), daß nach seinen Untersuchungen das Phänomen der Übereinstimmung von *Cingulum*- und Braunkurve „trotz des sehr engräumigen horizontalen Fazieswechsels auch im Geiseltal im großen und ganzen nachweisbar ist.“

b) Faziesgliederung der Borkener Braunkohle  
(hierzu Abb. 2, 3)

Die Spektren im Profil des Borkener Hauptflözes lassen einen Großrhythmus und einen Kleinrhythmus erkennen. Ersterer trennt einen Liegend-, einen Mittel- und einen Hangendabschnitt ab. Der Kleinrhythmus folgt in seinen Änderungen etwa den petrographisch unterscheidbaren Bändern und Schichten.

P. W. THOMSON (1952) hat in der rheinischen Braunkohle den Kleinrhythmus als Wechsel 1. Ordnung und den Großrhythmus als Wechsel 2. Ordnung bezeichnet. Ersteren führt er auf den Absenkungsrhythmus des Untergrundes zurück, der sich in einer Sukzession von Bruchwaldgesellschaften und offenen Mooren widerspiegelt. Für den Wechsel 2. Ordnung macht er eine progressive Versäuerung des Moores verant-

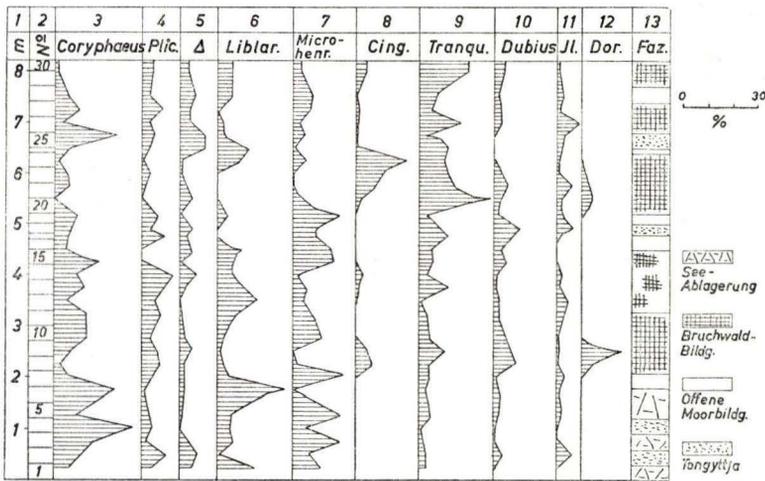


Abb. 2. Sporendiagramm aus dem Hauptflöz von Borken.

- |  |  |
|--|--|
| Spalte 1: Laufende Meter   | Spalte 7: <i>Tricolpo-poll. microhenrici</i>                   |
| Spalte 2: Probenummer  | Spalte 8: <i>Tricolporo-poll. cingulum</i> subsp. <i>fusus</i> |
| Spalte 3: <i>Triatrio-poll. coryphaeus</i> + <i>Triatrio-poll. myricoides</i>                | Spalte 9: <i>Monocolpo-poll. tranquillus</i>                   |
| Spalte 4: <i>Triatrio-poll. plicatus</i>   | Spalte 10: <i>Inaperturo-poll. dubius</i>                      |
| Spalte 5: Sonstige Dreieckpollen der Stemmae <i>Normapolles</i> und <i>Postnormapolles</i>   | Spalte 11: <i>Iliacoidae</i> + <i>Spinosoidae</i>              |
| Spalte 6: <i>Tricolpo-poll. liblarensis</i> (= <i>quisqualis</i> R. POT.) + <i>T. jallaz</i> | Spalte 12: <i>Cicatricosi-spor. dorogensis</i>                 |
|  | Spalte 13: Fazies  |

wortlich: edaphisch anspruchsvollere Pflanzen räumen den anspruchsloseren das Feld. Über ähnliche Beobachtungen in der Lausitz berichtete R. HUNGER (1953).

Ob der Wechsel 2. Ordnung mit dem Großrhythmus im Borkener Profil identisch ist, läßt sich schwerlich behaupten. Denn in der rheinischen Braunkohle teilt er ein fast hundert Meter mächtiges Flöz in ca. drei Abschnitte, in Borken ein ca. 8 Meter mächtiges. Der Großrhythmus des Borkener Flözes würde also im rheinischen Hauptflöz noch zum Wechsel 1. Ordnung gezählt. Es gilt auch zu bedenken, daß die Kurvenzüge nach Periode und Amplitude vom Probenabstand beeinflußt werden, je enger

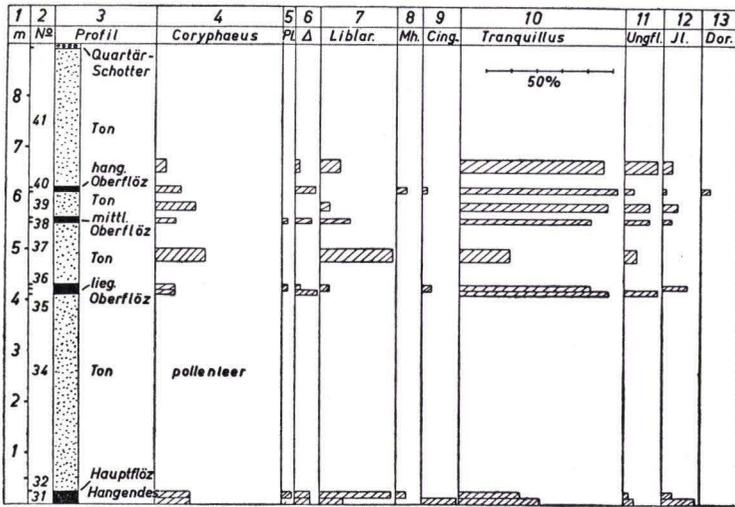


Abb. 3. Sporendiagramm aus den Hangendschichten des Borkener Hauptflözes.

Spalte 1: Laufende Meter

Spalte 2: Probennummer

Spalte 3: Profil

Spalte 4: *Triatrio-poll. coryphaeus* + *T. myricoides*

Spalte 5: *Triatrio-poll. plicatus*

Spalte 6: Sonstige Dreieckpollen der Stemmae Normapolles und Postnormapolles

Spalte 7: *Tricolpo-poll. liblarensis* + *T. fallax*

Spalte 8: *Tricolpo-poll. microhenrici*

Spalte 9: *Tricolporo-poll. cingulum* subsp. *fuscus*

Spalte 10: *Monocolpo-poll. tranquillus*

Spalte 11: *Inaperturo-poll. dubius*

Spalte 12: *Iliacoideae* + *Spinosoideae*

Spalte 13: *Cicatricosi-spor. dorogensis*

der Probenabstand, umso lebhafter die Kurve (siehe die Lupendiagramme Abb. 1). Auch der Absenkungsrhythmus dürfte aus gröberen und feineren Schwingungen zusammengesetzt sein, nur die kräftigeren von ihnen haben auf dem Flözprofil äußerlich sichtbare Spuren hinterlassen.

Es bleibt also offen, ob der Großrhythmus im Borkener Flöz nur durch Senkungsbewegungen verursacht wird, oder ob kleinere edaphische Änderungen beteiligt waren.

Der basale Abschnitt des Großrhythmus (0—ca. 2—3 m) ist gekennzeichnet durch Anteile der *Pseudocingulum*- und *Henrici*-Gruppen zwischen 2—12% und der *Myricoides-Plicatus*- und *Coryphaeus*-Gruppen von 10—40%. Palmenpollen ist spärlich vorhanden.

Im mittleren Abschnitt (ca. 3—ca. 6 m) wächst der Palmen-Anteil auf 10—30%, die *Cingulum*-Werte erreichen stellenweise bis 20%. In einigen Schichten treten iliacoide, spinosoide und lauroide Formen in höheren Anteilen auf.

Hangendabschnitt (ca. 6 m bis Hangendes einschl. Oberflöze): Höchste Palmenwerte (bis 60%). Die *Microhenrici*-Gruppe, Dreieckpollen der *Myricoides-Plicatus-Coryphaeus*-Gruppen nehmen ab.

Das ist das Ergebnis einer Profillinie. Es bleibt abzuwarten, wie weit diese Merkmale in anderen Feldern der Lagerstätte ähnlich sind.

Der Kleinrhythmus, wie er sich petrographisch im Wechsel hellerer und dunklerer Schichten ausprägt, ist im Sporenspektrum deutlich ausgebildet. Eine kolorimetrische Regel jedoch läßt sich hier kaum aufstellen, jedenfalls nicht in der klaren Form wie in den mitteleozänen Lagern. Das liegt wohl an der größeren Mannigfaltigkeit der Spektren. In Helmstedt wird der Hundertsatz fast nur von drei bis vier windblütigen Gruppen bestritten. In Borken kommen allein vier verschiedene Cupuliferen-Gruppen im extrapalustren Hochwald bzw. an den Moorrändern vor, neben die *Liblarensis*- und *Fallax*-Vertreter, wie wir sie aus Helmstedt kennen, treten in etwa gleicher Menge die *Microhenrici*-Gruppe und in kleineren Anteilen auch die *Pseudocingulum*- und *Henrici*-Gruppe, die im Mitteltertiär eine große Rolle spielen.

Die *Cingulum*-Gruppe ist nicht mehr beherrschendes Bruchwaldelement wie im Mitteleozän. Im Liegendabschnitt überwiegen *Plicatus*- und *Coryphaeus*-Formen in den dunklen Bänken, später die ungefügelten Koniferen und glatten Palmen. In

Tabelle 6 Borken

Petrographische Bestandteile	Sporenspektrum	Pflanzenverein	Fazies
Dopplerit-getränkte Grundsubstanz, z. T. reine Dopplerite, sehr wenig Holz, dieses vergelt.	<i>Liblarensis-Microhenrici</i> -Gruppe.	Dauernde Wasserbedeckung. Pollen vom Beckenrand und aus höheren Einzugsgebieten.	Ablagerungen sehr nährstoffreicher, z.T. kalkreicher Seen.
Grundsubstanz nur stellenweise dopplerit-getränkt. Kleiner bis mittl. Holzanteil, dieser unvergelt.	Farnsporen, <i>Tranquillus</i> -Gr. Viel insektenblütiger P. <i>Dubius</i> -Gr. <i>Cingulum</i> -Gr.	Bruchwald mit Palmen, Koniferen, Aquifoliaceen, Farnen.	Eutropher Bruchwaldtorf des telmatischen Bereiches.
Helle lockere Grundsubstanz. Viel Wachsseifen.	<i>Liblarensis-Microhenrici</i> -Gr. u. Dreieckpollen	Krautige Pflanzenvereine. Moor periodisch mit Wasser bedeckt. Pollen aus höher gelegenen, extrapalustren Einzugsgebieten.	Ablagerungen offener (holzarmer) Moore.
Kohliger Ton, teilweise mit vergelten Hölzern.	<i>Coryphaeus</i> -Gr. und andere Dreieckpollen <i>Tranquillus</i> -Gr. <i>Iliacus</i> -Gr.	Limnische Bildungen. Pollen aus der Ufervegetation.	Ton-Gyttjen.

einigen Schichten wurden beträchtliche Anteile von Insektenblütlern ausgestreut, wie Iliacoidae, Spinosoidae, dazu auch Farnsporen.

Die extrapalustren Hochwaldelemente setzen sich in den hellen Schichten selten mit absoluten Beträgen durch, gewisse Bruchwaldvertreter, z. B. die *Plicatus*- und *Coryphaeus*-Gruppen, in höheren Teilen Palmen und Koniferen streuen auch in die

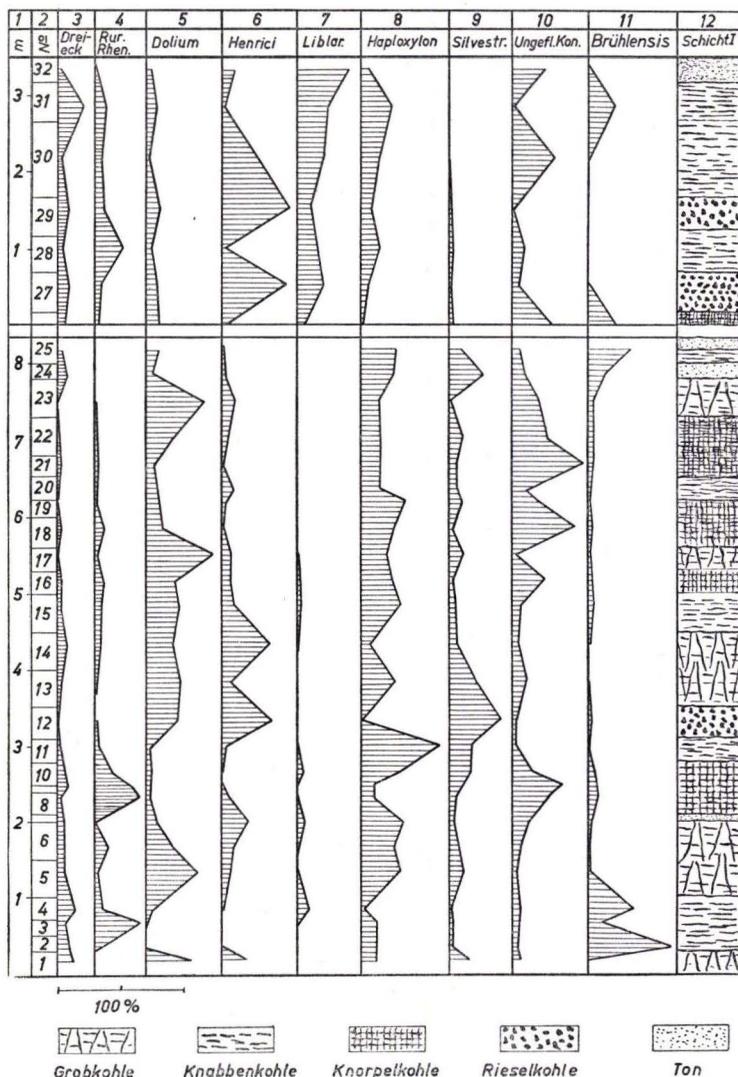


Abb. 4. Tagebau Frielendorf, Flöz 1 und 2.

Spalte 1: Laufende Meter

Spalte 2: Probennummer

Spalte 3: Postnormapolles außer *T. rurensis* und

*T. rhenanus*

Spalte 4: *Triatrio-poll. rurensis* + *Triporo-poll. rhenanus*

Spalte 5: *Tricolporo-poll. dolium* + *T. pseudocingulum*

Spalte 6: *Tricolpo-poll. henrici*

Spalte 7: *Tricolpo-poll. microhenrici* + *T. liblarensis*

Spalte 8: *Pityo-spor. microalatus* (*Pinus haploxyton*-Gr.)

Spalte 9: *Pityo-spor. labdacus* (*Pinus silvestris*-Gr.)

Spalte 10: *Inaperturo-poll. dubius* + *J. hiatus* + *J. polyformosus*

Spalte 11: *Tricolporo-poll. megaxactus* subsp. *brühlensis*

Spalte 12: Fazies

offenen Moore. Die geringe Ausdehnung des Moorbeckens mag ein Grund sein, dazu vielleicht die Fähigkeit einiger Bruchwaldelemente auch auf mineralischem Randsockel außerhalb des Moores Fuß zu fassen.

Die Aschegehalte sind teilweise, besonders in den hellen Bändern, enorm hoch. Kalk spielt eine große Rolle. Die wechselnden Aschegehalte beeinflussen natürlich auch die Farbe, nicht aber unbedingt das Sporenspektrum.

c) Faziesgliederung der Frielendorfer Braunkohle

Auch in diesem Profil ist ein Klein- und ein Groß-Rhythmus deutlich zu erkennen (Abb. 4). Die beiden Flöze stellen die großen Glieder dar. Im Liegendflöz erscheinen die *Dolium*- und *Pseudocingulum*-Gruppe besonders angereichert, desgleichen die geflügelten Koniferen. Dagegen tritt die *Liblarensis*- und *Microhenrici*-Gruppe fast nur im Hangendflöz auf. Die *Henrici*-Gruppe ist im Hangendflöz stärker vertreten als im Liegendflöz. In der rheinischen Braunkohle findet man die *Pseudocingulum-Dolium*-Gruppe meist mit der *Henrici*-Gruppe vergesellschaftet und besonders zahlreich im basalen Abschnitt des Hauptflözes.

Der Kleinrhythmus und dessen Fazien entsprechen im großen und ganzen denen der rheinischen Braunkohle (P. W. THOMSON, 1950). Sie seien in folgender Tabelle zusammengefaßt:

Tabelle 7 Frielendorf

Kohlentyp	Spektrum	Pflanzenverein	Fazies
1. Tiefschwarze, doppleritreiche Grobkohle.	<i>Dolium</i> -Gruppe, <i>Kruschi</i> -Gruppe.	Dauernde Wasserbedeckung, randlich mit <i>Rhus</i> - u. <i>Nyssa</i> -Vegetation.	Nährstoffreiche Seeablagerungen.
2. Holzreiche Knorpelkohle.	<i>Hiatus-Magnus</i> - und <i>Polyformosus</i> -Gruppe.	Taxodiaceen-Cupressaceen	Telmatische Bruchwaldfazies.
3. Holzarme Knabbenkohle.	Geflügelter Koniferenpollen, <i>Rurensis</i> -Gruppe, Sect. <i>Coryloidae</i> .	<i>Pinus-Myricaceen</i> -Betulaceen.	Telmatische Bruchwaldfazies.
4. Helle Rieselskohle.	<i>Microhenrici</i> - und <i>Liblarensis</i> -Gruppe, z. T. auch <i>Henrici</i> -Gruppe	Cyperaceen-Bestände im Moorbecken? Cupuliferoider Pollen kommt aus dem extrapalustren Hochwald.	Offene (baumfreie) Moore mit periodischer Wasserbedeckung.
5. Tonmittel.	Verschieden. Geflügelter Koniferenpollen häufig.	Ufervegetation mit <i>Alnus</i> , <i>Taxodium</i> , <i>Liquidambar</i> , <i>Pinus</i> .	Ton-Gyttja

Wie in allen Kohlen der Rheinischen Bilder sind die kolorimetrischen Verhältnisse sehr kompliziert, aber auch sehr differenziert. Man kann die Farben nicht mehr nach einer Hell-Dunkel-Reihe ordnen, denn die Töne spielen teils ins Rötliche, teils mehr ins Gelbliche, auch Grautöne kommen vor. Man erhält zwar auch kolorimetrische Regeln, diese lassen sich aber nicht mehr in einfachen Diagrammen darstellen.

Neuerdings sind wir zu exakteren Farbmeßmethoden übergegangen. Eine genaue Analyse der Farben erhält man im lichtelektrischen Remissionsphotometer der Opt. Werke C. Zeiss, Oberkochen. Das Verfahren wurde von H. JACOB, Freiberg, (1956), empfohlen. Den Arbeitsgang hat der Verfasser bereits an anderer Stelle beschrieben (1957), hier soll nur kurz das Prinzip erklärt werden: Man preßt die lufttrockene,

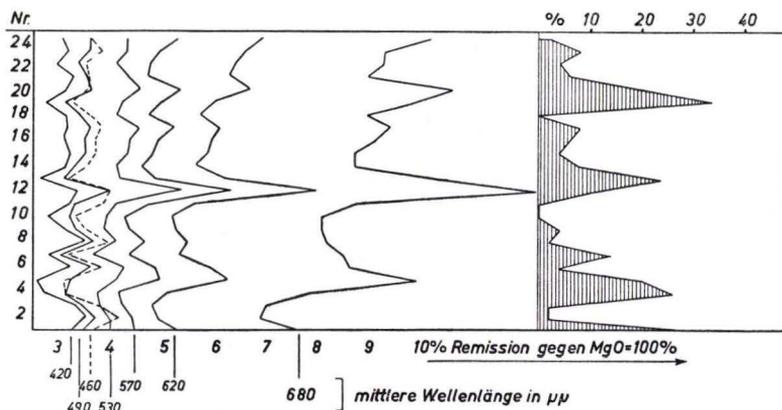


Abb. 5. Rheinische Braunkohle, Grube Frimmersdorf, Flöz 1.

Ordinate = Profillinie, Probenabstand ca. 1,25 m. Linker Diagramm-Teil: Remissionswerte in %; es gilt die Teilung am unteren Rand. Unter gleicher Licht-Wellenlänge ermittelte Meßwerte im Profil sind zur Kurvenzügen verbunden. Schraffiertes Kurvenfeld im rechten Diagramm-Teil: Summenkurve des ungeflügelten Koniferenpollens (*Inaperturopoll. dubius*, *J. hiatus*, *I. polyformosus*). Es gilt die Teilung am oberen Rand. Gleichlauf der Kurve im Rot (680 m $\mu$ ) und der Pollenkurve (kolorimetrische Regel).

pulverisierte Kohle zu einer Tablette und legt sie in das Instrument ein. Hier wird sie von einem Lichtbündel bestrahlt; der von der Kohle remittierte Anteil des Lichtes wird in einer Photozelle gemessen. Die Messung erfolgt als Vergleichsmessung gegen einen geeichten Weiß-Standard. In den Strahlengang lassen sich wahlweise verschiedene Filter einschalten, so erhält man für jede Kohle mehrere Remissionswerte verschiedener Licht-Wellenlängen.

Der Verfasser hat bisher mehrere Profild der rheinischen Braunkohle durchgemessen. Ein Beispiel ist in Abb. 5 dargestellt. Auf der Ordinate sind die Profilpunkte der Schichten, auf der Abszissen die Remissionswerte abgetragen, und zwar sind die Remissionen gleicher Wellenlänge zu Kurvenzügen verbunden. Der rechte Teil der Abbildung enthält die Summenkurve des ungeflügelten Koniferenpollens (schraffiert). Es soll hier nur auf den übereinstimmenden Verlauf von Pollenkurve und Remissionskurve im Rot (680 m $\mu$ ) aufmerksam gemacht werden. Hier zeigt sich offenbar wieder eine kolorimetrische Regel: Der Rotanteil wächst mit dem Anteil ungeflügelten Koniferenpollens. Es kann nun im Stereomikroskop nachgewiesen werden, daß die rötlichen Farben größtenteils von höheren Anteilen grob bis fein zersplitterten, teilweise

auch mehr oder weniger zersetzten Koniferenholzes verursacht werden. Hieraus geht hervor: Die ungeflügelte Koniferen-Gruppe stellt die vorherrschenden Windblütler des Bruchwaldes dar, dessen Holz die Schichten rötlich färbt. Streubereich des Pollens und Verbreitungsbereich des Holzes stimmen in etwa überein.

Damit ist eine kolorimetrische Regel im Rheinischen Bild gefunden, die derjenigen des Helmstedter Bildes entspricht, nur daß in den Helmstedter Schichten durch das Bruchwaldholz die Schichten dunkel, nicht rötlich gefärbt wurden. Das kann verschiedene Gründe haben: in den Helmstedter Mooren handelt es sich vorwiegend um Angiospermen-Bruchwälder, deren Holz leichter zersetzlich ist als Koniferenholz. Auch dürfte das wärmere Klima in Helmstedt von Bedeutung sein: Es beeinflußt nicht nur die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften und deren Lebensräume, sondern bestimmt auch die Zersetzungsbedingungen.

Daß solche Remissions-Profil-Diagramme (R-P-Diagramme) zur Flözfeingliederung nützlich sein können, sei nur nebenbei erwähnt: Charakteristische Kurvenstücke der Diagramme lassen sich von Bohrung zu Bohrung verfolgen. Da die Messungen schnell und bequem durchzuführen sind, bildet diese Methode eine gute Ergänzung zur Sporen-Feinstratigraphie.

Tabelle 8. Sporen und Pollen aus dem Hauptflöz von Borken.

Die mit einem \* versehenen Formen wurden auch in der Braunkohle von Frielendorf gefunden (siehe Tabelle 7).

A) Sporites H. POT. 1893

I. Triletes (REINSCH) IBRAHIM 1933

- Cicatricosi-spor. dorogensis* R. POT. & GELLETT. 1932 (*Aneimia*)
- Concavi-spor. acutus* PF. 1953a (Gleicheniaceae)
- Concavi-spor. senonicus* (ROSS 1949) KRUTZSCH 1954
- \**Sterei-spor. stereoides* (R. POT. & VEN. 1934) (*Sphagnum*)
- \**Sterei-spor. psilatus* (ROSS) (*Sphagnum*)
- \**Laevigati-spor. neddeni* (R. POT. 1931) (*Pteridium* oder Cyatheaceae)
- \**Laevigati-spor. pseudomaximus* TH. & PF. 1953 (*Lygodium*)
- Laevigati-spor. crassus* PF. 1953a (*Lygodium*)
- Reticulati-spor. potonieii* TH. & PF. 1953a (*Lycopodium*)
- \**Reticulati-spor. caelatus* (R. POT. 1934) (*Lycopodium* cf. *inundatum* oder *carolinianum*)
- \**Corrugati-spor. solidus* (R. POT. 1934) (*Lygodium*)
- Rugulati-spor. quintus* (TH. & PF. 1953a) (*Osmunda*)
- \**Punctati-spor. punctus* PF. 1953a

II. Triplanes PF. 1953a

- \**Triplano-spor. sinuosus* (PFLUG 1952) 1953a
- \**Triplano-spor. pseudosinuosus* (PFLUG 1952) 1953a

III. Monoletes IBRAHIM 1933

- \**Laevigato-spor. haardti* (R. POT. & VEN. 1934) (Polypodiaceae)
- Laevigato-spor. discordatus* PF. 1953a
- \**Verrucato-spor. alienus* (R. POT. 1931) (Polypodiaceae)
- \**Verrucato-spor. favius* (R. POT. 1931) (Polypodiaceae)
- \**Reticuloido-spor. secundus* (R. POT. 1934) (Polypodiaceae)
- \**Reticuloido-spor. clatriformis* (MÜRR. & PF. 1952) (Polypodiaceae)

## B) Pollenites R. POT. 1931

## I. Bilateres PF. 1953a

*Monocolpo-poll. tranquillus* (R. POT. 1934) (*Phönix*)

*Monocolpo-poll. papillosus* (MÜRR. & PF. 1951) (Palmae)

\**Monocolpo-poll. areolatus* (R. POT. 1934) (*Sabal*)

## II. Inapertures PF. &amp; TH. 1953

\**Inaperturo-poll. dubius* (R. POT. & VEN. 1934) (Taxodiaceae, Cupressaceae u. a.)

\**Inaperturo-poll. magnus* (R. POT. 1934) (cf. *Pseudotsuga*, *Larix* o. a.)

\**Inaperturo-poll. hiatus* (R. POT. 1931) (*Taxodium*)

\**Inaperturo-poll. incertus* TH. & PF. 1953

## III. Saccites ERDTMANN 1947

\**Pityo-spor. microalatus* (R. POT. 1934) (*Pinus haploxyylon*-Gruppe RUDOLPH)

\**Pityo-spor. labdacus* (R. POT. 1934) (*Pinus silvestris*-Gruppe RUDOLPH)

## IV. Normapolles PF. 1953b

*Nudopollis terminalis* (TH. & PF. 1953) PF. 1953b

*Trudopollis subhercynicus* KRUTZSCH 1954 (= *pompeckji* R. POT. 1931)

*Pentapollis pentangulus* (PF. 1953a) 1953b

## V. Postnormapolles PF. 1953b

*Triatrio-poll. excelsus* subsp. *turgidus* PF. 1953a subsp. *semiturgidus* PF. 1953a, subsp. *microturgidus* PF. 1953a

\**Triatrio-poll. rurensis* TH. & PF. 1953 (Myricaceae)

\**Triatrio-poll. bituitus* (R. POT. 1931) (Myricaceae)

*Triatrio-poll. rurobituitus* PF. 1953a (Myricaceae)

\**Triatrio-poll. myricoides* (KREMP 1949) (Myricaceae?)

\**Triatrio-poll. coryphaeus* (R. POT. 1931) (Engelhardtia?)

*Triatrio-poll. plicatus* (R. POT. 1934) (Myricaceae?)

*Triporo-poll. robustus* PF. 1953a (Betulaceae)

*Triporo-poll. megagraniifer* (R. POT. 1931) (Betulaceae?)

*Triporo-poll. undulatus* PF. 1953a (Ulmaceae?)

*Triporo-poll. labraferus* (R. POT. 1934)

\**Triporo-poll. coryloides* PF. 1953a (*Corylus*)

\**Triporo-poll. rhenanus* (TH. 1950) (cf. *Ostrya*)

\**Trivestibulo-poll. betuloides* PF. 1953a (*Betula*)

*Subtriporo-poll. simplex* subsp. *simplex* (R. POT. & VEN. 1934) und subsp. *triangulus* PF. 1934 (*Carya*)

*Subtriporo-poll. intraconstans* PF. 1953a (Juglandaceae)

\**Polyvestibulo-poll. verus* R. POT. (1934) (*Alnus*)

*Polyvestibulo-poll. hoellingi* (R. POT. 1931) KRUTZSCH 1944 (*Alnus*)

\**Polyporo-poll. undulosus* (WOLFF 1934) *Ulmus*

\**Polyatrio-poll. stellatus* (R. POT. & VEN. 1934) (*Pterocarya*)

## VI. Brevaxones PF. 1953a

*Intratriporo-poll. rizophorus* (R. POT. 1934)

\**Intratriporo-poll. instructus* (R. POT. & VEN. 1934) (*Tilia*)

*Intratriporo-poll. indubitabilis* (R. POT. 1934) (Tiliaceae)

*Intratriporo-poll. kettigensis* PF. 1953a (Bombacaceae?)

\**Porocolpo-poll. orbis* TH. & PF. 1953 (Symplocaceae)

\**Porocolpo-poll. stereiformis* PF. 1953a (Symplocaceae)

*Porocolpo-poll. vestibulum* (R. POT. 1931) (Symplocaceae)

VII. Longaxones Pf. 1953a

a) *Tricolpo-poll.*

- Tricolpo-poll. pudicus* (R. Pot. 1934) (Cupuliferae?)  
 \**Tricolpo-poll. henrici* (R. Pot. 1931) (*Quercus*)  
 \**Tricolpo-poll. asper* Th. & Pf. 1953 (*Quercus*)  
*Tricolpo-poll. densus* Pf. 1953a  
 \**Tricolpo-poll. microhenrici* (R. Pot. 1934) (Cupuliferae)  
 \**Tricolpo-poll. quisqualis* (R. Pot. 1934) = *liblarensis* (Th. 1950) (Cupuliferae)  
 \**Tricolpo-poll. fallax* (R. Pot. 1934) (Cupuliferae)  
 \**Tricolpo-poll. parmularius* (R. Pot. 1934)  
 \**Tricolpo-poll. retiformis* Th. & Pf. 1953  
*Tricolpo-poll. spinosus* (R. Pot. 1934) (cf. Lauraceae)

b) *Tricolporo-poll.*

- \**Tricolporo-poll. dolium* (R. Pot. 1931) (Anacardiaceae)  
*Tricolporo-poll. pacatus* Pf. 1953a (Simarubaceae)  
 \**Tricolporo-poll. pseudocingulum* (R. Pot. 1931) (Anacardiaceae)  
*Tricolporo-poll. cingulum* (R. Pot. 1931) subsp. *fuscus* (R. Pot. 1934) \*subsp. *pusillus* (R. Pot. 1934) \*subsp. *oviformis* (R. Pot. 1931)  
 \**Tricolporo-poll. megaexactus* (R. Pot. 1931) \*subsp. *brühlensis* (Th. 1950) \*subsp. *exactus* (R. Pot. 1931) (Cyrillaceae)  
 \**Tricolporo-poll. euphorii* (R. Pot. 1931) (cf. Araliaceae)  
*Tricolporo-poll. borkenensis* Pf. 1953a  
 \**Tricolporo-poll. eschweilerensis* Th. & Pf. 1953  
*Tricolporo-poll. helmstedtensis* Pf. 1953a  
 \**Tricolporo-poll. kruschi* subsp. *analepticus* (R. Pot. 1934) subsp. *accessorius* (R. Pot. 1934) subsp. *contortus* Th. & Pf. 1953 (Nyssaceae)  
 \**Tricolporo-poll. genuinus* (R. Pot. 1934) (cf. Cupuliferae)  
*Tricolporo-poll. lasius* (R. Pot. 1934)  
 \**Tricolporo-poll. baculoferus* Pf. 1953a  
 \**Tricolporo-poll. porasper* Pf. 1953a (cf. *Quercus*)  
 \**Tricolporo-poll. microreticulatus* Th. & Pf. 1953 (cf. *Sambucus*)  
 \**Tricolporo-poll. microporitus* Th. & Pf. 1953a  
 \**Tricolporo-poll. iliacus* (R. Pot. 1931) (*Ilex*)  
 \**Tricolporo-poll. microiliacus* Th. & Pf. 1953 (Aquifoliaceae)  
 \**Tricolporo-poll. margaritatus* (R. Pot. 1931) (Aquifoliaceae)  
*Tricolporo-poll. clavopolatus* Th. & Pf. 1953 (Aquifoliaceae)

c) *Tetracolporo-poll.*

- \**Tetracolporo-poll. kirchheimeri* (REISSINGER 1951) (Sapotaceae)  
 \**Tetracolporo-poll. sapotoides* Th. & Pf. 1953 (Sapotaceae)  
 \**Tetracolporo-poll. manifestus* (R. Pot. 1931) (Sapotaceae)  
 \**Tetracolporo-poll. obscurus* Th. & Pf. 1953 (Sapotaceae)

d) *Periporo-poll.*

- Periporo-poll. echinatus* (WODEHOUSE 1933) (*Smilax*)

VIII. Massuloides Pf. 1953a

- Polyado-poll. multipartitus* Pf. 1953a (Mimosaceae)  
 \**Tetrado-poll. ericius* (R. Pot. 1931) (Ericaceae)  
 \**Tetrado-poll. callidus* (R. Pot. 1931) (Ericaceae)  
 \**Tetrado-poll. discretus* (R. Pot. 1934) (Ericaceae)  
*Tetrado-poll. quatuor* Th. & Pf. 1953 (*Catalpa*)

## Tabelle 9

Zusätzlich zu den in Tab. 8 mit einem \* versehenen wurden in der Braunkohle von Frielendorf beobachtet

## A) Sporites H. POT. 1893

*Divisi-spor. maximus* PF. 1953a (cf. *Lygodium*)

*Baculati-spor. primarius* (WOLFF 1934) (cf. *Pteridium*)

## Pollenites R. POT. 1931

## Bilateres

*Monocolpo-poll. serratus* (R. POT. & VEN. 1934) (*Sciadopitys*)

## Inapertures

*Inaperturo-poll. polyformosus* (THIERG. 1937) (cf. *Sequoia Metasequoia* oder *Cryptomeria*) selten

## Saccites

*Pityo-spor. alatus* (R. POT. 1931) (*Picea*)

*Pityo-spor. absolutus* (THIERG. 1937) (*Abies*)

*Pityo-spor. cedroides* TH. 1953 (*Cedrus*)

## Postnormapolles

*Triporo-poll. simpliformis* TH. & PF. 1953a

*Polyporo-poll. carpinoides* PF. 1953a (*Carpinus*)

## Brevaxones

*Porocolpo-poll. rotundus* (R. POT. 1931) (Symplocaceae)

*Porocolpo-poll. hemicolpis* PF. 1953a (Symplocaceae)

*Porocolpo-poll. triangulus* (R. POT. 1931) (Symplocaceae)

*Porocolpo-poll. orbiformis* (TH. & PF. 1953) (Symplocaceae)

## Longaxones

*Tricolporo-poll. villensis* (TH. 1950) (Cupuliferae)

*Tricolporo-poll. sustmanni* TH. & PF. 1953 (*Phellodendron*)

*Tricolporo-poll. edmundi* (R. POT. 1931) (cf. Araliaceae)

*Tricolporo-poll. marcodurensis* TH. & PF. 1953 (cf. *Parthenocissus*)

*Tricolporo-poll. kruschi* subsp. *rodderensis* (THIERG. 1947) (*Nyssa*)

*Tricolporo-poll. jagoides* KRUTZSCH 1954 (*Fagus*)

*Periporo-poll. stigmosus* (R. POT. 1931) (*Liquidambar*)

## Zusammenfassung

Das Borkener Sporenbild, wie es sich im Hauptflöz der Braunkohle von Borken (Bez. Kassel) findet, wird heute ins Obereozän gestellt (siehe Tab. 1, S. 153). Es sind zahlreiche Unterschiede zum Bild mitteleozäner und dem unteroligozäner Fundstätten vorhanden. Die bisher bekannten obereozänen Schichten führen „Borkener Bild“. Das Bild der Melanientone überlagert im Borkener Schichtverband die Flöze.

Die Braunkohle von Frielendorf (Bez. Kassel) gehört zum „Unteren Rheinischen Bild“. Neuerdings haben Fundstätten des Oberoligozäns „Unteres Rheinisches Bild“ geliefert. Das Bild des Cyrenenmergels trägt ältere, das Posener Bild (Obermiozän) jüngere Züge.

Sowohl in den Borkener wie in den Frielendorfer Flözen ist eine Faziesfolge erkennbar und damit eine Feingliederung möglich. Einfache Beziehungen zwischen Sporenführung und Farbe, wie man sie als „kolorimetrische Regel“ aus mitteleozänen Braunkohlen kennt, lassen sich in Borken bisher nicht finden. In Lagerstätten des Rheinischen Bildes erscheinen die Zusammenhänge sehr kompliziert. Mit Hilfe exakter Meßmethoden (Remissionsphotometer) gelangt man aber auch hier zu einer „kolorimetrischen Regel“.

#### Schriftenverzeichnis

- BLANCKENHORN, M.: Das Tertiär Niederhessens. Endergebnisse der geologischen Aufnahmen in Niederhessen von 1911—1946. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI) 1, 8—82, Wiesbaden 1950.
- BREDDIN, H.: Das geologische Alter der Hauptflözgruppe des rheinischen Braunkohlenreviers. — Z. Braunkohle, Wärme und Energie, 4, H. 5/6, 95—104, Düsseldorf 1952.
- GRIPP, K. & A. MAGNE: Neues zur Gliederung des Miozäns in Westeuropa. — N. Jb. Geol. Paläontol., Mh. 6, 273—281, Stuttgart 1956.
- HUNGER, R.: Mikrobotanisch-stratigraphische Untersuchungen der Braunkohlen der südlichen Oberlausitz und die Pollenanalyse als Mittel zur Deutung der Flözgenese. — Freib. Forsch. Hefte, C 8, Freiberg 1953.
- JACOB, H.: Die biochemische Inkohlungsphase und das Weichbraunkohlenstadium. — Chemie d. Erde, 18, H. 3, 138—166 VEB Fischer, Jena, 1956.
- JUX, U. & H. D. PFLUG: Aufbau und Altersgliederung des Rheinischen Braunkohlenbeckens. — Z. Geologie, im Druck.
- KIRCHHEIMER, F.: Mikrofossilien aus Salzablagerungen des Tertiärs. — Paläontographica, B 90, 127—160, Stuttgart 1950.
- KLÜPFEL, W.: Über die natürliche Gliederung des Hessischen Tertiärs und den Bewegungsmechanismus in tektonischen Senkungsfeldern. — Geol. Rdsch. 19, 263—283, Berlin 1928.
- KRUTZSCH, W.: Bemerkungen zur Benennung und Klassifikation fossiler (insbes. tertiärer) Pollen und Sporen. — Z. Geologie, 3, 258—311, Berlin 1954.
- Zur Altersstellung der mitteldeutschen älteren Braunkohlenschichten. — Z. Geologie, 4, No. 5, 511—519, Berlin 1955.
- KUYL, O. S.; J. MULLER & H. TH. WATERBOLK: The Application of Palynology to Oil Geology with Reference to western Venezuela. — Geology en Mijnbouw, 3, New Ser. Vol. 17, 49—76, 1955.
- MANGER, G.: Der Zusammenhang von Salztektonik und Braunkohlenbildung bei der Entstehung der Helmstedter Braunkohlenlagerstätten. — Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 21, 7—45, Hamburg 1952.
- MEYER, B. L.: Mikrofloristische Untersuchungen an jungtertiären Braunkohlen im östlichen Bayern. — Geologica Bavarica, 25, 100—128, München 1956.
- MÜRRIGER, F. & H. D. PFLUG: Über die Altersstellung der Braunkohle von Burghasungen, Bez. Kassel, aufgrund pollenanalytischer Untersuchungen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI), 2, 87—97, Wiesbaden 1951.
- Über eine palynologische Untersuchung des Braunkohlenlagers der Grube Emma bei Marxheim. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI) 2, 56—66, Wiesbaden 1952.
- MÜRRIGER, F. & G. PFLANZL: Pollenanalytische Datierungen einiger hessischer Braunkohlen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 83, 71—89, Wiesbaden 1955.
- PFLANZL, G.: Das Alter der Braunkohlen des Meissners, der Flöze 2 und 3 des Hirschberges und eines benachbarten Kohlenlagers bei Laudenbach. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, 232—244, Wiesbaden 1956.
- PFLUG, H. D.: Vorläufige Ergebnisse einer mikropaläontologischen Untersuchung im Braunkohlenlager von Helmstedt. — Braunkohle, Wärme und Energie, 340—342, Düsseldorf 1950.
- 1951, 1952b, siehe MÜRRIGER & PFLUG.

- Palynologie und Stratigraphie der eozänen Braunkohlen von Helmstedt. — *Pal. Z.* **26**, H. 1/2, 112—137, Stuttgart 1952 (1952a).
- 1952c, 1953a, siehe THOMSON & PFLUG.
- Zur Entstehung und Entwicklung des angiospermiden Pollens in der Erdgeschichte. — *Paläontographica*, B **95**, 60—171, Stuttgart 1953 (1953b).
- Sporen und Pollen von Tröllatunga (Island) und ihre Stellung zu den pollenstratigraphischen Bildern Mitteleuropas. — *N. Jb. Geol. Pal., Abh.*, **102**, 409—430, Stuttgart 1956.
- Die Untersuchung von Flözprofilen aus dem Nordrevier der rheinischen Braunkohle auf ihre Brikettiereigenschaften. — *Freiberger Forsch. H. im Druck* 1957.
- POTONIE, R.: Zur Mikrobotanik des eozänen Humodils des Geiseltals. — *Jb. preuss. geol. L.-A.*, **4**, Berlin 1934.
- REIN, U.: Die Bedeutung der Flözfeingliederung für den rheinischen Braunkohlenbergbau und ihre Anwendung in der Praxis. — *Braunkohle, Wärme und Energie*, H. 5/6 S. 72—78, Düsseldorf 1950.
- SCHWARZBACH, M.: *Das Klima der Vorzeit*. Enke, Stuttgart 1950.
- SCHWARZBACH, M., M. TEICHMÜLLER & P. W. THOMSON: Zur Geologie der tertiären Kohlen Sardinens. — *N. Jahrb. Geol. Paläont. Mh.*, 343—356, Stuttgart 1952.
- STECKHAN, W.: Der Braunkohlenbergbau in Nordhessen. — *Hess. Lagerstättenarchiv*, **1**, 1 bis 212, Wiesbaden 1952.
- THIERGART, F.: Die Mikropaläontologie als Pollenanalyse im Dienst der Braunkohlenforschung. — *Schr. Brennstoff-Geologie*, **13**, Stuttgart 1940.
- THOMSON, P. W.: Grundsätzliches zur tertiären Pollen- und Sporenmikrostratigraphie aufgrund einer Untersuchung des Hauptflözes der rheinischen Braunkohle in Liblar, Neurath, Fortuna und Brühl. — *Geol. Jb.*, **65**, 113—126, Hannover/Celle 1950.
- THOMSON, P. W. & H. D. PFLUG: Zur feinstratigraphischen Untersuchung von Braunkohlenflözen. — *Geol. Jahrb.*, **66**, 559—576, Hannover 1952.
- — Pollen und Sporen des mitteleuropäischen Tertiärs. — *Paläontographica*, B **94**, Stuttgart 1953a.
- UDLUFT, H.: Ergänzungen und kritische Bemerkungen zu der Arbeit von Max Blanckenhorn über das Tertiär Niederhessens. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, (VI) **1**, 83—100, Wiesbaden 1950.
- VIGNEAUX, M., MAGNE, A., VEILLON, M. & J. MOYES: Aquitanien et Burdigalien. — *C. R. Ac. des Sciences*, T. 239, p. 818—820, 1954.
- WAPPENSCHMITT, J.: Zur Geologie der Oberpfälzer Braunkohle. — *Abh. geol. Landesunters. am Bayer. Oberbergamt*, **25**, S. 685, München 1936.

Manuskript eingegangen am 23. 10. 1956.

# Die Oppenheimer Fazies und ihre Lebewelt an der Wende vom Alt- zum Jungtertiär<sup>1)</sup>

Von

**JOE-DIETRICH THEWS, Wiesbaden**

Mit 7 Abbildungen, 1 Tabelle und den Tafeln 11—12

## Inhalt

A. Einleitung und Problemstellung . . . . .	180
B. Kurzer stratigraphischer Abriß der Schichten im Raum Oppenheim . . . . .	181
a) Das Rotliegende . . . . .	181
b) Das Tertiär . . . . .	181
1. Oligozän . . . . .	181
2. Miozän . . . . .	181
C. Die Bio- und Petrofazien der Sedimente im Steinbruch Oppenheim . . . . .	182
I. Der Riffkomplex . . . . .	184
1. Landschneckenkalke (Das Riff) . . . . .	184
Sediment . . . . .	184
Flora und Fauna . . . . .	186
2. Cerithienschichten (Calcarenite, die über das Riff greifen) . . . . .	191
Sediment . . . . .	191
Fauna . . . . .	194
2a. Die Sonderfazies der Cerithienschichten am „Flakbunker“ . . . . .	195
3. Vergleich der Petro- und Biofazien des Riffs und der Calcarenite und daraus abzuleitende stratigraphische Schlußfolgerungen . . . . .	196
II. Gut geschichtete Kalke, Kalkmergel und Mergel im Hangenden des Riffkomplexes (Inflata- und Hydrobienschichten) . . . . .	197
1. Inflataschichten . . . . .	197
Sediment . . . . .	198
Fauna . . . . .	200
2. Hydrobienschichten . . . . .	201
Sediment . . . . .	201
Fauna . . . . .	201
III. Veränderungen der Sedimente durch die Karstverwitterung . . . . .	201
D. Zusammenfassung . . . . .	202
E. Schriftenverzeichnis . . . . .	203

<sup>1)</sup> Gekürzt aus: „Die Oppenheimer Fazies und ihre Lebewelt an der Wende vom Alt- zum Jungtertiär“. Dissertation Mainz 1956. D 77.

### A. Einleitung und Problemstellung

Das Städtchen Oppenheim liegt am Ostrand des rheinhessischen Plateaus, auf den Blättern der top. Karte 1:25 000 Oppenheim und Udenheim. Im Norden erhebt sich, von Störungen begrenzt, der Niersteiner Horst, der aus Schiefertönen und Sandsteinen des Rotliegenden aufgebaut ist. Im übrigen ist die Lage des Arbeitsgebietes der Übersichtsskizze (Abb. 1) zu entnehmen.

Geologisch gesehen gehört das bearbeitete Gebiet zum Mainzer Becken, jenem Raum, der während des Tertiärs ein Senkungsgebiet bildete, in dem marine, brackische und fluviatile Sedimente abgelagert wurden (Tab. 1).

Tab. 1. Stratigraphische Übersichtstabelle

Unteres MIOZÄN	{	Aquitani	{	Hydrobienschichten
			{	Inflataschichten (auch Corbicularschichten)
			{	Cerithienschichten
Oberes OLIGOZÄN	{	Chattien	{	Landschneckenkalk/Süßwasserschichten
			{	Cyrenenmergel
Mittleres	{	Rupelien	{	Schleichsand
			{	Rupelton/Meeressand

Die Grundlagen zur vorliegenden Arbeit wurden durch eine geologische Kartierung im Raum Oppenheim geschaffen<sup>1)</sup>. Während dieser Kartierung ergaben sich besondere Schwierigkeiten bei der stratigraphischen Einstufung der Sedimente an der Grenze Oligozän/Miozän, insbesondere der „Landschneckenkalke“.

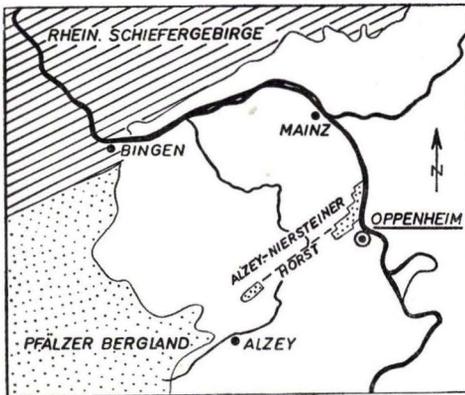


Abb. 1. Die Lage von Oppenheim im Mainzer Becken.

Daraus erwuchs für die vorliegende Arbeit die Aufgabe, über eine genaue Analyse der Petro- und Biofazien der Kalke in den Oppenheimer Steinbrüchen, wo sie besonders gut aufgeschlossen sind, die genetischen Beziehungen dieser Kalke zueinander zu klären und schließlich Aussagen über die stratigraphische Stellung der fraglichen Schichten zu machen.

Ein kurzer Überblick über Ergebnisse der Kartierung wird im Abschnitt B vorausgeschickt.

Zuvor ist es jedoch dem Verfasser ein Bedürfnis, seinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. H. FALKE, Mainz, von dem er die Anregung zu dieser Arbeit erhielt, zu danken für die Förderung,

<sup>1)</sup> Zur Veröffentlichung vorgesehen in: „Jber. u. Mitt. oberrhein. Geol. Ver.“ 1957.

die er ihr angedeihen ließ. Ebenso dankt der Verfasser all denen, die ihm mit Rat und Tat halfen, insbesondere der Firma Dyckerhoff, Wiesbaden-Amöneburg, für die großzügige Unterstützung der Arbeit.

## B. Kurzer stratigraphischer Abriß der Schichten im Raum Oppenheim

### a) Das Rotliegende

Im Arbeitsgebiet gibt es nur ein einziges, durch Lesesteine belegtes Vorkommen von Rotliegendem am Westhang der Höhe 180.6 östlich Dexheim. Aus der petrographischen Ausbildung der roten und weißen, fossilfreien Sandsteine und Arkosen, sowie dem — vermutlich vorhandenen — tektonischen Zusammenhang mit dem Oberrotliegenden des Niersteiner Horstes läßt sich schließen, daß es sich hier um Oberrotliegendes handelt. (LUDWIG 1863; WENZ 1921 a und 1921 b.)

Es ist vorläufig nicht festzustellen, ob die neben diesem Vorkommen liegenden tertiären Sedimente auf das Rotliegende transgredieren oder ob die beiden Formationen an Störungen aneinander grenzen.

### b) Das Tertiär

#### 1. Oligozän

Das Vorkommen von Meeressand und Rupelton im Kartierungsgebiet beschränkt sich auf einen schmalen Streifen östlich der Bahnlinie Nierstein-Dexheim. Der Meeressand enthält nach BARTZ (1937) fast ausschließlich Komponenten des Rotliegenden. Er wird von mittlerem Rupelton überlagert und stellt wahrscheinlich das Äquivalent des fehlenden unteren Rupeltones dar.

Der Schleichsand ist im Raum Oppenheim weit verbreitet, und zwar in der typischen Ausbildung als grauer und gelblicher, glimmerreicher Feinsand und feinsandiger Mergel. Er enthält keine Makrofossilien und läßt sich nur auf Grund seiner petrographischen Ausbildung und seiner Mikrofauna erkennen.

Eine fast ebenso große Verbreitung hat der brackische Cyrenenmergel, welcher gleichfalls makrofossilfrei ist. Während südlich Oppenheim Schleichsand und Cyrenenmergel eine Mächtigkeit von 50 bzw. 20 m haben, sind Schleichsand, Cyrenenmergel und Süßwasserschichten im Hangenden des Meeressandes und Rupeltones entlang der Bahnlinie Nierstein-Dexheim zusammen nur 10 bis höchstens 20 m mächtig. Ob diese geringe Mächtigkeit in der Umgebung der Rotliegendklippen primär oder tektonisch bedingt ist, läßt sich nicht ohne weiteres entscheiden.

Über dem Cyrenenmergel folgen die Süßwasserschichten, die südlich Oppenheim als Süßwassermergel und -tone ausgebildet sind, während sie im Steinbruch Oppenheim, nördlich der Stadt, als Algen-Sinterkalke anstehen. Im Übergangsbereich Mergel/Sinterkalk herrscht eine Mischfazies.

#### 2. Miozän

Die Cerithienschichten treten entweder als Calcarenite oder als leichte poröse Mergelkalke („Tuffe“) auf. Während die Calcarenite vorwiegend im Steinbruch Oppenheim aufgeschlossen sind, stehen die Cerithienschichten in mergeliger Fazies in geringer Mächtigkeit südlich Oppenheim an.

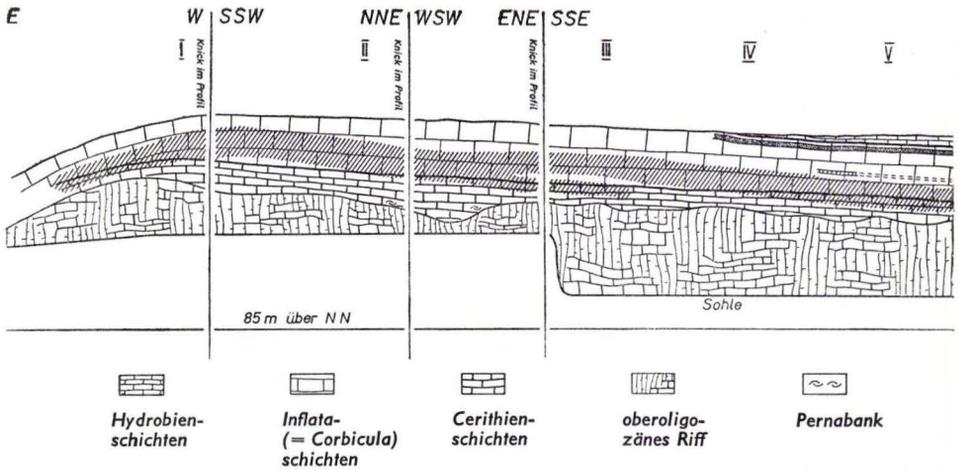


Abb. 2. Stratigraphisches Profil der Wand

Über den Cerithienschichten folgen konkordant die Inflata (= Corbicula-)schichten, die aus harten, strukturlosen oder mergeligen Kalken, aus pseudoolithischen und kavernen Algenkalken bestehen. Sie sind außer in Oppenheim noch südlich Dexheim in einem alten, heute aufgelassenen Steinbruch in einer Mächtigkeit von etwa 20 m aufgeschlossen.

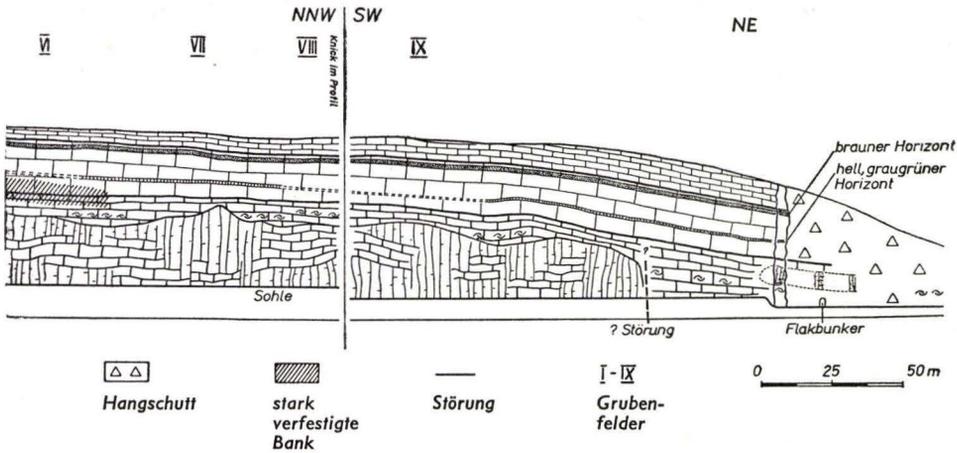
Hydrobienschichten finden sich als plattige Kalke und kavernöse Algenkalke im Steinbruch Oppenheim und — als Lesesteine — 700 bis 800 m südlich des Dexheimer Steinbruches.

### C. Die Bio- und Petrofazien der Sedimente im Steinbruch Oppenheim

In dem folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse eingehender petrographischer und paläontologischer Studien der Kalkfazies des Chatt und Aquitan im Raum Oppenheim dargelegt. Diese Spezialuntersuchungen wurden im großen Steinbruch der Dyckerhoff AG in Oppenheim durchgeführt, wo an einer rund 500 m langen und bis zu 60 m hohen Wand die Kalke auf drei Sohlen abgebaut werden. Vorauszuschicken ist eine Übersicht über den Gesamtaufbau der Kalke, deren Liegendes blau-graue, feine Tone des obersten Oligozäns bilden. Man kann die Kalke im großen gesehen folgende drei Einheiten gliedern (Abb. 2, 3):

a) Ein Riff aus kavernen Algen-Sinterkalken, welches sich von der Basis des Bruches bis in eine Höhe von 20—30 m erstreckt (ausgenommen im Nordteil des Bruches). Es besteht aus Algenlagen und -knollen, zwischen denen Riffdetritus und verfestigter Kalkschlamm liegen. Die herrschende brackische Fauna (vor allem *Terebralia rahi* und *Ericia antiqua*) läßt es zunächst als Äquivalent der Landschneckenkalke von Hochheim-Flörsheim erscheinen.

b) An den Flanken des Riffs liegen Kalkpsephite und -psammite, die auch über seine unregelmäßige Oberfläche hinweggreifen; sie umfassen ungefähr die Zone der dicken, massigen Kalkbänke, welche in halber Höhe der Bruchwand stellenweise deutlich



im Steinbruch Oppenheim.

hervortreten, und besitzen dort, wo das Riff am weitesten hinaufragt (Grubenfelder I bis III), die geringste Mächtigkeit (5—8 m), während sie dort, wo das Riff niedriger ist (am Nord- und Süden des Bruches), wesentlich mächtiger sind (10—20 m). An der Südwand des Steinbruches, auf der dritten Sohle ist die Auflagerung und das Übergreifen der Psephite und Psammite auf das Riff besonders schön zu sehen. Sie entsprechen stratigraphisch den Cerithienschichten.

e) Über den Kalkpsephiten und -psammiten folgen wechsellagernd etwa 20 m geschichtete Kalkpsammite, Sinterkalke, Kalkmergel und Mergel, im oberen Teil der Bruchwand gut zu erkennen. Einige hell graugrüne Kalkmergel- und Mergelbänke treten besonders gut heraus. Auf Grund ihres Fauneninhaltes kann man diese Schichtfolge in die Inflata- und teilweise bereits in die Hydrobienschichten stellen.

Da das Riff und die auf das Riff übergreifenden dickbankigen Kalkpsephite und -psammite eine genetisch zusammengehörige Einheit bilden, die sich von den darüberliegenden gut geschichteten Kalkpsammiten und -peliten sowie Kalkmergeln scharf unterscheidet, sollen im nachfolgenden Abschnitt die ersteren zum sogenannten „Riffkomplex“ zusammengefaßt und den gut geschichteten Sedimenten im Hangenden gegenübergestellt werden.

Die Lagerungsverhältnisse im Steinbruch Oppenheim sind relativ einfach. Ein geringes Einfallen der Schichten von 3—5° nach NE bewirkt, daß die Hydrobienschichten nur im Nordteil des Bruches anstehen und daß sie, sowie ein Teil der Inflataschichten zwischen Grubenfeld III und IV austreichen. Die Cerithienschichten liegen, bedingt durch die kräftige Morphologie des oberoligozänen Riffs, primär teilweise auf gleicher Höhe mit den Landschneckenkalken. Am Nordrand der Abbauwand scheinen sie durch eine steil herzynisch streichende Störung tektonisch gegen den Landschneckenkalk verworfen zu sein. Da jedoch die Inflataschichten hier konkordant und ungestört über den Cerithienschichten liegen, müßte es sich um eine synsedimentäre Bewegung gehandelt haben, die zeitlich an der Wende Chatt/Aquitain erfolgte und daher als tektonische Auswirkung der savischen Phase der alpidischen Gebirgsbildung zu betrachten wäre.

Nachdem im vorhergehenden Abschnitt ein allgemeiner Überblick über den Aufbau der Sedimente im Steinbruch Oppenheim gegeben wurde, sollen im Folgenden die Petrofazies und Biofazies der einzelnen Schichtkomplexe näher beschrieben werden.

## I. Der Riffkomplex

### 1. Landschneckenkalke (Das Riff)

#### *Sediment*

Wie Abb. 2 und 3 zeigen, ist das Algen- und Sinterkalkriff an der Bruchwand in einer Länge von etwa 400 m und einer Mächtigkeit bis zu 35 m aufgeschlossen, wobei die Durchschnittsmächtigkeit 25 m beträgt. Die Algen-Sinterkalke liegen auf blaugrauen, sterilen Süßwassertonen. Auf diesen Tönen siedelten sich die Algen zunächst in kleinen, isolierten Vorkommen an, später breiteten sie sich aus und wuchsen zu einem geschlossenen Riff zusammen. Bereits die ersten kleinen Vorkommen der Algen-Sinterkalke lieferten Riffschutt, so daß an der Basis des Riffs Algen- und klastische Kalke nebeneinander aufgeschlossen sind.

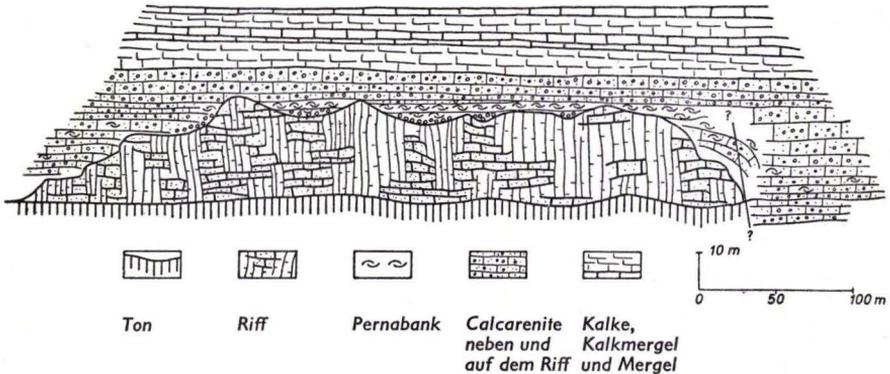


Abb. 3. Das Riff und die überlagernden Sedimente im Steinbruch Oppenheim. Stark schematisiert und überhöht.

Obwohl das Riff seine charakteristische Struktur der Tätigkeit kalkabscheidender Algen verdankt, treten diese jedoch quantitativ stark zurück und die Gesteine bestehen zum größten Teil aus klastischem Kalk (Riffdetritus), verfestigtem Kalkschlamm und Fossilresten, wie dies bei Riffen allgemein der Fall ist (WALTHER 1891; HENSON 1950; McNEIL & STEARNS 1954 u. a.). Da die Algen so große Bedeutung für den Aufbau des Riffes haben und infolge des schlechten Erhaltungszustandes kaum zu bestimmen sind, so sollen sie bereits hier im wesentlichen mit beschrieben und im Kapitel „Biofazies“ nur kurz gestreift werden.

Das Riff wird aus (wenige cm bis über 1 m großen) unregelmäßig geformten Stotzen und Kuppeln aufgebaut, zwischen denen Detritus, verfestigter Kalkschlamm und Fossilenschill liegen, welche die primär vorhanden gewesenen Lücken ausfüllen. Die Stotzen und Kuppeln setzen sich aus einzelnen Krusten von Algen-Sinterkalk zusammen. Diese Algen-Sinterkrusten dürfen nicht verwechselt werden mit den beim flüchtigen Betrachten der Wand meist als Erstes ins Auge fallenden Lagen, die nur

durch die Karstverwitterung entstanden sind und Algen-Sinterkrusten vortäuschen können. Die Karstverwitterung folgt zwar oft, aber nicht immer den durch die Algen-Sinterkrusten vorgezeichneten Bahnen.

Der gleiche Aufbau wie im großen findet sich auch im Handstück wieder: Flache, lagig gebänderte Krusten von einigen Millimetern bis zu einigen Zentimetern Stärke überziehen detritogenen Kalk und feinen Fossilschill oder formen  $\pm$  regelmäßige und runde Knollen von meist 1—10 cm Durchmesser, deren Kern meist ebenfalls aus detritogenem Kalk besteht (Taf. 11 Fig. 1).

Oft bleiben die Knollen oder Krusten an einer Stelle in ihrer Entwicklung zurück und schließen sich später durch stärkeres Wachstum wieder zusammen und bewirken so das Entstehen von Lücken, die offenbleiben können oder, was noch häufiger der Fall ist, mit feinem Riffschutt angefüllt werden.

Auch mikroskopisch kann man die gleichen Strukturen wie im Handstück beobachten: Feine Lagen von Sinterkalk, die zu fingerförmigen Warzen aufgebogen sind, überziehen Riffschutt, der auch die kleinen Spalten zwischen den Warzen erfüllt. Der Riffschutt setzt sich aus sehr feinkörnigen (Korngröße 0,1—0,3 mm), gut abgerollten Kalk- und weniger gut gerundeten Sinterkalkkomponenten zusammen, die z. T. von einer dünnen, radialfaserigen Kalkschale umgeben sind. Daneben sind auch feine Schalenreste von Muscheln, Schnecken und Ostrakoden an der Zusammensetzung des Riffschuttes beteiligt. Zurücktretend finden sich auch Ooide, sowie wenige kleine Quarzkörner von 0,05—0,2 mm Größe und Feldspäte.

Häufig sind die Algen-Sinterkalk dunkelblau-braun-gelb und weiß gebändert. Diese Färbung und Bänderung ist auf Eisen-Mangan Dentriten zurückzuführen, die meist dem Verlauf der Algen-Sinterkrusten folgen, an einzelnen Stellen aber auch quer durch sie hindurchsetzen.

Die Krusten selbst sind teils anorganisch entstanden, teils organisch durch die Tätigkeit von Algenvergesellschaftungen. Infolge der starken Umkristallisierung (s. Kap. Diagenese) sind die organischen Strukturen oft verwischt und von anorganischen nicht zu unterscheiden, was auch REIS (1923) hervorhebt<sup>1)</sup>. Ein typisches Bild anorganischer Sinterkrusten bietet der Dünnschliff von sehr hartem, „zähem“ Sinterkalk (Taf. 11 Fig. 2). Die Entstehung dieser anorganischen Sinterkrusten ist noch nicht völlig geklärt. REIS (1923) vertritt die Meinung, daß es Bildungen der Spritzwasserzone sein können.

Die Sedimente, welche die großen Zwischenräume zwischen den Sinterstöcken füllen, bestehen aus klastischem Kalk sehr unterschiedlicher Korngröße von 0,05 mm bis zu 100 mm Korndurchmesser. Sie sind relativ gut in grobe Konglomerate, feine Konglomerate und feinen Kalkgrus unter 1 mm Korngröße klassiert. Die Komponenten bestehen aus verfestigtem Kalkschlamm, Sinterkalk und aus bereits verfestigtem Detritus, also aus Gesteinen, die vom Riff losgerissen und aufgearbeitet wurden. Ooide und kleine Linsen von sandigem Mergel sind selten. Der Abrollungsgrad ist unterschiedlich. Während die groben Komponenten eckig bis kantengerundet sind,

<sup>1)</sup> „Alle dichten ‚Oolithe‘ und die anschließenden oolithischen Gebilde gehen mit Hilfe der CO<sub>2</sub> entführenden Assimilation des mit ihnen mehr oder weniger eng verbundenen Algenwachstums hervor, von dessen Ausdehnung die Gesellschaftsstöcke nur eine Ahnung hinterlassen haben.“

wobei die Sinterkalkbrocken meist noch völlig eckig, die feinkörnigen Kalke schon etwas abgerundet sind, zeigen die Komponenten unter 1 mm einen guten Abrollungsgrad.

Die Sedimente sind nur in Ausnahmefällen in einem engen Bereich geschichtet und die in ihnen eingebetteten Fossilien zeigen oft auf kleinstem Raum eine gewisse Ausrichtung, liegen aber im ganzen ungerichtet. Ein Teil der Fossilien ist in Linsen zusammengeschwemmt, die bis zu 1 m mächtig und über einen Meter lang sein können. Innerhalb dieser Linsen zeigen gewisse Bereiche oft gleichsinnige Schüttungsrichtung, die aber in ein und derselben Linse mehrfach wechseln kann. Aus den angeführten Tatsachen geht hervor, daß an der Oberfläche des Riffs zwischen den Algen-Sinterkalkstöcken zwar lokal wechselnde, unregelmäßige Wasserbewegung stattfand, daß aber eine große, einheitliche Strömungs- oder Schüttungsrichtung fehlte.

Aus dem Riff und aus anderen Horizonten der Oppenheimer Kalke wurden Proben auf Schwerminerale untersucht. Die Untersuchungsmethode, die für alle Proben gleich war, soll hier kurz vorausgeschickt werden: Der Kalk wurde durch Auflösen in kalter Salzsäure aufbereitet, nachdem vom Rückstand die Fraktion unter 0,06 mm abgeschlämmt war, wurde in der Fraktion von 0,4—0,06 mm mittels Bromoform (Dichte 2,9) die schwere von der leichten Fraktion getrennt. Es zeigte sich, daß der größte Teil der schweren Fraktion um 0,1—0,2 mm lag.

Die einzelnen Minerale wurden zu genetisch zusammengehörigen Gruppen zusammengefaßt. (Erz; stabile, eruptive, metamorphe und authigene Gruppe.) Die stabile Gruppe besteht aus Turmalin, Zirkon und Rutil, die eruptive in sämtlichen Proben fast ausschließlich aus Titanit, die metamorphe aus Granat, Epidot, Staurolith, Disthen, Hornblende und die authigene aus Karbonaten und Baryt. Glimmer sind in allen Proben häufig, da sich aber praktisch nur Muskovit findet, der mit Bromoform nur zum geringen Teil von der leichten Fraktion abgetrennt werden kann, wurde auf eine quantitative Darstellung des Glimmeranteiles verzichtet.

Bei den Schwermineraluntersuchungen im Bereich des Riffs wurden die Proben dem klastischen Material entnommen, wo die Wahrscheinlichkeit am größten war, eingeschwemmtes Material zu finden. Der gesamte Lösungsrückstand betrug bei Kalkproben von 500 g etwa 0,4—0,5 g, der Schwermineralanteil davon lag unter 10%. Die schwere Fraktion besteht zum größten Teil aus Erz; stabile, eruptive und metamorphe Komponenten treten stark zurück, ebenso wie authigene Karbonate (Dolomit-Ankerit) (Abb. 4). Die leichte Fraktion besteht zu über 75% aus Quarz.

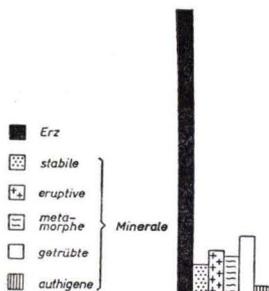


Abb. 4. Diagramm der Schwermineralverteilung im Riff.

### *Flora und Fauna*

Die Flora wird praktisch allein von Algen vertreten, die meist in Krusten, Knollen oder Stöcken vergesellschaftet auftreten und zu denen u. a. Spalt- und Grünalgen gehören. Schon bei der Beschreibung der Sedimente wurde erwähnt, daß der Erhaltungszustand der Algen schlecht ist und kaum eine eingehende paläontologische Beschreibung rechtfertigt. Daher sollen in der Folge nur die wichtigsten Erscheinungsformen erwähnt werden.

Neben Spaltalgen, die man zu den Rivulariaceen stellen kann, treten Grünalgen auf, darunter sehr häufig *Chlorellopsis coloniata* REIS, sowie eine schlauchförmige Art (Taf. 11 Fig. 5), die *Vaucheria* ähnlich ist. Die Schläuche sind 0,10—0,24 mm dick (meist um 0,18 mm) mit einer Wandstärke von 0,02—0,08 mm (meist um 0,04 mm). Sie sind kreisrund, Verzweigungen wurden sehr selten beobachtet. Daneben treten weitere schlauchförmige, 0,3—0,4 mm dicke Gebilde auf, die gewebeartig wirtt durcheinanderlaufen. Neben diesen Algenstrukturen kommen weitere vor, die man möglicherweise zu den Rotalgen stellen könnte.

Da die Spalt- und Grünalgen, die den größten Teil der Flora ausmachen, vorwiegend im Süßwasser leben, aber auch im brackischen Bereich auftreten können und marine Rotalgen noch nicht sicher nachgewiesen werden konnten, wäre auf Grund der Flora für das Riff ein Biotop von Süß- bis evtl. Brackwasser anzunehmen. Auf jeden Fall schließt die Flora ein marines Biotop mit Sicherheit aus.

Innerhalb des Riffes, d. h. sowohl in den Algen-Sinterkalken als auch im Riffschutt wurde folgende Makrofauna gefunden:

**Lamellibranchiata**

<i>Mytilus faujasi</i> BRONGNIART	}	brackisch-marin; leben angeheftet
<i>Mytilus socialis</i> A. BRAUN		
<i>Modiola angusta</i> A. BRAUN	}	marin; grabend
<i>Pinna sandbergeri</i> MAYER-EYMAR		

**Gastropoda**

<i>Ericia antiqua</i> (BRONGNIART)	}	limnisch	
<i>Pomatias labellum</i> (THOMAE)			
<i>Plebecula ramondi</i> (BRONGNIART)	}	terrestrisch	
<i>Cepaea aloiodes</i> (THOMAE)			
<i>Glandina subsulcosa</i> THOMAE	}	terrestrisch	
<i>Torquilla justis</i> BOETTGER			
<i>Torquilla subvariabilis</i> (SANDBERGER)			
<i>Hydrobia</i> cf. <i>dollfusi</i> WENZ	}	brackisch-marin (Strandbewohner)	
<i>Terebralia rahti</i> (A. BRAUN)			brackisch
<i>Cerithium</i> sp.			brackisch-marin
<i>Littorina moguntina</i> A. BRAUN			brackisch-marin (Strandbewohner)

**Problematica**

Die aufgeführte Fauna setzt sich sowohl aus marinen Formen (*Pinna*), Brack- und Süßwasserbewohnern (*Terebralia* und *Ericia*) als auch aus terrestrischen Formen (Landschnecken) zusammen. Es handelt sich bei der Fauna des Riffs also zweifellos nicht um eine Bio-, sondern um eine Thanatocoenose. Dafür gibt es folgende Möglichkeiten zur Erklärung: a) die Formen können alle gleich alt sein, wobei eine oder mehrere Arten das Riff bewohnten, während die restlichen Arten aus benachbarten Biotopen zu ihnen gelangten; natürlich können auch alle Faunenelemente aus verschiedenen Lebensräumen in das Riff eingeschwemmt worden sein. b) Die zweite grundsätzliche Möglichkeit ist, daß nicht alle Faunen der Thanatocoenose gleich alt sind, sondern daß bereits fossile oder subfossile Formen aus Sedimenten, die abgetragen wurden, aufgearbeitet und gemeinsam mit den Faunen die im Riff lebten, in das Sediment gelangt sind, eine Möglichkeit, die in Anbetracht der weit verbreiteten

Erosionsvorgänge an der Wende Oligozän/Miozän im Mainzer Becken theoretisch durchaus gegeben ist. Bei der kritischen Betrachtung von a und b ist b jedoch auszuschließen, weil eine Aufarbeitung aus folgenden Gründen nicht stattgefunden haben kann:

Von den Muscheln könnte nur *Pinna* aus älteren Schichten stammen, da die restlichen Muscheln in älteren Sedimenten nicht auftreten. Die Pinnen — wie auch sämtliche anderen Muschelarten — können jedoch nicht umgelagert sein, denn sie sind häufig doppelklappig, entweder hohl oder mit dem gleichen Sediment gefüllt, in das sie eingebettet sind. Es ist in denjenigen älteren Schichten, in denen *Pinna* bereits vorkommt und aus denen allein sie aufgearbeitet sein könnte, nicht zu finden. Die gute Erhaltung der Schalenskulptur der Schnecken spricht ebenso gegen Aufarbeitung mit Umlagerung wie die Ablagerung der gesamten Fauna in sehr reinen Sedimenten; zweifellos hätten mit den aufgearbeiteten Fossilien auch Teile der Sedimente, die sie seither beherbergten, in den sekundären Ablagerungsraum gelangen müssen. Auch die Ergebnisse der geologischen Geländeaufnahme sprechen z. T. gegen eine Umlagerung der Fossilien: Es gibt in der Umgebung des Riffs keine geologisch älteren Schichten, aus denen die erwähnte marin-brackische Muschelfauna stammen könnte. Es ist also anzunehmen, daß es sich hier tatsächlich um eine echte Totengemeinschaft handelt, d. h. daß die Formen gleich alt sind und nur aus den verschiedenen Biotopen zusammengeschwemmt wurden.

Daraus ergibt sich die Frage, welche Formen im Riff lebten und welche eingeschwemmt wurden. In der Fauna herrschen *Hydrobia dollfusi*, *Mytilus socialis* und Landschnecken quantitativ vor. Daneben sind auch *Terebralia rahti*, *Littorina moguntina*, *Modiola angusta* und *Pinna sandbergeri* häufig, während *Ericia antiqua*, *Pomatias labellum* und *Cerithium* sp. stark zurücktreten.

Auf Grund ihrer Häufigkeit, Lebensweise und Art der Einbettung kann man von folgenden Arten annehmen, daß sie im Riff lebten: *Hydrobia dollfusi* ist mit vielen Individuen mehr oder weniger gleichmäßig im ganzen Riff verteilt, besonders häufig in kleinen Winkeln und Hohlräumen in den Algen-Sinterkalken. Ähnlich ist die Verteilung der viel selteneren *Littorina moguntina*. *Terebralia rahti* tritt oft in kleinen Nestern in den Algen-Sinterkalken auf und ist stets so ausgezeichnet erhalten, daß ein längerer Transport ausgeschlossen erscheint. Unter den Muscheln ist die zahlenmäßig hervortretendste Art *Mytilus socialis*, die meist zusammen mit der ebenfalls häufigen *Modiola angusta* auftritt. *Mytilus* und *Modiola* liegen dicht gepackt — mit wenig oder keinem Sediment zwischen den Schalen — in Linsen, die bis zu 1 m mächtig und in ihrer horizontalen Erstreckung bis über 1 m lang sind; (Taf. 11 Fig. 3). Der Erhaltungszustand dieser Muscheln ist stets sehr gut. Sie sind überwiegend doppelklappig, oft teleskopartig ineinander geschoben, Bruchstücke oder Schill fehlen fast völlig. Wahrscheinlich saßen diese Muscheln mit ihren Byssusfäden angeheftet auf dem festen Substrat des Riffs. Sie wurden von dort losgerissen oder durch die Sedimentation erstickt, über eine ganz kurze Entfernung transportiert und an bestimmten Punkten zusammengespült, wie auch die im Abschnitt „Petrofazies“ bereits geschilderte Einbettung in Linsen und Nestern erkennen läßt. Dabei muß sich *Mytilus socialis* in einem sehr günstigen Biotop befunden haben, da sämtliche Exemplare überdurchschnittlich groß sind, so daß man in Oppenheim fast von einer Stand-

ortvarietät sprechen kann. Die Länge der meisten Individuen beträgt 15—20 mm. Einzelne Exemplare sind über 25 mm groß. Dies ist wahrscheinlich auf klares Wasser, reichlichen Nahrungsanfall durch die Algenflora und eine zuzugende Salinität zurückzuführen. *Mytilus farujasi* findet sich nur in einigen großen Linsen an der oberen Grenze des Riffs, und es ist fraglich, ob sie überhaupt noch zu dessen Fauna gezählt werden kann. Obwohl räumlich noch innerhalb des Riffs liegend, scheint sie doch zeitlich schon zu den darüberliegenden Sedimenten zu gehören und wurde nur in Hohlräumen und Hohlkehlen an der Riffoberfläche eingebettet.

Eine genaue Betrachtung dieser Fauna läßt erkennen, daß die das Riff bewohnenden Arten entweder einem marin bis brackischen oder brackischen Milieu angepaßt waren, wobei ein großer Teil (*Hydrobia*, *Littorina*, *Mytilus*) ausgesprochene Strandbewohner waren, die sogar ein zeitweiliges Trockenfallen vertragen konnten. Die Muscheln waren durch Anheftung den Lebensbedingungen im Riff gut angepaßt.

Außer dieser Fauna, die im Riff lebte, sind darin eine Reihe weiterer Fossilien zu finden, die aus anderen Bereichen dorthin transportiert worden sein müssen, so z. B. *Pinna sandbergeri*. Sie findet sich in Nestern zusammen mit *Mytilus* und *Modiola*. Der Anteil der zerbrochenen Pinnaschalen ist meist erheblich höher als derjenige der Mytilidae, obwohl auch viele gut erhaltene und doppelklappige Pinnen auftreten. Die Tatsache, daß *Pinna* wesentlich stärker zerbrochen ist, läßt sich dadurch erklären, daß sie zunächst aus dem Sediment ausgespült und dann zusammengetragen werden mußte und dabei erheblich mehr beansprucht wurde. Die großen Pinnaschalen sind außerdem empfindlicher gegen Transport als die viel kleineren Mytilusschalen. Zur Frage der Herkunft der Pinnen läßt sich bemerken, daß sie wahrscheinlich als Vortboten eines sich anbahnenden Wandels zu marinen Verhältnissen aus einem benachbarten marinen Biotop durch einzelne Vorstöße in das Riff gelangten. Ob *Ericia antiqua* und *Pomatias labellum* im Riff lebten oder nicht, läßt sich an Hand der Einbettungsverhältnisse nicht feststellen. Da sie jedoch relativ sehr selten vorkommen und als reine Süßwasserschnecken in keiner Weise zu den oben ausgeführten Faunen passen, wird angenommen, daß sie zusammen mit den terrestrischen Landschnecken durch Flüsse vom Land her eingeschwemmt wurden. Diese Süßwasser- und Landschnecken liegen auch bezeichnenderweise überwiegend im Riffschutt und weniger in den Algen-Sinterkalken. Die Cerithien sind so selten, daß die Frage, aus welchem Biotop sie stammen, noch völlig offen bleiben muß.

Die Makrofauna des Riffs enthält also Arten vereinigt, die zur gleichen Zeit, aber in verschiedenen Biotopen lebten. Dabei besteht die Fauna, die das Riff selbst bewohnte, aus Arten des Brackwassers, zu denen marine, limnische und terrestrische treten.

In diesem Zusammenhang wären noch wurmröhrenartige Problematika zu erwähnen, die an einigen Stellen im Riff auftreten. Es lassen sich zwei „Arten“ unterscheiden, eine größere (Taf. 11 Fig. 4), mit einem Röhrendurchmesser von 2,5—3 mm und einer Wandstärke der Röhren von 0,7—1 mm, und eine kleinere, wesentlich zartere, deren Röhrendurchmesser etwa 1 mm beträgt. Während die Röhren der größeren „Art“ stets unverzweigt und vornehmlich in einer Richtung angeordnet sind, laufen die Röhren der kleineren „Art“, die sich bisweilen verzweigen, wirr durcheinander.

Zur Abrundung des Faunenbildes wurden 7 Proben aus lockeren Teilen des Riffs — lockerem klastischem Kalk, sandigem Mergel usw. — ausgeschlämmt und auf ihre Mikrofauna untersucht. Abgesehen von zwei völlig fossilfreien Proben wird das Bild der Mikrofauna im Riff beherrscht von Ostrakoden, die sich in fast allen Proben in sehr vielen Exemplaren fanden<sup>1)</sup>.

*Cyprideis miocaenica* (LIENENKLAUS)

*Eurypris acuta* (LIENENKLAUS)

*Cypridopsis kinkelini* LIENENKLAUS

Dagegen treten Foraminiferen sehr stark zurück und sind nur in kleinen, uncharakteristischen Exemplaren vorhanden:

*Quinqueloculina* cf. *seminula* (LINNÉ)

*Bolivina* sp.

*Uvigerinella* sp.

*Bulimina* sp.

*Buliminella elegantissima* (D'ORBIGNY)

*Nonion* sp.

*Cibicides* sp.

Da die Foraminiferen an der Zusammensetzung der Mikrofauna nur in sehr geringem Maße beteiligt sind und die Ostrakoden, die teils für limnische, teils für brackische Verhältnisse sprechen, das typische Faunenelement darstellen, muß auf Grund der Mikrofauna angenommen werden, daß das Biotop des Riffs limnisch-brackischen Charakter hatte. Da jedoch die Makrofauna auf brackische Verhältnisse schließen läßt, ist anzunehmen, daß die limnischen Ostrakoden eingeschwemmt wurden. Die Foraminiferen scheinen durch einzelne, kurze marine Vorstöße (s. S. 189) in das Riff gelangt zu sein. Da sie sehr widerstandsfähig gegen Transport sind, könnten sie auch aus aufgearbeiteten älteren Sedimenten stammen; für diese, sowie noch entferntere Deutungsmöglichkeiten, wie z. B. Verfrachtung durch Wind aus Küstensanden, wurden jedoch weder positive noch negative Anzeichen gefunden.

Außer den Ostrakoden und Foraminiferen findet sich in den meisten Proben noch ein Problematikum, das häufig auftritt und in zwei Proben sogar völlig überwiegt. Es handelt sich um 0,34—0,40 mm große, völlig runde Kügelchen aus feinem weißem Calcit. Sie zeigen keinerlei Schalenstruktur oder -skulptur außer unregelmäßig auftretenden feinen Rissen. Innen sind sie hohl oder von einer geringen Menge feinen Kalkstaubes erfüllt (Taf. 12 Fig. 11). Herr Prof. Dr. W. WETZEL, Kiel, der u. a. die Freundlichkeit hatte sie zu untersuchen, glaubt, daß es sich hier u. U. um eine Riesenform eines Einzelllers handeln könnte und daß diese Kügelchen eine entfernte Ähnlichkeit mit *Thoracosphaera* KAMPTNER haben.

Eine zusammenfassende Betrachtung des organischen Inhaltes zeigt, daß die Makrofauna des Riffs eindeutig durch das Vorherrschen autochthoner, brackisch-mariner Arten gekennzeichnet ist und daß für die Mikrofauna brackische Ostrakoden typisch sind. Allerdings treten sowohl in der Makro- wie auch in der Mikrofauna Elemente auf, die einerseits aus marinem, andererseits aus limnisch-terrestrischem Bereich eingeschwemmt wurden. Die im Riff häufige Algenflora spricht nicht so scharf wie die

<sup>1)</sup> Die Ostrakoden wurden freundlicherweise von Herrn Dr. F. GOERLICH, Bentheim, bestimmt. die Foraminiferen von den Herren Dr. F. DOEBL und Dr. H. BARTENSTEIN nachbestimmt.

Fauna für ein brackisches Milieu, da fast alle Algenarten, die gefunden wurden, Süßwasser bevorzugen. Da sie aber alle auch im Brackwasser existieren können, sprechen sie nicht gegen die aus der Untersuchung der Fauna gewonnenen Erkenntnisse. Die Flora schließt aber ein marines Biotop sicher aus.

2. Cerithienschichten (= Calcarenite die über das Riff greifen)

*Sediment*

Wie im vorhergehenden Abschnitt geschildert, liegen an den Flanken und über das Algen-Sinterkalkriff hinweggreifend Kalkpsephite und -psammite, die dort, wo das Riff am weitesten hinaufragt (Grubenfeld I—III), am geringmächtigsten (5—8 m) sind (Abb. 2), während am Rand des Riffs, am Nord- und Südende des Bruches, die Mächtigkeit wesentlich mehr (10—20 m) betragen kann. Sie umfassen an der Bruchwand ungefähr die Zone der dicken, massigen Bänke, die in halber Höhe der Bruchwand stellenweise deutlich hervortreten. Obwohl, wie auf Seite 201 noch gezeigt werden soll, die Verfestigung nicht horizontgebunden ist, kennzeichnen diese Bänke doch ungefähr den Bereich der Kalkpsephite und -psammite.

Das Riff hat eine unebene, durch herausragende Stotzen, tiefe Löcher und Höhlen gegliederte Oberfläche, die an einzelnen Stellen glattgewaschen ist und an anderen karrenartige Lösungsspuren zeigt.

Die Böschung des Riffs ist im ganzen steil (im Mittel 22—25°). An einzelnen Stellen, an denen der Böschungswinkel verhältnismäßig flach ist, greifen die Psephite konkordant, dort wo er relativ sehr steil ist, greifen sie diskordant auf das Riff (Abb. 5). Die Auflagerung und das Übergreifen auf das Riff sind besonders schön an der Südseite des Steinbruches an der Rampe der dritten Sohle zu sehen. Auch am Nordende des Steinbruches sind sie aufgeschlossen, dort jedoch durch tektonische Bewegung gestört.

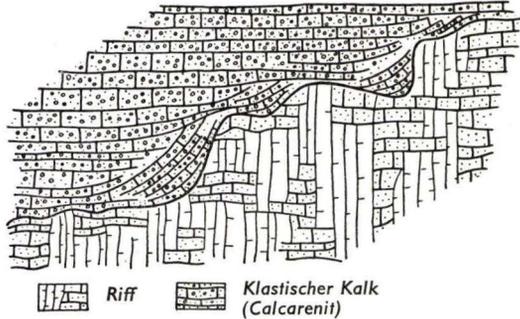


Abb. 5. Übergreifen der Calcarenite auf das Riff. Stark schematisiert.

Die über das Riff hinweggreifenden Cerithienschichten bilden örtlich recht grobe Konglomerate (bis 10 cm und mehr Durchmesser), welche eine kräftige Aufarbeitung anzeigen. An anderen Stellen sind auch feinkörnigere Sedimente direkt auf dem Riff abgelagert. Je nach dem Relief findet sich mehr oder weniger über dem Basiskonglomerat ein bis 20 cm mächtiger Cerithienhorizont. Darüber folgt eine 10—15 cm mächtige Pedalion-Pinna-Bank (Pernabank), welche sich im Profil verfolgen und an der Bruchwand immer wieder finden läßt. An einigen Stellen ist sie 20—30 m weit geschlossen ausgebildet, keilt aber an anderen aus bzw. ist auf sporadisch auftretende Pedalien reduziert. Die Klappen liegen meist als Einzelklappen vor, oftmals zerbrochen und zerrieben, in dichter Folge dachziegelartig übereinandergeschoben, vorwiegend in der Lage „gewölbt oben“. Offenbar entstand die Pernabank in sehr ufer-

nahem Bereich durch Zusammenschwemmen der Pernen und Pinnen aus einem größeren Gebiet, da die Steckmuscheln nicht die Siedlungsdichte besitzen, um ohne weiteres ganze Bänke aufzubauen.

Über dem Basiskonglomerat und der Pernabank folgen grob und unregelmäßig geschichtete, klastische Kalke von feinerem und größerem Korn, wobei die Mächtigkeit der einzelnen Schichten von wenigen Zentimetern bis zu einem Meter und mehr schwankt. Häufig findet sich Schrägschichtung, auch „abgestufte Schichtung“ ist örtlich zu beobachten. Der Korndurchmesser der kantengerundeten bis gut abgerollten Komponenten liegt zwischen 0,2 und 2 mm. Wie aus dem Diagramm (Abb. 6) zu entnehmen ist, zeigt die Korngrößenverteilung eine gute Klassierung in einzelne

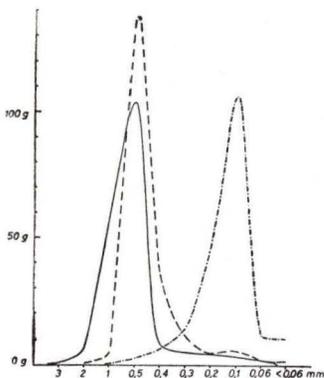


Abb. 6. Korngrößenverteilung in drei Proben aus lockeren Calcareniten des Riffs.

Korngrößenklassen. Nach einer genaueren mikroskopischen Untersuchung bestehen die Komponenten aus Pseudoiden (d. h. abgerollten und mit einer dünnen Kalzitlage umkrusteten Sedimentkomponenten), echten Ooiden, Fossilenschill und ganzen Fossilien (kleinen Schnecken, Foraminiferen und Ostrakoden), welche teilweise ebenfalls durch dicken Kalzit umkrustet („verpuppt“) sind (Taf. 12 Fig. 6, 8, 9). Der Anteil der echten Ooide steigt nur in den fein- und gleichkörnigen Sedimenten auf über 50% des Gesteins, so daß man evtl. von Oolithen sprechen kann. Meist liegt er unter 30%. Die restlichen Sedimentkomponenten setzen sich aus wechselnden Anteilen von Algen-Sinterkalk und abgerolltem, klastischem Kalk zusammen, d. h., sie bestehen aus genau dem gleichen Material, in welchem sie liegen und zeigen an, daß Aufarbeitungs- und

Erosionsvorgänge in den kurz davor abgelagerten Sedimenten stattgefunden haben (Taf. 12 Fig. 6, 8). Sie sind oft noch unverfestigt und locker und machen ganz den Eindruck eines sehr groben Kalk-„sand“. Da für die hier beschriebenen klastischen Kalke — besonders nach der deutschen Nomenklatur — ein eindeutiger Name fehlt, sollen sie hier nach der Definition von PETTJOHN (1949) als „Calcarenit“ bezeichnet werden<sup>1)</sup>.

Die Calcareniten wurden offenbar in der Nähe des Ufers in kräftig bewegtem, klarem Wasser (Ooidbildung) abgelagert. Aufgearbeitete Körner aus dem gleichen Sediment zeigen häufige Umlagerung und Aufarbeitung an. Lokal schräge Schüttung auch in etwas höheren Lagen der Calcareniten beweist, daß das Relief des Riffs noch immer nicht ganz ausgeglichen war. Zum Hangenden gehen die Psephite in Psammite über, welche aus feinstem Hydrobienschill und Hydrobien, gemischt mit feinem Kalkdetritus, bestehen und den langsamen Reliefausgleich des Riffs andeuten.

<sup>1)</sup> Zwar wäre vielleicht „Sperginit“ nach PETTJOHN („Those calcarenites that are free of Quarz—or contain no more than 10 per cent—and that contain oolites and fossil detritus may be called sperginite“) die passendste Bezeichnung für diese Teile der Oppenheimer Kalke; wegen des geringen Wertes amerikanischer Lokalnamen für unsere Literatur soll jedoch der etwas allgemeinere Ausdruck Calcarenit hier verwendet werden.

Das Auftreten von Ooiden und Pseudoooiden zeigt ebenso wie die Tatsache, daß schon verfestigte Calcarenite aufgearbeitet wurden, daß die Ablagerung der Calcarenite bei bedeutender anorganischer Kalkfällung stattfand und daß ein Teil bereits während oder unmittelbar nach der Sedimentation verfestigt worden sein muß. In gewissem Widerspruch dazu steht die Tatsache, daß heute noch ein großer Prozentsatz der Calcarenite locker vorliegt. Es ist bisher noch nicht gelungen zu klären, auf welche Faktoren diese unterschiedliche Verfestigung der Sedimente bei oder kurz nach der Sedimentation zurückgeht.

Zur Gewinnung und Untersuchung des Schwermineralanteiles wurden einige Proben zu je 500 g in kalter Salzsäure gelöst. Dabei zeigte sich, daß die Calcarenite sehr rein und frei von fremden Beimengungen sind. Der in Salzsäure unlösliche Rückstand über 0,06 mm Korngröße betrug zwischen 0,7 und 3,9 g, d. h. zwischen 0,14 und 0,78%.

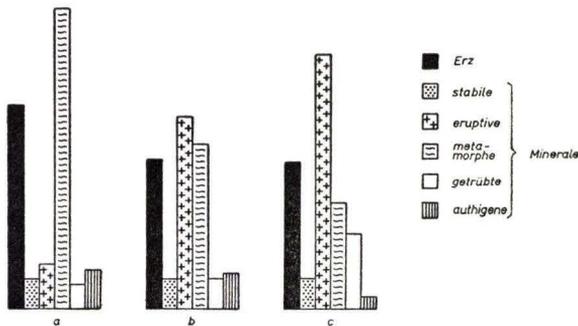


Abb. 7. Diagramm der Schwermineralverteilung von drei Proben in den Calcareniten.

Der abgeschlammte Anteil unter 0,06 mm war ebensalls gering. Wie sich aus dem Diagramm (Abb. 7 a—c) ergibt, ist in der Schwermineralfraktion neben Erz der Anteil der eruptiven und metamorphen Minerale relativ hoch. Unter den eruptiven Schwermineralen ist fast ausschließlich Titanit vorherrschend, der ± gut abgerollt ist. An einer ganzen Anzahl von Kristallindividuen lassen sich aber noch Reste der idiomorphen Gestalt erkennen. Die metamorphe Fraktion, welche in einem der liegendsten Horizonte (Pernabank) besonders hervortritt (Abb. 7 a), besteht zum überwiegenden Teil aus Granaten, die meist frisch, durch Bruchflächen begrenzt, vorliegen. Idiomorphe Granate finden sich ebenfalls, sind aber sehr selten. Neben Granat wurden noch — stark zurücktretend — Epidot, Disthen und Andalusit beobachtet. Die immer recht bedeutende Glimmerfraktion bestand fast vollständig aus Muskovit. Der Anteil der stabilen Minerale Zirkon (meist schön idiomorph), Turmalin und Rutil ist auffällig gering. In sämtlichen Proben findet sich eine merkliche Anzahl der authigenen Minerale Karbonat (Dolomit-Ankerit) und Baryt.

Die leichte Fraktion besteht hauptsächlich (über 70%) aus Quarz. Daneben findet sich noch Orthoklas (gelegentlich als Mikroklin).

Der Titanit der schweren Fraktion kann nur von dem westlich Oppenheim anstehenden „Melaphyr“ geliefert worden sein. Über die Herkunft der Granate lassen sich bisher nur Vermutungen anstellen.

## Fauna

Die Psephite und Psammite, die auf dem Riff liegen, enthalten folgende Makrofauna:

## Lamellibranchiata

<i>Pinna sandbergeri</i> MAYER-EYMAR	}	marin; grabend
<i>Pedalion oblonga</i> (RÖMER-BÜCHNER)		
<i>Mytilus socialis</i> A. BRAUN	}	brackisch-marin, leben angeheftet
<i>Mytilus faujasi</i> BRONGNIART		
<i>Dreissenia brardi</i> FAUJAS		
<i>Corbicula faujasi</i> (DESHAYES)	}	brackisch
<i>Pisidium antiquum</i> A. BRAUN		
<i>Pitaria incrassata</i> var. <i>solida</i> (SANDBERGER)		limnisch-brackisch
		marin

## Gastropoda

<i>Nerita rhenana</i> THOMAE	}	brackisch-marin
<i>Neritina callifera</i> SANDBERGER		
<i>Littorina moguntina</i> A. BRAUN	}	marin-brackisch
<i>Littorina tumida</i> BOETTGER		
<i>Potamides plicatus</i> var. <i>multinodosus</i> vel. <i>intermedius</i> (SANDBERGER)		
<i>Tympanotomus submargaritaceus</i> (SANDBERGER)		marin
<i>Ecphora cancellata</i> (THOMAE)		terrestrisch
Landschnecken (Cepea- u. Helixarten)		

In der Faunenführung prägt sich hier gegenüber dem Riff ein starker Wechsel aus. Herrschten dort die Brackwasserformen vor, so kennzeichnen hier die vollmarinen *Pinna*, *Pedalion*, *Pitaria*, *Nerita* und *Ecphora* das Faunenbild, denen nach dem Hangenden zunehmend brackische Formen beigemischt sind. Besonders bemerkenswert ist in Oppenheim, daß *Corbicula faujasi* bereits an der Basis der Cerithienschichten in der Pernabank häufig zusammen mit *Pedalion* auftritt (Taf. 12 Fig. 6), und zwar in bemerkenswert großen Exemplaren. Daß neben den marinen Formen auch ausgesprochene Küstenbewohner wie Littorinen (die stellenweise massenhaft auftreten) und *Mytilus* häufig sind zeigt, daß sich der Sedimentationsraum nicht weit vom Küstenbereich entfernt befunden hat. *Mytilus faujasi* ist in einigen großen Linsen an der Oberfläche und in Höhlungen des Riffs zusammengespült. Die verhältnismäßig seltenen Landschnecken sind wohl vom Ufer her eingeschwemmt worden.

Die Makrofauna spricht also für anfänglich marines, aber küstennahes und im Verlauf der Cerithienzeit langsam verbrackendes Milieu. Die Warmwassermuscheln *Pedalion* und *Pinna*, die reichlich vertreten sind, weisen auf warmes Klima hin.

Obwohl die auftretenden Mikrofossilien in den Calcareniten häufig stark „verpuppt“, d. h. von dünnen Kalzitlagen umkrustet sind, lassen sich doch an einigen Stellen reiche und gut erhaltene Mikrofaunen gewinnen, unter denen wieder Foraminiferen vorherrschen. Die hervortretendste und charakteristische Form *Quinqueloculina seminula* (LINNÉ) ist als Vertreter der Miliolidae ein typischer Bewohner warmer Küsten. Weiterhin sind *Bolivina ex gr moguntiacae* BARTENSTEIN & HEINEMANN sowie *Buliminella elegantissima* (D'ORBIGNY) sehr häufig. Daneben kommen auch

*Bolivina* sp.  
*Bulimina* sp.  
*Uvigerinella* sp.  
*Globulina acuta* ROEMER  
*Pseudopolymorphina* sp.  
*Nonion* sp.  
*Cibicides* sp.

VOR.

Wesentlich seltener als Foraminiferen sind Ostrakoden;

*Cytheromorpha zimndorfi* (LIENENKLAUS)  
*Cyprideis miocänica* (LIENENKLAUS)  
*Cytheridea mülleri* MÜNSTER var. *rhenana*  
*Cytheridea praesulcata* (LIENENKLAUS)  
*Haplocytheridea* cf. *rhombus* (EGGER)

Sie können als Brackwasserbewohner bezeichnet werden.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß sich die Mikrofauna der Calcarenite deutlich von der des Riffs durch eine reiche Foraminiferenfauna sowie brackische Ostrakoden unterscheidet.

#### 2a. Die Sonderfazies der Cerithienschichten am „Flakbunker“

Eine von der zuvor beschriebenen Ausbildung etwas abweichende Fazies zeigen die Cerithienschichten am Nordrand des Steinbruches, in einem alten Unterstand („Flakbunker“) und in einem begehbaren Wasserriß. Dort schaltet sich in die liegendsten Calcarenite eine Linse von Sanden, Sandmergeln und Mergelkalken ein, die ungefähr 1,80 m mächtig und in einer Länge von etwa 20 m aufgeschlossen ist. Besonders schönen Einblick in diese Fazies gewinnt man im sogenannten „Flakbunker“, einer kleinen Höhle, die in die weichen Schichten zwischen den Kalken gegraben ist. Dort folgen über liegenden, groben Calcareniten dunkelbraune und dunkelgraue, feinkörnige, feingeschichtete, mergelige Sande, die zum Hangenden unter Zunahme des Kalkgehaltes in sandige Mergel und mergelige Kalke übergehen. Sie werden von Calcareniten überlagert, die denen an der Basis der Sande und Mergel gleichen.

Die dunkelbraunen Feinsande enthalten Fischreste (Flossenstacheln, Schuppen, Otolithen, Zähne usw.), die von Herrn Dr. W. WEILER, Worms, freundlicherweise als *Smerdis* sp., eine marine bis brackische Art des Aquitans, bestimmt wurden. Daneben findet sich *Hydrobia* sp., *Littorina moguntina* A. BRAUN, *Littorina tumida* BOETTGER und *Mytilus faujasi* BRONGNIART, welche an der Basis einer Kalkmergelbank als 4—5 cm mächtiges Muschelpflaster und vereinzelt in den sandigen Mergeln auftritt. Die Mytilusschalen sind dünn und zart und meist durch die überlagernden Sedimente plattgedrückt.

Die leicht schlämbaren Sande enthalten auch eine sehr reiche Mikrofauna. *Quinqueloculina seminula* (LINNÉ) ist die häufigste Foraminifere, daneben sind

*Buliminella elegantissima* (D'ORBIGNY)  
*Bolivina* ex gr. *moguntiana* BARTENSTEIN & HEINEMANN  
*Nonion* sp.  
*Bulimina* sp.  
*Uvigerinella* sp.  
*Globulina* sp.

häufig.

An Ostrakoden enthalten die Sande

*Cytheridea mülleri* (MÜNSTER) var. *rhenana*

*Haplocytheridea* cf. *rhombus* (EGGER)

*Cytheridea praesulcata* (LIENENKLAUS)

*Cytheromorpha zinndorfi* (LIENENKLAUS)

*Cyprideis miozänica* (LIENENKLAUS)

Unter Berücksichtigung der Fauna und der Lagerungsverhältnisse sind diese Sande usw. fazielle Äquivalente der Riffschutt-Calcarenite und wurden möglicherweise unter Bedingungen, wie sie in einer stillen Bucht oder Lagune herrschen, abgelagert. Für Stillwasserverhältnisse sprechen auch die feine Schichtung und die dunkle, durch einen Gehalt an organischer Substanz bedingte Farbe der Sedimente, die dünnen Schalen der Mytiliden und die hier besonders häufigen, gerade für Lagunensedimente besonders typischen Milioliden (*Quinqueloculina*).

### 3. Vergleich der Petro- und Biofazien des Riffs und der Calcarenite, und daraus abzuleitende stratigraphische Schlußfolgerungen

Sowohl hinsichtlich der Petro- als auch der Biofazies ergeben sich zwischen dem Riff und den darüber transgredierenden Calcareniten so große Unterschiede, daß man diese beiden Einheiten, die zwar genetisch zusammengehören, nicht unbedingt als stratigraphisch äquivalent betrachten kann, obwohl beide Sedimente zum großen Teil auf gleichem Niveau nebeneinander liegen. Ihre Ablagerung erfolgte nämlich unter sehr unterschiedlichen Bedingungen. Das Riff wurde in mäßig bewegtem Brackwasser aufgebaut. Durch submarine Erosion wurde Riffschutt geliefert, der die Lücken zwischen den Algen-Sinterkalken anfüllte. Diese Abtragung kann jedoch nicht sehr bedeutend gewesen sein, denn sie konnte nicht verhindern, daß das Riff zu beachtlicher Höhe (mindestens 20 m) aufgebaut wurde und seine Umgebung morphologisch überragte. Dagegen fand die Ablagerung der Calcarenite, außer in der Sonderfazies am „Flakbunker“, in kräftig bewegtem, flachem, marinem Wasser statt. Es setzte eine starke Abtragung ein, die viel Schutt lieferte und zu einer schnellen Ein ebnung des Riffs führte.

Die Bildung des Riffs und der Calcarenite erfolgte also in zwei aufeinanderfolgenden Abschnitten, die bezüglich ihrer Sedimentationsbedingungen und des jeweils herrschenden Biotops stark voneinander abwichen.

Während sich die Calcarenite durch die Pernabank an der Basis und das Einsetzen von *Hydrobia inflata* im Hangenden recht gut stratigraphisch zu den Cerithienschichten stellen lassen, stehen der stratigraphischen Einstufung der Riffsedimente gewisse Schwierigkeiten entgegen. Es finden sich nämlich im Riff sowohl die für das oberste Oligozän leitenden *Ericia antiqua* und *Terebralia rathi* als auch die für die untermiozänen Cerithienschichten mit leitenden *Pinna sandbergeri* und *Mytilus socialis*. Da jedoch die eben genannten alle keine echten Leit-, sondern nur Faziesfossilien sind, kann für die stratigraphische Einstufung der Riffsedimente nicht die Form maßgeblich sein, die normalerweise in jüngeren Schichten vorkommt, sondern jene Formen, die der im Riff lebenden Fauna angehören, d. h. es kann mit Hilfe der Fauna zunächst nur eine Aussage über das Biotop gemacht werden und daraus dann auf die stratigraphische Einheit geschlossen werden. Die Grenze Süßwasser-Cerithienschich-

ten im Mainzer Becken ist nämlich genau genommen nur eine Faziesgrenze, die durch die Transgression des Cerithienmeeres gebildet wird. Berücksichtigt man diese Verhältnisse an der Wende vom Alt- zum Jungtertiär, so kann man das Riff entweder in einem Restgebiet (z. B. einer abgeschlossenen Bucht) entstanden denken, wo sich noch für kurze Zeit brackisches Milieu gehalten hat, während ganz allgemein bereits die marinen Verhältnisse des Cerithienmeeres herrschten. In diesem Falle wäre das Riff mit seiner Fauna dem Aquitan zuzuordnen. Eine andere Möglichkeit ist, daß es sich bei den marinen Muscheln um Vorläufer handelt, die aus dem vom Rheintalgraben heranrückenden aber noch in gewisser Entfernung befindlichen Cerithienmeer bei den ersten gelegentlichen Vorstößen in ein noch mehr oder weniger geschlossen brackisches Gebiet gelangten. Das Riff läge dann noch „unterhalb“ der Transgression des Cerithienmeeres und müßte in das alleroberste Chatt eingestuft werden. Nach Ansicht des Verfassers ist die letztere Möglichkeit am wahrscheinlichsten, denn von den o. a. „Leitfossilien“ lebten nur *Terebralia rathi* und *Mytilus socialis* im Riff, während die anderen eingeschwemmt wurden. *Terebralia rathi* aber spricht für oberstes Oligozän. — Unterstrichen wird dieser Befund durch die Mikrofauna, die zwischen dem Riff und den Calcareniten deutliche und charakteristische Unterschiede aufweist. Auch die scharfe Transgressionsgrenze zwischen dem Riff und den Calcareniten im Hangenden des Riffs — die der Cerithientransgression äquivalent ist — spricht dafür.

## II. Gut geschichtete Kalke, Kalkmergel und Mergel im Hangenden des Riffkomplexes (Inflata- und Hydrobienschichten)

Über den hangenden psammitischen Calcareniten des Riffkomplexes folgen etwa 25 m einer Wechsellagerung von Kalkpsammiten, Kalkmergeln, Mergeln und Sinterkalken. Obwohl die Schichten oft lokal auskeilen, zu größerer Mächtigkeit anschwellen oder ihre Zusammensetzung auf kurze Entfernung durch verstärkten Kalkeintrag, Ab- oder Zunahme der Fossilführung ändern, halten doch einige der bedeutenderen Horizonte über eine größere Entfernung aus. Selbst aus großem Abstand kann man an der Bruchwand verschiedene grünlich-gelbliche Kalkmergel- bis Mergelkalkbänke sowie einen dunkelbraun verwitternden Horizont aus Kalkpsammiten ohne Mühe erkennen. Diese Folge gut geschichteter Sedimente gehört stratigraphisch zu den Inflata- und Hydrobienschichten.

### 1. Inflataschichten

Die auf die Cerithienschichten folgenden Corbiculaschichten wurden einst nach *Corbicola faujasi* (DESHAYES) benannt, die aber bereits in den Cerithienschichten auftritt und als Leitfossil für die Corbiculaschichten nicht brauchbar ist. STEUER (1909) und WAGNER (1926, 1930, 1931) schlugen vor, die miozänen Sedimente, die durch das Auftreten von *Hydrobia inflata* (FAUJAS) eindeutig gekennzeichnet sind und die den höheren Corbiculaschichten entsprechen, zu den „Schichten mit *Hydrobia inflata*“ zusammenfassen. Diesem Vorschlag folgend, soll hier nur der Name Schichten mit *Hydrobia inflata* oder kurz Inflataschichten gebraucht werden.

## Sediment

Die Inflataschichten lassen sich in dem relativ gut aufgeschlossenen Profil in dem — schon mehrfach erwähnten — Wasserriß am Nordende des Bruches in folgende drei Einheiten gliedern: (Abb. 8)

1. Die hangenden Calcarenite der Cerithiensichten gehen in Kalke von 4,50 bis 6,00 m Mächtigkeit über, die aus feinem Fossilschill und aus Fossilshalen (meist Hydrobien) bestehen. An der Basis und im Hangendsten liegt jeweils eine stark verfestigte Bank. Der übrige Kalk ist im Bereich des Wasserrisses locker. Nach den Seiten hin wird die Verfestigung einheitlicher. Dieser liegende Teil der Inflataschichten zeigt im einzelnen folgenden Aufbau:

Lgd. 200 cm konglomeratischer, lockerer Kalk, bestehend aus feinem Fossilschill und klastischen Komponenten mit *Dreissenia brardi* FAUJAS, *Cerithium* sp. und *Hydrobia* sp. Die Hangendsten 55 cm sind zu einer dicken Bank verfestigt. In diesen 2 m mächtigen Kalcken liegt die Grenze Cerithien-Inflataschichten, da hier *Hydrobia inflata* (FAUJAS) einzusetzen beginnt.

25 cm hellgrauer, feinkörniger, lockerer sandig-mergeliger Kalk mit relativ wenigen Fossilresten. Eine Mikrofossilprobe lieferte neben sehr wenigen Bolivinen und Quinqueloculinen viele *Cypridopsis kinkelini* LIENENKLAUS, eine Süßwasserstrakode, die sich auch im Riff fand.

250—350 cm gelblich-bräunlicher Kalk aus feinem Detritus, feinstem Fossilschill und Hydrobien, mit *Hydrobia inflata* (FAUJAS), *Hydrobia elongata* (FAUJAS), *Dreissenia brardi* FAUJAS und Landschnecken. Die Korngröße des Sedimentes nimmt vom Liegenden zum Hangenden ab.

Hgd. 120—150 cm graue, dichte Kalke, im Liegendsten voller Cerithien, welche nur als Schalenabdruck und Steinkern erhalten sind. Außer den Cerithien finden sich noch *Dreissenia brardi* FAUJAS, *Corbicula faujasi* (DESHAYES), *Nerita rhenana* THOMAE, *Hydrobia inflata* (FAUJAS) und *Hydrobia* sp.

2. Im Hangenden dieser Kalkserie folgen als mittleres Glied der Inflataschichten 4—5 m hellgrüne, feinkörnige, mergelige und mergelig-kalkige Schichten.

Lgd. 50 cm gelblich bis olivfarbener, kalkiger Mergel. Im liegenden Teil fast steril, nach oben treten einzelne Hydrobien auf.<sup>1)</sup>

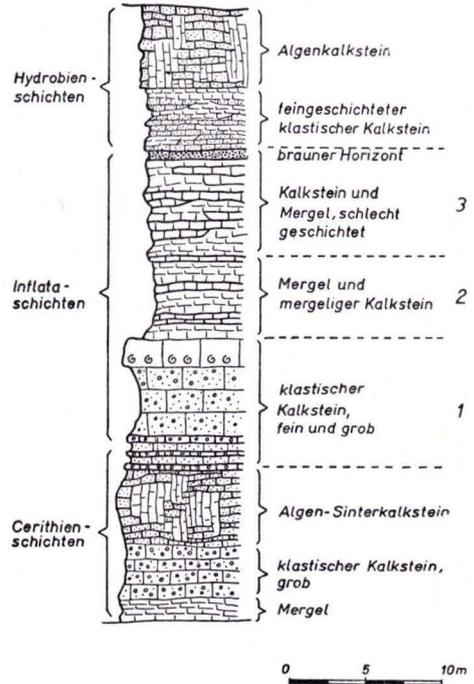


Abb. 8. Profil durch den Wasserriß im Steinbruch Oppenheim. Schematisiert.

<sup>1)</sup> Um Wiederholungen zu vermeiden sei hier folgendes vermerkt: Die mergeligen Kalke und kalkigen Mergel sind fast alle im bergfrischen Zustand von ± kräftiger grüner Farbe und plastisch, während sie beim Trocknen hart, spröde und erheblich heller, meist grau werden.

20—30 cm	gelblichbrauner, weicher, feuchter Kalk mit Hydrobien- und Corbicularesten.
15—20 cm	hellgrauer, dichter, reiner mergeliger Kalk, reich geklüftet, scharf gegen das Liegende und Hangende abgesetzt.
40—50 cm	gelblichgrauer Kalk aus Hydrobien und Hydrobienschill; darin eingelagert ein 5 cm mächtiges Kalkmergelbänkchen.
50 cm	hellgraugrüner, mergeliger Kalk, dicht, fossilfrei, senkrecht geklüftet.
10 cm	hellgrüngrauer, kalkiger Mergel mit Fossilschill.
20 cm	hellgraugrüner, reiner mergeliger Kalk (nach den Seiten auskeilend).
10 cm	graugrüner, kalkiger, schlecht geschichteter Mergel mit einzelnen, regellos verteilten Geröllen bis zu 5 mm Durchmesser und Hydrobienresten.
50 cm	grauer, mergeliger Kalk mit Fossilschill und einzelnen Ooiden.
50—80 cm	hellbräunlicher, mürber Kalk aus Hydrobien und Hydrobienschill.
10 cm	dichter, reiner Mergelkalk.
30—60 cm	grünlicher, mergeliger, dichter Kalk. Unter dem Mikroskop zeigt sich ein sehr feinkörniger, heller Kalk, worin eckige Fetzen noch feinkörnigeren dunklen Kalkes liegen.
15—20 cm	grüner mergeliger Kalk.
10—15 cm	weißer, weicher Kalk.
Hgd. 50 cm	grauer Kalk mit vielen Hydrobien und Hydrobienschill und Geröllen von 5 mm Durchmesser.

3. Die hangendste Partie der Inflataschichten bildet eine etwa 5 m mächtige Wechsellagerung von Kalken und mergeligen Kalken, die sehr schlecht geschichtet sind, eine genaue profilmäßige Darstellung nicht zulassen und daher im folgenden nur allgemein beschrieben werden. Diese Sedimente der obersten Inflataschichten bestehen aus Sinterkalken und mergeligen Kalken, in die wenige reine Mergelknollen eingelagert sind. Die Mächtigkeit der einzelnen Schichten beträgt meist zwischen 5 und 30 cm, dabei sind die Sinterkalkhorizonte häufiger, aber geringmächtiger. In den Kalken finden sich selten geringmächtige Breccien- und Geröllhorizonte, deren Komponenten eckig bis kantengerundet sind und aus dem gleichen Material bestehen. Die Korngröße der Komponenten liegt meist zwischen 3—6 mm, kann aber auch bis zu mehreren Zentimetern hinaufgehen. Etwa in der Mitte dieser Abfolge gibt es zwei auffallende Horizonte: Eine 30—40 cm mächtige, hellgrüne, mergelige Kalkbank und darüber ein 3—6 cm mächtiges Muschelpflaster von *Corbicula faujasi*. Die Kalkbank ist reich an Fossilresten und kann auch an der Bruchwand weiter verfolgt werden. Die einzelnen Individuen sind fast alle einzelnklappig und „gewölbt oben“ eingebettet. Viele sind durch den Druck der darüberliegenden Sedimente zerbrochen. Im Liegenden dieses *Corbicula faujasi*-Horizontes findet man eine 10 cm mächtige Lage mit *Dreissenia brardi*.

Die Schwerminerale in den Inflataschichten sind, wie bei der weniger einheitlichen Zusammensetzung des Sedimentes

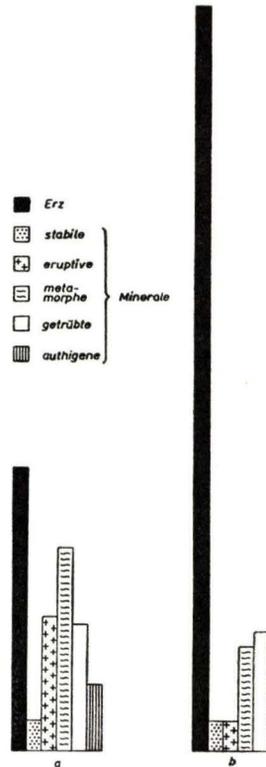


Abb. 9. Diagramm der Schwermineralverteilung in den Inflataschichten.

auch zu erwarten, wesentlich unregelmäßiger verteilt als in den Cerithienschichten. So fand sich z. B. in einer Probe aus reinem, mergeligem Kalk fast nur Erz (Abb. 9b), während eine Probe aus klastischem Kalk mehr durchsichtige Schwerminerale lieferte, unter denen die metamorphen (vorwiegend Granat) vor den eruptiven Mineralen (vorwiegend Titanit) und den Glimmern überwiegen (Abb. 9a). Beachtenswert ist hier der Anteil trüber und veränderter Minerale, sowie der relativ hohe Baryt-Anteil (authigene Minerale), und zwar tritt Baryt in schönen, ziemlich großen, durch Spaltflächen gut begrenzten Kristallen auf.

### Fauna

In den Inflataschichten wurde folgende Makrofauna gefunden:

#### Lamellibranchiata

<i>Mytilus socialis</i> A. BRAUN	}	brackisch-marin
<i>Dreissenia brardi</i> FAUJAS		
<i>Corbicula faujasi</i> (DESHAYES)		brackisch
<i>Pisidium antiquum</i> A. BRAUN		(nur in den untersten Lagen, dem Übergang zu den Cerithienschichten) limnisch-brackisch

#### Gastropoda

<i>Nerita rhenana</i> THOMAE	}	brackisch-marin
<i>Neritina callifera</i> SANDBERGER		
<i>Hydrobia inflata</i> (FAUJAS)		
<i>Hydrobia elongata</i> (FAUJAS)		
<i>Hydrobia</i> cf. <i>obtusata</i> SANDBERGER		
<i>Littorina tumida</i> BOETTGER		
<i>Potamides plicatus</i> cf. <i>pustulatus</i> (SANDBERGER)	marin-brackisch	
<i>Ecphora cancellata</i> (THOMAE)	(nur in den untersten Lagen, den Übergangsschichten zu den Cerithienschichten) marin	

#### Landschnecken

<i>Phryganea</i> sp.	terrestrisch
	limnisch —? brackisch

Typisch für die Makrofauna der Inflataschichten ist das Auftreten der *Hydrobia inflata* und die Häufigkeit von *Corbicula faujasi* und *Dreissenia brardi*. Durch diese Fossilien und durch das Fehlen der marinen Formen *Pinna*, *Pedalion* und *Ecphora* unterscheidet sie sich von der Fauna der Cerithienschichten. Ihr zahlenmäßig überwiegender Teil (Hydrobiden und Littorinen) sind Vertreter einer Brackwasserfauna im Ufer- oder ufernahen Bereich.

Die Mikrofauna ist dadurch gekennzeichnet, daß Ostrakoden der Art *Cypridopsis kinkelini* LIENENKLAUS sehr häufig sind. Diese treten bereits in den Riffkalken auf. Sie fehlen in den marinen Cerithienschichten und stellen sich in den brackischen Inflataschichten wieder ein. Gegenüber den Ostrakoden treten die Foraminiferen stark in den Hintergrund. Die wenigen auftretenden Individuen gehören den Gattungen *Bolivina*, *Uvigerinella*, *Quinqueloculina* und *Nonion* an.

Eine zusammenfassende Betrachtung ergibt, daß sich die Fauna der Inflataschichten durch Zurücktreten der marinen und Hervortreten der brackischen Arten aus der Fauna der Cerithienschichten entwickelt.

Die Sedimente lassen eine deutliche Dreiteilung in liegende feinkörnige Calcarenite, darüber folgende Mergelkalke und Mergel und hangende Wechsellagerung von Sinterkalk und Mergelkalk erkennen. Kleine Konglomerathorizonte sowie Schillbänke zeigen,

daß das während der Sedimentation vorwiegend ruhige Wasser von Zeit zu Zeit aufgewühlt und Teile kurz zuvor abgelagerter und schon etwas verfestigter Sedimente aufgearbeitet und umgelagert wurden. Aus der Häufigkeit von kleinen Schnecken — bei gleichmäßiger Verteilung im Sediment — kann man schließen, daß der Meeresboden zu gewissen Zeiten reich besiedelt gewesen sein muß, einzelne völlig sterile Lagen weisen aber auch auf zeitweilige Besiedlungsfreiheit hin.

## 2. Hydrobienschichten

### *Sediment*

Im Wasserriß folgt über den Inflataschichten noch nachstehendes Profil:

- |                 |  |
|-----------------|--|
| Hgd. ca. 6,00 m | kavernöse, knollig-schlackenartige Kalke, bestehend aus Hydrobierenresten in kalkig-mergeliger Grundmasse.   |
| ca. 3,00 m      | Wechselagerung von Ton, Mergel und Kalk. Die Tonlagen sind als Linsen, die mehrere Meter lang und über 1 m mächtig sein können, in die Schichtfolge eingelagert und lassen sich auch an der Bruchwand aus einiger Entfernung erkennen. |
| Lgd. ca. 1,00 m | plattige Kalke mit vielen Hydrobierenresten.   |

Obwohl diese Kalke nur zum geringen Teil die im Mainzer Becken übliche, gut geschichtete, plattige Ausbildung haben, kann man sie doch auf Grund ihrer Fauna, die fast ausschließlich aus *Hydrobia elongata* (FAUJAS) besteht, zu den Hydrobienschichten rechnen. Infolge des leichten Einfallens nach NE keilen diese Schichten etwa in Höhe des Grubenfeldes IV durch Ausstreichen an der Bruchoberfläche aus.

### *Fauna*

Außer den sehr häufigen *Hydrobia elongata* (FAUJAS) treten in den Hydrobienschichten nur noch einige Exemplare von *Dreissenia brardi* FAUJAS auf. Wegen der für die Themastellung untergeordneten Bedeutung der Hydrobienschichten wurden sie nicht auf ihre Mikrofauna hin untersucht.

## III. Veränderungen der Sedimente durch die Karstverwitterung

Ein Teil der Sedimente im Steinbruch Oppenheim hat nach der Ablagerung Veränderungen erfahren, die die primären Eigenschaften verdecken und die größtenteils auf den Einfluß einer tiefgehenden Karstverwitterung zurückzuführen sein dürften, welche bis auf die Basis des Bruches hinabgegriffen hat. Bei diesen Veränderungen lassen sich eine einfache Verkittung der Sedimente von Lösungs-, Wanderungs- und Absatzvorgängen unterscheiden.

Die Verkittung hat ihre Spuren mit wechselnder Intensität in allen Teilen des Profils hinterlassen. Sie äußert sich in einer Zementierung der Calcarenite zu sehr harten, dichten, splitterigen Kalken, deren Struktur sich nur im Dünnschliff gut erkennen läßt, wo man deutlich die primären Komponenten und den sekundären Kalzit unterscheiden kann (Taf. 12 Fig. 9).

Diese Verfestigung folgt nicht streng der Schichtung oder bestimmten Horizonten, wie z. B. das Profil im und neben dem Wasserriß zeigt. Große Teile der Calcarenite sind noch locker und die Verfestigung geht schräg durch die Schichtung. Diese Tat-

sache sowie die helle, pflasterartige Struktur des Zementes zeigen, daß diese Verfestigung wahrscheinlich nicht auf synsedimentäre Kalkfällung zurückgeht.

Die Lösungs- und Karstverwitterung äußert sich in den Riffsedimenten durch Bleichung und Lockerung des Kalkes, durch Auflösung der Fossilshalen und schließlich durch Bildung kleinerer Hohlräume, die dem Kalk das kavernöse Aussehen verleihen (Taf. 12 Fig. 8). Daß diese jetzt sichtbaren Lücken in den kavernösen Kalken größtenteils nicht primär, sondern durch Lösung entstanden sind, zeigen die darin von der Oberfläche her eingeschwemmten Mergel oder sandigen Mergel von grüner oder brauner Farbe und die Tatsache, daß Fossilsteinkerne durch die Wände der Höhlungen abgeschnitten werden. Bei der Karstverwitterung kommt es sogar zur Bildung regelrechter kleiner Höhlen, von denen z. B. eine 1 m hohe auf der dritten Sohle zu sehen war.

Die Aufeinanderfolge von Verfestigung und Lösung läßt sich gut an einigen Fossilresten beobachten, nämlich an gut erhaltenen Schalenabdrücken von Schnecken, welche in Sekundärkalzit liegen. In diesen Schalenabdrücken befinden sich lose Steinkerne, die aus verkittetem Calcarenit bestehen. Daraus läßt sich folgern, daß die Schalen mit feinem Schutt ausgefüllt und derselbe durch Kalzit verfestigt wurde. Danach fand die Ausfüllung und Verkittung der Zwickel zwischen den Schalen durch Kalzit und schließlich die Auflösung der Schalen statt, von denen oft kein Rest mehr übrig ist.

Hand in Hand mit der Lösung des Kalkes geht eine Zufuhr von Eisen und Mangan, die für die braune Färbung der Kalke und wohl auch zum größten Teil für den Erzgehalt der Schwermineralproben verantwortlich ist und welche auf der dritten Sohle an einer stark verkarsteten Stelle die Bildung von fingerdicken Manganmulmlagen zur Folge hatte. Viele der kleinen Höhlungen und der Fossilshalen sind mit einem feinen Pelz von sekundären Kalzitnadelchen ausgekleidet. Dolomit, Ankerit und Baryt, die in den Schwermineralanalysen gefunden wurden, sind ebenfalls auf Neubildung zurückzuführen.

Diesen Lösungs-, Umkristallisations- und Neubildungsvorgängen verdanken die Kalke ihr jetziges Aussehen (vgl. auch S. 184—185).

Die geringe Veränderung der Calcarenite der Cerithienschichten durch die Karstverwitterung ist u. U. durch den großen Porenraum der lockeren Calcarenite zu erklären, der eine so schnelle Zirkulation des Wassers ermöglichte, daß eine Beeinflussung nicht stattfinden konnte.

#### D. Zusammenfassung

Nach einem kurzen stratigraphischen Abriß der Umgebung von Oppenheim werden die Kalke des Oppenheimer Steinbruches näher beschrieben und untersucht, um die stratigraphischen Beziehungen der Sedimente im oberen Chatt und unteren Aquitan zueinander näher zu klären. Dabei zeigt sich eine Gliederung in zwei große Einheiten, nämlich in

- I. den Riffkomplex und
- II. in die über dem Riffkomplex liegenden gut geschichteten Kalkpsammite, mergeligen Kalke und Mergel.

I.: Der Riffkomplex läßt sich wiederum in zwei deutlich unterscheidbare Einheiten unterteilen:

1. in das eigentliche Riff und

2. in die Calcarenite, die sich an das Riff anlagern und darüber hinweggreifen.

1. Wie im Kapitel C-I-1 eingehend dargelegt wurde, lassen die petrofaziellen Untersuchungen erkennen, daß das Riff in Form von Algen-Sinterkalken in mäßig bewegtem Wasser zu beträchtlicher Höhe (mindestens 15 m) aufgebaut wurde und seine Umgebung auch morphologisch überragte. Der Fossilinhalt des Riffs stellt eine Totengemeinschaft dar und besteht aus:

a) einer Flora und Fauna, die im Riff selbst lebte und die für brackische Verhältnisse im Riff spricht, und

b) aus Faunenelementen, die gleichzeitig mit der Riffauna lebten und einerseits aus benachbartem marinem Bereich, andererseits aus terrestrischem Raum eingeschwemmt wurden.

Bezüglich des stratigraphischen Wertes der Fossilien ist zu sagen, daß die marinen Formen eine für das untere Miozän leitende Bedeutung haben, während ein Teil der brackischen und limnischen Formen im obersten Oligozän leitend ist. Da die brackischen Arten sicher im Riff lebten und weil die Grenze Oligozän/Miozän im Mainzer Becken praktisch durch die Transgression des Cerithienmeeres bestimmt wird, ist das Riff stratigraphisch in das oberste Oligozän zu stellen.

2. Im Gegensatz zu dem aktiven vertikalen Aufbau des Riffs entstanden die Calcarenite fast ausschließlich durch submarine Erosion am Riff in flachem, kräftig bewegtem Wasser. Sie führen an der Basis eine marine Fauna mit Leitformen für die Cerithiensichten, zu der sich im aufsteigenden Profil mehr und mehr brackische Arten gesellen.

II. Die über dem Riffkomplex folgenden gut geschichteten Sedimente gehören den Inflata- und den Hydrobienschichten an.

1. Die Inflataschichten zeigen eine deutliche Dreigliederung in feinklastische Kalke, — feinkörnige mergelig-kalkige und mergelige Schichten, — und in eine undeutliche Wechsellagerung von Sinterkalken und mergeligen Kalken.

2. Die Hydrobienschichten stehen nur im Nordteil des Steinbruches an und bestehen aus plattigen und Algen-Sinterkalken.

Nach der Ablagerung wurden die Sedimente des Steinbruches Oppenheim von einer tiefgehenden Karstverwitterung betroffen, welche die Struktur der Gesteine erheblich veränderte.

#### Schriftenverzeichnis

Eine Zusammenfassung sämtlicher Literatur über das Mainzer Becken für die Zeit bis 1921 und von 1921 bis 1938 findet man in:

WENZ, W.: Das Mainzer Becken und seine Randgebiete. Heidelberg 1921.

WAGNER, W.: Das Mainzer Becken. — Jber. und Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F. 27, S. 25—62, Stuttgart 1938.

Für die vorliegende Arbeit wurde im besonderen folgende Literatur verwandt:

BARTENSTEIN, H. & HEINEMANN, W.: Brackwasser-Foraminiferen im oberen Aquitan des Mittelrhein-Gebietes. Ein Beitrag zur Grenzziehung zwischen den Corbicula- und Hydrobienschichten innerhalb der Beckenfazies. — Senck. leth., 35, S. 23—35, Frankfurt/Main 1954.

BARTH, T. F. W. & CORRENS, C. W. & ESKOLA, P.: Die Entstehung der Gesteine, Berlin 1939.

- BARTZ, J.: Ein neues Meeressandvorkommen bei Nierstein in Rheinhessen. — Zbl. Mineral., 1937, B, S. 259—263, Stuttgart 1937.
- BRONGNIART, A. & CUVIER, MM. G.: Description Géologique des Environs de Paris, 3<sup>me</sup> ed., Paris 1835.
- BRONN: Klassen und Ordnungen des Tierreiches. Bd. 2 Molluska, Abt. II Gastropoda, Abt. III Bivalvia, Leipzig 1896—1907.
- DAM, A. TEN & RHEINHOLD, Th.: Die Stratigraphische Gliederung Des Niederländischen Pliopleistozäns Nach Foraminiferen. — Mededeelingen van de Geol. Stichting, Serie C-V-No 1, S. 1—66, Maastricht 1941.
- Die Stratigraphische Gliederung Des Niederländischen Oligo-Miozäns Nach Foraminiferen. — Mededeelingen van de Geol. Stichting, Serie C-V-No 2, S. 1—106, Maastricht 1942.
- DESHAYES, G. P.: Encyclopedie méthodique. Histoire naturelle des vers. — T. II, Paris 1830.
- GEIB, K. W.: Die geologischen Verhältnisse des Mainzer Beckens unter besonderer Berücksichtigung der Entstehung und der wirtschaftlichen Bedeutung seiner Sedimente. — 32. Jahrestagung deutsch. Mineral. Ges. Mainz, S. 9—16, Idar-Oberstein 1954.
- HENSON, F. R. S.: Cretaceous And Tertiary Reef Formations And Associated Sediments In Middle East. — Bull. Amer. Ass. Petroleum Geologists, 34, S. 215—238, Tulsa 1950.
- JESSEN, W.: Die postdiluviale Entwicklung Amrums und seine subfossilen und recenten Muschelpflaster. — Jb. preuß. geol. L.-A. f. 1932, 53, S. 1—69, Berlin 1933.
- JOHNSON, J. H.: Algae And Algal Limestones From The Oligocene Of South-Park, Colorado. — Bull. Geol. Soc. Amer., 48, S. 1227—1236, New York 1937.
- JOHNSON, J. H. & FERRIS, B. J.: Tertiary Coralline Algae From The Dutch East Indies. — J. Paleontol., 23, S. 193—198, Tulsa 1949.
- JOHNSON, J. H.: An Introduction To The Study Of Organic Limestones. — Quarterly of the Colorado School of Mines, 46, S. 6—184, Golden 1951.
- Early Tertiary Coralline Algae From Trinidad, British West Indies. — Eclogae geol. Helvetiae, 48, S. 69—79, Basel 1955.
- LEPSIUS, R.: Das Mainzer Becken. — Festschrift 50 Jahre Rhein. Natf. Ges. Mainz, Darmstadt 1883.
- LEPSIUS, KLEMM, STEUER, SCHOTTLER: Geologischer Führer durch das Großherzogtum Hessen. S. 42—47, Darmstadt 1911.
- LINK, TH. A.: Theory Of Transgressive And Regressive Reef (Bioherm) Development And Origin Of Oil. — Bull. Amer. Ass. Petroleum Geologists., 34, S. 263—294, Tulsa 1950.
- LUDWIG, R.: Das Tertiärgestein um die aus Rothliegendem bestehende Höhe zwischen Nackenheim, Lörzweiler, Dexheim und Nierstein. — Notizbl. Ver. Erdk. Darmstadt (3) 2, S. 128—132, Darmstadt 1863.
- MCNEIL & STEARNS, F.: Organic Reefs And Banks And Associated Detrital Sediments. — Amer. J. Sci., 252, S. 385—401, New Haven 1954.
- MILNER, H. B.: Sedimentary Petrography, London 1952.
- MÜLLER, A. H.: Grundlagen der Biostratonomie. — Abh. deutsch. Akademie Wiss. Berlin, Kl. Math. u. allgem. Naturwiss., Jg. 1950, Nr. 3, Berlin 1951.
- NESTEROFF, W. D.: Quelques Résultats Géologiques de la campagne de la «Calypso» en Mer Rouge (1951/52). — Deep-Sea Research, 2, S. 274—283, London 1955.
- NEWELL, N. D.: Depositional Fabric In Permian Reef Limestones. — J. Geol., 63, S. 301—310, Chicago 1955.
- PARKER, R. H.: Macro-Invertebrate Assemblages As Indicators Of Sedimentary Environments In East Mississippi Delta Region. — Bull. Amer. Ass. Petroleum Geologists, 40, S. 295—376, Tulsa 1956.
- PETTICHOHN, F. I.: Sedimentary Rocks. New York 1948.
- PIA, I.: Pflanzen als Gesteinsbildner, Berlin 1926.
- REIS, D. M.: Kalkalgen und Seesinterkalke aus dem rheinpfälzischen Tertiär. — Geogn. Jh., 36, S. 103—130, München 1923.
- RICE, C. M.: Dictionary of Geological Terms, Ann Arbor 1952.
- RODGERS, J.: Terminology Of Limestones And Related Rocks. An Interim Report. — Sed. Petrogr., 24, S. 225—234, Menasha 1954.

- ROTH, J.: Petrographische Beiträge, II. Basalt von Nierstein. — Monatsberichte Akad. Wiss. Berlin, 1881, S. 40—41, Berlin 1882.
- RUTTE, E.: Eine Klassifikation der karbonatischen Süßwassergesteine, mit Beispielen aus Südwestdeutschland. — N. Jb. Geol. u. Paläontol., Abh., **100**, S. 208—246, Stuttgart 1954.
- Süßwasserkalke und Kalkalgenbildungen in der chattischen Unteren Süßwassermolasse von Hoppetenzell nördlich Stockach/Baden. — Geol. Jb., **69**, S. 517—536, Hannover 1954.
- Der Albstein in der miozänen Molasse Südwestdeutschlands. — Z. deutsch. geol. Ges., **105**, S. 360—383, Hannover 1955.
- Die Algenkalke aus dem Miozän von Engelswies in Baden. — Neues Jb. Geol. u. Paläontol., Abh., **98**, S. 149—174, Stuttgart 1953.
- SANDBERGER, F.: Die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens, Wiesbaden 1863.
- STAECHKE, K. & HILTERMANN, H.: Mikrofaunen aus dem Tertiär Nordwestdeutschlands. — Abh. Reichsstelle Bodenforsch., N. F. **201**, S. 1—26, Berlin 1940.
- STEUER, A.: Die Gliederung der oberen Schichten des Mainzer Tertiär-Beckens und über ihre Fauna. — Notizbl. Ver. Erdk. Darmstadt (IV) **30**, S. 41—68, Darmstadt 1909.
- Marine Conchylien aus dem Mainzer Becken I. — Abh. großherz. geol. L.-A. Darmstadt, **6**, S. 1—65, Darmstadt 1912.
- STRAUSZ, L.: Geologische Fazieskunde. — Mitt. Jb. ungar. geol. Reichs-A., **28**, S. 73—272, Budapest 1927/29.
- THORP, E. M.: The Sediments Of The Pearl And Hermes Reef. — Sed. Petrogr., **6**, S. 109—118, Menasha 1936.
- VAUGHAN, T. W.: Ecology Of Modern Marine Organisms With Reference To Paleogeography. — Bull. Geol. Soc. Amer., **51**, S. 433—468, New York 1940.
- WAGNER, W.: Erl. zur geol. Kte. von Hessen 1:25000, Bl. Wöllstein-Kreuznach, Darmstadt 1930.
- Erl. zur geol. Kte. von Hessen 1:25000, Bl. Ober-Ingelheim, Darmstadt 1931.
- Das Erdöl im Rheintalgraben mit besonderer Berücksichtigung der Neubohrungen im Untermiozän Hessens. — Veröff. Techn. Hochsch. Darmstadt, **1**, 3, Darmstadt 1947.
- WAGNER, W. & MICHELS, F.: Erl. zur geol. Kte. von Hessen 1:25000, Bl. Bingen-Rüdesheim, Darmstadt 1930.
- WALTHER, J.: Die gesteinsbildenden Kalkalgen des Golfes von Neapel und die Entstehung strukturloser Kalke. — Z. deutsch. geol. Ges., **37**, S. 329—359, Berlin 1885.
- Die Adamsbrücke und die Korallenriffe der Palkstraße. Sedimentstudien im tropischen Litoralgebiet. — Petermanns Mitt. aus J. Perthes Geogr. Anstalt, Ergänzungsbd., **22**, H. 102, S. 1—40, Gotha 1891.
- WENZ, W. & FISCHER, E.: Die Landschneckenkalke des Mainzer Beckens und ihre Fauna. — Jb. nass. Ver. Nat., **67**, S. 22—155, Wiesbaden 1914.
- WENZ, W.: Das Mainzer Becken und seine Randgebiete. Heidelberg 1921 (1921a).
- Geologischer Excursionsführer durch das Mainzer Becken und seine Randgebiete. Heidelberg 1921 (1921b).
- WEYL, R.: Sedimentpetrographische Studien zur Paläogeographie des Oligocäns im nordwestlichen Rheintalgraben. — N. Jb. Mineral. etc., Beilagenbd. **80**, B., S. 31—62, Stuttgart 1939.
- WIRTH, E.: Grundlagen und Aussichten der Erdölsuche im Rheintalgraben. — Z. deutsch. geol. Ges., **105**, S. 32—46, Hannover 1954.
- ZILCH, A.: Die Pedalionarten des mitteldeutschen Tertiärs. — Senckenbergiana, **20**, S. 363—380, Frankfurt/Main 1938.

## Eine Oligozänbohrung im südlichen Habichtswald bei Kassel

Von

MARITA BROSIUS und FRANZ GRAMANN, Marburg/Lahn

Mit 2 Abbildungen

### Einleitung

Im Habichtswald, der vorwiegend aus Miozän aufgebaut ist und in dem Bohrungen auf die jüngere, miozäne Braunkohle häufig angesetzt werden, läßt eine Bohrung, die das Oligozän durchteufte, aufhorchen.

Eine solche Bohrung wurde im südlichen Habichtswald von den Hessischen Braunkohlen- und Ziegelwerken G. m. b. H. (Ihringshausen) niedergebracht. Bemerkenswert ist es, daß es sich hier um eine Trockenbohrung handelt, die bekanntlich viel genauere geologische Untersuchungen zuläßt als die sonst üblichen Spülbohrungen. Der Ansatzpunkt liegt im Tal des Firnsbaches nördlich Elgershausen (Top. Kte. 1:25000 Bl. Niederzwehren 4722, H 84375, R 25863).

Die Veröffentlichung und die Untersuchung der Bohrproben wurde uns in dankenswerter Weise von Herrn Bergwerksdirektor Dipl.-Berging. E. HOFFMANN (HBZ) gestattet und unterstützt.

Angesichts der noch im Fluß befindlichen Foraminiferenstratigraphie der Hessischen Senke kann die Veröffentlichung auf diesem Gebiet nur vorläufigen Charakter haben. Die Makrofossilien jedoch konnten in Anlehnung an die Neubearbeitung der Fauna des Chatts durch Herrn Dr. J. GÖRGES und an Hand von reichem, durch ihn überprüfem Vergleichsmaterial bestimmt werden.

Zweck dieser Arbeit ist es, einen Beitrag zu liefern zu einer noch ausstehenden, eingehenderen Bearbeitung des Oligozäns im nördlichen Hessen.

### Petrographische Beschreibung

Das petrographische Profil der Bohrung Firnsbach: (s. Übersichtsprofil Abb. 1).

Nr. der Probe*	Tiefe in	Petrographische Beschreibung
1.	0— 6,90	Basaltschutt und Hanglehm
2.	— 9,30	weißer Feinsand, glimmerhaltig, mit Basaltschutt
3.	— 9,40	brauner Ton, sandig
4.	—11,60	Basaltbrocken in weißen, glimmerreichen Feinsanden
5.	—26,40	weißer bis grauer Feinsand, glimmerhaltig
6.	—28,30	gelber Feinsand, schwach tonig, glimmerhaltig, mit eisenschüssigen Schlieren

Nr. der Probe*	Teufe in	Petrographische Beschreibung
7.	—29,70	grünlich gefleckter grauer Sand, tonig, eisenschüssig, glaukonitisch
8.	—30,20	grünlich gefleckter grauer Sand, tonig, eisenschüssig, glaukonitisch
9.	—30,50	gelbgrauer Sand, tonig, eisenschüssig
10.	—31,50	grauschwarzer Ton, feinstsandig, etwas FeS <sub>2</sub>
11.	—33,50	grauschwarzer Feinsand, stark tonig, schwach glaukonitisch
12.	—36,00	grauschwarzer Feinsand, stark tonig, schwach glaukonitisch
13.	—38,00	graugrüner-dunkelgrauer Sand, schwach tonig, reichlich Makrofossilien
14.	—40,00	graugrüner-dunkelgrauer Sand, schwach tonig, reichlich Makrofossilien
15.	—42,00	graugrüner Sand, schwach tonig, glaukonitisch, wenig FeS <sub>2</sub>
16.	—43,00	grauschwarzer Feinsand, tonig, Makrofossilien
17.	—45,00	graugrüner Feinsand, tonig, glaukonitisch, Makrofossilien
18.	—47,50	graugrüner Feinsand, tonig, glaukonitisch, Makrofossilien
19.	—51,00	mittelgrauer Ton, stark feinsandig
20.	—53,00	mittelgrauer Ton, stark feinsandig
21.	—55,00	mittelgrauer Ton, stark feinsandig
22.	—58,00	mittelgrauer Ton, stark feinsandig
23.	—63,50	mittelgrauer Ton, stark feinsandig
24.	—67,30	kräftig grüner Glaukonitsand, tonig
25.	—72,00	olivgrauer Feinsand, tonig, glaukonitisch, reichlich FeS <sub>2</sub>
26.	—74,50	grauer, schmieriger Ton, glaukonitisch
27.	—77,70	grauer, schmieriger Ton, glaukonitisch
28.	—80,00	grauer, schmieriger Ton, glaukonitisch
29.	—82,00	grauer, schmieriger Ton, glaukonitisch
30.	—82,90	graugrüner Ton, stark sandig, stark glaukonitisch
31.	—85,00	grauer Ton, stark feinsandig, glaukonitisch
32.	—89,10	grauer Ton, feinsandig, glaukonitisch
33.	—90,30	graubrauner Ton, mit grauen Quarzitbrocken, die von verzweigten Wurzelröhren durchzogen sind (z. T. noch mit organischer Füllung)
34.	—92,00	Quarzitbrocken und graubrauner Ton
35.	—93,40	weißgrauer Ton mit roten, grünen und weißen Schlieren
36.	—95,00	weißgrauer Ton mit roten, grünen und weißen Schlieren
37.	—96,00	weißgrauer Ton mit roten, grünen und weißen Schlieren
38.	—98,00	weißgrauer Ton mit schwach roten, grünen und weißen Schlieren
39.	—99,50	graugrün-brauner Ton mit leicht rötlichen Schlieren
40.	—100,30	graugrüner Ton, noch schwach rötlich
41.	—100,80	graue Quarzitbrocken und graugrüner Ton
42.	—102,00	graubrauner schmieriger Ton, schwach rötlich
43.	—103,50	grauer schmieriger Ton
44.	—104,80	hellgrauer schmieriger Ton, feinstsandig
45.	—105,90	grauschwarzer, kohligter Ton
46.	—107,00	hellgrauer Ton, schwach kohlig
47.	—108,00	grauer Ton, sandig, kohlig
48.	—108,40	graubrauner Ton, feinsandig, kohlig
49.	—109,00	stark kohlige Schiefertone in Sand
50.	—110,20	stark kohlige Schiefertone in Sand
51.	—110,70	stark kohlige Schiefertone in Sand
52.	—111,70	stark kohlige Schiefertone in Sand
53.	—113,50	kohliger grauer Ton
54.	—114,40	graublauer Ton, schwach sandig, kohlig

Nr. der Probe*	Teufe in	Petrographische Beschreibung
55.	—116,00	graublau-graubrauner Ton mit Kohleschlieren, Milchquarzen 0,3 cm $\varnothing$ , feinsandig
56.	—116,50	graubrauner Sand und graublauer Ton vermengt, Milchquarze bis 0,5 cm $\varnothing$
57.	—117,00	graubrauner Sand mit kohligen Schiefertönen, Milchquarze
58.	—117,20	stark kohlige Schiefertöne bis aschenreiche Kohle
59.	—117,60	brauner Mittelsand mit Grobsandkörnern
60.	—117,70	brauner Sand mit kohligen Schiefertönen
61.	—118,00	grauer Feinsand mit Feinkies (Milchquarz)
62.	—119,10	grauer Feinsand
63.	—120,00	hellgraubrauner Feinsand
64.	—121,25	graubrauner Feinsand mit Quarzitbrocken
65.	—122,00	graubrauner Ton, feinsandig mit Quarzitstückchen
66.	—124,00	blaugrüner Letten
67.	—126,00	blaugrüner Letten, feinsandig
68.	—130,00	blaugrüner Letten mit schwach violetten Schlieren, feinsandig
69.	—132,00	blaugrauer und violetter Letten
70.	—135,00	violetter und blaugrauer Letten

Endteufe 135 m

\*) Es wurden absichtlich Proben von gleicher petrographischer Beschaffenheit nicht zusammengefaßt, sondern getrennt behandelt, damit der faunistische Wechsel auch innerhalb der einzelnen Tertiärstufen so genau wie möglich zum Ausdruck kommt.

### Fossilinhalt und Deutung

Die Proben 1—4 (—11,60 m) sind noch dem Hangschutt zuzurechnen, da bis in diese Tiefe noch Basaltbrocken auftreten.

### Chatt

Es folgen 18,90 m mächtige, fossilfreie, z. T. eisenschüssige Sande, die zumindest in ihrem unteren Teil dem Chatt angehören könnten, wenn auch die vielleicht sekundäre Fossillosigkeit keine Entscheidung liefert. In vollständigeren Profilen wäre im Hangenden dieser Sande die Schichtfolge mit den im allgemeinen dem Untermiozän zugerechneten Habichtswälder Braunkohlenflözen (Erbstollen- und Busseflöz) zu erwarten.

Eine Fossilführung der Schichten setzt bei 30,50 m in grauen, tonigen,  $\pm$  glaukonitischen Feinsanden ein. Es treten charakteristische Makro- und Mikroformen des Kasseler Meeressandes auf bis in etwa 63,50 m Tiefe.

So ist z. B. *Turitella (Haustator) geinitzi* SPEYER, *Cibicides aknerianus* (D'ORBIGNY) und *Asterigerina gürichi* (FRANKE) in größerer Anzahl in fast allen Proben vorhanden. In den Proben 13—15 incl. ist der Makrofossilanteil besonders groß. Auf diese Proben ist auch die für das Chatt typische Großform der Gattung *Palmula* beschränkt. In tieferen Proben (21—24) ist ein Rückgang des Gastropodenanteils zu verzeichnen, so daß sich schließlich nur noch *Lunatia achatensis* (KONINCK) findet.

Die Probe 24 zeigt kräftig grünen Glaukonitsand, der fast nur aus Glaukonitkörnern besteht. Sie ist reich an Fischresten, jedoch arm an Vertretern der normalen

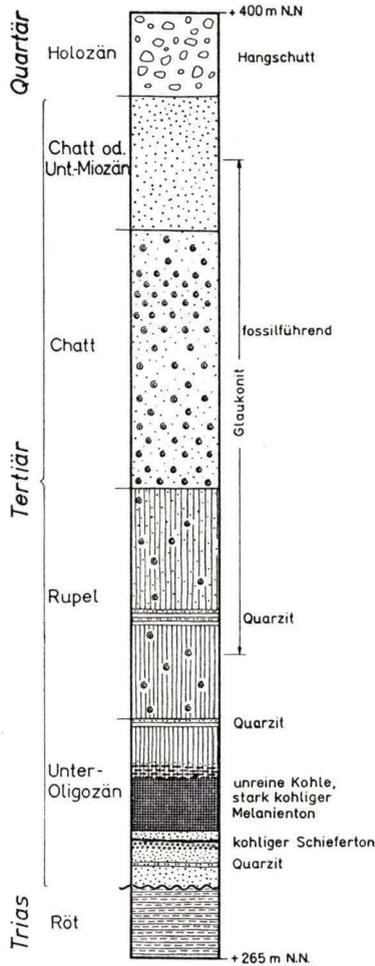


Abb. 1. Säulenprofil der Bohrung

Chatt-Fauna. Die Untergrenze dieser Schicht wird von uns als Grenze gegen den unterlagernden Rupelton angenommen.

Das geschilderte Chatt hat folgende Fauna geliefert:

(Die eingeklammerten Zahlen hinter den einzelnen Formen beziehen sich auf die Nummern des petrographischen Bohrprofils.)

#### Foraminifera:

*Spiroplectamina deperdita* (D'ORBIGNY) (12, 14, 15)

*Spiroplectamina* sp. (17)

*Quinqueloculina bueana* D'ORBIGNY (14, 15)

*Quinqueloculina* cf. *jouleana* D'ORBIGNY (12, 14, 15, 22)

- Quinqueloculina seminulum* LINNÉ (13, 21, 23)  
*Quinqueloculina* cf. *triangularis* D'ORBIGNY (14, 16, 17, 21)  
*Quinqueloculina* sp. (13, 20, 22)  
*Spiroloculina* sp. (15)  
*Triloculina* cf. *acutangula* REUSS (12, 14, 15)  
*Triloculina aemulans* REUSS (12, 13, 14)  
*Triloculina* cf. *orbicularis* ROEMER (15)  
*Cornuspira* sp. (12)  
*Lenticulina (Astalocus) arcuata* (PHILIPPI) (14, 15)  
*Lenticulina (Astalocus) arguta* (REUSS) (12, 15, 21, 22)  
*Lenticulina (Robulus) angustimargo* (REUSS) (12, 13, 16)  
*Lenticulina (Robulus) cf. magdeburgica* (PHILIPPI) (14, 15)  
*Lenticulina gladius* (PHILIPPI) (15)  
*Palmula obliqua* (MÜNSTER) (14, 16)  
*Palmula* cf. *oblonga* (MÜNSTER) (14, 15, 16)  
*Palmula* sp. (15)  
*Fronicularia oblonga* MÜNSTER (13)  
*Dentalina capitata* BOLL (11, 13, 14, 17)  
*Dentalina soluta* REUSS (17, 23)  
*Dentalina* sp. (12, 16, 21, 22, 23)  
*Nodosaria gracilis ewaldi* REUSS (16, 22)  
 cf. *Nodosaria bactridium* REUSS (12)  
*Lagena* sp. (12, 16)  
*Polymorphina semiplana* REUSS (12)  
*Pyralina* sp. (11, 12, 14)  
*Guttulina* cf. *problema* (D'ORBIGNY) (12, 13, 14, 15)  
*Guttulina* sp. (16, 21, 24)  
*Globulina gibba* D'ORBIGNY (14, 16, 17)  
*Globulina rugosa* D'ORBIGNY (12, 14, 15)  
*Globulina* cf. *minuta* ROEMER (12)  
*Globulina* sp. (20)  
*Nonion umbilicatum* WALKER & JACOB (11, 12, 23, 24)  
*Nonion* sp. (14)  
*Buliminella elegantissima* (D'ORBIGNY) (12)  
*Angulogerina* sp. (21, 22, 23)  
*Uvigerina* sp. (14, 17, 19)  
*Virgulina schreibersiana* CZIZEK (11, 12, 17, 18)  
*Bolivina* sp. (12, 16, 23)  
*Discorbis* cf. *turbo* D'ORBIGNY (12, 14, 15)  
*Asterigerina gürichi* (FRANKE) (11, 12, 14, 15, 16, 17, 21)  
*Asterigerina* sp. (14, 18)  
*Sphaeroidina variabilis* REUSS (16, 17, 21, 23, 24)  
*Globigerina* sp. (19, 21)  
*Cibicides aknerianus* (D'ORBIGNY) (11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24)  
*Cibicides lobatulus* (WALKER & JACOB) (17)  
*Cibicides tenellus* (REUSS) (12, 15, 19)  
*Cibicides ungerianus* (D'ORBIGNY) (12)

#### Coelenterata:

- Caryophyllia* cf. *crassicosta* (KEFERSTEIN) (22)  
 Schwammnadeln (12, 19)

#### Bryozoa:

- Lunulites perforata* v. MÜNSTER (13, 14, 15, 16)  
 div. sp. (12, 14, 15, 17, 18, 22)

## Echinodermata:

- Spatangidenstacheln (12, 14, 19, 21, 23)  
gem. Seeigelstacheln (12, 15, 18)

## Lamellibranchiata:

- Nucula* sp. (13, 18)  
*Leda* (*Ledina*) *gracilis* DESHAYES (10, 12, 14)  
*Anadara diluvii speyeri* (SEMPER) (11, 12, 14, 15, 18)  
*Glycymeris philippi philippi* (DESHAYES) (17, 22)  
*Limopsis retifera* SEMPER (10, 13, 14, 15, 17)  
*Chlamys bifida bifida* (MÜNSTER) (14, 22)  
*Anomia goldfussi* DESHAYES (14, 15, 16, 18)  
*Astarte concentrica gracilis* (MÜNSTER) (11, 13, 14, 17)  
*Astarte* (*Digitaria*) *koeneni* SPEYER (10, 12, 14, 15)  
*Goodallia laevigata* (SPEYER) (10, 12, 13, 14, 18)  
*Cardita* (*Pteromeris*) *orbicularis* (SOWERBY) (13, 14, 15, 19, 20, 23)  
*Cyprina rotundata* AGASSIZ (22)  
*Laevicardium* sp. (15, 21)  
*Pitaria* sp. (11, 12, 14, 15)  
*Aloidis* (*Varicorbula*) *gibba* (OLIVI) (13, 14, 16, 17, 18, 21)  
*Aloidis* (*Aloidis*) *subaequalis* (BOETTGER) (12, 13, 14, 15, 16, 17, 22)

## Gastropoda:

- Alvania turbinata* (LAMARCK) (12)  
*Alvania duboisii* (NYST) (11, 15)  
*Rissoina brevicostata* SPEYER (15)  
*Turritella* (*Haustator*) *geinitzi* SPEYER (12, 13, 14, 15, 16, 17)  
*Sandbergeria secalina* (PHILIPPI) (10, 12, 13, 14, 15)  
*Seila trilineata* (PHILIPPI) (11)  
*Triphora perversa* (LINNÉ) (12)  
*Melanella subula* (D'ORBIGNY) (14)  
*Syrnola subulata* (MERIAN) (11, 15, 18)  
*Turbonilla euterpe* SEMPER (12)  
*Calyptrea* (*Calyptrea*) *chinensis* (LINNÉ) (15)  
*Lunatia achatensis* (KONINCK) (12, 14, 15, 16, 17, 18, 22)  
*Siphonochelus* (*Lyrotyphis*) *cuniculosus* (NYST) (14)  
*Streptochetus elongatus* (NYST) (15)  
*Aquilofusus elegantulus* (PHILIPPI) (12)  
*Strepsidura bolli* (BEYRICH) (12, 15)  
*Uxia granulata* (NYST) (17)  
*Bonellitia evulsa* (SOLANDER) (13)  
*Turris duchasteli* (NYST) (13, 14, 18)  
*Turris laticlavia* (BEYRICH) (15)  
*Hastula beyrichi* (SEMPER) (13)  
*Actaeon philippi* (KOCH) (13, 14)  
*Tornatellaea simulata* (SOLANDER) (14, 15)  
*Volvula acuminata* (BRUGUIÈRE) (14)

## Scaphopoda:

- Dentalium kickxi* NYST (14, 15, 16, 22)  
*Dentalium* sp. (12, 13, 14)

## Crustacea:

- Ostracoden (12, 13, 14, 15, 16, 23)

## Vertebrata:

- Sphaerodus parvus* AGASSIZ (14, 15)
- Selachierzähne (12, 15)
- Fischwirbelfragmente (15)
- Schädelknochen von Teleostier (24)
- Placoidorgane (24)
- Gadus elegans* KOKEN (14)
- Otolithen sp. (10, 12, 13, 14, 15)

## Rupelton

Der Rupelton umfaßt die Proben 25.—40. incl. Die untere Grenze ist nicht scharf zu erfassen, da auch noch tiefere Proben einzelne Individuen tertiärer Foraminiferen führen. Diese sind jedoch in so geringer Zahl vorhanden, daß wir sie als Verunreinigung oder Nachfall erklären möchten.

Die Proben bis zur ersten Quarzitlage bei 89,10—90,30 m führen Glaukonit, FeS<sub>2</sub> und organische Substanz, Probe 26 und 31 auch noch Glimmer. Die Proben 36—40 sind glaukonitfrei, führen stets FeS<sub>2</sub>, häufig organische Substanz, die Proben 38 und 40 auch noch Limonit.

Bemerkenswert ist der in Probe 33 auftretende erste Quarzit. Es handelt sich um ein feinkörniges, mittelgraues Gestein, durchzogen von verzweigten Wurzelröhren, die z. T. noch die Wurzel mit erkennbarer Zellstruktur als kohlige Substanz enthalten. Der Quarzit bei 90,30—92,00 m ist etwas dunkler als der vorher beschriebene und auch dichter. In den uns davon vorliegenden Stücken waren keine Wurzelröhren zu beobachten.

Während die oberen Teile des Rupelprofils bis Probe 32 incl. das in der Hessischen Senke gewohnte Aussehen von frischem Rupelton haben, treten von da ab sehr abweichende Farben auf. Es sei besonders auf die Proben 35—38 hingewiesen, die rote und grüne Schlieren zeigen, so daß sie Röttonen ähneln.

Die Rupeltonfauna besteht vorwiegend aus Foraminiferen. Nur wenig Makrofossilreste waren in den Proben enthalten. Die Probe 32 fiel durch eine besonders kleinwüchsige Fauna auf. Die Fauna der Probe 35 war sehr arm an Individuen.

Der Rupelton enthält ab Probe 26 reichlich *Spiroplectammina carinata* D'ORBIGNY und *Cibicides dutemplei* (D'ORBIGNY) oft gemeinsam mit *Karrieriella chilostoma* (REUSS). Solche Vergesellschaftungen sind aus der Fazies des unteren Rupeltones des Mainzer Beckens (SPANDEL 1909) und aus dem Unteroligozän Norddeutschlands (vgl. z. B. J. INDANS 1956) bekannt. Da aber die Auszählung der Proben noch aussteht, können wir uns noch nicht über die Möglichkeit einer biofaziellen Gliederung des Rupels in dieser Bohrung äußern. Auf alle Fälle aber muß der Quarzithorizont unser besonderes Interesse beanspruchen, da er wohl eine Verlandungsperiode im sonst marinen Rupelton dokumentiert.

Im einzelnen wurden im Rupel gefunden:

## Foraminifera\*):

- Ammodiscus incertus* D'ORBIGNY (26, 27, 28, 36)
- Spiroplectammina carinata* (D'ORBIGNY) (26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 36, 39, 40, 43\*)
- Karrieriella chilostoma* (REUSS) (26, 30, 32, 34, 39, 40)
- Karrieriella siphonella* (REUSS) (45\*)

- Quinqueloculina* cf. *impressa* REUSS (32)  
*Quinqueloculina* cf. *jouleana* D'ORBIGNY (32)  
*Quinqueloculina* sp. (25, 30)  
*Robulus* sp. (25, 26, 27, 28, 29, 37)  
*Marginulina* sp. (37)  
*Dentalina* cf. *bifurcata* D'ORBIGNY (25)  
*Dentalina soluta* REUSS (26, 33)  
*Dentalina* sp. (26, 28, 30, 35, 39, 42\*)  
*Nodosaria exilis* NEUGEBOERN (25, 30, 32)  
*Nodosaria gracilis ewaldi* REUSS (27, 29, 30, 34, 39)  
*Nodosaria* cf. *pyrula* D'ORBIGNY (29)  
*Nodosaria* sp. (25, 26, 28)  
*Lagena* cf. *hexagona* (WILLIAMSON) (32)  
*Guttulina* ex. gr. *problema* D'ORBIGNY (29, 33)  
*Guttulina* sp. (28, 32)  
*Globulina* cf. *minuta* (ROEMER) (39)  
*Globulina gibba* D'ORBIGNY (27, 28, 29, 33, 37, 38)  
*Globulina* cf. *tuberculata* D'ORBIGNY (32)  
*Pyrulina* sp. (32, 39)  
*Glandulina* cf. *laevigata* D'ORBIGNY (39)  
*Nonion umbilicatum* (WALKER & JAKOB) (25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 43\*)  
*Turrilina* (*Bulimina* aut.) *alsatica* ANDREAE (32, 42\*)  
*Bulimina* cf. *ovata* D'ORBIGNY (31, 32)  
*Bulimina* cf. *elongata* D'ORBIGNY (31)  
*Bulimina* sp. (29)  
*Angulogerina tenuistriata* (REUSS) (26, 28, 29, 30, 39)  
*Angulogerina* sp. (31, 32, 39, 42\*)  
*Uvigerina* sp. (27)  
*Bolivina beyrichi* REUSS (27, 28, 29, 34, 39)  
*Bolivina* sp. (27, 30, 32, 39)  
*Discorbis* cf. *turbo* D'ORBIGNY (26)  
*Discorbis* sp. (29)  
*Gyroidina girardana* (REUSS) (26, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 39)  
*Eponides umbonatus* REUSS (29)  
*Eponides* sp. (32)  
*Ceratobulimina contraria* (REUSS) (28, 30, 31, 34)  
*Pullenia bulloides* (D'ORBIGNY) (25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 34)  
*Sphaeroidina variabilis* REUSS (25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 42\*)  
*Globigerina bulloides* D'ORBIGNY (26, 32, 34)  
*Globigerina* sp. (29, 30, 37)  
*Cibicides aknerianus* (REUSS) (25, 26, 29, 30, 32)  
*Cibicides dutemplei* (D'ORBIGNY) (26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 35, 36, 39, 40, 42\*)  
*Cibicides* sp. (27)

\*) Die in mit \* bezeichneten Proben enthaltenen Fossilien sind wohl als Nachfall oder als Verunreinigung aus höherem Niveau zu deuten.

#### Radiolaria:

Radiolarien (29, 30)

#### Coelenterata:

Schwammnadeln (25, 27, 28, 29, 30)

#### Bryozoa:

Bryozoenfragmente (32)

## Echinodermata:

- Spatangidenstacheln (25, 26, 30, 34)  
gem. Seeigelstacheln (27, 32)

## Lamellibranchiata:

- Limopsis retifera* SEMPER (35)  
*Pecten* sp. (31, 36)  
*Psammobia* cf. *angusta* PHILIPPI (31)  
*Aloidis* (*Varicorbula*) *gibba* (OLIVI) (31)

## Gastropoden:

- Turritella* (*Haustator*) *geinitzi*? (31)  
Gastropodenfragmente (28, 31, 35)

## Scaphopoda:

- Dentalium kickxi* NYST (26, 27, 29, 40)  
*Dentalium* sp. (25, 26)

## Crustacea:

- Pterigocythereis fimbriata* LIENENKLAUS (26)

## Vertebrata:

- Fischreste (25, 27, 28, 30)

## Liegendes des Rupeltons

Die Proben 41—44 enthalten keine Eigenfauna. Vereinzelt finden sich Foraminiferen, die jedoch als Nachfall aus dem Rupelton zu deuten sind. Dasselbe gilt wohl auch für ein Exemplar von *Dentalium* sp. in Probe 53.

Durch abweichende Erhaltungsweise fallen in Probe 44 und 53 einige Foraminiferengehäuse auf. Sie sind verkieselt und dürften aus der Kreide umgelagert sein (s. HUCKRIEDE 1954). Herr HUCKRIEDE übernahm freundlicherweise die Bestimmung der gefundenen Formen. Es handelt sich dabei um:

- Glomospira charoides* (JONES & PARKER) (44, 53)  
? *Spiroplectamina* (44)  
*Ammodiscus* sp. (44, 53)  
*Haplophragmoides* sp. (53)  
*Haplophragmoides* oder *Trochammina* (44, 53)  
cf. *Pernerina* *juv.* (53)

Bei den Proben 45—55, 57, 58, 60 handelt es sich z. T. nur um kohlige Tone, z. T. aber auch um aschenreiche Kohle mit sandiger Verunreinigung.

Der pollenanalytische Befund dieser kohligen Gesteine ist äußerst dürftig. Wahrscheinlich hat schon während der Bildung eine oberflächliche Zersetzung stattgefunden, so daß die Sporomorphen nur noch sporadisch und schlecht erhalten vorliegen. Nur sehr vereinzelt fanden sich neben Pilzsporen: *Spor. solidus*, *Poll. spinosus*, *rhizophorus*, *cecilensis*, cf. *sapotoideus*, *margaritatus med.*, *liblarensis*, *henrici*, *dubius* und *microalatus minor*. Davon sind die ersten drei typisch alttertiäre Formen, was mit dem Vorkommen im Liegenden des marinen Rupeltons im Einklang steht. Die geringe Anzahl der Sporomorphen läßt natürlich keinen speziellen Vergleich z. B. mit der

Burghasunger Kohle zu, der wegen der westlichen Nachbarschaft dieses Vorkommens von größtem Interesse wäre.

In der Probe 57, als in stark kohligem Schiefertonen, fanden sich an Tierformen:

*Melanoïdes (Tarebia) acuta* (SOWERBY) (= „*Melania horrida*“ DUNKER)\*)

und

*Corbicula (C.) tenuistriata* (DUNKER) (= „*Cyrena tenuistriata*“ DUNKER).

Diese beiden Formen gehören zu den häufigsten des hessischen Melanientons. Der am nächsten benachbarte Fundort dieser Fossilien ist das Bachprofil oberhalb Nordshausen b. Kassel. Dort sind dem Melanienton bereits fossilführende Kalke eingelagert, die in unserer Bohrung völlig fehlen. Es kann sich also daher bei den kohligem Schichten des Profils (Nr. 45—55, 57, 58, 60) um eine extrem kohlige Fazies des Melanientons handeln. Mit nur wenigen Metern sandiger Unterlage liegen sie auf der Trias. Ebenso gut aber können die kohligem Schichten der Bohrung ein reduziertes Äquivalent des von der Dönche bekannten Flözes sein. Ob die hangenden und liegenden Schichten altersmäßig dazuzuziehen sind, läßt sich nicht feststellen.

Die Feinkiese (Nr. 55, 56, 57, 59, 61) in und unter den kohligem Schichten deuten auf verhältnismäßig stark bewegtes Wasser hin, so daß man in ihnen fluviatile Ablagerungen sehen kann. Die Proben 61—64 (4 m) sind frei von Fossilien.

Die Grenze zwischen Trias und Tertiär ist petrographisch zwischen Probe 65 und 66 gut zu erkennen. Unterstrichen wird sie dadurch, daß oberhalb Probe 66 organische Substanz stets auftritt.

### Regionale Stellung der Bohrung

(dazu Abb. 2: deren Unterlagen die HBZ freundlicherweise zur Verfügung stellte).

Der miozäne Habichtswald lagert auf nach Westen schwach ansteigendem Chatt. Im Untermiozän geht an verschiedenen Stellen Bergbau auf jüngere Kohle um. Im Profil II sind die aufgelassenen Baue der Zeche Hunsrück und die der in Betrieb

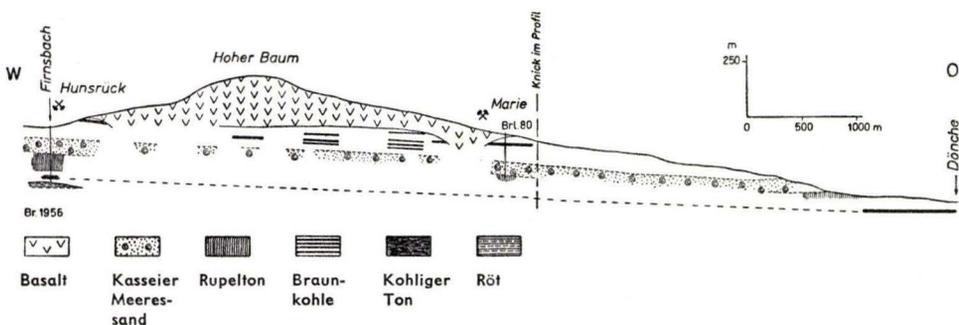


Abb. 2. Querprofil durch den südlichen Habichtswald

befindlichen Zeche Marie angeschnitten. Auch unter dem auflagernden Tuff des Hohen Baums haben Bohrungen mehrfach geschlossene und aufteilende Kohlenflöze angetroffen, die jedoch noch nicht in Abbau stehen.

\*) Es handelt sich bei diesem Exemplar um ein extrem skulpturiertes Anfangsgewinde.

Ebenso wie diese jüngere Abfolge steigt auch die Tertiärbasis nach Westen an. In Bohrungen bei Großenritte (UDLUFT & LANG, 1956) liegt die Tertiärunterkante bei + 150 m, im Firnsbachtal schon bei + 260 m, bei Burghasungen etwa bei + 380 m ü. NN. Auf ziemlich kurze Entfernung steigt so der Untergrund stark an. Deutlich zeigt sich der Westhang der Hessischen Senke. Diese Neigung ist natürlich größtenteils durch post-alttertiäre Tektonik zu erklären. Aus den faziellen Verhältnissen aber ergibt sich, daß schon im Oligozän sich ein Westrand der Hessischen Senke abzeichnet, denn die Schichtfolge der Bohrung Firnsbach besitzt im ganzen einen bedeutend höheren Sandgehalt als östlichere Oligozän-Profile.

Die Bohrung Firnsbach war angesetzt worden, um zu erkunden, wie weit die Ablagerungen im Liegenden des Rupeltones an diesem Westhang noch flözführend und abbauwürdig sind. Von der Dönche im Süden von Kassel ist, verhältnismäßig oberflächennah (20 m tief) solche „ältere“ hessische Braunkohle bekannt mit einer Mächtigkeit von ca. 4 m. Der nächste Schritt nach Westen schien ein Aufschluß in den Bauen der Zeche Marie zu sein. Hier waren in der „Steinstrecke“ im Tuff Schlieren und Nester von Kohle angetroffen worden. Die Annahme, daß es sich hier um aus dem Untergrund heraufgebrachte ältere Kohle handele, erwies sich jedoch als irrig. Pollenanalytisch ließ sich sehr gut eine Übereinstimmung mit dem unmittelbar benachbarten, in fast gleichem Niveau anstehenden miozänen Erbstollenflöz feststellen. Zu diesem gehört also die Kohle im Tuff. Sie hat ihre Höhenlage nicht wesentlich geändert. Über das Vorhandensein oder Fehlen der älteren Kohle im tieferen Untergrund ist damit natürlich nichts ausgesagt. In der Bohrung Firnsbach wurde nur stark kohligter Ton bis tonige Kohle angetroffen, die sich auch palynologisch als ältere Kohle erwiesen. Auch die Kohle der Dönche ist nach den Lagerungsverhältnissen hierhin zu stellen. Ob man beide direkt verbinden darf, muß noch offen bleiben. Nordwestlich von der Bohrung Firnsbach ist das Vorkommen von Burghasungen beachtenswert. Auch hier steht nach Untersuchungen von MÜRRIGER & PFLUG (1951) ältere Kohle an. Sie liegt mit nur geringer Unterlage (1 bis max. 12 m) dem Röt auf. Es könnte mit dem Vorkommen älterer Kohle im südlichen Habichtswald zusammengehangen haben, ist heute dann jedoch auf kurze Strecken durch Erosion abgetrennt.

Zu klären, wie weit nun das Gebiet zwischen Burghasungen und der Dönche noch flözführend ist, bleibt der Aufschlußbohrstätigkeit vorbehalten.

### Zusammenfassung

Im Firnsbachtal bei Elgershausen wurde eine Bohrung auf Braunkohle des älteren Tertiärs abgeteuft. Die Untersuchung der Bohrproben zeigte an Hand zahlreicher wohlerhaltener Fossilien, daß in dieser Bohrung Chatt direkt dem gleichfalls mit Fossilien belegten Rupelton auflagert. In den darunter folgenden Schichten fand sich keine primäre marine Fauna, lediglich verkieselte Foraminiferen, die aus kretazischen Gesteinen umgelagert sein dürften. Dagegen enthielten die dieser Schichtfolge eingelagerten kohligten Tone bzw. tonigen Kohlen Fossilien des hessischen Melanientons, so daß man diese Schichten vielleicht als verkümmertes Flöz der älteren Kohle, vielleicht aber eher als extrem kohliges Melanienton auffassen kann.

Nur wenige Meter darunter wurde Trias in Gestalt von Röt-Letten erbohrt.

Die Ausbildung dieses Profils und Vergleiche mit Profilen dieser Schichtfolge im Osten und Westen lassen den Schluß zu, daß sich im Tertiär bereits der Westrand der Hessischen Senke hier bemerkbar macht.

#### Schriftenverzeichnis

- BARTENSTEIN, H.: Die Trennung von Gattungen und Arten innerhalb der Lagenidae. — *Senckenbergiana*, **31**, S. 339—345, Frankfurt 1950.
- BHATIA, S. B.: The foraminiferal Fauna of the Late Palaeogene sediments of the Isle of Wight, England. — *Journ. of Palaeontol.*, **29**, 4, S. 665—693, Taf. 66, 67, 7 Abb., Menasha, Wis. 1955.
- GÖRGES, J.: Die Lamellibranchiaten und Gastropoden des oberoligozänen Meeressandes von Kassel. — *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **4**, S. 1—134, 3 Taf., Wiesbaden 1952 (weitere Literatur siehe dort!).
- HUCKRIEDE, R.: Zwei Bohrungen mit marinem Chatt südlich Borken (Hessen). — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **82**, S. 196—201, Wiesbaden 1954.
- Über umgelagerte marine Kreide in Hessen. — *Neues Jb. Geol. Paläontol., Mh.* **8**, S. 351—361, Stuttgart 1954.
- INDANS, J.: Zur mikropaläontologischen Gliederung des Oligozäns in der Bohrung Kühlerhof bei Erkelenz. — *N. Jb. Geol. u. Paläontol., Mh.*, S. 173—184, Stuttgart 1956.
- MÜRRIGER, F. & PFLUG, H.: Über die Altersstellung der Braunkohle von Burghasungen, Bezirk Kassel, auf Grund pollenanalytischer Untersuchungen und Vergleiche mit anderen Braunkohlenvorkommen. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, (VI) **2**, S. 87—97, 2 Taf., Wiesbaden 1952.
- SPANDEL, E.: Der Rupelton des Mainzer Beckens, seine Abteilungen und deren Foraminiferenfauna, sowie einige weitere geologisch-paläontologische Mitteilungen über das Mainzer Becken. — *Ber. Offenb. Ver. Naturk.*, **50**, S. 1—174, 2 Taf., Offenbach 1909.
- TEN DAM, A. & REINHOLD, TH.: Die stratigraphische Gliederung des niederländischen Oligo-Miozäns nach Foraminiferen. Medeleel. van de Geologische Stichting. Serie **C-V-2**, Maastricht 1942. (Literaturverzeichnis!)
- UDLUFT, H. & LANG, H. D.: Der Untergrund der Niederhessischen Senke. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **84**, S. 184—203, 1 Abb., 1 Karte, Wiesbaden 1956.
- Geol. Karte 1:25000, Bl. Niederzwehren mit Erläuterungen.

Manuskript eingegangen am 6. 7. 1956

## Zur Altersfrage der „Papillatensande“ am „Zeilstück“ bei Weinheim

Von

GEORG MATTHESS, Darmstadt

Mit 3 Abbildungen

Die überaus fossilreichen Ablagerungen am „Zeilstück“ bei Weinheim, Kreis Alzey, haben schon früh die Aufmerksamkeit der Sammler und Geologen erregt und sind immer wieder das Ziel geologischer Exkursionen. In der geologischen Literatur über das Tertiär des Mainzer Beckens findet dieser Aufschluß stets Erwähnung. Bald nach der ersten Einstufung durch WEINKAUFF (1865) erhob sich die Streitfrage: Handelt es sich bei diesen Sanden um eine primäre Ablagerung des Schleichsandmeeres oder sind sie sekundäre Umlagerungsprodukte, deren Alter dann teils tertiär, teils diluvial eingeschätzt wurde?

Für Schleichsand (oberes Mitteloligozän) wurden sie wegen ihres außerordentlichen Reichtums an Schnecken der Species *Potamides plicatus papillatus* gehalten. WEINKAUFF (1865) führt sie deshalb unter seinen Schleichsandvorkommen auf. Er hatte unzählige andere Vorkommen im Mainzer Becken mit Mischfauna als Diluvialgebilde entlarvt, war aber am „Zeilstück“ von der Primärnatur dieser Ablagerungen überzeugt. Beim Besuche des Aufschlusses durch die Hauptversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1911 schied man sich über das Alter aus. 1921 nennt WENZ sowohl in seinem „Führer“ als auch im „Mainzer Becken“ den Aufschluß am „Zeilstück“ als den typischsten Vertreter der Papillatenschichten (oberer Schleichsand). Er weist dabei besonders auf die auffallende Diskordanz zwischen dem Meeressand und den jüngeren Bildungen hin.

STEUER (1912) schließt sich dieser Meinung an und verweist dabei auf das Vorkommen von *Murex pereger* Beyrich = *areolifer* SANDBERGER, einer Form, die nach WENZ (1921) auf den Schleichsand beschränkt ist.

LEPSIUS (1883) und H. SCHOPP (1888) sind sich dagegen über das diluviale Alter dieser Bildungen einig. Sie betonen besonders die große Zahl abgeriebener, zerbrochener und beschädigter Molluskenschalen und die Vermischung von Leitfossilien verschiedener Stufen des Mainzer Beckens. (Es wurden neuerdings auch einige Exemplare von *Murex conspicuus*, einem Leitfossil des Cyrenenmergels (Oberoligozän), angetroffen.) LEPSIUS schreibt wörtlich:

„Untersucht man das Vorkommen vom ‚Zeilstück‘ an Ort und Stelle genau, so kann man nicht darüber in Zweifel sein, daß man es hier nicht mehr mit einer tertiären Ablagerung zu thun hat, sondern mit Sanden des unteren Diluvium, in welche die Fossilien der Umgegend von Weinheim, besonders diejenigen aus den Cyrenenmergeln des Sommerberges und den Meeressanden der ‚Trift‘ angeschwemmt wurden.“

Er gibt eine Fossilliste dieser Ablagerungen, die Fossilien des Meeressandes und der Papillatenschichten (Schleichsand) enthält:

*Ostrea cyathula*  
*Potamides plicatus papillatus*  
*Potamides plicatus intermedius*  
*Potamides lamarcki*  
*Trochus rhenanus*  
*Trochus sexangularis*  
*Trochus multicingulatus*  
*Natica Nystii = Lunatia achatensis*  
*Pleurotoma belgica*  
*Scalaria crassitexta*  
*Mitra perminuta*  
*Buccinum cassidaria*  
*Perna sandbergeri*  
*Pitaria (Paradione, Cytherea) splendida*  
*Pitaria (Paradione, Cytherea) incrassata*  
 1 Krebssschere.

Der Aufschluß am „Zeilstück“ ist deutlich zweigeteilt: Die untere Sohle der Sandgrube zeigt einen ziemlich fossilarmen Sand, der durch seine charakteristische gelbe Farbe und seinen Fossilinhalt (*Ostrea callifera*, *Halitherium schinzi*, *Odontaspiszähne* u. a.) seine Zugehörigkeit zum Alzeyer Meeressand ausweist, die obere Sohle aber weist die fossilreichen „Papillatensande“ und den überlagernden Löß auf.

Betrachtet man die Schichten über dem Meeressande, so kann man das Folgende beobachten: Der Meeressand wird im ganzen Aufschluß durch eine scharfe Diskordanz abgeschnitten. Diese bildet eine unregelmäßige Oberfläche, über der dann Lokalschotter und Fließerden an der Lößbasis folgen.

Betritt man die Grube, so findet man auf der Nordseite über dem Meeressande eine Geröllage mit Corbiculakalk, *Potamides plicatus papillatus* und *Tympanotomus margaritaceus*. Es handelt sich um einen Lokalschotter, wie er auch anderen Orten an der Lößbasis als altdiluviale Bildung beobachtet werden kann. Darüber befindet sich eine Fließerde, die zum Teil verlehmt ist, mit einer Mächtigkeit von 30 cm bis 1 m.

Auf der Nordseite der Sandgrube folgt über der Fließerde 2,5—3 m umgelagerter Löß mit gelegentlichen Sandschmitzen und Papillaten.

In weiterer Verfolgung der Lößbasis findet man an der Ostseite der Sandgrube Löß mit Basisfließerde, die wieder Papillaten enthält.

In der Südostecke läßt sich das folgende Profil beobachten (Abb. 1 Profil I):

0,30 m Mutterboden  
 1,5—3,5 m Löß  
 0,80 m Fließerde mit Papillaten  
 3,30 m Meeressand

Geht man 5 m an der Südwand entlang nach Westen, so findet man (Abb. 1 Profil II):

0,30 m Mutterboden  
 3,5—4 m Löß  
 1,60 m Fließerde mit Papillaten und Ostrea  
 2,10 m Meeressand.

Die Fließerde besteht hier aus einem groben Sand, der aus rotliegendem Material oder aus dem Meeressand stammen dürfte. Hierin eingebettet sind viele Fossilien, hauptsächlich Papillaten, aber auch *Glycymeris (Pectunculus) obovatus*, *Ostrea callifera*, *Ostrea cyathula*, und Kalkbrocken, die ihrem ganzen Aussehen nach aus dem Corbiculakalk stammen dürften. Eisenschüssige Lagen kommen vor. An der Basis fand sich ein Odontaspiszahn. Hier fällt insbesondere der reichliche Austernabrieb

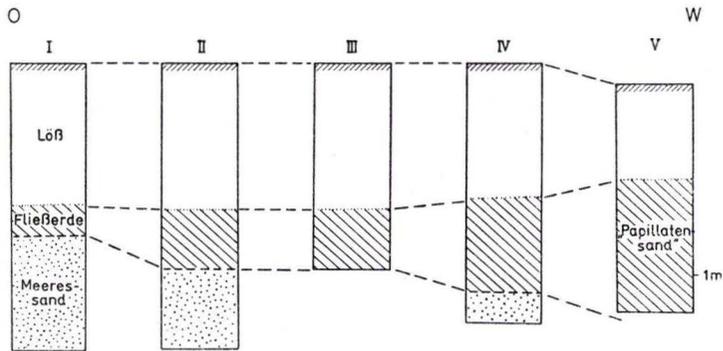


Abb. 1. Südwand der Sandgrube.

auf, der anscheinend eine Einregelung der einzelnen Blättchen durch Wasserbewegung erfahren hat. Das unmittelbare Hangende des Meeressandes wird durch ein Paket mit Austern gebildet.

Weitere 5 m weiter nach Westen (Abb. 1 Profil III) ist der Meeressand durch eine 2 m hohe Schutthalde am Fuße der Wand verdeckt. Darüber folgen 1,60 m des Sandes von der obenbeschriebenen Ausbildung, den ich im Gegensatz zu den mitteloligozänen Papillatenschichten, die den oberen Teil der Schleichsandmergel bilden, wegen seines Reichtums an Papillaten im Folgenden als „Papillatensande“ bezeichnen werde. Hier ist eine ausgesprochene Kreuzschichtung zu beobachten. Wieder fallen die Corbiculakalkbröckchen auf. Darüber folgen 3,5—4 m Löß.

Weitere 10 m weiter zeigt sich über den eigentlichen „Papillatensanden“ eine Fließerde mit vielen Schnecken, *Cyrena convexa*, *Cytherea incrassata*, *Ostrea cyathula* und Corbiculakalk (Abb. 1 Profil IV).

4,0—4,5 m Löß,

2,0—2,5 m „Papillatensand“,

0,80 m Meeressand, durch eine Grube aufgeschlossen.

Die „Papillatensande“ nehmen nach Westen an Mächtigkeit und Reichtum an Papillaten zu, bis sie in der Südwestecke 3,5 m mächtig werden. Über ihnen folgen noch 2,0—2,5 m Löß (Abb. 1 Profil V). In dieser Ecke treten in den „Papillatensanden“ einige Mergelfetzen auf, deren Schlämmrückstand noch einer genaueren Untersuchung unterzogen werden muß. Die Schichten zeigen eine leichte Neigung nach Süden, sie fallen mit etwa 5° in den Berg hinein ein. Vor Jahren war in dieser Ecke der fossilführende Meeressand nur 1 m unter der eingeebneten Grubensohle aufgeschlossen.

Beim ersten Blick scheinen die „Papillatensande“ ganz aus Papillaten zu bestehen; bei näherem Zusehen aber ergibt es sich, daß nach meiner Schätzung die Fossilien nur etwa 30—40 Volumenprozent ausmachen, während der Rest ein fein- bis mittelkörniger Sand ist, der zum Teil dem Rotliegenden, zum Teil aber auch dem Meeressand entstammen dürfte.

Die Fossilien scheinen eine undeutliche Einregelung zu zeigen, doch müßten zu ihrem Nachweise erst statistische Untersuchungen angestellt werden.

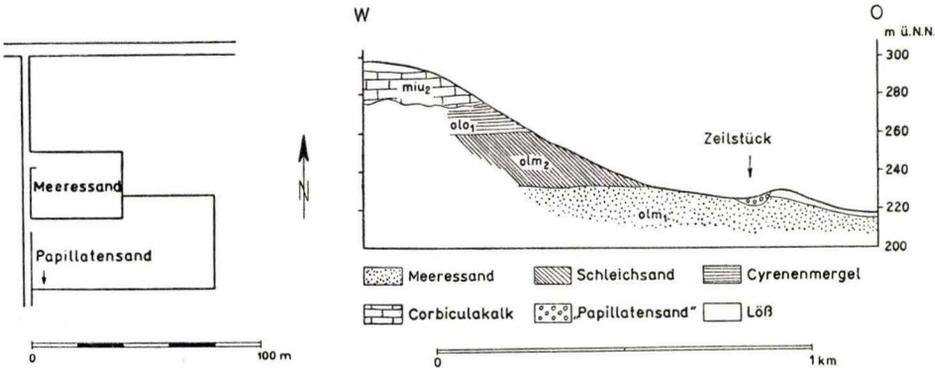


Abb. 2. Lageplan der Sandgrube.

Abb. 3. Profil durch das „Zeilstück“.

In einer Übersicht kann man das Beobachtete folgendermaßen zusammenfassen: Der Meeressand wird durch eine scharfe Erosionsdiskordanz abgeschnitten. Über ihr folgen Lokalschotter und Fließerden, in denen sich von Osten nach Westen in zunehmendem Maße Papillaten vorfinden, und deren Mächtigkeit im selben Sinne zunimmt (Abb. 1). Außerdem ist ein Untertauchen der Meeressandoberfläche in dieser Richtung festzustellen. Die „Papillatensande“ gehen nach oben ohne scharfe Grenze in den Löß über.

Wann aber kam es zur Ablagerung dieser Bildungen?

Gegen die Einstufung als Papillatenschichten des oberen Schleichsandes sprechen folgende Gründe:

1. Die Vermischung mit Fossilien und Gesteinen der jüngeren tertiären Schichten (*Murex conspicuus* und Corbiculakalkgerölle).
2. Die topographische Lage. Das „Zeilstück“ liegt etwa 225 m über NN, die Schleichsandobergrenze fand aber der Verfasser in dieser Gegend etwa 260 m über NN. In dieser Höhenlage sind die Papillatenschichten zu erwarten und auch tatsächlich nachzuweisen.
3. Die kräftige Diskordanz als Begrenzung des Meeressandes und die unregelmäßige Auflagerungsfläche.
4. Nach der geologischen Spezialkartierung der Weinheimer Meeressandbucht kommt eine tektonische Veränderung nicht in Frage. Eine nachträgliche tektonische Verlagerung der Schichten hätte auch den älteren Meeressand betreffen müssen, doch sind keinerlei Hinweise auf derartige Bewegungen zu be-

obachten, im Gegenteil läßt sich die Obergrenze des Meeressandes in der ganzen Weinheimer Bucht zwischen 230 m und 232 m über NN recht gut nachweisen.

Das Alter der „Papillatensande“ wird einmal durch das Vorhandensein von Corbiculakalkgeröllen, zum anderen durch den Löß bestimmt. Sie müssen also post-aquitain bis vorlößlich sein. Die Lokalschotter an der Lößbasis kann man in Analogie zu anderen rheinhessischen Aufschlüssen, wo man *Elephas meridionalis* nachwies, als altdiluvial bezeichnen. W. WAGNER (1926, S. 68) stellt die Fließerden an der Nahe in den Beginn der Rißeiszeit. Hinzu kommt die folgende Überlegung: Das Tal am „Zeilstück“ war nachweislich mit den Sedimenten des Schleichsandes bis auf 260 m über NN, mit den Sedimenten des Cyrenenmergels bis 272 m über NN und des Corbiculakalkes bis 295 m über NN aufgefüllt (Abb. 3), d. h. beim Rückzuge des Corbiculameeres gab es dieses Tal überhaupt nicht mehr. Daß es zur Ablagerung der „Papillatensande“ aber kommen konnte, erfordert, daß die Füllmassen in diesem Tal bis zum Niveau von 225 m über NN erst wieder entfernt waren. Die Abtragung und Entfernung dieser Massen dürfte aber erst im Diluvium bis zu diesem Stadium gediehen sein. Aus dieser Erwägung möchte der Verfasser wie LEPSIUS (1883) und H. SCHOPP (1888) die „Papillatensande“ als altdiluviale, und nicht, wie auch schon geäußert wurde, als miozäne bis pliozäne Bildungen bezeichnen.

Die Art und Weise ihrer Entstehung ist allerdings durchaus noch nicht geklärt. Man könnte einmal an Muren denken, die das Material zu Tal brachten, doch widerspricht diesem Gedanken einmal der relativ hohe Sandgehalt, der allerdings eventuell den Küstenbildungen des Schleichsandes entstammen könnte, und dann die immer wieder so betonte Abrollung der Fossilien, schließlich das fast völlige Fehlen der tonigen Komponente. Dies alles deutet mehr auf die Wirkung des fließenden Wassers hin, so daß man geneigt ist, die Ablagerungen als Bachbildungen zu bezeichnen.

Ihre Entstehung könnte etwa durch folgende Geschehnisse bedingt sein: Zuerst wurden durch Schlammströme, Hangrutschungen, wozu der Schleichsand ohne dies bekanntlich neigt, oder ähnliche periglaziale Erscheinungen die fossilreichen Sande und Mergel zu Tale befördert, dort aber dann durch die Wirkung des fließenden Wassers gesondert; die Tonteile wurden weiter entfernt, so daß schließlich nur die Fossilien und der Sandanteil zurückblieben. Der Bach brauchte dabei nicht einmal als dauernd fließendes Gewässer zu verstehen sein, sondern eventuell nur im Zusammenhang mit katastrophalen Regengüssen Wasser geführt zu haben.

Eine analoge Bildung wie in der Sandgrube findet sich rund 300 m nordwestlich davon in der Umgebung eines Feldraines. Hier treten die „Papillatensande“ in Form eines Fossilmehles zur Tagesoberfläche aus. Wieder fallen die unzähligen Exemplare von *Potamides plicatus papillatus* besonders auf, doch finden sich hier neben Landschnecken und Muscheln aus dem Corbiculakalk überaus zahlreiche, zum Teil herrlich erhaltene Schalen von *Tympanotomus margaritaceus* auf. Diese Leitform des Cyrenenmergels wies in manchen Stücken Beschädigungen auf, die das Tier zu Lebzeiten erlitten haben muß. Die Schalen zeigen eine Knickung an Bruchstellen, die aber eine Verheilung mit Kalk aufweisen. Offenbar setzte sich das Schalenwachstum danach wieder fort. Allerdings ist die Anzahl derartiger defekter Schneckenschalen im Verhältnis zu der von gesunden, normalen Tieren durchaus geringer als diejenige bei Gau-Algesheim und Ober-Ingelheim, wo nach W. WAGNER und O. SCHMIDTGEN

(1927) 32%, an anderer Stelle 46% der wahllos aufgesammelten Exemplare defekt waren. Es handelt sich anscheinend um mechanische Beschädigungen, die im Zusammenhang mit orkanartigen Stürmen in der Cyrenenmergelzeit entstanden. Diese konnten in den offenen Wasserflächen in der Gegend von Gau-Algesheim und Ober-Ingelheim natürlich verheerender wirken als in der geschützten Bucht von Weinheim.

#### Schriftenverzeichnis

- LEPSIUS, R.: Das Mainzer Becken, geologisch gesehen. Darmstadt 1883.
- SCHOPP, H.: Der Meeressand zwischen Alzey und Kreuznach. — Abh. großh. hess. geol. L.-A., 1, Darmstadt 1888.
- STEUER, A.: Marine Conchylien aus dem Mainzer Becken I. — Abh. großh. hess. geol. L.-A., 6, Darmstadt 1912.
- WAGNER, W.: Die Terrassen des Nahetales von Bad Münster a. Stein bis zur Mündung in den Rhein.-Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-A., (V) 9, Darmstadt 1926
- WAGNER, W. & SCHMIDTGEN, O.: Der Flugsand am Abhang des Tertiärplateaus zwischen Gau-Algesheim und Ober-Ingelheim und die dort gefundenen defekten Schneckenschalen. — Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-A., (V) 10, Darmstadt 1927.
- WEINKAUFF, H.: Ein Beitrag zur Kenntnis der Tertiär-Bildungen der hessischen Pfalz und den angrenzenden preußischen und bayrischen Bezirken. — N. Jb. Mineral. Geol. Palaeontol., Stuttgart 1865.
- WENZ, W.: Das Mainzer Becken und seine Randgebiete. Heidelberg 1921 [1921a].  
— Geologischer Führer durch das Mainzer Becken und seine Randgebiete. Heidelberg 1921 [1921b].

Manuskript eingegangen am 3. 4. 1956

## Corbiculaschichten und Cyrenenmergel im Horloffgraben (Wetterau)

Von **ERWIN SCHENK**, Wiesbaden

Mit 3 Abbildungen

Zur Problematik . . . . .	224
I. Einleitung . . . . .	225
II. Die Ergebnisse der tiefen Bohrungen im Horloffgraben . . . . .	227
1. Römerstraße (207 <sup>44</sup> ) . . . . .	227
a) Schichtenverzeichnis . . . . .	227
b) Interpretation . . . . .	231
c) Deutung . . . . .	233
2. Trais-Horloff (58 <sup>44</sup> ) . . . . .	233
a) Schichtenverzeichnis . . . . .	233
b) Interpretation . . . . .	235
c) Deutung . . . . .	237
3. Gemarkung Feldheim (61 <sup>44</sup> ) . . . . .	237
a) Schichtenverzeichnis . . . . .	237
b) Interpretation . . . . .	238
c) Deutung . . . . .	239
4. Gleisdreieck Wasserwerk Inheiden . . . . .	240
a) Schichtenverzeichnis . . . . .	240
b) Interpretation . . . . .	240
c) Deutung . . . . .	242
5. Vergleich zwischen Bohrung Römerstraße und Bohrung Trais-Horloff . . . . .	243
III. Ergebnisse von Bohrungen in der Scholle östlich des Horloffgrabens . . . . .	244
1. Die Bohrungen bei Salzhausen . . . . .	244
2. Bohrung Leidhecken . . . . .	245
3. Bohrungen bei Staden . . . . .	246
4. Bohrung Bingenheim . . . . .	247
IV. Versuch einer stratigraphischen Auswertung . . . . .	248
V. Bohrung Bönstadt . . . . .	250
VI. Die tektonische Entwicklung des Horloffgrabens . . . . .	252
VII. Zusammenfassung . . . . .	253
Schriftenverzeichnis . . . . .	254

### Zur Problematik

Der Horloffgraben in der nördlichen Wetterau ist als selbständiges tektonisches Glied ein Teilstück in der Fortsetzung des Oberrheingrabens zwischen den Abbrüchen des Taunus und dem vulkanischen Schollenland des Vogelsberges. Seinem Charakter und seiner Position nach gehört er zum Typ der hessischen Gräben, wie sie am Nordrand des Vogelsberges in reiner Ausprägung zu erkennen sind.

Der Basaltpanzer des sich dem Taunusabbruch östlich anschließenden Gebietes verhindert den Einblick in den Untergrund. Die Kenntnis vom Bau und der Geschichte dieses Gebietes ist deshalb bis heute sehr lückenhaft und problematisch geblieben. Tiefe Bohrungen sind kaum durchgeführt worden und auch in Zukunft im hohen Vogelsberg nicht zu erwarten. Bohrungen in den Randgebieten, wie dem Horloffgraben, sind deshalb um so wichtiger, zumal sie das Verbindungsglied bilden zwischen der Niederhessischen Senke und dem Rhein-Main-Gebiet im Zuge des Oberrheingrabens.

Paläozoische Schollenränder liegen unweit von den Randbrüchen des Horloffgrabens (Oppershofen, Bingenheim, Rabertshausen, Salzhausen, Naumburg). Das Mesozoikum fehlt hier, aber nicht weit östlich vom Horloffgraben findet man Buntsandsteinbrocken in Tuffen (Nidda). Die tertiären Verwitterungskrusten des Gebietes lassen sich noch nicht sicher datieren. Chatt und Aquitan sind nördlich, westlich und südlich des Horloffgrabens bekannt. Daß die verbindende Senke zwischen dem Mittel-Oligozänen Nord- und Südmeer auch den Horloffgraben eingeschlossen hat, ist zu vermuten, doch fehlen bis heute jegliche Nachweise. Durch die Feststellung älterer Tertiärschichten im Horloffgraben ist deshalb die Klärung wichtiger Zusammenhänge und stratigraphischer sowie tektonischer Probleme zu erhoffen, zumal die östlich vom Horloffgraben liegende Harb-Scholle SCHOTTLER's (1937) mit den Sanden und Tonen und Braunkohlen von Salzhausen von besonders problematischer Natur ist. In Anbetracht der vielfachen Deutungsversuche stratigraphischer und tektonischer Art, die dieses Gebiet erfahren hat, erscheinen die hier mitgeteilten und erörterten Bohrerergebnisse besonders wertvoll, zumal neue tiefe Bohrungen zur Wassererschließung und Erkundung von Lagerstätten im Horloffgraben vorläufig nicht geplant sind. Um so berechtigter erscheint mir deshalb der hier gemachte Versuch, eine stratigraphische Einordnung trotz der geringen paläontologischen Stützen durchzuführen. Gerade für die weitere Klärung der stratigraphischen Probleme wird dieser Versuch, wie gezeigt werden soll, eine wichtige Grundlage für weitere Arbeiten sein.

## I. Einleitung

Seit den 150 Jahren, in denen der Bergbau auf Braunkohle in der Wetterau betrieben wird, sind schätzungsweise wohl über 3000 Bohrungen zur Erschließung und Untersuchung der Braunkohlenlager niedergebracht worden. Von diesen ungemein vielen Bohrungen sind aber nur wenige geologisch verfolgt und noch weniger bearbeitet worden. Auch in den letzten Jahren hat sich hier wenig geändert, da die reiche und rasche Folge der laufenden Bohruntersuchungen fast eine ganze Kraft erfordert.

Gegenüber den üblichen Bohrungen haben die Bohrungen der HEFRAG, Wölfersheim, die mit eigenen Trupps und Geräten die Bohrarbeiten durchführt, den Vorzug, mit dem Spiralbohrer geologisch gut brauchbare Proben zu ziehen. Sie ermöglichen eine praktisch lückenlose genaue Untersuchung der Schichtenfolge zwischen der Lößlehmdecke und der Braunkohle. Sie besteht aus grauen sandigen Tonen, grauen, blauen, grünlichen und roten Tonen und gehört dem Oberpliozän und Pleistozän an

(SCHENK 1956). Gelegentlich werden auch nach Durchbohrung der Braunkohle unterpliozäne und miozäne Gesteinsbildungen erbohrt worden sein.

Von den vielen Bohrungen reichen verhältnismäßig wenige in mehr als 60 m Tiefe, da sie lediglich den bergmännisch wichtigen Zweck haben, die Tiefenlage, Mächtigkeit und Beschaffenheit der Braunkohle zu ermitteln. Grundsätzlich werden sie niedergebracht bis in das Liegende der Braunkohle und damit durchweg bis an die Ober-

grenze des Basaltes bzw. seiner Verwitterungskruste. Die durchschnittliche Bohrtiefe beträgt 40—50 m. Einzelne Bohrungen haben aber Tiefen von ungefähr 70 m erreicht, vor allem im südlichen Horloffgraben.

In den letzten Kriegsjahren wurden nun 3 tiefere Bohrungen niedergebracht. Sie sollten Klarheit bringen über etwaige Braunkohlenvorkommen im tieferen Untergrund. Eine erste wurde durchgeführt in der Gemarkung Feldheim, westlich von Inheiden–Trais–Horloff (s. Übersichtskarte Abb. 1), die zweite beim Tagebau Trais–Horloff und die dritte bei der Grube Römerstraße, nordwestlich von Echzell. Eine vierte tiefe Bohrung war schon 1926 beim Wasserwerk Inheiden, dicht östlich des Tagebaues Trais–Horloff, niedergebracht worden. Von dem erbohrten Gesteinsmaterial blieben nur die Proben der Bohrung Römerstraße lückenlos bei der Verwaltung der HEFRAG in Wölfersheim erhalten<sup>1)</sup>. Von der Bohrung Trais–Horloff ist dem Sammeleifer der Obersteiger WAGNER und GRÜNHALD die Erhaltung einiger fossilhaltiger Proben zu danken. Im übrigen sind uns nur die Schichtenverzeichnisse erhalten geblieben, die von dem Bohrmeister seinerzeit aufgestellt worden sind. Aus dem Raum Trais–Horloff liegen somit bis jetzt unter Ein-

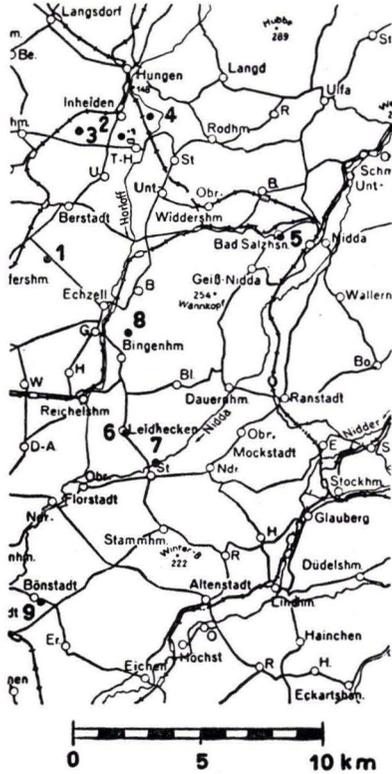


Abb. 1. Übersichtskarte zur Lage der beschriebenen Bohrungen

beziehung der älteren, schon von SCHOTTLER (1921) mitgeteilten Bohrung östlich der Grube Trais–Horloff die Ergebnisse von vier tieferen Bohrungen vor und aus dem Gebiet von Echzell–Berstadt von einer. Zwei von ihnen, die Bohrung bei Grube Römerstraße und die Bohrung beim Tagebau Trais–Horloff, sind stratigraphisch und tektonisch von ausschlaggebender Bedeutung. Ihre Ergebnisse geben erstmalig sichere Kenntnis von dem präbasaltischen Untergrund und von kräftigen Schollen-

<sup>1)</sup> Herrn Direktor PETEREIT danke ich auch an dieser Stelle herzlich dafür, daß ich die Proben für eine Veröffentlichung bearbeiten durfte und in jeder Weise die Unterstützung der HEFRAG erfuhr.

bewegungen innerhalb des Grabens. Auch für die Datierung des Beginns der vulkanischen Tätigkeit am Vogelsbergtrand sind neue Anhaltspunkte gewonnen.

Die Bohrproben wurden von Herrn Dr. TRIEBEL auf ihren Fossilgehalt mikropaläontologisch untersucht. Meine petrographische Bearbeitung ergänzte Herr Dr. HENTSCHEL. Beiden Herren danke ich auch an dieser Stelle herzlich für die freundliche Hilfe und Unterstützung.

Für die Auswertung und Deutung dieser Bohrergergebnisse sind außerdem die Bohrungen wichtig, die an der östlich anliegenden Scholle zwischen dem Horloffgraben und dem Niddatal gestoßen worden sind. Zu den älteren Bohrungen im Gebiet von Bad Salzhausen kommen Bohrungen bei Bingenheim, Leidhecken und Staden hinzu. Sie wurden in den letzten Jahren zur Wassererschließung für die genannten Gemeinden niedergebracht. Zu berücksichtigen ist schließlich auch die sehr ergiebige und äußerst wichtige Fundstelle mit einer helvetischen Fauna auf dem Preule bei Echzell, die erst vor zwei Jahren bei Kanalisationsarbeiten entdeckt worden ist.

## II. Die Ergebnisse der tiefen Bohrungen

Nachfolgend werden die Bohrergergebnisse mitgeteilt und erörtert.

### 1. Bohrung Römerstraße Nr. 207 (1944)

Sie liegt auf Blatt Hungen Nr. 5519 der topographischen Karte 1:25000; Gitterwerte: rechts 348966 hoch 558594; Höhe des Ansatzpunktes: 154,97 m über N. N.

Die Bohrproben werden bei der Verwaltung der HEFRAG, Wölfersheim, aufbewahrt, die geschlammten Proben und Fossilien im Senckenberg-Museum in Frankfurt a. M.

#### a) Schichtenfolge

- 0— 1,00 m brauner Lößlehm;  
Quarzsand, Gesteinssand, reichlich Hornblendekriställchen (gerundet) u. a. Schwere-  
minerale.
- 4,20 m gelber Löß, stark kalkhaltig;  
vorwiegend feiner Quarzsand, zu kleinen Röhrechen verbacken, kleine Bröckchen Erz.
- 5,15 m brauner Schwemmlöß mit Steinchen, Kalkspatkonkretionen und rostfarbigen Putzen  
aus Brauneisen, schwach kalkhaltig.
- 6,00 m brauner Löß.
- 7,50 m gelber Löß, stark kalkhaltig mit hellen, weißen und gelben Konkretionen; feiner  
Sand, verkittet zu Röhrechen wie bei 1—4,20 m und etwas feinerem Material wie  
von 4,20—6,00 m.
- 8,60 m brauner Löß (Titan-haltig).
- 9,20 m brauner Löß, kalkhaltig mit kleinen Kalkkonkretionen und vorwiegend braunen  
Sandklümpchen bis 4 mm  $\varnothing$ , die durch Brauneisen verkittet sind.
- 16,90 m hellgraugelber, toniger, schwach kalkhaltiger Lößlehm mit Lößkindeln; im Schlamm-  
rückstand feiner Quarzsand, ziemlich rein, mit einigen Schweremineralien und  
einzelnen verkitteten braunen Sandkrümeln.
- 18,20 m graubrauner, leichter Ton mit braunem Sand von 0,1—0,5 mm  $\varnothing$ , gelblich-braunen  
Quarzkörnchen, z. T. verkittet.
- 19,40 m gelbbrauner, leichter Ton mit braunem Sand von 0,1—4,0 mm  $\varnothing$  und Krümeln  
von feinstem Sand durch Brauneisen verkittet.
- 20,70 m rotbrauner Ton, sonst wie vor.

- 24,70 m graubrauner Ton, reich an Eisenhydroxyd, stark klebend, leicht (zersetzte Tuff- oder Basaltgesteine?) bunter Sand 0,3—2,0 mm  $\varnothing$ , Quarzkörner und Sandsteinbröckchen, rot, gelb, grün und weiß.
- 24,90 m Braunkohle; im Schlämmrückstand feinsten Sand.
- 26,50 m dunkler, rotbrauner Ton, stark klebend mit Basaltsteinchen und faustgroßen Basaltsteinen sowie braunen glänzenden Konkretionen und mit Quarzkörnern gespickten Klümpchen bis zu 2,0 mm Größe.
- 27,50 m blaugrauer Ton, stark klebend mit Basaltsteinchen und violettbraunen Sandkörnern von etwa 1,0 mm  $\varnothing$  und feinen blumenkohlartigen glänzenden Klümpchen; zerdrückt: rotbraun bis braun im Auflicht, kompakt im Durchlicht mit reichlich frischen Pyroxenen, eventuell auch Olivin.
- 28,50 m hellgrauer bis blaugrauer Ton, stark klebend mit Basaltstücken und violettbraunem Sand und weißen Tonklümpchen; braunes Material wie bei 26,5 m und 27,5 m; das helle Material scheint Tuff zu sein.
- 30,20 m blaugrauer Ton (zersetzter feiner Tuff) mit violettbraunem Sand, sehr gleichkörnig 0,1—0,5 mm und wenig weißen Körnchen wie vor.
- 32,00 m graugrüner, zersetzter, leichter, feiner Tuff.
- 34,00 m gelbbrauner, fettiger Ton.
- 35,55 m braun- und weißstreifiger, feingeschichteter zersetzter Tuff.
- 36,50 m rot und weiß geschichteter magerer Ton mit dunkelbraunen Quarzkörnchen von glänzendem recht einheitlichem Korn von 0,1—0,5 mm  $\varnothing$  mit wenigen gelblichen Körnern; braune Körner durchsichtig, stark doppelbrechend eventuell nur Brauneisen.
- 37,80 m Ton, weiß und rot gesprenkelt und mit ebensolchen Schlieren; leicht, stark klebend; (zersetzter blasiger Basalt) mit Körnchen von 0,1—0,5 mm  $\varnothing$  aus Limonit und dunkelbraunen bis schwarzbraunen Körnern, etwa 1 mm  $\varnothing$  (Manganulm?).
- 38,10 m weiß- und gelbbrauner, leichter Ton, wie vor mit braunweißen Körnern von 0,5 bis 1,00 mm, aus Quarz und anscheinend viel Feldspat und einer Menge schwärzlicher Brauneisenkörner (zersetzter Basalt).
- 39,30 m rotbraun und weißgelb gestreifter Ton (fettig) mit weißen Quarzsandkörnchen, geschwärztem Feldspat und schwarzem Manganulm.
- 40,75 m bräunlicher, oolithartig aussehender Ton mit weißen Kügelchen in feiner, gelber Hülle, stark klebend mit Basaltkörnchen und Eisenstein und schwarzen Manganulmkörnchen; zersetzter feinblasiger Basalt.
- 48,40 m wie vorher mit Basaltstückchen und Eisenstein mit Manganulm, stark klebend, weißgrau gefleckt.  
Im Schlämmrückstand nur sehr dunkelbrauner, schwärzlich glänzender Sand aus idiomorphen Magnetit-Oktaederchen; zersetzter, blasiger Basalt.
- 49,90 m hellbrauner Ton mit kleinen Putzen, stark klebend;  
rotbrauner Ton mit Manganulm, gelbbraunen Sandkörnchen vermischt mit zersetzten Gesteinsklümpchen und schwarzen Körnchen von Erz; quarzfrei; zersetzter blasiger Basalt.
- 50,30 m braungelbmeliertes Ton.
- 51,40 m hellbrauner Ton mit vielen weißen Putzen und Schlieren, stark klebend mit grauen Körnern und größeren Klümpchen bis zu 4 mm  $\varnothing$ ; Basaltzersatz.
- 53,50 m gelbbrauner und grünlicher Ton mit weißen Nestern, klebend, mit grauen Körnern — z. T. feinstkörnig bis faserig — von zersetztem Basalt.
- 54,30 m graubrauner und graugrüner gestreifter Ton, klebend mit Grus von zersetztem Basalt.
- 57,85 m fester, graublauer Basalt.
- 58,80 m hellbrauner Ton mit blutroten Schlieren und Basaltbrocken mit Quarzkörnern von 0,1—0,5 mm  $\varnothing$ , ziemlich rein, nur wenig braune Kornbeimengungen.
- 59,75 m grauer Ton mit Basaltgrus.
- 60,85 m etwas fettiger, grünlichgrauer Ton mit rotbraunen Nestern, weißen Quarzkörnern kleiner als 1 mm  $\varnothing$  und wenigen weißlichen und braunen größeren Körnern aus frischem und zersetztem Basalt.

- 63,80 m leichter, grauweißer Ton mit Basaltgrus und feinen weißen Quarzkörnchen.
- 64,50 m grünlicher Ton ohne Körnchen.
- 65,10 m desgleichen mit weißen Lagen.
- 67,00 m kreidiger Kalk, weiß, sehr stark aufbrausend, in grünlichem Ton, feinstkörniges Karbonat.
- 68,50 m desgleichen mit Mangandendriten und grauem Ton, der viel weißen Quarzsand enthält.
- 68,90 m hellgrauer Ton mit Grus von zersetztem und verwittertem Basalt.
- 70,10 m hellgrauer Ton mit feinen Lagen aus weißem Ton.
- 71,30 m hellgrauer Ton mit weißen, feinstkörnigen karbonatischen Schichten und mit Basaltkörnchen.
- 71,90 m grauer Ton (zersetzter Tuff) mit Grus aus verwittertem und gebleichtem Basalt.
- 72,10 m weißer, kreidiger Kalk, mit feinen grauschwarzen Körnchen aus Basalt.
- 78,45 m leichter, hellgrauer Ton mit etwas Quarzsand und feinstem Grus von zersetztem und verwittertem Basalt.
- 80,30 m dunkler, graugrüner bis blauer Ton, schwach fettig mit reichlich Quarzkörnchen kleiner als 1 mm  $\varnothing$ .
- 81,90 m dunkler, graugrüner Ton mit weißen und gelben Quarzsandkörnchen und feinen Basaltbröckchen.
- 82,50 m blaugrüner Ton mit feinen Basaltbröckchen.
- 84,20 m grüner Ton.
- 84,95 m graugrüner Ton mit Basaltstückchen und feinen weißen Schlieren aus Ton.
- 85,08 m hellgrauer Ton mit rostbraunen Streifen und Basaltsteinchen und hellen Körnchen von 1 mm  $\varnothing$  aus zersetztem Basalt.
- 85,95 m graubrauner Ton mit Basaltsteinchen und Quarzkörnern von weniger als 1 mm  $\varnothing$  und mit größerem Grus aus weißlichgrauem und dunkelgrauem Basaltzersatz.
- 86,20 m schwerer grauer Ton mit Quarzkörnchen und verwitterten und zersetzten Basaltbröckchen.
- 88,80 m dunkelgrauer, schwarzer Ton mit einzelnen weißen feinen Tupfen und wie vor mit feinem Basaltgrus und ganz wenigen Quarzkörnern.
- 89,35 m dunkelgrauer Ton mit feinen dunkelgrauen Körnern aus wenig zersetztem Basalt und einzelnen Quarzkörnern.
- 91,10 m graugrüner Ton mit kleinen Basaltkörnchen wie vor.
- 92,20 m dunkelbrauner etwas rötlicher Ton mit dunkelgrauen Schlieren und Putzen mit Körnchen von zersetztem blasigem Basalt.
- 93,00 m rotbrauner Ton mit kleinen Basaltbröckchen.
- 95,10 m dunkelgrauer und rötlicher Ton aus zersetztem Basalt oder Tuff.
- 96,90 m rotbrauner Ton mit Basaltstückchen; zersetzter Basalttuff?
- 99,45 m grauer Ton mit Basaltkörnchen und schmutzigrünem und dunkelgrauem Basaltzersatz.
- 101,50 m dunkelgrauer Ton mit weißen und rötlichen Schlieren und Putzen; zersetzter, blasiger Basalt.
- 102,45 m roter Ton mit Steinchen aus Basalt und Quarzkörnchen und mit beigemengtem hellbraunem-rötlichem Sand.
- 103,00 m rot und gelb gestreifter, dunkelgrauer Ton mit verwitterten, lapilliartigen Basaltstückchen.
- 103,50 m grauer Ton mit Basaltsteinchen.
- 105,40 m dunkler, blaugrauer bis graugrüner Ton mit rostigen Knötchen und Stückchen aus verwittertem und zersetztem Basalt.
- 105,60 m grau- bis gelbgrüner Ton.
- 106,00 m gelbgrüner Ton wie vor und gelbe Körnchen (aus Feldspat?).
- 106,80 m gelbgrauer, rostbrauner und gelbbrauner gefleckter Ton mit Basaltstückchen, rötlichen, braunen, feinen Quarzkörnchen und Bröckchen von Brauneisen basaltischer Herkunft.
- 107,30 m graugrüner, sandiger Ton.

- 112,10 m grauweißer, verfestigter, feiner Quarzsand mit feinen dunkelbraunen Streifen und vereinzelt wenigen dunklen Körnchen aus Basalt.
- 115,00 m brauner, sandiger Ton und graugrüner Sand mit ganz vereinzelt Basaltkörnchen.
- 116,00 m gelblichgrüner, sehr sandiger Ton mit Quarz und ganz wenigen schwarzen Erzkörnchen.
- 117,30 m hellblauer, sandiger Ton mit braunen Streifen. Der Schlämmrückstand besteht nur aus feinem etwas gelblich-weißem Quarzsand mit einzelnen schwarzen Erzkörnchen.
- 119,10 m hellblauer Ton mit feinem weißem und gelblichem Quarzsand und sehr wenigen, braunroten und kleinen Körnchen von Basalt oder Basalttuff.
- 121,60 m gelblichgrauer und bräunlicher Ton, z. T. mit weißen und rostgelben Schlieren und Körnchen aus Quarz und Basalt wie vor.
- 122,30 m weißer, kreidiger Kalk mit feinen Streifen aus hellgelbem kalkhaltigem Ton mit weißen Quarzsandkörnchen und einigen Fremdbrockchen, darunter auch einige Bröckchen von vermutlich gebleichtem Basaltzersatz.
- 122,80 m hellgelber, kalkiger Ton mit starken, gelben und rostigen Streifen; im Schlämmrückstand Quarzkörner, vermischt mit reichlich braunen und rötlichen Bröckchen von Basaltumwandlungsprodukten, die vorwiegend vermutlich aus Brauneisen bestehen (eventuell Tuff).
- 123,80 m weißer, feinsandiger Ton mit gelblich weißem Quarzsand und nur wenigen dunklen Körnchen.
- 124,60 m grauweißer, gelbgestreifter Mergel mit gelblichweißen Klümpchen von feinstkörnigem Karbonat.
- 124,60 m grauweißer, gelbgestreifter Mergel mit gelblichweißen Klümpchen von feinstkörnigem Karbonat.
- 124,90 m grauweißer, rostig gestreifter Ton mit weißem Quarzsand und braunen Bröckchen von zersetztem Basalt oder Basalttuff.
- 125,30 m festgelagerter, toniger, feiner grauweißer bis gelblichweißer Quarzsand.
- 125,90 m festgelagerter, hellbrauner, toniger Quarzsand.
- 126,10 m desgleichen wie vor mit dunkelgrauen Flecken und weißgelblichen Klümpchen von Karbonat mit anderen geringen Mineralbeimengungen.
- 126,70 m weißgelblicher Quarzsand mit dünnen tonigen, hellbraunen Schichten.
- 127,60 m wie vor, etwas toniger und kalkhaltig.
- 131,30 m feiner, weißgrauer Quarzsand stark kalkhaltig, mit sehr wenigen kleinen Erzklümpchen (anscheinend Brauneisen).
- 133,40 m blaugrauer, feinsandiger Ton, stark kalkhaltig; im Schlämmrückstand weißer Quarzsand und dunkle und helle Klümpchen von Karbonat, z. T. Fossilien (s. u.) und Erzkörnchen (Fossilien z. T. vererzt).
- 134,20 m festgelagerter, graugrüner, toniger Feinsand, stark kalkhaltig; im Schlämmrückstand weißer Quarzsand, weiße kalkige Fossilchalen und Fossilbruchstücke.

Bis in 131,10 m Tiefe waren sämtliche Proben fossilfrei. Aus den Proben von 131,10—134,20 m bestimmte Herr Dr. TRIEBEL:

Ostracoden: *Cyprideis* cf. *miocaenica* (LKL).

Mollusken: Bruchstücke von *Congerina hydrobis* sp. (nur unbestimmbare Jugendformen).

In dieser Tiefe mit den blaugrauen und graugrünlischen feinsandigen Tönen liegen dem allerdings spärlichen Fossilinhalt nach also Corbiculaschichten vor. Diese feinsandige Folge beginnt bei 124,90 m, und bereits von 125,90 m an ist sie karbonatisch bis zum erbohrten Ende. Darüber aber liegt eine feinsandige tonige Folge, die von 121,60—122,80 m kreidige Kalke enthält. Sie entsprechen in ihrem Aussehen vollkommen den kreidigen Kalken, die zwischen 68,90—71,30 m erbohrt worden sind. Zwischen diesen Kreidekalken aber liegen basaltische Schichten, so daß die Schichtenfolge recht kompliziert erscheint. Sie soll deshalb interpretiert und gegliedert werden.

### b) Interpretation

Die Deckschichten von 0—16,90 m gehören der Zeit der Lößablagerungen an. Der Farbwechsel von dunklem Braun und Gelbbraun sowie die unterschiedlichen Kalkgehalte deuten drei Verlehmungs- bzw. Bodenbildungsperioden oder -phasen an und damit eine dreifache Gliederung der Lößanwehungen oder -anschwemmungen im Pleistozän. Einer besonderen Untersuchung soll es vorbehalten bleiben, diese Folge und die Ablagerungen im Liegenden stratigraphisch und paläoklimatisch auszuwerten.

Von 16,9—24,7 m liegt zweifellos Abtragungsdetritus aus der näheren Umgebung vor. Er besteht im wesentlichen aus dem roten und grauen tonigen Basaltzersatz der tertiären Verwitterung. Im Tagebau Trais-Horloff konnten in den Grubenwänden über der Kohle vielfach solche tonigen Lagen beobachtet werden, die deutlich die Herkunft aus der Ablagerung schon stark verwitterter und zersetzter Tuff- und Basaltgerölle erkennen ließen und oft so beschaffen sind, daß sie den Gedanken nahelegten, daß sie Ablagerungen jüngster vulkanischer Tätigkeit darstellen (SCHENK 1953). Dafür aber fehlen eindeutige Anzeichen. Die Folge umschließt die Ablagerungen vom ausgehenden Pliozän bis zur Lößeinwehung. Eine klare scharfe Grenze ist das Braunkohlenflöz zwischen 24,70 und 24,90 m. Obwohl es nur 0,20 m stark ist, besteht kein Zweifel, daß es das Ausgehende des unmittelbar dicht benachbarten abbauwürdigen Flözes der Grube Römerstraße ist. Hier wurde im Januar 1949 an der Untergrenze des Flözes die große reichhaltige Fauna geborgen, die nach den Untersuchungen von TOBIEN (1953) dem Oberpliozän (villa franchien) angehört.

Unmittelbar im Liegenden des Braunkohlenflözes beginnt die Folge vulkanischer Bildungen, die von 24,90 m u. Fl. bis in die Tiefe von 124,90 m nachgewiesen ist, also in einer Schichtenfolge mit einer Mächtigkeit von genau 100,00 m. Diese vulkanische Folge ist aber nicht geschlossen, vielmehr sind ihr echte sedimentäre Ablagerungen eingeschaltet.

Zunächst können wir feststellen:

Von 24,90—28,50 m

eine geschlossene Folge von mehr oder weniger stark zersetztem und verwittertem Basalt. Die Proben enthalten wohl definierbare Basaltgesteinsreste (Feldspatbasalt).

Von 28,50—35,50 oder 36,50 m

eine Folge toniger Gesteine mit wechselnden Farben in grau, grünlichbraun, violett, die ich als tiefzersetzte Tuffe deuten möchte, weil ich sie an vielen anderen Orten eindeutig als solche erkennen konnte.

Von etwa 36,00—54,30 m

eine Folge lateritisch verwitterten Basaltes. Typisch für die Entstehung dieser lateritischen Tonbildungen sind die roten und weißen Schlieren, die beim Drehbohren dadurch entstehen, daß die in Blasen Hohlräumen des Gesteins und aus den Feldspatkristallen gebildeten weißen Tonputzen zerdrückt und verschmiert werden. In situ sieht dieser Basaltzersatz wie ein weißgesprenkeltes Gestein aus. Charakteristisch sind auch die Brauneisenerz- und Manganoxydbildungen, die in den Klüften desselben Gesteins angereichert sind.

Von 54,30—57,85 m

liegt unzersetzter, fast frischer Basalt vor. Er gehört der basischen Gruppe der Basalte an (Schliff 487 beim Hess. L. f. B. Wiesbaden) und ist eine Intrusion in die zersetzte Decke aus saurem Basalt.

Von 57,85—58,80 m

geben die Bohrproben ebenfalls klar zu erkennen, daß basaltisches Gestein, und zwar mit reichlich Blasenräumen oder Poren vorgelegen hat. Ob es ein fester Basalt oder schlackiges Gestein gewesen ist, läßt sich nicht sagen. Der Gehalt an Quarzsandkörnchen spricht für eine Tuffablagerung.

Von 58,80—63,80 m

eine tonige Folge grauen Zersatzes basaltischer Gesteine, wie sie normalerweise unter dem rotbraunen tonigen Zersatz der tertiären Verwitterungskruste folgt. Zersetzter saurer Basalt ist an den kaolinisierten Feldspäten deutlich zu erkennen. Ob aber kompaktes Gestein oder schlackige Tuffe vorgelegen haben, ist an Hand der Proben nicht zu entscheiden. Ich neige dazu, diese letzten 6 m als Tuffablagerung anzusprechen. In ihrem Liegenden folgen

von 63,80—91,10 m

hellgraue und grünliche feine Tone, mit vielen weißen Quarzsandkörnchen, Grus von zersetztem Basalt und — das ist für die Gesteinsart entscheidend wichtig — klüftige Kalkschichten. Es handelt sich hier also offenbar um tief zersetzte Tuffe bzw. Tuffite, die in einem Becken mit Kalkablagerungen sedimentiert wurden. Ganz typisch sind die Farben und der Bruch der Tone für zersetzte Tuffe, wenn man sie unter der Lupe betrachtet. Typisch ist ebenfalls der Farbwechsel, der aus dem Vergleich des an Ort und Stelle an Hand der frischen Proben aufgestellten Schichtverzeichnisses und dem inzwischen getrockneten Material hervorgeht. Tief zersetzte Tuffe brechen in der frischen Probe meist mit leuchtend grünlichblauer Farbe auf, die dann zusehends in schmutziggrau umschlägt.

Von 91,10—105,40 m

folgt noch einmal rotbrauner und grauer Ton. Der Gehalt an Basaltsteinchen und das Auftreten von Schlieren und Putzen in diesen Tönen geben wiederum einen blasigen Basalt zu erkennen, der eine tiefe Zersetzung an der Erdoberfläche erfahren haben muß. Die wechselnden grauen und rotgefleckten Tone können eine einheitliche Bildung darstellen. Sedimentäre Bildungen sind ihnen nicht eingeschaltet.

Von 105,40—105,60 m

aber sind sie in einer Stärke von 0,2 m vorhanden.

Von 105,60—134,20 m (Endtiefe)

sind sie dann vorherrschend. Die Anzeichen vulkanischer Bildungen lassen sich noch bis in 124,90 m Tiefe deutlich erkennen, denn man hat nicht den Eindruck, daß die Basaltgesteinskörnchen und Bröckchen von Basaltzersatz aus Nachfall im Bohrloch herrühren. Auch von intrudiertem Basalt kann nicht die Rede sein. Die bräunlichen rotstreifigen Tone mit dem hohen Sandgehalt in der durchweg hellen, sandig-kalkigen Schichtenfolge zeigen an, daß Tuffe im Wasser abgelagert und zersetzt worden sind. Daraus ergibt sich, daß die vulkanischen Bildungen und der Beginn der

vulkanischen Tätigkeit bis in die Zeit der Ablagerung der Schichten reichen, die wegen ihres Fossilinhaltes als Corbicula-Schichten anzusprechen sind.

### c) Deutung

Fassen wir die Ergebnisse dieser Analyse zusammen, so ergibt sich folgende Gliederung des vereinfachten Schichtenprofils (Abb. 2a):

0— 16,9 m Löß und Lößlehm	Pleistozän
— 24,7 m graue und rote, z. T. sandige Tone	
<hr/>	
— 24,9 m Braunkohlenton Braunkohle Braunkohlenton, Fauna mit <i>Mastodon avernensis</i> in Letten der benachbarten Grube	Oberpliozän
<hr/>	
— 54,3 m zersetzter Basalt und Tuff (sauer)	
— 57,8 m fester Basalt (basisch)	
— 65,1 m zersetzter Basalt und Tuff (sauer)	
<hr/>	
— 68,5 m kreidiger Kalk mit Tuffit	Hydrobien-Schichten
— 71,9 m zersetzte und verwitterte Tuffe mit z. T. kalkhaltigen Tonen	
— 72,1 m kreidiger Kalk mit Tuffit	
—106,8 m grünlichblauer Ton mit Tuffit grauer Ton (= zersetzter Tuffit?) rötliche und braune Tone mit zersetztem Basalt und Tuffit	
—121,6 m graugrüne und blaugetönte sandige Tone mit verwittertem und zersetztem Basalt und Tuffit	
—124,9 m kreidiger Kalk und Mergel, z. T. sandig, mit zersetztem Basalt und Tuffit	
—134,2 m hellgraue, schwach tonige und kalkhaltige Feinsande	Corbicula-Schichten

## 2. Bohrung Tagebau Trais-Horloff 58<sup>44</sup>

Blatt Hungen der topographischen Karte 1:25000 Nr. 5519; Lage im Gitter: rechts 349264 hoch 559058; Höhe des Ansatzpunktes über N. N. : 137,10 m

### a) Schichtenfolge

0— 0,80 m Mutterboden
— 1,40 m graubrauner Ton
— 2,55 m gelber Schlick
— 3,60 m gelber Ton
— 7,00 m graugelber Ton
— 9,20 m gelber Ton
— 12,10 m gelber Ton mit Geröllen
— 16,80 m brauner Ton mit Geröllen
— 18,90 m graubrauner Ton
— 19,05 m schwarzer Ton
— 21,00 m brauner Ton
— 22,25 m schwarzer Ton mit Kohlenspiuren
— 22,70 m tonige Kohle

- 23,80 m Kohle
- 24,30 m grauer Ton mit Kohlenspuren
- 25,65 m Kohle
- 26,40 m dunkelgrauer Ton
- 27,60 m brauner Ton
- 29,40 m blaugrauer Ton
- 30,10 m graugrüner Ton
- 33,00 m weißgrauer Ton
- 35,20 m graubrauner Ton
- 37,00 m graublauer Ton
- 39,60 m blaubrauner Ton
- 43,00 m brauner Ton mit roten und schwarzen Streifen
- 43,45 m schwarzer Ton
- 43,90 m schwarzer Ton mit Kohlenspuren
- 44,00 m schwarzer Ton
- 45,55 m dunkelgrauer Ton
- 51,80 m grauer Sand
- 54,70 m weißgrauer Sand
- 55,05 m Kohle
- 55,35 m dunkler Ton
- 56,65 m schwarze Kohle
- 57,60 m dunkelgrauer Ton
- 58,55 m schwarze Kohle
- 59,20 m schwarzgrauer Ton
- 59,70 m tonige Kohle
- 60,40 m grauer Ton
- 60,75 m tonige Kohle
- 64,20 m grauer Ton
- 67,60 m hellgrauer Ton
- 69,70 m graugrüner Ton
- 72,20 m gelber Ton
- 73,25 m graugrüner Ton
- 73,50 m sandiger Ton
- 76,50 m grauer Ton
- 77,20 m dunkelgrauer Ton
- 77,45 m schwarzer Ton mit Kohlenspuren
- 77,75 m schwarze Kohle
- 77,95 m schwarzgrauer Ton
- 79,40 m grauer Ton
- 79,85 m graugrüner sandiger Ton
- 81,00 m graugrüner Ton
- 81,90 m schwarzer Ton mit Kohlenspuren
- 82,75 m schwarzgrauer Ton
- 83,50 m schwarzer Ton mit Kohlenspuren
- 84,50 m grauer Ton
- 85,10 m tonige Kohle
- 86,55 m dunkelgrauer Ton
- 87,35 m schwarze Kohle
- 88,60 m grauer Ton
- 89,10 m schwarzer Ton mit Kohlenspuren
- 91,35 m grauer Ton
- 92,80 m graugrüner Ton
- 94,65 m hellgrauer Ton
- 95,65 m graublauer Ton
- 96,05 m schwarzer Ton mit Kohlenspuren

} mit Schnecken-  
schalen

- 96,50 m grauer Ton
- 97,30 m graugrüner Sand
- 97,55 m tonige Kohle
- 99,60 m dunkelgrauer Ton
- 100,60 m grauer Ton
- 101,25 m grauer Sand
- 103,75 m grauer Ton
- 104,70 m dunkelgrauer Ton
- 106,10 m grauer Ton
- 107,30 m graugrüner Ton
- 107,65 m graugrüner Ton mit Kalkeinlagerungen
- 108,20 m grauer Ton
- 110,30 m graugelber Ton
- 111,00 m graugrüner Ton
- 111,80 m gelber Ton mit Kalkeinlagerungen
- 113,10 m gelbgrüner Ton
- 113,45 m gelbgrüner Ton mit Kalkeinlagerungen
- 113,90 m gelbblauer Ton
- 115,60 m gelbbrauner Ton
- 116,60 m graugrüner Ton
- 117,35 m graugrüner Ton mit starker Kalkeinlagerung
- 118,80 m graugrüner Ton
- 120,15 m graugelber Ton
- 122,60 m graugrüner Ton mit Kalkeinlagerungen
- 125,00 m hellgrauer Ton
- 130,80 m gelbgrauer Ton
- 137,070 m gelber Ton
- 131,70 m gelber Ton
- 132,60 m grauer Ton
- 134,80 m graugelber Ton
- 137,20 m grauer Ton
- 137,85 m gelbgrauer Ton
- 138,60 m grünblauer Ton und grüngrauer Sand

#### b) Interpretation

Proben aus der Bohrung Trais-Horloff sind nur von den fossilführenden Schichten zwischen 92,8 und 95,65 m erhalten. In diesem Profil reicht nun das jüngste Pleistozän bis in 12,10 m Tiefe. Darunter folgen rotbraune und graubraune Tone, die auch sonst das Hangende der Braunkohlenlager bilden und dem Quartär (SCHENK 1955) zuzurechnen sind. Es sind z. T. sedimentäre Bildungen aus lateritisch zersetzten Basalten und Tuffen der Umgebung.

In dem schwarzen Ton von 18,90—19,05 m ist eine letzte kohlige Ablagerung des ausgehenden Oberpliozäns zu erblicken, vielleicht eine der Umlagerungsbildungen, wie sie oft linsenförmig an den Wänden des Tagebaues in Trais-Horloff in schon quartären Schichten zu beobachten waren. Ihre Untergrenze dürfte bei 34,3 m liegen. Das Hauptbraunkohlenlager reicht, wie sich aus anderen Bohrungen im Grubengebiet ergibt, bis in 25,65 m Tiefe (Abb. 2). Dunkelgraue Tone bilden sein Liegendes. Bei 26,4 m liegt also die Untergrenze des Oberpliozäns. Im Liegenden des Flözes folgt nun eine Serie von grauen, blauen und grünlichen Tönen, z. T. mit roten und weißen Farben, die vielleicht zersetzte Tuffe, jedenfalls aber vulkanische Gesteine darstellen. Sicherem vulkanischen Ursprungs sind die Schichten von 39,60—43,00 m.

Die Beschreibung ist typisch für blasenreichen und feldspathhaltigen Basalt, der an Ort und Stelle lateritisch zersetzt worden ist. Hiermit endet nun bereits die erkennbare vulkanische Gesteinsfolge nach unten hin, und zwar unmittelbar über den kohligen Ablagerungen von 43,00—44,00 m. Während in der Bohrung in der Gemarkung Feldheim (s. u. S. 237) sicher vulkanische Gesteine von rund 9 m Tiefe an bis in über 50 m Tiefe vorliegen, vermutlich sogar bis in rund 56 m, weist die Bohrung Trais-Horloff eine Basaltmächtigkeit von nur wenigen Metern aus. Sie erscheint dabei als eine geschlossene Einschaltung zwischen Kohlenflözchen und Tonen, die, nicht mehr dem Oberpliozän zugerechnet werden können, sondern älter sein müssen, denn sowohl die oben angeführte Basaltzersetzung als auch die rotbraunen Tone im Liegenden des Hauptflözes gehören einer Zeit an, in der solche Verwitterungsbildungen möglich waren. Sie könnten also bestenfalls Unterpliozän darstellen. Bei einer Gleichzeitigkeit der vulkanischen Bildungen von Trais-Horloff und Römerstraße aber kommt aquitanes Alter in Frage. Auch kennzeichnen die hellen, fast 10 m mächtigen Sande von 45,50—54,70 m mit ihrer Untergrenze über kohligen Ablagerungen eine schnelle und durchgehende Veränderung der Sedimentationsverhältnisse, wie sie für den Übergang vom Oligozän zum Miozän typisch ist. Es besteht damit eine deutliche Grenze gegen die liegende Schichtenfolge. Nach oben werden die Sande dunkler, toniger, und schließlich beginnt die Kohleablagerung, womit die Verlandung und Wanderung der Strandzone gekennzeichnet ist. Da in der südlichen Wetterau das Aquitan mit Kies und Sand beginnt, dürften die erbohrten Sande äquivalent sein. Unter den hellen Sanden folgen in lebhaftem Wechsel schwarze, graue und grüne Tonschichten, teils etwas sandig, mit rund einem Dutzend Kohlenflözchen oder Resten davon. Fossilienführende Schichten sind dieser Folge von 92,80—95,65 m eingeschaltet. Herr TRIEBEL bestimmte nach brieflicher Mitteilung aus den von Herrn WAGNER und GRÜNHALD aufbewahrten Proben (jetzt Senckenberg-Museum) folgende Fossilien:

Ostracoden:

*Cyprideis* n. sp. h. (bisher nur aus dem Cyrenenmergel bekannt).

*Cyprideis miocaenica* (LKL) ns.

*Cytheromorpha zinndorfi* (LKL) s.

Gastropoden: (KRAUS det.)

*Hydrobia dubuissoni* ns.

*Potamides lamarcki* BRONG ns.

*Potamides plicatus galeotti* NYST s.

Fischreste:

Otol., Zähne und Wirbel.

Einstufung: Cyrenenmergel.

Dieser stratigraphisch sichere Horizont liegt innerhalb der tonig-kohligen Bildungen und hat damit große Ähnlichkeit mit dem bei Lich erbohrten Cyrenenmergel (SCHOTTLER 1913, Erl. z. Bl. Gießen, Bohrung 7; Dieffenbach 1856, S. 37). Das tiefste Kohleflözchen wurde bei 97,30—97,55 m erbohrt. Dann folgen graue Tone mit einer 0,65 m starken Sandschicht von 100,60—101,25 m. Die Schichtenfolge im Liegenden ist durch Kalkeinlagerungen ausgezeichnet. Auch im Cyrenenmergel von

Lich wurde Kalkstein erbohrt (SCHOTTLER 1913, S. 122, Bohrung 9; Dieffenbach 1856, S. 38). Herr H. RICHTER, der die Proben dieser Bohrung gesehen hat, teilte mir mündlich mit, daß es Septarienkalken waren und bei 138 m glaukonitische Sande erbohrt wurden. Dementsprechend wäre die Folge der graugrünen Tone mit den Kohlenflözchen der Bohrung Trais-Horloff in das Chatt und die ganze Folge von rund 45 oder 54—139 m in das Oligozän zu stellen. Ob zutiefst bereits die Sande des transgredierenden Meeres erbohrt sind, müssen zukünftige Bohrungen klären. Im Hangenden der durch Fossilien ausgewiesenen Cyrenenmergel sind keine Schichten vorhanden, die sich mit denen in der Bohrung Römerstraße vergleichen lassen.

### c) Deutung

Demnach läßt sich die Schichtenfolge der Bohrung Trais-Horloff (58<sup>44</sup>) wie folgt gliedern (s. a. Abb. 3):

0— 16,8 m gelbe, graugelbe und braune Tone mit Geröllage an der Basis	Pleistozän
— 24,3 m dunkle Tone mit umgelagerter Braunkohle	
<hr/>	
— 25,6 m Braunkohle	jüngstes
— 26,4 m und Braunkohlentone	Oberpliozän
<hr/>	
— 39,6 m (Tuffite?)	
— 43,0 m zersetzter Basalt	
<hr/>	
— 45,5 m graue, grüne, braune und schwarze Tone, z. T. mit Kohle	Aquitän
<hr/>	
— 54,7 m hellgraue Sande (Grenzkies)	
<hr/>	
—100,6 m graue, grünliche, dunkle Tone, z. T. sandig und mit Kohle und einer Fauna zwischen 92 und 96 m (Cyrenenmergel)	Chatt
—101,25 m grauer Sand	
—138,6 m grünliche, bläuliche, graugelbe Tone mit Septarienkalk von 107,3 bis 122,6 m; glaukonitische Sande und Tone	Rupel

### 3. Bohrung Gemarkung Feldheim 61<sup>44</sup>

Blatt Hungen der topographischen Karte 1:25000 Nr. 5519; Lage im Gitter: rechts 349098 hoch 559080; Höhe des Ansatzpunktes: 151,2 m über N. N.

#### a) Schichtenverzeichnis

0— 0,75 m Mutterboden
— 1,35 m gelber Lehm
— 2,60 m graugelber Ton
— 3,00 m grauer, sandiger Ton
— 5,60 m gelbgrauer Ton
— 5,90 m brauner, sandiger Ton mit Geröllen
— 9,25 m brauner, sandiger Ton
— 11,80 m Basalt
— 12,50 m brauner Tuff
— 13,60 m gelber Tuff

- 18,70 m Basalt
- 21,30 m dunkelgrauer, sandiger Ton
- 28,60 m Basalt
- 29,85 m grauer Ton mit Basalt
- 44,60 m Basalt
- 47,70 m graubrauner sandiger Ton
- 50,20 m Basalt
- 52,60 m grauer tuffiger Ton
- 56,40 m graugelber tuffiger Ton
- 59,50 m grauer Ton
- 64,80 m graugrüner Ton
- 67,90 m grauer Ton
- 68,40 m graugrüner Ton
- 71,30 m dunkelbrauner Ton
- 74,20 m graugrüner Ton mit Geröll
- 74,90 m grauer Mergel
- 80,20 m grauer Ton mit Geröll
- 83,20 m brauner Ton mit Geröll
- 84,90 m brauner, sandiger Ton
- 86,20 m braunes sandiges Gestein
- 97,20 m graues sandiges Gestein
- 98,10 m dunkelgraues, sandiges Gestein
- 98,80 m grauer, sandiger Ton
- 100,00 m grauer Ton
- 100,75 m brauner Ton
- 101,50 m grauer Ton
- 102,30 m graubrauner Ton
- 103,20 m weißgrauer Ton
- 104,70 m graugrüner Ton
- 105,90 m grauer, sandiger Ton
- 106,30 m graugrüner, sandiger Ton
- 107,00 m graues, sandiges Gestein
- 112,80 m grüner Ton
- 113,80 m graugelber Sand mit Ton
- 114,50 m gelber, sandiger Ton
- 114,70 m graugelbes, sandiges Gestein
- 115,60 m graugelber, sandiger Ton
- 117,00 m grauer Sand
- 117,46 m grüner Ton
- 120,50 m grauer Sand
- 121,20 m graugelber Ton
- 123,50 m dunkelgrauer Ton
- 125,10 m schwarzer Ton mit Kohlenspiuren
- 127,00 m grauer Sand
- 127,70 m graugelber Ton
- 129,90 m grauer Sand

#### b) Interpretation

Die Bohrung ist auf einen hohen Schollenrand angesetzt, der auch heute morphologisch infolge der jungen Krustenbewegungen im Horloffgraben (SCHENK 1955) hervortritt (Abb. 3). Westlich von ihm liegt das mächtige Flöz von Wohnbach-Bellersheim auf einer gen Osten gekippten und eingesenkten Scholle. Das Fehlen von Kohleablagerungen im ganzen Profil der Bohrung bestätigt die Auffassung des Verfassers (SCHENK a. a. O.), daß die Kohlenlager die Schollenrandzonen kennzeich-

nen, indem sie sich an der Stirn der aufragenden Schollen anlagern. In dieser tektonischen Grenzzone ist der Basalt aufgestiegen, der in fast 50 m Mächtigkeit zwischen 9,25 und 56,40 m erbohrt worden ist und auch in der westlichen Umgebung nicht tief unter der Lößlehmdecke liegt. Im Straßeneinschnitt zwischen Trais-Horloff und Bellersheim war er bei Bauarbeiten auf der Kuppe aufgeschlossen. Es ist deshalb auch damit zu rechnen, daß durch die Bewegungen am Schollenrand und durch den Basaltaufstieg die Mächtigkeit und die Lagerungsverhältnisse beträchtlich gestört sein können. In dem ganzen Schichtenprofil ist keine irgendwie ausgezeichnete Schicht oder Schichtenfolge zu erkennen, die eine stratigraphische Einordnung ermöglicht. Unter dem Lößlehm, der bis in 1,3 oder vielleicht sogar 2,6 m Tiefe vorliegt, folgen graubraune, z. T. sandige Tone mit der auch sonst bekannten Geröllage (SCHENK 1956). Sie sind deshalb in das Quartär zu stellen. Es reicht bis in rund 9 m Tiefe und ist demnach hier nur geringmächtig entwickelt. Das Braunkohlenlager fehlt gänzlich, und die quartäre Folge liegt hier unmittelbar auf dem Basalt.

Die Gesteine von 9,25 m bis in 56,40 m lassen sich sicher als vulkanische Bildungen ansprechen. Nach den Ergebnissen der Bohrung Römerstraße könnten sie bereits aquitanes Alter haben. Die „sandigen Tone“ zwischen den Basaltlagen sind als grusreicher Basaltzersatz oder Tuffite aufzufassen. Darunter folgen eindeutig sedimentäre Bildungen.

Leider ist im Schichtenverzeichnis nicht vermerkt, welcher Art die zwischen 71,30 und 83,20 m erbohrten Gerölle waren, ob etwa basaltische Gesteine, Eisenkonkretionen oder Kalksteinbildungen oder wirklich echte Gerölle, vielleicht sogar Quarzkiesel vorgelegen haben. Die Farbigkeit der Schichten umfaßt grau, grün, braun und gelb, ähnelt also in hohem Maße derjenigen der Bohrung Trais-Horloff (58<sup>44</sup>). Die Ablagerungen sind jedoch viel sandiger und nur ein einziges Kohlenflözchen ist angedeutet (in 123,50—125,10 m). Berücksichtigt man die Entfernung von rund 1,7 km der Bohrung Feldheim von der Bohrung Trais-Horloff und ihre zentrale Lage im Becken des Senkungsraumes des heutigen Horloffgrabens, so dürfte eine Koordinierung nicht zu gewagt erscheinen. Da in der Tiefe noch Braunkohlenletten vorliegen, zur Rupeltonzeit Kohlelager aber in diesem Raum nicht gebildet worden sind, kann nur eine Gleichstellung mit dem Cyrenenmergel möglich sein, zumal das Aquitan und auch Unterpliozän nicht in Frage kommen. Damit würde auch eine Einordnung der fast 14 m mächtigen Sandsteine (84,9—98,1 m) an die Basis des Aquitans harmonieren.

### c) Deutung

0— 9,25 m Lößlehm, graugelbe Tone mit Geröllschicht und brauner, sandiger Ton (pliozäne Verwitterungsrinde)	Quartär
— 56,4 m vulkanische Gesteine	Vor-Oberpliozän
— 84,9 m graue und grünliche Tone, z. T. mit Geröllen	Aquitan (?)
— 98,1 m „sandiges Gestein“ (Grenzkies?)	
—129,9 m graue, grüne, braune und graugelbe, größtenteils sandige Tone mit einzelnen Sandschichten und einer Braunkohlentonschicht	Cyrenenmergel (?)

#### 4. Gleisdreieck Wasserwerk Inheiden

Blatt Hungen der topographischen Karte 1:25000 Nr. 5519; Lage im Gitter: rechts 349368 hoch 559124; Höhe des Ansatzpunktes: + 129,5 m über N. N.

##### a) Schichtenfolge

- 0— 0,80 m Mutterboden
- 2,60 m brauner Ton
- 3,80 m gelber Schlick
- 4,30 m grauer Schlick
- 4,70 m Torf
- 6,20 m grauer Ton
- 12,60 m grauer Tuff
- 16,30 m bunter Tuff
- 17,50 m grauer Tuff
- 19,00 m grauer Ton
- 21,10 m dunkelgrauer Ton
- 24,00 m dunkelgrauer Ton mit Kohlenspiuren
- 25,20 m Kohle
- 26,70 m dunkelgrauer Ton
- 28,00 m tonige Kohle
- 34,50 m grauer Sand mit starken Kohleneinlagen
- 39,60 m hellgrauer Ton
- 46,20 m grauer, sandiger Ton
- 47,00 m hellgrauer Ton
- 49,70 m brauner Ton
- 53,60 m bunter, sandiger Ton
- 58,25 m hellgrauer Sand
- 59,30 m weißgrauer Sand
- 60,90 m hellgrauer Ton
- 64,85 m dunkelgrauer Ton
- 66,00 m brauner Ton
- 66,30 m grauer Ton
- 68,90 m Pechkohle
- 69,75 m hellgrauer Ton
- 70,20 m weißer Ton
- 71,10 m hellgrauer Ton
- 73,20 m harte Kohle mit kleinen Toneinlagen
- 78,00 m grauer, sandiger Ton
- 86,00 m grauer Ton mit Kohle
- 88,75 m sandig-weißer Ton
- 92,00 m hellgrauer Sand

##### b) Interpretation

Bei der Erörterung dieser 1926 gestoßenen Bohrung muß die bereits etwa 14 Jahre vorher vom Wasserwerk Inheiden niedergebrachte Bohrung herangezogen werden (s. Bohrung Nr. 4 in Erl. z. Geol. Kte. v. Hessen 1:25000 Bl. Hungen, S. 67f.). Sie ist von SCHOTTLER (1921) bearbeitet worden. Sie ist 10 m weniger tief als die neue Bohrung.

Die Bohrung der HEFRAG im Jahre 1926 liegt rund 200 m nördlich der Bohrung 4 der Geologischen Karte Bl. Hungen. Zwischen beiden zieht nach SCHOTTLER die den Horloffgraben im Norden begrenzende Verwerfung in O-W-Richtung durch. Rund

275 m nördlich von Bohrung 4 liegt die Bohrung 3 der Geologischen Karte Bl. Hungen (SCHOTTLER 1921, S. 86). Sie steht ab 14,70 m in zersetztem, verwittertem und frischem Basalt und Tuff, wie alle anderen Bohrungen im Gebiet des Wasserwerkes Inheiden. Aus dem Vergleich mit den Schichten der neuen Bohrung ergibt sich, daß die Randverwerfung des Horloffgrabens mindestens 275 m weiter nördlich liegt, als SCHOTTLER sie vermutete (s. Geol. Karte Bl. Hungen).

Das Überraschende und sehr Bedeutungsvolle der beiden Bohrungen südlich der Randverwerfung ist das gänzliche Fehlen von vulkanischen Gesteinen. Ihr Fehlen im Schichtenverzeichnis der HEFRAG könnte u. U. eine ungenügende Beobachtung vermuten lassen; die Angaben von SCHOTTLER über die Bohrung 4 bestätigen aber, daß tatsächlich kein basaltisches Gestein angetroffen worden ist. Selbst wenn völlig zersetzte basaltische Gesteine in den Tonen vorliegen und der Beobachtung entgangen sein sollten, so können diese Schichten nur eine sehr geringe Mächtigkeit gehabt haben. Sie bleiben beschränkt auf die Tiefenlage zwischen 47,0 und 53,6 m. In der Bohrung 4 fehlen sie aber ganz.

Die von SCHOTTLER zwischen 2,7—4,1 m festgestellten Bimssande fehlen entweder in der Bohrung der HEFRAG, oder sie sind in den Schichten von 6,2—17,5 m vertreten, was sehr wahrscheinlich ist. Die in Bohrung 4 von 1,8—2,7 m vorhandene Torflage liegt in der Bohrung der HEFRAG in 4,3—4,7 m, also rund 2 m tiefer als in der Bohrung 4. Die Bimssandschicht hat recht unterschiedliche Mächtigkeiten und dehnt sich viel weiter nach Westen und Süden aus, als die Geologische Karte verzeichnet. Sie wurden letztlich erbohrt beim Sauerbrunnen in Trais-Horloff. Im Tagebau waren sie als Einschaltung im Torf bzw. in der jüngsten Braunkohle, wenn man so sagen will, sehr schön aufgeschlossen (s. SCHENK 1955). In der Bohrung der HEFRAG fehlen die quartären Flußablagerungen, die in Bohrung 4 durch Kies und Sand vertreten sind. Das Bett der pleistozänen Horloff hat also bei Bohrung 4 gelegen. Die quartären Schichten haben hier nach SCHOTTLER (1921, S. 87) eine Mächtigkeit von rund 20 m. Die Grenze ist dabei an die Oberfläche der höchstgelegenen Kohleschicht gelegt. Ob das zutrifft, steht dahin, denn es wird sich wahrscheinlich auch hier — wie im südlich gelegenen Gebiet — um quartär umgelagerte Kohle in einer tiefen Rinne handeln (SCHENK 1956).

Bei 28,7—45,5 m liegt wahrscheinlich das Hauptbraunkohlenlager. In der nördlicher gelegenen Bohrung der HEFRAG ist nichts mehr davon vorhanden, sofern es überhaupt vorhanden war. Als entsprechende Bildung können vielleicht die Sande mit ihrer starken Kohleführung von 28,0—34,5 m angesehen werden. Sie wären dann die korrelierte Ablagerung des vor Eintritt in die Horloffsenke — vor Überschreiten der oben erwähnten Schollengrenze (O-W-Verwerfung) — noch rasch strömenden Wassers, das die Holz- und Pflanzenteile für die Lagerbildung in der Senke herbeiführte. Mehrere geringmächtige Braunkohleneinlagerungen kennzeichnen in beiden Bohrungen die tieferliegende Schichtenfolge, ohne daß eine sichere Koordinierung möglich ist. Der tektonischen Position nach liegen die Schichten in Bohrung 4 tiefer als in der Bohrung der HEFRAG. Für die Untergrenze Hauptflöz und Sand mit Kohle beträgt die Differenz rund 10 m, während die Untergrenze des Quartärs in beiden Bohrungen nahezu gleich tief liegt (und zwar entweder bei 20,2 bzw. 21,1 oder 28,2 bzw. 28,0 m). Damit ergibt sich folgende Gleichstellung:

## Bohrung 4 (1912)

## Bohrung HEFRAG (1926)

Quartär

Untergrenze in 20,2 (28,2) m

21,1 (28,0) m

28,7—45,5 m Kohle, Hauptflöz	28,0—34,5 m kohlereicher Sand
47,2—49,3 m sandiger Ton	39,6—46,2 m sandiger Ton
55,6—60,0 m hellgrauer Quarzsand	{ 53,6—58,2 m hellgrauer Sand 58,2—59,3 m weißgrauer Sand
72,3—75,1 m scharfer Quarzsand	
76,2—82,7 m feiner Quarzsand	} 73,2—78,0 m grauer, sandiger Ton

Die Differenz in den Tiefenlagen der Schichten unter den Flözen ist in beiden Profilen ziemlich gering.

## c) Deutung

SCHOTTLER stellt die ganze Folge in das Oberpliozän. Dagegen sprechen aber die weißen und hellen Quarzsande und Tone, die in der Serie auftreten. Oberpliozän mit weißen Quarzsanden ist im ganzen Gebiet nicht bekannt (s. auch SCHOTTLER 1921, S. 11). Auch die Frage nach dem Herkunftsgebiet dieser Sande im Oberpliozän bleibt unbeantwortbar. Die Folge muß also älter als oberpliozän sein.

Der Vergleich mit den Bohrungen Gemarkung Feldheim und Trais-Horloff zeigt eine Zunahme des Quartärs von Westen nach Osten. Trotz der angeführten Unsicherheit in der Angabe der genauen Mächtigkeit ist dieser Schluß sicher. Seine Untergrenze liegt in rund + 142 m N. N. in der Gemarkung Feldheim, in rund + 121 oder 115 m N. N. bei Trais-Horloff und in rund + 110 oder 102 m N. N. beim Wasserwerk Inheiden.

Die Untergrenze des Hauptbraunkohlenlagers fällt von Westen nach Osten von + 111 m N. N. bei Trais-Horloff auf + 85 m N. N. beim Wasserwerk Inheiden. In der Bohrung Feldheim liegt die Auflagerungsfläche des Lagers (ohne Braunkohle) in + 142 m N. N. (s. Abb. 3).

Auch die Basis der vulkanischen Gesteine ist von Westen nach Osten offenbar merklich geneigt. Sie liegt in rund + 95 m N. N. im Westen, dagegen bei + 76 m N. N. im Osten, wenn man die braunen und bunten Schichten als Abtragungsprodukte des benachbarten Basaltes auffaßt.

Die Mächtigkeit dieser Bildungen nimmt von Westen nach Osten ab, und zwar von 40 m auf weniger als 20 m und 0 m (bzw. 4 m?).

Damit ergibt sich auch eine Neigung der Basaltoberfläche von Westen nach Osten. Die Schnittkante von Oberfläche und Unterfläche des Basaltes liegt der zeichnerischen Konstruktion nach etwa 100 m westlich der Bohrungen im Gleisdreieck beim Wasserwerk (Abb. 2). Damit wäre auch das Fehlen des Basaltes hier erklärt. Diese Verhältnisse deuten zudem ein Relief der tertiären Landschaft an.

Die durch ihre Färbung gut charakterisierten Tone der Bohrungen Trais-Horloff und Gemarkung Feldheim sind in Bohrung 4 und in Bohrung HEFRAG 1926 beim Wasserwerk Inheiden nicht mehr erschlossen worden. Sie müssen hier beträchtlich tiefer liegen, östlich der Grabenrandverwerfung aber wieder höher. Auch die Sande, die in der Bohrung Trais-Horloff zwischen 51 und 54 m erbohrt sind, fallen nach Osten ein und entsprechen hier der Schicht zwischen 53 und 59 m. Damit stimmt

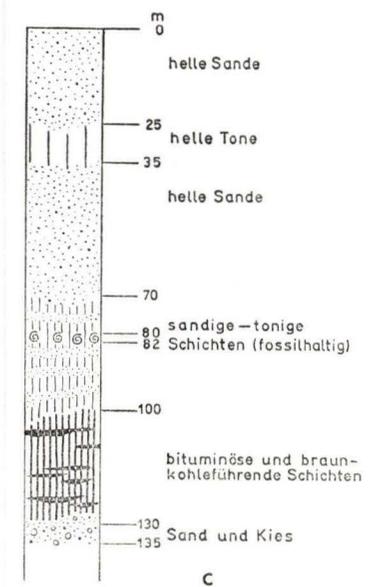
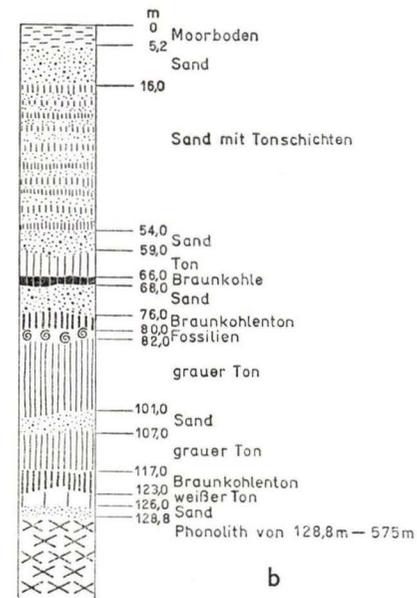
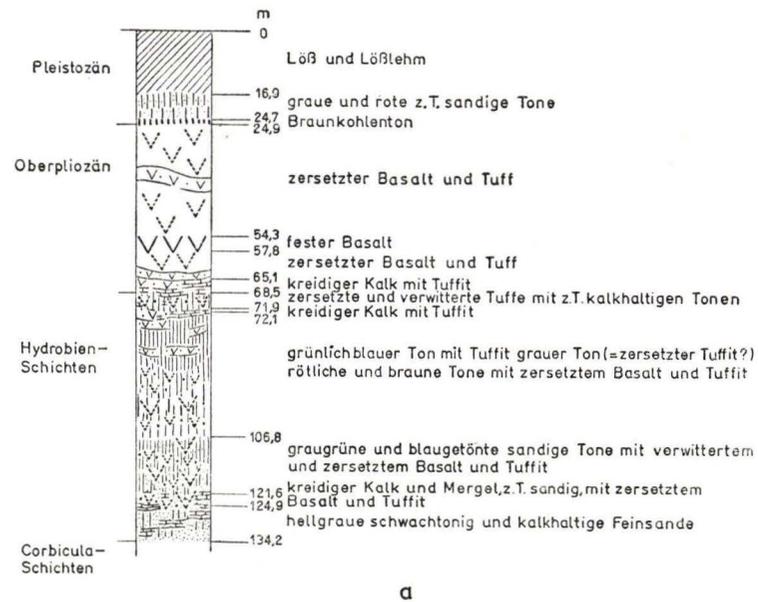


Abb. 2. Darstellung der Bohrungen Römerstraße (a) und bei Bad Salzhausen (b und c)

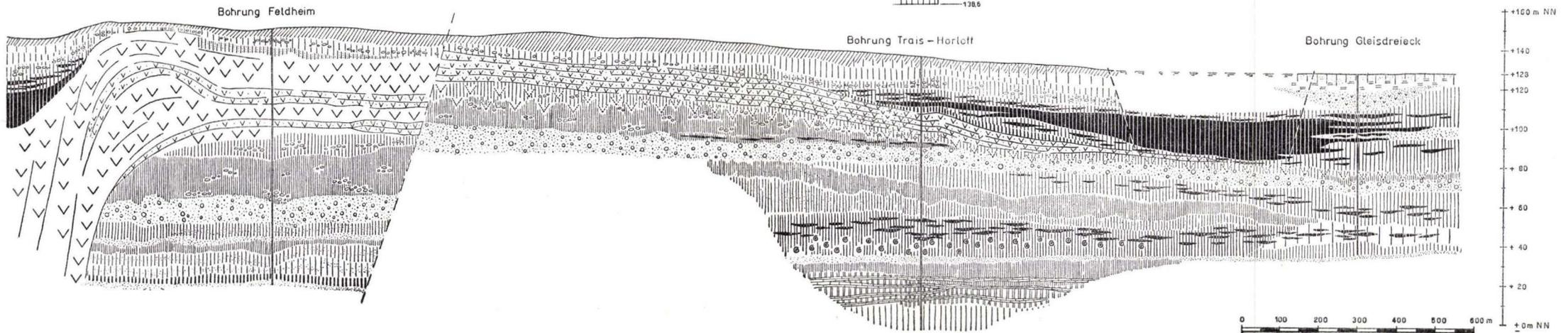
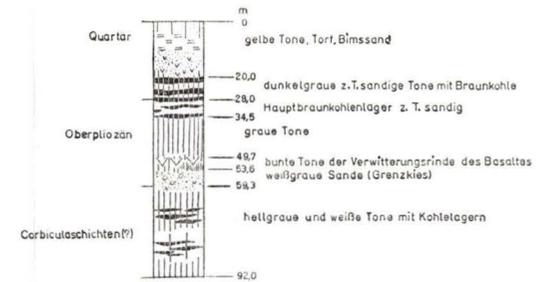
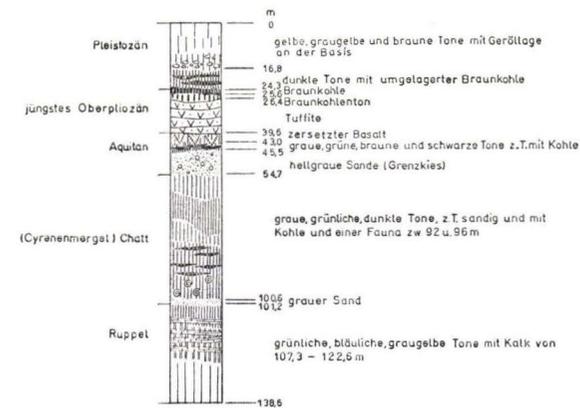
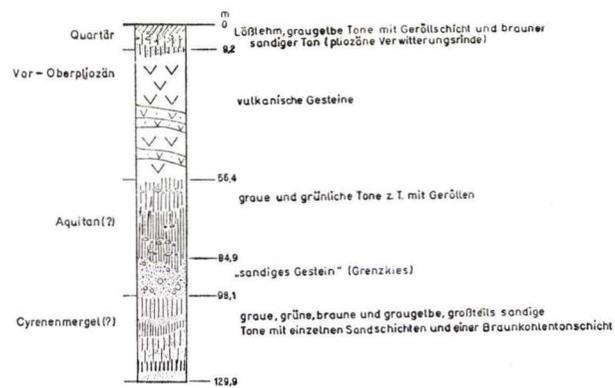


Abb. 3. W-O Profil durch den Horloffgraben bei Trais-Horloff

außerdem überein, daß im zentralen Teil der Senke mehr Kohleschichten auftreten als in der Randzone, und daß das Hauptlager am östlichen Saum der Scholle liegt. In den Bohrungen im Gleisdreieck beim Wasserwerk Inheiden haben wir also die Schichten, die in den Bohrungen Trais-Horloff (und Gemarkung Feldheim) über dem Cyrenenmergel liegen (Abb. 3). Unter Berücksichtigung dieses Vergleiches ergibt sich folgende Gliederung der Folge in den Bohrungen beim Wasserwerk Inheiden:

0—20 (bzw. 28) m	gelbe Tone, Torf, Bimssand, dunkelgraue, z. T. sandige Tone mit Braunkohlen	Quartär
28,0—34,5 (bzw. 45) m	Hauptbraunkohlenlager, z. T. sandig	Oberpliozän
—49,7	m graue Tone	
—53,6	m bunte Tone der Verwitterungsrinde des Basaltes	
53,6—59,3	m weißgraue Sande	
59,3—92,0	m hellgraue und weiße Tone mit Kohlelagen	Aquitan (Corbicula-Schichten)

### 5. Vergleich zwischen Bohrung Römerstraße und Bohrung Trais-Horloff

Der Vergleich der Gliederungen der beiden Bohrungen (s. S. 227 u. 233) zeigt, daß die tieferen Schichten sich nicht koordinieren lassen. Das Quartär zeigt keine wesentlichen Unterschiede. Die Basis der oberpliozänen Folge — und damit die Obergrenze der kompakten Masse des zersetzten, verwitterten und frischen Basalts — liegt in beiden Bohrungen gleich tief (bei rund 95 m über N. N.). Sie ist also über beträchtliche Entfernung erstaunlich niveaubeständig. In der Bohrung Römerstraße folgen dann aber die aquitanen Schichten mit kreidigen Kalken und eindeutigen Zeugnissen vulkanischer Tätigkeit bis in + 25 m N. N., wo sie dicht über den Corbicula-Schichten liegen. In Bohrung Trais-Horloff dagegen sind bereits in + 42 m N. N. Cyrenenmergel und darunter vielleicht sogar Rupelton vorhanden. Wahrscheinlich beginnen sie in etwa + 82 m N. N. Daraus ergibt sich jedenfalls eine bedeutende Verwerfung, die die Horloffsenke queren muß. Sie ist im Zuge des Braunkohlenlagers Römerstraße mit NO-SW-Streichen zu vermuten. Sie trennt zwei Schollen, von denen die nördliche nur 20—40 m vulkanische Gesteine besitzt, die südliche dagegen rund 100 m. Da im Süden bei Wickstadt-Bönstadt, südlich des Niddatales, wieder Cyrenenmergel bekannt ist, so ergibt sich eine rhombisch umgrenzte versenkte Grabenscholle zwischen dem Niddatal bei Nieder-Florstadt-Nieder-Wöllstadt und dem Braunkohlenlager Römerstraße sowie den östlichen und westlichen Grabenrandverwerfungen. Diese Einsenkung ist wahrscheinlich noch weiter gegliedert und kann nicht erst in postbasaltischer Zeit erfolgt sein wie SCHOTTLER (1921) und KIRCHHEIMER (1934) darlegen. Sie muß schon vorher vollzogen gewesen sein, wie aus den Höhenlagen der Basalte in den Bohrungen zu ersehen ist. Im Cyrenenmergel sind keine vulkanischen Bildungen zu beobachten, dagegen reichlich im Aquitan-Burdigal, das von Oberpliozän überlagert ist. Vor der Bildung der kompakten Basaltdecke, die sowohl die untermiozänen wie oligozänen Schichten im ungefähr gleichen Niveau über N. N. überlagert, war die Bildung und Gliederung der Horloffsenke bereits durchgeführt. Sie kann also nicht länger als postbasaltischer Grabeneinbruch (SCHOTTLER 1921, 1937) angesehen werden. Daß weitere Bewegungen

nach der Braunkohlenbildung und jetzt erfolgen, steht außer Zweifel (SCHENK 1955). Ob sich der Zeitpunkt ihrer Bildung genauer definieren läßt, hängt davon ab, ob die Schichtenfolge über dem Burdigal bis an die Untergrenze des Oberpliozäns sich weiter gliedern läßt und Aquitan und Oligozän maßgebliche Faziesunterschiede im Vergleich zu den Vorkommen im Westen und Süden zu erkennen geben. Synbasaltische Bewegungen an den Brüchen des Horloffgrabens stehen außer Zweifel.

Die bisherigen Feststellungen in der Horloffsenke bieten keine Möglichkeit, Mittel- und Obermiozän sowie Ober- und Unterpliozän zu trennen. In den Bohrungen Gemarkung Feldheim, Trais-Horloff und Wasserwerk Inheiden haben wir zwischen dem Basalt und dem Cyrenenmergel eine etwa 50 m oder sogar noch mächtigere Folge von Sedimenten, die frei sind von vulkanischen Bildungen. Kennzeichnend für sie ist eine Einschaltung von hellen Sanden („sandigem Gestein“) in einer Mächtigkeit von 8—15 m. Es ist deshalb zu untersuchen, ob die Schichtenfolgen östlich der Horloffsenke einen Anhalt für ihre stratigraphische Einordnung bieten.

### III. Ergebnisse von Bohrungen in der Scholle östlich des Horloff-Grabens

#### 1. Die Bohrungen bei Salzhausen

Bekannt sind im Osten der Horloffsenke die alten Bohrungen von Bad Salzhausen und die Aufschlüsse am Rotlauf bei Staden (SCHOTTLER 1921 und WENZ 1922). Unter fast 100 m Basalt und basaltischen Zersatzgesteinen wurde in Bad Salzhausen eine 20 und 30 m mächtige Folge von Sanden, getrennt durch rund 5 m Ton, erbohrt (Bg. 19, SCHOTTLER 1921, S. 97f. und TASCHE 1854). In einer zweiten Bohrung (Bg. 18, SCHOTTLER, 1921, S. 95f.) wurde unter einer rund 9 m mächtigen alluvialen Decke bis in 80 m Tiefe eine Folge heller Sande mit wenig Toneinschaltungen angetroffen. Sie lassen sich zusammenfassen in eine obere Folge von rund 26 m Sand (8,8—35,0 m), 9 m Ton (35—43,7 m) und rund 36 m Sand (43,7—79,3 m). Darunter folgen nun bis in rund 107 m Tiefe, also in fast 30 m Mächtigkeit tonige Schichten mit Einschaltungen von Sand und schließlich bis zur Endtiefe bei rund 136 m bituminöse und braunkohlenhaltige Tone und Sande.

Eine dritte Bohrung (Bg. 20, SCHOTTLER 1921, S. 98f.) hat die tonig-sandige Folge der vorgenannten zwischen 5,2 und rund 55 m angetroffen und darunter die bituminöse braunkohlenhaltige Folge bis in 123 m Tiefe. Es folgen dann weiße, z. T. bunte, geröllführende Sande in rund 6 m Mächtigkeit über dem Phonolith (bei 128,8 m) und dem Rotliegenden (bei 612 m = rund — 470 m N. N.) (Abb. 2b).

In dieser letztgenannten Bohrung wurden zwischen 80—82 m die einzigen Fossilien gefunden: *Unio batavus* LAM. (WENZ 1922), *Cytheridea Mülleri* v. MÜNSTER, *Cytheridea Mülleri* v. MÜNSTER nov. var. HAUPT (SCHOTTLER 1921, S. 16). Stratigraphisch haben sie keine entscheidende Bedeutung, aber sie sichern ein postoligozänes Alter der Schichten.

Die tertiäre Sedimentfolge dieser drei Bohrungen (vgl. Abb. 2c) läßt sich gliedern von oben nach unten in:

etwa 25 m helle Sande  
etwa 10 m helle Tone  
etwa 35 m helle Sande

etwa 30 m sandig-tonige Schichten (fossilhaltig)  
etwa 30 m bituminöse und braunkohlenführende Schichten  
etwa 5 m Sand und Kies

Zwischen Bad Salzhausen und Staden treten nun Sande unter dem Basalt verschiedentlich zutage. Sie sind mit den Sanden in den Bohrungen in Bad Salzhausen identifiziert worden (SCHOTTLER, WENZ, TASCHE, LEPSIUS, KLÜPFEL u. a.). Nach den Fossilfunden in der Sandgrube am Rotlauf bei Staden sind sie als Congeriensande bezeichnet und in das Unterpliozän gestellt worden (WENZ 1922, S. 63), von KLÜPFEL (1930, S. 165) dagegen in das Helvet. Es muß hier noch vermerkt werden, daß in Kalksteinlagen unter den Mergeln mit *Congeria kaiseri* kleine Congerien gefunden wurden, die in die Corbicula-Schichten gestellt werden (SCHOTTLER 1925, S. 24 und WENZ 1922, S. 55). Da keine neuen Fossilfunde bisher gemacht wurden, bleibt ihre Altersstellung immer noch unsicher.

In den letzten Jahren wurden bei Leidhecken, Bingenheim und Staden neue Bohrungen für Wassererschließungen niedergebracht. Unsere Kenntnis von der Schichtenfolge unter dem Basalt des Gebietes von Salzhausen-Staden ist dadurch ergänzt worden.

## 2. Bohrung Leidhecken

Die Bohrung Leidhecken (Blatt Staden Nr. 5619 der Top. Karte 1:25000) liegt etwa 200 m südöstlich der Ortschaft an der Straße nach Staden. Die Gitterwerte des Ansatzpunktes sind rechts 349288, hoch 557872; die Ansatzhöhe ist + 135 m N. N. Erbohrt wurden:

- 0— 0,50 m toniger, gelreicher Basaltzersatz mit Lehm und Steinen (Basalt)
  - 2,70 m sehr blasiger grauer, lateritisch verwitterter, saurer Basalt
  - 2,95 m weiß-gelbgrauer und grauer Basaltuffzersatz mit Gelen
  - 3,50 m toniger, feiner Basaltuffzersatz, sehr gelreich, grünlichgrau
  - 5,40 m dunkelgrauer Zersatz von Basaltuff
  - 7,20 m desgleichen
  - 8,00 m blasiger, lateritisch verwitterter, fester, saurer Basalt
  - 14,30 m graubrauner toniger, sehr gelreicher Zersatz von Basaltuff mit einzelnen Basaltstücken
  - 14,90 m noch festerer, lateritisch stark verwitterter, blasiger saurer Basalt mit kaolinisierten Feldspäten
  - 17,60 m dunkelgrauer, sehr gelreicher Zersatz von Tuff
  - 21,00 m lateritisch verwitterter saurer Basalt, grobkörnig und z. T. sehr blasenreich
  - 24,50 m desgleichen
  - 28,60 m desgleichen, mit stärkerer Zersetzung und starker Gelanreicherung
  - 30,70 m feinkörniger, wenig blasiger (saurer) Basalt, fest, wenig verwittert
- 
- 31,10 m hellgrauer Quarzsand (0,4—0,6 mm)
  - 35,00 m grauer, rotstreifiger schwach toniger Feinsand (0,04—0,1 mm)
  - 37,50 m gelbbrauner schwach toniger Feinsand (Körnung 0,04—0,2 mm, einzelne Körnchen fast 0,4 mm)
  - 39,70 m weißer, stark gelb gestreifter sehr sandiger kaolinischer Ton
  - 42,70 m gelbgrauer stark kaolinischer Feinsand (0,2 mm)
  - 43,80 m stark kaolinischer grauer, etwas gelblicher Feinsand (0,2 mm)
  - 45,40 m schwach kaolinischer hellgrauweißer, gelbgestreifter Feinsand (0,1—0,2 mm)
  - 48,10 m schwach toniger, kaolinischer Feinsand mit gut gerundeten Quarzkörnern von 0,2—0,4 mm, stark rostig gefärbt
  - 50,00 m kaolinischer Feinsand, weißgrau, stark gelb-rostig gestreift (0,1 mm)

Alle Proben waren kalkfrei. Die mikropaläontologische Untersuchung blieb ohne positives Ergebnis.

Der tiefverwitterte und z. T. zersetzte, gelreiche Feldspatbasalt wurde in rund 30 m Tiefe = + 105 m N. N. durchbohrt. Darunter liegen kaolinhaltige helle Feinsande bis zur Endtiefe von 50,00 m bei + 85 m N. N.

### 3. Bohrungen bei Staden

Die bei Leidhecken erbohrte Schichtenfolge steht in den Sandgruben am Rotlauf in ihren oberen Teilen unter dem Basalt an und führt in höher liegenden Schichten (ungefähr zwischen + 140 und + 145 m N. N.) die Congerien. SCHOTTLER (1925, S. 42) setzte hier eine Bohrung an, die er bis in ungefähr + 126 m N. N. niederbrachte und dabei rund 3,5 m Kalksteine mit Congerien und darunter 6 m helle Sande und 3 m blaugraue und grünliche Tone antraf. Sie wird ergänzt durch die Bohrung der Gemeinde Staden (Bl. Staden Nr. 5619 der top. Karte 1: 25000), die südöstlich von diesen Aufschlüssen am Hangfuß zur Wassererschließung 1954 angesetzt worden ist. Der Ansatzpunkt hat die Gitterwerte: rechts 349400, hoch 557776 und die Höhenlage von + 127 m N. N. Die Endtiefe von 26,7 m liegt in rund + 100 m N. N. Erbohrt wurden folgende Schichten:

- 0— 0,40 m dunkelbrauner Tallem
- 1,00 m hellgraubrauner Lehm
- 3,00 m rostfleckiger, gelbgrauer, z. T. stark vertonter Lehm
- 3,50 m dunkelgraubrauner, sehr sandiger Lehm
- 5,80 m grauer-blaugrünlicher Ton
- 6,50 m graugrünlicher Ton
- 7,00 m graugelber Mittelsand mit einzelnen groben Quarzkörnern
- 8,00 m grünlichgrauer sehr sandiger Ton, möglicherweise Sand und Ton in Wechsellagerung
- 8,80 m gelber mittelkörniger Sand mit erbsengroßen Quarzkieseln
- 9,50 m hellgraugelber Feinsand
- 10,50 m desgleichen
- 12,50 m dunkelgrauer toniger Sand, wahrscheinlich Wechsellagerung von Fein- und Mittelsand mit Ton
- 16,00 m dunkelgrauer etwas sandiger Ton und Braunkohlenletten und größeren Holzstücken
- 21,00 m dunkelgraubrauner Feinsand
- 24,00 m dunkelgrauer Feinsand
- 24,50 m dunkelgrauer, feinsandiger Ton
- 25,00 m gelbgrauer Mittel- und Feinsand
- 25,70 m graugrüner Ton
- 26,75 m gelber Ton und feiner weißer Sand

In der ostnordöstlich von dieser Bohrung liegenden, etwa 200 m entfernten Sandgrube steht im noch aufgeschlossenen unteren Teil unter etwa 6 m Sand und Basalt folgendes Profil an:

oben

- 4 cm grünlicher Ton
- 10—20 cm rostbraungefärbter grauer Sand
- 20—40 cm grünlichgrauer Ton wie oben
- 5— 8 cm graugrünlicher toniger Sand
- 3— 5 cm feiner Kies
- 30 cm grünlicher Ton wie oben
- 3 cm graugelber Sand, oben und unten tief rostbraun
- 7 cm grünlicher Ton wie oben
- 6 cm grauer Sand, oben und unten tief rostbraun gefärbt

- 20 cm grünlicher Ton mit Ca-Belag
  - 30 cm gelbgrauer, rostbrauner, gestreifter Sand
  - 1 cm grünlicher Ton
  - 5 cm grauer Sand
  - 22 cm grünlicher Ton, rostiggefleckt
  - 7 cm grauer Sand
  - 12 cm rostgelber Sand
  - 10—20 cm grünlicher Sand, oben mit Quarzkieseln
  - ca. 100 cm grauer, grünlich schimmernder Sand, obere 10 cm mit Quarzkieseln (nußgroß)
  - 40 cm grünlicher-hellrostbrauner Sand und Mergel mit einzelnen Quarzkieseln  
grünlich-grauer Sand
- unten

Demnach sind bei Staden-Leidhecken aufgeschlossen worden:

- über 30 m tiefersetzte und verwitterte Basaltgesteine
- etwa 30 m helle (kaolinische) Feinsande
- etwa 8 m Mergel und Kalke mit Congerien
- etwa 20 m graugrünliche und dunkelgraue Tone, helle Sandschichten mit Braunkohle, Kieslagen  
und einzelnen tonigen Einschaltungen

Nach SCHOTTLER (1925, S. 42) ist südlich von diesen Aufschlüssen in der Talaue bereits Rotliegendes zwischen 5 und 6 m Tiefe = + 117 m N. N. erbohrt worden. Offensichtlich zieht zwischen dieser und den anderen Bohrungen eine große Störung durch, auf der auch die Mineralquelle von Staden sitzt.

Die Mineralquelle hat die Gitterwerte: rechts 349 350, hoch 557 750 und eine Höhenlage von + 122 m N. N. Bei ihrer Neufassung 1937 wurden dieselben sandigen Schichten in der Sohle des damals 8 m tiefen Brunnenschachtes angetroffen wie bei der Bohrung der Gemeinde im Jahre 1954, wie mir die Fa. Stefan Kuhn, die beide Bohrungen durchgeführt hat, mitteilte.

#### 4. Bohrung Bingenheim

Die Bohrung Bingenheim hat keine tertiären Sedimente angetroffen, sondern blieb in Basalt, der bei 7,5 m unter den pleistozänen Schichten erreicht worden war. Im Tuff, besonders von 31,6 m ab, sind aber reichlich Quarzsandkörner und sogar Quarzkiesel vorhanden. Sie deuten die tertiären Sandablagerungen im Liegenden unmißverständlich an.

Die Bohrung liegt auf Bl. Staden, Nr. 5619 der topographischen Karte 1: 25000 und hat die Gitterwerte: rechts 359 278, hoch 558 274; Höhe + 125 m N. N.

Erbohrt wurden:

- 0— 0,6 m dunkelbrauner rostfleckiger Lehm
- 2,5 m rostigbrauner bis gelblicher Lehm
- 4,0 m grauer Ton
- 5,2 m rostbrauner Sand
- 6,3 m desgl., mit nußgroßen Quarzkieseln
- 7,5 m graugelber toniger Sand und Basaltzersatz
- 11,0 m grauer Basaltzersatz
- 12,5 m grauer Basaltzersatz mit rotem Kluftbelag
- 14,0 m grünlichgrauer Basaltzersatz
- 16,0 m desgl., mit einzelnen festen Gesteinsresten
- 20,0 m desgl., fester

- 24,0 m grünlichgrauer Basaltzersatz mit sehr viel grünlichgrauen Gelen
- 24,5 m grauer Basaltzersatz mit starken Gelkrusten
- 25,5 m zersetzter Tuff mit kantigen zersetzten Basaltresten
- 25,8 m violettbrauner und ziegelroter grobkörniger zersetzter Tuff mit schaumigen, blasigen Basaltbrocken
- 26,3 m graubrauner Zersatz von Basalt oder Tuff
- 27,5 m graubrauner zersetzter Basalt, olivinreich
- 28,7 m grünlichgrauer zersetzter Tuff mit viel Quarzkörnchen, Basaltlapilli mit dicken Gelkrusten
- 29,4 m stark verwitterter bis zersetzter olivinreicher Basalt
- 30,5 m desgl., schaumig-blasig mit fast faustgroßen kantigen Bruchstücken und zersetztem Tuff
- 31,6 m gelblichbrauner Tuffzersatz mit faustgroßen Knollen von grünlichgrauen Gelen
- 32,4 m desgl., mit vielen nußgroßen Quarzkieseln
- 33,5 m desgl., mit feinen Quarzkieseln
- 35,3 m desgl., mit viel Quarzsand und dichtem blaugrauem und weißlich gesprenkeltem (zersetzte Feldspäte) Basalt
- 37,5 m stark verwitterter Basalt
- 40,8 m Basalt wie vor, mit sandigem Tuff, stark zersetzt
- 44,0 m gelblichbrauner und grauer Tuffzersatz, sandig
- 49,6 m zersetzter Tuff wie vor, mit reichlich zersetzten Basaltbrocken
- 52,2 m fester blaugrauer Basalt, sehr klüftig, mit viel Gelen
- 53,6 m rötlicher schaumig-blasiger Basalt
- 65,0 m fester blaugrauer, z. T. frischer Basalt

#### IV. Versuch einer Koordinierung

Vergleicht man nun die Bohrungen von Staden und Leidhecken mit denen von Salzhausen, so ergibt sich zwanglos eine Koordinierung der bituminösen, kohlenführenden Schichten und der fossilführenden sandig-tonigen Folgen. Bei Staden liegen demnach bereits die tieferen Schichtenfolgen der Bohrungen von Salzhausen vor. Die Erbohrung von Rotliegendem bei Staden stützt diese Deutung. Während bei Staden die braunkohlenhaltigen Schichten bei ungefähr + 110 m N. N. liegen, finden wir sie in Salzhausen bei + 82 m über N. N. (Bohrung 20) und + 35 m über N. N. (Bohrung 19). Die Höhendifferenzen ergeben sich aus den bekannten Verwerfungen. Für ihre Datierung liegen nun sehr wichtige Fossilfunde in Tuffen bei Echzell vor. Diese Tuffe liegen auf dem tiefzersetzten und von einer Intrusion durchsetzten Basalt des Preule, der als einer der ersten vulkanischen bzw. basaltischen Decken die Scholle zwischen Nidda und Horloff überzieht und von jüngeren, festen, frischen mittelsauren und basischen Basaltmassen durchbrochen und überdeckt worden ist.

SCHOTTLER hat in seiner Nachlaßarbeit (1937) der Datierung des Beginns der vulkanischen Tätigkeit die von HAUPT (1931) vorgenommene Bestimmung der Fossilfunde vom Hessenbrücker Hammer und Schlechtenwegen zugrunde gelegt. HAUPT konnte seine Deutung aber nur auf Vermutungen stützen, so daß sie immer noch als unsicher gelten muß, womit auch der SCHOTTLER'schen Altersbestimmung die Grundlage fehlt.

Nach den hier mitgeteilten Bohrergebnissen und den Befunden bei Echzell und Staden ist der Beginn der vulkanischen Ereignisse, d. h. der Basaltvulkanismus eingengt auf die Zeitspanne zwischen der Ablagerung der Corbicula-Schichten in

der Bohrung Römerstraße westlich von Echzell und der burdigalen-helvetischen Tuffe am Preule östlich von Echzell. Auch räumlich liegt damit eine Einengung vor. Damit kommen wir erneut zu der Frage, ob die Sedimentfolge im Raum Salzhausen-Staden Schichten enthält, die sich mit solchen der tiefen Bohrungen im Horloffgraben identifizieren lassen.

In der Bohrung Römerstraße liegt unter dem Basalt zunächst eine kalkige Folge von Sanden und Tonen mit Tuffen und zersetzten Basaltgesteinen in rund 55 m Mächtigkeit. Darunter wurde Feinsand, z. T. etwas tonig, in 10 m Mächtigkeit erbohrt, ohne daß ihre Untergrenze festgestellt wurde. Nur diese können für eine Koordinierung mit den Sanden von Salzhausen und Staden in Frage kommen. Beide Folgen sind frei von Tuffen, zeigen ähnliche petrographische Beschaffenheit und gleichschwache Kalkgehalte. Demnach wäre in Bohrung Römerstraße noch eine größere Mächtigkeit dieser Sande zu erwarten.

Beim Preule liegen, nach Mitteilung von Ortsansässigen auf Grund von Brunnen-schachtungen, die hellen Sande in geringer Tiefe unter demselben tiefzersetzten und verwitterten Basalt wie bei Leidhecken. Er läßt sich über Leidhecken-Bingenheim-Bisses bis Ober-Widdersheim und Trais-Horloff verfolgen. Im Steinbruch der Firma Nickel in Ober-Widdersheim stehen die Sande mit ausgeblasenem Tuff gemengt in einer Spalte an.

In den tiefzersetzten Tuffschichten des Preules wurden bei Kanalisationsarbeiten Knochen gefunden, die Anlaß gaben, nachzugraben. Herr TOBIEN hat hier dann eine außerordentlich reichhaltige Säugetierfauna geborgen, die in das untere Helvet gehört (TOBIEN 1955). Es steht also fest, daß die Sande im Liegenden des Basaltes kein Unterpliozän sind, sondern älter als Helvet. Damit sind auch die ältesten Tuff- und Tuffitablagerungen vor das Helvet zu stellen. Die Fauna vom Preule beweist also ebenfalls, daß der Vulkanismus schon im Burdigal im Gange gewesen war. Das entspricht den Ergebnissen der Bohrung Römerstraße und harmoniert darüber hinaus mit dem von HAUPT vertretenen Alter der Braunkohlenlager von Hessenbrücker Hammer und Schlechtenwegen (SCHOTTLER 1918 und 1937, HAUPT 1931), obwohl die Fossilbestimmungen von diesen Fundstellen zweifelhaft bleiben.

Damit ist aber auch nach den entsprechenden Ablagerungen in der westlichen und südlichen Umgebung des Horloffgrabens zu fragen, denn eine so mächtige Folge von Sanden, wie sie hier bei Salzhausen angetroffen worden ist, kann kaum auf engsten Raum beschränkt geblieben sein. Ähnliche Sande in großer Mächtigkeit sind bei Rockenberg-Münzenberg und westlich von Wölfersheim bei Bad Nauheim/Nieder-Mörlen und Bauernheim bekannt. Die Rockenberger Sande werden der Corbicula-Stufe zugerechnet (LUDWIG 1858, SCHOTTLER 1937), die Bauernheimer Schichten dem Helvet (SCHÖNHALS 1934, KLÜPFEL 1930). Alle Vorkommen liegen aber unter dem tiefzersetzten Tuff und Basalt des sicheren Helvet wie bei Echzell, Leidhecken und Staden. Da ihnen auch Tuffe fehlen, sind sie zweifellos älter als Helvet. In ihrem Hangenden wurden kalkige Hydrobienschichten bei Münzenberg gefunden (SCHOTTLER 1937). Damit ergibt sich nicht nur für die Rockenberger Sande ein aquitanes Alter, sondern auch für die Bauernheimer, Salzhausener und Stadener Sande, wobei die sandigen Corbicula-Schichten der Bohrung Römerstraße das bisher fehlende Zwischenglied sind. Daß das Aquitan in der ganzen Wetterau eine Zeit sehr

lebhafter Wechsel in den Sedimentationsverhältnissen und starker Krustenbewegungen ist, wie sich aus den Einschwemmungen von Kies und Sand an den Gebirgsrändern in das marin-brackische Becken ergibt, lehren die Bohrergergebnisse des letzten Jahrzehnts. Auch südlich von Bohrung Römerstraße sind die Corbicula-Schichten noch etwas sandig, wenn auch sehr tonig bzw. kalkhaltig, wie die Bohrung Bönstadt zeigt.

### V. Bohrung Bönstadt

Sie liegt auf Blatt Windecken (Altenstadt) der geologischen Karte 1:25000 und ist angesetzt in ungefähr 155 m über N. N. Die Gitterwerte sind: Rechts 348942; Hoch 557211.

Erbohrt wurden:

- 0— 0,20 m dunkelgraubrauner Lehm, kalkhaltig
- 1,00 m hellbrauner Lehm, kalkhaltig
- 1,95 m dunkelgrauer sandiger Mergel
- 2,40 m hellgrauer Schluff bis schwach toniger Feinsand
- 3,65 m grauer bis gelbbrauner Ton
- 4,05 m hellbrauner Sand, etwas kalkhaltig
- 5,30 m hellgrauer sandiger Ton, kalkhaltig
- 6,60 m dunkelgrauer fetter Ton
- 7,80 m hellgrauer, gelber, rostfleckiger sandiger Mergel
- 8,15 m hellgrauer staubsandiger Mergel
- 8,25 m graubrauner mittelkörniger Sand mit Kalkschalen
- 11,20 m gelber Staub und Feinsand bis Schluff
- 11,85 m grauer Staubsand und Schluff
- 12,15 m fetter dunkelgrauer Ton mit Braunkohlenstückchen
- 13,80 m hellgrauer, roststreifiger feinsandiger Ton
- 19,50 m fetter grünlicher Ton mit gelben und grauen Streifen
- 19,80 m fetter dunkelgrauer Ton, etwas kalkhaltig
- 19,90 m grünlichgrauer sehr kalkhaltiger Mergel
- 22,00 m desgl., etwas dunkler
- 22,50 m desgl., sehr fossilreich von 19,90—22,50 m
- 23,60 m fossilreiche dunkelgraue sehr kalkhaltige Mergel
- 24,20 m dunkelgraue sehr kalkhaltige Mergel
- 24,90 m grünlichgrauer gelbfleckiger fetter Mergel, sehr kalkhaltig
- 26,10 m hellgrüner fetter Ton mit Kalkschalen und viel Mikrofossilien
- 26,45 m graublauer fetter Mergel, fossilreich, stark kalkhaltig
- 27,00 m dunkelgrüner fetter Mergel
- 28,90 m sehr kalkhaltige glimmerreiche sandige Mergel, dunkelgraugrünlich, fossilreich
- 29,30 m etwas sandiger grauer fetter Mergel
- 31,20 m grauer sandiger Mergel
- 32,40 m sehr fossilreicher dunkelgrauer grünlicher Mergel
- 35,60 m fossilführender Mergel und Kalkstein, hellgrau
- 39,30 m dunkelgrauer sandiger Kalkstein und Mergel, fossilhaltig
- 42,15 m dunkelgrauer sandiger Mergel
- 47,40 m hellgrauer Mergel mit Kalkstein
- 48,20 m grauer sehr sandiger Mergel und mergeliger Sand
- 49,90 m grauer Mergel mit weißen, kreideartigen Nestern und Streifen
- 51,60 m schwerer dunkelgrauer Mergel mit weißen, kreideartigen Nestern und Streifen
- 53,20 m dunkelgrau-grünlicher schwerer sehr sandiger Mergel
- 54,60 m sehr sandiger grauer Mergel
- 60,00 m schwerer, fetter grünlichbrauner bis olivfarbener Mergel mit weißen, kreideartigen Einlagerungen

- 63,20 m graubrauner Mergel
- 64,90 m dunkelgrauer Mergel
- 66,00 m hellgrauer Mergel
- 66,70 m schwarzgrauer Mergel
- 67,40 m dunkelgrauer Mergel
- 68,40 m schwarzgrauer Mergel
- 69,20 m grauer Mergel
- 71,60 m schwarzgrauer Mergel mit vielen Schalenresten
- 73,90 m grauer Mergel
- 77,60 m grünlicher Mergel

Über den paläontologischen Befund teilte mir Herr Dr. Trichel brieflich mit:

0,0 — 1,0 m fossilfrei

---

1,0 — 1,95 m Ostracoden:

- Ilyocypris bradyi* Sars h
- Ilyodromus olivaceus* (BR. & NORM.) nh
- Scottia browniana* (JONES) ss

Quartär, Quellfauna

---

1,95—19,5 m fossilfrei

---

19,5 —47,4 m Ostracoden:

- Eucypris agglutinans* (LKL.) in den meisten Proben ns
- Cyprinotus parvus* (LKL.) 19,5—31,7 m, meist h
- Cypridopsis similis* LKL., in den meisten Proben s-h
- Hemicyprideis miocaenica* (LKL.) 28,9—31,7 m s
- Foraminiferen:
- Quinqueloculina* sp. 26,1—29,8 m ss
- Hydrobien, meist h
- Hydrobia inflata* 32,4—35,6 m ns in typischen Stücken

Corbicula-Sch., im oberen Teil bereits Hydrobien-Sch.?

---

47,4 —60,0 m Ostracoden:

- Hemicyprideis miocaenica* (LKL.) nh
- Foraminiferen: im oberen Teil (47,4—49,9 m) h
- Bulimina* sp. h
- Buliminella* sp. s
- Bolivina* sp. h

Die Foraminiferenfauna setzt sich aus Arten zusammen, die für die Cerithien-Sch. charakteristisch sind, gelegentlich aber auch bis in die Unteren Corbicula-Sch. aushalten.

An Ostracoden fand sich leider nur die eine Art, die keinen Leitwert besitzt.

Es muß also zweifelhaft bleiben, ob es sich um Untere Corbicula-Sch. oder um untypisch entwickelte Cerithien-Sch. handelt.

---

60,0 —77,0 m Ostracoden:

- Ilyocypris* sp., vereinzelt
- Cytheromorpha zinndorfi* (LKL.) 60,0—69,2 m h
- Hemicyprideis miocaenica* (LKL.) 64,95—77,6 m h-hh
- Cytherura* sp. 68,65—69,2 m ss
- Clitrocyprideis parallela* (LKL.) 69,2—77,6 m h
- Cyprideis* n. sp. 60,0—70,45 m hh
- Haplocytheridea* n. sp. 63,2—70,45 m h

Die beiden letztgenannten Arten sind gute Leitformen für das Oberste, brackische Chatt.

Der Übergang von Hydrobien- zu Corbicula-Schichten zeigt, wie Herr TRIEBEL mitteilte, keine scharfe Grenze. Auch die Cerithien-Schichten lassen sich nicht scharf abtrennen. Bezeichnend ist, daß hier, wie in der Bohrung Römerstraße, kreidige Kalke auftreten und die Folge der Corbicula-Schichten geringmächtig und nicht ausgesprochen typisch erscheint. Vielmehr deutet die Fauna an, daß die einzelnen Stufen hier Faziesbildungen des Aquitans darstellen und seine Ablagerungen sich im Raum der Wetterau nicht scharf trennen lassen. Kreidige Kalke in fetten Mergeln unter zersetztem Basalt wurden auch bei Bohrungen im Kasernengelände bei Butzbach angetroffen. Über diese Befunde wird später im Zusammenhang mit der Behandlung der besonderen Probleme des Butzbacher Raumes berichtet werden.

Sehr auffällig ist, daß wir bei Butzbach in geringer Entfernung von Rockenberg eine ausgesprochene kalkig-tonige Ausbildung der Corbicula-Schichten vorliegen haben. Sie entspricht ganz den Bönstädter Ablagerungen. Damit erscheint das Senkungsfeld zwischen dem Taunusrand und dem Vogelsberg mit dem damaligen Buntsandsteinrand durch eine mächtige Sandaufschüttung, der auch die Münzenberger Sandsteine und Konglomerate zugehören, im Zuge des Horloffgrabens und seiner Randschollen aufgeteilt. In der Horloffsenke sind demnach sandige Corbicula-Schichten zu erwarten. Die sandigen Folgen in den Bohrungen Gemarkung Feldheim, Trais-Horloff und beim Wasserwerk Inheiden, die sich unschwer koordinieren ließen, entsprechen den Sanden zwischen dem Basalt und dem Cyrenenmergel mit ihrer Teilung durch eine tonige Serie, die auch in den Bohrungen in Salzhausen vorhanden ist. Die Mächtigkeit der Sande nimmt dabei generell von Westen nach Osten zu, d. h. mit Annäherung an den ehemaligen, d. h. vorbasaltischen Buntsandsteinrand des Vogelsberges. Kalkig-mergelige Sedimentationsräume, d. h. Teilbecken, waren bei Butzbach und im Horloffgraben schon damals entwickelt.

## VI. Die tektonische Entwicklung

Das tektonische Bild ist noch unscharf, aber die Hauptzüge der Entwicklung des Horloffgrabens und seiner Randschollen geben sich deutlich genug zu erkennen, um für weitere Untersuchungen die Richtungen anzuzeigen.

Das Meer der Rupeltonzeit bespülte den Taunusrand; im Chatt erfolgte der Rückzug und hinterließ Ablagerungen auch in der Horloffsenke, wie hier erstmalig gezeigt werden konnte. Während des Aquitans wurde die Senkung durch Sandaufschüttungen überholt, wobei ein Teilbecken bei Butzbach zwischen dem Devon des Wettertales (Oppershofen) und dem Taunusrand vertieft und abgeschnürt wurde, so daß hier mächtige tonig-brackische Ablagerungen der Corbicula-Zeit entstanden und erhalten blieben.

In der Gesamtsenkung blieben die Devonschollen von Oppershofen und Bingenkeim, sowie das Rotliegende und der Zechstein bei Rabertshausen und Salzhausen zurück, und es entwickelten sich bereits die das Wetter- und Horlofftal einerseits und das Horloff- und Niddatal andererseits trennenden Schollen, zwischen denen der Horloffgraben weiter einsank, und zwar als rhombisch begrenzte Schrägscholle zwischen Hungen und Nieder-Florstadt. Zur Zeit der vulkanischen Durchbrüche

und bei der Bildung der vulkanischen Decke zu Ende der Corbicula-Zeit war auch schon ihre Quergliederung angelegt und in Funktion, da Cyrenenmergel und Corbicula-Schichten im Zuge des Braunkohlenfeldes Römerstraße nebeneinander lagen und die Tuffe bzw. Tuffite im nördlichen Abschnitt schon der Abtragung anheimfielen, während sie im südlichen Abschnitt (während der Hydrobienzeit (?)) und im Burdigal mitabgesenkt wurden. Im Helvet überzog ein Panzer z. T. verwitterter zersetzter basaltischer Laven das Land, und Tuffe deckten die Fauna vom Preule bei Echzell zu. Aus Torton, Sarmat und Pont haben wir keine sicheren Zeugnisse. Erst das Oberpliozän mit seinen Braunkohlenlagern ermöglicht, den Faden der Entwicklungsgeschichte wieder aufzugreifen, da die Flöze den neu belebten Schollenrandzonen folgen und Ablagerung im Wechsel mit Abtragung diesen Fortgang der Bewegung bis heute zu erkennen geben (SCHENK 1956).

## VII. Zusammenfassung

Durch neuere Bohrungen in der Horloffsenke wurden Corbicula-Schichten bei Grube Römerstraße westlich von Echzell und Cyrenenmergel bei Trais-Horloff nachgewiesen.

In der erstgenannten Bohrung wurden in einer mergeligen Schichtenfolge über den fossilführenden Schichten der Corbicula-Stufe vulkanische Gesteinsbildungen festgestellt, die den Beginn des basaltischen Vulkanismus im Aquitan bezeugen. Vermutlich gehören diese Schichten schon der Hydrobienstufe an. Die Folgen mit vulkanischen Gesteinsbildungen haben eine Mächtigkeit von rund 100 m. Im Norden der Horloffsenke bei Trais-Horloff und in der Gemarkung Feldheim sind sie dagegen nur etwa 40 m mächtig; im NO (bei Wasserwerk Inheiden) fehlen sie ganz. Die Auflagerungsfläche der Basaltdecke geht im gleichen Niveau über N. N. über Cyrenenmergel und Corbicula- bzw. Hydrobien-Schichten hinweg. Hieraus ergibt sich eine tektonische Gliederung des Horloffgrabens, die schon vor der Überdeckung durch Basalt und Tuff bestand, also nicht postbasaltisch sein kann.

Das aquitane Alter des Beginns des Basaltvulkanismus in der nördlichen Wetterau wird gestützt durch die Funde der Fauna in den Tuffen am Preule bei Echzell; sie gehören dem Burdigal-Helvet an und liegen auf tief zersetztem Basalt über den sandigen Folgen von Salzhausen-Staden. Das Profil vom Rotlauf bei Staden wurde durch Bohrungen bei Staden und Leidhecken ergänzt. Es ergibt sich, daß diese Schichtenfolgen nicht dem Unterpliozän angehören können. Sie sind prähelvetisch und, wie der versuchte Vergleich zeigt, sind sie in die Corbicula-Stufe, jedenfalls in das Aquitan zu stellen. Da diese Sande dem Phonolith von Salzhausen auflagern und auch im Hohen Vogelsberg die Phonolithausbrüche den Vulkanismus einleiten, ergibt sich für seinen Beginn ein mittleres aquitanes Alter (Corbicula-Stufe).

Die Ergebnisse der Bohrungen im nördlichen Abschnitt des Horloffgrabens ermöglichten eine Koordinierung der Schichten vom Ostrand des Braunkohlenflözes bei Wohnbach-Bellersheim bis zum Ostrand des Grabens und die Darstellung der tektonischen Struktur des Grabens sowie der dadurch bedingten Bildung und Begrenzung des oberpliozänen Braunkohlenlagers.

## Schriftenverzeichnis

- DIEFENBACH, E.: Erläuterungen zur Sektion Gießen der Geologischen Specialkarte des Großherzogtums Hessen 1:50000. — Darmstadt 1856.
- HAUPT, O.: Das Alter der Braunkohlen vom Hessenbrücker Hammer und von Schlechtenwegen im Vogelsberg. — Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-A. Darmstadt für 1930, (V) 13, S. 62—66, Darmstadt 1931.
- KLÜPFEL, W.: Burdigal und Helvettransgression im Rheintalgraben. — Geol. Rdsch., 21, S. 165, Berlin 1930.
- KIRCHHEIMER, F.: Das Hauptbraunkohlenlager der Wetterau. — Ber. wetterauische Ges. ges. Naturk. Hanau a. M. für 1921—1933, S. 1—74, 6 Abb., 10 Taf., Hanau 1934.
- LUDWIG, R.: Erläuterungen zur Sektion Friedberg der geologischen Specialkarte des Großherzogtums Hessen 1:50000. — Darmstadt 1855.
- Geognosie und Geogenie der Wetterau. Naturhist. Abh. aus dem Gebiete der Wetterau. Festgabe der Wetterauer Gesellschaft für die gesamte Naturkunde in Hanau bei ihrer 50-jährigen Jubelfeier, S. V—229. Hanau 1858.
- Die Pliocän-schichten mit *Unio viridis* LDWG. in der Wetterau. — Notizbl. Ver. Erdk. u. verwandte Wiss. Darmstadt u. d. mittelrhein. geol. Ver., (III) 3, S. 76, Darmstadt 1864.
- SCHENK, E.: Die Wetterauer Braunkohlen, ihre Stratigraphie und Tektonik und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für den Bergbau. — Z. deutsch. geol. Ges., 104, 1952, S. 191—193, Stuttgart 1953.
- Postpliozäne Krustenbewegungen mit Faltenformen in der Wetterau. — Geol. Rdsch., 43, S. 62—72, Stuttgart 1955.
- Erosion und Sedimentation im Hauptbraunkohlenlager der Wetterau. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, Wiesbaden 1956.
- SCHÖNHALS, E.: Geologie der Umgebung von Bad Nauheim und Friedberg unter besonderer Berücksichtigung der Tertiärablagerungen. — Abh. hess. geol. L.-A., 9, 1 S. 1—134, Darmstadt 1936.
- SCHOTTLER, W.: Erläuterungen zur Geologischen Karte des Großherzogtums Hessen i. M. 1:25000, Blatt Allendorf (a. d. Lumda). — 117 S., 2 Taf., Darmstadt 1913.
- Beiträge zur Geologie in der nördlichen Wetterau auf Grund neuer Bohrungen. — Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-A. Darmstadt 1918, (V) 4, S. 57—87, Darmstadt 1919.
- Erläuterungen zur geologischen Karte von Hessen i. M. 1:25000 Blatt Hungen. — 106 S., Darmstadt 1921.
- Die Geologie von Salzhausen. — Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-A. Darmstadt, (V) 7, Darmstadt 1925.
- Der Vogelsberg. — Notizbl. hess. geol. L.-A. Darmstadt, (V) 18, S. 3—86, 2 Abb., 2 Taf., Darmstadt 1937.
- TOBIEN, H.: Die oberpliozäne Säugerfauna von Wölfersheim-Wetterau. — Z. deutsch. geol. Ges., 104, 1952, S. 191, Stuttgart 1953.
- Eine miozäne Säugerfauna aus vulkanischen Tuffen des Vogelsberges. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1953, 105, S. 588, Hannover 1955.
- WENZ, W.: Das Tertiär im Vogelsberg und seine Beziehungen zu dem der Wetterau und zu anderen Tertiärablagerungen. — Ber. wetterauische Ges. f. d. ges. Naturk. z. Hanau a. M. f. 1909—1921, S. 1—82, 3 Taf., Hanau 1922.

Manuskript eingegangen am 5. 1. 1956

## Zur Gliederung des Pleistozäns in Niederhessen

Von

**HANS UDLUFT, Wiesbaden und VOLKER JACOBSHAGEN, Marburg/Lahn**

Mit 5 Abbildungen und den Tafeln 13—15

### Inhalt

I.	Einleitung . . . . .	255
II.	Die Profildarstellung . . . . .	259
III.	Die Stratigraphie des Pleistozäns bei Borken . . . . .	260
	a) Ältere Schotter . . . . .	261
	Unterer älterer Schotter . . . . .	262
	Geflammtter Ton . . . . .	263
	Oberer älterer Schotter . . . . .	263
	b) Klapperberg-Schotter . . . . .	265
	c) Talschotter . . . . .	267
	d) Löß . . . . .	268
IV.	Beschreibung der im Tagebau Altenburg 2 aufgenommenen Profile . . . . .	270
V.	Folgerungen . . . . .	277
VI.	Zusammenfassung . . . . .	279
	Schriftenverzeichnis . . . . .	280

### I. Einleitung

Der Braunkohlentagebau Altenburg 2 (vgl. Taf. 13 Fig. 1) der Preuß. Elektrizitäts-A. G. in Borken ist einer der größten, ja er war etwa 1950/52 wohl der größte Aufschluß Hessens, wird aber in naher Zukunft von dem Tagebau Altenburg 4 übertroffen. Der Braunkohlenabbau verlangt, wie aus den beigegebenen Bildern zu ersehen ist, daß das Deckgebirge in mehreren Baggerschnitten hinweggenommen wird. Je nach der Mächtigkeit der Deckschichten sind dazu 2 Tiefschnitte mit Eimerkettenbaggern und 1 oder 2 Vorschnitte, die mit einem Schaufelradbagger (vgl. Taf. 13 Fig. 2) ausgeführt werden, notwendig. Die hierdurch geschaffenen Aufschlüsse bieten einen ausgezeichneten Einblick in die tertiäre Schichtfolge des Borkener Raumes und deren pleistozäne Deckschichten.

Obwohl die Gesamtfläche des Tagebaus durch eine Vielzahl von Bohrungen sorgfältig erkundet war, wurde vor einigen Jahren unerwartet eine Basaltscholle angetroffen, die die Baggerei empfindlich störte und umgangen werden mußte. Diese vom Schaufelradbagger freigelegte Wand zeigte geologisch bemerkenswerte Bilder,

die dem Abbau über kurz oder lang zum Opfer fallen mußten und die, weil photographische Aufnahmen, wie die beigegefügte Fig. 3 auf Taf. 13 zeigt, wegen der Schaufelradzahnschrammen nur wenig befriedigende Aufnahmen ergaben (auch Koloraufnahmen), deshalb durch maßstabsgerechte Zeichnungen festgehalten wurden.

Die Baggerwand zeigte damals sehr auffällige, nicht ohne weiteres deutbare Erscheinungen, die wir aus dem Vergleich mit ähnlichen Bildern zu deuten hofften.

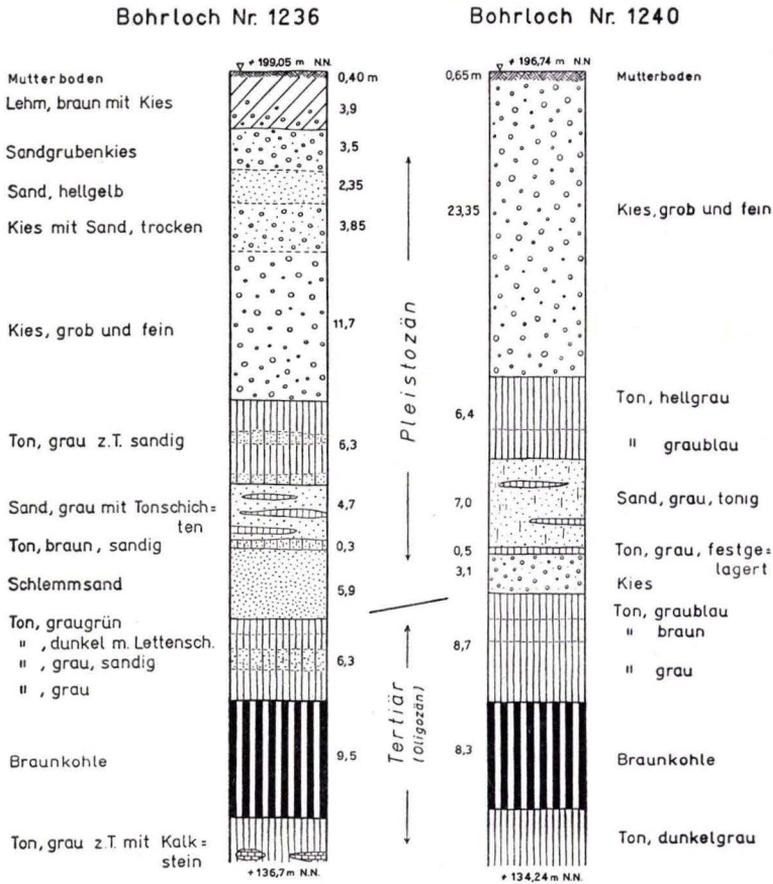


Abb. 1. Profil der Bohrlöcher 1236 und 1240

Das war der Anfang für häufig wiederholte Besuche und führte zu einer Zusammenarbeit zwischen dem Hessischen Landesamt für Bodenforschung, dem Geologischen Institut der Universität Marburg und der Preuß. Elektrizitäts-A. G. in Borken, die die Arbeiten des Geologischen Institutes immer bereitwilligst förderte, so daß sie durch Jahre hindurch fortgesetzt werden konnten, bis der Tagebau Altenburg 2 mit seiner Nordwand seine größte Ausdehnung erreicht hatte. Während dieser (sich durch mehrere Jahre hinziehenden) Zeit sind (in allerdings unregelmäßigen Zeitabständen)

eine beträchtliche Anzahl von Profilzeichnungen entstanden, die in den Tafeln 14 und 15 in Auswahl gezeigt werden, und deren Lage im Tagebau auf Abb. 2 wiedergegeben ist.

Vom Marburger Institut waren die Herren BENDER, BISCHOFF, GRAMANN, HAMANN, JACOBSHAGEN, LANG und STOPPEL beteiligt.

Wir danken hier Herrn Prof. Dr. E. JACOBSHAGEN (Marburg), der uns freundlicherweise die Fossil-Liste einer rißzeitlichen Fauna von Fritzlär zur vorläufigen Veröffentlichung überließ, ferner den Herren Prof. Dr. KRÄUSEL (Frankfurt) und Dr. KELLNER (Marburg) für die liebenswürdige Bestimmung fossiler Hölzer.

Die Aufnahmezeichnungen haben Aufschlußbilder von pleistozänen Ablagerungen und pleistozänen Vorgängen festgehalten, wie sie in dieser Ausdehnung im hessischen Raum bisher nicht gesehen wurden. Jedes dieser Bilder konnte aber nur während des gerade zufällig ausgeführten Besuches studiert werden, weil schon der nächste Tag mit dem Fortschreiten der Baggerarbeiten das Bild verändert und den Aufschluß für immer hinweggenommen hat. Es wird deshalb hier der Versuch gemacht, diese gezeichneten Aufschlüsse im Bild wiederzugeben, zu erläutern und in ihrer Bedeutung unserer Meinung nach auszuwerten. Aus drucktechnischen und finanziellen Gründen kann aber leider nur ein Teil der gezeichneten Profile wiedergegeben werden.

Während die Hauptschnitte in der Hauptsache tertiäre Schichten freilegten, geben die Vorschnittaufschlüsse einen Einblick in die pleistozänen Bildungen, die, wie die Geologische Karte Blatt Borken 1 : 25000 zeigt, den Raum zwischen dem Edertal im Norden, dem Schwalmtal im Osten und Süden und dem Buntsandsteinrand zwischen dem Edertal und der Schwalmforte im Westen aufbauen. Diese pleistozänen Bildungen sind vorwiegend kiesig-sandiger Natur, sie führen tonige Zwischenlagen und liegen über dem tertiären Sockel, der von der Braunkohle abgesehen, fast durchweg toniger Natur ist und in den beiden Eimerkettenbagger-schnitten freigelegt ist. Einen Einblick in die Tagebaugrube mit dem Tertiäraufschluß bietet die Fig. 1 auf Taf. 13. Die geologische Stellung der Borkener Braunkohle ist an anderer Stelle z. B. bei BLANCKENHORN 1950 und UDLUFT 1950 sowie bei STECKHAN 1954 und in dem Beitrag von UDLUFT zur STECKHANSCHEN Darstellung hinsichtlich der Einstufung in die Tertiär-Stratigraphie erörtert worden, sodaß auf eine Wiederholung verzichtet werden kann.

Zur Kennzeichnung der Lagerungsverhältnisse sei hier nur im Anschluß an die als Bohrprofile gegebenen Bohrlöcher Nr. 1236 und 1240 (Abb. 1) wiederholt, daß das Hauptflöz zur unteren, älteren hessischen Braunkohle gehört, die in das Unteroligozän gestellt wird. Darüber liegt der Melanienton, der z. T. auch als Melanienkalk ausgebildet ist und der in den Tagebauen Altenburg 2 und 3 eine reiche Fossilfauna geliefert hat, die in der Arbeit GRAMANN beschrieben worden ist. Hingewiesen sei hinsichtlich der tektonischen Ausbildung des Raumes auf den Aufsatz von UDLUFT & LANG (1956).

Pollenanalytisch ist die Borkener Braunkohle zuletzt von MÜRRIGER & PFLANZL (1955) beschrieben worden. Ein dünnes Flözchen, das über dem Melanienton im Tagebau Altenburg 2 aufgeschlossen war, ist neuerdings von PFLANZL & MÜRRIGER als altersmäßig zwischen dem Borkener und Rheinischen Bild stehend ermittelt worden und damit auch in das Unteroligozän zu stellen.

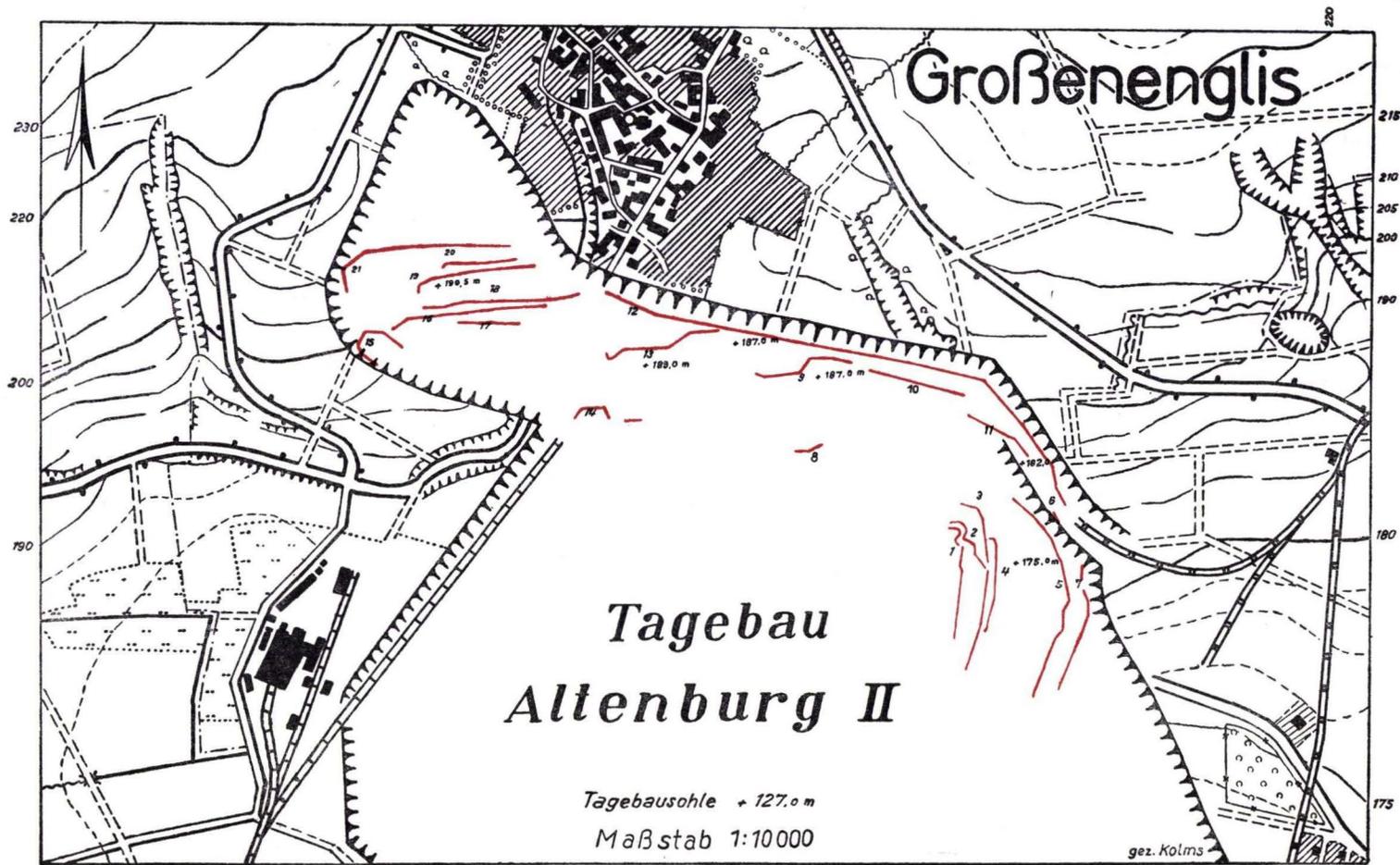


Abb. 2. Lageplan der gezeichneten Wände im Maßstab 1:10 000

Die Geologische Karte 1 : 25000 Blatt Borken, auf die zum Vergleich hingewiesen sei, zeigt, daß sich nach Süden hin der Septarienton über den Melanienton unter das Stadtgebiet von Borken mit dem „Blumenhain“ einschiebt.

Nördlich davon, jenseits vom Schwalmthal, liegt die große Masse der pleistozänen Ablagerungen mit den Kiesen und Schottern des Höhenrückens von Großenenglis, der Kalbsburg und Udenborn, die hier in zahlreichen Aufschlüssen angeschnitten sind und die BLANCKENHORN in dem Aufsatz von 1950 zuletzt besprochen hat. Er hat sie z. T. in das Pleistozän gestellt, ohne daß er hierfür paläontologische oder sonstige Beweise erbringt. Er stützt ein Terrassenschema auf den Vergleich des Habitus der verschiedenen Kiese.

## II. Die Profildarstellung

Diese Pleistozänablagerungen haben zahlreiche Merkmale für Bodenbewegungen gezeigt, die auf das periglaziale Klima und Vorgänge im periglazialen Raum zurückgehen, wie sie in solcher Ausdehnung und Schönheit bisher in der Umgebung noch an keiner Stelle freigelegt gewesen sind.

Einen ausgezeichneten Einblick in diese Bewegungen bieten allerdings die Tagebauwände der Farbkohlengrube van Dyck der Firma Urban in Frielendorf, die deshalb so besonders gute Bilder zeigen, weil in diesem Betrieb im wesentlichen von Hand gearbeitet wird, und die Wände bei der verhältnismäßig kleinen geförderten Farbkohlenmenge nur langsam weiter vorschreiten, so daß die Aufschlüsse längere Zeit vergleichbar sind und gleichmäßig erhalten bleiben.

Die aufgeschlossenen Bilder von gefalteten Ton- und Sandmassen und solche, die offenbar durch kleintektonische Vorgänge gegliedert schienen, legten zeichnerisches Festhalten nahe, nachdem sich gezeigt hatte, daß nur auf diesem Weg ein Festhalten dieser zur Abtragung bestimmten Bilder möglich war.

Dieses hat zunächst derartig unerwartete Bilder gezeigt, daß Herr C. W. KOCKEL (Marburg) und der Verfasser (UDLUFT) die Aufschlüsse wiederholt begangen und verglichen haben. Nachdem das Verhältnis von Decke zur Kohle keinen Tagebaubetrieb mehr gestattet, der Bergbau hier nur noch im Tiefbau weitergeht, die Aufschlußwände deshalb nicht mehr weiter fortschreiten, schien der Zeitpunkt gekommen, die gezeichneten Profile miteinander zu vergleichen, auszudeuten und darüber zu berichten.

Die aufgenommenen Profile sind maßstabsgerecht nach Länge und Höhe; sie wurden ursprünglich im Maßstab 1 : 50 gezeichnet und photographisch auf etwa 1 : 250 verkleinert. Die absoluten Höhen sind an einer Reihe von Stellen eingetragen, so daß unter Beachtung des Lageplans ein ungefährer Vergleich der Höhenlage der verschiedenen Pleistozänbildungen möglich ist. Dargestellt sind nur diejenigen Teile der Anschnittwände, die die Lagerungsverhältnisse erkennen ließen, während die vor den anstehenden Wänden liegenden, abgerutschten Sand- und Kiesmassen weiß gelassen wurden. Die Unterkante der Streifen auf den Tafeln stellt in jedem Fall die Basis des Vorschnittes vor.

Die Lage der Profile geht aus dem beigefügten Lageplan (Abb. 2) hervor, der von der Markscheiderei der Preag gezeichnet worden ist. Ursprünglich waren nur die Aufnahmedaten als einzige Angaben vorhanden. Die Lage der Profile wurde nachträglich von der Markscheiderei in Borken rekonstruiert. Diese Karte zeigt das allmähliche Fortschreiten des Abbaus und läßt erkennen, daß die aufgenommenen Profile, die rund 3000 m Aufschlußlänge entsprechen, den Gesamtanstieg des Hanges von der Schwalmtealebene zur Höhe von Großenenglis erfaßt haben und auch das Längsprofil der Tagebauwand wiedergeben.

Selbstverständlich können hier nicht alle Einzelheiten der verschiedenen gezeichneten Profile erörtert werden, wie ja auch nicht alle aufgenommenen Profile, die eine Gesamtprofillänge von 60 m im Maßstab 1 : 50 hatten, als Anlage gedruckt werden können.

Vor der Einzelbeschreibung der Profile soll zunächst (verglichen nach den Aufschlüssen des Tagebaus Altenburg 2, Bohrungen, der Kiesgrube an der Kalbsburg und der Völkerschen Kiesgrube am Klapperberg) eine stratigraphische Kennzeichnung der Pleistozänglieder dieses Raumes versucht werden.

### III. Die Stratigraphie des Pleistozäns bei Borken

Außer den Tagebau- und Bohrungsaufschlüssen der Preag wurden die Kiesgrube an der Kalbsburg westlich Udenborn und die Völkersche Kiesgrube am Klapperberg nordöstlich Gombeth untersucht. Das Profil der letzteren ist in Tab. 1 wiedergegeben.

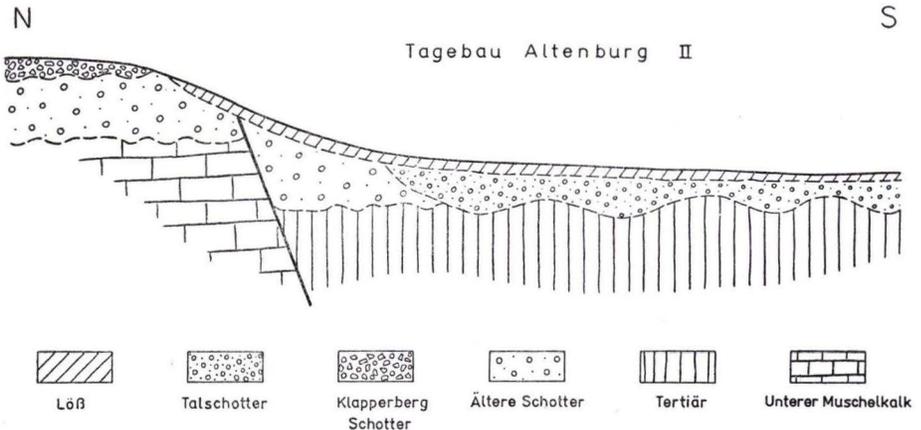


Abb. 3. Schematisches Profil der Lagerungsverhältnisse nördlich von Borken

Abb. 3 gibt die Lagerungsverhältnisse der verschiedenen Pleistozän-Sedimente über Tertiär und Trias nördlich von Borken in einem schematischen N-S-Profil wieder. Im folgenden werden diese Ablagerungen näher behandelt.

Tabelle 1. Profil der Völkerschen Kiesgrube am Klapperberg

Klapperberg-Schotter	G 1,75 m	Schotter, nußgroß (21% Buntsandstein, sonst paläozoisches Material und Quarz), mit Sand und hellgrauem Ton schlierig durchmischt
Oberer älterer Schotter	F 0,70 m	Sand, gelbbraun mit Tonschlieren
Geflammtter Ton	E 2,00 m	Ton, teilweise lehmig, geflammt; Farben: grau, gelb, braun, rotbraun. Im höheren Teil 1 cm Mn-Verwitterungsband, schwarz
Unterer älterer Schotter	D 1,00 m	Sand, hellgelbbraun, sauber geschichtet.
	3,00 m	Kies (fein) und Sand, hellgrau; Sandgehalt nimmt nach unten zu
	C 1,20 m	Kies, sandig mit Tonschlieren und unregelmäßig begrenzten Tonlinsen. Als Einlagerungen faustgroße Basaltleichen und eckige Buntsandsteinbrocken
	B ca. 3,00m	Sand, hellgrau, sauber geschichtet
	A ca. 4,50m	Sand, mit Kieslinsen wechselnd. Im obersten Meter häufig unregelmäßige, aber scharf abgegrenzte Sandschollen, Durchmesser bis 24 cm, violettbraun (= völlig zersetzter Buntsandstein), Basaltleichen und Tonkugeln. Kreuzschichtung unruhig, wird gegen das Liegende gleichmäßiger

## a) Ältere Schotter

(vgl. Abb. 4, schematisches Profil der Völkerschen Kiesgrube am Klapperberg)

Darunter verstehen wir eine ansehnliche Folge von Kiesen und hellen Sanden (in Bohrprofilen bis 56 m mächtig), die wesentlich am Aufbau des Höhenrückens zwischen Fritzlar und Großenenglis teilnimmt. Besonders im Tagebau Altenburg 2 der Preag Borken ist sie gut aufgeschlossen. Sie liegt dort verschiedenen Horizonten des Tertiärs diskordant auf.

Die Schotter bestehen aus Geröllen bis zur Größe eines Hühnereis und setzen sich fast ausschließlich aus gebleichtem Kieselschiefer (58,8%), Quarz (21,7%) und paläozoischen Quarziten (12%) zusammen. Buntsandstein und Grauwacken spielen keine Rolle. Es handelt sich also um ausgesprochene Restschotter. Sie wechseln mit weißen, bis rötlich-bräunlichen Sanden ab und enthalten kleine Linsen aus grauem Ton. In einzelnen Lagen und Nestern sind die Kiese durch Brauneisen zu Konglomeraten verfestigt.

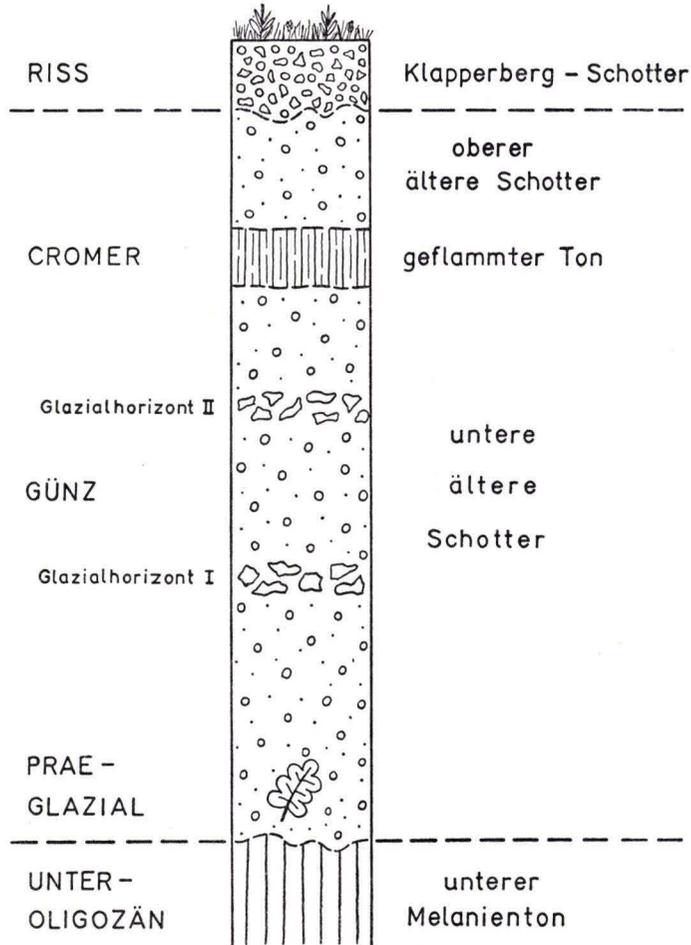


Abb. 4. Schematisches Profil der Völker'schen Kiesgrube am Klapperberg nordöstlich von Gombeth „Cromer“ nach WOLDSTEDT 1954

#### Unterer älterer Schotter

Er bildet die Masse der älteren Schotter im Tagebau Altenburg 2 und in der Völker'schen Kiesgrube (Tab. 1, A-D). In der Kiesgrube an der Kalbsburg findet sich nur solcher.

Der untere ältere Schotter beginnt mit wohlgeschichteten Kiesen und Sanden, aus deren tiefsten Teil als bisher einziges Fossil der älteren Schotter der mehrere Meter lange Rest eines Baumstammes ausgebaggert wurde. Nach freundlicher Bestimmung von Herrn Prof. Dr. R. KRÄUSEL handelt es sich um *Qercus cf. pedunculata* EHRHARDT. Herr Prof. KRÄUSEL bemerkte dazu: Diese einheimische Eichenart „... spricht wie die Erhaltung des Holzes für Diluvium. Botanisch läßt sich nicht entscheiden, ob prä-, inter- oder postglazial, nur die Glaziale sind ausgeschlossen!“

Einige Meter darüber wird das Bild der Sedimentation unruhiger. Man findet hier den tieferen von zwei auffallenden Horizonten (Tab. 1, A und C), die durch ca 3 m

sauber geschichtete Sande und Kiese getrennt werden. In den ersteren dagegen wird die Kreuzschichtung kleinen Ausmaßes durch unregelmäßig eingelagerte Klumpen aus grauem Ton, stark zersetzte Basaltkugeln („Basaltleichen“) und eckige, z. T. plattige Buntsandsteinbrocken gestört. Diese Einlagerungen sind gewöhnlich faust- bis mehr als kopfgroß und zeigen, daß grober Gehängeschutt aus nächster Nähe in die fluviatilen Sedimente aufgenommen wurde. Fallen hier schon die gegen humides Klima und Wassertransport so empfindlichen Basalte auf – als Schotterkomponente finden sie sich nur in den jüngsten Schottern der Schwalm, den Talschottern (s. unten) – so erst recht die kugeligen Tonklumpen (Taf. 13 Fig. 4). Diese können kaum anders als in gefrorenem Zustand transportiert worden sein. Diese Erklärung wird durch die Schlierenstruktur eines geflossenen Dauerfrost-Bodens in dem oberen der beiden Horizonte in der Völkerschen Kiesgrube unterstrichen. (Da keine Hangneigung angenommen werden kann, die Rutschungen unter anderen Klimaverhältnissen ermöglicht hätte, ferner die Fließbewegung eine nur 1,2 m mächtige Zone zwischen wohlgeschichteten Ablagerungen durchmischt hat, kommt nur diese genetische Deutung in Frage.) Hier ist auch eine Angabe ELBORGS zu beachten (1951, S. 28–29), der in buntsandsteinfreien Schottern (= älteren Schottern) des Tagebaus „Großenenglis“ (= Altenburg 2) zwei Horizonte mit Bodeneiskeilen bemerkt hat und daher diesen Anteil des BLANCKENHORNSCHEN Pliozäns konsequent zum Diluvium zog. Daß also die beschriebene mittlere Abteilung der unteren älteren Schotter während eines Glazials sedimentiert wurde, kann nicht bezweifelt werden. Im Hangenden des oberen Periglazial-Horizontes stellen sich dann wieder mehrere Meter Kiese und Sande mit sauberer Kreuzschichtung ein.

#### Geflammtter Ton

Auf die unteren älteren Schotter legt sich mit rund zwei und mehr Metern Mächtigkeit ein grauer Ton, der gewöhnlich von steilen, ziegelroten Flammen durchschwärmt wird; aber auch gelbe und braune Farbtöne kommen vor. Dieser Ton kleidet ein lebhaftes Kleinrelief aus (z. B. Profil 10 auf Taf. 15). In der NW-Ecke des Tagebaus Altenburg 2 (Endstand der Aufschlußarbeiten) keilt er allmählich aus.

In der Mitte des geflammten Tones nimmt man in der Völkerschen Kiesgrube ein schmales, durch Mn-Verwitterungslösungen schwarz gefärbtes Band wahr. Dieses, vor allem aber die bunten Farben, weisen auf den Einfluß eines Klimas mit Temperaturen hin, die erheblich über denen des vorhergehenden Glazials gelegen haben müssen (daß die leuchtend ziegelroten Flammen ihre Farbe Einschwemmungen aus dem Buntsandstein verdanken, kann wegen des beträchtlichen Farbenunterschiedes und der höheren Intensität der Färbung im geflammten Ton nicht angenommen werden). Wir kommen nicht umhin, die Entstehung des geflammten Tones in ein Interglazial zu verlegen, wenn wir den Beweis auch nicht als unbedingt gesichert ansehen können.

#### Oberer älterer Schotter

Über dem geflammten Ton beobachtet man vor allem im Tagebau Altenburg 2 bis 5 m wohlgeschichtete Sande und Kiese, die sich in ihrem Habitus nicht von den unteren älteren Schottern unterscheiden. In der Völkerschen Kiesgrube lagern zwi-

schen dem geflammten Ton und dem Klapperberg-Schotter (s. unten) noch Sande mit Tonschlieren (Tab. I, F), die den oberen älteren Schottern angehören dürften; jedenfalls liegt in ihrem Hangenden eine deutliche Abtragungslücke, und auch ihrem Aussehen nach entsprechen sie den älteren Schottern. Ob die oberen älteren Schotter noch interglazial sind, oder bereits das nächstfolgende Glazial einleiten, kann nicht entschieden werden. Lediglich ein gerundeter, 50 cm langer Brocken aus verhältnismäßig wenig verwittertem Buntsandstein, der im Tagebau Altenburg 2 in ihnen gefunden wurde, konnte als Hinweis auf glazialzeitliche Sedimentation betrachtet werden.

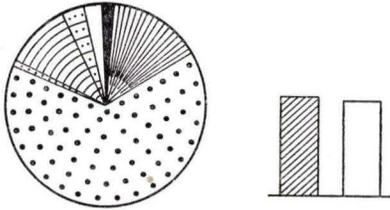
Die Alterseinstufung der älteren Schotter ist bisher noch offen. Die Meinungen der verschiedenen Autoren waren geteilt. BLANCKENHORN betrachtete sie zunächst ohne nähere Angabe als pliozän (1926, S. 36ff.), GRUPE (1936) als oberpliozän, ebenso BLANCKENHORN (1939), und KLÜPFEL hielt sie „allgemein für postpliozän bzw. für präglaziales Diluvium mit eiszeitlichen Merkmalen“ (nach freundlicher mündlicher Mitteilung). Nach den obigen Befunden können wir den Ansichten dieser Autoren nicht mehr folgen, heben jedoch hervor, daß KLÜPFEL von eiszeitlichen Merkmalen spricht. Daß ELBORG einen Teil der älteren Schotter ins Pleistozän stellte, wurde bereits gesagt.

Die folgenden Überlegungen führen zu der Datierung, die Abb. 4 zeigt: Wie der Eichenstamm an der Basis der älteren Schotter beweist, begann die Ablagerung zu einer Zeit mit dem Klimacharakter eines Interglazials. Sie setzte sich durch eine (vielleicht zweigeteilte) Eiszeit fort. Nach deutlich bemerkbarer Reliefbildung wurde sodann in einer weiteren Warmzeit der geflammte Ton abgesetzt. Die darüberliegenden oberen älteren Schotter – ob interglazial oder nicht – wurden jedenfalls vor der Sedimentation des rißzeitlichen Klapperberg-Schotters (s. unten) großenteils wieder abgetragen. Wollte man die oberen älteren Schotter ebenfalls in die Rißeiszeit oder in das vorangehende Interglazial stellen, so würde das die Annahme einer zweimaligen Umkehr von tektonischen Bewegungen (Aufschotterung – Abtragung – erneute Aufschotterung = Senkung – Hebung – Senkung) innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit verlangen, weil der klimabedingte Wechsel von fluviatiler Sedimentation und Erosion in der Folge von Glazial- und Interglazialzeiten dann ja nicht mehr zur Erklärung herangezogen werden kann. Vergleicht man ferner die Höhenschotter mit den älteren Schottern nach Zusammensetzung und Bleichungsgrad (s. Abb. 5<sup>1</sup>), so ergibt sich eine beträchtliche Differenz des Erhaltungszustandes. Die älteren Schotter müssen der Verwitterung wesentlich länger ausgesetzt gewesen sein als die Höhenschotter. Diese schon im Gelände deutliche Differenz veranlaßte offenbar BLANCKENHORN und GRUPE, die älteren Schotter als Plioizän anzusprechen. Jedoch läßt die Kenntnis des glazialen Anteils der unteren älteren Schotter unseres Erachtens nur noch die vorgenommene Datierung zu; wir können nur nicht eindeutig beweisen, daß die „unteren älteren Schotter“ günz- und nicht etwa mindelzeitlich sind.

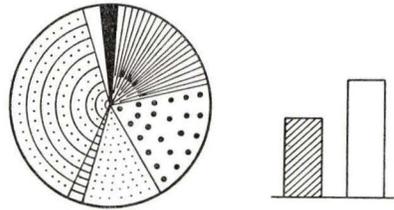
---

<sup>1</sup>) Die in dieser Arbeit angeführten Schotteranalysen nahm Herr Dr. H. D. LANG-Marburg (jetzt Hannover) vor, der uns seine Ergebnisse dankenswerterweise zur Verfügung stellte.

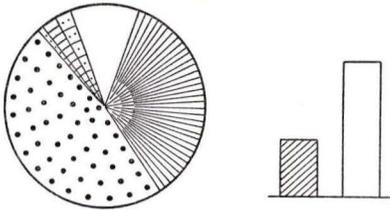
Fritzlar / Edertal



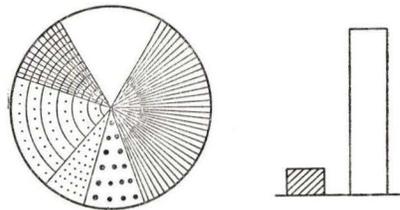
Borken / Talschotter



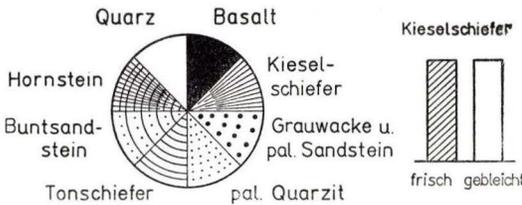
Schladdenweg'sche Ziegelei



Klapperberg - Schotter



Zeichenerklärung



Ältere Schotter

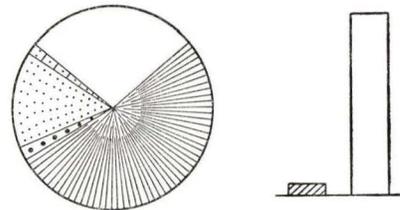


Abb. 5. Zusammensetzung und Bleichungsgrad der verschiedenen Pleistozänschotter von Borken im Vergleich mit Schottern aus dem Edertal von Fritzlar (in den Kiesen sind die prozentualen Anteile der verschiedenen Komponenten dargestellt, 360° = 100%. Die nebeneinander gestellten Säulen geben das Mengenverhältnis frischer und gebleichter Kieselschiefergerölle wieder)

b) Klapperberg-Schotter

(= „Höhenschotter“ UDLUFT & JACOBSHAGEN 1956)

Mit diesem Namen seien vorläufig diejenigen Schotter belegt, die sich auf dem Höhenzug zwischen dem Schwalmthal bei Borken und dem Fritzlarer Abschnitt des Edertals finden. In der Völkerschen Kiesgrube am Klapperberg liegen sie gut aufgeschlossen in geringer Mächtigkeit über älteren Schottern, etwa 40 m über dem Spiegel der Schwalm.

Die Gerölle des Klapperberg-Schotters erreichen kaum die Größe eines Hühnereis. Der Unterschied zum älteren Schotter ist schon durch den geringeren Bleichungsgrad und den deutlichen Buntsandsteinanteil (21%) augenfällig. Seine Zusammensetzung nach dem Mengenverhältnis der Komponenten gibt Abb. 5 wieder.

Fossilien wurden bisher im Klapperberg-Schotter nicht gefunden. Jedoch ist ihre zeitliche Einstufung durch den Vergleich mit den sicher datierten Schottern der Schladenwegschen Ziegelei bei Fritzlar (am östlichen Ausgang der Stadt) möglich. Aus diesen liegt eine Fauna vor, die z. Z. von Prof. Dr. E. JACOBSHAGEN (Marburg) bearbeitet wird. Bisher konnte er die folgende Fossil-Liste vorlegen:

*Mammonteus trogontherii* (POHLIG) (trogontheroide Form im Sinne ADAMS)  
*Bison priscus* (BOJANUS)  
*Megaceros giganteus* (BLUMENBACH)  
*Cervus elaphus* LINNÉ  
*Rangifer* sp.  
*Equus germanicus* NEHRING  
*Arvicola amphibius* LINNÉ  
*Microtus agrestis* (LINNÉ)  
*Microtus arvalis* (PALLAS)  
*Microtus ratticeps* (KEYSERLING & BLASIUS)  
*Evotomys glareolus* (SCHREBER)  
*Mustela nivalis* LINNÉ  
*Hyaena spelaea* GOLDFUSS  
*Talpa europaea* LINNÉ  
*Sorex araneus* LINNÉ  
*Sorex savini* HINTON  
*Lacerta* sp.  
*Rana fusca* RÖSEL v. ROSENHOF

Es handelt sich demnach um eine glaziale, jedoch keineswegs extrem kälteliebende Tierwelt.

Auffallend ist das Vorkommen von *Hyaena spelaea* in einer Glazialfauna mit *Mammonteus trogontherii*. Allgemein erscheint die Höhlenhyäne in den mittel- und westeuropäischen Faunen zuerst im Eem-Interglazial. Ihre ältesten bisher bekannten Vertreter beschrieb SOERGEL (1937) aus der Lindentaler Hyänenhöhle und stellte sie „in die zeitliche Nachbarschaft der Riß-Eiszeit“. Leider lag ihm kein sicher horizontiertes Material vor. Die von HARLÉ 1910 aus den Höhlen von Lunel-Viel untersuchte altertümliche Variation *intermedia* der *Hyaena spelaea* wurde hingegen in einer typisch letztinterglazialen Fauna gefunden. (Sie enthält kein ausschließlich älteres Element, dagegen u. a. *Ursus arctos* LINNÉ, *Meles meles* LINNÉ, *Canis lupus* LINNÉ, *Vulpes vulpes* (LINNÉ), *Felis pardus* LINNÉ). Warum diese Fauna dennoch von HARLÉ dem „Quaternaire ancien“ zugewiesen, von SOERGEL (1937) aber als mitteldiluvial bezeichnet wurde, ist nicht einzusehen. Wie der Fund von *Mammonteus trogontherii* (POHLIG) zeigt, kann die glaziale Fauna aus den Schottern der Schladenwegschen Ziegelei nicht jünger als rißzeitlich sein. Da aber *Hyaena spelaea* GOLDFUSS aus mittelpleistozänen Faunen bisher unbekannt war, kann man die Fritzlarer Fauna mit großer Sicherheit in die jüngere Rißeiszeit stellen. Die Fritzlarer Höhlenhyäne kann als das älteste bekannte Exemplar ihrer Art gelten.

In Abb. 5 sind die Schotter der Schladenwegschen Ziegelei und der Klapperberg-Schotter in Diagrammen einander gegenübergestellt, die ihre Zusammensetzung und das Mengenverhältnis gebleichter zu frischen Kieselschiefer-Geröllen in ihnen wiedergeben. Außerdem wurden die jungen Schotter aus den Talauen der Eder bei Fritzlar und der Schwalm bei Borken (Talschotter, s. unten) in den Vergleich einbezogen,

um die ursprüngliche Zusammensetzung der älteren Eder- bzw. Schwalmschotter in möglichst großer Annäherung zu erfassen. Bei Berücksichtigung der damit angenommenen Ausgangswerte stellt man fest: Im Klapperberg-Schotter hat der Anteil an Buntsandstein, paläozoischen Sandsteinen und Grauwacken in nahezu gleichem Maße ab-, die Menge der Quarz- und Kieselschiefer-Gerölle entsprechend zugenommen wie in den Schottern der Schladenwegschen Ziegelei. Auch das Verhältnis der frischen zu den gebleichten Kieselschiefern hat sich in beiden Fällen etwa gleich stark zugunsten der letzteren verschoben. Nach ihrem Erhaltungszustand stimmen also die verglichenen Schotter gut überein, ein größeres Zeit-Intervall kann keinesfalls zwischen ihrer Sedimentation gelegen haben. Wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir die Klapperberg-Schotter, die im Tagebau Altenburg 2 nicht angeschnitten worden sind, ebenfalls in die Rißeiszeit stellen. Die verschiedene Höhenlage beider – die Schotter der Schladenwegschen Ziegelei liegen nur 25 m über der Talaue – kann tektonische Ursachen haben.

### c) Talschotter

Diese finden sich in der Talaue der Schwalm, z. T. bis unter deren Niveau hinreichend, wo sie Tertiär oder ältere Schotter diskordant überlagern. Ihre Auflagerungsfläche ist in der Ostwand des Tagebaus Altenburg 2 flachwellig aufgeschlossen.

Die Talschotter sind auffallend grob. 50 cm Länge ist bei gerundeten Blöcken aus Tertiär-Quarzit keine Seltenheit, sogar 85 cm wurden gemessen (Zementquarzite kommen als Komponente nur in großen Formaten vor und wurden daher in der Analyse Abb. 5 nicht erfaßt). Außer diesen fallen vor allem Buntsandstein (44% des analysierten Materials) und Basalt-Gerölle (1,5%) auf. Die Anteile der verschiedenen paläozoischen Gesteine und des Quarzes entnehme man Abb. 5.

Unmittelbar an ihrer Liegendgrenze gaben die Talschotter 3–4 Baumstammreste frei, von denen nur einer (Taf. 13 Fig. 5) sichergestellt werden konnte. Sein Holz machte einen frischen Eindruck und erwies sich als noch außerordentlich fest (beim Zersägen des Stammes brach das Blatt einer kräftigen Bügelsäge). Nach liebevoller Bestimmung durch Herrn Dr. KELLNER gehörte er *Quercus* sp. an. Etwas höher wurden an verschiedenen Stellen Reste von *Mammonteus primigenius* (BLUMENBACH) gefunden (insgesamt 2 Stoßzahn-Fragmente und 1 Molar), ferner Bruchstücke einer Rippe, vermutlich von *Rhinoceros (Tichorhinus) lenensis* PALLAS (= *R. antiquitatis* BLUMENBACH) (nach freundlicher Bestimmung durch Herrn Prof. E. JACOBSSHAGEN). Demnach ist die Basis der Talschotter als interglazial anzusprechen; denn Interstadiale erlaubten – jedenfalls während der Würm-Vereisung – wohl auch in Mitteldeutschland kein Eichenwachstum (vgl. SELLE (1952), KOLUMBE (1955); ebenso v. d. BRELIE (1955), da man die zitierten Pollenprofile von JESSEN & MILTHERS (1928) mit KOLUMBE ins ausgehende Eem-Interglazial stellen muß). Spuren eines Transportes, die auf Umlagerung des Holzes aus älteren Sedimenten schließen ließen, finden sich nicht an dem Eichenstamm. Solche wären aber gerade in einem so groben Schotter unbedingt zu erwarten, da Eichenholz nicht mehr schwimmt, wenn es mit Wasser vollgesogen ist. Auch die beachtliche Größe des Stammes (3,30 m Länge, 0,48 m Durchmesser in der Mitte) und seine Gabelgestalt machen die Bewe-

gung am Grunde eines Flusses nicht wahrscheinlich; und schließlich spricht die Ansammlung von mehreren Stammresten an der gleichen Stelle gegen eine Umlagerung.

Die Wirbeltierreste in der Hauptmasse der darüberliegenden Schotter bezeugen das Glazialklima. Die beiden angegebenen Arten treten schon mit der beginnenden Rißeiszeit zum ersten Mal auf, jedoch zunächst recht selten (vgl. z. B. ADAM 1954b). Ihre größte Häufigkeit fällt in die Würmeiszeit (für *Mammonteus primigenius* vgl. u. a. RÜHL 1940). Bei der in einem großen Baggerbetrieb kaum möglichen paläontologischen Überwachung der Borkener Aufschlüsse wird man nach dreimaligem Fund von Mammutresten in den Talschottern innerhalb von 2 Jahren diesen Elefanten nicht gerade als selten bezeichnen können. Da zudem die Talschotter die jüngsten Schotterablagerungen der Schwalm im untersuchten Gebiet sind und die sehr verwitterungsanfälligen Basaltgerölle führen, was ebenso wie ihre Lage in der Talaue geringes Alter beweist, müssen sie als früh-würmzeitlich mit Eem-interglazialem Aufschotterungsbeginn eingestuft werden.

Im Borkener Gebiet kann das als weiteres Beispiel dafür gelten, daß die Aufschotterung (bereits) in einem Interglazial einsetzte (vgl. auch die älteren Schotter). WOLDSTEDT (1952) hat eine Reihe ähnlicher Fälle aus England, Nord- und Mitteldeutschland zusammengestellt. Zur Erklärung dieser Erscheinung, die sich nicht nach der besonders von SOERGEL vertretenen Vorstellung der glazialklimatisch bedingten Terrassenanschüttung deuten läßt, führt WOLDSTEDT lokaltektonische Bewegungen oder das Flußaufwärtswandern der Aufschotterung an, die mit dem eustatischen Steigen des Meeresspiegels zu Beginn der Interglaziale vom Mündungsgebiet der Flüsse ausgehen soll (thalassostatische Sedimentation im Sinne ZEUNERS). Nach ILLIES (1952) kommt die letztere Möglichkeit für das Wesersystem nicht in Frage. Dafür ist die erstgenannte hier um so wahrscheinlicher; denn auch in diesem Teil der seit dem Mesozoikum immer wieder tektonisch beeinflussten Niederhessischen Senke lassen sich jüngste Krustenbewegungen nachweisen. So liegen, wie oben beschrieben, die altpleistozänen älteren Schotter im Tagebau Altenburg 2 mit der Basis etwa im Niveau der Talaue und werden von den mittelpleistozänen (aber nicht angeschnittenen) Klapperberg-Schottern überlagert, also ein Beweis für einen Senkungsvorgang im Ablagerungsgebiet. Die Talschotter wiederum reichen bis unter den Schwalm-Spiegel und liegen demnach – ihrem jungpleistozänen Alter entsprechend – erheblich tiefer als die Klapperberg-Schotter (rund 40 m). Jedoch dürfte dieser große Betrag nicht allein einer klimatisch bedingten (letztinterglazialen) Erosion zuzuschreiben sein; denn in der mehrfach genannten Völkerschen Kiesgrube liegt der geflammte Ton um 20 m höher als im Tagebau Altenburg 2. Das spricht für eine bis in die jüngste Zeit hinein aktive Schollenbewegung, welche die ohnehin zu erwartende Höhendifferenz zwischen den Riß- und Würm-Schottern noch vergrößert haben kann.

#### d) Löß

Als jüngstes pleistozänes Element wurde Löß abgelagert. Er liegt mit mehreren Metern Mächtigkeit auf der Ostwand des Tagebaus Altenburg 2 im Hangenden der Talschotter. Auf der Nordwand liegt er älteren Schottern auf. Eine gute Gliederung des Lößprofils ergab sich auf der Ostseite des Tagebaus Altenburg 2 (s. Profil 7, Taf. 14.)

Dort ist der fahlgelbe Löß infolge periglazialen Bodenfließens mit den liegenden Talschottern durch unregelmäßige Schlieren verzahnt (man beachte diese immer wieder gezeichnete Verzahnung auf Taf. 15). An einigen Stellen sind in den Profilen (vgl. Profile 5, 11, 16, Taf. 14 und 15) auch Reste von älteren Lössen erhalten geblieben, die unter Kiesen oder Sanden liegen, deren Altersstellung aber nicht eindeutig geklärt werden kann.

Ein bis 50 cm mächtiges Verlehmungsband unterteilt den Würmlöß; jedoch ist auch dieser Streifen nicht völlig kalkfrei. SCHÖNHALS (1945) beschrieb eine recht mächtige interstadiale Verlehmungszone aus dem Würmlöß der Lehmgrube von Holzhausen bei Homberg (Efze) und unterteilte damit den Löß in Würm I und Würm II. Diese Gliederung des Würmlößes, die offenbar rein formal und nicht im Sinne der gleichlautenden Terminologie der theoretischen Eiszeitgliederung von KÖPPEN & WEGENER gemeint war (dahingehend wurde jedenfalls kein Beweis angestrebt), erweiterte SCHÖNHALS 1951 an Hand von Lößprofilen mit 2 Würm-Interstadialen aus dem Rheingau, Böhmen und Mähren auf Würm I-III. Da das Homberger Profil keinen Anhalt bietet, welche der beiden Verlehmungen es enthält, wiederholte SCHÖNHALS 1951 seine ursprüngliche Bezeichnung dieses Profiles nicht mehr. Die Frage, welchem der SCHÖNHALSschen Würm-Interstadiale das Borkener Verlehmungsband zuzuweisen ist, und ob das Borkener Lößprofil mit dem von Holzhausen parallelisiert werden kann, muß vorläufig unbeantwortet bleiben.

Hinzugefügt sei, daß eine vergleichbare Verlehmungszone auch in anderen Aufschlüssen des nordhessischen Raumes beobachtet werden kann. Z. B. hat Herr Dr. W. PICKEL (Kassel) eine solche Verlehmungszone auch in mehreren Bohrungen eines abgebohrten Lößlehmprofiles erkannt, die für einen geplanten Straßenbau zwischen Kassel, Rengershausen und der im Bau befindlichen Autobahnbrücke über die Fulda niedergebracht worden sind.

Da das Borkener Verlehmungsband den Würmlöß ungestört durchzieht, können nach seiner Bildung keine tiefgreifenden Solifluktionsbewegungen mehr vor sich gegangen sein.

An Fossilien lieferte der Löß außer den üblichen Lössschnecken bisher nur ein Geweih-Bruchstück von *Rangifer* sp.

Die holozäne Verlehmung greift in den Borkener Aufschlüssen bis zu 2 m Tiefe. Sie entkalkte den Löß vollständig und verfärbte ihn rotbraun.

Hier muß noch der von LANG (1956) beschriebene Torf der Bohrung 1931 a der Preag nahe dem östlichen Ortsausgang von Arnsbach genannt werden. Er wird unterlagert von Sanden und Schottern, die nach freundlicher mündlicher Mitteilung von Herrn H. D. LANG den älteren Schottern von Borken sehr ähnlich sind (zu einer genaueren Aussage reichte das vorhandene Bohrgut nicht aus). Als Hangendes werden 10 m sandiger Lößlehm angegeben, der die Spuren glazialen Bodenfließens besitzt. Daß die Talschotter in diesem Bohrprofil fehlen, ist bei seiner Lage in der Talaue auffällig. Die Vermutung liegt nahe, daß der Torf außerhalb des Aufschotterungsbereiches am Rande des Schwalmtales gebildet wurde und den Talschottern altersmäßig entspricht. Da die Talschotter während der Klimaverschlechterung von Riß-Würm-Interglazial bis weit in die Würmeiszeit abgelagert wurden, läßt sich das Pollenbild des Torfes zwanglos dieser Auffassung einfügen.

#### IV. Beschreibung der im Tagebau Altenburg 2 aufgenommenen Profile

(Taf. 14 und 15)

Im Anschluß an die Kennzeichnung der verschiedenen Schichtglieder des Pleistozäns werden jetzt die gezeichneten Profile aus dem Tagebau Altenburg 2 geschildert. Dazu sei nochmals bemerkt:

Die Unterkante der gezeichneten Streifen stellt in jedem Fall die Basis des Vorschnitts vor. Die eingezeichneten Striche kennzeichnen jeweils eine Länge von 5 m. Aus drucktechnischen Gründen mußten die Profile z. T. gekürzt werden. Die fehlenden Stellen sind durch Eintragung der ausgefallenen Profillänge gekennzeichnet.

Die Profile wurden auf den Taf. 14 und 15 derart gezeichnet, daß die Taf. 14 die Profile von W nach O derart betrachtet zeigt, daß das zuerst aufgenommene, westlichste Profil als tiefstes und das am weitesten östlich gelegene, zuletzt gezeichnete Profil als höchstes dargestellt wurde. Die Taf. 15 gibt das Profil der Nordwand, die zwar zu verschiedenen Zeiten aufgenommen und das zu einem Gesamtprofil zusammengestellt wurde.

Alle in den Sedimenten, vor allem in den Sanden und Kiesen kenntlichen Schichtungsmerkmale, also Unterschiede gröberer oder feinerer Sandlagen, Kieslinsen oder Kiesmassen, sandigere Streifen in den Tonen oder auch Tonschmitzen in den Sanden sind durch die in den Profilen gegebene Strichelung gekennzeichnet worden.

Das Profil I beginnt in demjenigen Raum, in dem im August 1950 die Basaltscholle angeschnitten war, die den Anlaß zu dieser Untersuchung und Darstellung gab. Die Richtigkeit der damals schon vertretenen Auffassung, daß dieser Basalt wurzellos, d. h. ohne Aufstiegsweg ist, und daß es sich um eine abgerutschte Scholle handelt, ist durch die bergbaulichen Arbeiten bestätigt worden. Dieser Basalt wurde ja abgeräumt und auf Halde geschüttet, und in dem freigelegten Liegenden, also sowohl in den tertiären Tonen als auch in den Braunkohlen ist dann kein Basalt, weder ein Gang noch ein Stiel noch auch eine Veränderung der Braunkohlen angetroffen worden. Dieser Basalt ist im Kern porig-schlackig mit Übergängen in einen normalen feinstkörnig kristallinen Basalt und fest gewesen, die randlichen Partien waren z. B. sehr mürb und zersetzt (vgl. den schon gegebenen Hinweis auf „Basaltleichen“). Das Profil I (Taf. 14) zeigt auf der linken nördlichen Seite und in Profilmitte Basaltschollen, von denen die nördliche (große zusammenhängende) kugelige und plattige Absonderung zeigt. An einer Stelle dieser großen Scholle und unter derjenigen in Profilmitte liegt Ton im Liegenden des Basaltes. Bemerkenswert sind Basaltbrocken von unterschiedlicher Größe an der Sohle der darüberliegenden Sand- und Kiesmassen, die z. T. völlig zermürbt waren, also auch als „Basaltleichen“ bezeichnet werden können.

Die gezeichneten Schichtungsmerkmale lassen in Übereinstimmung mit denen zahlreicher ähnlicher Schollen, die in anderen Profilen gezeichnet sind, erkennen, daß die Schollen bewegt worden sind. Die Grenzfläche des Tones gegen den darüberliegenden Sand ist auch keine normale Sedimentationsgrenze. Es ist bemerkenswert, daß die Basaltschollen und die schon erwähnten einzelnen Basaltblöcke an die Grenze des Tones gegen Sand oder Kies gebunden sind.

Das Profil 1 ist, wie es die Karte (Abb. 2) zeigt, N-S gestreckt. Am Südende des Profils legt sich Lößlehm auf pleistozäne Sande, und die Grenze dieses Lößlehms über dem Sand fällt schwach von Norden nach Süden ein, d. h. sie fällt mit dem Hang der Großenengliser Höhe in das Schwalmthal.

Hingewiesen sei auf die Tonkuppel, die im rechten Teil des Profils gerade noch erfaßt ist, die sich in Parallelprofilen wiederfand und die Profile ihrer Lage nach vergleichen läßt. Sie ist z. B. auf der rechten Seite des 2. Profils zu sehen, dort allerdings größer angeschnitten. Zwischen ihr und der Sandscholle lag ein lößerfüllter Einschnitt, der also eine irgendwann freigelegte Abtragungsgrenze kennzeichnet.

Eine Deutung der verschiedenen Sand- und Kiespartien in Anlehnung an den stratigraphischen Teil ist in diesem und auch in anderen Einzelprofilen nicht möglich, da bei seiner Aufnahme die Borkener Pleistozän-Schichtfolge noch unbekannt war. Der rasche Fortschritt der Baggerarbeiten machte natürlich jeden nachträglichen Vergleich unmöglich.

Das 2. Profil zeigt ebenfalls auf der linken Seite die große Basaltscholle mit kugelig und plattiger Absonderung und teilweise Tonunterlagerung. In ihm ist eine beträchtliche Anzahl von einzelnen Basaltblöcken (z. T. „Basaltleichen“) dargestellt, die z. T. in den Tonen stecken, z. T. ebenfalls an der Grenze von Ton und Sand. Auch hier sind in der Sandmasse im linken Profilviertel sowie in der großen, in Profilmitte gelegenen Tonscholle Einlagerungen und Formen kenntlich, die nur als Eiskeile gedeutet werden können, und die damit anzeigen, daß die Eiskeilbildung jünger ist als die Umlagerung der Schollen und die Verlagerung, d. h. die Rutschung des Basalts.

In diesem 2. Profil sind die auf eine Stauchung hindeutenden Schichtmerkmale der großen Tonscholle in der Mitte besonders deutlich ausgeprägt. Sie weisen auf eine Abwärtsbewegung von rechts nach links hin. Auffällig ist ein entweder durch seine Farbe oder die Körnungsunterschiede hervorgehobenes Band in der Sandmasse, die unter der genannten Tonscholle liegt, und deren Schichtung offenbar durch kleintektonisch anmutende Verwerfungen gestört ist. Die kleinen, wie kleine Horste aussehenden Schollen in dieser Kiesmasse können und konnten durchaus echt tektonisch sein und auf junge tektonische Bewegungen hinweisen, die z. B. BLANCKENHORN (1950) an Terrassenablagerungen in der Umgebung nachgewiesen hat.

Wenn diese gezeichneten Bruchbilder aber tatsächlich auf tektonische Bewegungen zurückzuführen sind, dann mußte diese Tektonik auch im anstehenden Tertiär, in der Braunkohle und in darüberliegenden Sedimenten zu erkennen sein. Das war nicht der Fall. Es waren keine vergleichbaren Brucherscheinungen im darunterliegenden Tertiär zu erkennen. Das tektonische Bild, das der Gesamtaufschluß des Tagebaus bietet, zeigt im Gegensatz zu der von BLANCKENHORN gegebenen Darstellung weniger das Bild eines Absinkens des Flözes von Westen nach Osten hin an Sprüngen oder Verwerfungen, sondern das eines bruchlosen, flexurartig verbogenen, allmählichen Absinkens, das älter ist als die pleistozänen Kiese des gezeichneten Profils und damit also auch älter als diese offenbar tektonischen Bilder, die besser als „pseudotektonisch“ bezeichnet werden und die z. B. bei NIGGLI (1952, S. 155) nach CARLÉ (1938) ähnlich beschrieben worden sind. Es unterliegt unseres Erachtens keinem Zweifel, daß dieses Zerbrecen der Kiesmasse während oder durch eine

Bewegung in gefrorenem Zustand geschah, die heute nur aus den gezeichneten Bildern abzulesen ist.

Einen besonderen Hinweis verdient der gefaltete Tonbuckel auf der rechten Profilseite, der aus der gleichen tertiären Tonmasse besteht wie die Tonscholle in der Profilmitte, sowie der kleine eingezeichnete Braunkohlenrest.

Als altersmäßig gesichert kann zunächst nur die Lößüberdeckung gelten, die sich nach Süden hin in eine Rinne zwischen der Pleistozänmasse des Gesamtprofils und den gefalteten Tonbuckel hinein legt und von diesem Buckel aus nach Süden mit dem Hang zum Schwalmtal absinkt.

Zwischen der Ablagerung des Würmlößes und der Bewegung der Ton- und Basaltschollen muß also eine Zeit der Erosion gelegen haben, die die Oberflächenverhältnisse stark verändert hat, und auf die zurückzukommen sein wird. Weiterhin ist herauszuheben, daß die beiden vermerkten Eiskeile glazialzeitlich und jünger als die ebenfalls glaziale Bewegungszeit der Ton- bzw. Sand- und Kiesschollen sein müssen, in denen die Eiskeile stecken. Eine genaue altersmäßige Zuordnung ist aber noch nicht möglich. Schollenbewegung und Eiskeilbildung können der gleichen Glazialzeit angehören.

Das 3. Profil (nicht dargestellt) zeigte die schon vorerwähnte Basaltscholle mit ihrer plattigen und säuligen Ausbildung und gab den Anschluß dieser Scholle nach Norden hin. Das Bild zeigte, daß die Tonmasse auf der linken Bildseite offenbar nicht beeinflußt war. Sie lag horizontal. Sie stellte eine Tertiärtonmasse vor, wie sie im Hauptschnitt freigelegt wird. Zwischen ihr und der Basaltmasse lag aber Ton und Sand mit einer nach Norden gerichteten Aufschuppung. Es machte den Eindruck, als ob hier eine Aufschiebung oder Schuppung durch die herankommende Basaltscholle verursacht worden sei. Bemerkenswert war noch die Einknetung von Ton in die Basaltscholle auf deren rechter Seite. Gegenüber den Profilen 1 und 2 ist sonst nichts herauszuheben.

Das 4. Profil (Taf. 14) zeigt eine Wechsellagerung pleistozäner Sande und Kiese mit eingeschalteten und darüber- und darunterliegenden Tonen von tertiärem Habitus. Zum mindesten wurden z. Z. der Profilaufnahme Schollen von grauem Ton durchweg als Tertiärtonschollen angesprochen. In den älteren Schottern gibt es aber auch Tonlinsen und Lagen von anderer Ausbildung als dem geflammten Ton. Es können auch pleistozäne Tone in die Sand- und Kiesmassen eingeschaltet sein, so daß eine sichere Zuordnung letzten Endes nicht möglich ist, wenn auch die Form und Stauchung vor allem von größeren Schollen die gegebene Deutung rechtfertigt. Die schon vorerwähnten kleintektonischen bzw. pseudotektonischen Bilder in der Kiesmasse waren hier besonders schön aufgeschlossen. Hingewiesen sei auf die eingeklemmte kleine Basaltscholle auf der rechten Scholle, die wieder über Ton liegt. Die große Tonscholle in der Bildmitte ist in ihrem Schichtaufbau durch die schon erwähnten Aufschuppungen, Stauchungen und Verfaltungen gekennzeichnet.

Auch dieses Profil 4 als letztes derjenigen, die die zuerst beobachtete Basaltscholle erfaßten, gibt deutlich eine Rutschbewegung von rechts nach links wieder, d. h. von Süden nach Norden, also aus dem Raum der Höhe des Blumenhains südlich von Borken nach Norden hin. Es ist bemerkenswert, daß das Schwalmtal mit einer tieferen Sohlenhöhe heute zwischen diesem Blumenhain und dem Raum liegt, in dem das Profil aufgenommen wurde.

Das Profil Nr. 5 (Taf. 14) zeigt als wesentliches Bauelement die Würm-Lößlehmdecke, die von Norden nach Süden zum Schwalmtal einfällt, und die sich hier über eine Stauchungskuppe von Tonen, Kiesen und Sanden mit einer eingelagerten Basaltscholle hinweglegt, die die Verlängerung der bereits vorerwähnten Stauchungskuppel vorstellt. Unterschiede in der Ausbildung der Lößlehm-masse sind ebenfalls durch Strichelung gekennzeichnet; die hier also einen Wechsel von Lößlehm und kalkigerem, weniger verlehmteten Löß sowie sandigeren Lagen hindeuten und die in später aufgenommenen Profilen noch besser erkannt wurden. Hingewiesen sei auf die Kleintektonik, die hier bemerkenswerterweise eine Tonscholle im linken Bildende durchsetzt.

Die Teilbilder am Nordende des Profils lagen nicht in einer Ebene, sie sind deshalb auch nicht aneinander angeschlossen worden. Die Tonscholle war in ihrem tiefsten Teil ungestört, während die obere Partie auch hier den Eindruck des Aufgeschuppt-werdens machte.

Besonders auffällig war die gezeichnete Kuppel in der Profilmitte mit dem steilen Abtauchen einer Ton- und darüberliegenden Basaltscholle, und hier ist bemerkenswert, daß eine Löß-masse angelagert war, über die eine dünne Tonfahne hinwegzog. Dieser Löß ist altersmäßig vielleicht von dem Würmlöß der Schwalmtalflanke, die hier angeschnitten worden ist, abzutrennen und als älter anzusprechen. Das ist aber unsicher. Der an die Kuppel nach Süden angelagerte, tiefste Löß war kaum von Würmlöß bzw. vom jüngsten Würmlöß unterschieden.

Ein ähnliches Bild wie in Profil 5 bot das Profil 7, das, wie der Lageplan zeigt, in seiner Erstreckung weiter hangabwärts nach Süden reichte und an 5 anzuschließen ist. Die vorbeschriebene Stauchungskuppel ist auf der linken Bildseite aufgeschlossen, allerdings etwas weiter verschoben und dadurch im Bild verändert. Sie hatte hier nur noch weniger Toneinlagerungen, dafür aber sehr ausgeprägte Stauchungs- und Faltungsbilder in der Sand- und Kiesmasse. Zu beachten ist die kleine Aufstauchung mit Sanden und Tonfetzen und „Basaltleichen“. Zwischen den beiden liegt eine mächtigere Lehm-masse in einer Rinne, die leider z. T. von abgerutschten Sandmassen verdeckt war.

Nach Süden hin war nur noch Lößlehm aufgeschlossen. Die Streifung im Lößlehm zeigte eine humose Verlehmungszone, die bemerkenswerterweise vom oberen Bildrand nach rechts hin untertaucht und auf der rechten Bildseite von einem sehr wahrscheinlich sehr jung verschwemmten Lößlehm überdeckt wird. Erwähnung verdient noch der tiefere in der Lößlehm-wand auffallende Streifen, der durch eine rotbraune Färbung und teilweise Überlagerung mit einzelnen Kiesen oder Geröllen auffiel. Dieses Verlehmungsband verdient besondere Beachtung. Ähnliche Bänder im Lößlehm sind auch bei den Aufschlußarbeiten im Tagebau Altenburg 4 zu erkennen gewesen und waren neuerdings Gegenstand einer Untersuchung durch Herrn Dr. SCHÖNHALS. Zur Deutung dieser Verlehmungsbänder sei auf die schon erwähnte Arbeit von SCHÖNHALS (1951) hingewiesen, der ein ähnliches Profil aus einer Lehm-grube bei Homberg (Efze), also aus der nächsten Nachbarschaft beschrieben hat.

Das Lößprofil zeigt also unter dem humosen Mutterboden graubraunen und rotbraunen Lößlehm (beide mit geringem Kalkgehalt) sowie gelben Löß, der randlich an der kleinen Aufstauchungszone mit Sand und Kies verzahnt ist.

Dieses Profil 7 (Taf. 14) bietet also offenbar wegen der gezeichneten Verlehmungszone, die das Lößprofil in 2 Lößfolgen trennt, eine Gliederung, die zur Einstufung in die Würmeiszeit und in dieser zu einer Zweiteilung zwingt.

Ergänzend sei bei diesem Profil 7 auf den kleinen Kalksteineinschluß hingewiesen, der möglicherweise dem Melanienkalk entstammt.

Das Profil 8 (nicht dargestellt) bot nur einen kleinen Ausschnitt aus dem Nordhang des Tagebaus mit Sanden und Kiesen, in die sich der „geflamte Ton“ (S. 263) einschaltete, der auch in den anderen Profilen dieses Raumes immer wieder auftritt. Bemerkenswert war die ungleichmäßige, nicht konkordante Grenze zwischen diesen Sand- und Kieslagen, die den Eindruck einer Sedimentationsunterbrechung, vielleicht einer Abtragung und erneuten Sand- und Kiesschüttung zeigte, ohne daß es natürlich möglich war, aus dieser Grenze mehr herauszulesen, als einen Einschnitt von ganz unbestimmter Länge und Bedeutung.

Die Profile 9 (nicht dargestellt), 10 und 11 (Taf. 15) liegen, wie es der Lageplan erkennen läßt, in etwa gleicher Höhe und in einer Aufschlußfront, ohne daß sie allerdings direkt aneinander anschließen. Diese Profile stammen aus dem 1. Vorschein, der nur pleistozäne Schichten freigelegt hat und die Grenze gegen das Tertiär nirgends mehr anschnitt. Ein Vergleich der absoluten Höhenlagen der Grenze Tertiär/Pleistozän in den Bohrungen, die in diesem Raum durchgeführt worden sind, zeigt, daß diese Grenze mit ansteigender heutiger Tagesoberfläche und zunehmender Mächtigkeit der Kiese nach Norden und Westen hin höher liegt als im Süden und Osten. Die Einschüttung kam also, wie es auch aus dem beherrschenden Anteil von Kellerwald-Paläozoikum in den Schottern hervorgeht, von Westen her. Zu dem Zeitpunkt, als die oben erwähnte große Basaltscholle abgetragen wurde, hat die Fragestellung noch nicht festgelegt, und wir waren in der Deutung noch nicht weit genug, als daß damals die absolute Höhenlage der Unterkante der Basaltscholle bestimmt worden wäre. Deshalb ist kein Vergleich der absoluten Höhenlage der Basaltscholle mit der Grenze Pleistozän/Tertiär in diesem Raum möglich.

Das Profil 9 (nicht dargestellt) zeigte ein Lößlehmprofil eines würmzeitlichen Lößes (denn diese Lößlehmdecke geht in die im Profil 7 beschriebene über) mit einer ganz unregelmäßigen Grenze über pleistozänen Sanden und Kiesen. Der Löß zeigte hier etwas unterschiedliche Ausbildung bzw. eingelagerte feinsandige Lagen im Lößlehm und ließ Fließ- und Rutscherscheinungen erkennen. Ähnliche Bilder im Lößlehm wurden auch im Profil 10 und den folgenden Profilen angetroffen.

In dem Profil 10 ist in die Kiese eine Tonlage eingeschaltet, die als der „geflamte Ton“ bezeichnet wird und die oben als Interglazial-Ablagerung gekennzeichnet wurde. Die darunter und darüberliegenden Sande und Kiese sind als „untere ältere“ bzw. „obere ältere“ Schotter zu bezeichnen.

Im Profil 10 fallen außer diesen Toneinlagerungen die verschiedenen gestaffelten „Brüche“ auf, an denen deutliche Schollenbewegungen stattgefunden haben. Diese können den oben beschriebenen an die Seite zu stellen sein und sind auch als „Pseudotektonik“, als in gefrorenem Zustand gebrochene Schollen zu deuten. (Es ist aber durchaus möglich, daß es sich um echte pleistozäne Tektonik handelt, die dann allerdings wiederholt und während verschiedener Eiszeiten geschehen sein müßte.) Die bemerkenswerte horstartige Aufsattelung auf der rechten Hälfte des Profils 10

verdient einen besonderen Hinweis. Die gezeichneten „Pseudo“-verwerfungen hören an einer sehr markanten Grenze auf, an der feiner Sand ganz unregelmäßig über größerem liegt. Der geflammte Ton sowie die kiesführenden Schollen in der Bildmitte scheinen aber nach diesem Profil jünger zu sein als die Sande und Kiese der vorbeschriebenen Kuppel mit diesen Störungen auf der rechten Seite. Es macht durchaus den Eindruck, daß der Sand unter dem geflammten Ton mit demjenigen übereinstimmt, der sich über die gestörte kuppelartige Scholle hinweglegt. Die Schichten mit dem geflammten Ton (linke Bildseite von Profil 10) sind aber irgendwie an ein älteres Relief angepaßt. Dieser geflammte Ton hat aber auch einer Stauchungsbewegung folgen müssen, die im Profil 10 linke Bildseite aufgeschlossen und hier freigeschürft worden ist (das zeigt die danebenliegende Überrollung, die zu mächtig war, als daß die Verbindung zwischen dieser Tonlage im linken Bildrand ganz aufgeschlossen werden konnte).

Diese Beule mit der gefrorenen und gebrochenen Scholle von unteren älteren Schottern und den über ihnen liegenden feinerkörnigen grauen Sanden sinkt nach Süden, d. h. nach rechts hin in eine Senke bzw. in ein mindestens vorwürmzeitliches Tälchen hinab, in das die darüberliegenden Sande sowie der Würmlöß mit Fließerscheinungen hineingreifen.

Im Raum der Profile 10, 11 und 12 Taf. 15 ist unmittelbar unter dem Vorsechnittniveau des Endstandes der Nordwand eine etwa 1 m dicke und vielleicht 20 m breite, bemerkenswerte Schicht aufgeschlossen worden, die während der Exkursion der Deuqua-Tagung 1956 freigelegt war. Es handelt sich um eine bunte, brekzienartige Lage, in der cm- bis dm-große Tonschmitzen von verschiedener Form und Farbe, vermischt mit Buntsandsteinbröckchen in einer gelbbraunen tonig-feinsandigen Grundmasse liegen. Sie zeigen eine Häufung von solchen Tongeröllern, wie sie in Tafel 13 Fig. 4 aus den unteren älteren Schottern gezeigt werden und stützen die Deutung dieser Lage als Glazialhorizont.

Im Profil 11 (Taf. 15) fallen zwei voneinander durch Sand und Kiese getrennte Lößlehme auf, von denen der obere, der die ganze Höhe und den ganzen Hang bedeckt, sicher als Würmglazial anzusprechen ist, während der in die Sandfolge eingelagerte einen älteren Lößlehm vorstellen muß. Es ist deutlich zu erkennen, daß dieser Lößlehm auf einer älteren, wieder zugedeckten Gehängeflanke liegt. Die Kiese und Sande in diesem alten Buckel sind als „ältere“ Schotter anzusprechen. Es handelt sich wahrscheinlich um „oberen älteren Schotter“. Die Grenze zwischen der Lößlehmflanke und dem überlagernden Sand konnte durch das Profil hindurch verfolgt werden, und weist bemerkenswerterweise auf die Wechselfolge von Kiesen, Sanden, Ton und Tonschmitzen hin, die in der rechten Profilhälfte auffallen. Es steht leider nicht mehr fest, ob diese Tone auch als „geflossener Ton“ bezeichnet werden dürfen. Zur Zeit der Aufnahme dieses Profils war der Charakter dieses Tons noch nicht erkannt und später konnte er nicht mehr nachgeprüft werden.

Die Grenze über den „älteren Schottern“ gibt ein altes, später überdecktes Relief wieder. Es ergibt sich hier aber leider auch nur, daß der ältere Schotter, der ältere Löß und die zerbrochene, pseudotektonisch gegliederte Sand- und Kiesfolge unbedingt älter sind als der Würmlöß.

Die zerbrochenen und gestörten Sand- und Kiesschichten waren zunächst als Zeichen und Beweis pleistozäner Tektonik zu deuten, und erst später, als die in den Hauptschnitten darunter freigelegten tertiären Schichten keine ähnlichen Zeichen von Tektonik zeigten, mußten diese Bilder als in gefrorenem Zustand zerbrochene Schichtpakete angesprochen werden.

Das große Profil 12 (Taf. 15) zeigt den Aufbau der Nordwand des Tagebaus Altenburg 4 in ihrer Endlage. Es ist zu verschiedenen Zeiten, je nach dem Fortschreiten der Wand aufgenommen und zu einem Gesamtprofil zusammengesetzt worden. In diesem wurde der „geflamnte Ton“ ausgeschieden, und es zeigt sich, daß dieser als ein im großen und ganzen geschlossenes Band in der Schichtfolge steckt. Er trennt eine liegende von einer hangenden Sand- bzw. Sand- und Kiespartie, also die „unteren älteren Schotter“ von den „oberen älteren Schotter“, in denen gelegentlich kleine Tonlinsen eingeschaltet sein können. Wie bereits bei Profil 11 erwähnt, zeigt der „geflamnte Ton“ auch in diesem Profil Unregelmäßigkeiten sowohl in der Mächtigkeit als auch in der Höhenlage der Unter- und Oberkante. Der geflamnte Ton, der eine vergleichbare durchgehende Lage vorstellt, muß wohl ursprünglich zusammenhängend in gleicher Höhenlage gelegen haben. Es müssen also, vor allem nach Osten hin, auch echte, junge, tektonische Bewegungen eingetreten sein. Er zeigt eine Stauchung (im östlichen Drittel) und im SO-Ende offenbar als echt tektonisch anzusprechende Verschiebungen. Der „untere ältere Schotter“ zeigt unter dem „geflamnten Ton“ einen mehrere Meter mächtigen Horizont, in dem Kiese, Sande und Tone durch Bodenfließen in mehr oder weniger laminaren Lagen vermengt sind. (Die Zeichnung hat das ursprüngliche Bild hier etwas vereinfachen müssen.) Das Profil zeigt ferner Senken und Wannsen, die auf die jüngere Erosion zurückgehen und mit jungem Löß erfüllt sind, der an einigen Stellen Fließerscheinungen erkennen läßt. Auf der Westseite ist ein besonders ausgeprägtes, unregelmäßig erodiertes und modelliertes, jüngeres Relief freigelegt, das von jungem Löß zugedeckt worden ist. Die Lößverzahnung am westlichen Ausgehen des geflamnten Tones (Profil 12 oben, Taf. 15) ist nicht sicher genug, um zwei verschieden alte Löße sicher zu belegen; sie dürfte auf Bodenfließen zurückgehen.

Der auf S. 8 erwähnte Eichenstamm stammt aus der Sohle dieses Vorschnitts aus den „unteren älteren Schottern“.

Die beiden Bilder des Profils 13 (nicht dargestellt) schlossen sich an das Profil 12 an (vgl. Lageplan). Sie stellten, wie aus der Karte zu ersehen ist, eine Fortsetzung nach Westen und Südwesten hin vor, weil dieses Profil aus einem eingebuchteten Einschnitt heraus aufgerollt war. Hier war die letzte Wanne des Profils 12, die von dem jungen Löß zugedeckt wurde, auf ihrer westlichen Seite freigelegt. Die Sand- und Kiesmasse war aus „unterem älterem Schotter“ aufgebaut.

Die hier nicht abgebildeten Profile 14a und b zeigten ebenfalls Ausschnitte in Sanden und Kiesen der unteren älteren Schotter mit einem ausgeprägten von Würmlöß erfüllten Relief.

Die Profile 15 (nicht abgebildet) und 16 (Taf. 15) geben einen Einblick in die Westwand des Vorschnittes bei Großenenglis, sie sind also an das große Profil nach Westen hin anzulegen. Der geflamnte Ton war auch hier aufgeschlossen und zwar bemerkenswerterweise in zwei Lagen, d. h. die Ablagerung des geflamnten Tones

wurde hier möglicherweise lokal durch eine Sandeinschiebung unterbrochen. Die Abtragung und Reliefbildung dieses vorwürmeiszeitlichen Sand- und Kiessockels tritt deutlich in Erscheinung. Faltung, Stauchung, Fließ- und Rutscherscheinungen am Abhang des erhaltenen Vorwürmssockels gegen den Würmlöß sind außerordentlich markant und deutlich zu erkennen.

Das Profil 17 (nicht dargestellt) im äußersten Westen der Tagebauwand gab einen Einblick in die Lößlehm-masse der bereits mehrfach erwähnten Lößlehm-erfüllten Senke. Es zeigte Fließerscheinungen und Verzahnungen mit dem benachbarten Sediment vor allem an der Basis des Lößlehms. Die Ablagerung des Lößes dürfte auf einen durch den Wechsel von Tau und Frost zum Bodenfließen neigenden Untergrund erfolgt sein.

Das Profil 18 (nicht dargestellt) war zu 16 parallel und zeigte infolgedessen auch im wesentlichen die gleichen Erscheinungen der Herausmodellierung eines Reliefs aus dem aus vorwürmeiszeitlichen Ablagerungen bestehenden Sockel und die Ablagerung des Würmlößes über der Erosionsdiskordanz.

Auch die Profile 19, 20 und 21 (ebenfalls nicht wiedergegeben) zeigten Bilder aus dem NW-Teil des Tagebaus Altenburg 2 mit im wesentlichen denselben bereits beschriebenen Erscheinungen der Überlagerung von Würmlöß über dem älteren Sockel aus unteren und oberen älteren Schottern.

## V. Folgerungen

Aus den gezeichneten und erläuterten Bildern sowie der oben gegebenen grundsätzlichen Altersgliederung ergibt sich die folgende Deutung für die Entstehung der Bilder und der heutigen Landschaft: Es ist nicht möglich über eine Landschaftsgestaltung während des Pliozäns zuverlässige Aussagen zu machen, weil sichere Beweise eines pliozänen Alters bei nur zu wenigen Ablagerungen und Orten geführt werden können. Als sicher Pliozän müssen aber die Sande und Kiese des Höhenrückens von Kaßdorf, Lembach, Lendorf gelten, dagegen darf keineswegs jedes Vorkommen von gut gerollten Quarzkiesen ohne nähere Beweisführung als Pliozän angesprochen werden, wie das bisher im Schrifttum vielfach geschehen ist. Wenn es auch wahrscheinlich ist, daß solche Kiese „Pliozän-Charakter“ haben und möglicherweise Pliozän sind, so darf nicht etwa aus der Auflagerung und der Überlagerung durch Basalte nach der einen Richtung ein pliozänes Alter der Basalte gefolgert und andererseits etwa aus der gleichen Lagerung ein Beweis für das pliozäne Alter der Kiese angenommen werden.

Es hat mit Sicherheit ein pliozänes Flußnetz gegeben, und der Gesamtraum war während dieser Zeit Berg- und Hügelland, in dem mit allergrößter Wahrscheinlichkeit noch mehr oder größere Basalttuff- und Basaltkegel aufragten und die basaltischen Massen insgesamt ein noch größeres Areal einnahmen als heute. Mit dem Einsetzen der pleistozänen Klimaverschlechterung ist auch hier mit größter Wahrscheinlichkeit eine verstärkte physikalische Verwitterung, Erosion und anschließende Aufschüttung eingetreten. Hierfür spricht der oben erwähnte Eichenstamm an der Basis der unteren älteren Schotter und anschließend die Ablagerung dieser Schotter. Das allein genügt aber noch nicht als Beweis eines günzzeitlichen Alters.

Wie weitgehend und wie sicher die aus den Profilen abgelesenen Relief- und Abtragungsformen als Beweis für eine längere Unterbrechung des Aufschüttungsvorganges z. B. während eines Höchststandes einer Kälteperiode, durch die Klimabesserung zu einer Interglazialzeit und eine Interglazialzeit selbst gelten dürfen, muß dahingestellt bleiben. Es ist ausgeführt worden, daß der geflammte Ton als eine Interglazialbildung zu bezeichnen sein dürfte, ohne daß eine beweiskräftige Entscheidung getroffen werden kann, ob er dem Günz-Mindel-(Cromer-) oder dem Mindel-Riß-(Holstein-)Interglazial entspricht. In den Übergang vom Eem-Interglazial zum Würmglazial darf der von H. D. LANG beschriebene Torf aus der Bohrung Nr. 1931a bei Arnsbach gestellt werden. In das Riß-Würm-Interglazial gehört die Herausbildung des heutigen Talnetzes, denn die Rutschungserscheinungen, die aus den Profilen abgelesen wurden, sind älter als die Würmschotter, älter als die Talbildung und älter als das Riß-Würm-Interglazial. Die auf den Blumenhain zurückzuführenden Basaltschollen konnten nur dann an die Stellen gelangen, an denen sie angetroffen wurden, solange es kein Schwalmtal gab. Sie sind also über Räume hinweg geflossen, an denen heute dieses Tal, die würmzeitlichen Talschotter und der Würmlöß liegen.

Selbstverständlich kann nichts darüber ausgesagt werden, ob diese Rutschungen einmalige Vorgänge waren, als Ergebnis ganz kurzfristiger Ereignisse, bzw. ob die verschiedenen gezeichneten Schollen innerhalb eines kurzen Zeitraums sich bewegt und zur Ablagerung kamen, oder ob sie ganz verschiedenen Zeiten, wenn auch innerhalb der gleichen Eiszeit, angehören. Die verschiedenen gezeigten Eiskeile sprechen aber dafür, daß glaziales Klima nach der Rutschbewegung von Einzelschollen herrschte, was aber wiederum nicht als Beweis dafür ausgelegt werden darf, daß die Bewegung der Einzelschollen und die Eiskeilbildung verschiedenen Eiszeiten angehören. Es sei hier auf DUECKERS Studien (1954) über die Periglazialerscheinungen im holsteinischen Pleistozän hingewiesen, in denen auch eine Reihe von Definitionen gegeben ist. Leider ist es aber noch nicht möglich, die von ihm beschriebenen Bilder und die von ihm gebrauchten Begriffe auf die vorstehend beschriebenen Profile zu übertragen. Zu dem Zeitpunkt, als die Vorschnittprofile in Altenburg 2 gezeichnet worden sind, lagen DUECKERS Angaben und die Ausführungen mit seinen Bildern und Kennzeichen des Frostes noch nicht vor. Dabei dürften sicherlich Bodenfrosttexturen (Congeliturbation) und Anzeichen der Frostkontraktion sowie der Frostsprengung bei einem Betrachten der Bilder bis in alle Einzelheiten nachweisbar sein. Zuzustimmen ist der Auffassung, daß es vorläufig im einzelnen noch nicht möglich ist, für jede Einzelform anzugeben, ob sie eine Folgewirkung des Gefrierens, des Tauens oder der Zusammenwirkung beider Vorgänge ist.

Die Zuordnung der Aufschüttung der verschiedenen Schottermassen zu bestimmten Kälteperioden berührt die schon vielfach im Schrifttum erörterte Frage, ob und wie die Grenzen zwischen Interglazial und Glazialzeit mit dem Beginn und Ende der Sedimentation von Schottermassen zu parallelisieren sind. Diese Frage hat UDLUFT (1934) in ganz anderem Zusammenhang auch schon erörtert und auch damals für Schotterterrassen im Lippetal die Auffassung vertreten, daß die Aufschotterung mit der Klimaverschlechterung, d. h. also in den Zeitraum zwischen dem Höhepunkt eines Interglazials und dem Höhepunkt eines Glazials gehört, daß die Aufschotterung also irgendwann in diesem Zeitraum beginnt und endet, so daß also die theoretische

Grenze zwischen Interglazialzeit und Glazialzeit irgendwo von der Aufschotterung überschritten wird. Vom Höhepunkt der Glazialzeit an dürfte die Aufschotterung zumindest in größerer Entfernung vom Abtragungsgebiet mehr und mehr zurückgegangen, vielleicht auch beendet gewesen sein. Unabhängig von der wiederholt erwähnten tektonischen Bewegung, die mit der Heraushebung der Randscholle seitlich vom Niederhessischen Becken und der Absenkung der Niederhessischen Senke immer weiter ging, gehört die Zeit der Erosion dann ebenso, ohne daß es möglich ist, sichere Grenzen anzugeben, in den Zeitraum vom beginnenden Niedergang eines Glazials bis zum Höhepunkt eines Interglazials. In dem hier interessierenden Raum interferieren, wie schon erwähnt, vertikal-tektonische Perioden mit denen klimatisch bedingter Aufschotterung und Erosion.

Es sei noch hinzugefügt, daß die hier nicht besprochenen Aufschlüsse, die die großen Tagebaue Altenburg 4 und Dillich gegeben haben, weitere sehr interessante Einblicke in die periglaziale Erscheinungen bieten, zu denen insbesondere, wie riesige Frostaufbrüche aussehende Braunkohlenwülste zu nennen sind, die gelegentlich aufgeschlossen werden, aber selbstverständlich dem Abbau ebenfalls zum Opfer fielen. In diesen Flözaufwölbungen ist die Struktur des Flözes vernichtet, während die Schichtung der Braunkohle in dem sich an diese Wülste anschließenden normal einfallenden Flügel deutlich ist. Diese Erscheinung deutet auch vorher unverständliche Mächtigkeitsschwankungen im Braunkohlenfeld Dillich, die beim Abbohren aufgefallen waren, und eine sichere Mengenerrechnung verhindert hatten. Erst der Aufschluß hat die Ursache dieser Schwankungen eindeutig gezeigt. Es ist zu erwarten, daß beim Abräumen der Decke des neuen Tagebaufeldes Altenburg 4 in Zukunft (allerdings erst in einer ganzen Reihe von Jahren) weitere Bilder dieser Art freigelegt werden.

## VI. Zusammenfassung

Im Bereich des Tagebaus Altenburg 2 bei Borken und einiger benachbarter Sand- und Kiesgruben wurden die pleistozänen Lockersedimente untersucht. Die Aufschlüsse, die der 1. und 2. Vorschein in dem Tagebau boten, wurden durch mehrere Jahre hindurch gemeinsam verfolgt und von Studenten des Geologischen Instituts in Marburg zunächst im Maßstab 1 : 50 gezeichnet. Diese Darstellungen, die im Archiv des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung aufbewahrt werden, werden hier (allerdings verkleinert und nur in Auswahl) veröffentlicht.

Für den größten Teil der von BLANCKENHORN als Pliozän-Schotter bezeichneten Kiese und Sande konnte ein altpleistozänes Alter nachgewiesen werden („ältere Schotter“). Diese wurden nach einer großräumigen Reliefbildung im Holstein-Interglazial von rißzeitlichen Klapperbergschottern überlagert. Einer dritten Aufschotterungsperiode gehören die altwürmzeitlichen Talschotter an, als deren zeitliches Äquivalent der Torf der Preag-Bohrung 1931a angesehen wird. Der Würmlöß im Hangenden der Talschotter enthält eine interstadiale Verlehmungszone.

Die Profilzeichnungen geben eine Fülle periglazialer Erscheinungen wieder. Bilder geflossener Erdmassen und abgerutschter großer Schollen, Pseudotektonik und Bodeneiskeile sind zu erkennen. Wurzellose Basaltschollen, die den ersten Anstoß zu dieser Untersuchung gegeben haben, müssen von der Höhe des „Blumenhains“

südlich Borken gekommen und in die pleistozäne Masse eingeschoben worden sein. Zu dem Zeitpunkt des Abrutschens dieser Basaltschollen hat das heutige Schwalmthal noch nicht existiert. Die Profile zeigen auch Spuren von sehr jungen tektonischen Bewegungen.

### Schriftenverzeichnis

- ADAM, K. D.: Die zeitliche Stellung der Urmenschen-Fundschicht von Steinheim an der Murr innerhalb des Pleistozäns. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, 4/5, 1954, S. 18—21, Öhringen 1954 (a).  
 — Die mittelpleistozänen Faunen von Steinheim an der Murr (Württemberg). — *Quaternaria*, 1, S. 131—144, Roma 1954 (b).
- BLANCKENHORN, M.: Geol. Karte Preußen usw. 1 : 25 000, Blatt Borken m. Erläuterungen, Berlin 1926.  
 — Das Pliocän in den Flußgebieten der Streu, Fulda, Haune, Schwalm und mittleren Lahn. — *Abhandlungen preuß. geol. L.-A.*, N. F. 189, 63 S., 17 Abb., Berlin 1939.  
 — Das Tertiär Niederhessens. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, (VI) 1, S. 7—82, Wiesbaden 1950.
- V. D. BRELIE, G.: Die pollenstratigraphische Gliederung des Pleistozäns in Nordwestdeutschland. II: Die Pollenstratigraphie im jüngeren Pleistozän. Öhringen 1955.
- CARLÉ, W.: Das innere Gefüge der Stauch-Endmoränen und seine Bedeutung für die Gliederung des Altmoränengebiets. — *Geol. Rdsch.*, 29, S. 27—51, 1938.
- DÜCKER, A. und LEMBKE, H.: Studien aus dem Norddeutschen Tiefland. — *Göttinger Geogr. Abhandlungen*, 16 (Studien über die Periglazialerscheinungen in Mitteleuropa, III), 96 S., 16 Abb., 4 Fig., 6 Zahlentaf., 2 Karten, Göttingen 1954.
- ELBORG, A.: Die braunkohleführenden Schichten bei Borken usw. — *Ungedr. Dipl.-Arbeit*, Marburg 1951.
- GRUPE, O.: Über das hessische Pliocän und die Altersfrage der Basalte. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, 88, S. 634—661, Berlin 1936.
- HARLÉ, E.: *La Hyæna intermedia* et les ossements humatiles des cavernes de Lunel-Viel. — *Bull. Soc. géol. France*, (IV) 10, 1910, p. 34—50, Paris 1910.
- ILLIES, H.: Beziehungen von Elbe und Weser zu den eiszeitlichen Spiegelschwankungen der Nordsee. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, 104, 1952, S. 428—429, Hannover 1953.
- KOLUMBE, E.: Über interglaziale und interstadiale Bildungen von Loopstedt am Haddebyer Moor bei Schleswig. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, 6, 1955, S. 39—40, Öhringen 1955.
- LANG, H. D.: Jungpleistozäne Torfe im nördlichen Niederhessen. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, 84, S. 245—251, Wiesbaden 1956.
- MÜRRIGER, F. und PFLANZL, G.: Pollenanalytische Datierungen einiger hessischer Braunkohlen. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, 83, S. 71—89, Wiesbaden 1955.
- RÜHL, W.: Die Raubtiere und Elefanten des sächsischen Diluviums. — *Palaeontographica*, 91 A, S. 1—78, Stuttgart 1940.
- SCHÖNHALS, E.: Über verschiedenaltige Löße und ihre fossilen Verwitterungsdecken bei Homberg a. d. Efze (Bez. Kassel). — *Ber. Reichsamt Bodenforsch.*, 1944, S. 111—119, Wien 1945.  
 — Über fossile Böden im nichtvereisten Gebiet. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, 1, 1951, S. 109—130, Öhringen 1951.
- SELLE, W.: Die Interstadiale der Weichselvereisung. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, 2, 1952, S. 112—119, Öhringen 1952.
- SOERGEL, W.: Die Stellung der *Hyaena spelaea* GOLDF. aus der Lindentaler Hyänenhöhle bei Gera. — *Beitr. Geol. Thüringen*, 4, S. 171—189, Jena 1937.
- STECKHAN, W.: Der Braunkohlenbergbau in Nordhessen. — *Hess. Lagerstättenarchiv*, 1, 212 S., 45 Abb., Wiesbaden 1952.

- UDLUFT, H.: Einige Bemerkungen zur Frage der Terrassenaufschotterung und der Diluvialchronologie. — Jb. preuß. geol. L.-A. für 1933, **54**, S. 396—408, Berlin 1934.
- Ergänzungen und kritische Bemerkungen zu der Arbeit von MAX BLANCKENHORN über das Tertiär Niederhessens. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI) **1**, S. 83 bis 100, Wiesbaden 1950.
- und JACOBSSHAGEN, V.: Beitrag zur Kenntnis des niederhessischen Periglazials und der Alterseinstufung einiger niederhessischer Kieselablagerungen. — Z. deutsch. geol. Ges., **106** (2), 1954, S. 560—561, Hannover 1956.
- und LANG, H. D.: Der Untergrund der Niederhessischen Senke. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**, S. 184—203, Wiesbaden 1956.
- WOLDSTEDT, P.: Probleme der Terrassenbildung. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **2**, 1952, S. 36—44, Öhringen 1952.
- Das Eiszeitalter, 2. Aufl., Stuttgart 1954.

Manuskript eingegangen am 6. 6. 1956

## Vorläufige Mitteilung über altsteinzeitliche Funde im Bereiche der Blätter Hanau und Altstadt 1:25 000

Von

FRITZ HÄUSER, Windecken

Mit 2 Abbildungen

### A. Flintsteinkratzer aus der Ziegelei Alban, Bruchköbel, Blatt Hanau

Die Ziegelei Alban und die benachbarte Ziegelei Zeller und Schmelz bei Bruchköbel, beiderseits der Bundesstraße 45, erhalten ihre Rohstoffe aus den pleistozänen Bildungen, die hier über tertiären Schichten zur Ablagerung kamen. Es sind zu Ton verwitterter Basalt (Trapp), der dem jüngeren Tertiär angehört, sowie Kies, Sand, Ton, Lehm und Löß, welche dem Pleistozän zugerechnet werden. Zwischen den tertiären Basalt und die genannten pleistozänen Schichten ist eine starke Bank dicker Gerölle, die vorwiegend aus Buntsandstein, Quarziten und Lateritbrocken nebst feinerem Sand zusammengesetzt ist, eingeschaltet. Auch eine Lage von Braunkohlen ist noch vorhanden, die über den Schottern liegt. Die überlagernden grauen Tone leiten über zu dem sandigen Lehm (Löß I) und darauf folgende Sandlagen zu einem Löß II, der ebenfalls von Sandlinsen und -lagen durchsetzt ist. Über ihm folgt ein jüngerer, deutlich diskordant liegender höherer Löß III.

Die Schichten sind durch eine südwest-nordost verlaufende Verwerfung gestört, wodurch die geologischen Verhältnisse unübersichtlich wirken. Die Braunkohle ist durch diese tektonischen Vorgänge an einer Stelle in der Ziegelei Alban um mehrere Meter zipfelmützenartig hochgepreßt worden, wobei auch die Gerölle mit emporgeschleppt wurden und zwar bis in die Zone des sandigen Lehms und des Löß II. Der Löß III liegt hingegen ungestört über den älteren Schichten.

Eine weitere Störung der Schichten ist in der benachbarten, östlich der Straße liegenden Grube zu sehen. Hier war es nicht eine Verwerfung, sondern ein Bach, der die Gleichmäßigkeit der Lagen störte. Er erodierte den älteren Lehm und Löß durch das Eingraben seines Bachbettes und durch die Wiederauffüllung desselben mit Sanden. Bei Kombination der verschiedenen Aufschlüsse kommen wir zu folgendem Profil:

Würm III	jüngerer Löß (III)	
Zwischeneiszeit	Bachbett (Entstehung und Wiederauffüllung)	
Würm II	älterer Löß (II) mit Sandeinlagen	
Zwischeneiszeit	sandiger Lehm (Fundschieht?) Primigenius-Äquivalent dg <sub>2</sub> β	
Würm I	ältester Löß (I) mit Sandeinlagen	
	grauer Ton	
	Braunkohle (umgelagert?)	
	Schotter	Antiquusterrasse dg <sub>2</sub> α
	Basalt (stark zersetzt) Tertiär	

Im Betrieb Alban, in dem das fragliche Stück, ein Flintkratzer, gefunden wurde, herrschen in geologischer Hinsicht recht unübersichtliche Verhältnisse. Einesteils wird dies durch die oben erwähnte Verwerfung und zum anderen durch die nach Westen mächtiger werdenden Tonschichten und Braunkohlen hervorgerufen. Diese Lagen kommen beim Abbau leicht ins Rutschen, wodurch nur selten ein klares und übersichtliches Profil zu sehen ist.

Der Kratzer (Abb. 1) wurde erst entdeckt, als es nicht mehr einwandfrei feststellbar war, von welcher Stelle die Lore kam, in der das Stück gefunden wurde. Der Stein

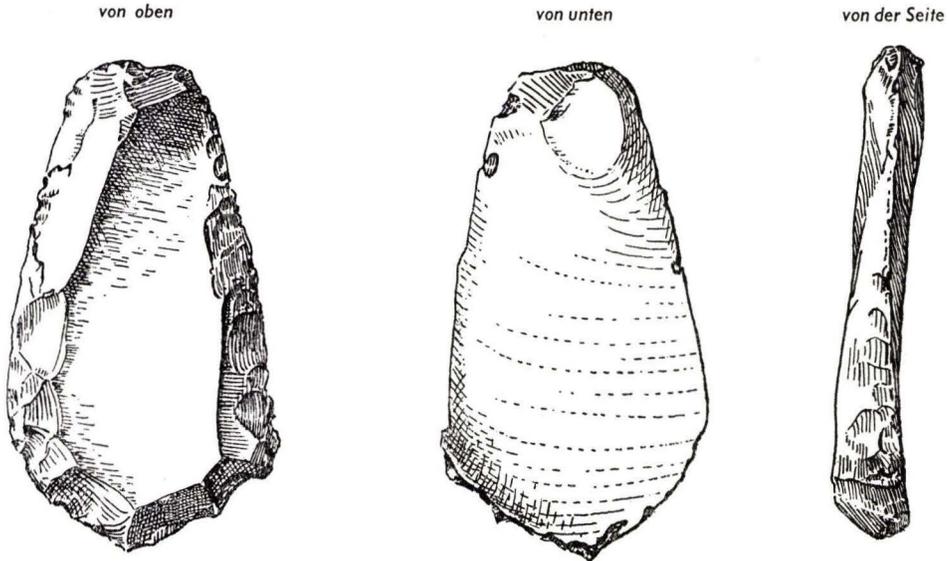


Abb. 1. Spitze, die später als Kratzer und Hobel Verwendung fand. Fundort: Ziegelei Alban, Bruchköbel. Material: Kreidefeuerstein. Natürliche Größe.

war jedoch von sandigem Lehm, den die Arbeiter und der Betriebsinhaber vom Löß unterscheiden, verunreinigt. Hieraus ist zwar nicht mehr genau die Stelle, aber doch noch der Fundhorizont zu bestimmen.

Aus dem Geschilderten geht hervor, daß der Kratzer unterhalb der von mir mit Löß II bezeichneten Schicht gelegen hat. Um das genaue Alter dieser Schichten und damit auch des Fundstückes bestimmen zu können, muß ein Vergleich zu den entsprechenden Ablagerungen auf den Nachbarblättern versucht werden.

Die in der Sohle der Grube anstehenden Schotter können nicht der Hauptterrasse angehören, da diese älteste Mainterrasse nur noch auf einigen Flächen der „Hohen Straße“ nachzuweisen ist. Ihr Niveau liegt bei 180—200 m. Unsere Schotter dagegen liegen bei ca. 120—125 m. Es ist darum anzunehmen, daß sie den Mittelterrassen  $dg_2$  angehören. Nach den Erläuterungen zu Blatt Frankfurt-Ost liegt die älteste Mittelterrasse  $dg_{2a}$  bei 150—165 m. Jedoch werden auch Bildungen, die bis 125 m und sogar 118 m hinuntergehen, hierher gerechnet. Die Bearbeiter des Blattes Frankfurt-Ost geben für die nächst jüngere Stufe das Niveau 110—125 m an. Beide Terrassen sind nur durch ihren Fossilinhalt einwandfrei voneinander zu trennen. Bisher

ist mir aus diesem Fundpunkt noch kein tierischer Rest bekannt geworden. Ich schließe jedoch aus der gestörten Lage der Schichten, daß das ursprüngliche Niveau der Schotter höher gewesen ist. Ich möchte sie daher auch der ältesten Stufe der Mittelterrasse, der sog. Antiquusterrasse  $dg_2\alpha$ , zurechnen. Auch am nördlichen und südlichen Rande des kristallinen Spessarts treten Sande und Schotter unter dem Löß auf, die den beschriebenen gleichen. BÜCKING stellt sie den Mosbacher Sanden, also der Antiquusterrasse, gleich (BÜCKING 1892, S. 192—194).

Die über den Schottern lagernden Braunkohlen sind wohl als im Pleistozän umgelagertes Pliozän (?) aufzufassen (HÄUSER 1954, S. 44). Eventuell wären die drei verschiedenen Lößarten gleichzusetzen mit den drei Kältephasen der 4. Eiszeit, mit Würm I, Würm II und Würm III, während der sandige Lehm und die erwähnten Sande des Bachbettes den beiden zwischeneiszeitlichen Wärmeperioden entsprechen würden. Der sandige Lehm müßte dann als ein Äquivalent der Primigeniusterrasse  $dg_2\beta$ , die morphologisch ja tiefer liegt, angesprochen werden. BÜCKING berichtet uns auf Seite 194 über ein Feuersteinmesser, das bei Somborn gefunden wurde: „Erwähnenswert ist, daß in dem Sande in einer Grube bei Somborn — nach Angabe des Arbeiters in einer solchen Lage, daß dasselbe bei der Ablagerung des Sandes in diesen hineingelangt sein muß — ein ganz roh bearbeitetes Feuersteinmesser aufgefunden wurde, wie in gleicher Unvollkommenheit bis dahin aus dem Gebiet des unteren Mains Steinmesser noch nicht bekannt waren. Es ist das die älteste Spur des Menschen aus unserem Gebiet. Dasselbe ist der Sammlung des hessischen Geschichtsvereins zu Hanau s. Zt. von mir überwiesen worden.“

Es ist nun zu untersuchen, ob das Werkzeug einer Kulturstufe angehört, die zeitlich hier einzuordnen ist.

Es besteht aus einem milchigweißen, an einigen Stellen schwach bläulich schimmernden, beiderseits feinpunktierten und auf der breiteren Unterseite „marmorierten“ Feuerstein aus der Kreidezeit. Das Material zu dem Werkzeug stammt demnach aus dem Norden. Die Längsachse mißt 6,6 cm, die größte Breite 3,5 cm und die Breite des Vorderendes 1,6 cm, die dickste Stelle 0,8 cm. Das Vorderende macht den Eindruck, als ob es abgebrochen sei. Es ist möglich, daß das Werkzeug ursprünglich als Spitze Verwendung gefunden hat, aber später durch Bruch stumpf wurde und dann als Kratzer weiteren Gebrauch fand. Die ehemalige Länge dürfte dann ca. 8 cm betragen haben.

Der Rand wird von etwa 10 großen Flächen, die sehr steil stehen, begrenzt. Sie deuten den ersten Arbeitsgang nach dem Absplissen an. An der Peripherie kann man noch eine sehr große Zahl von kleinen und kleinsten Retuscheflächen deutlich sehen. Der muschelige Bruch, der dem Feuerstein eigentümlich ist, tritt auch hier auf.

Die an sich „ruhige“ Form läßt nur den Schluß zu, daß es sich um ein Stück aus der Zeit des Moustérien, Aurignacien oder des Magdalénien, das ja in seinen Formen die alte Aurignacitradition wieder aufnimmt, handelt. (KAYSER 1924, S. 564—565). Die gleichmäßig den Rand umgebende steile Retusche und das zum Kratzer ausgebildete Ende, das bestimmt gute Hobeigenschaften hatte, sprechen für das Aurignacien. Dies wäre die Zeit nach 60000 vor Christus. Das auf beiden Seiten staffelförmige Übereinanderliegen der Retuschen und die Tatsache jedoch, daß das Stück nur von der Oberseite her bearbeitet ist, würden für eine Vordatierung in das Mou-

stérien sprechen. Wir werden somit auch bei dieser Überlegung in das beginnende Hochglazial des Würm, also in die Primigeniuszeit, verwiesen.

Die Gegenüberstellung der Ergebnisse bringt einen Anhalt für die Altersstellung der geologischen Schichten des Pleistozäns und einen Beweis, daß das Gebiet der „Hohen Straße“ und der nördliche Spessart schon im Paläolithikum, wahrscheinlich schon im Altpaläolithikum, also um 60 000, vom Menschen besiedelt war. Er bewohnte die höher gelegenen Terrassen, da das tiefer gelegene Gebiet der Hanau-Seligenstädter Senke der Überschwemmungen und Moorbildungen wegen nicht dauernd besiedelt werden konnte.

### B. Quarzschaber aus der Gemarkung Kalkofen zwischen Eichen und Ostheim, Blatt Altenstadt

Der zweite Fund (Abb. 2) wurde „im Kalkofen“ zwischen Eichen und Ostheim im nördlichen Teil des Kreises Hanau gemacht. Die Fundstelle befindet sich auf dem alten Verbindungsweg zwischen Windecken und Eichen. Nach starken Regenfällen entstehen tiefe Wasserrisse im Löß, der hier die älteren Schichten zum Teil verdeckt. Das älteste am Abhang zu Tage kommende Gestein ist konglomeratisch ausgebildetes

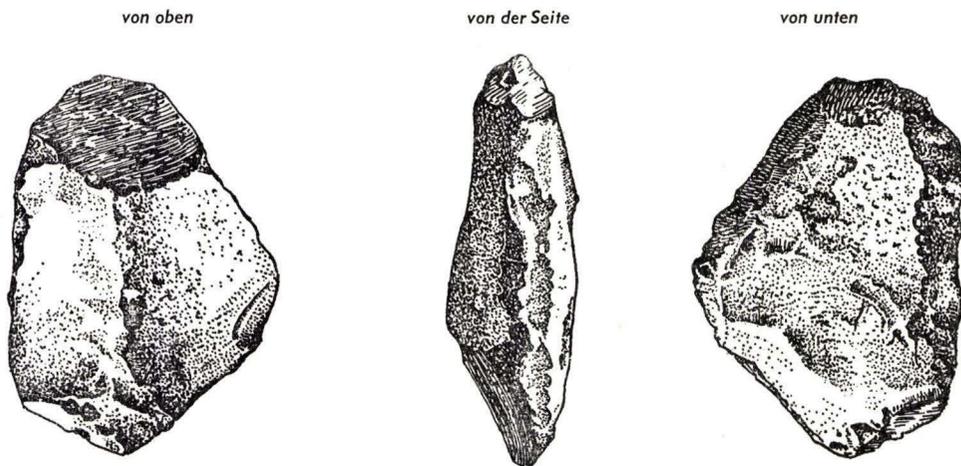


Abb. 2. Zerbrochener Schaber mit Retuschen.  
Fundort: Kalkofen, Gemarkung Ostheim. Material: Quarzit. Natürliche Größe.

Rotliegendes. Es wird von Corbicularschichten, Kalken, Sanden, Mergeln und Quarziten, überlagert. Das Alter der Quarzite ist noch nicht einwandfrei bestimmt. Sie haben aber am Beginn des Pleistozäns noch eine weite Gebiete einnehmende Bank gebildet, die in der Folgezeit durch die erodierende Tätigkeit der Flüsse und Bäche zerstückelt wurde. Nur noch an einigen Stellen ist der Quarzit erhalten. Bei der Erosion wurden die über und unter ihm anstehenden Schichten vom Wasser schneller fortgeschwemmt, als er selbst zerstört werden konnte. Es mag dann an verschiedenen Stellen dadurch zu Überhängen, zu höhlenähnlichen Unterwaschungen, gekommen sein. Es ist verständlich, daß solche Orte vom Menschen der Frühzeit aufgesucht und

als Wohnraum benutzt wurden. Diese Schichten werden mit den Quarziten von Münzenberg und Treis an der Lumda geologisch verglichen. Bezüglich der Vorgeschiechte sind sie besonders interessant. Treis lieferte unter dem Quarzit einmalige Siedlungsspuren mit Geräten, die auffallend groß und flach sind. (H. RICHTER 1925). Die Werkzeuge werden mit denen des Moustérien und Aurignacien verglichen.

Die beiden am Kalkofen gefundenen Stücke sind nach Material und Form denen von Treis an die Seite zu stellen. Die neuen Funde waren durch Wasser an der Grenze des Löß' zu seinen unterlagernden Schichten freigewaschen worden. Das eine Stück ist ein Quarzit von gelbgrauer und das andere einer von blaugrauer Farbe. Beide zeigen zwei Stufen der Bearbeitung. Eine gröbere, die Form gebende und eine zweite,, die Randpartien erfassende Retusche.

Der kleinere Schaber hat eine Länge von 5,2 cm, ist 3,4 cm breit und 1,6 cm dick. Eine Bruchfläche zeigt jedoch, daß die Form ursprünglich andere Größenverhältnisse hatte, Länge ca. 7 cm.

Das größere Werkzeug zeigt eine Reihe von Bearbeitungen. Besonders interessant sind zwei Stellen, an denen deutlich die Spuren von Absplissen zu sehen sind, welche die Klingensform von zwei bzw. drei cm Länge erkennen lassen. Fundort, Material und Bearbeitung sprechen geologisch und vorgeschichtlich für eine Parallele zu Treis an der Lumda, also für Moustérien.

### C. Quarzitkultur des Moustérien bei Eichen, Blatt Altenstadt

Durch die beiden zufälligen Funde im Kalkofen angeregt, suchte ich nach weiterem Material. Der Gedanke war naheliegend, daß weitere Funde da zu erwarten seien, wo noch größere Quarzitvorkommen vorliegen. Findlinge von beträchtlicher Größe liegen auf der mittleren Flußterrasse der Nidder südwestlich von Eichen, unmittelbar am Rande des Herrenwaldes, in dem ich schon früher jungsteinzeitliche Gegenstände gefunden habe. Schon bei dem ersten Besuch brachten mir meine Kinder mehrere Stücke, welche so nahe Verwandtschaft zu denen von Treis an der Lumda zeigen, daß gleiches Alter angenommen werden kann. Ein weiteres Suchen erhöhte die Anzahl der Stücke auf mehr als 40.

Vertreten sind neben Kernstücken, die als Ausgangsmaterial dienten, eine Reihe von Segmentstücken, Schlagsteinen, Kerbkratzern, Handspitzen, Kantenabschlägen, Keilspitzen und auffallend viele Stücke mit besonders herausgearbeiteter randlicher Kerbe. Gebrauchsspuren und Retuschen sind zu beobachten.

Das Material besteht vorwiegend aus einem recht homogenen Quarzit. Zuweilen sind kleine Kiesbröckchen in der Grundmasse eingebettet. Als Bindemittel dient Kieselsäure, die eine größere Festigkeit gewährleistet. Bei einigen Geräten tritt auch Tonsubstanz im Gefüge auf, wodurch die Festigkeit geringer ist. Ein Kernstück könnte Taunusquarzit sein, der eine wesentlich größere Härte aufweist.

Diese Funde repräsentieren die älteste menschliche Kultur in Südhessen. Sie wurde bisher nicht beachtet, weil sie nur recht derbe Formen liefert. Die Werkstücke sind wegen der Eigenart des Rohstoffs und wegen der schweren Bearbeitbarkeit zwar groß, aber doch nur unansehnlich. Es ist erforderlich, daß diese Entdeckungen noch eingehender untersucht werden.

Schriftenverzeichnis

- BÜCKING, H.: Der Nordwestliche Spessart. — Abh. kgl. preuß. geol. L.-A., N. F. 12, Berlin 1892.  
HÄUSER, FRITZ: Die Hanau-Seligenstädter Senke und ihre Randgebiete. Topographie, Geologie und Tektonik. Hanau 1954.  
KAYSER, EMANUEL: Lehrbuch der geologischen Formationskunde II. 6. und 7. Aufl., Stuttgart 1924.  
MICHELS, F. W. WENZ & A. ZÖLLER: Blatt Frankfurt/Main-Ost-Offenbach. Mit Erläuterungen, Berlin 1930.  
RICHTER, HEINRICH: Die altsteinzeitliche Höhlensiedlung von Treis a. d. Lumda (Die Ausgrabungen im Jahre 1924). — Abh. senckenberg. naturf. Ges., 40, Frankfurt a. M. 1925.

Manuskript eingegangen am 19. 1. 1956

## Morphogenetische Beschreibung eines Miniaturkarstes im Givet-Massenkalk bei Limburg a. d. Lahn

Von

OTTO F. GEYER

Mit Tafel 16

### Zusammenfassung

Es werden die Karstformen eines Miniaturkarstes auf einer freigelegten Givet-Massenkalkoberfläche bei Limburg a. d. Lahn beschrieben. Es sind Karstgassen, Karsttrichter und „Mikrodolinen“. Verf. versucht den Ablauf der Karstbildung aufzuzeigen; die Großformen (Karstgassen und Trichter) sind höchstwahrscheinlich alttertiär, die „Mikrodolinen“ wesentlich jünger.

### Einführung

Während einer Exkursion des Geologischen Instituts der Technischen Hochschule Stuttgart im Frühjahr 1955 wurde unter der Führung von Prof. Dr. F. MICHELS (Wiesbaden) u. a. der SCHÄFERSche Steinbruch am Westausgang von Limburg a. d. Lahn, an der Gemarkungsgrenze von Freidiez, besucht (Blatt 5614 Limburg). Unter einer ca. 200 cm mächtigen Decke von tertiären und quartären Tonen, Lehmen und Kiessanden steht dort devonischer Massenkalk der Givet-Stufe an. Diese Kalke werden z. Zt. im Steinbruchbetrieb abgebaut. Die Massenkalkoberfläche ist durch Beseitigung des Abraums freigelegt. Sie ist ganz verkarstet und stellenweise vererzt (Eisen- und Manganerze). Über diese Verkarstung und deren Ausdrucksformen soll hier kurz berichtet werden. Nun ist die Verkarstung der Devonkalke eine bekannte Tatsache und dieser Bericht wäre nicht gerechtfertigt, wenn nicht der SCHÄFERSche Bruch auf kleinster Fläche eine Vielzahl verschiedener Karstformen zeigen würde. Uns ist z. Zt. in Deutschland keine Stelle bekannt, an welcher eine „Karstlandschaft en miniature“ derart eindrucksvoll sonst noch anzutreffen wäre. Der Abbau schreitet stetig fort, so daß in nicht allzu langer Zeit dieser bemerkenswerte Aufschluß verschwunden sein wird. Einige Abbildungen mögen daher das heute sich bietende Bild festhalten.

Ausdrucksformen der Verkarstung sind bekanntlich Höhlen und Dolinen — nur um die wichtigsten zu nennen. Die Dolinen sind sogenannte „offene Hohlformen“, d. h. sie liegen sichtbar an der Oberfläche. Morphologisch unterscheiden wir bei ihnen Schächte, Trichter, Wannn (Schüsseln) und Karstgassen; genetisch müssen wir Lösungs-, Einsturz- und Bodensenkungsdolinen trennen. Die Ursache für die Ausbildung eines bestimmten morphogenetischen Dolinentyps ist in fast sämtlichen Fällen nicht ein einziger Faktor allein; der Gesteinscharakter, die tektonische Beanspruchung des Gesteins, die Lagerungsverhältnisse, das karsthydrographische Verhalten,

die Vegetation und das Klima sind mit wechselnder Wertigkeit am Zusammenspiel der hier wirkenden Kräfte beteiligt.

### Beschreibung der Formen

Im SCHÄFERSchen Steinbruch fallen in diesem Zusammenhang vielleicht zuerst die mächtigen Klüfte auf. Eine bekannte Tatsache sei hier wiederholt: neben den ursprünglichen Unebenheiten der Gesteinsoberfläche sind die Klüfte die ersten Ansatzpunkte einer in die Tiefe wirkenden Gesteinslösung in Karstgebieten. Die primäre Ursache der Klüfterweiterungen im SCHÄFERSchen Steinbruch ist die korrodierende Wirkung des Tagwassers (später mögen gewiß Abbröckelungen und Absprengungen durch Spaltenfrost hinzugetreten sein). Aus solchen Klüfterweiterungen haben sich hier Hohlformen entwickelt, welche man als Karstgassen bezeichnet (Tafel 16 Figur 1). An den Stellen, an welchen andere Klüfte die Karstgasse queren, finden wir häufig Ausweitungen. In unserem Falle ist also die Karstgasse durch Lösung entstanden; in anderen Karstgebieten sind diese Formen allerdings häufig auf Einsturz der Decken über unterirdischen Hohlräumen zurückzuführen — die berühmte „Mazocha“ im mährischen Karst nennen wir hier als Beispiel. Die sehr unterschiedliche Größe der Formen sollte bei der Benennung keine ausschlaggebende Rolle spielen; jede terminologische Abgrenzung nach der Größe muß ziemlich willkürlich erscheinen, da variationsstatistische Schnitte sich nicht zeigen.

Wir kommen zu den trichterförmigen Dolinen. Im Steinbruch treffen wir auf einige gut ausgebildete Trichter mit einem Durchmesser von 2—4 m und einer Tiefe von 1—2 m. Ihr Umriß ist mehr oder weniger rundlich (Tafel 16 Figur 2). Die Trichter sind in den Massenkalk eingesenkt; ohne Zweifel sind sie „hineingelöst“, also Lösungstrichter und nicht durch Einsturz entstanden (die Gesteinstrümmer in der abgebildeten Doline stammen von Menschenhand). Die Abbildung läßt weiter erkennen, daß der Trichter an einem Kluftkreuz angelegt wurde. Eine Kluft, welche (auf der Abbildung) von der oberen linken Bildecke in die Doline führt und diese an der rechten unteren Ecke wieder verläßt, kreuzt sich mit einer zweiten, fast senkrecht dazu stehenden (von der Mitte des linken zur Mitte des rechten Bildrandes). Diese Trichterdolinen wie auch z. T. die Karstgasse auf Tafel 16 Figur 1 waren zum Zeitpunkt des Besuches mit Wasser erfüllt (einige Regentage waren vorher gegangen); dieser scheinbare Gegensatz ist darauf zurückzuführen, daß Dolinen in ihrem Tiefsten manchmal schwerdurchlässige Lösungsrückstände, viel häufiger (wie in unserem Falle) aber Schwemmaterial enthalten, so daß sie im Einzelfall dauernd, meist aber vorübergehend in der Lage sind, das Tagwasser zu stauen. So kenne ich z. B. von der Schwäbischen Alb Dolinen, die nur noch als kreisrunde Moorflecken (Durchmesser 3—4 m) in Erscheinung treten; sie sind ausgefüllt mit tonigem Schwemmaterial, auf welchem sich ein winziges Moor mit Moos und Binsen gebildet hat — Karst und Moor, wahrlich ein morphologischer und hydrographischer Gegensatz!

Die kleinsten, aber augenfälligsten Karstformen im SCHÄFERSchen Bruch sind jedoch die unzähligen Vertiefungen auf den Buckeln und in den Mulden der Massenkalkoberfläche. Diese ist übersät von mehr oder weniger rundlichen (Tafel 16 Figur 3) oder gestreckten (Tafel 16 Figur 4) Lösungsformen. Im Gegensatz zu den manchmal

bizarren, stets aber kantigen Karren und Schratzen haben wir es hier mit sanft gerundeten, flachen Eintiefungen zu tun. Der Name „Mikrodoline“ für diese Bildungen erscheint mir sehr zutreffend. Diese Kleinformen sind ausgefüllt mit Resten der Deckschichten sowie mit eingeschwemmtem und angewehemtem Gesteinsdetritus von toniger und sandiger Beschaffenheit und brauner bis roter Farbe. Es drängt sich geradezu der Vergleich mit einer typischen Karstlandschaft auf. Freilich, was dort groß und gewaltig, ist hier ins winzige verkleinert; aber hier wie dort sind die Dolinen ausgefüllt mit braunrotem Lehm, hier wie dort sind die Rücken zwischen ihnen ohne einer nennenswerten Bodenkrume.

Zusammenfassend stellen wir fest, daß wir im SCHÄFERSchen Steinbruch typische Lösungsformen vorfinden und kein Anzeichen für eine andere Entstehung spricht. Vor allem aber erscheint es uns wichtig festzuhalten: im Bereich der deutschen Mittelgebirge werden wir selten auf solch ein Schulbeispiel von „Lösungskarst“ auf engstem Raum stoßen; von einem Standpunkt aus übersehen wir alles, was obige Zeilen beschrieben haben.

### Alter der Verkarstung

Bei Überlegungen über das Alter dieser Verkarstung müssen wir zugrunde legen, daß hier eine alte Landoberfläche vorliegt. Mit der Sudetischen Phase (Wende Unter-Oberkarbon) hört in unserem Gebiet die marine Sedimentation auf und dieser Zustand dauert durch das ganze Mesozoikum hin an. Wir gehen sicher nicht fehl in der Annahme, daß im älteren Mesozoikum, wahrscheinlich auch schon im Jungpaläozoikum die Hangendschichten der Massenkalk, also Oberdevon und (?) Kulm, und die oberen Partien der Massenkalk selbst bereits wieder abgetragen waren. Die so entblößten Kalk sind sicherlich im Mesozoikum Verkarstungsprozessen von wechselnder Intensität ausgesetzt gewesen. Unterbrechungen durch vorübergehende terrestrische Sedimentation (Plombierung des Karstes durch pelitisches Material) haben fraglos stattgefunden. Es besteht aber ein Unterschied, ob wir vom Alter der Verkarstung überhaupt oder nur vom Alter bestimmter Ausdrucksformen dieser Verkarstung sprechen: letztere sind immer die Zeugen der jüngsten Verkarstung. Karstformen einer älteren Verkarstung sind meist längst der Erosion und Korrosion zum Opfer gefallen.

Bei der Situation im SCHÄFERSchen Bruch könnte zur Diskussion stehen, ob die beschriebenen Dolinen und Mikrodolinen — also das Relief der heute künstlich freigelegten Massenkalkoberfläche — älter als die Deckschichten sind oder nicht. F. MICHELS (1930: 38; 1938: 243—244) hat ein alttertiäres Alter solcher Karstformen (in mitteldevonischen Kalken bzw. Dolomiten auf den Blättern Limburg und Bingen-Rüdesheim) ziemlich sicher nachweisen können (Plombierung des Karstes durch oligozäne Tone in einem, Schlottenfüllungen mit z. T. regelmäßig geschichteten tertiären Schottern im anderen Falle). Nun bildet ein nicht bedeckter Karst scharfe Formen, d. h. Karren und Schratzen sind für ihn kennzeichnend. Im vorliegenden Falle werden wir aber vergebens nach solchen Bildungen suchen. Die geglätteten, sanften Formen der Mikrodolinen und Trichterdolinen sprechen für sukzessive Anlösung unter Bedeckung; nur so ist eine relativ gleichmäßige Korrosion der Kalk erklärbar. Wir dürfen daher die großen Karstformen im SCHÄFERSchen Bruch (wie sie

Fig. 1 und 2 zeigen) als Ausdruck einer höchstwahrscheinlich alttertiären Verkarstung betrachten. Dagegen sind die Mikrodolinen sowie die durch allmähliche Anlösung bedingte Glättung der Großformen wesentlich jünger; ihr pleistozänes bis holozänes Alter wäre durchaus denkbar.

#### Schriftenverzeichnis

- MICHELS, F. & WAGNER, W.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen, Blatt Bingen-Rüdesheim, 107 S., 3 Taf., Darmstadt (1930).
- MICHELS, F.: Summer Field Meeting, 5th July to 19th July, 1937. The Rhenish Schiefergebirge. Monday, 12th July. — Proc. Geol. Assoc., 49. Seite 242—245, Abb. 44—46, Tafel 17. E. Stanford Ltd., London (1938).

Manuskript eingegangen am 11. 7. 1956

## Zur Tektonik der Erbstädter Grauwacke (Wetterau)

Von

WERNER PLESSMANN, Göttingen

Mit 5 Abbildungen

F. NÖRING beschrieb 1951 den paläozoischen Aufbruch der Naumburg bei Erbstadt in der Wetterau (Top. Kte. 1:25000 Bl. Altstadt 5719). Er gab den dort in ungefähr 1 km N-S-Erstreckung in Steinbrüchen und Weganschnitten teilweise aufgeschlossenen Tonschiefern, Sandsteinen, Grauwacken und konglomeratischen Grauwacken ein hochoberdevonisch-frühkulkmisches Alter. Fossilien wurden bisher nicht

aufgefunden, die Altersparallelisierung des Naumburger Vorkommens mit der Tanner Grauwacke ist allerdings am wahrscheinlichsten.

Die wenigen Angaben über die Tektonik des Aufbruches bedürfen einer Ergänzung. F. NÖRING nahm aus dem Schichtstreichen um  $110^\circ$  einen nordvergenten, „flachherzynisch“ gerichteten Faltenbau an, der aus dem Gesamtbild des Rheinischen Schiefergebirges herausfällt. Eine genauere Aufnahme deckte einen komplizierten Bau auf, der nun beschrieben werden soll.

Das Streichen der Gesteine pendelt nicht überall um  $110^\circ$ . In der Übersichtskarte (Abb. 1) sind einige Schichtflächenlagen aus der anstehenden Grauwacke eingezeichnet. Man erkennt eine sehr wirre Lagerung, die mit keiner normalen Faltung in Zusammenhang gebracht werden kann. In den einzelnen Teilbereichen läßt sich allerdings Näheres aussagen.

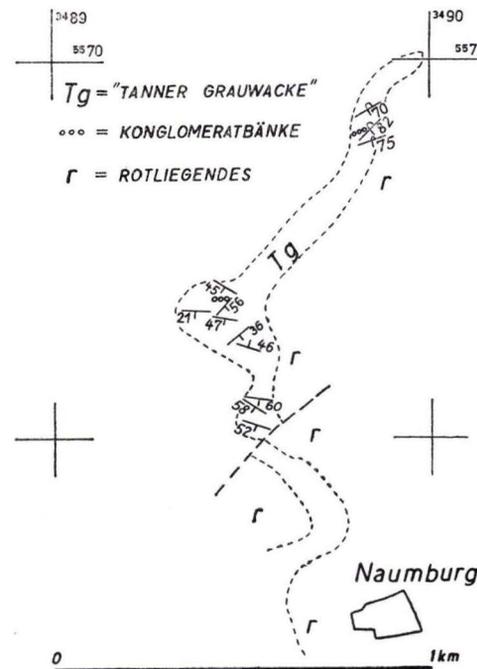


Abb. 1. Übersichtskarte der Erbstädter Grauwacke.

Im nördlichsten Aufschluß, einem Steinbruch 700 m südwestlich Erbstadt, liegen steil nach SE einfallende Tonschiefer, sandige Schiefer, Grauwacken und konglomeratische Grauwacken mit bis zu 5 cm  $\varnothing$  großen Geröllen von quarzitischen Grauwacken.

wacken, Kieselschiefern und Milchquarzen. In einem Schriff aus den sandigen Schiefern konnte mit Hilfe der „graded bedding“ eine überkippte Lagerung der Schichten nachgewiesen werden. Die Abb. 2 bringt die Darstellung der wichtigsten Gefügedaten aus diesem Steinbruch in flächentreuer Azimutalprojektion (untere Halbkugel).

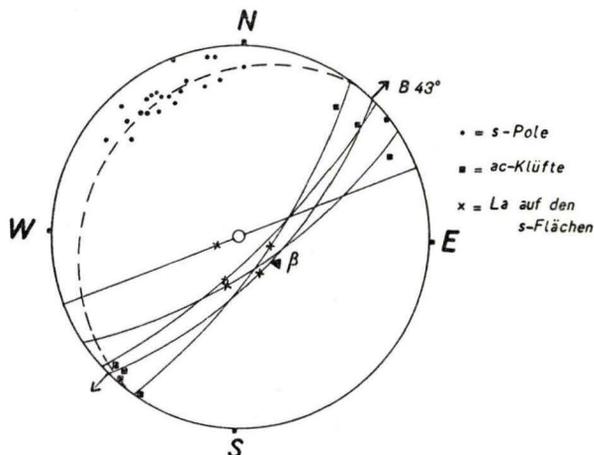


Abb. 2. Sammeldiagramm aus dem nördlichen Aufschluß.

Punkte: Pole von s-Flächen (s-Flächen: alle mechanisch ausgezeichneten Parallellflächen des Gefüges, hier Schichtflächen).

Kreuze: Lage von Linearen parallel a (La) auf eingetragenen Schichtflächen. La = Harnischstreifung, hervorgerufen durch schichtparallele Gleitung während der Faltung in der Richtung des tektonischen Transports.

Vierecke: Pole von Reißfugen (ac), Querklüften, die der Formungsebene ac (senkrecht B) entsprechen.

Dreiecke: Beta = Pi-Pol, Häufung der Schnittgeraden von gleichwertigen s-Flächen, kontrolliert durch den gestrichelten Pi-Kreis.

Das Diagramm zeigt ein steiles SE-Fallen der Schichtung bei einem pendelnden Streichen um  $50^\circ$ . An einigen Stellen ist auf den Schichtflächen eine Harnischstreifung zu beobachten, die bei der Verbiegung von Gesteinen infolge Gleitung zwischen den einzelnen Gesteinsbänken entsteht und in der Transportrichtung liegt. Sie bildet mit der Horizontalen auf den s-Flächen einen Winkel um  $90^\circ$  und ist daher einer Faltung mit mehr oder weniger horizontaler Faltenachse zuzuordnen. Die Reißklüfte (Querklüfte = ac) streichen um  $135^\circ$  und besitzen ein steiles Einfallen. Auch sie deuten auf eine Faltung mit  $\pm$  horizontaler Achse. Aus dem Schichtstreichen, der Lage der Harnische sowie aus der Position der Reißklüfte nach ac läßt sich hier ohne weiteres die Lage der B-Achse ermitteln (B-Achse = ausgezeichnete Richtung des Gefüges senkrecht zur Deformationsebene ac, hier B-Achse = Faltenachse). Sie streicht um  $45^\circ$ , pendelt um die Horizontale und liegt demnach ähnlich wie die Achsen im Rheinischen Schiefergebirge. Eine SE-NW gerichtete Beanspruchung führte also auch im Nordteil der Erbstädter Grauwacke zu einem SW-NE streichenden Faltenbau.

Schon in der Abb. 2 fällt es auf, daß die Schichtflächenlage stark pendelt (zwischen  $90$  und  $30^\circ$ ). Der s-Pol-Pi-Kreis ermittelt ein steiles Beta. Noch deutlicher ist eine Unregelmäßigkeit in dem gleichen Steinbruch. Im 4-m-Bereich knickt die Schichtung ziemlich unvermittelt aus der  $50^\circ$ - in eine  $130^\circ$ -Richtung ab und dreht dann wieder in die Normalrichtung ein (Abb. 3). Es wird eine Falte mit steiler Achse innerhalb der aufgerichteten Pakete gebildet. Das Diagramm (Abb. 4) fixiert die Falte genauer. Flach liegende Reißfugen nach ac, die nur in dem abgeknickten Bereich ausgebildet sind, stimmen im wesentlichen mit der Konstruktion von Beta überein.

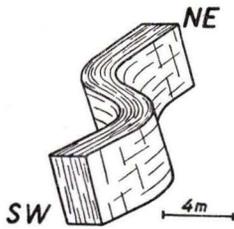


Abb. 3. Knickung in einem Schichtpaket aus dem nördlichen Aufschluß (schematisch).

In der Abb. 5 sind alle vermessenen s-Flächen aus den mittleren und südlichen Teilen des Vorkommens mit ihren Polen eingetragen (die s-Pole des nördlichen Steinbruches sind mit Kreisen umzeichnet). Harnischstreifung tragende Schichtflächen wurden voll eingezeichnet. Sollte hier nur eine echte Faltung mit einer  $110^\circ$ -Achse vorhanden sein, wie sie F. NÖRING annimmt, müßten die Lineare parallel a senkrecht zum Schichtstreichen liegen und dürften nicht, wie es der Fall ist, mehr oder weniger flach eintauchen. Ein mäßig gut besetzter s-Pol-Pi-Kreis ergibt ein Beta um  $135^\circ$ .

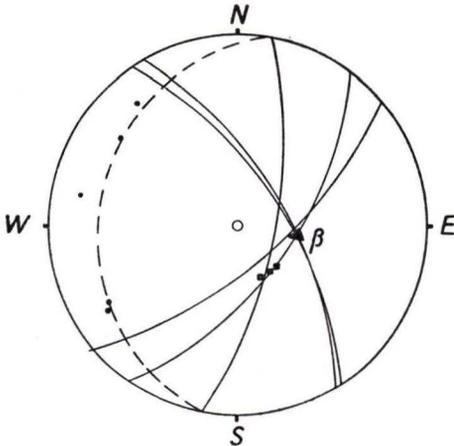


Abb. 4. Gefügediagramm des Ausschnittes der Abb. 3. Signaturen wie in der Abb. 2.

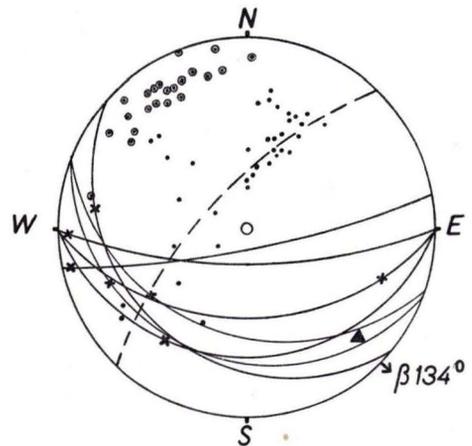


Abb. 5. Sammeldiagramm aus dem gesamten Erbstädter Aufbruch.

Die beschriebene wirre Lagerung ist bei einer normalen Faltung mit gleichmäßiger Anordnung der formenden Außenkräfte nicht üblich. Es gibt mehrere Erklärungsmöglichkeiten für diese Inhomogenität.

1. Eine selbständige spätere Querfaltung: Im nördlichen Aufschluß ist eine mit der regionalen Tektonik übereinstimmende Faltung mit  $45^\circ$ -Achsen nachzuweisen (Abb. 2). Man stelle sich einen ursprünglich SW-NE-streichenden Faltenbau mit einer Wellenlänge von  $\pm 1$  km vor, der einen steilen bis überkippten Nordflügel und einen flachen Südflügel besitzt. Setzt nun eine Beanspruchung in anderer Richtung

ein, z. B. eine NE-SW-gerichtete Einspannung, also quer zum ersten Deformationsplan, so reagiert das Gestein an jeder Stelle je nach der Ausgangsposition anders. Im Nordflügel der Falte bieten die steil aufgerichteten Schichten dem in der Streichrichtung wirkenden Druck einen großen Widerstand. Verbiegungen und Knickungen mit einem dem Schichtungsfallen entsprechenden steilen Achsenfallen könnten die Reaktion auf die quer angreifenden Kräfte sein. Im flachen Südflügel der Falte bieten die Schichten weniger Widerstand und können sich in die dem neuen Plan entsprechende Lage einfalten. Der ursprüngliche Südflügel erhält dann ein neues Streichen (Abb. 5) und läßt den ersten Plan nicht mehr erkennen. Die erste Beanspruchung kann nur noch im steilen Nordflügel rekonstruiert werden.

Die bei dieser Deutung zu fordernde selbständige spätere Querfaltung mit Achsen in NW-SE-Richtung ist nun weder im Rheinischen Schiefergebirge noch in Thüringen (zuletzt W. SCHWAN 1955), wo sie häufig vermutet wurde, vorhanden. Weiterhin werden bei einer späteren Querfaltung sicher nicht steilachsige Falten entstehen, wie in der Abb. 3 beschrieben, oder Verbiegungen in der Streichrichtung wie in der Abb. 2. Viel eher würde eine an steilstehende Schichten angreifende Querbeanspruchung zu einer NW-SE-streichenden Scherflächenbildung führen. Regionale und örtliche Verhältnisse machen also die Annahme einer späteren Querfaltung in der Erbstädter Grauwacke unwahrscheinlich.

2. Eine gleichzeitig mit der Hauptformung erfolgte Querfaltung: In vielen Gebieten kann man beobachten, daß gleichzeitig mit der Hauptfaltung durch Querstauchung Hebungen und Senkungen der Hauptachsen erfolgen und Quersättel und Quermulden entstehen. Dabei kann das Schichtstreichen alle Werte annehmen. Bei Erbstadt liegt die Hauptfaltenrichtung um  $45^\circ$ . Die überlagernde Querfaltung müßte jedoch ungewöhnlich intensiv sein, denn es kommen Fallwerte in der  $120^\circ$ -Streichrichtung bis zu  $60^\circ$  vor.

3. Schleppung an Flexuren: H. KÖLBEL (1954) vermutet in der Nähe des Erbstädter Grauwacken-Vorkommens eine gewaltige Verschiebungszone, die sich aus rheinisch ( $0-25^\circ$ ) und herzynisch ( $115-125^\circ$ ) streichenden Horizontalflexuren und vielleicht auch Störungen zusammensetzen soll. Durch Schleppung sei dann das vom Rheinischen Schiefergebirge abweichende Streichen der Grauwacke zustande gekommen. Die steile Falte innerhalb des aufgerichteten Paläozoikums (Abb. 3) kann bei einer unregelmäßig stark wirkenden Bewegungsfront entstehen, derart, daß durch einen örtlich stärkeren Anschlag ein Bereich seinem benachbarten gegenüber relativ vorseilt. Es könnte also eine kleine Flexurbildung sein, die eine vermutete große Flexur begleitet. In der Nähe von Kreuzungspunkten verschieden gerichteter Sigmoiden kann eine derartige tektonische Formenfülle auftreten, wie sie bei Erbstadt zu beobachten ist. Die Existenz großer Sigmoiden ist allerdings hier nicht bewiesen. H. KÖLBEL nimmt auch am Unterwerra-Sattel eine große Horizontalflexur an. Wie die neue Arbeit von W. SCHUBART (1955) zeigt, genügt zur Erklärung der Quertektonik eine Sigmoidie nicht.

4. Prof. E. BEDERKE verdanke ich den Hinweis auf eine mögliche Rahmenfaltung in diesem Gebiet. Bei einer Rahmenfaltung entstehen keine durchstreichenden Faltenzüge; vielmehr hängt das Achsen- und Schichtstreichen vom Verlauf des bereits konsolidierten Rahmens ab (z. B. mittelsudetische Rahmenfaltung, E. BEDERKE 1929). Der

Untergrund der Erbstädter Grauwacke hat sicher schon eine konsolidierende Faltung mitgemacht. Die Deutung der wirren Lagerung als Teilstück einer gerahmten Faltung scheint am wahrscheinlichsten zu sein.

Die Bewegungen in der Erbstädter Grauwacke werden in sudetischer Zeit erfolgt sein. (Das umliegende Rotliegende besitzt keine wesentlichen Deformationsspuren. An der Naumburg liegt es söhlig.) F. NÖRING wies bereits darauf hin, daß eine echte Schieferung auch in den Tonschiefern nicht ausgebildet ist. Engständige, mit Eisen- und Manganrostfilmen bedeckte unregelmäßige Ablösungsflächen durchsetzen die Gesteine in vielen Richtungen. Es entsteht der Eindruck, daß die Tektonik ziemlich oberflächennah gewirkt hat.

Das Auftauchen der paläozoischen Gesteine unter dem Rotliegenden ist am Südrand des Vorkommens wohl durch eine um  $50^\circ$  streichende steile Verwerfung bedingt. Ähnlich orientierte Störungen mit der gleichen Bewegungstendenz — NW-Scholle relativ gehoben gegenüber dem abgesunkenen SE-Teil — sind in dem Rotliegend-Steinbruch unterhalb der Naumburg mit kleineren Verwerfungsbeträgen zu beobachten.

#### Zusammenfassung

Man kommt zu dem Schluß, daß im Erbstädter Raum keine sichere Deutung des Bewegungsablaufes gegeben werden kann. Die geringe Ausstrichbreite des isolierten Vorkommens macht sie sehr schwierig. Es läßt sich allerdings sagen, daß kein durchstreichender Faltenzug mit einer  $110^\circ$ -Achse vorliegt. Ein Faltenstück mit einer  $45^\circ$ -Achse ist im nördlichen Teilbereich zu rekonstruieren. Es ist unsicher, ob die dargestellten unregelmäßigen Lagerungen infolge jüngerer oder gleichzeitiger Querschiebung eines um  $45^\circ$  streichenden Faltenbaues, oder durch Schleppung an Horizontalflexuren zustande kamen. Die Deutung der Erbstädter Grauwacke als Teilstück einer Rahmenfaltung hat die größere Wahrscheinlichkeit.

#### Schriftenverzeichnis

- BEDERKE, E.: Die varistische Tektonik der mittleren Sudeten. — Fortschr. Geol. Pal., 7, H. 23, S. 429—523, 1929.
- KÖLBEL, H.: Große Seitenverschiebungen und Horizontalflexuren im deutschen Grundgebirge und ihre lagerstättenkundliche Bedeutung. — Geologie, 3, H. 4, S. 445—450, 1954.
- NÖRING, F.: Der paläozoische Aufbruch der Naumburg bei Erbstadt. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI) 2, S. 44—46, 1951.
- SCHUBART, W.: Zur Stratigraphie, Tektonik und den Lagerstätten der Witzenhäuser Grauwacke. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 10, 1955.
- SCHWAN, W.: Die Frankenwälder Querzone. — Geologie, 4, H. 2, S. 195—197, 1955.

Manuskript eingegangen am 1. 6. 1956

# Chemisch-petrographische Untersuchungen von Gesteinsveränderungen am Kontakt, Kohle — Basalt, im Bereich des Braunkohlenbergwerks Zeche Hirschberg bei Großalmerode in Hessen

Von

HANS HENTSCHEL und PAUL PFEFFER, Wiesbaden

Mit 4 Abbildungen, 9 Tabellen und Tafel 17

## Inhalt

Einleitung . . . . .	297
I. Die Braunkohle am Basaltkontakt und ihre Vererzung . . . . .	299
II. Das Lebererz . . . . .	303
III. Der Basalt und seine Zersetzungsprodukte. . . . .	306
1. Basalt-Zersatz-Profil I . . . . .	306
a) Petrographische Befunde. . . . .	307
b) Chemische Befunde . . . . .	310
c) Die normativen Mineralbestände . . . . .	314
d) Mineralfolge und Umwandlungsvorgänge im Basalt-Zersatz-Profil I . . . . .	317
2. Basalt-Zersatz-Probe vom unmittelbaren Kontakt, Braunkohle/Basalt . . . . .	323
a) Petrographischer Befund . . . . .	323
b) Chemischer Befund und normativer Mineralbestand . . . . .	324
c) Beziehungen dieser Probe zu dem Zersatzprofil I . . . . .	324
3. Basalt-Zersatz-Profil II . . . . .	325
a) Petrographische Befunde. . . . .	326
b) Chemische Befunde . . . . .	327
c) Vergleich zwischen den Zersatzprofilen I und II . . . . .	330
IV. Schlußbetrachtung . . . . .	330
Zusammenfassung . . . . .	332
Schriftenverzeichnis . . . . .	332

Das Auftreten basaltischer Massen in den Horizonten tertiärer Braunkohlenablagerungen mit Wirkungen einer thermischen Kontaktmetamorphose auf Braunkohle und begleitende tonige Sedimente hat des öfteren Anlaß zu geologischen und petrographischen Untersuchungen gegeben. So liegen aus dem hessischen Raum und seiner engeren Nachbarschaft eine Reihe von Studien vor: aus nordhessischen Braunkohlengruben (Meissner, Stellberg und Hirschberg) von A. UTHEMANN (1892),

aus Gruben des Westerwaldes von L. BUCHNER & W. SALOMON (1919), von L. BUCHNER (1920), sowie von W. SCHUCKMANN (1924/25) und aus solchen des Vogelsberges und der Wetterau von H. DIEHL (1923/24). Über ältere Arbeiten findet man Unterlagen bei den vorgenannten Autoren.

Zwei Probleme haben dabei jeweils im Vordergrund der Bearbeitung gestanden, ein stratigraphisches, das der besonderen Ortslage der Basalte und ihrem Verband mit den Sedimenten und der Kohle, sowie dem Altersverhältnis dieser Gesteine galt, und ein petrographisches, das die Veränderung der Sedimente, insbesondere die Veredlung der Braunkohle als Kontaktwirkung des Basaltes zum Gegenstand hatte.

Geringere Beachtung wurde den im Verband mit den Braunkohlen stehenden Basalten selbst und ihren stofflichen Eigenheiten geschenkt. Dabei zeigen diese basischen Magmatite sehr häufig auffällige Veränderungen, „Zersetzungs“-Erscheinungen, die deutlich an die Nachbarschaft der Braunkohle gebunden sind, sich sogar zumeist auf unmittelbare Kontaktpartien des Basaltes mit der Kohle beschränken. Solcher Basaltzersatz ist in den Grubenaufschlüssen, wo vorhanden, sogar gewöhnlich recht auffällig durch den Farbkontrast bemerkbar, mit dem er sich als graue, weißliche, bräunliche, manchmal auch rötliche Masse sowohl von der Braunkohle als auch von frischem, unzersetztem Basalt abhebt. Die meist sehr geringe Festigkeit und oft sogar tonartige Beschaffenheit bringt die zersetzten Basaltmassen in weiteren Gegensatz zu ihrem basaltischen Ausgangsgestein, mit dessen unveränderten Teilen sie bei größerer Mächtigkeit des Basaltkörpers gewöhnlich auf geringe Entfernung durch vermittelnde Übergänge in Verbindung stehen. Bei stärkerer Umwandlung des Basaltes nähert sich dessen Aussehen dagegen dem der tonigen Sedimente, die in Begleitung der Braunkohlenflöze mit den Basalten gelegentlich auch in Verband getreten sind. An kleinen Aufschlüssen unter Tage oder im Handstück kann für das freie Auge die Unterscheidung sogar schwierig werden.

Die geologische Unselbständigkeit solcher zersetzter Basaltpartien, die Unregelmäßigkeit ihres Auftretens, ihre oft zu beobachtende Heterogenität schon auf kleinem Raum, Schwierigkeiten der Präparation usw., das alles sind Umstände, die die bislang geübte Zurückhaltung der petrographischen Forschung ihnen gegenüber verständlich machen.

Ein jüngst abgeschlossenes erneutes Studium über die Verbandsverhältnisse zwischen Braunkohle und in die Flözhorizonte eingedrungenem Basalt in den Feldern der Grube Hirschberg durch E. PLEIN (1954) gab uns Veranlassung, eine chemisch-petrographische Untersuchung anzuschließen, die die vorgenannten „Zersetzungs“-erscheinungen der Basalte zum Gegenstand hatte, nachdem sich herausstellte, daß einmal die Grubenaufschlüsse gutes Beobachtungsmaterial in dieser Hinsicht darboten, zum anderen die Dissertation PLEIN sich damit nicht befaßte. Die Anregung zu dieser Untersuchung gab Herr UDLUFT, dem wie ebenso Herrn Betriebsleiter BUSCHE wir auch für die Entnahme der Proben aus den Grubenbauen zu danken haben.

Über die geologische Situation der Grube Hirschberg können wir uns Angaben ersparen. Es orientieren darüber außer der jüngsten Untersuchung von E. PLEIN und der älteren von W. UTHEMANN (l. c.) auch die Arbeit von STECKHAN (1952) und die von F. BEYSCHLAG verfaßten Erläuterungen des von F. MOESTA aufgenommenen Blattes Großalmerode der Geol. Spezialkarte 1:25000.

## I. Die Braunkohle am Basaltkontakt und ihre Vererzung

Über die kontaktmetamorphe Veredlung der Braunkohle und ihre Umwandlung zu Schwarzkohle und „metamorphosierter“ Kohle im Bereich der Grube Hirschberg hat UTHEMANN ausführlich berichtet, wobei er die morphologische und chemische Veränderung bei der Bildung von Pech-, Glanz- und Stengelkohle im einzelnen verfolgt hat. Diese Umwandlungen interessieren uns bei den hier verfolgten Fragen nicht, wohl aber eine andere Erscheinung. Am unmittelbaren Basaltkontakt zeigt nämlich die Stengelkohle eine Vererzung, die, zusammen mit der Zersetzung des benachbarten Basaltes, postkontaktmetamorphen, nicht eigentlich magmatischen Vorgängen ihre Entstehung verdankt.

Wie sich im einzelnen diese Vererzung dem Beschauer darbietet, möge aus der Beschreibung der uns vorliegenden Proben (Stücke Nr. 2018 und 2254) hervorgehen.

Auf den Absonderungsf lächen der Stengelkohle und auf den Wandungen der Schrumpfungsklüftchen der muscheligen schalig abgesonderten Kohle, die sich 3—4 cm vom Basaltkontakt entfernt an die Stengelkohle anschließt, finden sich metallisch gelbglänzende Überzüge von Schwefeleisen. Diese sind dabei gelegentlich so glatt und einheitlich, daß man bei flüchtiger Betrachtung die stengelige Kohle für massiven derben Pyrit halten könnte. Das fühlbar geringe Gewicht einer Probe solchen Materials macht die optische Täuschung schnell offenbar, wie auch Lupen- und binokularmikroskopische Prüfung erkennen lassen, daß sich der Überzug zumeist als ein feiner Rasen loser oder aneinander haftender Oktaederchen von Pyrit erweist. Die kleinen Oktaeder können maximal bis ca.  $50 \mu$  Kantenlänge erreichen. Dickere Überzüge bis zu etwa 0,1 mm nehmen den Charakter einer Auflage wie von Feinblech an; aber kleine Fugen in diesem „Blech“ haben kristallographische Begrenzung und zeigen damit an, daß ganz flach gewachsene Pyritkristalle nicht sicher erkennbarer Formentwicklung pflasterartig den dünnen Überzug aufbauen.

Das Auftreten von  $\{111\}$  als herrschende oder alleinige Kristallform der kleinen Pyrite ist als recht ungewöhnlich zu bezeichnen. Im mineralogischen Schrifttum sind aber Pyrit-Oktaeder von Großalmerode aus der Braunkohle und den Lebererzen (d. h. den Alauntonen) seit langem bekannt und mehrfach beschrieben (siehe z. B. bei C. F. NAUMANN 1830, Bd. 2, S. 186). Die Bedeutung dieser Tracht für die Mutterlösungen und deren Zustandsbedingungen ist anscheinend noch unbekannt; alpinen Kluftmineralparagenesen fehlt sie beispielsweise vollkommen.

Bei der einen Probe (Stück Nr. 2254) grenzt die Braunkohle als Stengelkohle unmittelbar an stark umgewandelten Basalt, während bei der anderen Probe (Stück Nr. 2018) zwischen stengeliger Glanzkohle und Basalt erst noch eine wenig mächtige Schicht des sogenannten „Lebererzes“ liegt.

Die Kohle der beiden Proben ist dem Ansehen nach recht verschieden. Die eine (von Nr. 2254) stumpf schwarzgrau, dünnstengelig (Stengel: 2—5 mm dick, ca. 20 bis 30 mm lang) mit mattglänzenden Absonderungsf lächen und glitzernder feinsten Pyrit-Bestreuung, die andere (von Nr. 2018) hochglänzend schwarz mit gelbglänzenden Pyrit-Bestegen auf den unregelmäßigen nur angedeutet stengeligen Absonderungsf lächen. In beiden Proben finden sich auf den feinen, teilweise offenen Schrumpfungsklüften dünne N ädelchen von Gips (bis 1 mm lang bei 10—30  $\mu$  Breite); sie liegen teils einzeln, teils scharen sich wenige N ädelchen zu losen rosettigen Aggregaten.

Zur Ermittlung des Erzgehaltes wurden von den beiden Belegstücken die Kohleanteile (als Nr. 2255 resp. Nr. 2258) einer chemischen Untersuchung unterworfen. Das Ergebnis vermittelt Tab. 1.

Tabelle 1  
Analysen Pyrit-imprägnierter Glanzkohle am Basaltkontakt

Nr. der Probe:	2255	2258
Feuchtigkeit ( $< 105^\circ$ ) . . . . .	1,54 %	1,78%
Glühverlust . . . . .	76,5	87,1
Asche . . . . .	23,5	12,9
Der Glühverlust setzt sich zusammen aus:		
Kohlenstoff (C) . . . . .	56,2	66,2
Sulfid-Schwefel (S') . . . . .	13,85	13,74
Chem. geb. Wasser (a. d. Glühverlust ber.)	6,5	7,1
Chem. geb. Wasser (nach PENFIELD) . .	ca. 8,0	ca. 8,5
Die wesentlichsten aschebildenden Bestandteile der Trockensubstanz sind:		
SiO <sub>2</sub> . . . . .	2,91	n. b.
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,04	„
FeO . . . . .	15,43	„
CaO . . . . .	3,23	„
MgO . . . . .	0,80	„
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,45	0,86
pH-Wert des Materials . . . . .	4,9	1,9
Pyrit (berechnet aus dem Gehalt an Sulfidschwefel) . . . . .	25,7	25,6

Nr. 2255: Stengelkohle, Kohleanteil von Stück Nr. 2254: Grube Johanniswiese, Grenzrutsche, Koordinate: — 75.70 + 17980. — P. PFEFFER anal. 1952.

Nr. 2258: Glanzkohle, Kohleanteil von Stück Nr. 2018: Flöz 3 Grube Faulbach, Aufschlußort 120 m SW Gustafstollen, Anschlag, 1. Querschlag, 3 m von der Doppelbahn. — P. PFEFFER anal. 1952.

Der Unterschied in der chemischen Zusammensetzung der beiden Proben 2255 und 2258 ist, wie aus Tab. 1 ersichtlich wird, nicht so erheblich, wie der verschiedene Habitus dieser beiden Kohlearten annehmen ließ. Gerade der Pyritgehalt ist in beiden Proben fast gleich. Er ist außerdem absolut geringer, als nach dem Augenschein erwartet wurde.

Im Glühverlust sind außer dem unerwartet hohen Kohlenstoffgehalt von 56,2% noch das chemisch gebundene Wasser (zum Teil aus Huminsäuren stammend) und ein Teil des als Sulfid vorliegenden Schwefels enthalten, soweit dieser nicht beim Glühen als Sulfat an die basischen Bestandteile der Asche gebunden wurde. Bei Wiederholungen der Glühverlustbestimmungen ergaben sich übrigens je nach Art der Luftzufuhr und Steigerung der Veraschungstemperatur erhebliche Schwankungen in den erhaltenen Werten, so daß auch der aus der Differenz von Glühverlust und Summe von S + C berechnete Wert für den Gehalt an chemisch gebundenem Wasser unsicher ist.

Eine Bestimmung des Schwelwassers im Penfield-Rohr ergab naturgemäß (entsprechend dem am Glühverlust fehlenden Betrag des in der Asche verbleibenden Schwefels) einen höheren Gehalt an chemisch gebundenem Wasser. Auch dieser Wert ist aber nicht absolut zuverlässig, da das Schwelwasser einerseits geringe Mengen an anderen Schwelprodukten enthält, andererseits ein allerdings nur sehr geringer Anteil mit flüchtigen Schwelprodukten abgeht. Nur eine organische

Elementaranalyse, von der wegen des unverhältnismäßig hohen Zeitaufwandes abgesehen wurde, könnte hier zuverlässige absolute Werte liefern.

Der pH-Wert von nur 1,9 läßt darauf schließen, daß in der schwarzen Glanzkohle das auftretende Sulfat-Ion nicht an 2-wertige Base, sondern an 3-wertiges Eisen bzw. an Tonerde nur lose gebunden ist. Die durch hydrolytische Spaltung derartiger Verbindungen entstehende Schwefelsäure reicht infolge ihrer weitgehenden Dissoziation schon in Spuren aus, die ungewöhnlich hohe Wasserstoffionenkonzentration hervorzurufen. Der säuerliche Geruch und Geschmack dieser Kohle ließen schon ähnliches vermuten.

Die Ansiedlung des Pyrites auf den Absonderungsflächen der durch die basaltische Kontaktmetamorphose veredelten Kohle bedeutet, daß die Erzabscheidung post-basaltisch ist. Die Bevorzugung der kontaktnächsten Kohle für diesen Pyritabsatz sehen wir darin begründet, daß einmal die größten offenen Absonderungskluft Räume in der Kohle (infolge größter Kohleentwässerung) am unmittelbaren Kontakt liegen und damit ein Durchzug von Lösungen am leichtesten hier möglich war, daß zum anderen an dieser Front Lösungen aus zwei sehr unterschiedlichen Gesteinskörpern — Kohle und Basalt — mit fraglos verschiedenen pH-Werten aufeinander stießen und damit hier zugleich auch die Möglichkeit einer Ausfällung gelöster Substanzen gegeben war.

Diese  $\text{FeS}_2$ -Fällungen sind allerdings nicht ausschließlich auf diese enge Zone beschränkt. In nächster Nachbarschaft der Kohle finden sich beispielsweise gelegentlich auch in Sanden knollenartige Partien von Pyrit, die man nach ihrem Äußeren für reines massives Erz halten könnte. Solches Material (Probe 2014) fand sich auf der Stollensohle am Entnahmeort der Basaltproben 2010/12 (vgl. Tab. 3, S. 311). Der Dünnschliff (Nr. 1161) zeigt die unveränderte Aggregation eckiger Quarzkörner eines normalen Tertiärsandes aber mit Eisensulfid als Bindemittel. Wir möchten diese epigenetische pyritische Zementierung des Sandes demselben Prozeß zuordnen, der auch in den Klüftchen der Glanz- und Stengelkohle die Vererzung bewirkte.

Was die primäre Herkunft des Eisensulfides anlangt, so muß man zunächst zwei mögliche Quellen, eine magmatische und eine sedimentäre, ins Auge fassen.

Für die magmatische Schwefelzufuhr scheidet der Basalt selbst als Schwefel- oder Sulfidträger aus, da die Gehalte an Schwefel in Basalten durchweg sehr gering sind und die besterhaltenen frischen Basalte aus dem Großalmeroder Grubengebiet weniger als 0,2% Gew. S führen (vgl. Tab. 3, S. 311). Auch eine exhalativ magmatische Zufuhr von Schwefel durch Solfataren oder Fumarolen braucht nicht in Betracht gezogen werden, da keinerlei Anzeichen dafür im engeren oder weiteren Umgebungsbereich der Basaltdurchsetzungen durch das Tertiär bei Großalmerode feststellbar sind, wie sie etwa mit den Schwefelablagerungen am Vulcano auf den Liparischen Inseln bekannt geworden sind, und wie über die dabei auftretenden recht mannigfachen Umsetzungen von VAN DEINES (1934) in einer sehr interessanten Arbeit berichtet wurde.

Für das Eisen gilt Entsprechendes. Postmagmatische juvenile Förderung wie auch Zufuhr aus dem Basalt selbst sind mit keinem geologischen oder petrographischen Hinweis bekundet. Höchstens sehr geringe Eisenmengen können von gebleichten, enteisen-ten, stark zersetzten Randpartien des Basaltes bezogen werden (vgl. dazu S. 320).

Aber nach den herrschenden geologischen Verhältnissen braucht für das Auftreten von Eisensulfid eine juvenile Zufuhr gar nicht in Betracht gezogen zu werden. Es erklärt sich einfach und ganz zwanglos damit, daß Braunkohle und kohlig-tonige Begleitsedimente generell Eisenkies-führend sind, ganz unabhängig davon, ob sich in der Nachbarschaft ein vulkanisches Geschehen, wie ein Basaltaufstieg, abspielt hat oder nicht. Das Eisensulfid gehört geochemisch in eine solche Sedimentfolge, d. h. die Herkunft des Schwefels und des Eisens ist aus den tertiären Sedimenten selbst abzuleiten.

So nimmt für das Eisen E. STACH (1941) im Fall des karbonischen Kohlenkieses eine Zufuhr von wässerigen Ferrokarbonatlösungen in den Begleitsedimenten der Steinkohle in den Stadien der Diagenese an. Dieser Auffassung möchten wir uns in Anwendung auf die hier in Rede stehende tertiäre Sedimentgesellschaft anschließen.

Was die Herkunft des Schwefels in der Braunkohle anlangt, so sind die Ansichten darüber geteilt. Der Schwefelgehalt einer Braunkohle schwankt nach ERDMANN & DOLCH (1927, S. 109) normalerweise zwischen 0,4 und 2,8%. Er soll entweder mit sulfathaltigem Wasser in die Braunkohle eingedrungen sein (HINRICHSSEN & TACZAK 1916, S. 131) oder in Form von Sulfaten bereits in der Muttersubstanz der Kohle vorgelegen haben. Ein Teil des Schwefels dürfte zunächst auch schon in der Pflanzsubstanz der Braunkohle, und zwar in eiweißhaltigem Protoplasma seinen Ursprung haben. Für die Steinkohle wird diese letztere Annahme auf Grund des bedeutend höheren Eiweißgehaltes der Steinkohlenflora von DONATH & LISSNER (1916) vertreten. Eine pflanzliche Herkunft des Schwefels hält auch E. STACH (l. c.) für gegeben, und er kann diese Auffassung mit recht überzeugenden Befunden über die Struktur des primären Kohlenkieses (Pyritbildung aus Melnikovit) in der Steinkohle und den flözführenden karbonischen Sedimenten belegen. Nachweisbar sind in der Braunkohle meist organisch gebundener Schwefel und Schwermetall-Sulfide. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die Bindung eines Teils der Schwefelmenge an organische Substanz unter der Einwirkung von Bakterien erfolgte. Kugelige Eisensulfid-Aggregate sind von verschiedenen Autoren als Beweis dafür angeführt worden. E. STACH (l. c.) wies aber auf Schwächen dieser Deutung hin.

Elementarer Schwefel liegt nach Ansicht von HINRICHSSEN & TACZAK (l. c., S. 128 bis 131) in der Kohle nicht vor. Die Möglichkeit, daß unter dem Einfluß hoher Temperatur beim Eindringen des Magmas in die Braunkohlenflöze der Grube Hirschberg etwa Schwefel aus der Braunkohle verdampft wäre und sich an den Abkühlungsflächen zunächst elementar wieder niedergeschlagen hätte, braucht deshalb nicht weiter verfolgt zu werden.

Der Gehalt an Sulfatschwefel ist in der Braunkohle im allgemeinen sehr gering und soll nach HINRICHSSEN und TACZAK (l. c.) ohne Bedeutung sein. Er wird wahrscheinlich, wenn gebildet, unter normalen Verhältnissen in der Kohle rasch wieder zu Sulfid reduziert. Über das Vermögen organischer Substanz, Sulfate zu Sulfiden zu reduzieren, berichtet schon BISCHOF (1847, S. 917 ff.).

Die Bildung von schwerlöslichen Metallsulfiden, insbesondere aber von Eisensulfid, erfolgte schließlich dadurch, daß vagabundierende Ferrokarbonatlösungen, mit deren Allgegenwart, — wenn auch vielleicht in geringsten Konzentrationen —

wir bei tertiären Lockersedimenten stets rechnen können, in die Braunkohlenflöze und in die begleitenden kohlig-tonigen Sedimente eindringen und mit Schwefelwasserstoff in Berührung kamen.

Auf diesem Wege in der Braunkohle und in kohligem Sedimenten entstandene Eisensulfidimprägnierungen haben mit dem Auftreten des Basaltes natürlich überhaupt nichts zu tun, und wir dürfen annehmen, daß dieser Fällungsprozeß entweder vorbasaltisch schon abgeschlossen oder doch mindestens in Gang gewesen war, daß aber das Eisensulfid in den kohligem Sedimenten weiterhin bis zu einem gewissen Grade durch Bildung kolloidaler Sulfidlösungen oder sulfatischer Zwischenstadien wanderungsfähig blieb.

Das Erscheinen des basaltischen Gesteinskörpers inmitten der Braunkohle und deren liegenden und hangenden Sedimenten hat im Bereich der Grube Hirschberg die bestehenden Verhältnisse dann insofern geändert, als nunmehr quer zur Schichtenfolge eine Sperrmauer errichtet war, die wandernden Eisensulfidlösungen den Weg verstellte. Andererseits wurden aber auch durch die Kontaktwirkungen des Basaltes in der veredelten Braunkohle mit zahlreichen Klüftchen neue Wege für ihren Durchzug eröffnet. Die Anreicherung von Eisensulfid auf diesen Wegen, also an der Grenze Kohle—Basalt und in Nähe dieser Grenze stellt danach aus eingangs erörterten Gründen lediglich eine Umlagerung des Eisenkieses, also eine sekundäre Abscheidung dar, bei der dem Basalt keine unmittelbare Einflußnahme zukam.

Als Quelle für diese sekundären Eisensulfidanreicherungen in der Glanz- und Stengelkohle der Gruben des Hirschberges sind die primären  $\text{FeS}_2$ -Gehalte nicht nur des Flözes III anzusehen, dem die veredelte Braunkohle angehört, sondern auch die  $\text{FeS}_2$ -Gehalte der zwei im Flöz III liegenden Schichtbänke. Das ist einmal eine als „Lebererz“ bezeichnete Eisensulfid-reiche Schicht, die zwischen der Unterbank und der Mittelbank des Flözes liegt, zum andern eine unmittelbar über dem Lebererz innerhalb der Mittelbank liegende Schicht, das „Schnapperz“. Diese Bezeichnung stammt von den älteren Bergleuten und gilt einer Kohleschicht, die infolge ihres Reichtums an Eisenkies nicht bauwürdig ist.

Da über die Zusammensetzung des Lebererzes keine verlässlichen Angaben vorlagen, andererseits der Basalt mit dem Lebererz in Kontakt steht und seine Zersetzungen möglicherweise von diesem mit verursacht sind, mußte das Lebererz in unsere Untersuchungen mit einbezogen werden.

## II. Das Lebererz

Es handelt sich bei dieser Gesteinsschicht, deren Mächtigkeit mit 2—10 m angegeben wird, um einen mit Braunkohlensubstanz stark „verunreinigten“ feinschichtigen, dunkelbraunen Ton.

Er ist feinsandig glimmerig infolge gelegentlicher schmitzenartiger Lagen von ca. 0,2—0,5 mm Mächtigkeit, die ganz aus kleinen Quarzkörnchen von 50—100  $\mu$   $\varnothing$  und vereinzelt Muskovitschüppchen bis zu 0,3 mm  $\varnothing$  bestehen. In nächster Nähe der Kohle, — d. h. für unsere Probe 2018 zugleich auch in der Nähe des Basaltkontaktes — ist dieser dunkelbraune Ton mit Eisenkies stärker imprägniert. Die Probe 2257 (= Lebererzanteil des Stückes 2018) zeigt außerdem sulfatische Ausblühungen und schon bei Berührung mit der Zunge stark saure Reaktion.

Die „Lebererz“ genannten Sedimentschichten sind zu den Alauntonen zu rechnen, da die darin enthaltenen Sulfide sehr leicht oxydieren und deshalb früher in größerem Maße für Zwecke der Alaungewinnung abgebaut wurden<sup>1)</sup>. Als Lieferant von Sulfiden und wasserlöslichen Sulfaten und damit auch von aggressiven Wässern sind sie in erster Linie in Betracht zu ziehen. Eine Bauschanalyse des Lebererzes und zwar eines eisenkiesreichen, aus der nächsten Nachbarschaft der Glanzkohle stammenden, wurde deshalb angefertigt (s. Tab. 2).

Tabelle 2  
Analyse von „Lebererz“ und tonigem Sandstein

	1.	2.	3.	4.
SiO <sub>2</sub> . . . . .	48,31	57,8	75,2	72,65
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,67	0,8	1,2	1,08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	8,74	10,4	13,6	15,26
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	6,83	8,2	—	1,62
FeO . . . . .	1,15	1,4	—	0,07
MnO . . . . .	0,03	0,0	—	Sp.
MgO . . . . .	0,08	0,1	0,1	0,42
CaO . . . . .	0,0	0,0	—	0,04
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,25	0,3	0,4	0,39
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,98	1,2	1,6	1,46
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> . . . . .	6,85	8,2	6,4	} 5,15
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup> . . . . .	0,95	1,1	1,4	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,09	0,1	0,1	0,13
S . . . . .	5,13	6,1	—	—
SO <sub>3</sub> . . . . .	3,62	4,3	—	—
C . . . . .	14,98	—	—	—
	<u>98,66</u>	<u>100,0</u>	<u>100,0</u>	<u>98,27</u>
pH . . . . .	0,25			

1), 2) davon wasserlöslich 2,36% bzw. 2,8% (als Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bestimmt).

1. St. Nr. 2257, Lebererzanteil von St. Nr. 2018, aus der Firste des Aufschlußortes, 120 m SW vom Gustafstollen, Anschlag, 1. Querschlag, 3 m von der Doppelbahn entfernt. P. PFEFFER anal. 1953. Vgl. dazu auch Tab. 1.
2. Analyse 1, umgerechnet auf kohlenstofffreie Substanz.
3. Analyse 1, umgerechnet auf kohlenstoff-, eisensulfid- und eisensulfhydrat-freie Substanz.
4. St. Nr. 2008, toniger Sandstein im Liegenden des Basaltes, Grube Faulbach, Basaltort, Begleitstrecke 422 m über N. N., 50 m östlich vom 2. Querschlag, rechter Stoß. — P. PFEFFER anal. 1953.

Aus Tab. 2 wird ersichtlich, daß das „Lebererz“ ca. 18 Gew.-% Braunkohle-Trockensubstanz und etwa 11% Eisensulfid enthält. Es bleibt offen, inwieweit Markasit neben Pyrit dabei beteiligt ist.

<sup>1)</sup> Historisches über den Alaunbergbau in Hessen findet man in zwei Arbeiten von LANDAU (1842 und 1854). Diese Schriften sind in einem von Bergwerkdirektor SCHÜTTE, Zeche Hirschberg b. Großalmerode, veranlaßten Neudruck wieder zugänglich gemacht worden. LANDAU's einleitende kurze Darstellung der Alaun-Gewinnung ist übrigens nicht ganz zutreffend. Man liest darüber besser nach bei A. H. SEGER (1869) oder in einem älteren Lehr- oder Handbuch der anorganischen Chemie.

Die gefundene Menge  $\text{SO}_3$  ist dem analytisch ermittelten Betrag wasserlöslichen oxydischen Eisens genau äquivalent. Das ergibt neben Eisensulfid noch etwa 9% Gew. von  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 10 \text{ aq.}$  Es besagt außerdem, daß Aluminiumsulfat nicht gebildet wurde. Das stimmt überein mit den älteren chemischen Erfahrungen bei der Alaunfabrikation. So heißt es beispielsweise bei GRAHAM-OTTO (1889, S. 48): „... Wasser zieht weder aus frisch gegrabener Alaunerde noch aus Alaunschiefer schwefelsaures Aluminium aus, es kommt also in demselben keine Spur von diesem vor; aus der Alaunerde löst das Wasser in der Regel nur eine kleine Menge Gyps.“ Gelbliche feine Ausblühungen auf der Oberfläche unserer Lebererzproben mögen von sehr geringen Mengen elementaren Schwefels herrühren. Ein mit Benzol gewonnener Auszug ergab nur 0,3% Gew. Er dürfte aber i. w. aus benzollöslichen Bitumina bestehen.

Nach Herausrechnung von Kohlenstoff allein (Spalte 2 der Tab. 2) und zusätzlicher Eliminierung auch von Eisensulfid und Eisensulfat-Hydrat (Spalte 3 der Tab. 2) verbleibt schließlich ein Substanzrest von ausgeprägt sedimentärem Charakter. Er entspricht dem Chemismus eines tonigen Sandes.

Zum Vergleich kann die Analyse eines Sedimentes aus der nächsten stratigraphischen Nachbarschaft des Lebererzes dienen (Spalte 4 der Tab. 2). Vor Ort war die sedimentäre Natur dieses Materials nicht sicher zu erkennen, es ließ sich auch ein stark zersetzter Basalt vermuten. Nach Ausweis des Dünnschliffs handelt es sich aber um einen feinkörnigen Sandstein mit stärkerem Anteil eines tonigen Bindemittels. Die klastischen Quarzkörnchen, denen sich untergeordnet Muskovitschüppchen und Feldspatkörnchen beigesellen, haben Korngrößen von  $50-100\mu \varnothing$ . Das tonige Bindemittel ist weitgehend zu einer glimmerähnlichen Substanz umgebildet. Diese hat im Dünnschliff lichtbräunlichen Farbton, ist etwas pleochroitisch, hat kleinen Achsenwinkel mit negativem Charakter, Lichtbrechung über  $n = 1,54$  und eine Doppelbrechung von ca.  $0,02-0,03$ .

Die Analyse (4) dieses tonigen Sandes ist der umgerechneten (und dadurch vergleichbar gemachten) Analyse 3 (Tab. 2) des Lebererzes recht ähnlich. Das kommt vor allem in den wesentlichen Komponenten, Kieselsäure, Tonerde und Alkalien, zum Ausdruck. Berechnet man aus beiden Analysen einen entsprechenden Mineralbestand, so ergeben sich roh übereinstimmend ca. 55—60 Gew.% Quarz und 40—50 Gew.% Tonmineral (Muskovit, Kaolin, Illit). Beachtlich in chemischer Hinsicht ist der nennenswerte Anteil von Alkalien im Lebererz, insbesondere von Kalium, trotz eines pH-Wertes von 0,25. Als chemisch gegen Säure resistentes Trägermineral für Kalium muß Muskovit gelten, der, wie schon erwähnt, in zahlreichen Blättchen und Flittern im Lebererz zu finden ist. Das tonige Bindemittel im Lebererz verhält sich infolge der Beimengung von Braunkohlen-Substanz im Dünnschliff opak und läßt infolgedessen keine weiteren Bestimmungen im Durchsicht-Mikroskop zu.

Besondere Beachtung verdient auch der außerordentlich niedrige pH-Wert unserer Lebererz-Probe. Er ist bedingt durch die beträchtliche  $\text{SO}_3$ -Menge als Folge einer fortgeschrittenen Oxydation des Eisensulfides.

Die Öffnung der Flöze und ihrer Begleitsedimente durch den Bergbau dürfte mit dem Zutritt des Luftsauerstoffs die Oxydationsprozesse insbesondere im Material der Streckenwandungen, von welchen unsere Proben der Kohle und des Lebererzes ja

stammen, ganz wesentlich beschleunigt und damit auch die Bildung freier Schwefelsäure begünstigt haben.

## II. Der Basalt und seine Zersetzungsprodukte

Es lag uns weniger daran, Endprodukte der Umwandlung und Zersetzung zu studieren und diese dem frischen Basalt gegenüberzustellen, wie es vielfach als Ziel einer Behandlung und Darstellung der Verwitterung und der Bodenbildung betrachtet wird. Arbeiten von M. GSCHWIND & P. NIGGLI (1931), von G. GROSSER (1937), P. NIGGLI (1952) liegen beispielsweise in dieser Richtung. Wir erstrebten vielmehr einen Einblick in den Vorgang und den Verlauf der Gesteinsveränderungen dadurch zu gewinnen, daß wir den Übergangstypen besondere Aufmerksamkeit schenkten und unsere petrographisch-chemischen Untersuchungen speziell auf diese ausrichteten.

Bei dem hier behandelten Objekt sind diese Übergangstypen nach ihrer Lage im Gesteinsverband Glieder einer räumlichen Sukzession. In roher Annäherung kann man, wie schon eingangs erwähnt, von einem Schalenbau sprechen, bei dem normaler frischer Basalt gewissermaßen als ein Kern von Zonen basaltischen Gesteins desselben Basaltkörpers mit nach außen zunehmender Zersetzung umgeben ist. Diese räumliche Aufeinanderfolge mit ihren jeweils besonderen chemischen bzw. mineralischen Beständen ist der Ausdruck eines topologischen Geschehens und damit nur bedingt und nicht ohne weiteres auch mit einer zeitlichen Abfolge zu identifizieren. Dessen muß man sich bewußt bleiben, wenn bei der vergleichenden Beschreibung die verschiedenen Zersetzungsstufen nebeneinanderstehen und wie eine zeitliche Folge erscheinen.

Trotz guter Aufschlußverhältnisse war es leider nicht möglich gewesen, geeignete Stellen in den Grubenbauen ausfindig zu machen, die es erlaubt hätten, aus einem unmittelbar der Beobachtung zugänglichen lückenlosen Gesteinsverband eine Serie von Proben von ganz frischem bis zu stärksten zersetztem Basalt zu entnehmen. Es blieb nur der Ausweg, die zwei von uns untersuchten Serien aus je zwei bis drei Entnahmestellen zusammenzusetzen. Bei solchem Verfahren mußte angestrebt werden, daß die Entnahmestellen jeder Serie möglichst nahe beieinander lagen und zu demselben basaltischen (Teil-) Körper gehörten. Die Fundortangaben bei den einzelnen untersuchten Proben orientieren darüber, was in bezug auf die Entnahmestelle zusammengehört und was nicht.

### 1. Basalt-Zersatz-Profil I

Diese Serie umfaßt 6 Proben Nr. 1—6, denen zu Vergleichszwecken die Probe Nr. 7 beige stellt wurde.

Bei dieser Serie entsprechen die Proben 3—6 mit der Reihenfolge ihrer Numerierung schon einem am Aufschluß erkennbaren zunehmenden Zersetzungsgrad. Die Entnahme dieser 4 Proben erfolgte am Aufschluß von West nach Ost innerhalb einer Erstreckung von 3 m. Da die „frischeste“ dieser Proben (Nr. 3) schon nicht als frischer Basalt angesprochen werden konnte, besseres Material an dieser Entnahmestelle aber nicht anstand, wurden die beiden Basaltproben Nr. 1 und 2, die unzersetzt schienen, mit herangezogen, wobei sich Nr. 1 als ein klingender Stein von besonders

dunkler Färbung rein äußerlich als der frischere auswies. Die beiden Proben sind etwa 7 m voneinander entfernt entnommen worden.

Die genauen Ortsangaben sind der Tab. 3 beigegeben. Um die vor Ort getroffene Entscheidung über die Zersetzungsreihenfolge der ausgewählten Proben, die nach einer sorgfältigen Überprüfung der lokalen Aufschlußverhältnisse erfolgte, nicht abzuschwächen, wurde diese Serie unverändert für die chemische und petrographische Untersuchung übernommen, auch als sich durch die mikroskopisch-petrographische Untersuchung der Einzelglieder der Serie Besonderheiten ergaben. Darüber erfolgt Näheres sogleich anschließend.

#### a) Petrographische Befunde

Basalt Nr. 2009 (Schliffe Nr. 479 u. 837; Fig. 1 der Taf. 17).

Im Handstück ganz frisches dunkelgrünes feinkörniges Gestein, kompakt ohne Blasenräume.

Mikroskopisch zeigt sich ein körnig-porphyrisches Gefüge mit vereinzelt Olivin-Einsprenglingen, die, überwiegend idiomorph, Korngrößen bis ca. 1 mm  $\varnothing$  erreichen. Die Olivinkristalle sind frisch und nur auf Sprüngen von Serpentinbändern durchzogen. Nur wenige Kristallkörner sind vollständig serpentinisiert. Die Olivinmenge wurde planimetrisch zu 7,8 Vol.-% bestimmt. Die Grundmasse ist olivinfrei. Sie besteht im wesentlichen aus leistenförmigen Plagioklasen (ca.  $Ab_{50} An_{50}$ ) mit Korngrößen von 10–30  $\mu$  Breite und einer maximalen Länge von ca. 0,3 mm und aus gedrungenen säuligen Pyroxenen (bis ca. 20  $\mu$  breit und bis ca. 50  $\mu$  lang). Im Untergrund der Grundmasse hat sich außerdem stark zonarer Feldspat, möglicherweise ein Alkalifeldspat xenomorph als späte Kristallisation reichlich ausgebreitet. Dazwischen sitzen gelegentlich auch kleine chloritische Flecken. Erz in idiomorphen Körnchen (bis ca. 50  $\mu$   $\varnothing$ ), wahrscheinlich Titanomagnetit, findet sich reichlich eingestreut; ebenso auch Stäbchen (bis ca. 150  $\mu$  lang), von denen relativ häufig dünnste Täfelchen nelkenbraun durchsichtig und damit als Ilmenit kenntlich sind (planimetrisch ermittelter Erzanteil: 4,45 Vol.-%). Schließlich tritt in sehr geringer Menge als feinstes Gries in fleckiger Aggregation Karbonat und zwar Siderit auf. Apatit bildet feinste Nadelchen in der Grundmasse; Picotit-Kriställchen nisten vereinzelt in frischem oder serpentinisiertem Olivin.

Es handelt sich also um einen normalen Olivin-führenden Basalt. Die Angaben von PLEIN (l. c., S. 227) über dieses Gestein weichen nur unwesentlich von den hier mitgeteilten ab.

Aus Tab. 4 (S. 315) wird ersichtlich, daß bei dem Basalt 2009 eine Diskrepanz zwischen normativem und modalem Mafitengehalt besteht. Der (nicht gemessene, weil wegen zu kleinem Korn planimetrisch nicht meßbare) modale Pyroxengehalt dürfte wesentlich höher sein, als wie er sich normativ berechnet. Andererseits beträgt der modale Oliviningehalt nur etwa die Hälfte des normativen, d. h. die Differenzen zwischen den effektiven und den aus der Analyse errechneten Mengen von Pyroxen und Olivin haben gewissermaßen verschiedenes Vorzeichen und heben sich damit in der Summe der Mafite mehr oder weniger vollständig auf. Allerdings errechnet sich aus einem höheren Metasilikat-Gehalt auch eine gewisse Menge von (normativem) Nephelin, die im Dünnschliff nicht feststellbar ist.

Basalt Nr. 2007 (Schliff Nr. 836; Fig. 2 der Taf. 17), der als Typ eines frischen unzersetzten Gesteins mit beigezogen wurde, ist ein Gestein, das ein wenig dunkler als Nr. 2009 und praktisch als dicht zu bezeichnen ist. Es enthält aber zahlreiche kleine unregelmäßig geformte Blasenräume von einer Größe, die zwischen ca. 2–0,1 mm  $\varnothing$  schwankt.

Der Dünnschliff läßt erkennen, daß die Wandungen der offenen Porenräume mit einem ca.  $50\ \mu$  dicken Chloritfaserpelz ausgekleidet sind, und daß viele kleinere ehemalige Hohlräume dadurch geschlossen wurden. Als Einsprengling tritt nur Olivin auf mit Korngrößen von ca.  $0,5\text{--}1\ \text{mm}\ \varnothing$ . Die Olivinkristalle sind aber vollständig serpentiniert. Einige wenige Olivin-Pseudomorphosen bestehen auch aus einem Sideritaggregat, das von Brauneisen eingerahmt ist. In der Grundmasse herrscht fleckig verteilt ein chloritisch feinstfaseriger Untergrund vor, in dem kleinste Feldspatnadelchen (bis ca.  $75\ \mu$  lang und  $5\text{--}10\ \mu$  breit) eingelagert sind. Auch diese Feldspäte sind bis auf einen dünnen Außensaum chloritisiert. Erzkörnchen mit  $5\text{--}10\ \mu\ \varnothing$  finden sich zahlreich. Sie sind ebenfalls fleckig verteilt. Pyroxen ist nicht erkennbar. Ein in geringer absoluter Menge, aber in kleinen Körnern relativ häufig auftretendes dunkelrotes Mineral ohne erkennbaren Pleochroismus läßt sich nicht sicher diagnostizieren. Korngröße und Korngefüge weisen auf extreme Abschreckung der Basaltschmelze hin. Es dürfte sich um eine Außenpartie von Nr. 2009 oder um eine Gangapophyse handeln. Dafür spricht auch die Anwesenheit von Fremdgesteinseinschlüssen, von Quarzkörnchen, die einzeln mit  $10\text{--}50\ \mu$  Größe oder in kleinen Aggregationen auftreten. Der Schliff 936 enthält bei ca.  $3\ \text{cm}^2$  Größe ca. 50 solcher Quarzkörnchen und eine einzelne Quarzaggregation von ca.  $250\ \mu\ \varnothing$ , in der etwas toniges Zement die Quarzkörnchen verkittet. Dieses Fremdmaterial ist tertiärer Sand, den das Magma aus der nächsten Nachbarschaft aufgenommen hat, vermutlich kurz vor seiner letzten Verfestigung, da Reaktionsäume fehlen.

Basaltzersatz Nr. 2010 (Schliff Nr. 838; Fig. 3 der Taf. 17) ist ein ganz offensichtlich nicht mehr „frisches“, dichtes bis feinkörniges Gestein, das eine graugrünliche Färbung angenommen hat und damit äußerlich einem dichten Diabas recht ähnlich geworden ist. Das Gestein ist kompakt ohne jegliche sichtbare Porenräume. Es ist nicht mehr sehr hart und fest.

Das mikroskopische Bild zeigt ein körnig-porphyrisches Erstarrungsgefüge mit zahlreichen Einsprenglingen idiomorpher Olivine (Korngröße: ca.  $0,1\text{--}1\ \text{mm}\ \varnothing$ ). Die Olivine liegen allerdings durchgängig als vollständige Pseudomorphosen vor, die aus Siderit bestehen. Stets erfüllen nur wenige Karbonatkristalle in feiner Verzahnung den Bereich eines ehemaligen Olivinkornes.

Das feinkörnige, wirr divergentstrahlige Grundmassegefüge ist unverändert in seinem Formbild erhalten geblieben, obwohl die Hauptgemengteile der Grundmasse, Pyroxen und Plagioklas, beide kurzstengelig bis leistenförmig, recht stark, aber unterschiedlich umgewandelt sind. Pyroxen-Substanz ist überhaupt nicht mehr vorhanden. Sie ist total ersetzt, teils durch Siderit wie beim Olivin, teils durch Chlorit. Plagioklas ist im Kern der leistenförmigen Körner ( $0,1\text{--}0,3\ \text{mm}$  lang,  $20\text{--}50\ \mu$  dick) und in einzelnen größeren xenomorphen stark zonaren Feldspäten im Untergrund durch eine chloritische oder chloritähnliche fast isotrope homogene Masse ersetzt. Nur schmale Außensäume der Leisten, die sich in Zwickel der Grundmasse fortsetzen, und die sich scharf und parallel zur Außenkontur gegen das chloritisierte Kerninnere absetzen, bestehen aus frischer Feldspatsubstanz, Albit oder, richtiger gesagt, wohl Alkalifeldspat, denn ein besonderes Kalifeldspatmineral ist im Schliff trotz des beträchtlichen normativen Orthoklasgehaltes nicht nachweisbar. Als Zwickelfüllung fungieren außer dem xenomorphen Feldspat noch chloritische Aggregate, die vielleicht einstmals Glas waren.

Reichlich ist Titanit in kleinen Körnern vorhanden, die sich wenig von den sideritischen Pseudomorphosen nach Pyroxen abheben. Ilmenit bildet zahlreiche skelettig dünne Leisten, Apatit hat sich in winzigen Nadelchen in den Feldspatzwickeln angesiedelt. Schließlich treten gelegentlich noch kleine Kalkspatzwickel auf.

Das Korngefüge des Basaltes 2010 ist mit dem von Nr. 2009 praktisch identisch; es handelt sich also um ursprünglich ein und dasselbe Gestein. Als unbedeutender Unterschied wäre höchstens anzugeben, daß das Grundmassekorn des Basaltes 2009 ein wenig feiner als das von 2010 ist.

Basaltzersatz Nr. 2011 (Schliff Nr. 92; Fig. 4 der Taf. 17) ist ein Material, das äußerlich dem Basalt Nr. 2010 weitgehend ähnelt, es ist nur etwas mürber.

Auch im mikroskopischen Bild ähneln sich beide Proben sehr. Immerhin ist das weitere Fortschreiten der Umsetzungen auf Kosten des primären Mineralbestandes deutlich wahrnehmbar, obwohl sich auch jetzt noch das ursprüngliche basaltische Erstarrungsgefüge-Bild voll und ganz erhalten hat.

Die Olivin-Einsprenglinge mit Korngrößen bis ca. 0,5 mm  $\varnothing$  sind wie bei Nr. 2010 total sideritisch pseudomorphosiert. Der Pyroxen der Grundmasse ist ebenfalls vollständig umgewandelt und seine idiomorphen kurzsäuligen Formen vorwiegend ausgefüllt mit einer hellzartgrünlichen fast isotropen chloritähnlichen Substanz, die feinste Aggregatpolarisation zwischen gekreuzten Nicols zeigt, wie sie bei alternden Gelen häufig ist. Mehr randliche Partien ehemaliger Pyroxene bestehen aus einer zweiten etwas dunkleren schmutziggrünlichen chloritischen Substanz, die, feinfaserig, stärkere Doppelbrechung zeigt. Die gleichen chloritischen Substanzen bilden Zwickelfüllungen, ferner erfüllen sie die inneren Teile divergentstrahliger Feldspatleisten, so daß nur die albitischen Säume der Feldspate gut erhalten geblieben sind. Die xenomorphen Feldspäte in der Basis der Grundmasse sind dagegen gänzlich geschont geblieben. Die Grundmasse enthält außerdem zahlreiche Leisten und Stäbchen von Ilmenit (100—200  $\mu$  lang, 1—10  $\mu$  breit) und von Titanit, der in krümeligen Aggregaten sowie Einzelkörnern auftritt, ebenso Apatitnadelchen, wie schon bei Probe 2010 beschrieben.

Basaltersatz Nr. 2012 (Schliff Nr. 93; Fig. 5 der Taf. 17) ist im lufttrockenen Zustand ein schon mehr lichtgraugrünliches Gestein von ziemlich mürber Konsistenz.

Mikroskopisch (Schliff Nr. 93) zeigt sich auch bei diesem Material trotz schon sehr weit vorgeschrittener Umsetzungen das basaltische Erstarrungsgefüge mit aller Deutlichkeit. Vor allem ist das Gefüge der Grundmasse, insbesondere die divergentstrahlige Anordnung der Feldspate vollkommen erhalten geblieben, während die Einsprenglinge von ehemaligem idiomorphem Olivin sich zum Teil nicht mehr sehr deutlich herausheben. Die sideritischen Olivinpseudomorphosen sind weitgehend abgebaut. Nur noch Reste von Siderit in kleinen Fetzen und losen Körnerhaufen erfüllen neben chloritähnlicher hellgraugrünlicher geliger Substanz von etwas zonar wechselnder Farbe den Raum der ehemaligen Olivine. Siderit-Kornhaufen sitzen außerdem in Grundmasse-Zwickeln. Die gleiche schwach grünliche, praktisch isotrope Substanz erfüllt auch die Pyroxene, den Innenraum der Feldspäte und sitzt in Zwickeln der Grundmasse, jeweils bandartig (im Mikroskop. Bild) die Wandungen bekleidend, und mit schwindender Grünfärbung nach dem Innern der Pseudomorphosen wie in einen Hohlraum vordringend. — Durch eine feine Bestreuung der Umriss-ehemaliger Pyroxene heben sich diese sehr deutlich aus dem Gefüge heraus, besser fast als in den etwas frischeren Basalten (Nr. 2010 und 2011). Die Bestreuung besteht aus einer feinstkörnigen Substanz mit einer Lichtbrechung wesentlich höher als der chloritische Untergrund und ohne erkennbare Doppelbrechung. Sie läßt sich nicht näher identifizieren. — Eine Unmasse feinsten farbloser Nadelchen erfüllt die Feldspat-Restbestände: es dürfte sich um Apatit handeln. — Längs aneinandergereihte Körnchen, Stengel und Blättchen, zum Teil nelkenbraun durchsichtig, werden von Ilmenit gebildet.

Gestein Nr. 2013 (Schliffe Nr. 481, 839, 2448; Fig. 6 der Taf. 17) ist grauweißlich mit säuerlich tonigem Geruch und mit rauhem Bruch in trockenem Zustand. Lufttrocken wie bergfeucht hat dieses Material etwa die Konsistenz eines mageren Tones unter den gleichen Bedingungen. Kleine Stücke lassen sich also mit den Fingern zerbrechen. Rostige Kluftflächen, die unregelmäßig in Abständen von mehreren Zentimetern das Gestein durchziehen, sind mit vereinzelt dünnen, bis ca. 2 mm langen Gipsnadelchen belegt. Auf frischem Anbruch erkennt man mit der Lupe eine Art porphyrische Struktur.

Der Dünnschliff enthüllt, daß jede Reliktform eines früheren basaltischen Mineralgefüges praktisch verschwunden ist, wenn auch gewisse Strukturformen auf ein altes Gefüge von Grundmasse und Einsprenglingen deutlich hinweisen. Nierige, blumenkohllartige Gebilde ( $\varnothing$  ca. 0,5 bis 1 mm) aus einer farblosen offenbar kaolinischen schwach doppelbrechenden feinfaserig-blätterigen Substanz machen den Hauptanteil im Schliffbild aus. Sie sind umschlossen von einer

sich schlierig verästelnden grauweißlich trüben Masse, die wiederum kleinere rundliche Gebilde der eben genannten Art ( $\varnothing$  0,1 mm und kleiner) umschließt und sich dadurch netzartig aufgliedert. Die trübe Masse besteht aus Wolken winziger Körnchen, die mit weit unter  $1 \mu$  Korndurchmesser sich mikroskopisch nicht mehr fassen lassen. Vermutlich doppelbrechend, haben sie sicher ziemlich hohe Lichtbrechung.

Dieses Gefüge schließt sich, wie gesagt, nur noch andeutungsweise an ein ehemaliges Erstarrungsgefüge von Mineralkörnern an, aber auch gar nicht an das eines tonigen Sedimentes, mit dem das Gestein seinem äußeren Habitus nach am ehesten verwechselt werden könnte. Es handelt sich um eine gesteinsstrukturelle Neubildung, die vermutlich durch Gel-Koagulationsprozesse entstanden ist. Die größeren und kleineren nierigen Gebilde des „Gesteins“ bestehen vorwiegend aus Kaolinit, wie sich durch optische und zusätzliche röntgenographische Überprüfung<sup>1)</sup> bestätigen ließ. Die trüben, schlierigen Anteile dürften wesentlich Leukoxen enthalten, wobei offen bleiben soll, um welche Titan-Mineraie eigentlich es sich dabei handelt. Die Färbung ist jedenfalls charakteristisch für diese Substanz. Weitere Mineralphasen sind nicht feststellbar außer vereinzelt Gipskriställchen, die schon Erwähnung gefunden haben.

Die soeben petrographisch kurz vorgestellte Gesteinsreihe Nr. 1—6 stellt, wie schon gesagt, eine Aufeinanderfolge dar, die sich aus den äußeren Kennzeichen ihrer Glieder sowie aus den geologischen Verbandsverhältnissen ergibt. Es ist ein schrittweises Fortschreiten von frischem bis zu extrem zersetztem Material eines ursprünglich gleichen Ausgangsgesteins, wie es durch das Gestein Nr. 2009 repräsentiert ist. Eine kritische Besprechung der petrographischen Befunde soll später zusammen mit den chemischen Ergebnissen erfolgen.

Die mitgeteilten mikroskopischen Befunde machen aber deutlich, daß man, allein auf diese fußend, die Proben Nr. 2 und 6 nicht einzuordnen gewußt hätte, da ihr Mikrogefüge von dem der übrigen Glieder der Reihe stärker abweicht. Es war deshalb überraschend, daß die chemische Untersuchung, worüber sogleich berichtet wird, zu der gleichen Rangordnung der Proben führte und damit die aus petrographischen und geologischen Makrokennzeichen gewonnene Beurteilung bestätigte.

#### b) Chemische Befunde

1. Die Bauschanalysen. Die chemischen Bauschanalysen der 6 Proben sind in Tab. 3 enthalten. Ihre graphische Darstellung (Abb. 1) erlaubt einen unmittelbaren Überblick über den chemischen Charakter jedes einzelnen Gliedes der Serie sowie über die Variation des Chemismus innerhalb der ganzen Serie.

Zur gewählten graphischen Darstellung (Abb. 1) sei zunächst erläuternd einiges bemerkt. Die Abszisse ist gewissermaßen maßstablos: Die Reihenfolge der Analysen entspricht lediglich dem Zersetzungsgrad und der räumlichen Aufeinanderfolge. Die Äquidistanz der Analysen entlang der Abszisse ist dabei eine willkürliche Darstellungsart. Als Ordinate dienen die Gewichtsprozente der Analysen. Da diese Zahlen relativ sind und sowohl die Ordinate als auch die Abszisse willkürliche Einheits-

<sup>1)</sup> HEIT VON STEINWEHR vom Mineral. Inst. d. Univ. Mainz übernahm freundlicherweise diese letztere Bestimmung, wofür ihm auch hier nochmals bestens gedankt sei.

längen zum Maßstab haben, ergibt sich einschränkend, daß für die Beurteilung der chemischen Variation in der Serie nur die relativen Beziehungen und Verhältnisse der Kurven zu- und untereinander ins Auge gefaßt werden dürfen. Das bedeutet aber auch, daß praktisch keine neuen Aussagen zu gewinnen sind, wenn man Analysenumrechnungen, wie etwa solche auf Wasserfreiheit, auf Molekularprocente, auf konstanten Wert einer bestimmten Oxydkomponente (z. B.  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) oder auf Niggliwerte vornimmt und entsprechend variierte Schaubilder entwirft.

Tabelle 3  
Bauschanalysen frischer und zersetzter Basalte (Zersatzprofil I)  
(anal. P. PFEFFER 1952)

	1. Nr. 2009	2. 2007	3. 2010	4. 2011	5. 2012	6. 2013	7. 1) 2256
$\text{SiO}_2$ . . . . .	47,05	46,71	39,20	41,85	45,45	36,80	48,55
$\text{TiO}_2$ . . . . .	2,00	1,77	2,14	2,50	3,00	4,76	3,48
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .	16,31	15,86	17,33	16,56	21,00	35,11	22,28
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ . . . . .	2,35	7,44	6,40	8,65	4,60	1,92	2,96
$\text{FeO}$ . . . . .	7,19	6,11	11,58	8,75	5,25	0,21	1,87
$\text{MnO}$ . . . . .	0,29	0,09	0,54	0,38	0,42	0,01	0,08
$\text{MgO}$ . . . . .	8,17	4,70	1,35	1,04	0,83	0,26	1,06
$\text{CaO}$ . . . . .	7,29	4,24	2,62	2,46	1,80	2,16	1,58
$\text{Na}_2\text{O}$ . . . . .	3,14	2,78	2,40	2,73	1,82	0,47	3,32
$\text{K}_2\text{O}$ . . . . .	2,04	2,27	1,82	2,11	1,79	0,05	2,43
$\text{H}_2\text{O}^+$ . . . . .	1,74	2,22	1,87	2,85	5,95	11,35	6,72
$\text{H}_2\text{O}^-$ . . . . .	1,10	4,27	2,41	3,35	3,57	2,34	3,73
$\text{P}_2\text{O}_5$ . . . . .	0,77	0,93	0,86	0,90	0,99	1,43	0,75
$\text{CO}_2$ . . . . .	0,33	0,41	9,32	5,53	2,82	0,09	n. b.
$\text{S}''$ . . . . .	0,14*	0,13*	0,15	0,15	0,18	0,03	0,58
$\text{SO}_3$ . . . . .	n. b.	n. b.	0,09	0,09	0,16	2,56	1,05
	99,91	99,93	100,08	99,90	99,63	99,40	100,44
$\text{pH}$ in $\text{H}_2\text{O}$ . . .	6,8	n. b.	6,8	6,5	6,8	3,0	5,06

\* Gesamtschwefel.

- Nr. 1. Basalt, Lab. Nr. 2009, Flöz 3 Grube Faulbach, Basaltort, Begleitstrecke, 422 m ü.N.N., 40 m östl. v. 2. Querschlag aus dem Hangenden des Sedimentes.  
 Nr. 2. Basalt, Lab. Nr. 2007, Flöz 3 Grube Faulbach, Basaltort, Begleitstrecke, 422 m ü.N.N., ca. 47 m östl. v. 2. Querschlag.  
 Nr. 3. Basaltzersatz, Lab. Nr. 2010, Grube Faulbach, Basaltort, Doppelbahn, 75 m südwestl. v. Gustafstollen, Hauptanschlag 5. Sohle.  
 Nr. 4. Basaltzersatz, Lab. Nr. 2011, Ort wie bei Nr. 3 aber 1 m weiter östlich.  
 Nr. 5. Basaltzersatz, Lab. Nr. 2012, Ort wie bei Nr. 3.  
 Nr. 6. Basaltzersatz, Lab. Nr. 2013, Ort wie bei Nr. 3.  
 Nr. 7. 1) Basaltzersatz, Lab. Nr. 2256, unmittelbar vom Kontakt Basalt/Kohle, Grube Johannissiese, Grenzrutsche, Koordinate minus 75,7 plus 17980.

Durch keines dieser Umrechnungsverfahren läßt sich z. B. im Schaubild (Abb. 1) das Anwachsen der  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Kurve oder das Abklingen der  $\text{MgO}$ -Kurve oder etwa auch das Maximum bei der Kurve  $\text{Fe}$ ,  $\text{MnO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$  relativ zum Verlauf der anderen Kurven hinwegmanipulieren, so daß sich in einem modifizierten neuen Diagramm

1) Vergleichsweise beigelegt; s. S. 323 ff.

etwa wesentlich andere Aspekte darbieten. Aber es soll damit nicht etwa in Abrede gestellt werden, daß durch Umrechnungen oder anders gewählte graphische Verfahren gewisse Verhältnisse besser und deutlicher sichtbar gemacht werden können (vgl. dazu S. 320 und die Abb. 3). Die relativ zu betrachtenden Kurvenverläufe im Schaubild

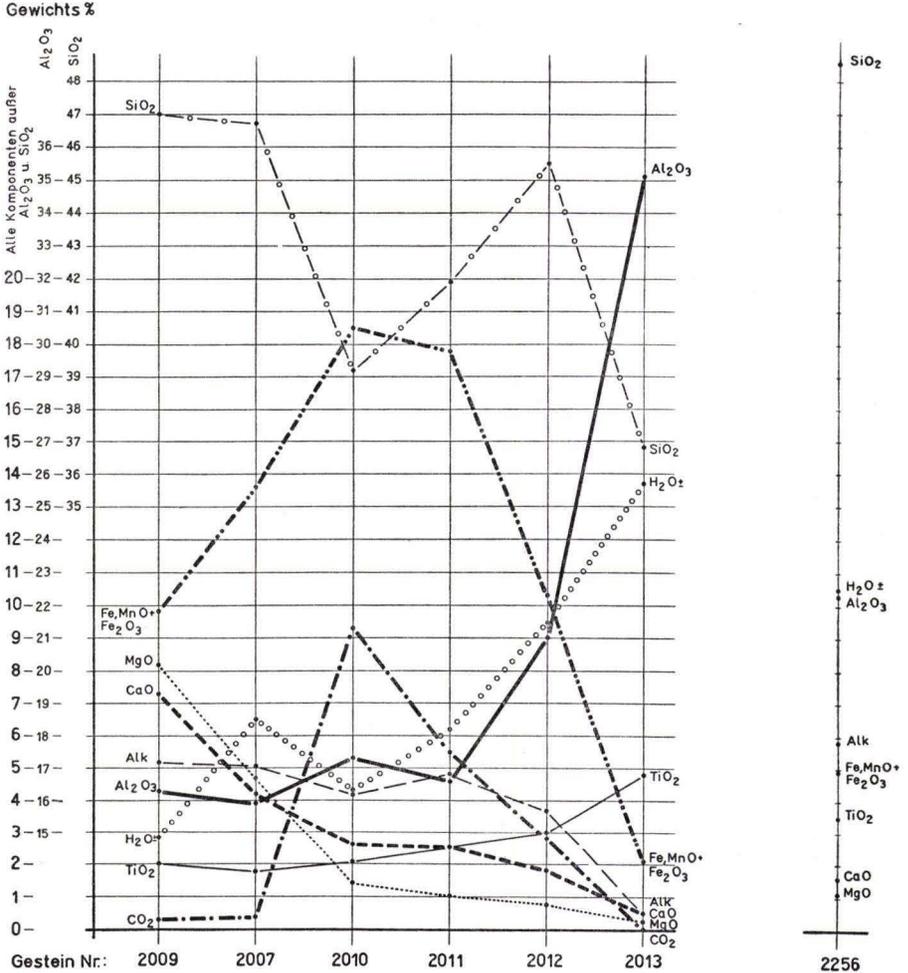


Abb. 1. Oxyd-Profil der Basaltzersatz-Serie I (beigefügt die Oxyd-Skala des Vergleichs-Basaltzersatzes Nr. 2256).

sagen tatsächlich über die Verschiebung des Chemismus in der Serie Wesentliches aus, auch ohne daß man gleichzeitig über den Mineralinhalt der Serienglieder und seine Wandlung orientiert zu sein braucht.

Was in einer Verwitterungs- oder sonst einer Reaktionsreihe von Gesteinen (oder ähnlichen Objekten) im einzelnen an chemischen Wandlungen vorgeht, spielt sich bekanntlich in einem heterogenen System ab. Da die chemische Bauschanalyse

eines Gesteins aber einen summarischen Stoffbestand vermittelt, wird durch sie die Phasenheterogenität eines Gesteins ignoriert, ja gewissermaßen ausgelöscht. So wie deshalb die Bauschanalyse keine Auskunft über die chemische Zusammensetzung der Einzelmineralphasen gibt, gibt sie auch keine Aufklärung über stoffliche Verschiebungen, die bei den Einzelmineralien einer irgendwie kausal gekoppelten Gesteinsfolge auftreten. Deshalb muß das Ziel einer chemisch-petrographischen Untersuchung derartiger Objekt-Serien die Differentialanalyse des Stoffwandels, d. h. die Aufdeckung des Verhaltens jeder einzelnen beteiligten Mineralphase bleiben. Das verlangt, wenn nicht Einzelmineralanalysen, so doch wenigstens die Kenntnis der modalen Mineralbestände, mit deren Hilfe auch die chemischen Bauschanalysen und ihre Verschiebungen viel weitgehender interpretierbar werden können.

Auf das Schaubild der chemischen Variation unserer Gesteinsserie zurückkommend, zeigt sich im einzelnen das folgende Bild: Zunächst tritt das auch von Verwitterungsserien her bekannte gruppenweise ungleichartige Verhalten der beteiligten Oxyd-Komponenten auffällig in Erscheinung, während innerhalb einer Komponenten-„Gruppe“ mehr übereinstimmende Züge herrschen.

So zeigen  $\text{CaO}^1$ ) und  $\text{MgO}$  eine durch die ganze Gesteins-Serie hindurchgehende einheitliche Tendenz: ihre prozentualen Mengen nehmen mit fortschreitender Zersetzung stetig ab, zuerst rasch, später, bei absolut niedrigeren Werten, langsamer. Zu dieser Komponentengruppe kann man noch die Alkalien rechnen. Ihre Summenkurve zeigt aber insofern ein etwas anderes Verhalten, als die Abnahme zunächst nur zögernd erfolgt und sich erst später beschleunigt. Auch sind, wie der etwas unruhige Gang der Alkalikurve am Anfang zeigt, offenbar verschiedenartige Einflüsse, allerdings nur untergeordnete, zuerst mit im Spiel.

Zu einer anderen Komponentengruppe müssen  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{H}_2\text{O} \pm$  (Summe) gestellt werden. Bei diesen 3 Komponenten ist durchgängig eine absolute prozentuale Zunahme bei fortschreitender Zersetzung zu erkennen, wenn auch im einzelnen die Kurven etwas unterschiedlichen Charakter zeigen. Bei  $\text{TiO}_2$  ist es eine ganz allmähliche Zunahme, während die  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - und die  $\text{H}_2\text{O}$ -Summen-Kurve zunächst eine etwas schwankende Tendenz zeigen, ehe sie später in einen rapiden Anstieg übergehen.

Einer dritten Komponentengruppe gehören ganz offensichtlich  $\text{CO}_2$  und  $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$  mit einem untereinander weitgehend identischen Kurvenverlauf an. Das Verhalten dieser 2 Komponenten weicht auffällig von dem aller übrigen Komponenten ab. Bei Einzeldarstellung der beiden Eisenoxyde kommt allerdings die strenge Parallelität mit der  $\text{CO}_2$ -Kurve nicht gut zum Ausdruck. Das dürfte sich durch sekundäre Oxydationen in den Gesteinsreihen erklären, die zwar von der chemischen Analyse erfaßt, aber für das große Ganze des Gesamtzersetzungsablaufs offensichtlich unwesentlich sein dürften.

Eine Sonderstellung nimmt  $\text{SiO}_2$  ein, dessen recht merkwürdiger Kurvenverlauf einen mehrfachen Richtungswechsel zeigt (vgl. S. 318).

Die akzessorischen Komponenten  $\text{P}_2\text{O}_5$ , S und  $\text{SO}_3$  wurden graphisch nicht mit dargestellt, da ihr Verhalten aus den Zahlenwerten ganz leicht zu überblicken ist.

<sup>1)</sup> In Abb. 1 endet die  $\text{CaO}$ -Kurve (bei Gestein Nr. 2013) mit einem Wert, wie er sich aus der Analyse nach Abzug von Gips errechnet.

## c) Die normativen Mineralbestände

Die Umrechnung des Pauschalchemismus in normative Mineralbestände ist unerlässlich, will man die aufgetretenen Veränderungen in den Gesteinen, wie es ihnen als heterogenen Systemen zukommt, im einzelnen, d. h. am Mineralbestand der Gesteine selbst untersuchen und verfolgen. Die vorangehenden petrographisch-mikroskopischen Beschreibungen ließen ja deutlich werden, daß beträchtliche diagnostische Schwierigkeiten bei der Ermittlung der Sekundärminerale bestehen. Manche Mineralphasen sind mikroskopisch überhaupt nicht oder nur recht unzureichend erfaßbar. Das liegt begründet zum Teil in der Feinheit der Einzelkörner, in der innigen Verwachsung dieser zu Faser- und Blätteraggregaten des Einzelminerals wie mehrerer Minerale zugleich, zum Teil auch an der Überlagerung dieser Aggregatstrukturen durch Wolken unzähliger winziger Mineralkörner, die halb- oder ganzopak sind, oder die infolge großer Lichtbrechungsunterschiede gegen ihre Umgebung Trübung durch Totalreflexion hervorrufen.

In diese Dschungel neugebildeter Sekundärminerale vermögen nun die Normmineralgesellschaften einiges Licht zu bringen, da sich der Gesamtchemismus der Bauschanalysen durch die Umrechnung auf Normminerale in eine Anzahl kleiner relativ einfacher chemischer Komplexe aufgliedern läßt und die Konfrontierung der unzureichend erkannten oder nicht bestimmbar effektiven Minerale nur noch mit diesen chemischen Kleinbereichen, eben den Normmineralen, zu geschehen braucht.

In Tab. 4 sind die normativen Mineralbestände, wie sie aus den Analysenwerten (Tab. 3) errechnet wurden, zusammengestellt. Beigefügt sind auch die wenigen Daten modaler Mineralbestände, die aus mikrometrischen Messungen gewonnen wurden. Bei der Aufstellung der Norm wurde das Hauptprinzip der *C. I. P. W.*-Berechnungsweise, die Reihenfolge der Mineralberechnung mit dem der Bildungsfolge der Minerale zu koordinieren, beibehalten, aber im Hinblick auf die Normminerale selbst konnte keine strenge Bindung an das *C. I. P. W.*-System erfolgen. Dem „nichtmagmatischen“ Charakter der Analysen mußte ja irgendwie Rechnung getragen werden, und so gebot es sich, Minerale der Chlorit-, Montmorillonit- und Kaolinitgruppe als Normminerale mitzuverwenden. Wegen der Mannigfaltigkeit im Chemismus dieser Mineralgruppen boten sich damit verschiedene Wege der auszuwählenden „Norm“-Minerale an. Es wurde versucht, für alle Analysen möglichst einheitlich zu verfahren, wenn sich das auch nicht immer durchführen ließ. Wie weit das geschehen ist, ergibt sich aus der Tabelle. Durch Fußnoten ist dem Leser darüber hinaus noch weitere Rechenschaft über den Gang der Berechnungen gegeben worden. Nach Vorwegnahme der Akzessorien, sowie von Gips und Siderit, wurden wie üblich zunächst die Feldspäte berechnet und im Anschluß daran Chlorit und Kaolinit. Bei höherem  $\text{SiO}_2$ -Gehalt ließ sich schließlich neben Kaolinit noch Montmorillonit errechnen, während bei  $\text{SiO}_2$ -Unterschuß (in bezug auf das  $\text{SiO}_2$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Verhältnis im Kaolinit) ein besonderes Aluminium-Mineral mit zur Norm hinzugenommen werden mußte. Hydrargillit schien den Umständen nach dabei das am besten passende zu sein.

Als nicht ganz befriedigend muß man die normative Verrechnung des Eisens, sowohl des zwei- wie des dreiwertigen ansehen. Kein Zweifel bestand bei der Verrechnung zu Siderit und Pyrit, da diese Minerale auch modal sich mit Sicherheit erkennen ließen.

Tabelle 4

## A. Normative Mineralbestände der Gesteine des Zersatzprofils I und des Gesteins Nr. 2256

(berechnet aus den Analysen 1—7 der Tab. 3 in Gew.-%)

Analyse Nr. Gestein Nr.	1. 2009 %	2. 2007 %	3. 2010 %	4. 2011 %	5. 2012 %	6. 2013 %	7.) 2256 %
or . . . . .	12,1	13,4	10,7	12,5	10,6	0,3	14,4
ab . . . . .	26,6	23,5	20,3	23,0	15,4	4,0	28,1
an . . . . .	24,4	14,9	—	—	—	—	—
ol . . . . .	15,7	—	—	—	—	—	—
	(Fo <sub>78</sub> )						
pyrox. . . . .	7,8	—	—	—	—	—	—
Chlorit <sup>2)</sup> . . . .	—	27,4	14,0	10,8	4,9	1,0	3,8
Nontronit . . . .	—	—	—	8,2	14,0	—	—
Kaolinit . . . . .	—	8,6	4,8	21,5	30,0	72,6	23,4
Montmorillonit .	—	—	20,6	—	9,4	—	18,0
Hydrargillit . .	—	—	—	—	—	6,8	—
Siderit . . . . .	—	1,1	23,3	14,7	7,4	0,2	—
Gips. . . . .	—	—	0,2	0,2	0,3	5,5	2,3
Akzessorien . . .	13,4	9,2	6,0	9,2	7,9	9,6	10,6
Quarz:		1,4 <sup>3)</sup>					

## Akzessorien im einzelnen:

ap . . . . .	1,8	2,2	2,0	2,1	2,3	0,7	1,5
AlPO <sub>4</sub> . . . . .	—	—	—	—	—	2,0	0,2
mt . . . . .	3,4	—	—	—	—	—	4,2
il . . . . .	4,3	3,4	—	—	—	—	—
pr . . . . .	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,1	1,2
Limonit . . . . .	—	1,1	—	1,8	—	2,0	—
tn . . . . .	—	—	2,7	4,0	2,0	—	—
TiO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	1,0	1,0	3,2	4,8	3,5
H <sub>2</sub> O . . . . .	2,8	2,2	—	—	—	—	—
cc . . . . .	0,8	—	—	—	—	—	—

## B. Modale Mineralbestände

Quarz . . . . .	—	1,4 xenolith.	—	—	—	—	—						
Oliv.-Einspr. . .	7,8	n. b.	11,6	8,2	n. b.	n. b.	n. b.						
Pyrox.-Einspr. .	} 87,7	}	} 88,4	}	}	}	}						
Grund- { Pyrox. . .								}	}	}	}	}	}
masse { Feldsp. . .													
Erz . . . . .	4,5	„	„	„	„	„	„						

1) Vergleichsweise beigelegt; s. S. 323 ff.

2) Die verschiedenen Glieder der Chloritgruppe wurden für die normative Berechnung des Chloritgehaltes bei den einzelnen Analysen unterschiedlich herangezogen; so für Anal. 2: Antigorit und Fe-antigorit, für Anal. 3: Daphnit, für Anal. 4: Amesit und Cronstedtit, und für Anal. 5 bis 7: Amesit.

3) Diese normative SiO<sub>2</sub>-Menge wurde an erster Stelle berechnet, um den modalen Anteil an xenolithischem Quarz zu berücksichtigen.

Aber es fehlten zum Teil Anhalte dafür, welche FeO- und auch Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Mengen zu Chlorit, welche zu Ilmenit, ob und welche schließlich zu Brauneisen zu verrechnen seien, um den effektiven modalen Mineralbeständen mit den normativen möglichst nahe zu bleiben. Der eingeschlagene Weg ergab sich aus der gegenseitigen Abwägung der petrographischen Befunde, er ist nicht für alle Analysen der gleiche, aber er ist aus den in Tab. 4 angegebenen Daten für jede Analyse überschaubar.

Die Ergebnisse der normativen Mineralberechnung sind so offen aus der Tab. 4 ablesbar, daß es uns unnötig erscheint, im einzelnen diese zu besprechen. Nicht nur bringt ein jedes Glied der Zusatzserie mit der Norm seinen spezifischen Charakter als Mineralgesellschaft zum Ausdruck, sondern es zeichnen sich auch die verschiedenen Beziehungen der Glieder ab, die sie zueinander nach ihrem Mineralinhalt besitzen.

Anhangsweise sei noch erwähnt, daß ein zusätzlicher Versuch unternommen wurde, einen Anhalt über den effektiven modalen Anteil des Kaolinites im Endglied des Zersatzprofils, der Probe 2013, zu gewinnen. Dazu wurde eine chemische Untersuchungsmethode herangezogen, die bei der Beurteilung von Tonen für keramische Zwecke gute Dienste leistet und auch heute noch viel Verwendung findet. Sie besteht darin, daß man das Kaolinitmolekül durch Erhitzen auf 700° entwässert bzw. sprengt und die dadurch für 10%ige Salzsäure löslich gewordenen Zersetzungsprodukte des Kaolinites analysiert bzw. deren Gehalt an Tonerde bestimmt (KALLAUNER-MATEJKA 1914 und LEHMANN 1941).

Da durch die Salzsäure auch ein erheblicher Teil der übrigen Silikate des zu untersuchenden Mineralgemenges angegriffen wird, so ist es bei unreinen Tonen erforderlich, auch deren SiO<sub>2</sub>- und Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gehalt in einer vorher nicht durch Erhitzen veränderten Probe des Materials zu bestimmen. Das Kaolinitmolekül selbst ist durch HCl fast vollständig unangreifbar. („Methode der Preussischen Geologischen Landesanstalt“.)

Die beiden Auszüge mit HCl nach KALLAUNER (I der Tab. 5) und nach UTESCHER (1928) (II der Tab. 5) wurden schon von VAN BEMMELEN (1910) dazu benutzt, den Verwitterungskomplex A der Böden (auch als Allophantone bezeichnet) von dem Komplex B (kaolinische Silikate) zu trennen.

Tab. 5 zeigt die Ergebnisse der beiden Auszüge, sowie die Differenz der Zahlenwerte aus beiden Auszügen. Diese gelten als ein Maß für die in der Probe enthaltene Kaolinitmenge, die sich daraus berechnen läßt\*.

Tabelle 5  
Ergebnisse des chemischen Bestimmungsverfahrens für Kaolinit  
bei zwei Basaltzersatzproben

Probe:	I Auszug nach KALLAUNER-MATEJKA		II Auszug nach UTESCHER		III Differenzwerte I-II	
	2010	2013	2010	2013	2010	2013
SiO <sub>2</sub> . . . . .	10,9	34,2	12,0	14,2	— 1,1	20,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	10,3	35,2	8,2	13,8	2,1	21,4
TiO <sub>1</sub> . . . . .	0,1	0,1	1,5	0,7	— 1,4	— 0,6

Das Endglied 2013 des Zersatzprofils I zeigt nach diesem Verfahren ganz erhebliche Differenzwerte an SiO<sub>2</sub> und Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (vgl. 3. Spalte in Tab. 5). Der daraus berechnete Kaolinitgehalt beträgt 54,3%. Die zum Vergleich nach demselben Verfahren untersuchte Probe des zwar unfrischen, aber doch noch wenig zersetzten Basaltes 2010 zeigt dagegen so geringe Differenzwerte, daß diese wegen des Näherungscharakters der ganzen Methode praktisch vernachlässigt (also für Null gehalten) werden können.

Bei 2013 wurde ein normativer Kaolinitgehalt von ca. 73% errechnet. Die Übereinstimmung ist also nur eine recht rohe.

\* Zum Beispiel Differenzwert von Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> × 2,54 = %-Gehalt Kaolinit.

d) *Mineralfolge und Umwandlungsvorgänge im Basalt-Zersatz-Profil I*

Nach Vorliegen der mikroskopischen Daten, der Bauschanalysen, sowie der normativen Mineralbestände läßt sich in Zusammenfassung aller dieser Befunde ein Bild des Umwandlungsgeschehens entwerfen.

Vom frischen Basalt-, „Kern“ nach der Braunkohle zu zeigen sich bei den behandelten Proben Um- und Neubildungen im Mineralbestand, wie sie in Tab. 6 zusammengestellt sind.

Tabelle 6. Mineralfolge und Umwandlungen im Basalt-Zersatz-Profil I

1. Hydratation des Olivins und einer in sehr kleiner Menge vorhandenen Glasbasis, d. h. Serpentinisierung bzw. Chloritisierung, die in geringem Ausmaß schon im frischesten Basalt begonnen hat.
2. Sideritisierung der chloritischen Olivinseudomorphosen.
3. Chloritisierung auch des Pyroxens mit anschließender teilweiser Sideritisierung der Pyroxenseudomorphosen.
4. Bildung von Titanit in kleinen Körnchen und von Ilmenit in Stäbchen und skelettigen Nadeln in der Grundmasse.
5. Ausbau und Wegfuhr der Anorthit-Komponente im Plagioklas: Pseudomorphosierung des zentralen Teils der Plagioklaskörner durch chloritähnliche Substanzen bei Erhaltung der albitischen (eventuell auch albitisierten) Randpartien.
6. Abbau und Wegfuhr von Magnetit aus den entmischten Titanomagnetiten.
7. Abbau und Wegfuhr des Siderits der Olivin- und Pyroxen-Pseudomorphosen und Ersatz durch Glieder der Chlorit-, Montmorillonit- und Kaolinit-Gruppe.
8. Abbau der beiden Alkali-Feldspate und Abbau des Chlorits (Pseudomorphosierung durch Montmorillonit und Kaolinit).
9. Abbau des Titanits und des Apatits und restlichen Erzes.
10. Abbau der Montmorillonit-Mineraie, Zunahme des Kaolinit, Bildung von Al-Hydroxyden, Bildung erdiger Phosphate und Titan-Mineraie, Abscheidung von Gips, Gegenwart freier Schwefelsäure.

Dieser Vorgangsreihe kann man eine Paragenesenfolge zur Seite stellen, die sich am übersichtlichsten in einem bildlichen Schema darstellen läßt (Abb. 2).

Dazu wäre im einzelnen noch das Folgende zu ergänzen.

*Zu 1.* Der primäre Mineralbestand des Basalts in Großalmeroder Grubenbauen ist: ein MgO-reicher Olivin, Pyroxen, Plagioklas ( $An_{50}$ ), Alkali- bzw. Kalifeldspat, Titanomagnetit, Ilmenit, Apatit,  $\pm$  (wenig) Glas.

Die erste Umwandlung betrifft den Olivin, der in eine Chlorit- bzw. Serpentinseudomorphose übergeht. Dieser Prozeß hat im frischen Basalt meist schon etwas begonnen. Wir finden diese Chloritisierung des Olivins in allen olivinführenden Gesteinen, vor allem in Kontaktnähe gegen seinerzeit feuchte Sedimente oder, wie wahrscheinlich bei Pillow-Basalten und -Diabasen, im Kontakt gegen Meerwasser. Die chloritische Olivinumwandlung gehört deshalb nicht eigentlich zu den hier behandelten spezifischen Zersatzphänomenen. Sie hat vielmehr schon vor Einsetzen dieser vorgelegen.

Die chloritische Umwandlung einer eventuell vorhandenen geringen Menge einer basischen Glasbasis in der Grundmasse ist auch in dieses Stadium zu stellen.

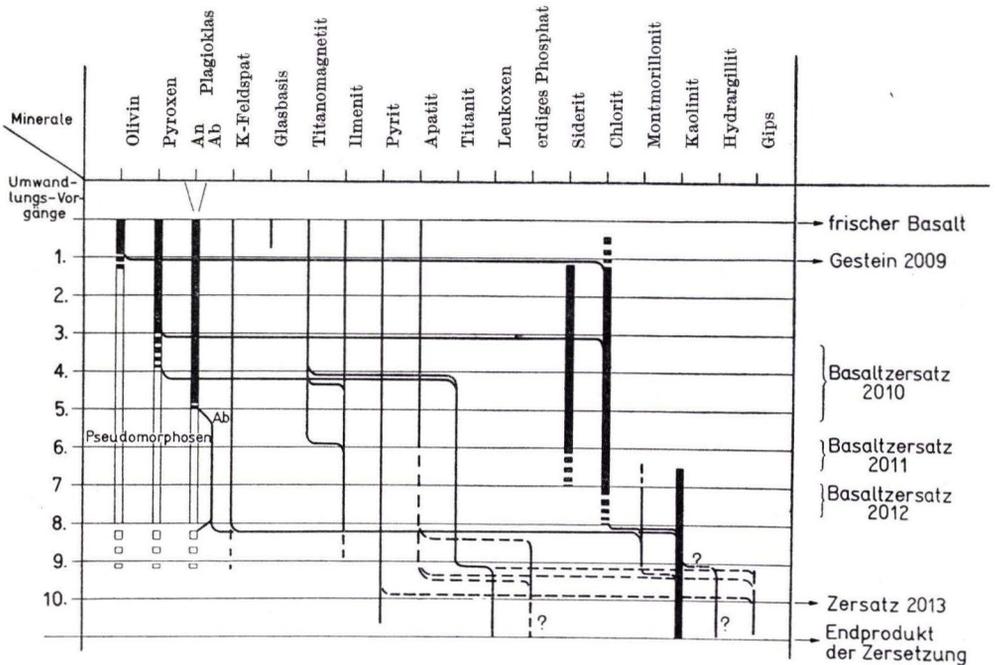


Abb. 2. Schema der Mineral-Paragenesen im Basaltzersatz-Profil I.

Zu 2. Die nächste Stufe der Basaltumwandlung weist eine Verdrängung des Chlorits durch Eisenkarbonat in den Olivinpseudomorphosen auf. Sowohl das petrographische Bild wie der chemische Sachverhalt sprechen zwingend für eine exogene Zufuhr des Karbonats. Für  $\text{CO}_2$  steht das ganz außer Frage, denn  $\text{CO}_2$  fehlt praktisch im frischen Basalt, aber auch  $\text{FeO}$  muß zusammen mit  $\text{CO}_2$  zugewandert sein, denn die Menge des  $\text{FeO}$  (in den Proben 2010 und 2011) kann nicht durch eine Anreicherung, d. h. durch verstärkte Wegfuhr anderer chemischer Komponenten aus dem Gestein erklärt werden. Dagegen sprechen die Analysen und der petrographische Sachverhalt. Die Kurven von  $\Sigma(\text{Fe, Mn})\text{O} + \text{Fe}_2\text{O}_3$  und von  $\text{CO}_2$  in Abb. 1 bringen mit ihren an gleicher Stelle liegenden Maxima die Zufuhr von  $\text{FeCO}_3$  anschaulich zum Ausdruck. Um die dadurch bedingte Verschiebung des Gesteinschemismus zu eliminieren, kann man bei den Analysen 3—5 der Siderit-führenden Gesteine, Proben 2010—2012 (Tab. 3), eine Umrechnung auf sideritfreie Substanz durchführen. Die umgerechneten Analysen sind in Tab. 7 enthalten, während in Abb. 3 ein neues Gesamtschaubild entworfen ist, das diese umgerechneten Analysen zusammen mit den übrigen nichtkorrigierten Analysen 1, 2 u. 6 zeigt.

Es weist mit den Kurvenzügen der Oxydkomponenten einfachere und klarere Verhältnisse auf als das erste Diagramm (Abb. 1). So ist z. B. das etwas merkwürdige  $\text{SiO}_2$ -Maximum bei 2010 und 2011 verschwunden, und die Alkali- und  $\text{CaO}$ -Kurven sind glatter geworden. Andererseits berührt jetzt die  $\text{MgO}$ -Kurve bei 2010 die Null-

Tabelle 7. Analysen 3—5 der Gesteine 2010—2012, umgerechnet auf sideritfreie Substanz

Nr. Gestein	3' 2010	4' 2011	5' 2012
SiO <sub>2</sub> . . . . .	51,1	48,9	49,3
TiO <sub>2</sub> . . . . .	2,7	2,9	3,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	22,5	19,4	22,7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	8,3	10,2	5,0
(Fe, Mn)O . . . . .	0,3	0,0	1,2
MgO . . . . .	0,0	1,2	0,9
CaO . . . . .	2,5	2,9	1,9
Na <sub>2</sub> O . . . . .	3,1	3,2	1,9
K <sub>2</sub> O . . . . .	2,3	2,5	1,9
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> . . . . .	2,5	3,4	6,5
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup> . . . . .	3,1	4,0	3,9
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	1,2	1,1	1,1
S . . . . .	0,3	0,2	0,2
SO <sub>2</sub> . . . . .	0,1	0,1	0,2
	100,0	100,0	100,0

linie, was einen vollkommenen Abbau von MgO besagen würde. Dem widerspricht aber das mikroskopische Bild. Mit dem Abzug der Sideritmenge aus der Analyse der Probe 2010 (in der der CO<sub>2</sub>-Gehalt außer dem gesamten FeO auch das gesamte MgO verbrauchte) ist also rechnerisch zu viel abgezogen worden, d. h. etwas Fe, MgO in karbonatischer Bindung ist als gesteinsigen und nicht als von außen zugeführt anzusehen.

Die Zufuhr von FeCO<sub>3</sub> (als Bikarbonat) und sein Absatz, der interessanterweise mit einer Verdrängung von Chlorit gekoppelt ist, stellt ein besonderes Moment in dieser Zersetzungsfolge dar.

Die einfachste Erklärung für die Herkunft des Siderits scheinen dieselben vagabundierenden Eisenbikarbonatlösungen zu bieten, die als Eisenlieferant schon einmal (vgl. S. 302) in Betracht gezogen wurden, als es sich um die primäre Bildung von FeS<sub>2</sub> in den Braunkohlenflözen und im Lebererz handelte. Allerdings fehlen geologische und petrographische Merkmale, die diese Annahme zusätzlich stützen könnten.

Darum hält es auch schwer, eine mögliche juvenile postbasaltische Zufuhr von Kohlensäure auszuschließen, die als Sauerling von vadosem oder juvenilem Wasser getragen sein könnte, um so mehr, als es sich im Bereich der Zeche Hirschberg nicht um irgend ein Basaltlager fern von seinem Aufstiegsorte, sondern um eine ortsständige angenähert vertikale basaltische Aufstiegsopalte handelt. Einem postbasaltischen Gasnachschieb an dieser Stelle kann daher eine gewisse Wahrscheinlichkeit nicht abgesprochen werden.

Juveniler CO<sub>2</sub>-Zufuhr und deren Auswirkung schreiben GRUPE & STREMMER (1911) in einer Arbeit, die in ihrer Zielsetzung der unsrigen in mancher Hinsicht gleicht, den von ihnen beobachteten Zersetzungen von Basalten verschiedener Herkunft zu. Aggressive CO<sub>2</sub>-haltige Wässer sollen aufgestiegen, auf Klüften in Basalt eingedrungen sein und durch Abbau der Alkalien, Erdalkalien und des silikatisch gebundenen Eisens Zersetzungen bis zur Bildung von Kaolin herbeigeführt haben. Zwischenprodukte der

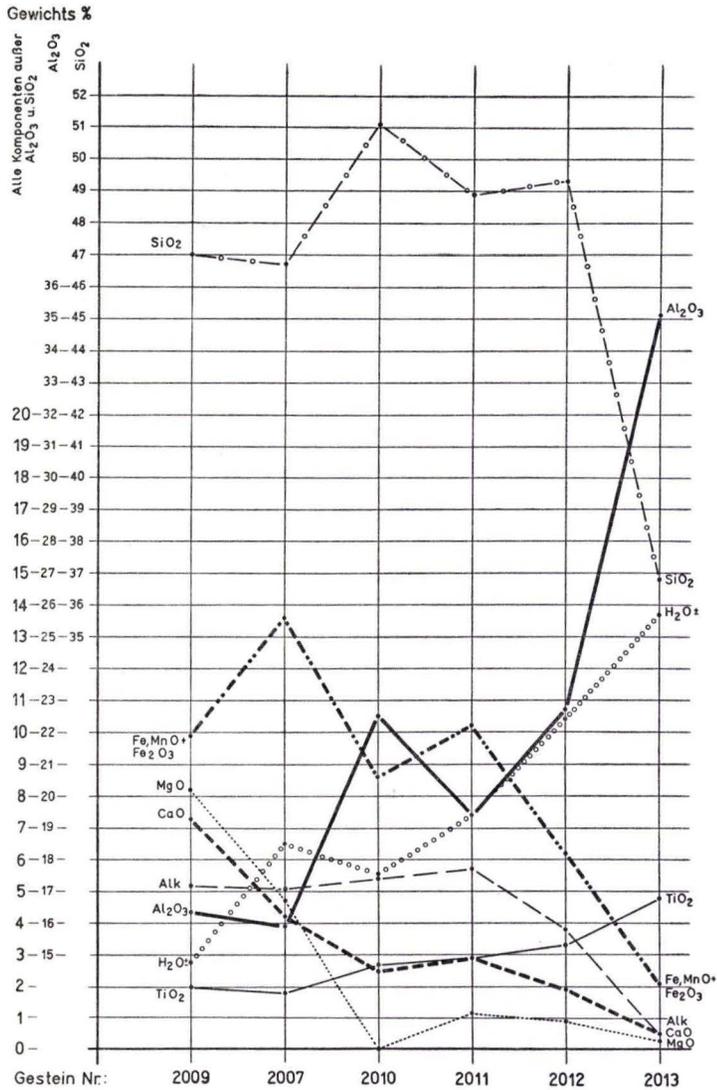


Abb. 3. Oxyd-Profil der Basaltzersatz-Serie I nach Umrechnung der Analysen der Gesteine 2010–2012 auf sideritfreie Substanz.

Zersetzung seien dabei auch durch Absätze von Eisen- oder Calciumkarbonat gekennzeichnet, wobei die Kationen aus den schon zersetzten tieferen Teilen des Basaltes stammen sollen. Ohne uns mit den Auffassungen und Ergebnissen von GRUPE & STREMMER auseinanderzusetzen zu wollen, halten wir doch ihre Anwendung auf die hier erörterten Basaltzersetzungen nicht für ohne weiteres gegeben. Es fehlt vor allem jeglicher Befund, der darauf hinwiese, daß durch CO<sub>2</sub>-Aufstieg der Großalmeroder Basalt in der Tiefe enteistete wurde und so der Basalt selbst mit einem unzugänglichen Teil als Eisenlieferant diente.

In Diabasen, Melaphyren, Porphyriten und verwandten Gesteinen der verschiedensten Vorkommen sind karbonatisierte Olivine keine Seltenheit, auch dort, wo es sich nicht um Verwitterung handelt. R. BRAUNS (1909, 1926) beschreibt sie beispielsweise aus den Deckdiabasen des Dillgebietes. Als verdrängendes Mineral wird allerdings zumeist Calcit angegeben. Auch in allen diesen Fällen bietet die Frage nach der Herkunft des Karbonats ein nicht einfaches und sicher nicht einheitlich zu beantwortendes Problem. Immer ist aber der Karbonatisierung eine Chloritisierung des Olivins vorangegangen. In unserer Zersatzserie kann man dafür die Probe 2007 als Beispiel ansehen.

*Zu 3—5.* Chloritisierung mit partieller Sideritisierung des Pyroxens, Bildung von Titanit und Ilmenit sowie die Teilpseudomorphosierung des Plagioklases dürften eng miteinander gekoppelt sein, die zwar getrennte Prozesse darstellen, aber zeitlich ganz dicht beieinanderliegen, wenn nicht überhaupt zusammenfallen. In der Probe 2010 finden sie sich schon alle vor. Allenfalls mag man den Ausbau des Anorthits etwas später ansetzen, da die Umwandlung des Plagioklases in der Probe 2011 weiter fortgeschritten ist als in Probe 2010.

Die Bildung von Titanit und Ilmenit setzt verfügbare Anteile der entsprechenden Oxyde voraus. Der Abbau der Anorthitkomponente im Plagioklas und die Chloritisierung des Pyroxens vermögen diese zu liefern.

*Zu 6.* Das Verhalten der Erzminerale ist etwas unzureichend untersucht worden, da mit Dünnschliffen gearbeitet wurde, wo Anschliffe nur eine ganz sichere Diagnose erwarten lassen. Aber in den Dünnschliffen ist einwandfrei verfolgbar, wie die gedrungenen annähernd isometrischen opaken Körnchen, die als Titanomagnetit in der frischen Probe 2009 angesprochen wurden, fortschreitend in lamellare Komplexe übergehen und an Menge abnehmen.

*Zu 7 u. 8.* Für diese beiden Vorgänge ist die Probe 2012 zuständig: Hier finden sich nur noch Reste von Siderit an den Rändern ehemaliger Olivin- und Pyroxenkörner. Die Füllungen der ehemaligen Olivine, Pyroxene und Plagioklaskerne haben weniger gefärbten Massen Platz gemacht, und die Ränder der einstigen Plagioklase, von Albit gebildet, sind äußerst schmal geworden, zum Teil auch verschwunden, wie auch die xenomorphen Alkali- bzw. Kalifeldspäte in der Grundmassen-Basis. Die beiden Vorganggruppen scheinen nicht unbedingt gekoppelte Prozesse zu sein, sie dürften aber doch etwa gleichzeitig ablaufen.

*Zu 9—10.* Die Probe 2013 stellt ein Produkt dar, in dem die unter 9 u. 10 genannten Vorgänge mehr oder weniger beendet vorliegen. Kein Apatitnadelchen, kein Titanit-, kein Erzkörnchen findet sich in der gebleichten Masse, wie sie in der vorangehenden Probe dagegen noch reichlich anzutreffen sind. Da die Analyse dieser Probe aber bei  $\text{TiO}_2$  und  $\text{P}_2\text{O}_5$  die größte Menge von allen untersuchten Proben gebracht hat, müssen diese Komponenten in der nicht bestimmaren Trübe winzigster Kriställchen zu suchen sein. Ebenso sind die Minerale Montmorillonit und Al-hydroxyd (sowie zum Teil auch Kaolinit) in den Dünnschliffen nicht erkennbar. Auf ihre Anwesenheit läßt sich, abgesehen vom röntgenographischen Nachweis, nur aus den chemischen Analysen an Hand der normativen Mineralbestände, allenfalls bei Kaolinit noch aus einem speziellen chemischen Prüfverfahren, schließen (vgl. S. 316).

Als Hauptkennzeichen dieses Zersetzungsstadiums erscheint die radikale Wegfuhr der Basen. Die sprunghafte Abnahme des pH-Wertes bei der Probe 2013 weist auf die Ursache dieses Abbauprozesses hin. Der Absatz von Gips besagt, daß freie Schwefelsäure bzw. hydrolytisch gespaltene Sulfate es sind, die diese erhöhte Wasserstoffionenkonzentration bedingen und die Herauslösung der letzten Basenreste betreiben. Diese sulfatischen Lösungen können dem zersetzten Basalt nur von außen zugeführt sein und zwar aus der unmittelbaren Nachbarschaft, den Braunkohlenflözen und der „Lebererz“-Schicht, wo sie durch Oxydation vorhandenen Eisensulfids entstanden sind. Darüber wurde in den ersten zwei Teilen dieser Arbeit schon berichtet. Das Endprodukt der Einwirkung saurer sulfatischer Lösungen auf Basalt liegt nicht vor. Es dürfte zwar von der Probe 2013 in chemischer Hinsicht nicht weit entfernt sein, aber durch welche Minerale, und zwar Tonminerale (im engeren Sinne), die stabile Endparagenese der Zersetzung gekennzeichnet ist, vermögen wir nicht mit Sicherheit anzugeben.

Die durchgeführte petrographisch-chemische Analyse der behandelten Gesteinsserie macht sichtbar, daß die Mineralparagenesen und die sie verknüpfenden Umwandlungsvorgänge nicht bis in jede Einzelheit den Kurvenverlauf der oxydischen Komponenten widerspiegeln, wie er sich aus dem Pauschalchemismus ergibt. Man sollte daraus nicht gleich auf Fehler der petrographischen Diagnose oder der chemischen Analysen schließen. Streng vergleichbar werden die einzelnen Glieder der Serie nur dann, wenn wir entweder identisches Ausgangsgestein für alle Glieder haben oder andernfalls wenigstens wissen, in welcher (quantitativen) Weise die Ausgangsgesteine für die Proben verschieden waren. Daß beide Bedingungen weitgehend erfüllt waren, können wir wohl sagen, aber nicht, daß sie es genau waren. Wenn auch die mineralische Zusammensetzung des Basaltes nach Art und Menge der anteiligen Minerale selbst für ausgedehnte Gebiete als recht konstant angesprochen werden muß, eine Erfahrung, die wir in unseren zum Teil noch unveröffentlichten Untersuchungen an Westerwald-Basalten bestätigt fanden (HENTSCHEL & PFEFFER, 1954), so gibt es andererseits eben doch ganz lokal beschränkte Abweichungen, die gewöhnlich Hand in Hand mit einer stark wechselnden Natur des Nebengesteins gehen und insbesondere auf die Kontaktnähe eines Basaltkörpers beschränkt bleiben. Bei unseren Proben sind wir aber nach der Natur der Sache gewissermaßen zwangsweise immer mehr oder weniger in Kontaktnähe, und es muß deshalb mit geringen Substanzverschiebungen und damit Substanzverschiedenheiten in den Ausgangsgesteinen unserer Proben gerechnet werden.

So etwas braucht nicht immer nachträglich noch mikroskopisch so gut erkennbar zu bleiben, wie etwa bei Probe 2007, die etwas Fremdquarz enthält. Die Grundmasse dieser Probe ist z. B. auch so abweichend feinkörnig gegenüber den anderen Proben (Gründe sind dafür angegeben, vgl. S. 308), daß weitere primäre Substanzunterschiede unerkennbar geblieben sein könnten.

Wir müssen also mit gewissen sehr geringen Ausgangsunterschieden bei unseren Proben rechnen, auch wenn bei der Auswahl der Proben nach Möglichkeit versucht wurde, dies zu vermeiden. Es bedarf dann wirklich keiner großen Substanz-Differenzen, um einige (ungeklärte) Ungleichmäßigkeiten im Kurvenverlauf der Oxyd-Komponenten herbeizuführen. Von solchen Kleinschwankungen abgesehen, sind die Kurven im Ganzen aber von einem erkennbaren petrographischen Geschehen geprägt.

## 2. Basalt-Zersatz-Probe (2256) vom unmittelbaren Kontakt Basalt/Braunkohle

Um in gewisser Weise nachzuprüfen, inwieweit das vorangehend behandelte Zersatz-Profil unabhängig von lokalen Zufällen einen Sachverhalt wiedergibt, den man im großen Ganzen als typisch und herrschend für die Basaltzersetzungen zumindest in den Bergbauen der Zeche Hirschberg ansprechen kann, wurde eine beliebige weitere Basaltzersatzprobe zum Vergleich herangezogen. Es handelte sich also um die Frage: läßt sich irgendeinem Basaltzersatz der Grube Hirschberg eine Position in dem behandelten Zersatz-Profil zuweisen, dieser also in das Profil einordnen, oder ist mit wesentlich verschiedenen Abläufen der Gesteinsumwandlung und damit auch mit verschiedenen nicht unmittelbar verwandten Zersetzungsprodukten zu rechnen?

Die anschließend beschriebene Gesteinsprobe Nr. 2256 gehört nach den örtlichen Verhältnissen nicht zu der Gesteinsserie I. Sie stammt, wie aus den Ortsangaben (Tab. 3) ersichtlich ist, aus einem ganz anderen Bereich des Grubenbezirkes. Sie ist deshalb auch nur, um den technischen Vergleich zu erleichtern, der Serie I beigefügt. Aber es handelt sich auch hier um einen Basaltzersatz, der aus gleichen oder ähnlichen Bedingungen seine Umwandlung erfahren hat.

Es sei zunächst die petrographische Beschreibung dieses Materials angeschlossen.

### a) Petrographischer Befund

Probe 2256 ist ein hellgraues mürbes Gestein, das sich im lufttrockenen Zustand mit den Fingern zerkleinern und zerkrümeln läßt.

Mikroskopisch (Schliff 1163) ist auch hier das Korngefüge eines Basaltes bestens erkennbar geblieben, wenn auch die wesentlichen basaltischen Minerale durchweg pseudomorphosiert sind. Das Gefügebild weicht aber von den Proben 2009/12 dadurch ab, daß diese Probe im Gegensatz zu den anderen vom unmittelbaren Kontakt des Basaltes mit der Kohle stammt und infolge der damit verbundenen raschen Abkühlung die Grundmasse ein extrem kleines Korn aufweist. Damit sind aber auch die Einsprenglinge in einem Stadium festgehalten worden, das bei normaler basaltischer Kristallisation bekanntermaßen noch gewisse Änderungen der Frühausscheidungen, wie etwa Resorption, Umwandlung infolge Inkongruenz und dergl. erfahren hätte. Berücksichtigt man diese Abweichungen, so steht die Zugehörigkeit der Probe 2256 zu demselben Basalt, von dem die Gesteinsserie I stammt, außer Frage.

Die größeren Olivin-Einsprenglinge sind nach Größe, Menge und Verteilung genau so im Gefügebild eingelagert, wie bei den Proben 2009/12. Auch hier sind sie total in ein chloritisches feinstfaseriges Mineral umgewandelt. Dieses chloritische Faseraggregat nimmt aber nur mehr schmale Bereiche längs der Sprünge im Inneren des Olivins ein, während das Korninnere von einer farblosen isotropen Masse erfüllt ist, die ohne scharfe Grenze gegen die chloritische Substanz grenzt. Der verschwimmende Übergang beruht auf der allmählichen Abnahme der einen und Zunahme der anderen Substanz in Grenznähe. Randlich einzelner größerer Olivine findet sich vereinzelt ein Kranz winziger Karbonat-Körnchen. Viele kleine Olivine (auch pseudomorph), die man fast zur Grundmasse rechnen könnte, sind das Besondere dieses Gefüges. Ihre ehemalige Olivin-Natur steht indessen nicht bei jedem Korn mit Sicherheit fest. Es könnte sich auch um Pyroxen-Pseudomorphosen handeln. Pyroxen bzw. seine Pseudomorphosen fehlen sonst ganz. Auch in der Grundmasse kann Pyroxen (oder seine Pseudomorphose) nicht erkannt werden. Die Feldspäte haben zu einem Teil Einsprenglingsgröße. Solche Großfeldspäte (bis 0,5 mm lang und

50  $\mu$  dick) haben Leistenform und neigen zu Skelettbau. Aber auch sie sind bis auf haardünne Außenränder umgewandelt in zwei Substanzen, die in grobfleckiger Verschränkung den Raum der ehemaligen Feldspäte einnehmen. Beide Substanzen, die eine farblos, die andere lichtgelblich bis lichtgrünlich, chloritähnlich, sind quasi-isotrop und lassen bei stärkster Vergrößerung eine feinstkörnige bis feinstfaserige Aggregation mehr vermuten als sicher erkennen.

Die äußerst feinkörnige Grundmasse wird im wesentlichen gebildet von radialgestellten sphärolithischen Büscheln dünnstengeligen Feldspates. Das Bild ist aber undeutlich infolge der weitgehenden Umwandlung auch dieser Feldspäte, vor allem aber wegen der alles überdeckenden Trübe, die von einem dichten Filz winziger mikrolithischer Körnchen und Nadeln herrührt. Von diesen ist ein Teil opak. Es dürfte sich bei dieser Trübe um ein Gemenge handeln, das aus chloritischen und kaolinitischen Neuprodukten und aus einem Titanmineral (oder mehreren Titanmineralen) besteht.

Die winzigen Opak-Körnchen sind teils deutlich idiomorph mit quadratischen und dreieckigen Formen. Sie haben ihren Platz in geringer Zahl auch in den Olivinpseudomorphosen. Es könnte Magnetit sein. Ein weiteres Opakmineral Ilmenit? ist so feinkörnig, daß es seiner Form nach unbestimmbar ist. Apatit konnte nicht nachgewiesen werden.

#### b) Chemischer Befund und normativer Mineralbestand

Die Werte der chemischen Analyse sind in Tab. 3 als Analyse 7 verzeichnet. Sie sind zudem in Abb. 1 graphisch auf einer rechts neben dem Diagramm des Zersetzungsprofils befindlichen Vertikalen in gleichem Maßstab aufgetragen. Auch die daraus berechneten normativen Mineralbestände wurden nach den gleichen Prinzipien wie die Analysen Nr. 1—6 berechnet und auch mit in die entsprechende Tab. 4 aufgenommen.

Sowohl an den Analysenwerten als auch an den Norm-Mineral-Daten läßt sich ablesen, daß das behandelte Gestein sich von einem ursprünglichen Magmatit schon recht weit entfernt hat.

#### c) Beziehungen der Probe Nr. 2256 zu dem Zersetzungsprofil

Ein Vergleich zwischen den chemischen Daten der hier behandelten Probe mit den Gliedern des Zersetzungsprofils I ist am einfachsten an Hand der Abb. 1 durchführbar. Zu diesem Zwecke nimmt man lediglich eine (visuelle) horizontale Verschiebung der Oxydkomponentenörter der Analyse 7 vor, bis diese horizontalen Hilfslinien mit den entsprechenden Kurven zum Schnitt gelangen. Diese Schnittpunkte sind sogleich und unmittelbar beim Anblick des Schaubildes (Abb. 1) findbar. Bei idealer Übereinstimmung müßten alle diese Schnittpunkte übereinander auf derselben Vertikalen liegen und mit dem Fußpunkt dieser Vertikalen die Stellung der Probe in dem Zersetzungsprofil anzeigen. Diesen geometrischen Idealfall wird man nicht erwarten aus Gründen, wie sie auf S. 322 dargelegt wurden. Aber es fällt doch die Mehrzahl der Schnittpunkte in einen relativ schmalen Vertikalstreifen, der in seiner Breite sich von 2012 bis nahe an 2013 erstreckt. Dorthin fallen die Orte von  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\Sigma \text{Fe}$ ,  $\text{MnO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  und  $\text{CaO}$ . Wegen der Flachheit der Kurven ist der „Fehler“ bei  $\text{MgO}$  und  $\text{P}_2\text{O}_5$  auch noch als unbedeutend anzusehen, wenn auch der niedrige Wert von  $\text{P}_2\text{O}_5$  gegenüber der Probe 2013 auffallend ist. Er paßt aber besser zu den allgemeinen Erfahrungen über den Abbau des Apatits bei Verwitterungen. Nur für  $\text{SiO}_2$  und die Summe der beiden Alkalioxyde sprengen die Abweichungen den Rahmen des Diagramms. Diese Abweichungen der beiden Oxyd-Komponenten haben gleich-

sinnigen Charakter und sind sowohl aus dem Diagramm als auch aus den Werten des normativen Mineralbestandes (Tab. 4) leicht zu ergründen. Die Summe der Alkalien ist ja in diesem schon weit abgebauten Gestein größer als der entsprechende Wert bei dem frischen Basalt, der am Anfang des analysierten Zersetzprofils steht. Daraus folgt, daß die Probe 2256 auf ein Ausgangsgestein zurückgeht, das Feldspat-reicher ist als das Basisgestein des Zersetzprofils. Das mikroskopische Bild vermittelt schon dieses Ergebnis, wie allein daraus hervorgeht, daß die Probe 2256 Feldspat schon als Einsprengling enthält, ein Merkmal höheren Feldspatgehaltes, das keine Probe aus der behandelten Zersetzserie aufzuweisen hatte. Wollte man sich die (unnötige) Mühe machen, den Anteil des überschüssigen Feldspates zu bestimmen, so bedürfte es nur einfacher Berechnungen, eine solche Menge von Feldspat anzugeben, nach deren Abzug die Analyse sich in das Zersetzprofil wesentlich besser einordnen ließe. Auch ohne eine solche Rechnung läßt sich abschätzen, daß die Gesteinsprobe 2256 dem behandelten Zersetzprofil prinzipiell zugehört, daß also die eingangs gestellte Frage positiv zu beantworten ist. Kein mikroskopisches und chemisches Merkmal der Probe 2256 weist auf einen anders gerichteten Zersetzungsablauf und auf andere Endprodukte der Zersetzung hin. Die Position im Profil liegt sowohl chemisch, wie nach den petrographischen Makro- und Mikrobefunden nahe bei der Probe 2012, ist aber schon etwas auf dem Wege zu dem in Probe 2013 vorliegenden Zustand. Selbst der  $p_H$ -Wert paßt gut zu dieser Eingliederung.

### 3. Basalt-Zersetz-Profil II

Für das Profil I war es charakteristisch, daß, verbunden mit einer Bleichung des Gesteinsmaterials, eine beschleunigte Zunahme des Zersetzungsgrades infolge verstärkter Wegführung wesentlicher Komponentenanteile am Ende der Zersetzserie eintrat. Das hängt offensichtlich mit der sprunghaften Erniedrigung des  $p_H$ -wertes zusammen, die auf die Anwesenheit freier Schwefelsäure zurückgeht.

Schon bei der Probeentnahme unter Tage wurde in dem Auftreten extrem gebleichten Basaltzersatzes ein Wirken freier Schwefelsäure vermutet. Darüber hinaus lag der Gedanke nahe, den Herr Betriebsleiter BUSCHE zuerst äußerte, das Auftreten der Schwefelsäure könne mit dem Bergbau insofern unmittelbar gekoppelt sein, als dieser durch die geschaffene Luftzufuhr in dem geöffneten Gebirge die Oxydation vorhandener Sulfide und sulfidischer Lösungen ermögliche, und damit die Bildung von Schwefelsäure überhaupt erst hervorgerufen habe.

Um dieser Frage nachzugehen, erschien es zweckmäßig, eine weitere Reihe von Proben (unter Verzicht auf die Anfangsstadien des Zersatzes) an einer Stelle zu entnehmen und zu untersuchen, an welcher der Einfluß der durch den Bergbau bedingten Belüftung und ihrer Oxydationswirkung noch nicht in Betracht kommen konnte. Diese Proben wurden in einem neu erschlossenen Streckenteil entnommen. Über die Lokalität wolle man sich an Hand der Tab. 8 orientieren. In diesem vom Bergbau noch kaum berührten Gebiet zeigt der Basalt nach Angabe der Betriebsleitung zwar auch schon eine gänzlich morsche Beschaffenheit, die Ausbleichungserscheinungen sollen dort aber ganz zurücktreten oder fehlen. Die petrographisch-chemische Untersuchung erfolgte in derselben Weise wie beim Profil I. Es seien wieder zunächst die petrographischen Befunde mitgeteilt und daran anschließend die chemischen.

a) *Petrographische Befunde*

Nicht ganz frischer Basalt Nr. 2016 (Schliffe 480 u. 841). Diese Probe ist ein mißfarbenedes grünlichgraues Gestein, das noch ziemlich fest ist. Es gibt beispielsweise noch einen klingenden Ton beim Anschlagen mit dem Hammer. Es entspricht in seinem Äußeren etwa der Probe 2010 des 1. Profils. Mikroskopisch zeigt sich dasselbe körnigporphyrische Basalt-Gefüge, wie es die Proben 2009—12 der 1. Serie aufwiesen. Es liegt also auch hier ursprünglich derselbe Basalt vor.

Im einzelnen erkennt man die Olivin-Einsprenglinge, die total pseudomorphosiert im wesentlichen aus Chlorit- bzw. Serpentin-Faseraggregaten bestehen. Geringe Anteile dieser Pseudomorphosen bestehen aus Eisenkarbonat. Von den Grundmasse-Mineralen ist Pyroxen vollständig pseudomorphosiert und ebenso wie Olivin von einer chloritähnlichen Substanz und in geringem Maße auch von Siderit verdrängt. Der Feldspat, ein leistenförmiger Plagioklas (200—300 $\mu$  lang, 20—40 $\mu$  breit) ist im (schmalen, länglichen) Kern von einer praktisch isotropen, farblosen und niedrig brechenden Substanz ersetzt. Einzelne Plagioklase enthalten statt dieser Substanz im Kern auch einen schmalen Streifen von Kalifeldspat vom Charakter des Antiperthits. Die Außenränder der Plagioklase sind erhalten geblieben. Sie zeigen etwas zonare Auslöschung. Zwickelräume und ehemalige Blasen ( $\varnothing$  ca. 300 $\times$ 300 $\mu$  bis ca. 300 $\times$ 600 $\mu$ ) sind erfüllt mit einem faserigen schalig gebänderten Filz von Chlorit oder einem chloritähnlichen Mineral mit ziemlich starker Doppelbrechung. Mehrfach ist der Innenraum der größeren solcher Blasenräume nicht ganz von Chlorit eingenommen. In solchen Fällen füllt Siderit den innersten Hohlraum aus. Die Unterscheidung dieser Blasenräume von den Olivinpseudomorphosen ist nicht mehr ganz sicher durchzuführen, da beide die gleiche Füllung haben und manche „Blasenräume“ verdächtig scharfeckige Außenkonturen aufweisen. Die Grundmasse ist dicht durchschwärmt von einer Unzahl feinsten Ilmenitleistchen und Spieße, die bei schwacher Mikroskop-Vergrößerung eine opake Basis in der Grundmasse vortäuschen; außerdem sind die Zwickelräume dicht bestreut mit einer Unzahl winziger Kristallkörnchen von starker Lichtbrechung (Korngröße von ca. 3 $\mu$  abwärts), die für Titanit gehalten werden. Apatit ließ sich nicht ausmachen. Er könnte durch die Trübung der Basis verdeckt sein.

Morscher Basalt Nr. 2015 (Schliffe 94, 478 u. 840). Das Gestein sieht äußerlich der Probe 2016 ähnlich, es ist aber mehr hellgraugrünlich und schon so ausgesprochen mürbe, daß sich mit den Fingern von einem Stück Kanten wegbrechen lassen. Das Gestein bricht nach unregelmäßig verlaufenden haarfeinen Klüften, die einen graubläulichen Anflug ähnlich Vivianit aufweisen.

Im Dünnschliff zeigt sich dasselbe Basalt-Gefüge wie bei der Probe 2016. Die Pseudomorphosierung der ursprünglichen Basalt-Mineralen ist aber weiter vorangeschritten. Die Olivine sind ersetzt durch eine farblose bis schwachgelbliche isotrope Masse, die auch den Platz der Pyroxene und der Feldspäte einnimmt. Siderit ist nicht mehr vorhanden. Die ehemaligen serpentinierten Sprünge in den Einsprenglings-Olivinen sind von einer farblosen deutlich doppelbrechenden Substanz eingenommen, die aus feinsten Parallel-Faseraggregaten besteht. Sie heben sich damit auffällig aus der isotropen Füllmasse der Olivinpseudomorphosen heraus. Von den Feldspäten sind nur noch fadendünne Teile der Außenränder der leistenförmigen Kristalle substantiell erhalten geblieben. Die Basis der Grundmasse besteht aus der gleichen isotropen Substanz, die die ehemaligen Olivine, Pyroxene und Feldspäte verdrängt hat. In ihr liegen eine Unzahl feinsten Körnchen mit höherer Lichtbrechung, wahrscheinlich Titanit. Ilmenit ist in vielen kleinen Leisten und Spießen ähnlich vertreten wie im vorangehend beschriebenen Material.

Erdig zersetzter Basalt Nr. 2017 (Schliff 842). Dieses Material ist ein graues dichtes Gestein, das zwar noch nicht so weitgehend gebleicht ist wie Nr. 2013 aus dem 1. Profil, aber eine bereits erheblich hellere Färbung zeigt als 2015. Mechanisch ist 2017 noch relativ fest, etwa wie 2012. Aber lufttrocken saugt es Wasser auf und klebt

mit leicht säuerlichem Geschmack an der Zunge. Auf unregelmäßigen feinen Kluftflächen erkennt man mit der Lupe gelegentlich Kristallrasen winziger Pyrite.

Im mikroskopischen Bild ist das porphyrisch-körnige Basalt-Gefüge sogar noch bei diesem Endglied der Zersetzung erhalten geblieben. Einzelheiten des ursprünglichen Gefüges sind allerdings verloren gegangen, aber die dominierende Gefügeeigenschaft, der Gegensatz zwischen Einsprenglingen und Grundmasse ist gut erhalten geblieben. Doch sind die Umrisse der Einsprenglingsolivine nicht immer ganz unverändert in ihren charakteristischen Olivin-Idiomorphien geblieben. Die sonst meist scharf polygonalen Konturen erscheinen jetzt weich und abgerundet, so daß die ehemaligen Einsprenglinge oval eiförmige Gestalt angenommen haben. Zudem liegen diese Ovale mit ihren Längsrichtungen angenähert parallel und rufen damit eine Art Augenstruktur hervor, um die sich die Grundmasse faserig schmiegt. Es kann sich hier nur um Auswirkungen des Gebirgsdruckes auf eine schon weitgehend plastisch gewordene Masse ähnlich feuchtem Ton handeln. Die Füllung der vormaligen Olivineinsprenglinge besteht aus farblosen blättrig-faserigen Aggregaten, die im kleinen paketweise parallelorientiert, im großen aber wirt durcheinanderliegen. Lichtbrechung, Doppelbrechung wie Röntgenspektrum stimmen mit Kaolinit überein.

Die Grundmasse besteht aus einem Haufwerk kleiner farbloser kaolinitischer Bereiche, die den ursprünglichen Pyroxen und zum Teil auch den Feldspat-Kristallen entsprechen<sup>1)</sup>. Sie sind netzartig umschlossen von Zügen einer so dichten Trübe, daß die stärkste mikroskopische Optik auch nur die wenigen groben Anteile daraus als bis  $5\mu$  große opake und halbopake Körnchen aufzulösen vermag, während der Hauptanteil eine schwärzlich grau durchscheinende Masse bleibt. Es sind „erdige“ Anteile, die sich einer mikroskopischen Diagnose entziehen.

#### b) Chemische Befunde

Das Ergebnis der chemischen Untersuchung des Zersetzungsprofils II enthält Tab. 8. Es ist außerdem in einem Diagramm veranschaulicht (Abb. 4). Die Norm (Tab. 9) wurde dabei in derselben Weise wie beim I. Zersetzungsprofil berechnet. Die Analysen bringen aufs deutlichste zum Ausdruck, von welcher (bauschalchemischen) Tendenz die fortschreitende Zersetzung in diesem Profil beherrscht wird. Es ist auf der einen Seite der Abbau und die Wegfuhr der Erdalkalien, der Eisenoxyde und der Alkalien, auf der anderen Seite das Verbleiben und damit die relative Anreicherung von  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  und wahrscheinlich auch von sulfidischem Schwefel im Restgestein. Für  $H_2O\pm$  ist dagegen außer relativer Anreicherung auch noch eine Zufuhr nicht in Zweifel zu ziehen. Das Verhalten der Phosphorsäure bleibt etwas unklar. Es kann nicht entschieden werden, ob eine Zufälligkeit etwa den niedrigen Wert von  $P_2O_5$  in Probe 2017 oder den hohen in Probe 2013 bedingt hat. Wahrscheinlich ist, daß bei extremer Zersetzung auch  $P_2O_5$  weggeführt wird.

Auffallend ist in Tab. 8 der hohe Gehalt des Basaltzersatzes 2017 an Schwefelverbindungen. Auch das noch feste Gestein 2016 zeigt schon einen Gesamtschwefelgehalt, der kaum primärer Natur sein kann. Hier dürften aus der Braunkohle schwefelhaltige Lösungen in das bereits infolge der Karbonatisierung nicht mehr frische und mechanisch aufgelockerte Gestein eingedrungen sein, wo sich dann die Schwefelsäure mit der Kohlensäure der Karbonate umsetzen konnte.

Schwerer deutbar ist der relativ hohe Anteil des Sulfidschwefels am Gesamtschwefel nicht nur in den Gesteinen des Profils II (Tab. 8), sondern auch schon bei den Gesteinen Nr. 2256 und 2012 (Tab. 3). In dem zersetzten Gesteinsmaterial überwiegt

<sup>1)</sup> Herr v. STEINWEHR übernahm auch bei dieser Probe freundlicherweise eine röntgenographische Kontrolle mit dem Ergebnis: „Probe 2017 enthält viel Kaolinit“.

bald der Gehalt an Sulfatschwefel, bald der des Sulfidschwefels. Dieser Sachverhalt läßt vermuten, daß schon in der vordringenden Lösung Sulfat- und Sulfidverbindungen nebeneinander in einem Verhältnis vorlagen, das sich je nach der „Frische“ und Zusammensetzung der Kluftoberfläche, mit denen die Lösung in Berührung kam, zugunsten der einen oder anderen Komponente verschieben konnte.

Das Zusammentreffen einer solchen Lösung etwa mit aus Plagioklas auswanderndem CaO oder mit sonstwie sekundär gebildetem CaCO<sub>3</sub> des Basaltzersatzes muß zur sofortigen Umsetzung der SO<sub>4</sub>''-Ionen insbesondere mit Kohlensäure unter Bildung von schwerlöslichem Gips führen, während das Ferrokarbonat sich vorzugsweise mit den S''-Ionen einer solchen Lösung zu ebenfalls schwerlöslichem Eisensulfid umsetzen, also zur Pyrit- oder Markasit-Neubildung führen dürfte.

Zufuhr von Sauerstoff bzw. die Gegenwart oxydierender Substanzen (auch schon von Ferri-Verbindungen) begünstigen eine Erhöhung des Sulfat-Sulfid-Verhältnisses der einwirkenden Lösung und bedingen namentlich bei mangelndem Ca-Gehalt die Bildung weitgehend hydrolysierbaren Ferro- und Ferrisulfates.

Auch hier, wo die durch den Bergbau bedingte Durchlüftung erst wenige Stunden einwirken konnte, hat sich in dem von der Luftzufuhr weitgehend abgeschlossenen Gestein eine erhebliche Umwandlung von Sulfid zu Sulfat vollzogen. Dadurch erklärt sich das zum Teil starke Absinken der p<sub>H</sub>-Werte.

Das morsche Material 2015 zeigt hier eigentümlicherweise einen geringeren Gehalt an Sulfid- + Sulfatschwefel als das erheblich frischere Gestein 2016, während die Entbasung auch hier

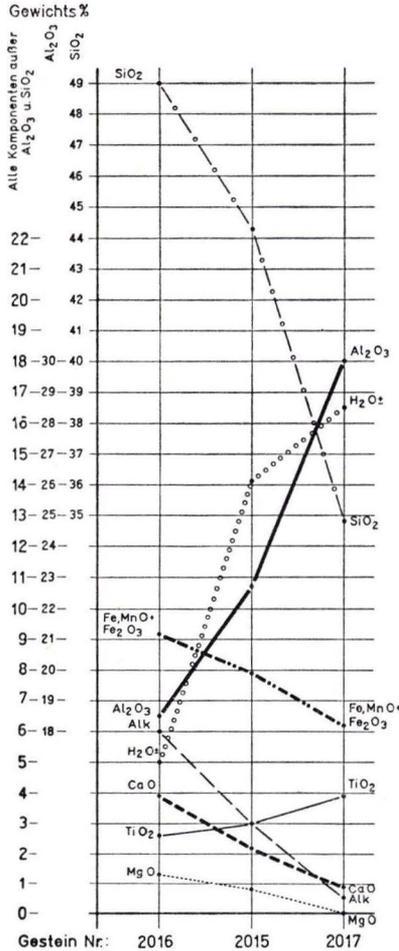


Abb. 4. Oxyd-Profil der Basaltzersatz-Serie II.

normal weiterverlaufen ist, wie die Werte der Alkalien, Erdalkalien und der Wasserstoffionenkonzentration zeigen. Diese Umstände lassen sich vielleicht damit erklären, daß infolge fortschreitender Zersetzung und damit wachsender Porosität des Gesteins (2015) eine bessere Wasserzirkulation für eine rasche Wegfuhr von CaSO<sub>4</sub> sorgen konnte als in dem frischere Gestein 2016, bei dem Oxydation und Lösungsdurchzug noch stärker gehemmt waren.

Welche Mineralparagenesen Träger des chemischen Ablaufes in Profil II sind, ergibt sich im einzelnen aus den mikroskopisch-petrographischen Befunden unter Beziehung der Daten für die normativen Mineralbestände.

Tabelle 8. Bauschanalysen des Basaltzersatz-Profiles II (anal. P. PFEFFER 1952)

Analysen Nr. Gestein Nr.	8 2016	9 2015	10 2017
SiO <sub>2</sub> . . . . .	48,95	44,30	34,81
TiO <sub>2</sub> . . . . .	2,56	3,03	3,88
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	18,53	22,69	29,98
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	6,24	6,45	5,73
FeO . . . . .	2,87	1,44	0,50
MnO . . . . .	0,04	0,01	Sp.
MgO . . . . .	1,26	0,78	0,06
CaO . . . . .	3,91	2,18	0,88
Na <sub>2</sub> O . . . . .	3,92	1,41	0,35
K <sub>2</sub> O . . . . .	2,12	1,60	0,15
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> . . . . .	2,17	8,61	13,56
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup> . . . . .	2,80	5,53	2,94
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,64	0,80	0,46
CO <sub>2</sub> . . . . .	1,11	0,07	0,07
S'' . . . . .	0,84	0,31	2,30
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,33	0,22	2,36
Σ . . . . .	98,29	99,43	98,07
pH-Wert . . . . .	5,9	5,2	2,3

Nr. 8. Basalt, Lab. Nr. 2016; aus dem Hangenden von Flöz 3; Grube Faulbach, Basaltort, Doppelbahn, frischer Anschlag, Koordinaten: — 7866, + 18065.

Nr. 9. Basalt in beginnender Zersetzung, Lab. Nr. 2015; Lokalität wie bei Nr. 8.

Nr. 10. Stark zersetzter Basalt, Lab. Nr. 2017; aus der Firste des Aufschlußortes, 120 m SW Gustafstollen, Anschlag, I. Querschlag, 3 m von der Doppelbahn (Lokalität 10 ist ganz in der Nähe von Lok. 8).

Tabelle 9. Normative Mineralbestände des Basaltzersatz-Profiles II (berechnet aus den Analysen 8—10 der Tab. 5) in Gew.-%

Analyse Nr. Gestein Nr.	8 2016	9 2015	10 2017
or . . . . .	12,5	9,5	1,2
ab . . . . .	33,1	11,9	3,1
an . . . . .	5,2	—	—
Chlorit <sup>1)</sup> . . . . .	4,4	2,7	0,2
Kaolinit . . . . .	4,0	28,4	70,5
Montmorillonit . . . . .	16,6	22,7	—
Hydrargillit . . . . .	—	—	2,6
Siderit . . . . .	2,9	0,2	0,2
Gips . . . . .	0,7	0,5	4,6 <sup>2)</sup>
Akzessorien . . . . .	18,9	23,6	17,5
Akzessorien im einzelnen			
ap . . . . .	1,5	1,9	—
AlPO <sub>4</sub> . . . . .	—	—	0,8
mt . . . . .	0,5	3,2	—
pr . . . . .	1,8	0,7	5,3
Limonit . . . . .	6,5	4,7	3,0
tn . . . . .	6,3	3,3	—
TiO <sub>2</sub> . . . . .	—	1,7	4,0
H <sub>2</sub> O . . . . .	2,3	8,1	4,4

<sup>1)</sup> Chlorit = Amesit für alle 3 Analysen.

<sup>2)</sup> Dabei 1,9% Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.

### c) Vergleich zwischen den Zersetzprofilen I und II

Das Zersetzprofil II enthält keine Zersetzungsprodukte, die nicht schon im I. Profil enthalten sind. Es lassen sich auch keine neuen oder zusätzlichen Zersetzungs Vorgänge erkennen. Aber das zweite Profil ist nur ein Teil des ersten (wie es auch schon die Probenentnahme für das zweite Profil bedingte). Es wiederholt die ausklingende Phase des ersten Profils und stimmt weitgehend mit dieser überein.

Man sollte beim Vergleich der beiden Analysen-Diagramme eine Übereinstimmung allerdings auch wieder nicht bis in alle Einzelheiten erwarten, sondern sich mit einer Identität der Haupttendenzen der chemischen Abläufe begnügen. Es bereitet aber keine grundsätzlichen Schwierigkeiten, die Glieder des zweiten Zersetzprofils mit denen des ersten zu konfrontieren. Beobachteter Mineralbestand und Chemismus erbringen eine übereinstimmende Eingliederung.

Für die eingangs gestellte Frage, die zur Untersuchung eines zweiten Zersetzprofils Veranlassung bot, ergibt sich damit als Antwort, daß die Durchlüftung der Untertagebaue zwar vielleicht begünstigend wirken, aber nicht als eigentliche Ursache für die Bildung schwefelsaurer Lösungen und freier Schwefelsäure betrachtet werden kann. Es vermögen sich vielmehr anscheinend auch in größerer Entfernung von den seit Jahren in Betrieb befindlichen Stollen und Strecken solche Lösungen aus Anreicherungen von Schwefelverbindungen im Grenzbereich zwischen Kohle und Nebengestein zu bilden. Die normalen Zersetzungserscheinungen des Basaltes, die dem Bergmann als Vermorschungen und Bleichungen dieses störenden Fremdlings in der Braunkohlengrube erscheinen, sind darum auch in noch nicht vom Bergbau erschlossenen Teilen des Grubenreviers zu erwarten.

### Schlußbetrachtung

Die durchgeführte Untersuchung bezweckte, eine Klärung der Zersetzungsphänomene bei den Basalten in den Großalmeroder Gruben in petrographisch-chemischer Hinsicht herbeizuführen. Sie umfaßte dagegen nicht eine geologische Untersuchung darüber, in welchem Umfang, mit welchen absoluten Größen und Mächtigkeiten und mit welchen Massen die einzelnen Glieder der Zersetzprofile in der Natur vertreten sind.

Die Kenntnis aber auch dieser geologischen Gegebenheiten ist unerläßlich, wenn Mengenberechnungen aller Art über die bei den Zersetzungen stattgefundenen Stoffverschiebungen durchgeführt werden sollen. Solange diese fehlen, verbieten sich quantitative Abschätzungen. Es ist wichtig, auf diesen Umstand aufmerksam zu machen, da sein Außerachtlassen zu mancher irrtümlichen Schlußfolgerung über die Stoffverschiebungen innerhalb des Zersetzungsprofils führen kann. Es mag aber dennoch erwähnt sein, daß die Erfahrungen des Bergbaus für das Vorhandensein relativ großer Mengen morschen Basaltes, das ist ein solcher im ersten Zersetzungsstadium, sprechen nicht dagegen auch für große Mengen des extrem zersetzten und gebleichten Basaltes.

Das Zersetzungsprofil ist nicht als ein unveränderliches am Ort verbleibendes Gebilde aufzufassen, sondern es hat einen kinetischen Charakter, es gleicht einer sich gegen das Basaltinnere von außen sehr langsam in geologischen Zeiträumen

vorschiebenden Front, bei der das Zersatzprofil gewissermaßen die Tiefengliederung dieser Front mit einer Reihe stationär bleibender Zustände darstellt. Das Abwandern chemischer Komponenten infolge Abbaus einzelner Minerale geschieht gegen die Richtung des Frontvorschubs. Zufuhr chemischer Komponenten bedeutet dagegen eine Bewegung dieser Komponenten gleichsinnig mit der Verschiebung des Profils.

Es steht in keiner Weise fest, daß das beobachtete Zersatzprofil nach ersten Anfängen schon so gewesen ist, wie es seine jetzige Gliederung zeigt. Es ist vielmehr anzunehmen, daß es gewisser Zeiten für den Aufbau des Profils als Ganzen bei unterschiedlichen Zeiten seiner Teile bedurft hat, wie damit zu rechnen ist, daß bei genügender Breite des Zersatzraums schließlich praktisch ein Stillstand infolge Abschirmung und Panzerung durch stabile Zersatzmineralparagenesen eintreten wird. Es kann schwerlich gesagt werden, ob dieser Zustand schon oder bald erreicht ist.

Für den in Zeitstufen erfolgten Aufbau des Zersatzprofils läßt sich ein Nachweis erbringen. Die Sideritisierung im ersten Profiltail — vom frischen Basalt aus gesehen — entspricht, wie wir glauben nachgewiesen zu haben, notwendigerweise einer Zufuhr von Ferrokarbonat von außen in den Zersatzbereich (der Proben 2010/11). Diese Zufuhr ist aber unmöglich bei Vorlagerung der extrem zersetzten enteisenen und Schwefelsäure-führenden Zone, denn eine solche dürfte von einer Ferrokarbonatlösung kaum durchquert werden können. Diese Zone kann darum zur Zeit der Sideritzufuhr noch nicht bestanden haben. Der zeitliche Hiatus, der sich aus diesem Sachverhalt ableiten läßt, und der die Vorgangsreihe des Zersatzprofils und dieses selbst zweiteilt, unterstreicht nur, was sich auch in mineralparagenetischer, chemischer wie in räumlich-geologischer Hinsicht aufdrängt, nämlich die Gliederung des Zersatzprofils und der sie erzeugenden Vorgänge in zwei sehr unterschiedliche Teile. In der ersten Hauptphase, etwa umfassend die Vorgänge 1—5 (vgl. S. 317) — das bedeutet zugleich den inneren Teil des Zersatzprofils — ist Hydratisierung und Sideritisierung der Mafite im Basaltzersatz das dominierende Geschehen, in der zweiten Hauptphase (Vorgänge 5—10) — im äußeren Teil des Profils — beherrschen dagegen die Wegfuhr der Alkalien, Erdalkalien und der Eisenoxyde, d. h. der Abbau der Mafite und der Alkalifeldspate den Zersetzungsfortgang. Beide Vorgangsguppen sind in ihrem Wesen verschieden und gehören deshalb genetisch nicht unmittelbar zusammen.

Das hier aufgezeichnete Bild von Basaltzersetzungen unter besonderen geologischen Umständen regt zu Vergleichen mit Basaltzersetzungen anderer Art an. In erster Hinsicht kommen dafür die Verwitterungen unter verschiedenen geologischen und klimatischen Bedingungen in Betracht. Vergleichsmaterial böte sich vor allem aus der seinerzeit wegweisenden Arbeit von HARRASSOWITZ (1926) über den Laterit, für dessen kritische Überlegungen besonders über die Bildung des Kaolinitis und der Siallites die hier niedergelegten Beobachtungen einen weiteren Beitrag liefern. Aus zeitlichen und räumlichen Gründen müssen wir es uns aber versagen, darauf näher einzugehen. Es kann ferner auch nur kurz darauf hingewiesen werden, daß lateritische Verwitterung auf einem wesentlich anderen Weg erfolgt als dem, der die Großalmeroder Basalte in den Braunkohlengruben zerstört. Ebenso verlaufen Basaltzersetzungen infolge hydrothermalen spät- bis postmagmatischer

Einwirkungen, wie sie etwa im Vogelsberg/Hessen verbreitet sind, auf eine andere Weise. So ist bei diesen das Hauptkennzeichen der Umwandlungsvorgänge die Neubildung von Zeolithen, aber in der Zerstörung und Umbildung aller ursprünglicher Basaltminerale und der Neubildung von chloritischen und tonigen Gelmineralen werden verwandte Züge mit den hier behandelten Zersetzungen sichtbar.

### Zusammenfassung der Ergebnisse

Basaltische Massen, die im Bereich der Zeche Hirschberg b. Großalmerode in Braunkohle und deren tertiäre Begleitsedimente eingedrungen sind, weisen postkontaktmetamorphe Veränderungen auf, die wesentlich von den Hüllgesteinen bestimmt sind, zugleich aber auch Braunkohle und Begleitsedimente rückwirkend beeinflusst haben.

Solche nachträglich veränderte und zwar vererzte Braunkohlen sowie Sedimente des Kontaktbereiches wurden petrographisch und chemisch untersucht. Den Ursachen der Vererzung wurde nachgegangen.

Die Zersetzungen der Basalte wurden in zwei Profilen systematisch petrographisch und chemisch an Hand von 10 Bauschanalysen untersucht. Dabei ergaben sich parallel miteinander Mineralparagenesenfolge und Verlauf der bauschalchemischen Veränderungen entlang der Zersetzungsprofile.

Die Einzelstufen der Zersetzung basaltischen Gesteins ließen sich als Vorgänge bestimmter Mineralumwandlungen und Mineralneubildungen fixieren und aus dem Gesamtgeschehen herausgliedern.

Die Zersetzung des Basaltes ist in zwei Hauptphasen erfolgt, die wesensverschieden und, vermutlich auch zeitlich getrennt, nacheinander wirksam geworden sind.

Die erste Phase umfaßt eine Hydratation der dunklen Mineralgemengteile mit anschließender Verdrängung dieser durch Eisenkarbonat, das sehr wahrscheinlich aus den Sedimenten zugeführt wurde.

Die zweite Phase umfaßt chemisch die radikale Wegfuhr der Erdalkalien, der Eisenoxyde und schließlich der Alkalien und führt bei relativer Verminderung von  $\text{SiO}_2$  und weiterer Zufuhr von  $\text{H}_2\text{O}$  zu einer Anreicherung der Komponenten  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$  und  $\pm \text{P}_2\text{O}_5$  in den Zersatzrestgesteinen. Die mineralische Bindung dieser Restoxyde erfolgt in Kaolinit, ferner einem Al-hydroxyd und in nicht diagnostizierbaren Phosphor- und Titanmineralen hoher Korndispersion. Diese zweite Zersetzungsphase ist mit der Ansiedlung von Gips und dem Auftreten zugeführter freier Schwefelsäure verknüpft.

### Schriftenverzeichnis

- BEMMELEN, I. M. VAN: Die verschiedenen Arten der Verwitterung der Silikatgesteine in der Erdrinde. — Z. anorg. Chem., **66**, S. 322—357, Hamburg u. Leipzig 1910.
- BISCHOF, G.: Lehrbuch der chemisch-physikalischen Geologie I, Bonn 1847.
- BRAUNS, R.: Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der devonischen Eruptivgesteine im Gebiet der Lahn und Dill. 2. Teil. — Neues Jb. Mineral. etc., B.B. **28**, S. 379—420, Stuttgart 1909.
- Primärer Calcit in Tiefengesteinen oder Verdrängung der Silikate durch Calcit. — Centralbl. Mineral. Geol. Pal., Jhrg. 1926, A, S. 1—8, Stuttgart 1926.

- BUCHNER, L.: Die Lagerungsverhältnisse und die basaltische Kontaktmetamorphose der Braunkohlen des Hohen Westerwaldes. — Verhdlgen Naturhist.-mediz. Verein Heidelbg. N. F., 14, S. 123—214, Heidelberg 1920.
- BUCHNER, L. & SALOMON, W.: Die Lagerungsform des Westerwälder Sohlbasaltes. — Sitzgsber. Heidelberger Akad. Wiss. Math.-nat. Kl., A., 4. Abh., 1919.
- DEINES, O. VAN: Die Entstehung der vulkanischen Schwefelablagerungen nach Beobachtungen am Krater des Vulcano in Süditalien. — Naturwiss., 22, S. 129—134, Berlin 1934.
- DIEHL, H.: Eine basaltische Intrusion unter Braunkohlen des Vogelsberges. — Z. Braunkohle, 22. Jhrg., S. 688—695 u. S. 701—707, Halle 1923/24.
- DONATH, E. & LISSNER, A.: Kohle und Erdöl. — Sonderausgabe aus der Sammlung chemischer und chemotechnischer Vorträge 26, Stuttgart 1916.
- ERDMANN, E. & DOLCH, M.: Die Chemie der Braunkohle. — Halle 1927.
- GRAHAM-OTTO: Lehrbuch der Chemie, 4. Abt. 5. Aufl., Braunschweig 1889.
- GROSSER, G.: Die Veränderungen im Chemismus der Eruptivgesteine durch die Verwitterung. — Chemie d. Erde, 11, S. 73—216, Jena 1937.
- GRUPE, O. & STREMMER, H.: Die Basalte des Sollings und ihre Zersetzungsprodukte. — Jb. Preuß. geol. Landesanst. 32, S. 242—300, Berlin 1911.
- GSCHWIND, M. & NIGGLI, P.: Untersuchungen über die Gesteinsverwitterung in der Schweiz. — Beiträge z. Geologie d. Schweiz, Geotechn. Serie, 17. Lieferung, Bonn 1931.
- HARRASSOWITZ, H.: Laterit. Material und Versuch erdgeschichtlicher Auswertung. — Fortschr. Geol. u. Palaeont. 4, Heft 14, Berlin 1926.
- HENTSCHEL, H. & PFEFFER, P.: Chemisch-petrographische Untersuchungen an Basalten des Westerwaldes. — Geol. Jb., 69, S. 361—378, Hannover 1954.
- HINRICHSSEN, F. W. & TACZAK, S.: Die Chemie der Kohle. — Leipzig 1916.
- KALLAUNER & MATEJKA: Beitrag zu der rationellen Analyse. — Sprechsaal, 47, S. 423, Coburg 1914.
- LANDAU: Geschichte des Braunkohlebergbaues in Nordhessen. — in: Beschreibung des Kurfürstentums Hessen, Kassel 1842.
- Geschichte der hessischen Alaunbergwerke. — Zs. Verein Hess. Geschichte und Landeskunde, Kassel 1854.
- LEHMANN, H.: Die gebräuchlichsten Analysenmethoden im silikatchemischen Laboratorium. — Sprechsaalkalender für Keramik, Glas und Email, S. 121—169, Coburg 1941.
- NAUMANN, C. F.: Lehrbuch d. Krystallographie. — Leipzig 1830.
- NIGGLI, P.: Gesteine und Mineralagerstätten. Bd. 2, Basel 1952.
- PLEIN, E.: Der Basaltvulkanismus vom Hirschberg b. Großalmerode und der Bau seiner Förderzone in tertiären Sedimenten. — Notizbl. Hess. L.-Amt f. Bodenforschung, 82, S. 215—233, Wiesbaden 1954.
- SCHUCKMANN, W.: Beiträge zur Kenntnis der Braunkohle des Westerwaldes. — Z. Braunkohle, 23. Jhrg., S. 241—246 und S. 276—283, Halle 1924/25.
- SEGER, A. H.: Die technische Verwerthung schwefelkiesführender Schiefer und Thone der Stein- und Braunkohlenformation. — Neuwied und Leipzig 1869.
- STACH, E.: Mineralogische Natur u. Entstehung des Kohlenkieses. — Zs. VDI Beiheft Verfahrenstechnik 1941, Nr. 4, S. 98—101, Berlin 1941.
- STECKHAN, W.: Der Braunkohlenbergbau in Nordhessen. — Hess. Lagerstättenarch. 1, Wiesbaden 1952.
- UTESCHER, K.: Chemische Bodenanalyse und Molekularverhältnis. — Z. Pflanzenern. Düng. u. Bodenk. A. 11, S. 261—281, Berlin 1928.
- UTHEMANN, A.: Die Braunkohlen-Lagerstätten am Meisner, am Hirschberg und am Stellberg mit besonderer Berücksichtigung der Durchbruchs- und Contacteinwirkungen, welche die Basalte auf die Braunkohlenflöze ausgeübt haben. — Abh. Kgl. Preuß. geol. Landesanst., N. F., Heft 7, Berlin 1892.
- Karte:  
Blatt-Großalmerode der Geol. Spezialkarte v. Preußen und den Thüringischen Staaten mit Erläuterung (1:25000), geognostisch aufgenommen von F. MOESTA, erläutert von F. BEYSCHLAG. Berlin 1886.

# Untersuchungen über die Tonkolloide verschiedener hessischer Böden<sup>1)</sup>

Von

HANS-ULRICH PREUSSE, Gießen

Mit 6 Abbildungen und 26 Tabellen

## Inhalt

A. Einleitung . . . . .	334
1. Verwitterung und Bodenbildung . . . . .	335
2. Die Bestandteile der Kolloidfraktion und ihre Bildung . . . . .	335
B. Profilbeschreibungen und Analysenwerte . . . . .	336
C. Der Feinboden im Verwitterungsverlauf . . . . .	340
D. Die Eigenschaften der Tonkolloide . . . . .	349
1. Die Molekularverhältnisse . . . . .	350
2. Das freie Eisenoxyd und die freie Kieselsäure der Kolloidfraktion . . . . .	353
3. Die Sorptionskapazität (T-Wert) . . . . .	356
4. Molekularverhältnis und Sorptionskapazität . . . . .	357
5. Die Sorptionskapazität vor und nach der Zerstörung der organischen Substanz . . . . .	358
6. Die Äthylenglykol-Anlagerung und der $\gamma$ -Wert . . . . .	360
7. Die Röntgenanalyse . . . . .	364
E. Schlußbetrachtung . . . . .	369
F. Zusammenfassung . . . . .	373
G. Anhang — Die Chrysoidin-Anlagerung . . . . .	376

## A. Einleitung

Der Boden ist das Ergebnis der Verwitterung von verschiedenartigen Muttergesteinen bei unterschiedlichen klimatischen Bedingungen.

Neben organischen Bestandteilen setzt sich der Boden hauptsächlich aus anorganischen Bestandteilen zusammen. Dies können Bruchstücke des verwitterten Ausgangsgesteins oder bei der Verwitterung aus dem Gesteinsverband freigelegte primäre Minerale sein. Während diese Bestandteile vor allem die groben Fraktionen eines Bodens ausmachen, besteht die feine Fraktion eines Bodens hauptsächlich aus Bestandteilen, die in ihrem Aufbau, ihrer Zusammensetzung und in ihren Eigenschaften sehr stark von dem Ausgangsgestein abweichen. Diese Fraktion, die Kolloidfraktion des Bodens, ist für das verschiedenartige Verhalten der Böden in physikalischer und kolloidchemischer Hinsicht und somit für den wirtschaftlichen Wert eines Bodens maßgebend, da sie, dank ihrer großen Oberfläche, den aktiven Bestandteil des Bodens bildet.

<sup>1)</sup> Aus dem Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung der Justus-Liebig-Hochschule Gießen. Direktor: Prof. Dr. Ing. HANS KURON.

Das unterschiedliche Verhalten der Böden in physikalischer und kolloidchemischer Hinsicht wird durch den Anteil der Kolloidfraktion am Gesamtboden und durch die Beteiligung verschiedener Tonminerale an ihrem Aufbau wesentlich beeinflusst.

So ist es verständlich, daß mit Einführung der experimentellen Bodenkunde versucht wurde, Klarheit über die Zusammensetzung und die Eigenschaften der Kolloidfraktion zu erlangen. Dieses Bestreben liegt auch der vorliegenden Arbeit zugrunde, indem der Versuch unternommen wird, die Eigenschaften der Kolloidfraktionen von neun Böden auf für den hessischen Raum typischen Ausgangsgesteinen zu untersuchen.

Die Bildung der Kolloide wird durch verschiedene örtliche Bedingungen beeinflusst, wobei die wichtigsten das Ausgangsgestein und das Klima sind. Während es möglich war, die erste Bedingung genau zu fixieren, konnte dies im Falle des Klimas nicht geschehen, da für das Kleinklima der einzelnen Profilorte keine Angaben vorlagen.

In zahlreichen Veröffentlichungen sind Untersuchungsergebnisse der verschiedensten Kolloidfraktionen niedergelegt worden, doch nur in den seltensten Fällen sind dabei die Feinböden berücksichtigt worden, also jener Anteil, der den eigentlichen Pflanzenstandort bildet. Da der Feinboden eine gewisse Zwischenstellung im Verwitterungsablauf vom Gestein zum Kolloid einnimmt, ist auch dieser Anteil in die chemischen Untersuchungen eingeschlossen worden. Schließlich erschien es aus noch zu erörternden Gründen zweckmäßig, auch die Schluffraktion in diese Untersuchungsreihe mit einzubeziehen.

Als Endprodukt der Verwitterung primärer Aluminosilikate müssen die Tonminerale angesehen werden. Aber auch für letztere muß mit einer weiteren Umbildung gerechnet werden, da der Boden in seiner Gesamtheit kein stabiles, sondern ein dynamisches System darstellt. Deshalb sollen die für die Kolloidfraktion festgestellten Befunde auch unter diesem Gesichtspunkt betrachtet werden.

Herrn Prof. Dr. H. KURON möchte ich an dieser Stelle für die Überlassung der Arbeit und für seine freundliche und hilfsbereite Unterstützung bei ihrer Durchführung herzlich danken. Auch der Deutschen Forschungsgemeinschaft gebührt mein Dank für die Bereitstellung der erforderlichen Mittel.

### 1. Verwitterung und Bodenbildung

Das Ausgangsmaterial für die Bodenbildung sind die Gesteine. Sie sind meist unter physikalischen Bedingungen entstanden, die den jetzt herrschenden Bedingungen an der Erdoberfläche keineswegs entsprechen. Dies bedingt die Instabilität der Gesteine und ihre Anfälligkeit gegenüber den Verwitterungsfaktoren. Von den drei Verwitterungsarten, physikalische, chemische und biologische Verwitterung, sind es die physikalische und auch zum Teil die biologische, die die Verwitterung einleiten. Mit fortschreitendem Zerfall der Gesteinsbruchstücke, d. h. bei Vergrößerung der Oberfläche, tritt die chemische Verwitterung in den Vordergrund, bei der die freigelegten Minerale nicht nur zerkleinert, sondern gelöst und zersetzt werden. Diese Vorgänge können, neben der Entstehung einfacher Verbindungen, zu Neubildungen, den Tonmineralen, führen, die sich von ihrem Ausgangsmaterial wesentlich unterscheiden.

### 2. Die Bestandteile der Kolloidfraktion und ihre Bildung

Über die Zusammensetzung und über die Eigenschaften der Kolloidfraktion herrschte lange Zeit Unklarheit. So nahm noch RAMANN (zit. in BROWN & COLDWELL 1956) an, daß viele verschiedene Stoffe in der Kolloidfraktion vorhanden seien. 1923 gelangen HADDING (zit. in JASMUND

1955) die ersten Röntgenaufnahmen von Tonen, und da dieser Autor neben kristallinen Substanzen auch amorphe feststellen konnte, kam er zu dem Schluß, daß nur „ausgereifte Tone“ kristallin seien. In den folgenden Jahren wurden viele Tonminerale identifiziert, so daß nach dem heutigen Stand der Forschung die Kolloidfraktion hauptsächlich „aus winzig kleinen, mikroskopisch nicht mehr sichtbaren Kriställchen, den sogen. Tonmineralen, besteht“ (JASMUND 1955).

Die Strukturaufklärung der Tonminerale und die unterschiedlichen Eigenschaften führten zu einer Einteilung in drei Hauptgruppen (JASMUND 1955): 1. die Kaolinit-Gruppe, 2. die Montmorillonit-Gruppe und 3. die Gruppe der glimmerähnlichen Minerale. Der strukturelle Aufbau ist bei den drei Hauptgruppen im Prinzip der gleiche. Die Bauelemente sind Si-O-Tetraeder und Al-OH-Oktaeder. Die kaolinitischen Minerale weisen eine Schichtenfolge Tetraeder-Oktaeder (Zweischichtminerale oder 1:1-Minerale), die der zweiten Gruppe eine Schichtenfolge Tetraeder-Oktaeder-Tetraeder (Dreischichtminerale oder 2:1-Minerale) auf. Die glimmerähnlichen Minerale sind den Mineralen der Montmorillonit-Gruppe sehr ähnlich. Sie unterscheiden sich von diesen durch den Ersatz eines jeden 4. Si-Ions in der Tetraederschicht durch Aluminium. Neben diesen Hauptgruppen spielen andere hochdisperse Minerale meist eine untergeordnete Rolle.

Über die Bildung der Tonminerale werden verschiedene Ansichten vertreten. MATTSON (zit. in HERBERHOLD 1954) konnte auf Grund umfangreicher Arbeiten nachweisen, daß Aluminiumhydroxyd in dem pH-Bereich von 8,1 bis 4,7 wechselnde Mengen Kieselsäure zu fällen vermag, d. h., bei der Verwitterung werden Aluminiumhydroxyd- und Kieselsäuresole frei, die sich gegenseitig ausfällen (isoelektrische Fällung). NOLL (1936) stellte synthetischen Kaolinit und synthetischen Montmorillonit her, wobei die Bildung des Kaolinites bei Abwesenheit, die des Montmorillonits bei der Anwesenheit von zweiwertigen Kationen vor sich ging.

CORRENS (1949) lehnt den Zerfall der primären Minerale unter Bildung kolloider Mizellen ab und vertritt die Ansicht, daß die primären Minerale ionogen in Lösung gehen und die Ionen zu neuen Mineralen zusammentreten.

Bei den erwähnten Hauptmineralen Montmorillonit und Kaolinit handelt es sich hauptsächlich um Neubildungen der Verwitterung (JASMUND 1955). Aber auch durch Verwitterungsumbildung können Tonminerale entstehen. So kann durch Verwitterung der Glimmer der in der Struktur dem Montmorillonit ähnliche Illit entstehen. Ebenso ist aber auch eine Neubildung dieses Minerals möglich. Schließlich seien noch Mineralumbildungen genannt. Bei Anlagerung von K-Ionen an der inneren Oberfläche des Montmorillonits bildet sich Illit; werden dem Illit die K-Ionen entzogen, entsteht ein Montmorillonit. Ebenso sind Übergänge von Montmorillonit und Illit zu Kaolinit möglich. Da Neubildung, Umbildung und Zerfall in einem dynamischen System, wie es der Boden darstellt, ablaufen und diese Vorgänge keinen Stillstand erleiden, ist eine Deutung der jeweils herrschenden Tendenz nicht immer leicht.

Neben diesen kristallinen Tonmineralen finden sich in den Böden in wechselnden, meist geringen Mengen amorphe Mischgele (Allophane) aus Kieselsäure, Sesquioxiden und Humusstoffen. Sie bilden meist Hüllen um Tonmineralkristalle und gröbere Kornanteile. Dadurch können sie trotz geringen Anteils einen merklichen Einfluß auf das kolloidchemische Verhalten der Tonfraktion haben.

## B. Profilbeschreibungen und Analysenwerte

Folgende Profile wurden untersucht:

### A. Verwitterungsböden auf Eruptivgesteinen:

1. Granit (Tab. 1)<sup>1)</sup>
2. Diorit (Tab. 2)
3. Basalt (+ Löß) (Tab. 3)

### B. Verwitterungsböden, die aus Sedimentgesteinen hervorgegangen sind:

- |                                     |                                     |              |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------|
| a) Paläozoikum                      | b) Mesozoikum                       | c) Neozoikum |
| 4. Devonischer Tonschiefer (Tab. 4) | 6. Mittlerer Buntsandstein (Tab. 6) | 9. Lößlehm   |
| 5. Karbonische Grauwacke (Tab. 5)   | 7. Röt (Tab. 7)                     |              |
|                                     | 8. Muschelkalk (Tab. 8)             |              |

<sup>1)</sup> Die Profilbeschreibungen sind in den Tabellen 1 bis 9 aufgeführt.

Anmerkungen zu den Tabellen 1 bis 9:

1. Die Klimadaten sind dem Klima-Atlas von Hessen (Bad Kissingen 1949/50) entnommen. Sie können nur Annäherungswerte darstellen, da, wie schon an anderer Stelle ausgeführt, Daten für das Kleinklima der Profillorte nicht vorlagen.

2. Die Werte der Sieb- und der Schlämmanalyse (Spalte 7—14) sind noch nicht veröffentlichten Arbeiten von Dipl.-Landw. D. WEINGARTEN und Dipl.-Landw. F. GRÜNEBERG aus dem hiesigen Institut entnommen. Die Korngrößeneinteilung ist wie folgt:

Steingehalt:	größer als 5 mm in % des Gesamtbodens	Ton:	kleiner als 0,002 mm
Grus:	5—2 mm in % des steinfreien Bodens	Feinschluff:	0,002—0,006 mm
		Grobschluff:	0,006—0,02 mm
		Feinsand 1:	0,02—0,06 mm
Spalte 9—14:	Prozentgehalte, bezogen auf den Feinboden	Feinsand 2:	0,06—0,2 mm
		Grobsand:	0,2—2,0 mm

3. Die in Spalte 1 mit den Abkürzungen Obb. (= Oberboden) und Zers. (= Zersatz) versehenen Horizonte sind im Rahmen der vorliegenden Arbeit untersucht worden.

Tabelle 1. Profil Granit

Lage des Aufschlusses: Geol. Blatt Lindenfels/Odenwald; an der Straße Winterkasten-Lindenfels, Distrikt „Gesäß“.

Höhe über N. N.: 360 m; Relief: eben.

Vegetation: Kiefer mit starkem Blaubeerunterwuchs.

Mittl. Jahresniederschläge: 1000 mm. Mittl. Jahrestemperatur: 7° C.

Horizont	Tiefe in cm	Farbe	Struktur	pH (KCl) % CaCO <sub>3</sub>	% org. Substanz	Stein- gehalt	Grus	Ton	Fein- schluff	Grob- schluff	Fein- sand 1	Fein- sand 2	Grob- sand
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A <sub>0</sub>	0—5	Rohhumusauflage											
A <sub>1</sub> Obb.	5—20	rötl. braun	krümlig	4,10	2,98	8,3	21,1	11,3	2,5	12,8	18,0	11,1	44,0
(B)	20—40	rötl. braun	krümlig	4,12	0,80	14,4	22,0	11,9	2,2	13,9	18,8	11,8	41,4
BC Zers. 1	40—60	rötl. braun	bröcklig	4,07	0,50	20,5	17,3	10,6	0,7	14,5	20,8	12,8	40,6
C <sub>1</sub> Zers. 2	unt. 60	rötl. braun	bröcklig	3,95	0,25	43,8	40,8	3,3	0,2	6,5	9,7	10,2	70,1

Anm.: Der BC-Horizont stellt den Übergang vom Unterboden zum Zersatz dar. Im C<sub>1</sub> konnten Eisenanreicherungen festgestellt werden.

Tabelle 2. Profil Diorit

Lage des Aufschlusses: Geol. Blatt Lindenfels/Odenwald; Steinbruch der Deutschen Steinindustrie am Bismarckturm.

Höhe über N. N.: 485 m; Relief: schwach nach O geneigt.

Vegetation: Buchenbestand.

Mittl. Jahresniederschläge: 1000 mm. Mittl. Jahrestemperatur: 7° C.

Horizont	Tiefe in cm	Farbe	Struktur	pH (KCl) % CaCO <sub>3</sub>	% org. Substanz	Stein- gehalt	Grus	Ton	Fein- schluff	Grob- schluff	Fein- sand 1	Fein- sand 2	Grob- sand
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A <sub>0</sub>	0—3	lockerer Mull											
A Obb.	3—30	dunkelbraun	krümlig	4,00	2,68	5,4	6,2	14,8	6,5	15,7	24,3	17,5	21,2
(B)	30—50	dunkelbraun	krümlig	4,15	1,48	6,6	4,0	15,6	6,9	15,9	25,0	19,6	17,0
BC Zers. 1	50—85	braun	bröcklig	4,00	0,45	1,4	3,3	14,9	4,6	12,4	20,0	21,5	26,6
C <sub>1</sub> Zers. 2	unt. 85	gelbbraun	bröcklig	4,20	0,40	1,0	5,4	11,5	—	6,7	13,7	20,9	47,2

Anm.: BC-Horizont = Übergang vom Unterboden zum Zersatz.

Tabelle 3. Profil Basalt (+ Löß)

Lage des Aufschlusses: Geol. Blatt Alsfeld, an der Straße Gießen-Alsfeld bei Romrod.  
 Höhe über N. N.: 330 m; Relief: eben.  
 Vegetation: Kräftiger Buchenbestand mit starkem Unterwuchs.  
 Mittl. Jahresniederschläge: 600 mm. Mittl. Jahrestemperatur: 8° C.

Horizont	Tiefe in cm	Farbe	Struktur	pH (KCl) () % CaCO <sub>3</sub>	% org. Substanz	Stein- gehalt	Grus	Ton	Fein- schluff	Grob- schluff	Fein- sand 1	Fein- sand 2	Grob- sand
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A Obb.	0—15	dunkelbraun	krümlig	4,57	4,88	9,2	6,2	20,3	6,9	27,5	33,7	5,9	5,7
(B)	15—40	dunkelbraun	krümlig	4,90	3,23	5,6	9,2	22,0	5,6	24,8	30,6	6,2	10,8
BC Zers. 1	40—60	braun	bröcklig	5,12	0,70	18,2	10,9	24,7	6,0	11,9	19,3	8,9	29,2
C <sub>1</sub> Zers. 2	60—90	braun	bröcklig	5,52	0,33	61,2	8,0	20,8	7,6	11,5	19,1	11,4	29,6
C <sub>2</sub> Zers. 3	90—120	braun	bröcklig	5,55	0,40	47,4	20,0	21,7	4,1	4,5	15,1	7,4	47,2

Anm.: Der BC-Horizont stellt den Übergang vom Oberboden zum Zersatz dar.

Tabelle 4. Profil Devonischer Tonschiefer

Lage des Aufschlusses: Geol. Blatt Weilmünster, an der Straße Brandoberndorf-Gräfenwiesbach.  
 Höhe über N. N.: 400 m; Relief: eben.  
 Vegetation: Niederholz-Mischbestand.  
 Mittl. Jahresniederschläge: 600 mm. Mittl. Jahrestemperatur: 8° C.

Horizont	Tiefe in cm	Farbe	Struktur	pH (KCl) () % CaCO <sub>3</sub>	% org. Substanz	Stein- gehalt	Grus	Ton	Fein- schluff	Grob- schluff	Fein- sand 1	Fein- sand 2	Grob- sand
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A Obb.	7—18	graubraun	krümlig	3,65	2,66	2,0	6,4	9,9	4,4	19,4	23,6	19,4	23,3
B	18—40	bräunl. grau	krümlig	3,65	2,32	14,4	14,5	10,6	7,0	18,8	21,9	16,9	24,8
BC <sub>1</sub> Zers. 1	40—60	grüngrau	bröcklig	3,85	2,10	38,8	25,6	10,8	7,5	17,3	17,3	15,9	31,2
BC <sub>2</sub> Zers. 2	60—80	grüngrau	bröcklig	3,40	1,78	35,7	29,0	13,7	9,9	20,3	20,7	13,1	22,3

BC = Übergangshorizont vom Unterboden zum Zersatz.

Tabelle 5. Profil Karbonische Grauwacke

Lage des Aufschlusses: Geol. Blatt Marburg, Dammühle bei Marburg.  
 Höhe über N. N.: 255 m; Relief: nach O geneigt.  
 Vegetation: Trockenrasen.  
 Mittl. Jahresniederschläge: 600 mm. Mittl. Jahrestemperatur: 8° C.

Horizont	Tiefe in cm	Farbe	Struktur	pH (KCl) () % CaCO <sub>3</sub>	% org. Substanz	Stein- gehalt	Grus	Ton	Fein- schluff	Grob- schluff	Fein- sand 1	Fein- sand 2	Grob- sand
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A Obb.	0—10	rötl. braun	bröcklig	6,31	6,35	21,4	16,8	17,8	4,4	16,0	22,2	13,9	25,7
BC Zers.	10—20	rotbraun	bröcklig	5,61	3,45	31,0	22,3	18,4	4,4	15,8	20,2	13,3	27,9

Tabelle 6. Profil Mittlerer Buntsandstein

Lage des Aufschlusses: Geol. Blatt Schlitz, Quecker-Wald.

Höhe über N. N.: 350 m; Relief: sehr schwach nach W geneigt.

Vegetation: Lichter Fichtenbestand.

Mittl. Jahresniederschläge: 550 mm. Mittl. Jahrestemperatur: 7° C.

Horizont	Tiefe in cm	Farbe	Struktur	pH (KCl) () % CaCO <sub>3</sub>	% org. Substanz	Stein- gehalt	Grus	Ton	Fein- schluff	Grob- schluff	Fein- sand 1	Fein- sand 2	Grob- sand
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A <sub>0</sub>	0—10	Rohhumusauflage											
A Obb.	10—20	hellbraun	krümlig	4,95	0,75	7,9	1,0	5,8	2,6	0,8	35,5	43,4	11,9
B	26—57	hellbraun	bröcklig	4,15	—	6,5	1,8	6,3	1,6	8,6	11,3	59,9	12,3
BC Zers.	unt. 57	rötl. braun	bröcklig	4,00	—	2,6	1,3	11,4	2,6	7,2	10,1	55,2	13,5

Anm.: Der Zersatzhorizont bildet den Übergang zum Muttergestein.

Tabelle 7. Profil Röt

Lage des Aufschlusses: Geol. Blatt Schlitz, Eisenberg.

Höhe über N. N.: 450 m; Relief: eben.

Vegetation: Buchen und Lärchen.

Mittl. Jahresniederschläge: 600 mm. Mittl. Jahrestemperatur: 7° C.

Horizont	Tiefe in cm	Farbe	Struktur	pH (KCl) () % CaCO <sub>3</sub>	% org. Substanz	Stein- gehalt	Grus	Ton	Fein- schluff	Grob- schluff	Fein- sand 1	Fein- sand 2	Grob- sand
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A <sub>0</sub>	0—5	Mullauflage											
A Obb.	5—25	rötl. braun	krümlig	3,95	2,80	1,7	0,7	22,5	11,7	21,6	7,2	24,3	12,7
B	25—40	rotbraun	bröcklig	5,15	0,25	1,3	7,2	28,6	7,2	16,2	15,6	13,6	18,8
BC Zers.	40—50	rotbraun	bröcklig	5,80 (15,58)	—	3,1	4,6	25,1	4,4	16,9	21,1	20,3	12,2

Anm.: Infolge stauender Nässe treten im BC-Horizont Gleierscheinungen auf.

Tabelle 8. Profil Muschelkalk

Lage des Aufschlusses: Geol. Blatt Großlüder, Kalkwerk Großlüder.

Höhe über N. N.: 310 m; Relief: schwach nach S geneigt.

Vegetation: Trockenrasen.

Mittl. Jahresniederschläge: 600 mm. Mittl. Jahrestemperatur: 7° C.

Horizont	Tiefe in cm	Farbe	Struktur	pH (KCl) () % CaCO <sub>3</sub>	% org. Substanz	Stein- gehalt	Grus	Ton	Fein- schluff	Grob- schluff	Fein- sand 1	Fein- sand 2	Grob- sand
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A <sub>1</sub> Obb.	0—18	braun	krümlig	(33,45)	5,45	18,6	15,0	11,4	7,3	18,5	14,8	3,9	41,1
A <sub>2</sub>	18—32	hellbraun	krümlig	(n.b.)	2,95	50,9	16,4	19,2	9,0	19,9	12,1	4,3	35,5
AC Zers.	unt. 32	hellgraugrün	bröcklig	(61,90)	0,75	65,7	14,6	15,6	9,5	28,5	5,6	3,5	36,3

Anm.: AC ist der Übergang zum anstehenden Muttergestein.

Tabelle 9. Profil Lößlehm

Lage des Aufschlusses: Geol. Blatt Gießen, Ziegelei Watzenborn-Steinberg.

Höhe über N. N.: 180 m; Relief: eben.

Vegetation: Ackerrain.

Mittl. Jahresniederschläge: 600 mm. Mittl. Jahrestemperatur: 8° C.

Horizont	Tiefe in cm	Farbe	Struktur	pH (KCl) ( ) % CaCO <sub>3</sub>	% org. Substanz	Stein- gehalt	Grus	Ton	Fein- schluff	Grob- schluff	Fein- sand 1	Fein- sand 2	Grob- sand
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A Obb.	0—40*	dunkelbraun	krümlig	5,85	0,43	—	—	20,8	3,7	13,7	39,8	19,0	6,7
B <sub>1</sub> Zers. 1	50—70	schw. dunkelbraun	krümlig	6,40	0,43	—	0,85	24,5	5,4	19,9	32,5	11,5	6,2
B <sub>2</sub> Zers. 2	120—150	hellbraun	bröcklig	(0,5)	0,33	—	0,10	23,7	6,7	26,1	40,3	2,3	0,9

Anm.: \* Die Werte in Spalte 2 stellen die Entnahmetiefen dar.

Im B<sub>2</sub>-Horizont Lößkindeln und CaCO<sub>3</sub>-Ausscheidungen in Spalten und Wurzelkanälen.

### C. Der Feinboden im Verwitterungsverlauf

Wie in der Einleitung ausgeführt wurde, nimmt der Feinboden eine Zwischenstellung zwischen dem Ausgangsgestein und der Kolloidfraktion ein. Aus dem Verhalten zu den beiden Extremen soll versucht werden, Aussagen über den Verwitterungsverlauf und über die Verwitterungsintensität zu machen, wofür das Verhalten von SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO und MgO herangezogen wird.

Nach GOLDICH (1938) besteht das Hauptmerkmal der Verwitterung in einer Abnahme der Kieselsäure und einer Zunahme der Sesquioxyde, und wie JACKSON und Mitarbeiter (1948) ausführen, wurde zwar die Abnahme der Kieselsäure und die Zunahme der Sesquioxyde ursprünglich der tropischen Verwitterung zugesprochen, soll aber, nach eingehenden Studien der Autoren, Allgemeingültigkeit haben. PENNINGSFELD (1942) konnte in 12 albanischen Böden bei fortschreitender Verwitterung den Verlust von Kieselsäure und die Zunahme der Sesquioxyde in der Verwitterungsfolge Gestein, Feinboden, Kolloid feststellen, und dieser Autor bestimmt den Verwitterungsgrad des Feinbodens auf Grund der Stellung des SiO<sub>2</sub>/R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Verhältnisses des Feinbodens zu denen des Gesteins und der Kolloide. Je näher dieses Verhältnis zu denen der Kolloide liegt, um so weiter sei die Verwitterung fortgeschritten. In gleicher Richtung stellte HERBERHOLD (1954) Untersuchungen an einigen typischen Böden Hessens an.

Bei einem Vergleich der vorliegenden und der von HERBERHOLD angeführten Ergebnisse mit den Befunden von PENNINGSFELD müssen jedoch zwei Gesichtspunkte berücksichtigt werden: Einmal sind die albanischen Bodenprofile in einem von dem unserigen sehr abweichenden Klima gebildet. Ferner sind alle von ihm erfaßten Profile in wechselndem Ausmaß von Bodenerosion durch Wasser — teils Abtrag, teils Zufuhr — betroffen. Der Einfluß des letztgenannten Vorganges war bei der Auswahl der hier untersuchten Profile weitgehend ausgeschaltet.

In dem von uns untersuchten Granit-Profil (Tab. 10) werden die Molekularverhältnisse SiO<sub>2</sub>/R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> der Feinböden mit zunehmender Tiefe enger. In diesem Profil liegt eine Verlagerung des Eisens aus dem Oberboden und eine Anreicherung in dem untersten (2.) Zersatzhorizont vor. Dies scheint ebenso für das Aluminium, wenn auch im geringeren Umfang, zu gelten. Die Anreicherung des Eisens konnte schon bei der Probenahme festgestellt werden. Ausgesprochen Podsolierungstendenzen waren je-

Tabelle 10. Profil Granit

Horizont	Frakt.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	pH (KCl)
Obb.	G	74,44	15,33	2,71	0,19	0,23	7,39	8,21	8,94	4,10
	F	68,75	14,35	4,35	0,21	0,56	6,83	8,15	5,17	
	S	63,63	18,29	5,09			5,02	5,92	5,61	
	K	42,16	25,35	8,51			2,34	2,83	4,66	
Zers. 1	F	69,43	15,79	4,99	0,11	0,36	6,23	7,49	4,96	4,07
	S	69,70	15,01	5,41			6,41	7,89	4,34	
	K	45,76	26,06	9,05			2,45	2,98	4,51	
Zers. 2	F	62,62	15,71	11,17	0,07	0,88	4,65	6,76	2,20	3,95
	S	47,84	19,16	20,72			2,50	4,23	1,45	
	K	44,35	24,92	11,04			2,30	3,02	3,54	

Anmerkung: Obb. = Oberboden      G = Gestein      S = Schluff  
 Zers. = Zersatz      F = Feinboden      K = Kolloid

doch nicht zu beobachten. Für eine Eisenverlagerung sprechen weiterhin die Werte für das freie Eisen der Kolloidfraktionen (Tab. 26). Der relativ hohe Wert im Oberboden (bei einer Auswaschung dürfte dieser nicht erwartet werden) muß auf eine teilweise ionogene Bindung des Eisens an der organischen Substanz zurückgeführt werden. Dagegen rechnet McLAUGHLIN (1955) mit einer Erhöhung der Löslichkeit des freien Eisens unter der Einwirkung organischer Säuren. Beachtenswert ist ferner der sehr hohe Eisengehalt der Schluffraktion im untersten Zersatzhorizont. Auch hier dürfte es sich z. T. um Eisenüberzüge an den Schluffpartikeln handeln. Aber auch mit einem relativ höheren Anteil eisenhaltiger Minerale muß gerechnet werden (McLAUGHLIN 1954).

Tabelle 11. Profil Diorit

Horizont	Frakt.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	pH (KCl)
Obb.	G	49,15	21,00	12,37	9,25	6,45	2,86	3,97	2,66	4,00
	F	55,95	16,52	11,69	3,16	3,25	3,96	5,72	2,22	
	S	59,26	17,72	7,21			4,50	5,67	3,85	
	K	35,22	25,84	9,80			1,86	2,31	4,14	
Zers. 1	F	48,96	22,68	13,16	3,29	3,29	2,67	3,65	2,71	4,00
	S	54,66	10,28	9,17			5,76	9,01	1,75	
	K	39,65	26,88	11,95			1,95	2,50	3,53	
Zers. 2	F	45,70	24,07	13,81	4,68	3,78	2,36	3,21	2,74	4,20
	S	44,09	24,29	10,99			2,39	3,07	3,48	
	K	38,14	25,59	12,14			1,94	2,53	3,52	

Auch in dem Diorit-Profil (Tab. 11) werden die Molekularverhältnisse  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$  und  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  im Feinboden und Schluff mit zunehmender Tiefe enger. Der Kieselsäuregehalt des Feinbodens im Oberboden ist höher, die Sesquioxidwerte aber sind niedriger als die des Gesteins. Da die Abnahme des Aluminiums größer ist als die des Eisens, ist eine Verlagerung des Aluminiums nicht ausgeschlossen, zumal die Wasserstoffionenkonzentration sehr hoch ist (pH 4,0). Die Annahme einer Lößauflage ist auf Grund der Schlämmanalyse nicht berechtigt und auch die Quarzanteile in der Kolloidfraktion zeigen keine Besonderheiten, die in diese Richtung weisen (Tab. 26). (Über die Anwendung der Schlämmanalyse zur Erkennung von Lößbeimengungen wird bei der folgenden Profilbeschreibung berichtet.)

Bei dem relativ hohen Aluminiumgehalt des Ausgangsgesteins wäre es denkbar, daß nicht alles aus dem Gesteinsverband freigesetzte Aluminium zum Aufbau der Kolloidfraktion verbraucht wird, und so relativ zum Eisen stärker nach unten weggeführt wird.

Bei der Probenahme wurde festgestellt, daß die Verwitterungsintensität, die allgemein mit zunehmender Tiefe abnimmt, im untersten Zersatzhorizont fast ebenso stark war wie im Oberboden, während die des ersten Zersatzhorizontes sehr gering zu sein schien. Die Ursache dürfte in der starken Durchfeuchtung und Durchwurzelung des untersten Zersatzhorizontes zu suchen sein.

Besondere Verhältnisse liegen beim Basalt-Profil (Tab. 12) vor. Der überhöhte  $\text{SiO}_2$ -Gehalt des Feinbodens im Oberboden ist auf eine starke Lößauflage zurückzuführen. Dies geht auch aus den sehr hohen Kieselsäurewerten der Schlufffraktion des Oberbodens und aus dem starken Abfall der letztgenannten Werte zum ersten Zersatzhorizont hervor.

Die chemische Analyse der Schlufffraktion gibt hier ein gutes Merkmal zur Erkennung von Lößbeimengungen. Da der Löß mit 60 bis 80% aus Quarzstaub in der

Tabelle 12. Profil Basalt (+ Löß)

Horizont	Frakt.	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	CaO	MgO	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	pH (KCl)
Obb.	G	44,05	16,67	14,56	11,31	9,71	2,88	4,48	8,05	1,88	4,57
	F	64,01	10,58	8,79	1,60	1,85	6,70	10,24	19,40	1,89	
	S	67,16	10,32	7,11			7,67	11,03	25,18	2,28	
	K	42,06	18,12	12,09			2,75	3,94	9,25	2,36	
Zers. 1	F	43,80	16,64	13,64	3,08	3,97	2,93	4,46	8,52	1,92	5,12
	S	46,68	15,94	14,57			3,14	4,95	8,55	1,72	
	K	40,68	18,24	11,78			2,68	3,79	9,20	2,43	
Zers. 2	F	41,71	19,83	11,78	3,94	2,97	2,58	3,56	9,43	2,64	5,52
	S	44,51	18,84	13,05			2,78	4,03	9,06	2,26	
	K	43,91	19,49	13,25			2,67	3,83	8,83	2,30	
Zers. 3	F	42,07	18,60	11,85	4,70	4,99	2,73	3,82	9,46	2,47	5,55
	S	43,05	18,95	11,85			2,76	3,86	9,69	2,51	
	K	36,87	24,77	9,55			1,99	2,48	10,05	4,06	

Größenordnung der Grobschluffraktion und der Feinsandfraktion 1 (0,006—0,06 mm) besteht (SCHMALFUSS 1950), muß sich sein Vorhandensein in den  $\text{SiO}_2$ -Werten der Schluffraktion widerspiegeln. Auch die Bestimmung des Quarzes in der Kolloidfraktion deutet auf das Vorhandensein kieselsäurereicher Beimengungen hin (Tab. 26). Im Oberboden konnten 6,05%, im ersten Zersatzhorizont aber nur 2,41% Quarz gefunden werden. Für die Herkunft des Quarzes kommen in diesem Profil nur zwei Möglichkeiten in Frage: Ausscheidung der Kieselsäure bei der Verwitterung als sekundärer Quarz u. ä. oder Beimengungen anderen Gesteins. Mit einem gewissen Anteil sekundären Quarz muß gerechnet werden, denn der unterste Zersatzhorizont weist immer noch 2,82% auf. Auch HERBERHOLD (1954) konnte in Zersatzhorizonten von Basaltprofilen Quarzmengen in diesem Umfang finden. Auch die Schlämmanalyse läßt Lößbeimengungen erkennen. Der Anteil der Fraktion 0,006—0,06 mm beträgt im Oberboden 61,2%, im ersten Zersatzhorizont aber nur 31,2% (in Prozent des Feinbodens). (Die Werte der Schlämmanalyse sind aus noch nicht veröffentlichten Arbeiten von Dipl.-Landwirt GRÜNEBERG und Dipl. Landwirt WEINGARTEN entnommen).

Die Sesquioxidwerte der Feinböden zeigen im Vergleich zu denen der Kieselsäure entgegengesetzte Tendenzen. Die geringen Werte des Oberbodens sind bedingt durch den hohen  $\text{SiO}_2$ -Gehalt des Lößes und wohl auch durch eine Verlagerung des Aluminiums aus dem Oberboden in den 2. Zersatzhorizont. Diese Beziehungen ergeben sich aus den  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ - und den  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Verhältnissen sowie aus einer Gegenüberstellung der Molekularverhältnisse  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ , entsprechend dem mit zunehmender Tiefe steigenden Anteil des Basaltes.

Tabelle 13. Profil Tonschiefer

Horizont	Frakt.	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	CaO	MgO	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	pH (KCl)
Obb.	G	74,96	11,98	5,95	0,10	1,16	8,09	10,60	3,14	3,65
	F	73,29	12,41	5,36	0,14	0,52	7,85	10,00	3,64	
	S	76,43	10,66	4,55			9,59	12,18	3,69	
	K	45,36	22,86	11,70			2,54	3,36	3,06	
Zers. 1	F	73,97	12,96	5,50	0,13	0,79	7,63	9,69	3,69	3,85
	S	77,94	9,52	4,86			9,44	13,91	3,06	
	K	45,71	24,36	10,89			2,48	3,19	3,50	
Zers. 2	F	75,15	13,11	4,95	0,12	0,57	7,83	9,71	4,16	3,40
	S	84,04	7,02	3,16			15,70	20,20	3,48	
	K	47,43	23,20	9,89			2,72	3,46	3,69	

In dem Tonschiefer-Profil (Tab. 13) steigen die  $\text{SiO}_2$ -Werte des Feinbodens mit zunehmender Tiefe an. Dagegen treten bei den Sesquioxiden Abweichungen auf. Das Eisen erreicht im 1. Zersatzhorizont seinen höchsten Wert, um zum Zersatz 2 stark abzufallen. Ob es sich hier um eine leichte Eisenverlagerung aus dem Oberboden handelt, ist bei den geringen Unterschieden schwer zu entscheiden. Bei dem niedrigen pH-Wert von 3,65 wäre diese Möglichkeit durchaus gegeben. Gegen eine

Verlagerung sprechen die gleichmäßig abnehmenden Werte für das freie Eisen der Kolloidfraktion (Tab. 26), für eine Verlagerung die Parallelität der Eisenwerte der Feinböden und die der Schlufffraktionen, wenn man annimmt, daß sich die Eisenüberzüge in stärkerem Maße in der Feinsand- und Schlufffraktion als in der Kolloidfraktion bilden (FREI & CLINE 1949). Doch liegen hierfür keine Analysenwerte vor.

Auch die Werte für das Aluminium deuten in den Feinböden auf eine Verlagerung hin. Aus einem Vergleich mit den entsprechenden Werten der Schlufffraktion ergibt sich aber, daß die Aluminiumgehalte in den Schlufffraktionen im gleichen Umfang abnehmen, wie sie in den Feinböden zunehmen. Die intensivere physikalische Verwitterung im Oberboden läßt wohl vor allem im Verhältnis zum 2. Zersatzhorizont einen größeren Anteil Al-haltiger Minerale in der Schlufffraktion erscheinen. Bei diesen Betrachtungen darf aber der hohe  $\text{SiO}_2$ -Gehalt des Ausgangsgesteins nicht unberücksichtigt bleiben. Ein nicht unerheblicher Teil dürfte Quarz sein, der der Verwitterung widersteht und somit relativ angereichert wird (VANDERFORD 1941). Die Molekularverhältnisse weisen nur geringe Unterschiede auf. Der engste Wert im ersten Zersatzhorizont dürfte auf die schwache Eisenanreicherung zurückzuführen sein.

Tabelle 14. Profil Grauwacke

Horizont	Frakt.	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	CaO	MgO	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	pH (KCl)
Obb.	G	80,20	7,86	4,82	0,15	1,01	12,40	17,21	2,56	6,31
	F	68,05	11,09	5,19	0,89	0,96	8,00	10,40	3,35	
	S	68,47	11,20	5,18			8,00	10,28	3,40	
	K	43,62	19,17	10,76			2,85	3,86	2,80	
Zers. 1	F	70,74	8,08	5,35	0,59	1,01	10,45	14,82	2,37	5,61
	S	73,34	11,17	5,17			8,60	11,14	3,38	
	K	45,93	19,78	10,92			2,91	3,94	2,84	

Das Grauwacke-Profil (Tab. 14) ist das einzige Profil, in dem die von PENNINGSFELD aufgezeigten Entwicklungstendenzen — mit fortschreitender Verwitterung zunehmender Verlust der Kieselsäure und Zunahme der Sesquioxyde und somit eine Verengung des  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ -Verhältnisses — auftreten. Die Werte des Feinbodens weisen im Oberboden einen größeren Verlust der Kieselsäure und eine größere Zunahme der Sesquioxyde auf als dies im Zersatz der Fall ist. Dementsprechend verhalten sich auch die Molekularverhältnisse. Im schwächer entwickelten Zersatzhorizont liegen diese Verhältnisse näher an denen des Gesteines als im Oberboden. Es ist bemerkenswert, daß dies das einzige deutlich verkürzte Profil ist, das wir untersuchten.

Auch das Buntsandstein-Profil (Tab. 15) ist aus einem quarzreichen Ausgangsgestein hervorgegangen. Der Kieselsäuregehalt des Gesteines mit 87,23% stellt den höchsten Wert innerhalb der von uns untersuchten Ausgangsgesteine dar.

Der Kieselsäuregehalt des Feinbodens im Oberboden liegt nur wenig unter dem des Gesteins. Ebenso verhält sich auch der der Schlufffraktion. Dagegen sinken die  $\text{SiO}_2$ -Werte im Zersatz deutlich ab.

Tabelle 15. Profil Buntsandstein

Horizont	Frakt.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	pH (KCl)
Obb.	G	87,23	6,10	1,57	—	0,19	20,85	23,80	6,98	4,95
	F	85,65	5,19	1,77	0,12	0,11	22,63	27,50	4,67	
	S	85,83	4,75	3,92			20,10	34,60	1,91	
	K	49,88	21,33	6,88			3,28	3,96	4,85	
Zers. 1	F	81,31	8,20	2,93	0,11	0,11	13,14	16,60	4,41	4,00
	S	72,89	13,35	5,05			7,45	9,24	4,15	
	K	44,71	27,31	7,71			2,36	2,78	5,55	

Umgekehrt verhalten sich die Sesquioxidwerte. Sie liegen am höchsten im Zersatzhorizont. Auch in diesem Profil ist die Kieselsäure im Oberboden relativ angereichert worden. Der durchschnittliche Quarzgehalt des Buntsandsteins beträgt nach CORRENS (1949) 65%, und SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL (1952) geben für einen Feinboden etwa 60% Quarz an. Aus der Beschaffenheit des Gesteins erklärt sich auch der hohe Quarzgehalt der Kolloidfraktion des Oberbodens (Tab. 26). Ein Teil des Quarzes mag bis zur kolloiden Größenordnung verwittert sein, wobei die physikalische Verwitterung im Oberboden stärker ist als im Zersatz.

Eine leichte Eisenverlagerung läßt sich schließlich aus den Werten für das freie Eisen der Kolloidfraktion (Tab. 26) und aus den Molekularverhältnissen Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> der Feinböden ableiten.

Tabelle 16. Profil Röt

Horizont	Frakt.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	pH (KCl)
Obb.	G	48,90 (59,02)*	16,20 (19,55)	7,71 (9,31)	4,10	6,04	3,96	5,09	3,29	(17,15% CaCO <sub>3</sub> )
	F	66,39	12,21	5,56	0,21	2,42	7,14	9,19	3,45	3,95
	S	74,53	11,15	4,23			9,11	11,32	4,13	
	K	45,62	21,96	8,17			2,85	3,52	4,22	
Zers.	F	50,82 (60,20)	14,10 (16,70)	6,59 (7,81)	5,86	5,59	4,70	6,10	3,46	5,80 (15,58% CaCO <sub>3</sub> )
	S	47,79	15,01	7,00			4,14	5,37	3,37	
	K	44,96	19,71	9,51			2,96	3,86	3,26	

\* Anmerkung: Zahlen in Klammern bezogen auf CaCO<sub>3</sub>-freies Material.

Die in Tabelle 16 angeführten Zahlen des Röt-Profiles weisen, auch bei Berücksichtigung des CaCO<sub>3</sub>-Gehaltes des Gesteins, im Oberboden einen Anstieg der Kieselsäurewerte in der Reihenfolge Feinboden-Schluff gegenüber dem Gestein auf, während im Zersatzhorizont alle Werte näher beieinanderliegen. Die Sesquioxidwerte

dagegen erreichen in beiden Horizonten nicht die Werte für das Gestein. Ein Vergleich der  $\text{SiO}_2$ -Gehalte der Feinböden und der Schlufffraktionen sowie der entsprechenden Molekularverhältnisse  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$  legt die Vermutung einer Beimengung von Löß nahe. Die Werte der Schlämmanalyse bestätigen aber dies nicht. Wie in dem Buntsandsteinprofil, so muß auch hier mit einer relativen Zunahme der Kieselsäure auf Grund der Widerstandsfähigkeit des Quarzes bei der Verwitterung gerechnet werden. SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL (1952) fanden in einem Rötprofil in der Fraktion kleiner als 0,2 mm 35% Quarz. Die relativ geringen Quarzwerte der Kolloidfraktionen müssen auf eine noch nicht so weit fortgeschrittene physikalische Verwitterung des Quarzes zurückgeführt werden.

Die in dem Gestein und in dem Feinboden bestimmte Menge  $\text{CO}_2$  ist auf  $\text{CaCO}_3$  umgerechnet worden. Der relativ hohe  $\text{CaCO}_3$ -Wert des Feinbodens und der niedrige pH-Wert sowie der relativ hohe MgO-Gehalt lassen aber vermuten, daß neben Kalkspat auch Dolomit anwesend ist, der der Verwitterung großen Widerstand entgegensetzt.

Tabelle 17. Profil Muschelkalk

Horizont	Frakt.	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	CaO	MgO	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	$\frac{(\text{CaO}+\text{MgO})}{\text{CO}_2}$	pH (KCl)
Obb.	G	(9,45)* 65,17	(2,48) 17,10	(2,34) 16,14	48,50	1,08	4,04	7,27	1,67	1,05	(85,50 % $\text{CaCO}_3$ )
	F	(32,88) 49,41	(10,72) 16,11	(5,66) 8,51	29,60	1,50	3,89	5,19	2,98	1,71	(33,45 % $\text{CaCO}_3$ )
	S	(26,77)	(3,67)	(3,03)			8,08	12,34	1,89		
	K	43,72	23,82	8,22			2,56	3,11	4,54		
Zers.	F	(22,16) 58,16	(7,32) 19,21	(4,51) 11,85	43,68	1,51	3,68	5,11	2,55	1,22	(61,90 % $\text{CaCO}_3$ )
	S	(15,16)	(2,44)	(2,25)			5,86	10,50	1,70		
	K	48,96	22,17	8,87			2,97	3,73	3,96		

\* Anmerkung: Zahlen in Klammern bezogen auf  $\text{CaCO}_3$ -haltiges Material.

Das von uns untersuchte Muschelkalk-Profil (Tab. 17) weist im Gestein 85,50%  $\text{CaCO}_3$  auf. Im Feinboden ist vom Zersatz zum Oberboden hin eine Abnahme des Kohlenstoffgehaltes zu verzeichnen, doch ist dieser Anteil im Oberboden mit 33,45% immer noch sehr hoch, was auf eine noch nicht so weit fortgeschrittene Verwitterung hindeutet.

Entsprechend der Abnahme des  $\text{CaCO}_3$ -Anteiles nehmen die silikatischen Beimengungen zum Oberboden hin zu. Bei der Betrachtung der Komponenten  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  soll der Einfluß des Kalziumkarbonats ausgeschlossen werden (Tab. 17, Zahlen ohne Klammer). Der  $\text{SiO}_2$ -Gehalt des Feinbodens im Oberboden und im Zersatz liegt unter dem  $\text{SiO}_2$ -Gehalt des Gesteins. Während das Aluminium im Feinboden des Oberbodens unter und in dem des Zersatzes über dem Wert des Gesteins liegt, liegen die entsprechenden Werte für das Eisen unter dem Wert des Gesteins. Kieselsäure, Aluminium und Eisen nehmen zum Zersatz hin zu. Die Verlage-

rung dieser Komponenten unter dem Einfluß der sehr hohen alkalischen Reaktion der Bodenlösung muß in Betracht gezogen werden (CORRENS 1949). Die  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ -Verhältnisse der Feinböden liegen unter dem des Gesteins, doch ist auch hier dieses Verhältnis im Zersatz enger als im Oberboden.

Für die Charakterisierung von Muschelkalkböden haben SCHUCHT und KURON (1935) die Form der Basenbildung, ausgedrückt durch das Molekularverhältnis  $(\text{CaO} + \text{MgO})/\text{CO}_2$ , herangezogen. (Dabei wird MgO in äquivalente Mengen CaO umgerechnet und zum wahren CaO-Gehalt addiert.) Umfangreiche Untersuchungen der angeführten Autoren an den Muschelkalkböden Mitteldeutschlands ergaben für das Gestein Molekularverhältnisse von etwas über 1,00. Zum Oberboden steigen diese Verhältnisse an, woraus hervorgeht, daß im Gestein das Kalzium hauptsächlich an  $\text{CO}_2$  gebunden ist und daß die Bedeutung der Kohlensäure als basenbindendes Anion zum Oberboden hin abnimmt. In dem von uns untersuchten Profil ist das  $(\text{CaO} + \text{MgO})/\text{CO}_2$ -Verhältnis im Gestein 1,05, im Oberboden 1,71. Im Gestein sind 5 Mol-%, im Oberboden aber 71 Mol-% mehr CaO als  $\text{CO}_2$  enthalten.

Tabelle 18. Profil Löß

Horizont	Frakt.	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	CaO	MgO	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	pH (KCl)
Obb.	G	66,76 (73,61)*	8,35 (9,21)	6,71 (7,40)	6,69	1,47	8,94	13,52	1,95	(9,30 % $\text{CaCO}_3$ )
	F	73,59	8,41	8,51	0,79	0,95	9,02	14,81	1,55	5,85
	S	81,34	10,46	2,67			11,35	13,20	6,94	
	K	43,96	22,39	10,88			2,54	3,32	3,23	
Zers. 1	F	72,45	9,70	8,81	0,78	1,32	8,01	12,64	1,72	6,40
	S	76,68	6,30	2,91			16,00	20,65	3,40	
	K	45,24	21,83	11,30			2,64	3,52	3,02	
Zers. 2	F	72,10 (72,46)	9,00 (9,04)	8,14 (8,18)	1,14	0,92	8,61	13,56	1,74	(0,5 % $\text{CaCO}_3$ )
	S	78,93	8,67	3,61			12,18	15,40	3,77	
	K	45,78	21,31	10,95			2,76	3,65	3,05	

\* Anmerkung: Zahlen in Klammern bezogen auf  $\text{CaCO}_3$ -freies Material.

Im Löß-Profil (Tab. 18) liegt das Molekularverhältnis  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$  des Feinbodens im Oberboden um einen geringen Betrag über dem des Gesteins. Bei der Betrachtung der  $\text{SiO}_2$ -,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - und der  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Gehalte, (wobei im Gestein und im 2. Zersatzhorizont die auf das  $\text{CaCO}_3$ -freie Material bezogenen Zahlen berücksichtigt werden) fällt auf, daß die Abnahme des  $\text{SiO}_2$ -Gehaltes des Feinbodens im Oberboden gegenüber dem Gestein nur sehr gering, die des Aluminiums im Verhältnis zur Kieselsäure aber größer ist. Während die Kieselsäure in den Feinböden mit zunehmender Tiefe abnimmt, nimmt der Aluminiumgehalt vom Oberboden zum ersten Zersatzhorizont zu, um im zweiten Zersatzhorizont wieder leicht abzunehmen. Ähnlich verhält sich auch das Eisenoxyd der Feinböden. Für das oben erwähnte Verhalten der Molekularverhältnisse müssen zwei Möglichkeiten in Betracht gezogen werden. Einmal muß mit einer

relativen Anreicherung des Quarzes bei der Verwitterung gerechnet werden, der hohe  $\text{SiO}_2$ -Gehalt der Schluffraktion des Oberbodens deutet darauf hin, zum anderen scheint eine leichte Verlagerung der Sesquioxyde vom Oberboden in den zweiten Zersatzhorizont stattgefunden zu haben.

Durch die besprochenen Analysen wird bestätigt, daß in der Tonfraktion der Böden gegenüber dem Ausgangsgestein der Gehalt an Kieselsäure geringer und der der Sesquioxyde höher ist. Für den Feinboden läßt sich aber nicht eine einheitliche Tendenz feststellen, da sich hier mehrere Faktoren bemerkbar machen. In einigen Fällen ist der sehr hohe Quarzgehalt der Ausgangsgesteine für die auftretenden Besonderheiten verantwortlich. Eine Abnahme der  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ -Verhältnisse von dem Ausgangsgestein über den Feinboden zu der Kolloidfraktion in allen Horizonten kann nur in drei Profilen auf kieselsäurereichen Ausgangsgesteinen und in dem Profil mit dem geringsten Kieselsäuregehalt des Gesteins (Muschelkalk) gefunden werden, wobei die Abnahme u. U. aber im Zersatz größer ist als im Oberboden. In allen anderen Profilen liegt, im Gegensatz zu den Befunden von PENNINGSFELD, dieses Verhältnis im Oberboden und z. T. auch im Zersatz über dem des Ausgangsgesteines. Zu gleichen Ergebnissen gelangte auch HERBERHOLD (1954).

#### Das „straight-line-diagram“

Wie aus den vorhergehenden Ausführungen hervorgeht, ist es nicht immer leicht, aus den relativen Werten der Gesamtanalyse Schlüsse auf den Verwitterungsablauf zu ziehen, da die Veränderung einer Komponente die Anteile der anderen Komponenten beeinflusst. Es hat deshalb nicht an Versuchen gefehlt, diese Schwierigkeiten zu beseitigen, um zu einer eindeutigen Darstellung des Verwitterungsverlaufs zu gelangen. Dazu ist es notwendig, eine Komponente als unveränderlich anzunehmen. Zu diesem Zweck wird meist das Aluminium herangezogen. Bei der Auswertung wurde nach den Angaben von GOLDICH (1938) verfahren, wobei der Fixpunkt für Aluminium den Wert 100 erhält. Die Ergebnisse sind in Abb. 1 zusammengestellt (darin bedeutet: von 100—0 = Zunahme, von 100—150 = Abnahme). Es ist zu sehen, daß der Kieselsäuregehalt des Feinbodens in allen Profilen mit Ausnahme der Grauwacke vom Zersatz zum Oberboden zunimmt. In Profilen, in denen Lößbeimengungen vorliegen bzw. deren Ausgangsgesteine hohe Kieselsäuregehalte aufweisen, liegen die Kieselsäurewerte der Oberböden über denen der Ausgangsgesteine. Es sind dies die Profile Basalt, Röt, Buntsandstein und Löß. Die Überhöhung des Dioritwertes dürfte auf Grund einer stärkeren Aluminiumauswaschung erfolgt sein, worauf bei der Profilbesprechung schon hingewiesen wurde.

Das Verhalten des Eisens ergibt ein weniger klares Bild. Auffallend ist die starke Zunahme im zweiten Zersatzhorizont des Granitprofils. Entsprechend der Annahme, daß mit fortschreitender Verwitterung die Sesquioxyde zunehmen, was innerhalb eines Profils eine Zunahme vom Unterboden zum Oberboden bedeuten würde, verhalten sich auch die Werte von Buntsandstein, Diorit und Löß. Ebenfalls eine Zunahme zum Oberboden ist bei Basalt und Tonschiefer zu verzeichnen, doch liegen diese Werte in allen Fällen unter denen der Ausgangsgesteine. In den Profilen Röt

und Grauwacke nimmt der Eisengehalt vom Oberboden zum Zersatz zu. Dies kann mit den hohen Kieselsäuregehalten zusammenhängen.

Da die Annahme nicht in allen Fällen zutreffen dürfte, daß Aluminium unbeweglich ist, wenn auch nicht abgestritten werden kann, daß der Grad der Verlagerung

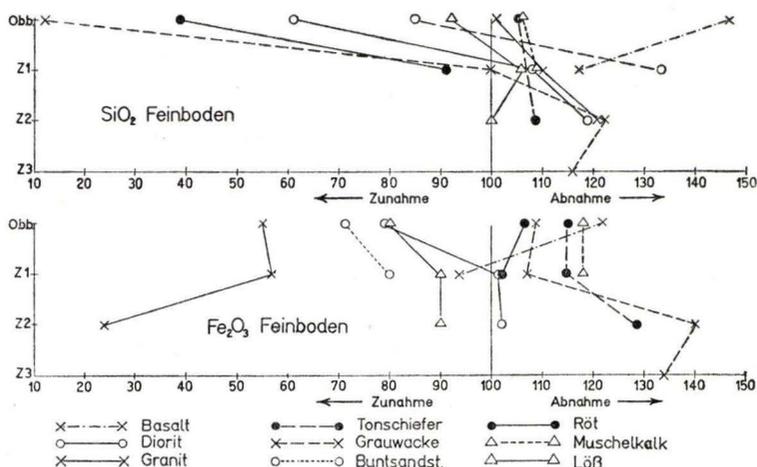


Abb. 1. Straight-Line-Diagramm

in den meisten Fällen nur gering ist, wird die Auswertung dieses Diagramms nicht in allen Fällen ganz einwandfreie Befunde liefern. Trotz dieser Einschränkungen konnten aber in mehreren Fällen Übereinstimmungen mit den relativen Werten gefunden werden.

In den folgenden Abschnitten werden verschiedene Eigenschaften der Tonfraktion untersucht, um Hinweise auf die in ihr vorhandenen Tonminerale zu erhalten.

#### D. Die Eigenschaften der Tonminerale

Wie eingangs erwähnt wurde, weisen die Tonminerale der drei Hauptgruppen z. T. recht unterschiedliche Strukturen auf. Diese Strukturunterschiede sind es, die den Vertretern der einzelnen Gruppen auch verschiedene Eigenschaften verleihen. Schließlich sind es nicht die Tonminerale als solche, sondern ihre Grenzflächeneigenschaften, die das unterschiedliche Verhalten der Kolloidfraktionen bedingen.

Die Untersuchung der Kolloidfraktionen auf ihre tonmineralogischen Zusammensetzungen stützt sich hauptsächlich auf indirekte Methoden, d. h., wichtige Eigenschaften wohldefinierter Vertreter der drei Hauptgruppen werden den Eigenschaften des Untersuchungsmaterials unbekannter Zusammensetzung gegenübergestellt. Die strukturellen Unterschiede in den drei Hauptmineralgruppen bedingen die chemischen Unterschiede. Um einen Vergleich zu erleichtern, werden nicht die Prozentgehalte der einzelnen Komponenten, sondern ihre Molekularverhältnisse angegeben. Die Molekularverhältnisse SiO<sub>2</sub>/R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> betragen nach JASMUND (1955) für Montmorillonit 4,18 bis 6,00, für Kaolinit 1,95 bis 2,02 und für Illit 2,16 bis 3,20.

Die strukturellen Unterschiede und die damit verbundenen Unterschiede in der elektrischen Ladung sind auch für verschiedene kolloidchemische Eigenschaften verantwortlich. Hierzu ist

die Fähigkeit der Kolloide zu rechnen, aus Neutralsalzlösungen Kationen zu sorbieren und dafür die äquivalente Menge anderer Kationen abzugeben. Die Sorptionskapazität der drei Hauptminerale geht aus der nachfolgenden Übersicht nach SCHACHTSCHABEL (1952) hervor.

Tonmineral	Umtauschkapazität in mval/100 g	
	Schwankungsbereich	Häufigste Werte
Kaolinit	3—15	6—8
Montmorillonit	60—150	80—120
Illit	20—40	25—30

Für Allophane werden T-Werte von 20—80 mval je 100 g angegeben (GORBUNOW 1950).

Auf weitere im Rahmen dieser Arbeit behandelte Eigenschaften soll in den entsprechenden Abschnitten eingegangen werden.

### 1. Die Molekularverhältnisse

Obleich die Molekularverhältnisse der einzelnen Mineralgruppen gute Unterschiede aufweisen, ist ihre vorbehaltlose Benutzung aus folgenden Gründen erschwert:

1. In allen Tonmineralen können Elemente des Gitters durch andere Elemente ersetzt werden. Diese Substitution führt zu einer Verschiebung des Molekularverhältnisses (BROWN 1946) (HOSKING 1940) (KELLEY & PAGE 1942) (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1952).

2. Akzessorische Minerale können die Molekularverhältnisse stark beeinflussen (HENDRICKS & ALEXANDER 1939).

3. Die Heterogenität des Untersuchungsmaterials dürfte die Auswertung erschweren (ALEXANDER, HENDRICKS & NELSON 1939) (KELLEY & PAGE).

4. Das Auftreten von regelmäßigen und unregelmäßigen Wechselschichtungen erschwert ebenfalls die Auswertung (JASMUND 1955).

Wie schon ausgeführt, ist das Hauptmerkmal der Verwitterung in den humiden Regionen die Abnahme der Kieselsäure und die Zunahme der Sesquioxide. MATTSON und GUSTAFSSON (1937) untersuchten die Kolloidfraktionen von 45 Böden aus allen Teilen der USA und fanden ein durchschnittliches  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ -Verhältnis von 2,18, während das der Lithosphäre 4,27 beträgt. Nach ROBINSON (zit. in HERBERHOLD 1954) ist dieses Verhältnis in den Kolloidfraktionen von 12 Böden in Nordwales 2,05. HERBERHOLD (1954) ermittelte in den entsprechenden Fraktionen einiger hessischer Böden ein durchschnittliches Verhältnis von 2,23.

Eine Abnahme der Kieselsäure und eine Zunahme der Sesquioxide in der Kolloidfraktion und die damit verbundene Verengung der  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ - und der  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ -Verhältnisse konnte auch in den von uns untersuchten Kolloidfraktionen gefunden werden. Das durchschnittliche  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ -Verhältnis der 9 Ausgangsgesteine ist 8,33, das der Kolloide nach Abzug des Quarzes und des freien Eisenoxys 2,36 (Extremwerte 1,82 und 3,06).

Eine allgemeine Abhängigkeit der Molekularverhältnisse der Kolloide von denen der Ausgangsgesteine kann bei einer vergleichenden Profilbetrachtung nicht gefunden werden. Faßt man aber die Profile zusammen, deren Ausgangsgesteine sehr hohe  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ -Verhältnisse aufweisen (Buntsandstein, Grauwacke, Löß, Tonschiefer und Granit) und solche, bei denen dieses Verhältnis niedrig ist (Muschelkalk, Röt, Basalt und Diorit), so lassen sich einige Aussagen machen. Das durchschnittliche Molekularverhältnis  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$  (Kolloid) (ohne Abzug von Quarz und freiem Eisenoxyd) der ersten Gruppe beträgt 2,71, das der zweiten 2,45. Die Molekularverhältnisse geb. $\text{SiO}_2/\text{geb.}\text{R}_2\text{O}_3$  verhalten sich umgekehrt. Sie sind in der ersten Gruppe etwas enger (2,33) als in der zweiten (2,39). Es scheint, daß die Molekularverhältnisse der Ausgangs-

gesteine wenig Einfluß auf die der Kolloide haben. Das höhere Molekularverhältnis  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$  der ersten Gruppe hängt mit dem hohen Quarzgehalt zusammen.

In Tabelle 19 sind noch einmal die Molekularverhältnisse der Profile Muschelkalk, Röt, Basalt und Diorit den Molekularverhältnissen ihrer Ausgangsgesteine gegenübergestellt. Innerhalb dieser Reihe läßt sich eine Abhängigkeit erkennen.

Tabelle 19

Profil		Gestein $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$	Kolloid geb. $\text{SiO}_2$ /geb. $\text{R}_2\text{O}_3$
Muschelkalk	Gest.	4,04	
	Obb.		2,41
	Zers.		3,06
Röt	Gest.	3,96	
	Obb.		2,72
	Zers.		2,95
Basalt	Gest.	2,88	
	Obb.		2,62
	Zers. 1		2,61
	Zers. 2		2,56
	Zers. 3		1,89
Diorit	Gest.	2,86	
	Obb.		1,82
	Zers. 1		1,85
	Zers. 2		1,89

Da die Gegenüberstellung der Molekularverhältnisse der Ausgangsgesteine und der der Kolloide kein klares Bild ergab, so wurde der Einfluß der Basengehalte der Ausgangsgesteine auf die Molekularverhältnisse der Kolloide untersucht. Zu diesem Zweck werden die Profile wieder in zwei Gruppen eingeteilt. Alle späteren Hinweise auf Profilgruppen beziehen sich auf diese Gliederung. Die erste Gruppe umfaßt alle Profile, deren Ausgangsgesteine mehr als 8% CaO und MgO enthalten (Muschelkalk, Basalt, Diorit, Röt und Löß). In der zweiten Gruppe sind alle Profile zusammengefaßt, deren Ausgangsgesteine weniger als 8% CaO und MgO aufweisen (Tonschiefer, Grauwacke, Granit und Buntsandstein).

Aus den in Tabelle 20 angeführten Durchschnittswerten ergibt sich, daß aus basenreichen Ausgangsgesteinen Tonminerale mit weiten Molekularverhältnissen gebildet werden, während die Molekularverhältnisse der aus basenarmen Gesteinen hervorgegangenen Tonminerale enger sind.

Tabelle 20

	geb. $\text{SiO}_2$ /geb. $\text{R}_2\text{O}_3$	geb. $\text{SiO}_2$ / $\text{Al}_2\text{O}_3$	pH der Feinböden
Profilgr. 1	2,49	2,92	4,99
Profilgr. 2	2,28	2,65	4,39

Ein Vergleich mit Kennwerten des Feinbodens deutet auf verwickeltere Beziehungen hin.

Eine Abhängigkeit der Basengehalte der Feinböden von denen der Ausgangsgesteine besteht nicht. Dies ist verständlich, da die unterschiedlichen Voraussetzungen für die Wasserbewegung im Boden auch eine unterschiedliche Basenauswaschung zur Folge haben. Eine Abhängigkeit der pH-Werte der Feinböden von den Basengehalten derselben ist aus einer vergleichenden Profilbetrachtung ebenfalls nicht abzuleiten. Dagegen lassen sich aus den Profilbetrachtungen im einzelnen bessere Schlüsse ziehen (Tabelle 21). In den Profilen der Gruppe 1 nimmt der Gehalt an zweiwertigen Basen zum Zersatz hin zu. Gleichzeitig steigt der pH-Wert. Die relativ hohen Basengehalte der Feinböden des Dioritprofils bei sehr niedrigen pH-Werten lassen vermuten, daß die Freilegung der zweiwertigen Basen aus den Mineralen bei der Verwitterung sehr langsam vonstatten geht und nicht mit der Basenauswaschung Schritt hält. Die Basengehalte der zweiten Profilgruppe zeigen keine eindeutige Tendenz. Dies mag einmal auf die ohnehin sehr geringen Gehalte zurückzuführen sein, zum anderen scheinen die durch die Vegetation aus dem Zersatz in den Oberboden transportierten Basen die Abwärtsbewegung zu verschleiern. Die pH-Werte nehmen in den Profilen dieser Gruppe zum Unterboden hin ab. Es ist ferner zu berücksichtigen, daß mehr oder minder große Anteile der Basen stets an die organischen Bodenbestandteile gebunden sind.

Daß die pH-Werte der Feinböden keine sichere Beziehung zum Molekularverhältnis der Tonkolloide ergeben, zeigt — in Übereinstimmung mit zahlreichen Beobachtungen anderer Autoren — die folgende Gegenüberstellung. In folgenden Profilen wurden mit steigender H-Ionenkonzentration steigende Molekularverhältnisse beobachtet: Basalt, Tonschiefer, Grauwacke und Granit, wobei in den drei letztgenannten Profilen der Anstieg vom Oberboden zum Zersatz erfolgt. Ein Ansteigen der Molekularverhältnisse mit abnehmender H-Ionenkonzentration tritt in den Profilen Muschelkalk, Röt, Diorit und Buntsandstein auf. Allgemein kann festgestellt werden, daß in Profilen, deren Feinböden sehr hohe Basengehalte aufweisen, auch die Molekularverhältnisse der Kolloide relativ weit sind (Basalt, Röt, Muschelkalk) (Tabelle 21). Für Profile mit geringen Basengehalten trifft diese Abhängigkeit nicht zu.

Dieser Befund entspricht der Feststellung von MATTSON, daß in Medien mit hohem Gehalt an Erdalkalitionen isoelektrische Fällungen mit weitem Molekularverhältnis entstehen. Im Hinblick auf das unterschiedliche Puffervermögen der Böden kann eine entsprechend einfache Beziehung zum pH-Wert nicht erwartet werden.

Es muß jedoch berücksichtigt werden, daß diese Betrachtung nur für die Mineralneubildung gilt, nicht dagegen für die Mineralumbildung, z. B. für die Entstehung des Illits aus Glimmer. Ferner muß neben dieser Mineralbildung mit weiteren Mineralumbildungen gerechnet werden, wenn mit fortschreitender Bodenentwicklung die Basenverarmung fortschreitet.

Eine solche Umbildung scheint sich nach den vorliegenden Ergebnissen im Lößprofil abzuzeichnen. Vom Oberboden steigt das Molekularverhältnis geb.  $\text{SiO}_2$ /geb.  $\text{R}_2\text{O}_3$  zum ersten Zersatzhorizont hin an, was mit der fortschreitenden Entbasung des Oberbodens in Zusammenhang gebracht werden kann. In dem weniger verwitterten zweiten Zersatzhorizont sinkt der Wert allerdings wieder ab.

Tabelle 21.

Basengehalt der Feinböden, pH-Wert und Molekularverhältnis der Kolloide

Profil	Horizont	CaO + MgO	pH-Wert	$\frac{\text{geb. SiO}_2}{\text{geb. R}_2\text{O}_3}$	
Profilgruppe 1 Basalt	Obb.	3,45	4,57	2,62	
	Zers. 1	7,05	5,12	2,61	
	Zers. 2	6,91	5,52	2,56	
	Zers. 3	9,69	5,55	1,89	
	Röt	Obb.	2,63	3,95	2,72
		Zers.	11,45	5,80	2,95
	Muschelkalk	Obb.	31,10	(33,45 % CaCO <sub>3</sub> )	2,41
		Zers.	45,19	(61,90 % CaCO <sub>3</sub> )	3,06
	Diorit	Obb.	6,41	4,00	1,82
		Zers. 1	6,58	4,00	1,85
		Zers. 2	8,46	4,20	1,89
	Löß	Obb.	1,74	5,85	2,43
Zers. 1		2,10	6,40	2,53	
Zers. 2		2,06	(0,5 % CaCO <sub>3</sub> )	2,46	
Profilgruppe 2 Tonschiefer	Obb.	0,66	3,65	2,07	
	Zers. 1	0,92	3,85	2,06	
	Zers. 2	0,69	3,40	2,12	
	Buntsandstein	Obb.	0,23	4,95	2,56
		Zers.	0,22	4,00	2,13
	Grauwacke	Obb.	1,85	6,31	2,28
		Zers.	1,60	5,61	2,44
	Granit	Obb.	0,77	4,10	2,31
		Zers. 1	0,47	4,07	2,42
		Zers. 2	0,95	3,95	2,51

Es muß aber vor allem berücksichtigt werden, daß in den Böden auf Sedimentgesteinen die vorhandenen Tonminerale in größerem oder geringerem Maße schon bei der Sedimentbildung beteiligt gewesen sein können, wobei ihre Bildungsbedingungen uns weitgehend unbekannt bleiben. Auf die Frage, ob in einigen Fällen Mineralumwandlungen stattgefunden haben, sei erst nach der Erörterung der übrigen Untersuchungsergebnisse zurückzukommen. Mineralumwandlungen im Oberboden zu Verbindungen mit engeren Werten konnte HERBERHOLD (1954) in einigen hessischen Böden nachweisen.

## 2. Das freie Eisenoxyd und die freie Kieselsäure der Kolloidfraktion

Wie schon ausgeführt, können einige Faktoren bei der Betrachtung der Molekularverhältnisse ein falsches Bild entstehen lassen. Deshalb wurde das freie Eisenoxyd und der Quarz in der Kolloidfraktion bestimmt. Die Abrechnung dieser Anteile von

den Gehalten in der Kolloidfraktion muß die chemische Zusammensetzung der Kolloide wesentlich besser wiedergeben. Das freie Eisenoxyd wurde nach einer von DEB (1950) angeführten Methode, der Quarz (freie Kieselsäure) nach LINE und ARADINE (1937) bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 26 enthalten.

An dieser Stelle sei erwähnt, daß bei den Kolloiden der Profile Röt und Buntsandstein trotz mehrmaliger Behandlung keine vollständige Entfärbung erzielt wurde. Dies zeigt, daß das stark dehydratisierte Eisenoxyd durch dieses Verfahren nicht erfaßt wird. Auch McLAUGHLIN (1954) konnte die unterschiedliche Löslichkeit des freien Eisens feststellen.

Die Herkunft des freien Eisenoxysds beruht einmal auf dem Freiwerden aus den primären Mineralen bei der Verwitterung, zum anderen ist die Möglichkeit einer Mineralumwandlung zu eisenärmeren Mineraltypen gegeben, wobei beide Prozesse im Oberboden wegen der dort intensiveren Verwitterung am stärksten ausgeprägt sein dürften. Weiterhin muß noch die Möglichkeit einer Eisenverlagerung in Betracht gezogen werden.

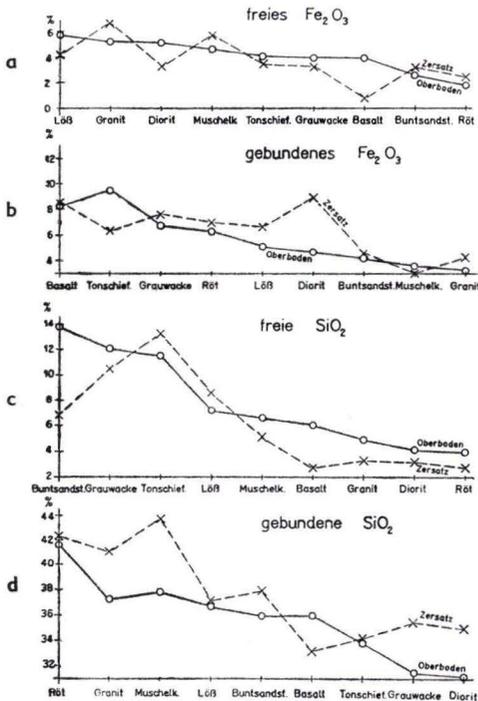


Abb. 2a—d

In Abb. 2a sind die Werte für das freie Eisenoxyd, geordnet nach den Gehalten der Oberböden, für die Oberböden und für die untersten Zersetzhorizonte aufgezeichnet. In fünf Profilen ist der Gehalt im Oberboden höher als im Zersetzhorizont, während in den Profilen Granit, Röt, Buntsandstein und Muschelkalk die höchsten Werte im Zersetzhorizont zu finden sind. Im Granitprofil ist der höhere Wert des untersten Zersetzhorizontes auf die in diesem Profil stattgefundenen Eisenverlagerung zurückzuführen. Ob es sich in den Profilen Röt und Buntsandstein ebenfalls um eine Eisenverlagerung handelt, kann wegen der unvollständigen Erfassung des freien Eisens nicht nachgewiesen werden.

In diesem Zusammenhang ist ein Vergleich mit dem in den Kolloiden gebundenen Eisen aufschlußreich (Abb. 2b). Mit Ausnahme von Tonschiefer und Muschelkalk liegen diese Werte im Oberboden unter denen des Zersetztes. In den Profilen Granit und Diorit (Tab. 26) steigen die Gehalte an gebundenem Eisen vom untersten zum obersten Zersetzhorizont an, um im Oberboden zu dem niedrigsten Wert abzufallen. Wie aus den Molekularverhältnissen  $Al_2O_3/geb.Fe_2O_3$  hervorgeht (Tab. 26), dürfte es sich in sechs der sieben Profile, in denen der Eisengehalt der Oberbodenkolloide niedriger ist als der der Zersetzkolloide, um echte Mineralumwandlungen von eisenreichen zu eisenarmen Mineralen handeln, wobei diese Tendenz in Profilen mit mehr als zwei untersuchten Horizonten besonders klar zu ersehen ist. Im Buntsandstein-

profil, dessen Oberbodenkolloide ebenfalls eisenärmer sind als die Kolloide des Zersatzes, ist aber das Molekularverhältnis  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{geb. Fe}_2\text{O}_3$  im Zersatz und nicht im Oberboden weiter. Dieses Verhalten ist durch den relativ zum Eisen hohen Aluminiumgehalt im Zersatz bedingt.

Besonders hingewiesen sei noch auf den untersten (3.) Zersatzhorizont des Basaltprofils. Der im Vergleich zu den übrigen Zersatzhorizonten sehr geringe Eisengehalt der Kolloide dürfte auf die Anwesenheit von Zeolith zurückzuführen sein. In diesem Horizont tritt neben dem geringen Eisengehalt auch ein geringer Kieselsäuregehalt auf, während der Aluminiumgehalt sehr hoch ist. Das Molekularverhältnis der Kolloide entspricht dem des Kaolinites. Die kolloidchemischen Eigenschaften sind aber, wie aus späteren Ausführungen noch hervorgehen wird, nicht kaolinitähnlich.

Das Verhalten der freien Kieselsäure der Oberböden und der untersten Zersatzhorizonte geht aus Abb. 2c hervor. Über ihre Herkunft wurde z. T. schon bei der Profilbesprechung hingewiesen, so daß an dieser Stelle nur noch einige ergänzende Angaben folgen sollen.

Zwischen den Kieselsäuregehalten der Ausgangsgesteine und den Quarzgehalten der Kolloidfraktionen bestehen insofern Beziehungen, als bei höherem Kieselsäuregehalt der Ausgangsgesteine auch die Kolloidfraktionen quarzreich sind. Mit Ausnahme zweier Profile (Tonschiefer und Löß) ist der Quarzgehalt der Oberböden höher als der der untersten Zersatzhorizonte. Eine Abnahme des Quarzgehaltes mit zunehmender Tiefe konnten auch HERBERHOLD (1954) und PEARSON und ENSMINGER (1948) beobachten. Wie aus den Profilbesprechungen hervorgeht, handelt es sich im Oberboden des Basaltprofils um eine Lößauflage. Bei den Profilen Buntsandstein, Grauwacke, Granit und Röt dürften die hohen Quarzgehalte der Ausgangsgesteine für diese Erscheinung verantwortlich sein. Da bei den Profilen Diorit und Muschelkalk beide Erklärungen nicht zutreffen, liegt die Annahme nahe, daß es sich um sekundären Quarz handelt. Doch auch in den anderen Profilen dürfte sekundärer Quarz vorhanden sein, und sein Anteil müßte im Oberboden wegen der dort intensiveren Verwitterung am größten sein (HUMBERT & MARSCHALL 1943).

Über das Verhalten der gebundenen Kieselsäure gibt Abb. 2d Auskunft. Mit Ausnahme des Basaltprofils sind die Kolloide der untersten Zersatzhorizonte kiesel-säurereicher als die der Oberböden. Im Basaltprofil muß Zeolith diesen geringen Wert hervorgerufen haben, denn das Kolloid im darüberliegenden 2. Zersatzhorizont ist  $\text{SiO}_2$ -reicher als das des Oberbodens.

Nicht in allen Profilen ist aber die Abnahme der gebundenen Kieselsäure vom untersten Zersatzhorizont zum Oberboden gleichmäßig (Tab. 26). In den Profilen Diorit, Tonschiefer, Löß und Granit ist vom untersten zum obersten Zersatzhorizont eine Zunahme zu verzeichnen, während die Oberbodenkolloide am kiesel-säureärmsten sind.

Aus einer Gegenüberstellung der Werte für die gebundene Kieselsäure und für das gebundene Eisen ergeben sich im Hinblick auf eine mögliche Kolloidumwandlung einige Zusammenhänge. In den Profilen Diorit und Granit wirken sich Kieselsäure- und Eisenverlust der Kolloide nur im Oberboden aus, während dieser Verlust sich in den Profilen Basalt, Röt, Buntsandstein und Grauwacke auf alle Horizonte zu erstrecken scheint. In dem Muschelkalkprofil tritt kein Eisenverlust, dafür aber ein

solcher der Kieselsäure auf. Die geringe Wasserstoffionenkonzentration dürfte die Löslichkeit der Kieselsäure fördern. Im Tonschieferprofil scheint kein Eisenverlust vorzuliegen, während die gebundene Kieselsäure im Oberboden abnimmt. Im Lößprofil ist der Eisenverlust tieferreichender als der der Kieselsäure.

### 3. Die Sorptionskapazität (T-Wert)

Auch bei der Benutzung der Sorptionskapazität (T-Wert) zur Identifizierung der vorherrschenden Tonminerale müssen Einschränkungen gemacht werden. Einmal ist es wieder die mögliche Heterogenität des Untersuchungsmaterials, zum anderen unterschiedliche Ladungsbedingungen auf Grund der Substitution. Schließlich kann sich auch der unterschiedliche Zerteilungsgrad auf die Sorptionskapazität auswirken. Mit zunehmendem Dispersitätsgrad steigt auch die Kationensorption, wobei die prozentuale Zunahme bei den Mineralen der Kaolinitgruppe und bei den glimmerähnlichen Mineralen größer ist als bei den Mineralen der Montmorillonit-Gruppe, da hier der Anteil der äußeren Oberfläche an der Gesamtoberfläche relativ gering ist (BIDWELL & PAGE 1951); WILKINSON & GRAY 1954). Die beiden letzten Punkte erklären auch die Schwankungen der T-Werte innerhalb der einzelnen Mineralgruppen.

Zwei von uns untersuchte Kaolinite, Chodauer Kolloid-Kaolinit und Zettlitzer Kaolinit, wiesen bei hohem Zerteilungsgrad T-Werte von 12,77 bzw. 11,19 mval/100 g auf. Ein unterschiedlicher Zerteilungsgrad wurde auch bei den von uns untersuchten Bodentonen beobachtet. So war es bei den Proben der Profile Basalt und Löß nicht möglich, eine vollständige Dispergierung der Ca-Tone zu erreichen.

Die Bestimmung des T-Wertes erfolgte nach einer von MEHLICH (1948) angegebenen Methode. Zur Untersuchung gelangte die auf 0,5 mm gesiebte Fraktion kleiner als 0,002 mm, in der die organische Substanz mit 6%igem  $H_2O_2$  zerstört wurde.

Die von uns ermittelten T-Werte sind in Tabelle 26 zusammengestellt. Sie liegen zwischen 66,86 mval/100 g und 25,88 mval/100 g. Wiederum erlaubt die Einteilung in zwei Profilgruppen (s. o.) eine bessere Übersicht. Die Werte der Profilgruppe 1 liegen sämtlich über 30 mval, die der Gruppe 2 unter 30 mval/100 g. Die Schwankungsbreite ist in der Profilgruppe 2 sehr gering.

Aus diesen Werten läßt sich in Verbindung mit den von SCHACHTSCHABEL angegebenen Werten folgendes ableiten, wobei allerdings die oben angeführten Einschränkungen nicht berücksichtigt sind:

#### Profilgruppe 1.

Die T-Werte der Profile Basalt und Löß sowie der des untersten Zersatzhorizontes des Dioritprofiles liegen im Grenzbereich zwischen Illit und Montmorillonit, während die übrigen Profile bzw. Horizonte sich in dem für Illit angegebenen oberen Bereich bewegen.

#### Profilgruppe 2.

Sämtliche Werte dieser Gruppe entsprechen den für Illit angegebenen häufigsten Werten.

Das Verhalten der Sorptionskapazitäten der einzelnen Profile geht aus der Zusammenstellung in Tab. 26 hervor. In sechs der neun Profile (Basalt, Löß, Diorit, Tonschiefer, Grauwacke und Buntsandstein) ist die Sorptionskapazität im Oberboden geringer als im Zersatzhorizont. Besonders deutlich sind diese Verhältnisse in den Profilen Basalt, Löß und Tonschiefer, wo der T-Wert vom untersten zum obersten Zersatzhorizont ansteigt, um im Oberboden stark abzufallen. Die Möglichkeit einer Mineralumbildung zu sorptionsschwächeren Mineraltypen dürfte besonders in den

Oberböden der drei zuletzt genannten Profile gegeben sein. HERBERHOLD (1954) konnte ähnliche Verhältnisse in dem gleichen Untersuchungsgebiet feststellen.

Neben der Mineralumbildung müssen aber noch die Neubildung sorptionsschwächerer Minerale im Oberboden und die Aufwehung sorptionsschwacher Minerale sowie der Quarzanteil berücksichtigt werden. Der Einfluß des Quarzes tritt aber nur in dem Oberboden des Buntsandsteinprofils in Erscheinung, indem dieser Horizont nach der Umrechnung einen etwas höheren Wert als der Unterboden aufweist. Der Quarz hat hier die aktive Oberfläche je Gewichtseinheit merklich herabgesetzt. In den übrigen Profilen bleiben die vorher beschriebenen Verhältnisse bestehen.

Über den Einfluß des freien Eisens können keine Aussagen gemacht werden, da hierüber keine Untersuchungsergebnisse vorliegen. Die Ausführungen in der Literatur über diesen Punkt sind sehr widersprechend. Teils konnten Zunahmen des T-Wertes nach der Entfernung nachgewiesen werden (DION 1944), teils konnten Zunahmen und Abnahmen festgestellt werden (ABRUNA & SMITH 1953). DEB (1950), nach dessen Methode wir das freie Eisen entfernten, führt aus, daß bei seiner Methode keine Veränderungen des T-Wertes auftreten und daß die in der Literatur erwähnten Veränderungen dem Zerfall sekundärer Minerale zugeschrieben werden müssen.

Nach der Betrachtung der Sorptionskapazität und nach der Erörterung möglicher Einflüsse des Quarzes und des freien Eisens soll noch einmal auf die Molekularverhältnisse zurückgegriffen und diese den T-Werten gegenübergestellt werden.

#### 4. Molekularverhältnis und Sorptionskapazität

Beim Vergleich der Kaolinitgruppe mit der Montmorillonitgruppe liegt eine deutliche Beziehung zwischen den Molekularverhältnissen und den T-Werten vor. Diese wird aber bei starker Beteiligung von Illiten am Kolloidbestand gestört. Während MATTSON (zit. in HERBERHOLD 1954) und VANDERFORD (1941) gute Beziehungen feststellen konnten, fanden KELLEY und Mitarbeiter (1933) nur grobe Beziehungen.

Auch in den von uns untersuchten Profilen konnten nur grobe Beziehungen zwischen den beiden Werten festgestellt werden. Bei einer Gegenüberstellung der Molekularverhältnisse  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$  und der entsprechenden T-Werte sind nur in den Oberböden der Profile Basalt, Löß, Muschelkalk und Diorit gewisse Abhängigkeiten festzustellen. Eindeutiger dagegen sind die Korrelationen zwischen den T-Werten und den Molekularverhältnissen  $\text{geb.SiO}_2/\text{geb.R}_2\text{O}_3$  (Abb. 3), wobei die Übereinstimmungen in den Oberböden eindeutiger sind als in den Zersatzhorizonten. (Als Zersatz ist wiederum der unterste Zersatzhorizont zu verstehen.)

Nach der Abb. 3 können in den Oberböden zwei voneinander unabhängige Reihen aufgestellt werden: Basalt, Löß, Muschelkalk und Diorit sowie Röt, Granit, Grauwacke und Tonschiefer. Der Oberboden des Buntsandsteinprofils kann in keine dieser Reihen eingefügt werden. Für den Zersatz lassen sich nur für Röt, Grauwacke, Buntsandstein und Tonschiefer Beziehungen finden. Die obigen Befunde lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die Oberböden der ersten Profilgruppe (mit Ausnahme des Rötprofils) und die der zweiten Profilgruppe (mit Ausnahme des Buntsandsteinprofils) bilden unabhängig voneinander zwei Reihen, bei denen mit enger werdendem Molekularverhältnis der Kolloide auch ihre Sorptionskapazität abnimmt.

2. Diese Abnahme ist bei den Oberböden der Profilgruppe 1 stärker als bei denen der Gruppe 2.

3. Bei den Zersathorizonten lassen sich nur Vertreter der zweiten Profilgruppe einreihen, während die der ersten Gruppe sogar entgegengesetzte Tendenzen aufweisen.

Bei einer Profilbetrachtung im einzelnen können Parallelitäten nur in folgenden Profilen gefunden werden: Basalt, Diorit, Tonschiefer, Grauwacke und Löß. Besonders gut sind diese Übereinstimmungen in dem letztgenannten Profil.

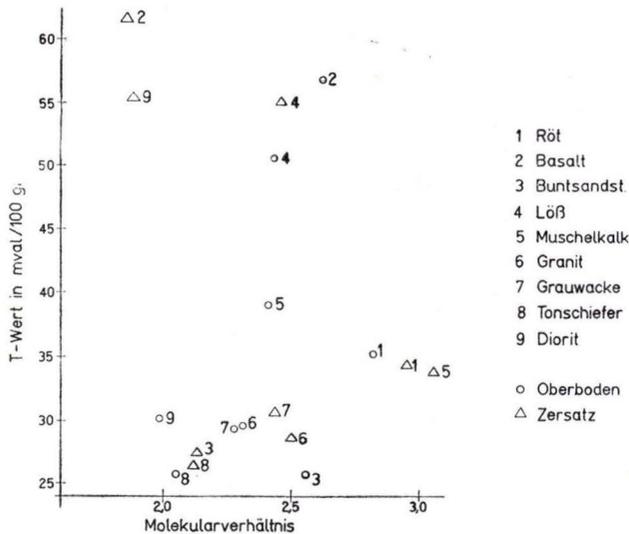


Abb. 3. Molekularverhältnis  $\frac{\text{geb. SiO}_2}{\text{geb. R}_2\text{O}_3}$  und T-Wert

### 5. Die Sorptionskapazität vor und nach der Zerstörung der organischen Substanz

Bei einem Vergleich der Sorptionskapazitäten vor und nach Zerstörung der organischen Substanz fällt auf, daß in vier Horizonten nach der Zerstörung eine Erhöhung des T-Wertes eingetreten ist (Tab. 26).

Die Zerstörung der organischen Substanz wurde mit 6%igem  $\text{H}_2\text{O}_2$  auf dem Wasserbad durchgeführt. Die Behandlungsdauer betrug 5—6 Stunden. Sie wurde abgebrochen, sobald keine Schaumbildung mehr auftrat. Für 10 g Substanz wurden 150—200 ml  $\text{H}_2\text{O}_2$  benötigt. Nach Absetzen der Suspension wurde die überstehende Flüssigkeit abgesaugt und der Ton bei 40° C getrocknet.

Die Sorptionskapazität der organischen Substanz, errechnet aus der Differenz beider Bestimmungen, schwankt zwischen 40 und 700 mval/100 g organischer Substanz.

Über den Einfluß der Entfernung der organischen Substanz auf die Sorptionskapazität der anorganischen Kolloide und die der Oxydation widerstehenden organischen Substanz wurden im Rahmen dieser Arbeit einige Versuche angestellt. Um eine Erhitzung zu vermeiden, wurde die Oxydation im Vakuum durchgeführt (Tab. 22 und 23).

Tabelle 22. Granit, Oberboden, kleiner als 1 mm. Einwaage jeweils 10 g.

T-Wert vor der Oxydation: 16,75 mval/100 g.

Org. Substanz vor der Oxydation: 3,70%

Behandlungsdauer in Tagen	insges. ml H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	T-Wert	% org. Subst.	% der org. Subst. oxydiert
7	100	22,42	1,40	62
15	150	22,10	1,40	62
27	200	22,82	1,30	65

Tabelle 23. Basalt, Oberboden, kleiner als 1 mm. Einwaage jeweils 10 g.

T-Wert vor der Oxydation: 28,00 mval/100 g.

Org. Substanz vor der Oxydation: 4,44%

Behandlungsdauer in Tagen	insges. ml H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	T-Wert	% org. Subst.	% der org. Subst. oxydiert
7	100	24,72	1,49	67
15	150	27,68	1,25	72
27	200	27,34	1,10	75

Diese Versuche zeigen die Zunahme der T-Werte bei abnehmenden Gehalten der organischen Substanz mit längerer Behandlungsdauer, sowie die unvollständige Oxydationswirkung des Wasserstoffperoxydes.

Da die Oxydation im Vakuum keine befriedigenden Ergebnisse zeitigte und zudem noch recht langwierig war, wurden diese Versuche abgebrochen und ein weiterer Versuch mit der Kolloidfraktion des Grauwacke-Oberbodens durchgeführt, wobei die Oxydation auf dem Wasserbad erfolgte (Tab. 24).

Tabelle 24. Grauwacke, Oberboden, kleiner als 0,002 mm. Einwaage je 10 g.

T-Wert vor der Oxydation: 50,25 mval/100 g.

Org. Substanz vor der Oxydation: 6,75%

Behandlungsdauer in Stunden	insges. ml H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	T-Wert	% org. Subst.	% der org. Subst. oxydiert
5	200	29,57	1,35	80
10	300	32,06	0,95	86
17	450	32,21	0,93	86

Auch aus den Werten der Tabelle 24 gehen der leichte Anstieg des T-Wertes und die unvollständige Oxydationswirkung des Wasserstoffperoxydes hervor.

In zahlreichen Veröffentlichungen wird berichtet, daß sich die T-Werte der anorganischen und die der organischen Kolloide bei einer Mischung nicht addieren (u. a. MEYERS 1937). HENDRICKS (1941) stellte fest, daß große organische Moleküle austauschbare Kationen abdecken und ihren Austausch verhindern können. Nach ALEXANDROWA (1954) betrug die Abnahme bei Schwarzerde 5 bis 8%, bei Rotlehm 10 bis 15% und im B-Horizont eines Podsol 29%.

Nach diesen Ausführungen muß damit gerechnet werden, daß der T-Wert nach Entfernung der organischen Substanz nicht in dem Umfang der Sorptionskapazität derselben abnimmt.

Die von uns gefundenen Werte reihen sich demnach in die soeben gemachten Ausführungen ein, indem bei fortschreitender Oxydation blockierte Austauschstellen freigelegt werden.

Tritt nun der Fall ein, daß eine große Anzahl Sorptionsstellen der anorganischen Kolloide durch sorptionsschwache organische Kolloide blockiert wird, so ist eine Erhöhung des T-Wertes nach der Entfernung der organischen Substanz durchaus möglich. Eine Erhöhung in diesem Sinn konnten auch BARTLETT, RUBLE und THOMAS (1937) und MEYERS (1937) finden.

Schließlich sei noch auf die dispergierende Wirkung des naszierenden Sauerstoffes bei der Zerstörung der organischen Substanz hingewiesen, die besonders stark bei den Illiten sein dürfte, indem eine Aufblätterung der Schichtpakete in Richtung der c-Achse entlang der K-Schichten stattfindet.

## 6. Die Äthylenglykol-Anlagerung und der $\gamma$ -Wert

Eine weitere indirekte Methode zur Bestimmung der Zusammensetzung der Kolloidfraction und zur Fixierung ihrer Eigenschaften ist die von DYAL und HENDRICKS (1950) eingeführte Äthylenglykol-Anlagerung. Im Gegensatz zur Bestimmung der Sorptionskapazität nach MEHLICH besteht hier die Möglichkeit der getrennten Bestimmung der Gesamtoberfläche und der äußeren Oberfläche, aus denen sich die innere Oberfläche ermitteln läßt. Somit ist es möglich, in Gemischen von Montmorillonit und Kaolinit den Anteil beider Komponenten mit hinreichender Genauigkeit zu bestimmen. Ist in den Mischungen aber noch Illit vorhanden, was unter unseren Verhältnissen immer der Fall sein dürfte, so ergeben sich Überschneidungen, und eine Unterscheidung zwischen Kaolinit und Illit ist nicht mehr möglich. Deshalb haben wir davon Abstand genommen, eine quantitative Bestimmung der Mineral-komponenten, wie sie von verschiedenen Autoren angeführt wird, durchzuführen.

Die Durchführung der Methode erfolgte nach den Angaben von DYAL und HENDRICKS, wobei allerdings nach wiederholten Versuchen mit Wyoming-Bentonit als Vergleichssubstanz die von den oben genannten Autoren angegebene erste Wägung nicht nach 16, sondern nach 24 Stunden durchgeführt wurde. Die zweite Wägung erfolgte 7 Stunden später. Dies war notwendig, da sich der in der Literatur angegebene Wert für die Vergleichssubstanz erst nach 24 Stunden einstellte, was darauf zurückzuführen war, daß sich das Endvakuum von 0,1 Torr erst nach längerer Zeit einstellte.

In Tabelle 25 sind die Werte für die Äthylenglykol-Anlagerung an der Gesamtoberfläche und an der äußeren Oberfläche und die daraus errechneten Werte für die innere Oberfläche zusammengestellt, und in Darstellung 4 sind die Werte der Gesamtoberfläche mit den T-Werten in Beziehung gebracht.

Wie aus Abb. 4 hervorgeht, besteht bei den höheren Sorptionskapazitäten eine enge Korrelation. Bei den niedrigen Sorptionskapazitäten ist die Streuung der Werte größer, obgleich auch hier die steigende Äthylenglykol-Anlagerung mit steigendem T-Wert nicht zu verkennen ist. Dies ist verständlich, da sich bei niedrigen T-Werten die Beimengung von nicht oxydierter organischer Substanz, vielleicht auch von Allophanen mit sehr wechselvollen Sorptionseigenschaften, stärker auswirken muß. MORTLAND (1954) berichtet dagegen von guten Übereinstimmungen.

Tabelle 25. Äthylenglykol-Anlagerung

Profil	Horizont	T-Wert (anorg. Kolloide)	Äthylenglykol-Anlg. mg/g			mg Äthylenglyk./l mval.
			ges. Of.	äuß. Of.	innere Of.	
Granit	Obb.	45,52	58,2	7,1	51,1	1,96
	Zers. 1	30,68	69,3	4,3	65,0	2,51
	Zers. 2	33,94	73,2	8,4	65,0	2,55
Diorit	Obb.	31,92	67,1	13,7	53,4	2,10
	Zers. 1	34,08	61,3	50,8	10,5	1,80
	Zers. 2	55,51	77,7	17,5	60,2	1,40
Basalt	Obb.	56,77	125,8	26,5	99,3	2,22
	Zers. 1	66,86	175,0	25,8	149,2	2,62
	Zers. 2	65,43	165,9	24,2	141,7	2,54
	Zers. 3	61,28	146,5	22,3	124,2	2,39
Tonschiefer	Obb.	25,89	36,7	19,1	17,6	1,42
	Zers. 1	29,36	40,6	31,9	9,7	1,38
	Zers. 2	26,52	38,2	13,7	24,5	1,44
Grauwacke	Obb.	29,57	52,9	17,2	35,7	1,79
	Zers.	31,57	53,4	19,0	34,4	1,69
Buntsandstein	Obb.	25,88	44,3	26,8	17,5	1,71
	Zers.	27,54	50,5	16,4	34,1	1,84
Röt	Obb.	35,25	77,0	18,6	58,4	2,18
	Zers.	34,27	74,8	40,1	34,7	2,18
Muschelkalk	Obb.	39,01	74,4	22,3	52,1	1,90
	Zers.	33,79	51,7	25,2	26,5	1,56
Löb	Obb.	50,64	111,1	45,0	66,1	2,19
	Zers. 1	55,66	124,1	20,2	103,9	2,23
	Zers. 2	54,99	124,1	26,9	97,2	2,25

Weitere Schlüsse lassen sich aus einer Profilbetrachtung im einzelnen ziehen (Tab. 25). Mit Ausnahme der Profile Granit und Diorit korrelieren die Werte für die Gesamtoberfläche gut mit den T-Werten. Hierbei kann festgestellt werden, daß die Anlagerungswerte je mval recht unterschiedlich sind (Tab. 25, Spalte 7), und diese unterschiedlichen Werte bedingen auch die in Darstellung 4 auftretenden Abweichungen. Im Durchschnitt sämtlicher Horizonte beträgt die Äthylenglykol-Anlagerung an der Gesamtoberfläche 1,99 mg je mval. Die extremen Werte liegen bei 1,38 mg und 2,62 mg. Auffallend ist, daß bei höheren Sorptionskapazitäten für Kationen auch höhere Anlagerungswerte für das organische Molekül je mval zu verzeichnen sind. Mit Ausnahme der Profile Diorit, Granit und Muschelkalk liegen die Anlagerungswerte je mval in Profilen mit Sorptionskapazitäten über 30 mval/100 g über 1,99 mg je mval, in Profilen mit weniger als 30 mval/100 g unter 1,99 mg je mval.

Über die Gründe der auftretenden Abweichungen können nur Vermutungen geäußert werden, da in dieser Richtung keine Untersuchungen angestellt wurden. Die zuletzt angegebenen Werte deuten darauf hin, daß die Absättigung der Kolloidoberflächen mit organischen Molekülen in höherem Maße von der Natur der Kolloide abhängig zu sein scheint als dies bei der Absättigung mit Kationen der Fall ist. Wie aus Literaturhinweisen hervorgeht, könnten die Abweichungen auch auf dem Vorhandensein des freien Eisenoxys beruhen, das eine Erhöhung der Anlagerungswerte verursachen soll (MARTIN 1954). Schließlich konnten die oben angeführten Autoren nachweisen, daß bei der Anlagerung an der inneren Oberfläche große Schwankungen auftreten können (DYAL & HENDRICKS 1952).

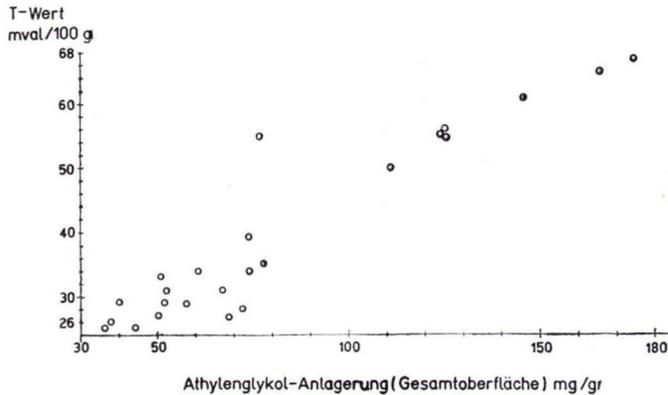


Abb. 4. Äthylenglykol-Anlagerung (Gesamtoberfläche) und T-Wert (anorg. Kolloide)

Da es nicht möglich ist, gesicherte Angaben über die Art der in der Kolloidfraktion vorhandenen Tonminerale nur mit Hilfe einer Methode zu machen, haben MARTIN und RUSSELL (1952) mehrere Methoden kombiniert und auf Grund der durchschnittlichen Eigenschaften der drei Hauptminerale Montmorillonit, Illit und Kaolinit einen Index gebildet, der das vorherrschende Mineral kennzeichnet.

Zu diesem Zweck wurden folgende Größen herangezogen:

1. Äthylenglykol-Anlagerung an der inneren Oberfläche,
2. T-Wert,
3. Gesamt-Kali-Gehalt.

(Die  $K_2O$ -Werte sind einer noch nicht veröffentlichten Arbeit von Dipl.-Landwirt WEINGARTEN aus dem hiesigen Institut entnommen.)

Die durchschnittlichen Eigenschaften des Vergleichsmaterials und die daraus ermittelten Indizes  $\gamma$  sind in nachfolgender Übersicht angegeben (Werte und Berechnung nach MARTIN und RUSSELL).

	$K_2O$ in %	Äthylenglykol-Anlagerung innere Oberfl.	T-Wert	$\gamma$ -Wert
Kaolinit	0	6	8	2
Illit	6	20	25	10
Montmorillonit	0	220	80	47

Da uns nicht genügend reine Minerale zu Untersuchungszwecken zur Verfügung standen, mußten wir auf die Werte von MARTIN und RUSSELL zurückgreifen.

Für die Bezeichnung des vorherrschenden Minerals werden von MARTIN und RUSSELL folgende Abgrenzungen angegeben:

0— 5	kaolinitähnlich
5—25	illitähnlich
über 25	montmorillonitähnlich

In Tab. 26 sind die von uns ermittelten Werte aufgeführt. Demnach handelt es sich zum überwiegenden Teil um Minerale, die in ihren Eigenschaften dem Illit nahe stehen. Nur im Basaltprofil und im ersten Zersatzhorizont des Lößprofiles liegen die  $y$ -Werte im untersten Bereich montmorillonitischer Eigenschaften.

In sechs der neun Profile ist der  $y$ -Wert im Oberboden geringer als im untersten Zersatzhorizont. In zwei Profilen nimmt dieser Wert vom Zersatzhorizont zum Oberboden zu, während er in einem Profil in beiden Horizonten gleich ist.

Während es schwierig ist, nur mit Hilfe der Molekularverhältnisse oder der  $T$ -Werte Aussagen über die Bildung und Eigenschaften der Kolloide machen zu wollen, dürfte dies auf Grund der  $y$ -Werte erfolversprechender sein.

1. Mit Ausnahme des Basaltprofiles und des ersten Zersatzhorizontes des Lößprofiles weisen alle Profile bzw. Horizonte Eigenschaften auf, die denen des Illits entsprechen.

2. In den Profilen Diorit, Tonschiefer, Granit und Buntsandstein hat, vom Zersatz zum Oberboden fortschreitend, eine Bildung bzw. Umbildung in Richtung einer Mineralzusammensetzung mit geringerem  $y$ -Wert stattgefunden, wobei sich dieser Wert aber in allen Fällen noch im Illitbereich bewegt.

3. Eine Mineralumbildung im Oberboden dürfte in den Profilen Basalt und Löß zu erkennen sein. In diesen Profilen nehmen die  $y$ -Werte vom untersten zum obersten Zersatzhorizont gleichmäßig zu, um im Oberboden wieder abzufallen. Die gleichmäßige Zunahme in den Zersatzhorizonten deutet auf eine ursprüngliche Zunahme auch in den Oberböden und auf eine später erfolgte Umbildung hin.

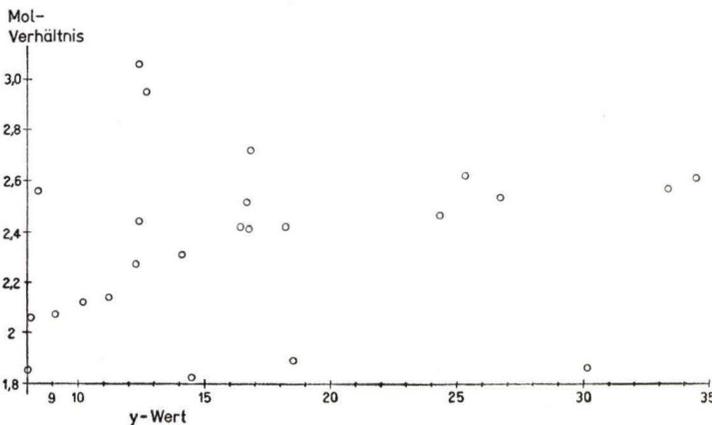


Abb. 5. Molekularverhältnis  $\frac{\text{geb. SiO}_2}{\text{geb. R}_2\text{O}_3}$  und  $y$ -Wert

4. Die Gegenüberstellung der unter 2 und 3 erwähnten Profile läßt vermuten, daß die Umwandlung zu Mineralzusammensetzungen mit niedrigerem  $\gamma$ -Wert durch höhere Basengehalte gehemmt wird (Basalt und Löß), während in Profilen mit geringen Basengehalten die Kolloidumwandlung sich bis in tiefere Horizonte zu erstrecken scheint.

5. Der hohe Basengehalt scheint schließlich auch dafür verantwortlich zu sein, daß in den Oberböden der Profile Muschelkalk und Röt keine Umwandlungen stattgefunden haben. In dem Rötprofil dürfte die behinderte Durchwaschung infolge Feinkörnigkeit noch eine besondere Rolle spielen, indem diese einer Umwandlung in Kolloide mit niedrigeren Werten entgegenwirkt.

Aus der Abb. 5 geht hervor, daß gewisse Übereinstimmungen zwischen dem  $\gamma$ -Wert und dem Molekularverhältnis bestehen, indem allgemein bei höherem Molekularverhältnis auch der  $\gamma$ -Wert höher ist.

### 7. Die Röntgenanalyse

Den Abschluß der vorliegenden Arbeit bildete die Röntgenanalyse. Für die Pulveraufnahmen nach Debye-Scherrer und für die Texturaufnahmen nach Jasmund diente ein Röntgenapparat vom Typ Müller Mikron 70 mit einer Cu-Antikathode.

Für die Pulveraufnahmen wurde das Untersuchungsmaterial im Achatmörser fein zerrieben und in einer Glaskapillare von 0,5 mm Durchmesser bestrahlt. Die Präparatherstellung und die Durchführung der Texturaufnahmen erfolgten nach den von JASMUND (1950) gemachten Angaben. Die Belichtungszeit wurde bei beiden Aufnahmetechniken nach wiederholten Probeaufnahmen auf 1½ Stunden bei 45 kV und 25 mAmp. festgelegt.

Für die visuelle Auswertung dienten in erster Linie die Texturaufnahmen, da bei diesen die Identifizierung aus folgenden Gründen sicherer ist als bei den Pulveraufnahmen:

1. Da die Jasmund-Kamera den doppelten Durchmesser der Pulverkamera besitzt, werden die Linien weiter auseinandergezogen.

2. Die Texturaufnahmen weisen nicht den Linienreichtum auf wie die Pulveraufnahmen, da vorwiegend nur die Basisflächen zur Reflexion gelangen.

Die Glycerinsättigung gestattet eine Unterscheidung zwischen Illit und Montmorillonit, da die zwischen den Schichtpaketen des Montmorillonits eingelagerten Glycerinmoleküle den Schichtpaketabstand erweitern.

Auf Grund der Texturaufnahmen reiner Minerale gelangten wir zu folgenden charakteristischen Linien, die zur qualitativen Auswertung herangezogen wurden:

Kaolinit	7,081 A
Illit	10,048 A
Montmorillonit	17,673—18,034 A

Neben der qualitativen Bestimmung wurde versucht, die Röntgenaufnahmen quantitativ auszuwerten. Zu diesem Zweck wurden Mischungsreihen aus Kaolinit, Illit und Montmorillonit hergestellt. Bei diesen Mischungen zeigte es sich, daß der Kaolinit die größte Durchschlagskraft hat. Bei diesem Mineral besteht auch eine gute Abhängigkeit der Linienintensität von dem Mischungsanteil. Anders ist dies bei Illit. Bei steigendem Anteil nimmt die Intensität nur in den oberen Bereichen zu. Dies wird auch von HELLMANN, ALDRICH und JACKSON (1942) berichtet. Die Montmoril-

lonitlinie war noch bei einem Anteil von 10% zu erkennen. Sie nimmt in den unteren Mischungsbereichen stärker zu als in den oberen. KELLEY und PAGE (1942) geben als unterste Grenze 5–10% an.

Wenn schon bei der Identifizierung reiner Mischungsreihen die oben angeführten Schwierigkeiten auftreten, so wird ein Vergleich der Aufnahmen bekannter Zusammensetzung mit denen unbekannter Zusammensetzung durch weitere Faktoren erschwert. Da wir vor der Präparatherstellung weder das freie Eisenoxyd noch die organische Substanz entfernt haben, muß mit dem Einfluß dieser Komponenten gerechnet werden, was durch die in einigen Aufnahmen sehr stark auftretenden Grundschwärzungen bestätigt wird; die gleiche Erscheinung ist auch bei dem Vorhandensein von Allophanen beobachtet worden (AOMINE und YOSHINAGA 1955) sowie weitere Literatur hierüber bei SCHROEDER 1952). Eine Beziehung zwischen dem Gehalt an freiem Eisenoxyd und der Grundschwärzung bei Verwendung einer Cu-Antikathode besteht nicht. Bei Aufnahmen mit schwacher Grundschwärzung sind in einigen Fällen Prozentgehalte angegeben worden, doch haben diese Angaben aus den oben angeführten Gründen nur begrenzten Wert. Die Angaben über Zunahme oder Abnahme beruhen somit hauptsächlich auf Intensitätsvergleichen der entsprechenden Linien innerhalb eines Profiles.

Neben den Linien für Montmorillonit, Illit und Kaolinit traten in einigen Aufnahmen Linien bei 14,03 Å und in den Aufnahmen eines Horizontes bei 17,33 Å auf.

Nach zahlreichen Literaturangaben (u. a. MCCAULEY 1954, BUTLER 1954, JASMUND 1955 und STEPHEN 1952) kann es sich bei der 14,03 Å-Linie um Vermikulit oder um Chlorit handeln. Nach Erhitzen auf 500 Grad C sollen sich die Basisabstände des Chlorits nicht verändern, dagegen werden die des Vermikulits auf 10 Å reduziert. Eine weitere Möglichkeit zur Identifizierung des Vermikulits bildet die Überführung in einen  $NH_4$ -Vermikulit, dessen charakteristische Linie bei etwa 11 Å zu finden ist (BARSHAD 1954, JASMUND 1955).

Nur bei den Aufnahmen des Tonschieferprofils konnte diese Linie dem Chlorit zugeschrieben werden.

Aus diesen und aus den in der Literatur angeführten Befunden muß geschlossen werden, daß es sich in den übrigen Fällen um eine Umwandlung des Illits in Richtung des Montmorillonits oder des Kaolinites handelt.

Schon 1937 wies BRAY (1937) darauf hin, daß bei der Verwitterung des Illits das zwischen den Schichten gebundene Kalium herausgelöst und durch Wassermoleküle ersetzt wird, wobei sich der Schichtpaketabstand in Richtung der c-Achse vergrößert. Zu gleichen Schlußfolgerungen gelangten auch HELLMANN und Mitarbeiter (1942). VANDERMAREL (1954) berichtet von einem in Holland gefundenen Mineral, genannt Ammersoite, mit einem d-Wert von 15,6 Å, welches aus gewöhnlichem Illit hervorgegangen sein soll. Diese in der Natur beobachteten Vorgänge konnte WHITE (1951) im Labor rekonstruieren, indem er durch Erhitzen eines gewöhnlichen Illits mit 20%iger Cobaltnitritlösung einen 14-Å-Illit erhielt. SCHROEDER (1955) diskutiert das Auftreten einer Linie bei 13,8 Å in Lößprofilen. Nach diesem Autor könnte diese Linie (1.) einen echten Basisflächenabstand (Illit mit aufgeweitetem Gitter) darstellen, (2.) eine Interferenz 2. Ordnung von einem Mineral mit regelmäßiger Wechsellagerungsstruktur oder (3.) die Reflexion eines Minerals mit unregelmäßiger Wechsellagerungsstruktur sein.

Im folgenden Abschnitt soll eine getrennte Profilbesprechung auf Grund der Röntgenbefunde durchgeführt werden.

1. **Granit.** Da sämtliche Aufnahmen dieses Profils sehr schwach waren, läßt sich eine Abschätzung der Mineralanteile nicht durchführen. Neben Illit, der bei einem

Vergleich der Horizonte untereinander vom Oberboden zum Zersatz zunimmt, und Kaolinit, der die entgegengesetzte Tendenz aufweist, tritt hier in allen Horizonten eine Linie bei 14,03 A auf, die einem Illit mit teilweiser Schichtgitterquellung zugeschrieben werden muß. Eine in allen Horizonten auftretende Linie bei 2,67 A läßt auf Glimmer schließen.

2. Diorit. Auch in diesem Profil tritt in allen Horizonten eine Linie bei 14,03 A auf. Ihre Intensität nimmt vom ersten Zersatzhorizont zum Oberboden zu. Intensitätsvergleiche zwischen den Aufnahmen des untersten Zersatzhorizontes und den übrigen Horizonten sind wegen der sehr schwachen Aufnahmen des untersten Zersatzhorizontes nicht möglich. Es muß nach dem oben Gesagten angenommen werden, daß es sich hierbei um eine Umwandlung des Illits handelt. Illit tritt im Oberboden nicht auf, ist aber in den beiden Zersatzhorizonten vorhanden. Der Gehalt an Kaolinit ist im Oberboden am stärksten. Nach vorsichtiger Abschätzung dürfte sein Anteil 20% nicht überschreiten.

3. Basalt. Es ist das einzige Profil, in dem mit Sicherheit Montmorillonit festgestellt werden konnte, wobei die diesem Mineral zugeschriebene Linie im ersten Zersatzhorizont am stärksten war. Illit konnte nur im Oberboden und im ersten Zersatzhorizont, die beide Lößbeimengungen enthalten, gefunden werden. Kaolinit trat nur im Oberboden auf. Sämtliche Aufnahmen dieses Profiles waren sehr schwach und wiesen starke Grundschwärzungen auf, was die Auswertung sehr erschwerte. Die Texturaufnahmen des untersten Zersatzhorizontes waren nicht auswertbar. Die Pulveraufnahmen dieses Horizontes zeigten nur sehr schwache Linien im Illitbereich. Vermikulit konnte, im Gegensatz zu zahlreichen Untersuchungen an den Kolloidfraktionen schottischer Böden auf Basalt von MITCHELL (1955) nicht identifiziert werden. Das Auftreten starker Grundschwärzungen und die dadurch bedingte schwierige Auswertung der Röntgenaufnahmen wird auch von HUFFMANN (1954) berichtet.

4. Illit ist der Hauptbestandteil der Kolloidfraktion sämtlicher Horizonte des Ton-schieferprofiles. Eine Abschätzung dieser sehr scharfen Aufnahmen ergab für den Oberboden einen ungefähren Gehalt von 60%. Mit zunehmender Tiefe ist eine Zunahme des Illitanteiles festzustellen. Entgegengesetzt verhält sich der Kaolinit, der mit zunehmender Tiefe abnimmt. Die Linien bei 14,03 A in allen Horizonten müssen Chlorit zugeschrieben werden. Zwar waren diese Linien nach dem Erhitzen nicht mehr in allen Fällen zu erkennen, dagegen blieb aber eine geschwächte Linie bei 7 A zurück, die auf das Vorhandensein von Chlorit deutet, da die Kaolinitlinie nach dem Erhitzen nicht mehr auftritt. Der Gehalt an Kaolinit tritt in allen Horizonten zurück, eine Zunahme ist vom Zersatz zum Oberboden zu verzeichnen. Eine im untersten Zersatzhorizont auftretende Linie bei 2,67 A könnte auf Glimmer schließen lassen.

5. Die Aufnahmen des Grauwackenprofiles waren sehr schwach. Illit ist auch hier das vorherrschende Mineral. Sein Anteil scheint, soweit die sehr schwachen Aufnahmen eine Deutung zulassen, zum Unterboden zuzunehmen. Der Kaolinitanteil ist gering. Er scheint in beiden Horizonten gleich stark zu sein. Die Glimmerlinie ist in beiden Horizonten vorhanden.

6. Buntsandstein. Der Hauptbestandteil der Kolloidfraktion beider Horizonte ist wiederum Illit. Der Anteil dürfte im Oberboden über 50% sein. Der Zersatz-

horizont weist einen etwas höheren Wert auf. Dagegen ist der Kaolinitgehalt in beiden Horizonten gering.

7. Röt. Auch in den beiden Horizonten dieses Profils ist Illit am stärksten vertreten. Sein Anteil ist im Oberboden geringer als im Zersatz (etwa 50% bzw. etwa 75%). Dagegen tritt im Oberboden eine Linie bei 14,03 A auf. Es dürfte sich auch in diesem Fall um ein aus Illit hervorgegangenes Mineral handeln. Der Gehalt an Kaolinit ist in beiden Horizonten gering (etwa 10%). Eine sehr schwache und diffuse Linie bei 17,33 A im Zersatzhorizont konnte nicht mit Sicherheit identifiziert werden. Unsere Vermutung, daß es sich um einen quellfähigen Chlorit (Corrensit) handelt, konnte nicht bestätigt werden, da nach Erhitzen auf 500 Grad C diese Linie nicht auf etwa 14 A zurückfiel. Dagegen wurde eine geringe Verstärkung der Linie bei 10 A beobachtet, was auf ein Mineral der Montmorillonitgruppe hindeuten würde.

8. Illit ist, neben Quarz, auf den im Rahmen dieser Besprechung nicht eingegangen wird, das einzige Mineral im Muschelkalkprofil. Die Abschätzung ergab für den Oberboden einen Anteil von etwa 60%, während dieser im Zersatzhorizont etwas höher sein dürfte.

9. Sehr schwach waren die Aufnahmen des Lößprofils. Illit ist in allen Horizonten die Hauptkomponente, vergesellschaftet mit geringen Anteilen Kaolinit.

Aus den Befunden der Röntgenanalyse geht hervor, daß Illit in fast allen Profilen als Hauptkomponente der Mineralzusammensetzung vorhanden ist, was mit den  $\gamma$ -Werten übereinstimmt. Daneben tritt, mit Ausnahme des Muschelkalkprofils und der Zersatzhorizonte des Basaltprofils, Kaolinit in wechselnden Anteilen auf. Montmorillonit konnte nur in den Horizonten des Basaltprofils gefunden werden. Neben diesen Mineralen wurden in den Profilen Diorit, Röt und Granit Mineralumbildungen des Illits festgestellt. Chlorit trat in dem Tonschieferprofil, Glimmer in den Profilen Tonschiefer, Grauwacke und Granit auf.

Im Zusammenhang mit der Röntgenanalyse sollen noch als Ergänzung einige vergleichende Betrachtungen angestellt werden, zu denen die schon erörterten chemischen und kolloidchemischen Untersuchungsergebnisse herangezogen werden.

Eine Abhängigkeit der Tonmineralbildung von dem Gehalt der Ausgangsgesteine an zweiwertigen Basen kann im Basaltprofil nachgewiesen werden, in dem Montmorillonit auftritt, während die Tonmineralbildung in Abhängigkeit vom Basengehalt in den übrigen Profilen nicht nachzuweisen ist. Zieht man aber die Wasserstoffionenkonzentration als Ausdruck für die Basenverfügbarkeit eines Bodens heran, so läßt sich der Gehalt an Kaolinit mit dieser in Verbindung bringen. In Profilen mit höheren pH-Werten (Basalt, Muschelkalk, Röt, Löß und Grauwacke) ist der Kaolinitgehalt geringer als in Profilen mit niedrigeren pH-Werten (Diorit, Tonschiefer, Granit und Buntsandstein). Weitere Zusammenhänge sind nicht festzustellen, zumal bei den Böden auf Sedimentgesteinen der Einfluß der der Sedimentbildung vorausgehenden Verwitterung nicht erfaßt werden kann. COLEMAN und JACKSON (1945) sowie PEARSON und ENSMINGER (1948) führen aus, daß sie überhaupt keine Abhängigkeit haben feststellen können. Eine Korrelation zwischen dem Typ der Tonminerale und den Molekularverhältnissen aufzustellen, ist sehr schwierig, worauf schon an anderer Stelle hingewiesen wurde. Die relativ hohen Molekularverhältnisse im Basaltprofil

dürften auf die Anwesenheit des Montmorillonits zurückzuführen sein, während in dem Profil mit den niedrigsten Molekularverhältnissen, Diorit, zwar im Verhältnis zu den anderen Profilen ein relativ hoher Anteil Kaolinit gefunden wurde, die Molekularverhältnisse aber die des reinen Kaolinit sind. Dagegen lassen sich Übereinstimmungen im Tonschieferprofil feststellen. Der Kaolinit- und der Chloritgehalt drücken sich auch in einem dem Kaolinit nahen Molekularverhältnis aus.

Eindeutiger dagegen müßte die Abhängigkeit der Sorptionskapazität von den in den Profilen anwesenden Mineralen sein. Leider wird diese Gegenüberstellung durch die mangelhafte quantitative Auswertung der Röntgenanalyse begrenzt. Die hohen Sorptionskapazitäten im Basaltprofil sind auf die Anwesenheit des Montmorillonits zurückzuführen. Mit Zunahme des Kaolinit in den Oberböden der Profile Basalt, Diorit, und Tonschiefer nehmen die T-Werte ab. Da die Röntgenaufnahmen mehrerer Profile (Basalt, Diorit, Löß, Granit und Grauwacke) z. T. sehr starke Grundschwärzungen aufwiesen, muß mit der Anwesenheit von Allophanen gerechnet werden. Da die Sorptionskapazität der Allophane in sehr weiten Grenzen schwankt, ist eine bessere Übereinstimmung nicht zu erwarten.

In den Profilen bzw. Horizonten, in denen die Röntgenanalyse Tonminerale mit innerer Oberfläche nachweisen konnte, müßten auch die Werte für die Äthylenglykol-Anlagerung an der inneren Oberfläche höher sein als in Profilen, in denen keine Minerale mit veränderlichem Schichtpaketabstand auftreten. Daß dies der Fall ist, geht aus einer Gegenüberstellung der Befunde der Röntgenanalyse und der Werte für die innere Oberfläche (Tab. 25) hervor. Das Basaltprofil mit seinem Montmorillonitgehalt hat auch die höchsten Anlagerungswerte der inneren Oberfläche, und diese sind auch in den Profilen Granit und Diorit (der geringe Wert im ersten Zersatzhorizont muß auf einem Analysenfehler bei der Bestimmung der äußeren Oberfläche beruhen) sowie im Oberboden des Rötprofiles (Minerale mit teilweiser Schichtpaketquellung) relativ hoch. Die sehr hohen Werte des Lößprofiles können dagegen mit Hilfe der Röntgenanalyse nicht erklärt werden, da diese keine Minerale mit veränderlichem Schichtpaketabstand nachwies. Möglicherweise müssen hierfür Allophane verantwortlich gemacht werden. Daß die bei 14,03 Å auftretenden Linien der Horizonte des Tonschieferprofiles nicht auf die Anwesenheit von Mineralen mit innerer Oberfläche zurückzuführen sind, dürfte aus den relativ geringen Anlagerungswerten an der inneren Oberfläche hervorgehen.

Weitere Ausführungen über diese Zusammenhänge werden bei der Schlußbetrachtung der einzelnen Profile folgen. An dieser Stelle werden nur noch kurze vergleichende Erwägungen über den Gesamtkaligehalt mit einigen anderen Untersuchungsergebnissen angeführt.

Das Verhalten der Kaliwerte (Tab. 26) ist sehr uneinheitlich. Teils nimmt der Gesamtkaligehalt vom Oberboden zum Zersatz ab (Tonschiefer, Grauwacke und Buntsandstein), teils nimmt er zu (Muschelkalk, Röt und Granit), während in den Profilen Diorit und Löß in dem obersten Zersatzhorizont der höchste Wert, im Basaltprofil dagegen der tiefste Wert zu finden ist.

Setzt man den durchschnittlichen  $K_2O$ -Gehalt des Illits mit 6% an (SCHACHTSCHABEL 1953), so müßten sich zwischen diesem und dem Illitanteil Parallelen finden lassen, sofern nicht andere K-haltige Minerale anwesend sind. Nach der Röntgenanalyse wurden

im Oberboden des Muschelkalkprofils etwa 60% Illit ermittelt. Nach dem  $K_2O$ -Gehalt (5,02%) müßte dieses Mineral aber mit über 80% vertreten sein. (Über die quantitative Auswertung der Röntgenanalyse sowie über die Begrenzung derselben ist an andere Stelle berichtet worden.) Der Anstieg des  $K_2O$ -Gehaltes im Zersatzhorizont ist aber von einem Intensitätsanstieg der Illitlinie auf dem Röntgenfilm begleitet. Relativ hohe  $K_2O$ -Gehalte weist auch das Rötprofil auf, und im Zersatzhorizont stimmt der mit Hilfe der Röntgenanalyse und dem  $K_2O$ -Gehalt ermittelte Wert (etwa 75%) überein, während die Röntgenanalyse im Oberboden auf einen geringeren Anteil schließen läßt. Im Gegensatz dazu weist das Profil mit den geringsten  $K_2O$ -Gehalten (Basalt) auch geringe Illitgehalte auf.

In der nun folgenden Schlußbetrachtung werden noch einmal, getrennt nach Profilen, die wichtigsten chemischen, kolloidchemischen und röntgenographischen Untersuchungsergebnisse der Kolloidfraktionen zusammengefaßt und, soweit dies möglich ist, die Bildung bzw. die Umbildung der Tonminerale gedeutet.

## E. Schlußbetrachtung

### 1. Granit

Sämtliche Horizonte des Granitprofils weisen in den Kolloidfraktionen Eigenschaften auf, die denen des Illits entsprechen, und dieser ist es auch, der neben Kaolinit den Hauptbestandteil der Tonfraktion bildet. In diesem Profil scheint eine Abhängigkeit zwischen dem Illit und dem Kaolinit zu bestehen. Die Molekularverhältnisse der Kolloide und die  $\gamma$ -Werte nehmen vom Zersatz zum Oberboden ab, der Kaolinit nimmt, auf Grund der Röntgenanalyse, in gleicher Richtung zu, der Illit aber ab. Weiterhin wurde noch Glimmer festgestellt. Von ihm dürfte sich der Illit z. T. ableiten. Über die Verwitterung des Glimmers zu kolloider Größenordnung und über seine Kaliverarmung wird von verschiedenen Autoren berichtet (JASMUND 1955, JEFFRIES u. a. 1953, SCHACHTSCHABEL 1953). Aber auch aus Feldspäten können Illite gebildet werden.

Ein weiterer typischer Vertreter der Kolloidfraktionen der Granitböden ist Kaolinit (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1952, STEPHEN 1952). Sein Anteil nimmt zum Oberboden zu. Seine Bildung kann auf einer Mineralumbildung des Illits über die Zwischenstufen, die in diesem Profil auftreten, erfolgt sein. Diese Möglichkeit wird auch von McLAUGHLIN (1955) diskutiert. Dieser Autor fand Hydroglimmer illitischer Natur in der Kolloidfraktion eines auf granitischem Ausgangsmaterial entstandenen Bodens.

### 2. Diorit

Die chemischen, kolloidchemischen und röntgenographischen Untersuchungsergebnisse weisen in diesem Profil gute Übereinstimmungen auf, wenn man davon absieht, daß die Molekularverhältnisse denen des Kaolinit entsprechen, worauf aber schon an anderer Stelle hingewiesen wurde. Trotzdem wird die aus den Molekularverhältnissen abgeleitete Annahme, daß Kaolinit in diesem Profil anwesend ist, durch die Röntgenanalyse bestätigt, doch ist sein Anteil nicht so hoch, um dieses enge Molekularverhältnis zu rechtfertigen. Möglicherweise sind kieselsäurearme primäre Minerale dafür verantwortlich. Es muß damit gerechnet werden, daß der im Gestein stark ver-

trete Biotit z. T. bis zur kolloiden Größenordnung verwittert ist und daß das in ihm enthaltene Eisen dem Angriff des reduzierenden Mittels (Natriumdithionit) bei der Bestimmung des freien Eisenoxyds großen Widerstand entgegengesetzt, so daß durch das Vorhandensein des Biotiteisens das Molekularverhältnis  $\text{geb.SiO}_2/\text{geb.R}_2\text{O}_3$  der Kolloide verengt wird. Mit ähnlichen Verhältnissen muß in dem anschließend zu besprechenden Basaltprofil gerechnet werden, indem Magnetit und Ilmenit das Molekularverhältnis  $\text{geb.SiO}_2/\text{geb.R}_2\text{O}_3$  herabsetzen. Aus den vorliegenden Ergebnissen geht hervor, daß der Mineralanteil, der kaolinitische Eigenschaften aufweist, zum Oberboden zunimmt.

Die Röntgenanalyse identifizierte in den Zersatzhorizonten Illit als Hauptkomponente, während im Oberboden dieses Mineral nicht auftritt. Dafür ist aber die Linie bei 14,03 Å in diesem Horizont am stärksten. Die weitere Umwandlung des Illits dürfte in diesem Fall den Montmorillonit als Umbildungsstufe umgehen und sofort zum Kaolinit führen, da die pH-Werte für die Stabilität montmorillonitischer Minerale zu niedrig sein dürften. Der Illit wird vom Glimmer abzuleiten sein.

### 3. Basalt

Die Übereinstimmungen der kolloidchemischen und der röntgenographischen Untersuchungsergebnisse in diesem Profil sind gut, während die Molekularverhältnisse von diesen Ergebnissen abweichen. Das Vorhandensein des durch die Röntgenanalyse identifizierten Montmorillonits wird von den kolloidchemischen Werten bestätigt, und aus diesen geht auch die Entwicklungstendenz dieses Minerals hervor.

Über das Auftreten von Montmorillonit in Basaltverwitterungsböden wird von mehreren Autoren berichtet. JASMUND (1955) weist auf die Bildungsmöglichkeit bei der Verwitterung basaltischer Gesteine hin, und BUTLER (1954) und NOLL (zit. in SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1952) sowie HEIDE, JUNG und LAATSCH (zit. in SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1952) fanden reinen Montmorillonit in Basaltverwitterungsböden.

Der Montmorillonitanteil nimmt vom untersten zum obersten Zersatzhorizont zu, um im Oberboden mit der stärksten Lößbeimengung wieder abzunehmen. Kaolinit tritt nur im Oberboden auf, deshalb auch die Abnahme der kolloidchemischen Werte (T-Wert; y-Wert) in diesem Horizont. Seine Herkunft dürfte auf dem Zerfall montmorillonitischer Minerale, vielleicht auch auf äolischer Zufuhr mit dem Löß beruhen. Ursprünglich dürfte der Montmorillonitgehalt im Oberboden höher gewesen sein. Die gleiche Vermutung äußert auch KELLEY (1939), welcher ebenfalls eine Abnahme des Montmorillonits und eine Zunahme des Kaolinites im Oberboden nachweisen konnte.

Über die Bildungsbedingungen des Montmorillonits mit Sicherheit Aussagen zu machen, ist nicht möglich. Die starken Grundschwärzungen auf den Röntgenfilmen lassen auf das Vorhandensein amorpher Verwitterungsprodukte (Allophane) schließen. Der hohe Lößanteil im Oberboden dürfte auch die Bildung des Illits begünstigt haben.

Schwieriger als bei den auf Eruptivgesteinen gebildeten Böden ist die Deutung des Tonmineralbestandes bei den auf Sedimenten entstandenen Böden. Hier können die Tonminerale in ihrer vorliegenden Ausbildung z. T. schon in das Sediment eingelagert und später bei der Verwitterung freigelegt worden sein. Daneben sind diagenetische Veränderungen zu berücksichtigen.

#### 4. Tonschiefer

Molekularverhältnisse,  $\gamma$ -Wert und Röntgenanalyse weisen auch in diesem Profil übereinstimmende Tendenzen auf. Mit Hilfe der Röntgenanalyse konnte Illit als das am stärksten vertretene Mineral identifiziert werden. Sein Anteil nimmt zum Zersatz hin zu. Dagegen sind der Kaolinit- und der Chlorit-Gehalt im Oberboden am höchsten. Bei den Molekularverhältnissen drückt sich dies durch eine Abnahme derselben aus. Auch in diesem Profil muß mit einer Mineralumwandlung in Richtung kaolinitischer Typen gerechnet werden. Während alle übrigen Werte auf eine gleichmäßig geringer werdende Umwandlung mit zunehmender Tiefe deuten, scheint diese Umwandlung die Sorptionskapazität nicht in gleichem Maße erfaßt zu haben, da das Maximum derselben im ersten Zersatzhorizont zu finden ist. Die identifizierten kaolinitischen Minerale müssen für das enge Molekularverhältnis verantwortlich gemacht werden. Da in dem untersten Zersatzhorizont noch geringe Glimmergehalte festgestellt wurden, dürfte der Illit z. T. im Verlauf der Bodenbildung entstanden sein.

Eine fossile Bildungsmöglichkeit wird von JASMUND (1955) diskutiert. Ursprünglich sollen in den Meeressedimenten, aus denen der Tonschiefer hervorgegangen ist, montmorillonitische Minerale bzw. kaliverarmte Illite vorgeherrscht haben. Unter dem Einfluß des hohen Kaligehaltes des Meerwassers haben sich diese durch K-Festlegung in Illit umgewandelt. Über die Herkunft des Chlorits berichtet GRIM (zit. in JASMUND 1955). Dieser Autor fand neben Illit als Hauptbestandteil in paläozoischen Tonschiefern Chlorit in wechselnden Mengen, der wahrscheinlich aus Hornblende hervorgegangen ist. Nach GRIM soll sich auch ein Teil des Kaolinites in ein chloritartiges Mineral umgewandelt haben. Kaolinit wurde ebenfalls in vielen Meeressedimenten in geringerem Umfang gefunden.

Setzt man voraus, daß der fossile Kaolinit bei der Ablagerung in allen Horizonten in gleichen Anteilen vertreten war, so müßte die rezente Bildung vom Zersatz zum Oberboden zugenommen haben.

#### 5. Grauwacke

Sämtliche Untersuchungen ordnen die in der Kolloidfraktion auftretenden Minerale in die Gruppe der glimmerähnlichen Minerale ein, auf eine Abnahme des Illitgehaltes im Oberboden lassen aber nur die Molekularverhältnisse und die Sorptionskapazitäten schließen. Da die Röntgenaufnahmen sehr schwach waren, ist eine weitere Deutung nicht möglich. Neben Illit sind Kaolinit und Glimmer in geringem Umfang vorhanden, wobei der Illit aus dem Glimmer hervorgegangen sein dürfte. Ob es sich bei dem Kaolinit um eine fossile oder rezente Bildung oder um eine Mineralumbildung handelt, ist nicht zu klären.

#### 6. Buntsandstein

Neben geringen Mengen Kaolinit ist Illit vorwiegend vertreten, und die kolloidchemischen und röntgenographischen Untersuchungsergebnisse lassen eine Zunahme des Illits zum Zersatz erkennen. Im Gegensatz dazu ist das Molekularverhältnis im Zersatz enger. Da aber alle anderen Untersuchungsergebnisse, auch die der gebundenen Kieselsäure und des gebundenen Eisens auf eine Zunahme im Zersatz deuten, muß mit einer im Oberboden stärkeren Kaolinitbildung gerechnet werden. Eine quantitative Auswertung der Kaolinitlinie auf den Röntgenfilmen war aber nicht möglich.

### 7. Röt

Obleich die Molekularverhältnisse der Kolloide im Zersatz höher sind als im Oberboden, ist eine Zunahme der Sorptionskapazität und der  $\gamma$ -Werte zum Oberboden zu verzeichnen, wobei aber sämtliche Werte noch im Illitbereich liegen. Das im Zersatzhorizont weitere Molekularverhältnis dürfte seine Ursache in dem Vorhandensein der montmorillonitischen Minerale haben, während die kolloidchemischen Eigenschaften nicht so stark von diesen Mineralen beeinflusst werden. Für die kolloidchemischen Eigenschaften des Oberbodens dürften die Illitzwischenstufen verantwortlich sein, die in diesem Horizont auftreten. Der Illit, der auch in diesem Profil am stärksten vertreten ist, nimmt zum Zersatz ab. Über die Bildung der montmorillonitischen Minerale (wir vermuten, daß es sich um Nontronit handelt) können nur Vermutungen geäußert werden. Das Vorhandensein der Linie bei 14,03 Å im Oberboden und ihre Abwesenheit im Zersatzhorizont lassen darauf schließen, daß der Nontronit aus Illit hervorgegangen ist, was bei den hohen Basengehalten des Zersatzhorizontes durchaus möglich wäre. In welcher Richtung sich aber die Umbildung des Illits im Oberboden vollzieht, ist nicht zu erkennen, da Unterschiede bei den ohnehin sehr geringen Kaolinitgehalten mit Hilfe der Röntgenanalyse nicht auszumachen waren. Die kolloidchemischen Eigenschaften lassen aber vermuten, daß eine merkliche Mineralumwandlung noch nicht stattgefunden hat.

### 8. Muschelkalk

In beiden Horizonten dieses Profils ist Illit das einzige Tonmineral, das mit Hilfe der Röntgenaufnahmen ermittelt werden konnte, und auch die chemischen und die kolloidchemischen Werte liegen in dem Bereich dieses Minerals. Der Illitgehalt dürfte im Oberboden etwa 60% betragen, während im Zersatz dieser Anteil etwas höher zu sein scheint. Illitgehalte in gleicher Größenordnung konnte auch SCHROEDER (1952) finden. Obleich das Molekularverhältnis des Zersatzhorizontes merklich weiter ist als das des Oberbodens, nimmt der  $\gamma$ -Wert zum Oberboden zu. Da auch die Äthylenglykol-Anlagerung an der Gesamtoberfläche der Oberbodenkolloide höher ist, können diese Eigenheiten nur auf einem größeren Zerteilungsgrad des Illits im Oberboden beruhen.

Über die Bildungsbedingungen des Illits in Muschelkalken werden verschiedene Ansichten vertreten (JASMUND 1955). Eine Möglichkeit ist die der K-Fixierung an der inneren Oberfläche montmorillonitischer Minerale, wie sie schon erwähnt wurde, eine andere die der Einlagerung von Glimmern in die Kalksedimente, aus denen nach teilweisem Kaliverlust der Illit hervorgegangen ist.

### 9. Löß

Die besten Hinweise auf eine Mineralumbildung im Oberboden geben die chemischen und kolloidchemischen Untersuchungsergebnisse dieses Profils. In keinem anderen Profil treten derart gute Übereinstimmungen auf. Leider wurde die Auswertung der Röntgenaufnahmen, die für alle Horizonte Illit und geringe Mengen Kaolinit ergaben, wegen der starken Grundschwärzungen sehr erschwert, so daß diese nicht zur Unterstützung der übrigen Ergebnisse herangezogen werden können. Nach ein übrigen Analysenergebnissen zu schließen, müssen ursprünglich sorptionsstärkere Minerale im Oberboden vorhanden gewesen sein. Aus den sehr hohen T-Werten wäre

zu schließen, daß, wenn man die sorptionsschwachen Komponenten Kaolinit und Quarz berücksichtigt, ein gewisser Anteil Montmorillonit vorhanden wäre.

Die Röntgenanalyse konnte darüber aber keine Klarheit verschaffen. So muß auch hier mit einem hohen Zerteilungsgrad des Illits und mit dem Auftreten von Allophanen (starke Grundschwärzung der Röntgenfilme) gerechnet werden. VANDERMAREL (1950) konnte in einem Lößlehm (Limburg) ebenfalls überwiegend Illit nachweisen.

Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen an den Kolloidfraktionen einiger typischer Böden Hessens lassen darauf schließen, daß für die Bildung der in den Kolloidfraktionen vorhandenen Tonminerale das im Untersuchungsgebiet herrschende Klima und die Basengehalte sowie die Basenanlieferung bei der Verwitterung der Muttergesteine verantwortlich sind. Der Einfluß des Basengehaltes und der Basenanlieferung tritt besonders in den Profilen Basalt und Diorit hervor. Beide Profile weisen relativ hohe Basengehalte in den Ausgangsgesteinen und in den Feinböden auf. Die Basennachlieferung scheint in dem erstgenannten Profil gut zu sein, da es hier zu einer Montmorillonitbildung gekommen ist. Demgegenüber dürfte die Basennachlieferung in dem Diorit-Profil sehr langsam vonstatten gehen, was aus den niedrigen pH-Werten und aus dem relativ hohen Kaolinit-Anteil hervorgeht. Die Abhängigkeit der Molekularverhältnisse der Kolloide von den Basengehalten der Ausgangsgesteine bzw. von der Basenanlieferung ist ein weiterer Hinweis in dieser Richtung.

Mit Ausnahme des Basaltprofils herrscht in den Kolloidfraktionen aller Profile Illit vor. In wechselnden, aber relativ geringen Anteilen ist auch, mit Ausnahme eines Profils, Kaolinit vertreten. Diese Befunde stimmen mit den Angaben von STREMMER (1954) überein, indem in den Kolloidfraktionen der Braunen Waldböden — und zu diesem Bodentyp sind auch, mit Ausnahme des Muschelkalkprofils, die untersuchten Profile zu rechnen — Illit als Hauptkomponente, begleitet von geringen Anteilen Kaolinit, zu finden ist. Weiterhin geht aus den vorliegenden Untersuchungsergebnissen hervor, daß der Kaolinitanteil in fast allen Profilen zum Oberboden zunimmt, bzw. Kaolinit nur im Oberboden vorhanden ist. Dabei dürfte es sich aber nicht in allen Fällen nur um eine Neubildung dieses Minerals, sondern auch um eine Mineralumbildung aus Illit bzw. Montmorillonit handeln (Löß, Diorit, Granit, Basalt und Tonschiefer), wobei diese Umwandlung in den der Verwitterung am stärksten ausgesetzten Oberböden am intensivsten ist. Dagegen ließen sich keine Mineralumbildungen in Richtung des Kaolinites in den Profilen Muschelkalk und Röt feststellen.

## F. Zusammenfassung

Es wurden neun Profile auf Eruptiv- und auf Sedimentgesteinen untersucht.

Folgende Profile wurden erfaßt:

- |  |  |
|--|--|
| 1. Granit (3 Horizonte)                  | 6. Mittlerer Buntsandstein (2 Horizonte) |
| 2. Diorit (3 Horizonte)                  | 7. Röt (2 Horizonte)                     |
| 3. Basalt (+ Löß) (4 Horizonte)          | 8. Muschelkalk (2 Horizonte)             |
| 4. Devonischer Tonschiefer (3 Horizonte) | 9. Löß (3 Horizonte)                     |
| 5. Karbonische Grauwacke (2 Horizonte)   |  |

Tabelle 26. Zusammenstellung der

Profil	Horizont	SiO <sub>2</sub>	fr. SiO <sub>2</sub>	geb. SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	fr. Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	geb. Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$
Granit	Obb.	42,16	4,87	37,29	25,35	8,51	5,19	3,32	2,34
	Zers. 1	45,76	4,42	41,34	26,06	9,05	4,48	4,57	2,45
	Zers. 2	44,35	3,34	41,01	24,92	11,04	6,60	4,44	2,36
Diorit	Obb.	35,22	4,15	31,07	25,84	9,80	5,05	4,75	1,86
	Zers. 1	39,65	4,10	35,55	26,88	11,95	3,05	8,90	1,95
	Zers. 2	38,14	3,21	34,93	25,59	12,14	3,27	8,87	1,94
Basalt	Obb.	42,06	6,05	36,01	18,12	12,09	3,96	8,13	2,75
	Zers. 1	40,68	2,41	38,27	18,24	11,78	1,32	10,46	2,68
	Zers. 2	43,91	3,03	40,88	19,49	13,25	1,21	12,04	2,67
	Zers. 3	36,87	2,82	33,35	24,77	9,55	0,93	8,62	1,99
Tonschiefer	Obb.	45,36	11,60	33,76	22,86	11,70	4,16	7,54	2,54
	Zers. 1	45,71	10,41	35,30	24,36	10,89	3,59	7,30	2,48
	Zers. 2	47,43	13,20	34,23	23,20	9,89	3,49	6,40	2,72
Grauwacke	Obb.	43,62	12,09	31,53	19,17	10,76	4,00	6,76	2,85
	Zers.	45,93	10,42	35,51	19,78	10,92	3,32	7,70	2,91
Buntsandstein	Obb.	49,88	13,87	36,01	21,33	6,88	2,63	4,25	3,28
	Zers.	44,71	6,75	37,96	27,31	7,71	3,23	4,48	2,36
Röt	Obb.	45,62	3,95	41,67	21,96	8,17	1,89	6,28	2,85
	Zers.	44,96	2,69	42,27	19,71	9,51	2,51	7,00	2,96
Muschelkalk	Obb.	43,72	6,63	37,09	23,82	8,22	4,65	3,57	2,56
	Zers.	48,96	5,17	43,79	22,17	8,87	5,69	3,18	2,97
Löß	Obb.	43,96	7,18	36,78	22,39	10,88	5,79	5,09	2,54
	Zers. 1	45,24	7,10	38,14	21,83	11,30	5,49	5,81	2,64
	Zers. 2	45,78	8,57	37,21	21,31	10,95	4,26	6,69	2,76

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die Tonfraktion der Böden ist gegenüber den Ausgangsgesteinen kieselsäureärmer und sesquioxydreicher. Folglich sind die Molekularverhältnisse  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$  und  $\text{geb. SiO}_2/\text{geb. R}_2\text{O}_3$  der Kolloide enger als die  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ -Verhältnisse der Ausgangsgesteine. Für die Feinböden ist keine einheitliche Tendenz festzustellen.

2. Die Gegenüberstellung der Molekularverhältnisse  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$  (Gestein) und der  $\text{geb. SiO}_2/\text{geb. R}_2\text{O}_3$ -Verhältnisse (Kolloid) ergibt kein klares Bild.

3. In Profilen, deren Feinböden hohe Basengehalte aufweisen, ist das Molekularverhältnis der Kolloide weit.

4. In mehreren Profilen ist eine Zunahme des Kolloidanteils mit engerem Molekularverhältnis zum Oberboden hin zu verzeichnen.

Analysenergebnisse der Kolloidfraktionen

$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{geb. SiO}_2}{\text{geb. F}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{geb. SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{geb. Fe}_2\text{O}_3}$	pH (KCl) bzw. % CaCO <sub>3</sub> d. Fbd.	T-Wert vor Zerst. d. org. Substanz mval/100 g	% org. Substanz	T-Wert nach Zerst. d. org. Substanz mval/100 g	% K <sub>2</sub> O	Äthylenglyk- Anlg. innere Oberfl. mg/g	$\eta$ -Wert
2,83	2,31	2,51	11,91	4,10	45,42	4,65	29,67	2,86	51,1	14,1
2,98	2,42	2,70	8,96	4,07	30,68	1,00	27,62	3,52	65,0	16,4
3,02	2,51	2,80	7,88	3,95	33,94	1,10	28,71	3,52	65,0	16,7
2,31	1,82	2,04	8,56	4,00	76,55	6,55	31,92	2,33	53,4	14,5
2,50	1,85	2,24	4,74	4,00	44,22	2,06	34,08	3,04	10,5	8,0
2,53	1,89	2,31	4,54	4,20	76,56	3,50	55,51	2,05	60,2	18,5
3,94	2,62	3,36	3,50	4,57	76,36	3,81	56,77	2,35	99,3	25,4
3,79	2,61	3,56	2,74	5,12	67,14	0,70	66,86	1,40	149,2	34,5
3,83	2,56	3,56	2,53	5,52	64,96	0,22	65,43	1,80	141,7	33,3
2,48	1,86	2,28	4,50	5,55	54,78	0,74	61,28	2,16	124,2	30,1
3,36	2,07	2,51	4,53	3,65	28,22	3,37	25,89	4,95	17,6	9,1
3,19	2,06	2,46	5,22	3,85	31,35	2,70	29,36	4,89	8,7	8,1
3,47	2,12	2,50	5,68	3,40	27,28	2,05	26,52	4,46	24,5	10,2
3,86	2,28	2,78	4,35	6,31	50,25	6,75	29,57	4,12	35,7	12,3
3,94	2,44	3,05	4,07	5,61	43,26	4,88	31,57	4,11	34,4	12,3
3,96	2,56	2,88	7,87	4,95	39,59	5,86	25,88	3,65	17,5	8,4
2,78	2,13	2,36	9,54	4,00	28,65	0,85	27,54	3,37	34,1	11,2
3,52	2,72	3,21	5,48	3,95	40,16	2,00	35,25	4,40	58,4	16,9
3,86	2,95	3,62	4,42	5,80	35,21	0,46	34,27	4,48	34,7	12,8
3,11	2,41	2,64	10,45	33,45 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	52,83	5,35	39,01	5,02	52,1	16,7
3,73	3,06	3,34	10,95	61,90 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	38,44	0,98	33,79	6,16	26,5	12,4
3,32	2,43	2,78	6,92	5,85	51,69	1,30	50,64	3,17	66,1	18,2
3,52	2,53	2,96	5,88	6,40	54,85	0,85	55,66	3,62	103,9	26,7
3,65	2,46	2,96	5,00	0,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	52,96	0,85	54,99	2,61	97,2	24,4

5. Das freie Eisenoxyd und die freie Kieselsäure (Quarz) nehmen, mit wenigen Ausnahmen, zum Oberboden hin zu. Die Molekularverhältnisse  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{geb. F}_2\text{O}_3$  lassen in mehreren Profilen eine zum Oberboden hin zunehmende Kolloidumwandlung zu eisenärmeren Typen vermuten.

6. Die Sorptionskapazität der aus basenreichen Ausgangsgesteinen hervorgegangenen Tonfraktionen ist höher als die der aus basenarmen Gesteinen hervorgegangenen Tonfraktionen.

7. In sechs der neun Profile nimmt die Sorptionskapazität zum Oberboden hin ab.

8. Zwischen den Molekularverhältnissen der Kolloide und den T-Werten derselben können nur grobe Beziehungen festgestellt werden.

9. Die  $y$ -Werte sprechen fast allen Tonfraktionen illitähnliche Eigenschaften zu. Nur die  $y$ -Werte der Tonfraktionen des Basaltprofils und die des ersten Zersatzhorizontes des Lößprofils liegen im untersten Bereich montmorillonitischer Eigenschaften. In sechs der neun Profile sind die  $y$ -Werte im Oberboden niedriger als im Zersatz.

10. Die Röntgenanalyse identifizierte in den Tonfraktionen fast aller Profile Illit als vorherrschendes Mineral. Nur im Basaltprofil konnte Montmorillonit festgestellt werden. Kaolinit tritt nur in geringen Anteilen auf; sein Anteil ist in den Oberböden fast immer höher als in den Zersatzhorizonten. Die starken Grundschwärzungen auf den Röntgenfilmen mehrerer Profile lassen auf Allophane schließen.

11. Für die Zusammensetzung der Tonkolloide der untersuchten Böden müssen das im Untersuchungsgebiet herrschende Klima und die Basengehalte bzw. die Basenlieferung bei der Verwitterung der Ausgangsgesteine verantwortlich gemacht werden. Mit Mineralumwandlungen des Montmorillonits und des Illits in Richtung des Kaolinites muß in den Profilen Basalt, Diorit, Granit, Löß und Tonschiefer gerechnet werden.

### G. Anhang, Die Chrysoidin-Anlagerung

Neben den angeführten Untersuchungen wurde die Durchführung einer Methode versucht, mit Hilfe der Anlagerung des Farbstoffes Chrysoidin auf die in der Kolloidfraktion vorherrschenden Tonminerale zu schließen. Da diese Methode aber zu keinem befriedigenden Ergebnis führte, konnte sie nicht im Rahmen dieser Arbeit verwendet werden.

Ausgegangen wurde dabei von Versuchen, wie sie von M. A. RATEJEW und N. E. WEDENEJEW beschreiben wurden. Nach diesen Autoren soll Chrysoidin Montmorillonit ziegelrot und Hydroglimmer (Illit) gelb färben. Bei Kaolinit soll keine Färbung auftreten. Beim Auswaschen mit Wasser soll Kaolinit den Farbstoff wieder abgeben, Montmorillonit und Hydroglimmer dagegen nicht.

Da die letztgenannte Eigenschaft der Farbstoffabgabe des Kaolinites nicht auftrat, — Kaolinit hielt auch noch geringe Farbstoffmengen zurück —, wurde versucht, diese Methode zur halbquantitativen Bestimmung auszubauen. Dabei wurde wie folgt verfahren:

Verschiedene Mischungsanteile von Bentonit und Kaolinit wurden hergestellt. Die Angaben an der Ordinate in Darstellung 6 bedeuten folgendes: Ein Mischungsanteil von  $\frac{3}{3} = 0,3$  g Substanz; z. B.  $\frac{1}{3}$  K +  $\frac{2}{3}$  B = 0,1 g Kaolinit + 0,2 g Bentonit. Neben den Einwaagen von 0,3 g sind auch solche von 0,1 g ( $\frac{1}{3}$ ) und 0,2 g ( $\frac{2}{3}$ ) aufgeführt. Die Einteilung der Ordinate erfolgte nach dem Anstieg der prozentualen Durchlässigkeit der einzelnen Mischungen. Die Mischungen von Bentonit und Kaolinit und die verminderten Einwaagen von Bentonit und Kaolinit, wie sie in Abb. 6 angegeben sind, wurden mit je 10 ml 0,4%iger Chrysoidinlösung (pH 3) in Reagenzgläsern kräftig geschüttelt und quantitativ mit Wasser (pH 3) auf Blaubandfilter (Analysentrichter) übergespült. Die durchlaufende Farbstofflösung wurde in 250 ml Meßkolben aufgefangen und die Durchwaschung bis zur Füllung der Kolben fortgesetzt.

Die durchgewaschenen Farbstofflösungen zeigten schon visuell gute Unterschiede, indem bei hohem Bentonit-Anteil der Farbton in gelb, bei hohem Kaolinit-Anteil in rot überging. Die Messung erfolgte mit einem Spektralphotometer. (Die Zahlen an den Kurven in Abb. 6 geben die für die Messung verwendeten Wellenlängen in  $m\mu$  an.)

Wie aus Abb. 6 hervorgeht, besteht eine gute Abhängigkeit vor allem bei 560 m $\mu$  zwischen den Mischungsanteilen und der prozentualen Durchlässigkeit. Bei einer Einwaage von 0,2 g Kaolinit (=  $\frac{2}{3}$  K) war allerdings die prozentuale Durchlässigkeit etwas geringer als bei einer Einwaage von 0,1 g Kaolinit ( $\frac{1}{3}$  K). Die Werte der prozentualen Durchlässigkeit bei 560 m $\mu$  der Mischungsanteile mit einer Gesamteinwaage von 0,3 g sind durch „Strich-Punkt“ miteinander verbunden.

Da aber damit gerechnet werden mußte, was die später durchgeführten Analysen auch bestätigten, daß Minerale der Montmorillonitgruppen nur im geringen Umfang

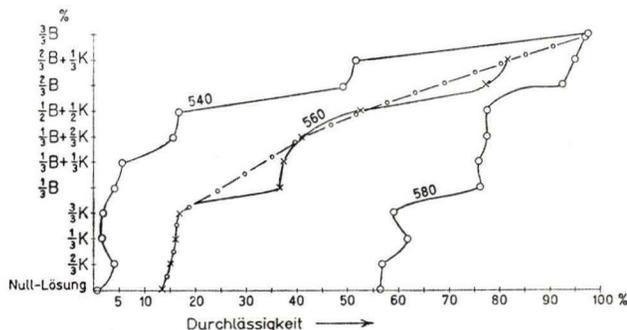


Abb. 6. Chrysoidin-Anlagerung

aufzutreten, wurde die gleiche Versuchsreihe mit Mischungsreihen aus Illit und Kaolinit durchgeführt. Diese führte aber zu keinem Ergebnis, da keine Farbunterschiede festgestellt werden konnten. Der Grund für diese Erscheinung dürfte in dem geringen Unterschied des Sorptionsvermögens der beiden Tonminerale zu suchen sein. Hinzu kam noch, daß zwar bei dem Kaolinit eine starke Dispergierung möglich war, der Illit sich aber nicht vollständig zerteilen ließ. (Verwendet wurde die Fraktion kleiner als 0,002 mm, gemörsert und gesiebt auf 0,5 mm).

Leider standen uns reine Tonminerale nicht in größerer Menge zur Verfügung, so daß diese Versuche abgebrochen werden mußten.

#### Schriftenverzeichnis

- ABRUNA, F. and SMITH, R. M.: Clay Mineral Types and Related Soil Properties in Puerto Rico. — *Soil Sci.*, **75**, 411—420, 1953.
- ALEXANDER, L. T., HENDRICKS, S. B. and NELSON, R. A.: Minerals present in Soil Colloids. — *Soil Sci.*, **48**, 273—279, 1939.
- ALEXANDROWA, L. N.: Wechselwirkung von Humusstoffen mit dem mineralischen Bodenanteil. — *Počovedenie*, **3**, 23, 1954 (russisch).
- AOMINE, S. and YOSHINAGA, N.: Clay Minerals of some well drained Volcanic Ash-Soils. — *Soil Sci.*, **79**, 349—358, 1955.
- BARSHAD, J.: Cation Exchange in Micaceous Minerals, I. — *Soil Sci.*, **77**, 463—472, 1954.
- BARTLETT, J. B., RUBLE, R. W. and THOMAS, R. P.: The Influence of Hydrogen Peroxide Treatments on the Exchange Capacity of Maryland Soils. — *Soil Sci.* **44**, 123—138, 1937.
- BIDWELL, O. W. and PAGE, J. B.: The Effect of Weathering on the Clay Mineral Composition of Soils in the Miami Catena. — *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **15**, 314—318, 1951.
- BRAY, R. H.: Chemical and Physical Changes in Soil Colloids with Advancing Development in Illinois Soils. — *Soil Sci.*, **43**, 1—4, 1937.

- BROWN, A. L. and CALDWELL, A. C.: Clay Mineral Content of the Colloidal Material extracted from a Solodi Soil Profile. — *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **11**, 213—215, 1946.
- BUTLER, J. R.: The Geochemistry and Mineralogy of Rock Weathering. — *Geochem. et Cosmochim. Acta*, **6**, 268—281, 1954.
- COLEMAN, R. and JACKSON, M. L.: Mineral Composition of the Clay Fraction of Several Coastal Plain Soils of Southwestern United States. — *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **10**, 381—391, 1945.
- CORRENS, C. W.: Einführung in die Mineralogie. Berlin, Göttingen, Heidelberg. Springer-Verlag, 1949.
- DEB, B. C.: The Estimation of Free Iron Oxides in Soils and Clays and their Removal. — *Journ. Soil Sci.*, **1**, 212—220, 1950.
- DION, H. G.: Iron Oxide Removal from Clays and its Influence on Base Exchange Properties and X-Ray Diffraction Patterns of the Clays. — *Soil Sci.*, **58**, 411—424, 1944.
- DYAL, R. S. and HENDRICKS, S. B.: Total Surface of Clays in Polar Liquids as a Characteristic Index. — *Soil Sci.*, **69**, 421—432, 1950.
- — Formation of Mixed Layer Minerals by Potassium Fixation in Montmorillonite. — *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **16**, 45—51, 1952.
- FREI, E. and CLINE, M. G.: Profile Studies of Normal Soils of New York. — *Soil Sci.*, **68**, 333 bis 344, 1949.
- GOLDICH, S. S.: A Study of Rock Weathering. — *Journ. of Geolog.* XLVI, 17—58, 1938.
- GORBUNOW, N. J.: Die Tonminerale in Schwarzerden, Kastanienfarbigen und Solonez-Böden. — *Počovedenie*, H. 11, 26, 1950 (russisch).
- HELLMANN, N. N., ALDRICH, D. G. and JACKSON, M. L.: Further Note on X-Ray Procedure for Positive Differentiation of Montmorillonite from Hydrous Mica — *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **7**, 194—200, 1942.
- HENDRICKS, S. B. and ALEXANDER, L. T.: Minerals present in Soil Colloids, I. — *Soil Sci.*, **48**, 257—268, 1939.
- HENDRICKS, S. B.: Base Exchange of the Clay Mineral Montmorillonite for Organic Cations and its Dependence upon Adsorption due to VAN DER WAALS Forces. — *Journ. of Phys. Chemistry*, **45**, 65—81, 1941.
- HERBERHOLD, R.: Über die Zusammensetzung und die Eigenschaften von Tonkolloiden in Abhängigkeit von den Entstehungs- und Umweltbedingungen. — *Notizblatt hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **82**, 269—302, 1954.
- HOSKING, J. S.: The Soil Clay Mineralogy of some Australian Soils Developed on Granitic and Basaltic Parent Material. — *Journ. Coun. Sci. Industr. Res.*, **13**, 206—216, 1940.
- HUFFMANN, H.: Mineralogische Untersuchungen an fünf Bodenprofilen über Basalt, Muschelkalk und Buntsandstein. — *Heidelberger Beiträge zur Mineralogie und Petrographie*, **4**, 67 bis 88, 1954.
- HUMBERT, R. P. and MARSHALL, C. E.: Mineralogical and Chemical Studies of Soil Formation from Acid and Basic Igneous Rocks in Missouri. — *Res. Bull. 359 of the University of Missouri*, January 1943.
- JACKSON, M. L. et. al.: Weathering Sequence of Clay-size Minerals in Soils and Sediments. I. — *Journ. of Physic. and Colloid Chem.*, **52**, 1237—1260, 1948.
- JASMUND, K.: Die silicatischen Tonminerale. — *Verlag Chemie, GmbH., Weinheim/Bergstr.* 2. Aufl. 1955.
- — Texturaufnahmen von blättchenförmigen Mineralen submikroskopischer Größenordnung in einer Debye-Scherrer-Kamera. — *Neues Jahrbuch für Mineralogie, (Monatshefte)*, 63—72, 1950.
- JEFFRIES, C. D., ROLFE, B. N. and KUNZE, S. W.: Mica Weathering Sequence in the Highfield and Chester Soil Profiles. — *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **17**, 337—339, 1953.
- KELLEY, W. P.: Comparative Studies of the Colloids of a Cecil and Susquehanna Soil Profile. — *Soil Sci.*, **47**, 175—193, 1939.
- KELLEY, W. P., DORE, W. H., WOODFORD, A. O. and BROWN, S. M.: The Colloidal Constituents of California Soils. — *Soil Sci.*, **48**, 201—255, 1939.
- KELLEY, W. P. and PAGE, J. B.: Criteria for the Identification of the Constituents of Soil Colloids. — *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **7**, 175—181, 1942.

- LINE, W. R. and ARADINE, P. W.: Determination of Quartz in the Presence of Silicates. — *Industr. and Engineering Chemistry*, **9**, 60—63, 1937.
- MARTIN, R. T.: Clay Minerals of five New York Soil Profiles. — *Soil Sci.*, **77**, 389—399, 1954.
- MARTIN, R. T. and RUSSELL, M. B.: Clay Minerals of four Southern New York Soils. — *Soil Sci.*, **74**, 267—279, 1952.
- MATTSON, S. and GUSTAVSSON, Y.: The Laws of Soil Colloidal Behavior, XIX. — *Soil Sci.*, **43**, 453—471, 1937.
- McCALEB, S. B.: Profile Studies of Normal Soils of New York, IV. — *Soil Sci.*, **77**, 319—333, 1954.
- McLAUGHLIN, R. J. W.: Iron and Titanium Oxides in Soil Clays and Silts. — *Geochim. et Cosmochim. Acta*, **5**, 85—96, 1954.
- Geochemical Changes due to Weathering under varying climatic Conditions. — *Geochim. et Cosmochim. Acta*, **8**, 109—130, 1955.
- MEHLICH, A.: Determination of Cation- and Anion-Exchange Properties of Soils. — *Soil Sci.*, **66**, 429—445, 1948.
- MEYERS, H. E.: Physiochemical Reactions between Organic and Anorganic Soil Colloids as Related to Aggregate Formation. — *Soil Sci.*, **44**, 331—357, 1937.
- MITCHELL, W. A.: A Review of the Mineralogy of Scottish Soil Clays. — *Journ. Soil Sci.*, **6**, 94 bis 98, 1955.
- MORTLAND, M. M.: Specific Surface and its Relationship to some Physical and Chemical Properties of Soils. — *Soil Sci.*, **78**, 343—347, 1954.
- NOLL, W.: Über die Bildungsbedingungen von Kaolin, Montmorillonit, Sericit, Pyrophyllit und Amalcim. — *Miner. und Petr. Mitteil.*, **48**, 210—247, 1936.
- PEARSON, R. W. and ENSMINGER, L. E.: Types of Clay Minerals in Albana Soils. — *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* **13**, 153—156, 1948.
- PENNINGSFELD, F.: Zur Kenntnis der Böden Albanien. — *Abh. R.-Amt Bodenforsch.*, N. F. 205, Berlin 1942.
- SCHACHTSCHABEL, P.: Aufbau und kolloidchemische Eigenschaften der Tonminerale. — *Ztschr. Pflzern. Düng. Bodenk.*, **56**, 227—238, 1952.
- Die Bindungsformen des Kaliums im Boden und seine Aufnehmbarkeit durch die Pflanzen. — *Kali-Briefe*, 19. Folge, Juni 1953.
- SCHAEFFER, F. and SCHACHTSCHABEL, P.: Lehrbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde, 1. Teil, — Enke-Verlag, Stuttgart 1952.
- SCHMALFUSS, K.: Pflanzenernährung und Bodenkunde. — Hirzel-Verlag, Leipzig 1950.
- SCHROEDER, D.: Über die nichtkarbonatischen Bestandteile in Weißjurakalken. — *Ztschr. Pflzern. Düng. Bodenk.*, **57**, 215—244, 1952.
- SCHROEDER, D.: Tonminerale mit Wechsellagerungsstruktur im Löß. — *Z. Pflzern. Düng. Bodenk.*, **70**, 17—22, 1955.
- SCHUCHT, F. und KURON, H.: Bodenbildung auf Gestein der Muschelkalkformation Mitteldeutschlands. — *Third Intern. Congr. Soil Sci.*, 1935 Transactions, **1**, 313—316.
- STEPHEN, I.: A Study of Rock Weathering with Reference to Soils of the Malvern Hills. — *Journ. Soil Sci.*, **3**, Nr. 2, 219, 1952.
- STREMMER, H. E., Die charakteristischen Tonminerale einiger Hauptbodentypen. — *Ztschr. Pflzern. Düng. Bodenk.*, **65**, 1—9, 1954.
- VANDERFORD, H. B.: Variations in the Clay and Silt Fractions of Loessial Soils caused by Climatic Differences. — *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **6**, 83—85, 1941.
- VANDERMAREL, H. W.: Potassium Fixation in Dutch Soils. — *Soil Sci.*, **78**, 163—179, 1954.
- The Mineralogical Composition of the Clay (< 2  $\mu$ ) Separate of the Dutch Soils and their Cationic Exchange Capacity. — *IV. Internat. Congr. Soil Sci. Amsterdam, 1950*, **II**, 92—94.
- WHITE, J. L.: Transformation of Illit into Montmorillonite. — *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **15**, 129 bis 133, 1951.
- WILKINSON, G. E. and GRAY, F.: A Clay Mineralogical Study of certain Reddish Prairie Soils of Oklahoma with an Estimation of the Montmorillonite and the Illite Content. — *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **18**, 264—268, 1954.

## Eine äolische Ablagerung der Jüngerer Tundrenzeit im Habichtswald

Von

**ERNST SCHÖNHALS**, Wiesbaden

Mit 3 Abbildungen und 1 Tabelle

### Inhalt

1. Einleitung . . . . .	380
2. Lage und Schichtenfolge des Aufschlusses . . . . .	381
3. Eigenschaften und Entstehung der Deckschicht . . . . .	382
4. Alter der äolischen Deckschicht . . . . .	384
5. Zusammenfassung . . . . .	386
Schriftenverzeichnis . . . . .	386

### 1. Einleitung

In den letzten Jahren wurden im Vogelsberg, im Taunus und in der Rhön feinsandig-lehmige Ablagerungen beobachtet, die in geringer Mächtigkeit (maximal 80 cm) und auf relativ kleinen Flächen den Untergrund bedecken. Sie konnten bisher nur in den genannten Gebirgen in über 500 m Höhe nachgewiesen werden. Die Korngrößenbestimmungen ergaben, daß bei der Bildung der Sedimente der Wind entscheidend mitgewirkt hat; denn die Fraktionen 0,01—0,05 mm und 0,1—0,5 mm sind recht erheblich an der Zusammensetzung beteiligt. Wie weiterhin aus mineralogischen Untersuchungen hervorgeht, handelt es sich um Anwehungen von Gesteinsmaterial aus der unmittelbaren Umgebung (Lokalfazies). Ferntransportierte Bestandteile scheinen nicht oder nur in geringer Menge vorhanden zu sein. Neben der Körnung ist die große Lockerheit ein zweites wichtiges Kennzeichen dieser Ablagerungen, aus denen trotz extremer Basenarmut und bei Jahresniederschlägen von 800 bis 1200 mm Braunerden hervorgegangen sind.

Wie in einer z. Z. im Druck befindlichen Arbeit (SCHÖNHALS 1957) näher ausgeführt wird, sind die Deckschichten sehr wahrscheinlich während der Jüngerer Tundrenzeit entstanden. Sie stellen somit wichtige Klimazeugen des eisfreien Gebietes während des Spätglazials dar. Außerdem gibt die auf den feinsandig-lehmigen Sedimenten entstandene Lockerbraunerde wichtige Anhaltspunkte für die Bodengeschichte. Beobachtungen an neu aufgefundenen, spätglazialen äolischen Ablagerungen sind daher wichtig. Aus diesem Grunde wird im folgenden über ein Vorkommen berichtet, das im November 1956 im Habichtswald beobachtet wurde.

## 2. Lage und Schichtenfolge des Aufschlusses<sup>1)</sup>

Der Aufschluß, eine nur noch gelegentlich in Betrieb befindliche Sandgrube, liegt am NO-Hang des Ziegenkopfes, der mit 550 m über N. N. zu den höheren Basaltkuppen des Habichtswaldes gehört (Topogr. Karte 1:25000 Bl. Kassel-West, Nr. 4622). Die Höhenlage der Sandgrube beträgt etwa 500 m. Der schwach nach SW ansteigende Hang wird östlich der Sandgrube von einem Fichtenbestand und westlich von Grünland eingenommen.

Schon entlang der Birkenallee, die bei Punkt 461,0 von der zum Herkules führenden Kohlenstraße abzweigt und am N-Rand des erwähnten Fichtenwaldes zur Sandgrube

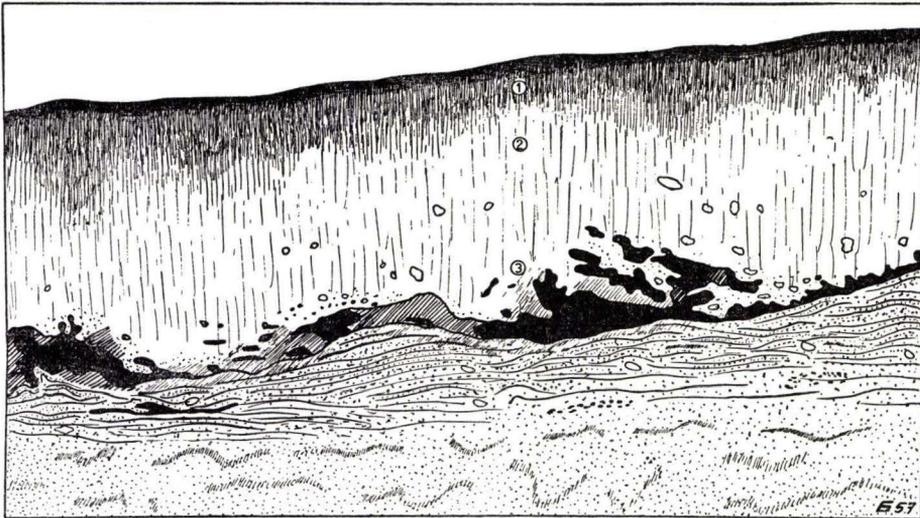


Abb. 1. Sandgrube am NO-Hang des Ziegenkopfes. Aufgeschlossen sind folgende Schichten: An der Basis schichtungsloser Sand des Untermiozäns, von welligen Eisenhydroxydbändern durchzogen; darüber der autochthone Solifluktuationsabschnitt mit wellig verlaufenden Sandschichten, darin einzelne Basaltsteine und Kieslagen (Strich- und Punkt-signatur). Der zweite Teil der autochthonen Solifluktuationszone besteht aus humosem Sand (schwarz und eng schraffiert). Der humose Sand greift zungen- und fingerförmig in die darüberfolgende spätglaziale äolische Deckschicht ein, was auf spätere frostdynamische Vorgänge zurückzuführen ist (im kältesten Abschnitt der Jüngerer Tundrenzeit). Die senkrechte dünne Schraffur deutet die etwa 90 cm mächtige äolische Deckschicht an; darin liegen einzelne Basaltsteine. Die geringe Bodenentwicklung wird durch die enge Schraffur zum Ausdruck gebracht. Die Zahlen 1, 2 und 3 geben die Entnahmetiefe der Bodenproben an. — Der Maßstab gilt auch für die Höhe des Profils.

führt, fiel ein lockerer Lehm Boden auf, der nach dem Abstechen der nördlichen Ostwand besonders gut in Erscheinung trat. Folgende Einzelheiten wurden hier beobachtet (Abb. 1): Die liegenden hellgrauen Sande des Untermiozäns (RÖSING 1957) sind nach oben hin gebändert und von Kieslagen durchzogen. Einzelne faustgroße Basaltsteine und Gerölle aus dem Untermiozän kommen vor. Die gebänderte Zone ist etwa 30 cm mächtig. Wie aus der wellenförmigen, bräunlichgrauen Bänderung und den Basaltsteinen hervorgeht, hat eine Umlagerung stattgefunden, die wohl nur

<sup>1)</sup> Eine Übersicht über die Aufschlüsse auf Bl. Kassel-West gab mir in dankenswerter Weise mein Kollege Dr. F. RÖSING, Wiesbaden.

auf Solifluktionvorgänge zurückgeführt werden kann. Das über der gebänderten Schicht folgende etwa 10 cm mächtige schwarze Band besteht aus stark humosem glimmerigem Feinsand, der in unmittelbarer Nähe in einer Mächtigkeit von etwa 40 cm ansteht. Auch das dünne Humusband ist durch Solifluktion entstanden, worauf die darin vorkommenden Basaltsteine und Gerölle aus dem Tertiär hinweisen. Über den anstehenden untermiozänen Sanden folgt also eine Solifluktionszone, die nur aus bodeneigenem Material besteht. Diese auch bei zahlreichen anderen Pleistozänprofilen Hessens über dem Liegenden zu beobachtende Zone wird daher als „autochthoner Abschnitt“ bezeichnet (SCHÖNHALS 1957 a). Er wird von dem „allochthonen Abschnitt“ überlagert, der aus schwach tonigem Staubsand besteht. Wie die Körnungsanalysen ergeben haben, beträgt der Anteil der Teilchen kleiner als 0,06 mm 59—65%. Die größeren Fraktionen ( $> 0,06$  mm = 35—41%) stammen aus dem liegenden untermiozänen Sand.

### 3. Eigenschaften und Entstehung der Deckschicht

Aus diesen Angaben ist bereits zu entnehmen, daß die Ablagerung über dem autochthonen Abschnitt nicht durch Solifluktion, sondern durch die aufbereitende Tätigkeit des Windes entstanden ist. Das geht am deutlichsten aus den Körnungsanalysen hervor (Tab. 1). Aus einer Tiefe von 10, 45—50 und 65—75 cm wurden Proben untersucht, deren Zusammensetzung folgende Schlüsse zuläßt: Der relativ hohe Gehalt an Staubsand (0,01—0,06 mm = 40—42%) stammt wahrscheinlich aus den Lößlehmdecken in der Umgebung. Ein Transport aus etwas größerer Entfernung ist jedoch nicht ausgeschlossen. Bei den Teilchen über 0,06 mm überwiegen bei weitem die Fraktionen 0,1—0,2 und 0,2—0,6 mm, die zusammen 29—34% ausmachen. Der hohe Anteil dieser beiden Korngruppen weist ebenfalls auf eine äolische Entstehung hin, dominieren doch auch bei den Flugsanden die genannten Fraktionen.

Die graphische Darstellung der 3 Körnungsanalysen (Abb. 2) läßt den für äolische Sedimente typischen hohen Gehalt der Fraktionen 0,01—0,06 und 0,1—0,6 mm noch einmal klar hervortreten. Äolische Korngemenge von ähnlicher Zusammensetzung kommen auch in den Randzonen vieler Lößgebiete vor (SCHÖNHALS 1953).

Tabelle 1. Chemische Eigenschaften und

Lfd. Nr.	Tiefe der Entnahme in cm	Chemische Kennwerte											
		pH (KCl)	mval/100 g Boden			V	K <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O mg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> n. Deb	C %	Ton <0,002	Fein-Schluff 0,002—0,006
			S	T	T—S								
1	10	3,9	0,4	18,0	17,6	2,2	2,5	3	<1	2,1	5,8	7,6	4,5
2	45—50	4,2	0	9,0	9,0	0	3,0	1	<1	2,0	1,7	12,2	6,0
3	65—75	4,1	0,4	9,0	8,6	4,4	1,5	2	<1	1,9	n.b.	13,2	6,0

Außer der Körnung, die sich grundsätzlich nicht von derjenigen der äolischen Sedimente des Hochtaunus und der Rhön unterscheidet, haben alle Vorkommen weitere gemeinsame Eigenschaften. Hier ist neben der schon genannten Lockerheit

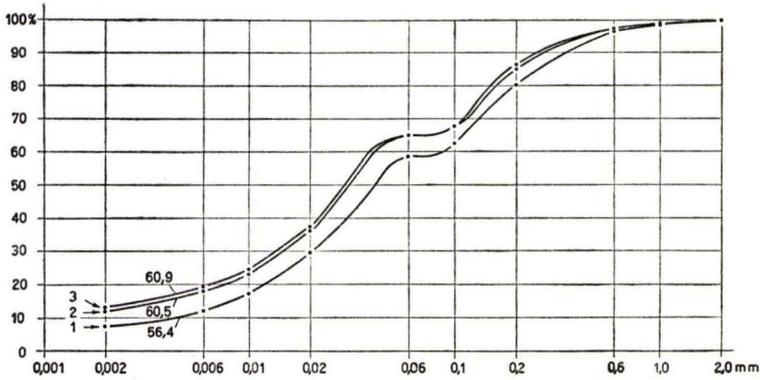


Abb. 2. Kornverteilungskurven der 3 untersuchten Proben aus der äolischen Deckschicht. Die Feinheit der Proben wird durch die 3 Kennzahlen angegeben. Abszisse logarithmisch geteilt, Einheit 62,5 mm.

vor allem die schwache Bodenentwicklung zu erwähnen, die auch die nachstehende Profilbeschreibung erkennen läßt:

- A 0—3 cm humoser, schwärzlichbrauner feinsandiger Lehm, von Gräsern stark durchwurzelt, sehr locker.
- A/(B)<sub>1</sub> 3—15 cm dunkelbrauner, oben schwach humoser feinsandiger Lehm, noch gut durchwurzelt, sehr locker (Probe Nr. 1 aus 10 cm Tiefe).
- (B)<sub>1</sub> 15—40 cm brauner feinsandiger Lehm mit einzelnen kleinen Basaltsteinen, locker.
- (B)<sub>2</sub> 40—80 cm gelblichbrauner, lockerer feinsandiger Lehm mit einzelnen Basaltsteinen und Geröllen; nach unten hin nimmt der Skelettanteil zu (Probe Nr. 2 aus 45—50 und Nr. 3 aus 65—75 cm Tiefe).

Die intensive Verbraunung des ursprünglich wohl graubraunen Ausgangsmaterials ist also auf die oberen 30—40 cm beschränkt. Eine Verlagerung von Eisenhydroxyd hat, wie die chemischen Untersuchungen zeigen, trotz pH-Werten unter 4,2 nicht

Korngrößenverteilung der äolischen Deckschicht

Korngrößenzusammensetzung in mm												
in % des Feinbodens <2 mm							in % des Gesamtbodens					
Grob-Schluff		Staub-sand	Feinsand		Grobsand			2—6	6—10	10—20	>20	Feinheits-grad 10—100
0,006—0,01	0,01—0,02	0,02—0,06	0,06—0,1	0,1—0,2	0,2—0,6	0,6—1	1—2					
5,0		41,7 12,6 29,1	4,0	33,0 17,4 16,4		2,2	1,2	2,5	0,4	0,7	1,8	56,4
5,0		41,8 13,6 28,2	3,0	29,0 17,9 11,1		2,0	1,0	3,4	1,0	1,5	0	60,5
5,5		40,2 12,6 27,6	3,0	29,0 18,3 10,7		1,9	1,2	3,9	1,2	1,9	0	60,9

stattgefunden. Eine nennenswerte Auswaschung von Kalium ist ebenfalls nicht zu erkennen. Auch im Basengehalt besteht kein Unterschied zu den Ablagerungen im Vogelsberg, im Taunus und in der Rhön. Alle sind extrem basenarm. Die Kornzusammensetzung der drei Proben läßt keinen sicheren Schluß auf eine Verlagerung von Tonteilchen zu. Doch ist es möglich, daß der etwas geringere Tongehalt der Probe Nr. 1 auf eine Durchschlammung zurückzuführen ist.

#### 4. Alter der äolischen Deckschicht

Die im Habichtswald aufgefundene Deckschicht gleicht also in ihrem gesamten Habitus denjenigen des Vogelsberges, des Taunus und der Rhön. Es kann daher auch für das beschriebene Vorkommen das gleiche Alter angenommen werden. Wenn auch hier der im Vogelsberg unter der Deckschicht liegende, wahrscheinlich alleröd-

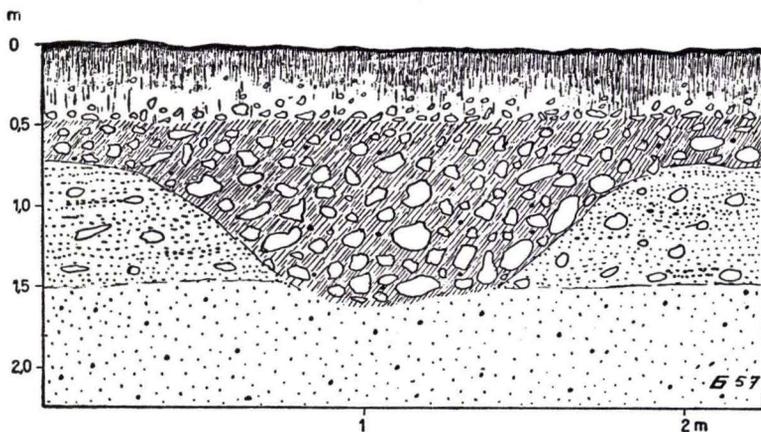


Abb. 3. Südwand der Sandgrube am Ziegenkopf. Folgende Schichten sind aufgeschlossen: An der Basis untermiozäner Sand; darüber die feingeschichtete wärmzeitliche Solifluktionszone mit überwiegend autochthonem Material (Sand und wenig Kies) und Basaltsteinen. Darin eingeschnitten der allochthone Basaltschutt mit dunkelbraunem Verwitterungslehm (enge Schrägschraffur, Basaltsteine weiß, Kies dicke Punkte). Über dem Schutt folgt die etwa 50 cm mächtige Deckschicht mit Basaltsteinen, die an der Basis zahlreicher sind. Der Boden ist wiederum durch die senkrechte enge Schraffur angedeutet.

zeitliche Humushorizont nicht vorhanden ist, so konnten doch neue Beobachtungen gemacht werden, die für ein spätglaziales Alter sprechen. Zu erwähnen ist vor allem die Tatsache, daß die äolische Deckschicht von dem autochthonen Solifluktionsabschnitt unterlagert wird. Beide Abschnitte des Pleistozänprofils, der basale autochthone und der äolisch entstandene allochthone repräsentieren die bekannte typische Klimaabfolge einer Kaltzeit (SCHÖNHALS 1957a). Würde zwischen beiden Abschnitten ein Hiatus liegen, so wäre diese häufig anzutreffende Gesetzmäßigkeit wohl nicht zu beobachten. Sicherlich wären dann durch Abtragungsvorgänge verursachte Schichtlücken vorhanden. Eine Abtragung hat jedoch wahrscheinlich schon vor der Bildung des autochthonen Solifluktionsabschnitts stattgefunden, wodurch die gesamte wärmzeitliche Solifluktionsdecke aus Basaltschutt und -verwitterungslehm mit dem darüberlagernden Löß weggeräumt wurde. Ein Rest dieser hier fehlenden Solifluktionsdecke ist aber noch an der Südwand der Grube zu beobachten. Bei

dieser würemzeitlichen Solifluktsdecke kann ebenfalls zwischen dem autochthonen und allochthonen Abschnitt unterschieden werden, wie im einzelnen aus Abb. 3 hervorgeht. Der äolische Oberteil dieses Profils (Löß) ist jedoch abgetragen. Über dem durch Abtragung gekappten Pleistozänprofil folgt eine etwa 50 cm mächtige Zone, die sich durch einen geringeren Skelettanteil und ihre braune bis gelblich-braune Farbe und Lockerheit ganz deutlich von dem dunkelbraunen lehmigen Schutt unterscheidet. Die Bodenentwicklung ist die gleiche wie an der Ostwand. Es kann daher wohl angenommen werden, daß hier, also am höheren Hang, eine besondere Fazies der äolischen Deckschicht ausgebildet ist. Am Unterhang waren die Voraussetzungen für eine stärkere äolische Sedimentation günstiger als weiter hangaufwärts. Hier kam es durch stärkere Solifluktion zur Bildung einer etwa 50 cm mächtigen skelettreicheren Decke, in der aber doch auch die äolische Komponente nach oben hin stark zunimmt. Die Beobachtungen führen also zu dem Ergebnis, daß die geologischen Vorgänge während der Ablagerung der Deckschicht bereits auf kurze Entfernungen wechselten. Das ist vor allem auf die bei der vorausgegangenen Abtragung entstandenen Reliefunterschiede zurückzuführen. Zu einer starken Umgestaltung der Erdoberfläche durch Abtragung oder äolische Sedimentation kam es jedoch nicht, weil dafür die klimatischen Voraussetzungen fehlten.

Das vollständige Profil liegt also auch hier am Unterhang (Abb. 1). Die aus ihm erkennbaren Vorgänge werden im folgenden noch einmal aufgeführt:

#### 1. Autochthoner Abschnitt; Bodenfließen

Schicht a: ganz überwiegend untermiozäner Sand, etwas Kies, einzelne Basaltsteine, die aus dem hangaufwärts liegenden älteren (würmzeitlichen) Solifluktschutt stammen.

Schicht b: stark humoser, glimmeriger untermiozäner Feinsand.

#### 2. Übergang zwischen dem autochthonen und allochthonen Abschnitt

Material: im ansteigenden (südlichen) Profilabschnitt tertiärer Kies mit wenigen Basaltsteinen, im tieferen (nördlichen) Teil Kies, einzelne Basaltsteine und humoser Feinsand. In dieser Zone schon gelbbrauner feinsandiger Lehm.

#### 3. Allochthoner Abschnitt

Material: brauner, äolischer, lockerer feinsandiger Lehm mit einzelnen kleinen Basaltsteinen.

Es kann wohl kaum ein Zweifel bestehen, daß diese Vorgänge während einer Kaltzeit stattgefunden haben, denn die Schichtenfolge ist grundsätzlich die gleiche wie bei den Profilen der letzten Eiszeit (Würm) aus den Mittelgebirgen Hessens. Ein Unterschied besteht nur in der Korngrößenzusammensetzung des allochthonen äolischen Abschnitts, insofern nämlich, als die würmzeitlichen Profile niemals von äolischen Sedimenten abgeschlossen werden, welche die Kornzusammensetzung der späteiszeitlichen Deckschichten haben (zwei Körnungsmaxima). Bei den hochglazialen äolischen Ablagerungen handelt es sich immer um echten Löß und Lößlehm, die auch nach einer Verlagerung noch ihre typische Körnung besitzen (ein Körnungsmaximum).

Die mitgeteilten Beobachtungen berechtigen daher wohl zu der Annahme, daß auch die im Habichtswald aufgefundene Ablagerung spätglaziales Alter hat. Sie dürfte sehr wahrscheinlich während der Jüngerer Tundrenzeit entstanden sein,

die sowohl im norddeutschen als auch im alpinen Vereisungsgebiet und im Harz deutliche Klimazeugen hinterlassen hat (GRIPP 1953, RATHJENS 1953, POSER & HÖVERMANN 1951). Es ist anzunehmen, daß auch noch an anderen Stellen des Habichtswaldes gleichaltrige Bildungen vorhanden sind. Ob die auf den Basalthöhen vorkommenden, nur wenige Dezimeter mächtigen staubsandreichen Lehme ebenfalls der Jüngeren Tundrenzeit angehören oder älter sind, müssen weitere Untersuchungen ergeben.

### 5. Zusammenfassung

Im Habichtswald wurde in einer Höhe von 500 m eine äolische Ablagerung beobachtet, deren physikalische und chemische Eigenschaften die gleichen sind wie bei den Vorkommen im Vogelsberg, im Taunus und in der Rhön. Die bis zu 90 cm mächtig werdende Deckschicht dürfte ebenfalls während der Jüngeren Tundrenzeit entstanden sein. Diese Annahme wurde durch neue Beobachtungen gestützt.

### Schriftenverzeichnis

- GRIPP, K.: Die Entstehung der ostholsteinischen Seen und ihre Entwässerung. Beiträge zur Landeskunde von Schleswig-Holstein. — Schr. geogr. Inst. Univ. Kiel, Sonderbd., S. 11—26, Kiel 1953.
- POSER, H. & J. HÖVERMANN: Untersuchungen zur pleistozänen Harz-Vergletscherung. — Abh. Braunsch. Wiss. Ges., **3**, S. 61—115, Braunschweig 1951.
- RATHJENS, C.: Über Klima und Formenschatz der Späteiszeit. — *Geologica Bavarica* **19**, S. 186 bis 194, München 1953.
- RÖSING, F.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000 Bl. Kassel-West. — Manuskript; Wiesbaden 1957.
- SCHÖNHALS, E.: Gesetzmäßigkeiten im Feinaufbau von Talrandlössen mit Bemerkungen über die Entstehung des Lösses. — *Eiszeitalter und Gegenwart*, **3**, S. 19—36, Öhringen 1953.
- Ein fossiler periglazialer Strukturboden bei Appenrod am Nordrand des Vogelsberges. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **84**, S. 374—379, 1 Taf., Wiesbaden 1956.
- Spätglaziale äolische Ablagerungen in einigen Mittelgebirgen Hessens. — *Eiszeitalter und Gegenwart*, **8**, im Druck, Öhringen 1957 (hier weitere Schriften).
- Aufbau und Deutung von Pleistozänprofilen in Hessen. — *Erscheint in Eiszeitalter und Gegenwart*, **8**, Öhringen 1957 (1957 a).

Manuskript eingegangen am 29. 1. 1957.

## Baugrunduntersuchung mit der Wünschelrute

Von

KARL SIMON, Wiesbaden

Mit 2 Abbildungen

Jede Bereicherung der Verfahren zur Messung physikalischer Kennwerte von Erdstoffen in ungestörter Lagerung ist zu begrüßen.

Ob die Wünschelrute ein geeignetes Mittel zur Fernabtastung der Lagerungsdichte von Untergrundschichten ist, kann — unbeeinflusst vom Streit der Meinungen — nur durch den Erfolg nachgewiesen werden. In diesem Zusammenhang interessiert das nachfolgende Beispiel einer Baugrunduntersuchung mit der Wünschelrute.

Der weitbekannte und vom Verband für Ruten- und Pendelkunde (Radiästhesie) e. V. München „anerkannte Rutenmeister“ L. aus O. hatte den Auftrag erhalten, für den Neubau einer Schule eine Baugrunduntersuchung durchzuführen.

In seinem Bericht an den Auftraggeber schrieb er:

„Das Gelände wurde zunächst mit der Rute untersucht. Dabei wurde eine schlecht tragende Schicht festgestellt. Um sie aufzuschließen, wurde auf ihr die Bohrung 2 plaziert . . .

Die Schichtenfolgen . . . sind in den beifolgenden Bohrregistern nach Din 4022 aufgeführt . . .

Die schlecht tragende Schicht wurde im Bohrloch 2 von —4,35 bis —6,32 m angetroffen. Im Bohrloch 1 wurde noch ein Ausbiß von dieser Schicht von —4,97 bis —5,36 m angetroffen.

Ab —5,36 m lagert bei Bohrloch 1 grober Kies, während derselbe bei Bohrloch 2 erst bei —6,32 m beginnt.

Das schlecht tragende Material über dem groben Kies ist zu beachten, zumal bei einer Belastung durch den Bau und bei Grundwasserschwankungen sich die feinen Teilchen verlagern können, indem sie in die Zwischenräume des groben Kieses gelangen, wobei das Volumen verkleinert wird, und dadurch die Standfestigkeit des Gebäudes in Frage gestellt ist. Es ist zu beachten, daß die Proben der kritischen Schichten beim Transport im Wagen durch das Fahren schon zusammengerrüttelt sind und in Natur lockerer lagern als in den Büchsen.“

Die präzise Abgrenzung der „schlechttragenden Schicht“ nach der Fläche und Tiefe durch den Rutengänger (vgl. Lageplan Abb. 1) stimmte den verantwortlichen Statiker bedenklich, so daß schließlich das Hessische Landesamt für Bodenforschung den Auftrag erhielt, ein Baugrundgutachten abzugeben.

Die Durchsicht der von L. entnommenen gestörten Proben an Hand der Schichtverzeichnisse bestätigte den aus der geologischen Landesaufnahme und dem amtlichen Bohrarchiv bekannten Untergrundaufbau des Bauplatzes aus gleichmäßig horizontal gelagerten altpleistozänen Kies- und Sandschichten. Sie sind stets dicht gepackt und gut tragfähig. Die Existenz einer durch den Rutengänger lokalisierten schlecht tragenden Schicht war also besonders sorgfältig nachzuprüfen. Dazu wurden drei weitere Aufschlußbohrungen von 350 mm Durchmesser niedergebracht, deren

Lage und Profil in Abb. 1 eingetragen sind. Die eigene Bohrung 5 liegt dicht neben der Bohrung 2 von L. Der Widerstand beim Bohren war nach Durchstoßen der Deckschicht bis zur Bohrlochsohle gleichmäßig und fest.

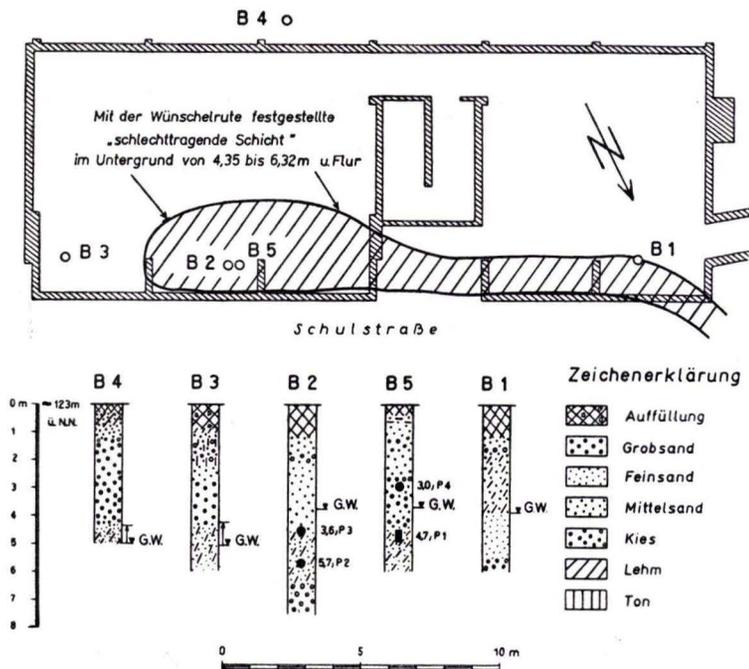


Abb. 1. Lage und Profil der Bohrungen. Die schraffierte Fläche im Lageplan wurde vom Rutenmeister abgegrenzt; unter ihr sollte sich die „schlecht tragende Schicht“ befinden.

Eine ungestörte Probe der nach L. „schlecht tragenden Schicht“ wurde aus Bohrung 5 entnommen und im bodenphysikalischen Laboratorium des HLFB vermessen. Zum Vergleich wurden auch die Körnungskurven von zwei gestörten Proben dieser Schicht aus Bohrung 2 ermittelt. Die Körnungskurven [1], (2) und (3) (vgl. Abb. 2) stimmen gut überein; die gestörten Proben haben nur, bedingt durch das Entnahmeverfahren, einige Gewichtsprozent weniger Feinstanteile unter 0,06 mm Korn-durchmesser, weil diese abschlämmbaren Teile beim Entleeren der Kiespumpe größtenteils mit dem Wasser abfließen.

Die ungestörte Probe [1] ist also für die schlecht tragende Schicht charakteristisch. Sie besteht aus einem Erdstoff von 70 Gewichtsprozent Sand sehr gleichmäßiger Körnung (Mischungsfaktor  $f_M = 1,5$ , wirksame Korngröße gleicher Oberfläche  $\approx 0,14$  mm) und 30 Gewichtsprozent Schluff sehr ungleichmäßiger Körnung ( $f_M = 36$ ,  $d_w = 0,002$  mm). Der Erdstoff „0730“ (0 Gew. % Kies, 70 Gew. % Sand, 30 Gew. % Schluff, 0 Gew. % Ton) hat also einen Gesamt-Mischungsfaktor  $f_M = 15$  und eine mittlere wirksame Korngröße  $d_w = 0,005$  mm. Die aus dieser Körnungskurve zu erwartende Lagerungsdichte des Erdstoffs mußte sehr hoch sein. Tatsächlich wurde auch ein Raumgewicht des wassergesättigten Sandes von  $2,1$  t/m<sup>3</sup> und ein

Trockenraumgewicht von  $1,95 \text{ t/m}^3$  gemessen. Das entspricht einer relativen Dichte von über 100%, da die natürliche Lagerungsdichte beim Verdichtungsprozeß im Laboratorium nicht mehr erreicht werden konnte (vgl. Abb. 2). Der Erdstoff 0730 ist also in natürlicher Lagerung bei statischer Belastung bestimmt nicht mehr setzungsfähig.

Bei dauernder dynamischer Belastung — etwa durch unmittelbar in ihm stehende schwere Fundamente für nicht massenausgeglichene Maschinen — mögen geringfügige Sackungen möglich sein.

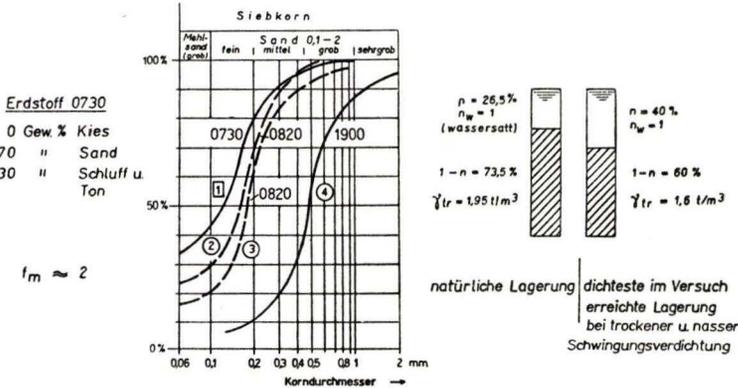


Abb. 2. Körnungskurven und Zustandskennbilder der anstehenden Sande.

Da auch die übrigen anstehenden Erdstoffe — zum Vergleich ist in Abb. 2 eine Körnungskurve 1900 eingetragen — nicht setzungsfähig sind, war die vom Rutengänger festgestellte, für die Gründungskosten schwerwiegende Inhomogenität des Baugrunds zu verneinen. An Stelle einer teuren Platten- oder Tiefgründung mit geringer zulässiger Bodenpressung und schwieriger Hochbaukonstruktion ergab sich aus dem jederzeit reproduzierbaren Untersuchungsbefund:

1. die freie Wahl der Gründungsart,
2. die nur von den zu erwartenden Schwundspannungen des Bauwerks abhängige Anordnung von Bewegungsfugen und
3. die freie Wahl der Gründungstiefe unterhalb der Frosteindringungstiefe.

Die Wünschelrute hat sich also im nachprüfaren Fall zur Baugrundbeurteilung bedenklich ungeeignet erwiesen. Selbst in der Hand eines „anerkannten Rutenmeisters“ schlug sie falsch aus. Es läge im öffentlichen Interesse und wäre sicher verdienstvoll, wenn auch — zugegebenermaßen — mühsam, Beispiele zu sammeln, bei denen ein gültiger Zufall sachverständiger war.

Manuskript eingegangen am 16. 12. 1955

# Beziehungen zwischen der umgekehrten Eigenmagnetisierung und dem Gefüge von Eruptivgesteinskörpern

Von

DIETER VOGELSSANG, ESSEN

Mit 1 Tabelle und 20 Abbildungen

I. Einleitung und Problemstellung . . . . .	390
II. Arbeitsmethoden . . . . .	392
a) Geophysikalische Messungen . . . . .	392
b) Geologische Aufnahmen . . . . .	393
III. Untersuchungsgebiete und -ergebnisse . . . . .	393
a) Werragebiet . . . . .	393
1. Messungen unter Tage auf Grube Hattorf . . . . .	393
α) Gang A. . . . .	394
β) Gang B. . . . .	396
γ) Ergebnisse der Unter-Tage-Messungen . . . . .	399
2. Messungen über Tage . . . . .	399
b) Der Roßberg bei Darmstadt . . . . .	404
c) Das Siebengebirge . . . . .	405
1. Der Dächelsberg . . . . .	406
2. Die Löwenburg . . . . .	409
3. Der Stenzelberg . . . . .	412
4. Der Lyngsberg . . . . .	413
5. Die Rabenlay . . . . .	415
IV. Synthese . . . . .	415
V. Schriftenverzeichnis . . . . .	417

## I. Einleitung und Problemstellung

Die Eruptivgesteinskörper unserer Erde besitzen dank der ihnen eingelagerten Ferritspinelle ferromagnetische Eigenschaften und erzeugen Anomalien im magnetischen Erdfeld. Man unterscheidet zwei Arten der Magnetisierung:

1. Die induktive Magnetisierung. Sie wird hervorgerufen von dem derzeitigen Erdfeld.

2. Die Eigenmagnetisierung. Sie ist von dem magnetischen Feld verursacht worden, das zur Zeit des Aufstiegs und der Abkühlung der Eruptivmasse herrschte.

Die Eigenmagnetisierung ist meistens stärker als die induktive Magnetisierung. Nach J. KOENIGSBERGER (1936) kann schon ein schwaches Feld beim Absinken der Magmentemperatur unter den Curiepunkt eine Eigenmagnetisierung hervorrufen. Diese Erscheinung wird Thermoremanenz genannt. Der Curiepunkt, unterhalb dessen ein Gestein magnetisiert wird, liegt i. a. zwischen 400 und 600° C. M. A. GRABOWSKY

(1952) hält bei Ferritspinell-Mischkristallen auch wesentlich niedrigere Temperaturen, sogar solche unter  $100^{\circ}\text{C}$ , für möglich. Die einmal erworbene Eigenmagnetisierung eines Gesteins wird weder durch Wechselfelder von der mehrfachen Stärke des magnetischen Erdfeldes (H. SCHMIDLIN 1939), noch durch starke und oft wiederholte Erschütterungen (J. KOENIGSBERGER 1932) beeinflußt. Unter hohem Druck, in Nähe der Fließgrenze schwächt sich nach Experimenten von M. A. GRABOWSKY (1953) die Eigenmagnetisierung ab. In diesem Sinne glauben M. A. GRABOWSKY und YE. I. PARKHOMENKO (1953) Messungen von G. N. PETROVA und I. N. YUKHNOVETS (1953) deuten zu können, bei denen eine Verringerung der Vertikalintensität über tektonischen Störungen beobachtet worden war.

Diese Ergebnisse führen zu der heute allgemein vertretenen Annahme, daß die Eigenmagnetisierung eines tektonisch ungestörten Eruptivgesteins „fossil“ ist, d. h. noch die gleiche, wie zur Zeit seiner Entstehung. Die Eigenmagnetisierung ist in vielen Fällen der induktiven gleichgerichtet und verstärkt deren Wirkung. So ist es z. B. nach v. CARLHEIM-GILLENKJÖLD (1910) bei der Anomalie von Kiruna Vaara und nach P. LASAREFF (1926) bei der Anomalie von Kursk (erläutert von H. HAALCK 1929). Demgegenüber gibt es jedoch Gesteine, bei denen die Eigenmagnetisierung eine wesentlich andere Richtung als die induktive Magnetisierung aufweist; oft ist sogar eine genau entgegengesetzte Richtung von Eigen- und induktiver Magnetisierung feststellbar.

Derartige Vorkommen sind mehrfach beschrieben worden. Am Diabaszug der Hohneklippen im Harz tritt eine magnetische Anomalie auf, die dem heutigen Erdfeld entgegen gerichtet ist (K. PUZICHA 1941). Historisch interessant ist es, daß schon J. W. v. GOETHE im Faust I (Walpurgisnacht) dieses anomale magnetische Verhalten erwähnt. E. G. SCHULZE fand 1930 umgekehrte Magnetisierung an tertiären Eruptivgängen im sächsischen Elbsandsteingebirge, I. P. ROTHÉ (1943) ähnliches bei einem Basalt im Elsaß. Bei Königstein im Taunus wurde von H. REICH (1935) ein „negativ magnetisches“ Gebiet über einem tertiären Basalt vermessen. Diese Beispiele umfassen nur relativ kleine Eruptivkörper. Doch tritt die umgekehrte Magnetisierung auch an wesentlich größeren Störkörpern auf. So entdeckte H. GELLETTICH 1937 in Südafrika ein doleritisches Gangsystem von 300 km Länge, dessen Eigenmagnetisierung dem Erdfeld entgegen gerichtet ist. In Deutschland fanden H. REICH, H. CLOSS und H. SCHÖNE 1939 im Kaiserstuhl einen größeren, umgekehrt magnetisierten Tephritkörper auf.

Obwohl umgekehrt magnetisierte Eruptivgesteine also gar nicht selten sind, ist es noch nicht gelungen, eine befriedigende Erklärung für diese Erscheinung zu geben. Über die wichtigsten der bisherigen Erklärungsversuche soll im folgenden berichtet werden: Bei Bergspitzen und dgl. wird als Ursache meist Blitzschlag vermutet (K. PUZICHA 1941 u. a.). Für größere und zum Teil überdeckte Gesteinskörper ist dagegen diese Erklärung nicht anwendbar. In solchen Fällen hat man angenommen, daß das Erdfeld früher zur Zeit der primären Magnetisierung eine andere Richtung als heute gehabt hat (A. ROCHE 1953; S. K. RUNCORN 1955). Immerhin müssen diese Richtungsänderungen langsam verlaufen sein, da nach Untersuchungen von J. HOSPERS und H. A. K. CHARLESWORTH (1954) an pleistozänen isländischen Basalten das magnetische Erdfeld damals fast das gleiche wie heute gewesen ist. Auch instrumentelle

Beobachtungen, die seit 1540 in London eine Änderung der Inklination um  $8^\circ$  und der Deklination um  $30^\circ$  ergaben (L. A. BAUER 1929), weisen auf langsame Wandlungen des magnetischen Erdfeldes hin. Andere Forscher lehnen Änderungen des Erdfeldes überhaupt ab. So führt C. A. HEILAND (1930) umgekehrte Magnetisierung auf Schlieren mit verschiedener Magnetitkonzentration innerhalb des Gesteins zurück. F. BAHNEMANN (1939) deutete die anomale Magnetisierung durch formverändernde tektonische Beanspruchung in Analogie zu den Erscheinungen, die Nickeldrähte zeigen, welche im Erdfeld tordiert werden (R. BECKER 1932). Nach der sog. „Zwei-phasentheorie“ von M. L. NEEL (1951) sollen sich zwei Magnetitkomponenten mit verschiedenen Curiepunkten bei der Abkühlung eines Gesteins gegenseitig so beeinflussen, daß die Komponente mit dem niedrigeren Curiepunkt und der höheren Koerzitivkraft die umgekehrte Magnetisierung des gesamten Gesteinskomplexes bewirkt. Ähnliche Ansichten hat auch M. A. GRABOWSKY (1953) vertreten. T. NAGATA (1953) und A. V. VESHEV (1950) konnten bei der Abkühlung dementsprechend zusammengesetzter künstlicher Schmelzen in der Tat umgekehrte Magnetisierung erzeugen.

Damit ist allerdings das Problem der umgekehrten Eigenmagnetisierung noch nicht gelöst, denn Experiment und Theorie gehen von physikalischen Voraussetzungen aus, deren Gültigkeit bei der Entstehung umgekehrt magnetisierter Gesteine nicht erwiesen ist. Hier klafft eine Lücke, an deren Überbrückung bisher wenig gearbeitet worden ist. Bei bisherigen geomagnetischen Untersuchungen wurden entweder Handstücke auf ihre magnetischen Eigenschaften geprüft oder feldmagnetisch gemessene Anomalien diskutiert. Gelegentlich sind auch die Ergebnisse beider Methoden miteinander verglichen worden. Dagegen fanden die geologische Entstehung des magnetischen Störkörpers, sein Gefüge und seine Form nur selten Beachtung. Diese Gesichtspunkte stehen in der vorliegenden Arbeit im Vordergrund. Welche Vorteile eine Verknüpfung geologischer Untersuchungen und geomagnetischer Aufnahmen bietet, erweisen die beachtlichen Fortschritte, die R. LAUTERBACH (1953) und seine Schüler erzielen konnten. Auf einem anderen Wege stießen jüngst J. W. GRAHAM (1953) und G. FRENZEL (1954) vor. Ihre Arbeiten machen es wahrscheinlich, daß sekundäre Umwandlung der Gesteinsferrite die Eigenmagnetisierung zu beeinflussen vermag. J. W. GRAHAM fand in umgekehrt magnetisierten präkambrischen Diabasen zwei Magnetitkomponenten, von denen eine oxydiert war.

## II. Arbeitsmethoden

### a) Geophysikalische Messungen

Als Meßgerät diente eine temperaturkompensierte Schmidtsche Feldwaage der Askania-Werke mit einem Skalenwert von  $10 \gamma$ . Die Messungen wurden in der üblichen Weise als relative Differenzmessungen gegen einen Basispunkt durchgeführt. Diese Basisstation wurde in Abständen von Stunden immer wieder vermessen, um den Tagesgang zu erfassen, der zugleich einen möglichen Gang des Instrumentes einschließt. Temperaturkorrekturen waren nur bei Verwendung der starken, unkompenzierten Zusatzmagnete notwendig. Die korrigierten Endwerte bildeten das Material für die Aufstellung von Isanomalienkarten und magnetischen Profilen, aus denen zum

Teil die resultierenden Vektoren von Vertikal- und Horizontalintensitäten ermittelt worden sind. Es erwies sich als notwendig, die Stationsabstände je nach Größe der Objekte von Dezimetern bis zu 100 m zu variieren.

#### b) Geologische Aufnahmen

Alle Gesteinskörper wurden unter Einmessung folgender makroskopisch sichtbarer Gefügeelemente geologisch kartiert:

1. Fließtexturen,
2. Klüfte,
3. Achsen der Basaltsäulen,
4. Störungen,
5. Gaszersetzungszonen.

Die Aufnahme der Fließtexturen erfolgte nach zwei Methoden. Methode 1: Jede lange Achse eines Einschlusses wird eingemessen, in die Lagenkugelprojektion des Schmidtschen Netzes (untere Halbkugel) eingetragen und die Polpunkte nach der Besetzungsdichte summiert (B. SANDER 1948). In einigen Fällen sind auch Gasblasen zur Messung benutzt worden. Oft erwies sich die direkte Messung der langen Achsen als zu ungenau. Dann half eine 12 cm lange Messingnadel, die neben dem Kristall mit Plastilin befestigt und parallel den Schnittkanten von Kristall- oder Spaltflächen, bzw. parallel zu langen Achsen (z. B. von Amphibolen oder Pyroxenen) eingestellt wurde. Allerdings war es nicht möglich, damit Elemente  $< 5$  mm zu erfassen.

Methode 2: Nach H. CLOOS (1936) wurde gleich bei der Messung die gemeinschaftliche Hauptlage einer größeren Zahl von Einschlüssen mit Hilfe eines Meßbleches abgeschätzt. Jedoch war dieses Verfahren nur bei guter, planarer Regelung anwendbar. Andernfalls mußte auf die von R. H. CLARK und D. B. McINTYRE (1951) entwickelte Methode zurückgegriffen werden. Hierbei vermißt man im Gelände nur die Schnittspuren (traces) der Fließtextur auf ebenen Gesteinsflächen. Nach Eintragung der Pole dieser Schnittspuren ins Schmidtsche Netz können Streichen und Fallen der Fließtextur, sowohl bei planarer als auch bei linearer Regelung ermittelt werden.

### III. Untersuchungsgebiete und -ergebnisse

#### a) Werragebiet

Im Raum zwischen Bad Hersfeld, Vacha und Eiterfeld treten die nördlichsten Ausläufer der miozänen Rhönbasalte auf. An ihnen wurden magnetische und geologische Untersuchungen im Bereich der Meßtischblätter Bad Hersfeld (5124), Friedewald (5125), Vacha (5126), Eiterfeld (5224) und Geisa (5225) teils über, teils unter Tage ausgeführt. Die meist gangförmig ausgebildeten Basalte durchsetzen hier Zechstein-, Buntsandstein- und Muschelkalkschichten, die mit  $2-4^\circ$  nach SW einfallen. Große Entfernungen zwischen den Basaltgängen schließen gegenseitige Beeinflussung aus.

#### 1. Messungen unter Tage auf Grube Hattorf

Die geologischen und mineralogischen Verhältnisse der Kaligrube sind bereits von C. DIETZ (1928), R. BESSERT (1933) und O. AHLBORN (1955) beschrieben worden. Im folgenden seien deshalb nur die wichtigsten Tatsachen aufgeführt. Saiger stehende

Klüfte, vorwiegend N-S streichend, vom Bergmann Schnitte genannt, durchziehen das Grubengebiet in großer Zahl. Meist scharen sie sich in 10—20 m breiten Zonen, die ich als Klufzüge bezeichnen möchte. Auf einigen der Klüfte sitzen Basaltgänge von  $\frac{1}{2}$ —1 m Mächtigkeit. Doch halten die Klüfte sowohl im Streichen wie in der vertikalen Erstreckung länger aus als die Gänge. Der Klufzug des westlichen Ganges B ist mit N-S-Streichen im Flöz Hessen über mehrere Kilometer hinweg im Grubengebiet nachweisbar, wird aber nur etwa  $1\frac{1}{2}$  km lang vom Basaltgang besetzt. Über dem auf der 600-m-Sohle des Bergwerks aufgeschlossenen östlichen Gang A ließ sich noch an der Erdoberfläche im Buntsandstein ein deutliches, dem Gang paralleles Klufmaximum nachweisen.

Das Grubengebiet wird von drei derartigen Basaltgängen durchschnitten, die jeder etwa 1 km vom anderen entfernt sind. Nur der östliche Gang A und der westliche Gang B. enthielten makroskopisch meßbare Einschlüsse und Einsprenglinge in genügender Menge um Poldiagramme aufstellen zu können. Der mittlere Gang besteht aus dichtem Basalt und wurde deshalb nicht eingehender untersucht. Er zeigt nur normale Magnetisierung. Im Steinsalz sind die Gänge regelmäßig plattenförmig entwickelt; in den aus stärker plastischen Salzen Sylvinit und Carnallit bestehenden Flözen neigt der Basalt jedoch zu Apophysenbildung. Zugleich sind die Edelsalze hier durch die mit aufgedrungenen heißen Wässer weggeführt und durch Polyhalit usw. ersetzt worden. Auf diese Weise entstanden sog. Vertaubungen an den Basaltgängen.

Außerdem sind die Gangspalten, weit häufiger aber die basaltfreien Klüfte, von hochgespanntem  $\text{CO}_2$  als „Gasleitungen“ benutzt worden. Ähnlich der Basaltschmelze sammelten sich die Gase hauptsächlich in den plastischen Flözen. Sie füllten unter hohem Druck Drusenräume, sog. Racheln, die beim Nahen des Abbaus ausbrechen. An jedem Untertageaufschluß der Basaltgänge wurden die Klüfte und die Kohlsäureracheln kartiert sowie quer zum Streichen ein geologisches und geomagnetisches Profil aufgenommen (Vertikal- und Horizontalintensität).

#### $\alpha$ ) Gang A (Abb. 1)

Profil I. Der  $172^\circ$  streichende Gang ist 70 cm mächtig und steht saiger. Im Regelungsdiagramm liegen die langen Achsen der Einsprenglinge auf einem Großkreis parallel zum Salband mit einem vertikalen Maximum von 7,5%. Die Gefügeelemente sind also planar und parallel dem Kontakt angeordnet. Eine derart ausgeprägte Einregelung muß durch einen laminaren Fließvorgang der Schmelze entstanden sein. Die  $\Delta Z$ -Kurve ist typisch für einen normal magnetisierten Gang, nahezu symmetrisch in bezug auf die Extremwertordinate von etwa 1200  $\gamma$ . Die Kurve ist außerdem sehr schmal, sie spiegelt damit die geringe Mächtigkeit und das senkrechte Einfallen des Ganges wider. Auch die  $\Delta H$ -Kurve weist auf normale Magnetisierung des Ganges hin.

Profil II. Wegen seiner eigenartigen Lagerung ist dieser Anschnitt schon von C. DIETZ (1928) abgebildet worden. Der Gang hat nach W Apophysen in das Flöz geschoben. Außerdem ist der obere Teil des  $175^\circ$  streichenden, saigeren Gangteils keilförmig in den unteren eingedrungen und hat diesen an zwei Störfächen, die etwa im Gangstreichen verlaufen, auseinander gedrängt. Die östliche der beiden Störungen trägt einen Harnisch mit  $142^\circ/55^\circ$  NW, der auf rotierende Bewegungen hinweist. Die drehende Bewegung kommt auch im Diagramm zum Ausdruck. Neben dem

vertikalen Hauptmaximum von 10—12%, das wie bei Prof. I in einem planaren Großkreis im Gangstreichen angehört, ist ein zweites, steil NW fallendes vorhanden. Außerdem liegen auf dem Großkreis zwei weitere, mit 45° einfallende Häufungen,

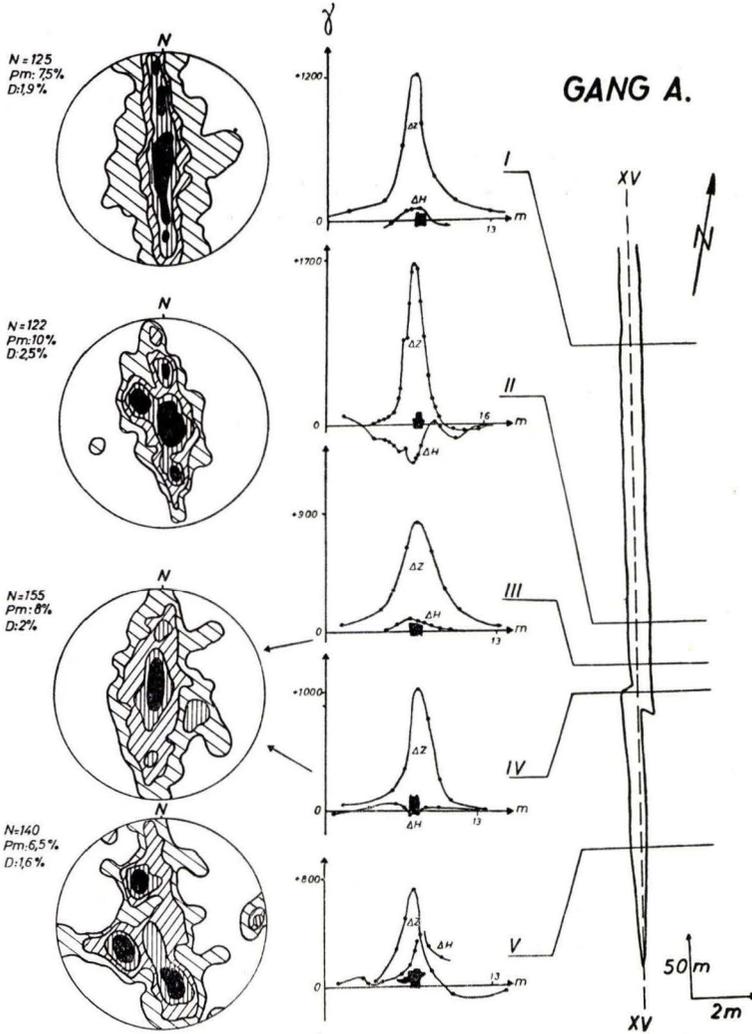


Abb. 1. Gang A auf Grube Hattorf. Links — Sammeldiagramme der langen Achsen von Einschlüssen und Einsprenglingen, N = Anzahl der eingemessenen Pole, Pm = Polhäufung im Maximum, D = Stufenintervall (untere Halbkugel). Mitte — Profilkurven der magnetischen Vertikal- und Horizontalintensitäten mit den Querschnitten des Ganges im Flöz Hessen. Rechts — Lageplan der Querprofile und Form des Ganges (Gang A ist normal magnetisiert).

die bei Prof. I nicht auftreten und vielleicht mit den obengenannten Apophysen in Zusammenhang stehen. Apophysen haben vermutlich auch die Kurve von  $\Delta H$  beeinflusst, wie die magnetische Aufnahme von Profil II erweist. Die  $\Delta Z$ -Anomalie hat wieder die typische Form für eine normale Magnetisierung und erreicht über dem Gang einen Scheitelwert von 1700  $\gamma$ .

Profile III und IV. Der auch hier 70—80 cm mächtige Gang setzt bei Profil III um 1 m auf eine parallele Kluft um (Abb. 1). Im Gefügebild, in dem Messungen von Profil III und Profil IV vereinigt sind, ist wieder eine planare Regelung in der Gangebene mit einem vertikalen Maximum und zwei geringer belegten Nebenmaxima vorhanden.  $\Delta Z$  erreicht hier gegenüber Profil II nur den maximalen Wert von 1000  $\gamma$ . Die  $\Delta H$ -Kurve ist bei Profil III vom Kluftwechsel ein wenig beeinflusst.

Profil V. Nicht weit von seinem Südenende entfernt, entsendet der Gang in das gefaltete Kalilager eine 2 m lange, konkordante Apophyse. Die Mächtigkeit des saigeren Gangteils beträgt 65 cm. Im Regelungsdiagramm liegt wieder eine Häufung auf dem Großkreis, der den Salbändern des Ganges parallel läuft. Dagegen fehlt hier das Vertikalmaximum, während die beiden Maxima unter  $45^\circ$  wieder bei Profil III mit Apophysen zusammen auftreten. Zwei weitere Maxima liegen auf einem zweiten

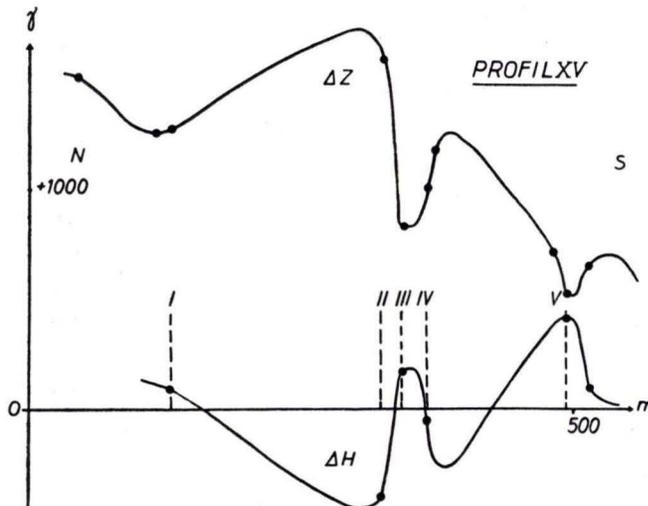


Abb. 2. Gang A (Grube Hattorf). Magnetisches Längsprofil im Streichen (röm. Ziffern = Nummern der Querprofile). Der Gang ist normal magnetisiert.

Großkreis mit  $80^\circ/70^\circ$  S. Diese Einsprenglinge erhielten ihre Ausrichtung wohl während des Einströmens in die Apophysen. Auch im magnetischen Bild machen sich diese seitlichen Anhängsel bemerkbar.  $\Delta Z$  sinkt im Ostteil der Kurve ins Negative ab.  $\Delta H$  erreicht sehr hohe Werte, die wie in Profil II durch einseitige Anziehung erklärt werden können.

Ein magnetisches Längsprofil des Ganges zeigt (Abb. 2), daß dort, wo gestörte Lagerungsverhältnisse vorliegen (Prof. II),  $\Delta H$  maximale und  $\Delta Z$  minimale Werte annehmen. Ferner ist bemerkenswert, daß bei Apophysenbildung  $\Delta Z$  erhöht und  $\Delta H$  gegenläufig erniedrigt ist.

### β) Gang B (Abb. 3)

Profil VI. Der 80 cm mächtige Basaltgang tritt mit  $0^\circ/85^\circ$  E ins Grubengebiet ein und ist von parallelen, mit Basaltschmitzen erfüllten Klüften begleitet. Trotz dieser einfachen Gestalt liegt eine komplizierte Regelung der Einsprenglinge vor. Zwei

Maxima von 6,5% liegen auf einem Großkreis in der Gangebene, das dritte fällt nach NE mit 15–20° ein. Diese Verteilung der Maxima könnte wie bei Profil V durch nicht aufgeschlossene Apophysen verursacht werden. Für magnetisch wirk-same Massen abseits des Ganges sprechen auch die magnetischen Kurven.  $\Delta Z$  ist im östlichen Ast negativ, die  $\Delta H$ -Kurve flach und weitspannig.

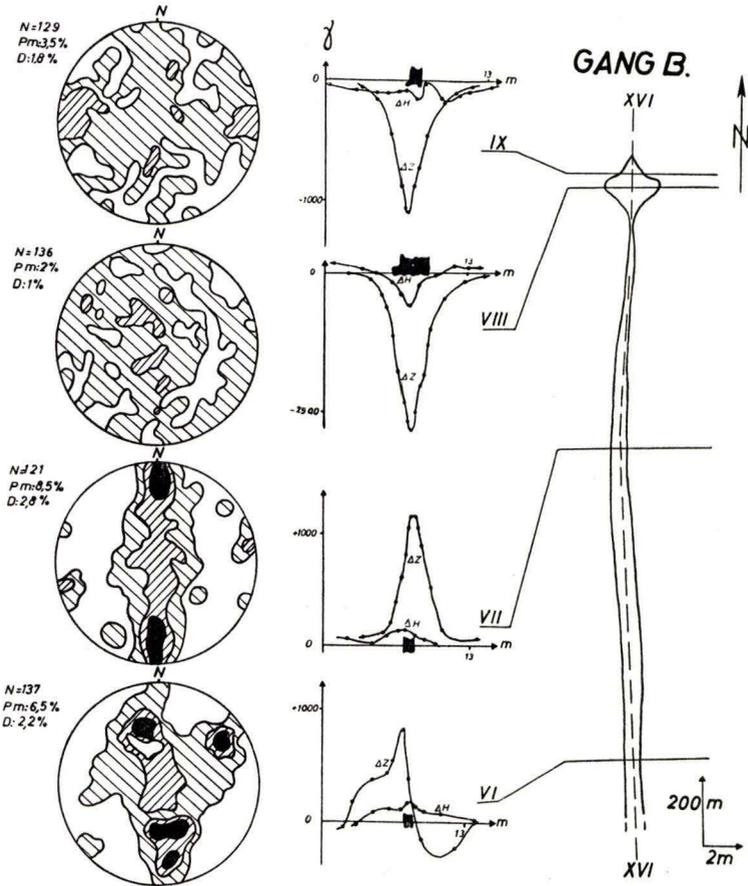


Abb. 3. Gang B auf Grube Hattorf. Links — Sammeldiagramme der langen Achsen von Einschlüssen und Einsprenglingen,  $N$  = Anzahl der eingemessenen Pole,  $Pm$  = Polhäufung im Maximum,  $D$  = Stufenintervall (untere Halbkugel). Mitte — Profilkurven der magnetischen Vertikal- und Horizontalintensitäten mit den Querschnitten des Ganges im Flöz Hessen. Rechts — Lageplan der Querprofile und Form des Ganges (Gang B ist bei Profilen VIII und IX umgekehrt magnetisiert).

Profil VII. Der Gang steht hier saiger und ist 90 cm mächtig. Seine Fließregelung ist wieder planar in der Gangebene. Zwei lineare Maxima von 8,5% fallen mit 15° gegen N und S ein. Außerdem sind einige quer zur Gangebene geregelte Achsen vorhanden. Die mit 0,3 m Stationsabstand vermessene  $\Delta Z$ -Kurve hat ein Maximum von 1200  $\gamma$ .  $\Delta H$  ist ohne Besonderheiten. 300 m nördlich von diesem Profil verringert sich die Mächtigkeit des Ganges auf 30 cm.

Profil VIII. Hier erreicht der Gang B mit über 3 m plötzlich seine größte Mächtigkeit. Während bisher die Rachelzone mehrere Meter entfernt den Gängen parallel lief, finden sich nun unmittelbar am Gang Ausbruchshöhlungen bis zu 3 m Durchmesser; auch im Gang sitzen einst gasgefüllte Hohlräume. Der Gang schließt Schollen ein, die aus einem Gemisch von umkristallisiertem Steinsalz, kleinen Basaltbrocken und Schwefel bestehen. Die langen Achsen der Einschlüsse und Einsprenglinge weisen keine deutliche Regelung auf. Dies spricht für ein turbulentes Hochquellen der Basaltschmelze. Nur um die Rachelhöhlräume herum sind die langen Achsen räumlich parallel zu deren Wandung angeordnet. Die Kohlensäure muß also den Basalt plastisch verformt haben. Auch die magnetischen Messungen erbrachten abnorme

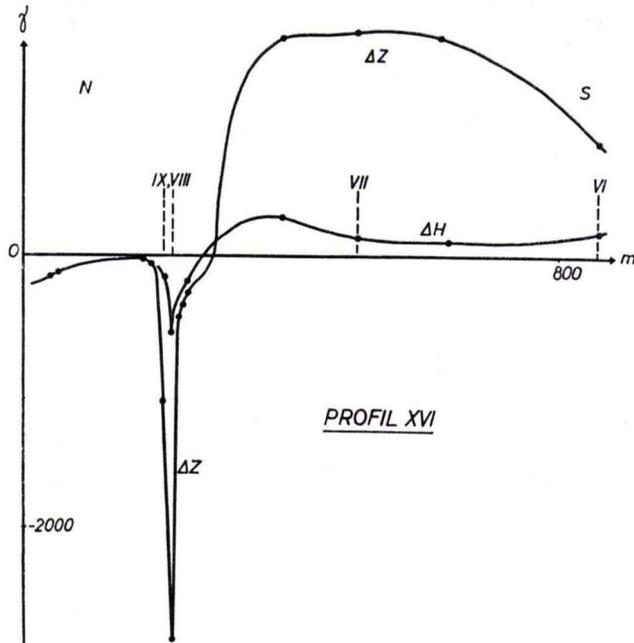


Abb. 4. Gang B (Grube Hattorf). Magnetisches Längsprofil im Streichen (röm. Ziffern = Nummern der Querprofile). Der Gang ist im Bereich der Profile VIII und IX umgekehrt magnetisiert.

Ergebnisse. Sowohl  $\Delta Z$  als auch  $\Delta H$  verlaufen nur im negativen Bereich. Der Gang ist hiernach umgekehrt magnetisiert. Im übrigen sind  $\Delta H$ - und  $\Delta Z$ -Kurven spiegelbildlich zu denen von Profil I—VII gestaltet.  $\Delta Z$  sinkt auf ein Minimum von  $-2700 \gamma$  ab.

Profil IX. Die Merkmale von Profil VIII treten im wesentlichen wieder auf. Der nur mehr 90 cm mächtige Gang steht im Kontakt mit  $\text{CO}_2$ -Racheln. Seine randlichen Zonen sind erfüllt von Salzstückchen und Schieferbrocken. Im Diagramm der langen Achsen liegen nur zwei geringe Maxima von 3,5% senkrecht zur Gangebene, sonst läßt sich wenig Regelung erkennen.  $\Delta Z$  ist negativ und hat ein Minimum von  $1050 \gamma$ . Die  $\Delta H$ -Kurve bietet ein etwas unregelmäßiges Bild.

80 m nördlich von Profil XI keilt der Gang auf der 750-m-Sohle aus; wohl setzt sich die Kluft, welche der Basaltgang zum Aufsteigen benutzte, weiter nach N fort; sie ist von Anhydrit, Schwefel und umkristallisiertem Steinsalz erfüllt. Kohlensäureracheln sind weiterhin auf ihr zu finden. Das gleiche gilt für die umgekehrt magnetisierte Zone, auch sie läßt sich weiter nach N verfolgen. 400 m nördlich des Ganges wurden für  $\Delta Z$  immer noch  $-400 \gamma$  gemessen (Abb. 4).

Das Längsprofil des Ganges (Abb. 4) weist im normal magnetisierten Teil ähnliche Züge wie das von Gang A auf;  $\Delta Z$ - und  $\Delta H$ -Kurven haben wieder gegenläufige Tendenz. Im umgekehrt magnetisierten Gangteil fehlt diese Beziehung jedoch.

### $\gamma$ ) Ergebnisse der Untertage-Messungen

Zusammenfassend läßt sich über die Eigenmagnetisierung beider Gänge folgendes sagen. Der Gang A und der südliche Teil des Ganges B sind normal, der nördliche Teil von Gang B dagegen umgekehrt magnetisiert. Auf Grund der geologischen und gefügekundlichen Aufnahmen lassen sich einige Unterschiede der verschiedenen magnetisierten Gangteile herausstellen. Die Schmelze ist in den normal magnetisierten Partien laminar geflossen und hat lineare Maxima der Achsenregelung erzeugt, die zumeist auf einem Großkreis parallel der Gangebene angeordnet sind. Geringfügige Änderungen dieser Regelung sind durch örtliche Lagerungsstörungen verursacht. Bei umgekehrter Magnetisierung hingegen ist die Schmelze turbulent eingeströmt, die Diagramme sind ohne Regelung. Demnach scheint die turbulente Strömungsform mit der umgekehrten Magnetisierung gekoppelt zu sein. Weiter unterscheiden sich normal und umgekehrt magnetisierter Basalt dadurch, daß nur letzterer von Kohlensäureracheln durchsetzt wird. Über den Zeitpunkt des Durchgangs der Gase gibt das Gefüge leider keine Auskunft. Die Kohlensäure kann mit dem Basalt zugleich aufgestiegen sein und ihn dabei plastisch verformt haben, sie kann ihn auch erst viel später erneut aufgeschmolzen haben.

Wie lassen sich diese Aussagen nun mit den Hypothesen über die Entstehung der umgekehrten Magnetisierung (S. 391—392) in Einklang bringen? — Der Versuch, die umgekehrte Magnetisierung an Gang B mit der Zweiphasentheorie von M. L. NÉEL (1951) zu erklären, muß scheitern, da der gesamte Gang ein einheitliches Gebilde darstellt. Ebenso kann man hier die Hypothese von GRAHAM nicht anwenden, da keine Anzeichen für eine partielle Oxydation unter Tage vorliegen. Mit Sicherheit kommt Blitzschlag als eine Ursache der umgekehrten Magnetisierung in 700 m Teufe nicht mehr in Frage. Dagegen wäre es an sich denkbar, daß während der Abkühlung des Ganges eine Umkehr des Erdfeldes eingetreten ist. Nur scheint wenig plausibel, daß das Erdfeld so schnell seine Richtung gewechselt hat, da der gesamte Gang nahezu gleichzeitig aufgestiegen und erstarrt sein muß. Weiter unten (S. 409) wird sich jedoch ein Gesichtspunkt ergeben, der dieses Gegenargument entkräftet.

### 2. Messungen über Tage

Die magnetischen Aufnahmen an der Erdoberfläche deckten im Werragebiet neben einem regionalen Anstieg der Vertikalintensität von SW nach NE 13 magnetische Anomalien auf (Abb. 5). Fast alle haben eine langgestreckte Gestalt und deuten

damit auf Störkörper in Gangform hin. Die einzelnen Anomalien und wahrscheinlich auch die Basaltgänge verzweigen sich mit zunehmender nördlicher Entfernung von der Rhön immer mehr. Ebenso wie unter Tage fanden sich auch über Tage neben den positiven  $\Delta Z$ -Anomalien negative Werte, die auf ganz oder teilweise umgekehrt magnetisierte Basaltgänge zurückgehen.

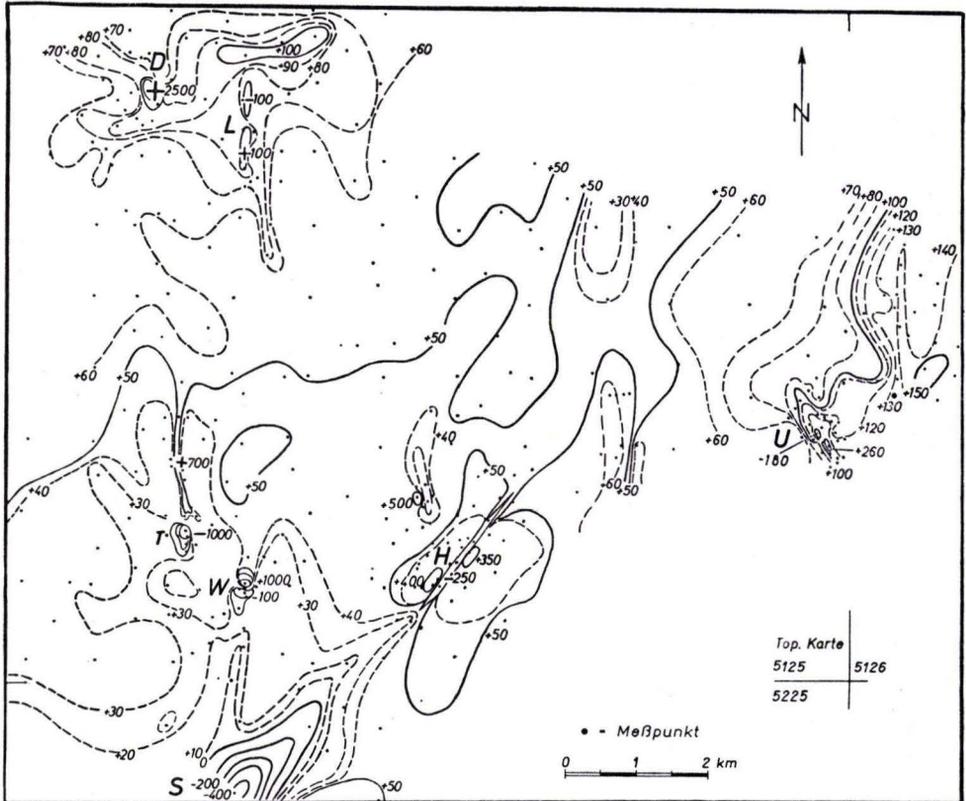


Abb. 5. Isanomalenkarte von  $\Delta Z$  aus dem zentralen Teil des Werragebiets. Zahlenangaben in  $\gamma$  (auch bei den folgenden Isanomalenkarten). Im Text erläuterte Strukturen sind mit Buchstaben bezeichnet.

Als ganzes umgekehrt magnetisiert ist eine gangförmig gestreckte Struktur, die über 5 km Länge von der umgekehrt magnetisierten Basaltkuppe des Soisberges (S in Abb. 5) mit  $40^\circ$  zum Gut Hohenroda (H in Abb. 5) streicht. Leider ist der zugehörige Gang nicht aufgeschlossen. Neben dem Gangkörper stehen bei Gut Hohenroda Basalte an, die aber nach ihren flachliegenden Fließtexturen als seitliche Apophysen zu betrachten sind. Wie der Abb. 5 zu entnehmen ist, bewegen sich die  $\Delta Z$ -Anomalien in der zentralen Gangzone um  $-250 \gamma$ , während die seitlichen Apophysen solche von  $+350$  bis  $+400 \gamma$  erzeugen.

Ein Beispiel für eine teilweise umgekehrte Magnetisierung bietet der nördliche Teil eines 2–3 m mächtigen, N-S streichenden Basaltganges westlich Lautenhausen (L in

Abb. 5). Der Gang ist schlecht aufgeschlossen, ließ sich aber magnetisch 2,5 km weit verfolgen. Ein zweites Beispiel ist eine gleichfalls langgestreckte Struktur, die sich vom Soisberg (S in Abb. 5) nach N über 2 km hinzieht. Ihr südlicher Teil ist invers, der nördliche normal magnetisiert. Gegen die Grenze beider Abschnitte sinkt  $\Delta Z$

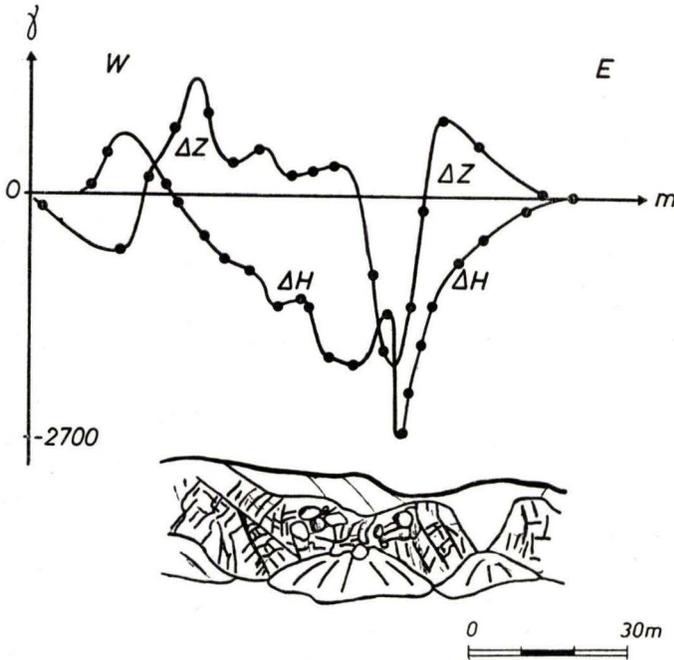


Abb. 6a (oben). Geologisches und magnetisches Profil durch den Hornblendebasaltstock des Trümbachsköpfchen (T in Abb. 5).

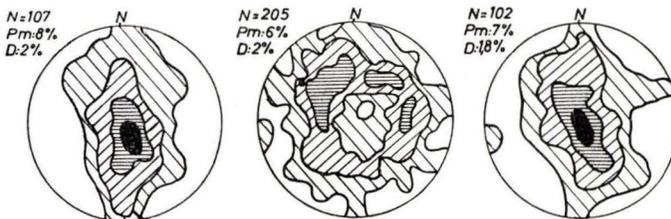


Abb. 6b (unten). Sammeldiagramme der langen Hornblendeachsen aus der umgekehrt magnetisierten Mitte und den normal magnetisierten Rändern (N = Anzahl der eingemessenen Pole, Pm = Polhäufung im Maximum, D = Stufenintervall).

sehr tief ab und ist ähnlich hohen positiven Werten nahe benachbart (W in Abb. 5). Es scheint, daß hier ein Eruptionsschlot liegt. Der Nachweis teilweise umgekehrter Magnetisierung an zwei weiteren Basaltgängen bestätigt den Befund an Gang B, auch wenn wegen der schlechten Aufschlußverhältnisse keine Gefügeuntersuchungen ausgeführt werden konnten.

Im Ulstertal (U in Abb. 5) sitzen dem NNW-SSE streichenden Kluftzug von Gang A wieder zwei Basalte auf, die nacheinander in einen von Tuffen und Breccien erfüllten

Schlot eingedrungen sind. Das Gestein des älteren ist blasig, das des jüngeren dicht ausgebildet. Die Einsprenglinge sind dagegen bei beiden in gleicher Weise planar meist in Richtung des Kluftzuges eingeregelt. Über dem älteren Basalt wurden positive  $\Delta Z$ -Werte bis zu  $+ 260 \gamma$ , über dem jüngeren negative bis zu  $- 180 \gamma$  gemessen. Im Vergleich zu Gang B ist auffällig, daß die beiden unterschiedlich magnetisierten Basalte dasselbe Fließgefüge aufweisen. Unsere oben (S. 399) ausgesprochene Vermutung über die Kopplung von turbulenter Strömung und umgekehrter Magnetisierung scheint damit in Frage gestellt zu sein.

Ein ähnlich magnetisierter, aber besser aufgeschlossener Hornblendebasalt liegt im Trümbachsköpfchen (Abb. 6a und b und T in Abb. 5) am Süden einer N-S streichenden, normal magnetisierten Struktur von 3 km Länge, der auch die Tephrite der Ruine Landeck und des Löhchens angehören. Entsprechend den Beobachtungen unter Tage darf man wohl annehmen, daß diese petrographisch und magnetisch unterschiedlichen Basalte auf dem gleichen, N-S streichenden Kluftzug aufgestiegen sind. Die Regelung der langen Hornblendenadeln im Trümbachsköpfchen geht aus drei Diagrammen hervor (Abb. 6b). In der Mitte des Vorkommens sind die langen Achsen kreisförmig gehäuft. Sie belegen einen nach oben konvergenten Kegelmantel dessen Achse mit  $80^\circ$  nach SE geneigt ist. Diese Anordnung könnte bei einer wirbelförmigen Strömung entstanden sein. Die Diagramme der randlichen Teile besitzen dagegen an der Stelle des Minimums der Kegelachse lineare Maxima. Danach ist der Fließvorgang an den Rändern laminar und ruhiger als im Zentrum gewesen. Zwischen Randpartien und Zentrum fehlen jedoch scharfe Grenzen. Nur die Klüfte und Störungen sind außen häufiger und enger gestellt als in der Mitte (Abb. 6a).

Die Vertikalintensität hat über den randlichen Teilen positive Anomalien, über dem Zentrum fällt sie jedoch ins Negative bis zu  $- 2500 \gamma$  ab (Abb. 6a). Die  $\Delta H$ -Kurve bleibt immer negativ. Aus diesen Daten ergibt sich, daß nur der zentrale Teil des Basaltkörpers mit der wirbelförmigen Anordnung der Hornblendenadeln eine umgekehrte Magnetisierung besitzt. Einwirkungen heißer Gase konnten nicht nachgewiesen werden, so daß anscheinend nur die turbulente Strömungsform als beeinflussender Vorgang bei der Magnetisierung in Frage kommt. Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu den Beobachtungen an den Ulstertalbasalten, wo die beiden entgegengesetzt magnetisierten Basalte die gleiche planare Fließregelung besitzen. Aber vielleicht hängt die Art der Eigenmagnetisierung überhaupt nicht mit dem Fließvorgang zusammen, man könnte auch annehmen, daß der zentrale Teil des Trümbachsköpfchens später als die randlichen Partien aufgedrungen ist und diese keilförmig auseinander gedrängt hat. Für diese Deutung sprechen die vielen Störungen an den Flanken des Vorkommens. Wir werden auf diese Fragen auf S. 408 zurückkommen.

Am N-Hang des Dreienberges (D in Abb. 5) liegt ein Eruptionsschlot, der nacheinander mit Tuffen, Schlotbreccien, massigem Basalt und Gangbasalten erfüllt wurde. Schollen des umgebenden Muschelkalkes sind in den Schlot gestürzt oder hängen noch am Rand fest. Sie fallen zum Schlot hin ein, wie es ähnlich H. Cloos 1941 an den Vulkanembryonen der schwäbischen Alb beobachtet hat. Die saiger stehenden Basaltgänge durchsetzen den unregelmäßig abgesonderten Schlotbasalt mit scharfen, N-S streichenden Salbändern (Abb. 7). Alle Basalte führen Feldspat;

der westliche Gang enthält zahlreiche bis zu 5 mm lange, idiomorphe Kristalle. Die Fließtexturen der Gänge laufen ihren Salbändern parallel. Das gleiche gilt für den schlotfüllenden Basalt, wo die Regelung dem 5° streichenden und saiger stehenden Westkontakt gegen Tuff folgt.

Quer zum Streichen wurde ein magnetisches Profil vermessen, aus dem sich folgendes ersehen läßt. Während  $\Delta Z$  positiv bleibt und etwas westlich des mittleren

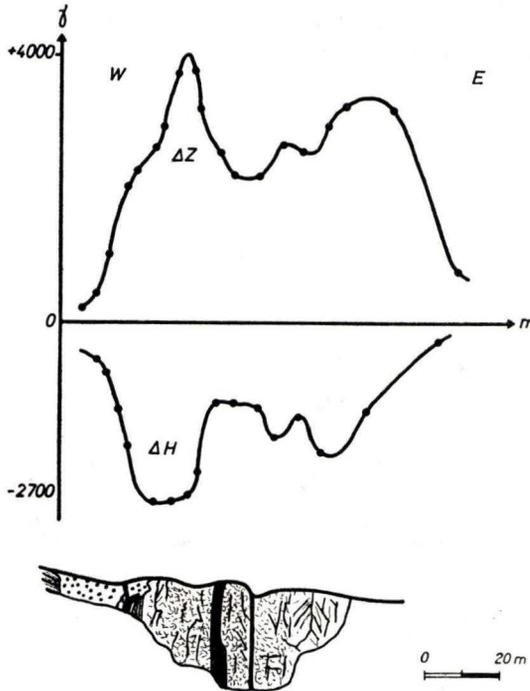


Abb. 7. Dreienberg. Geologisches und magnetisches Profil (= D in Abb. 6). Geschichtet = Muschelkalk, punktiert = Tuff, geklüftet = Schlottbasalt, schwarz = jüngere Basaltgänge. Die Richtung der Eigenmagnetisierung ist von der des heutigen Erdfeldes verschieden.

Ganges ein Maximum von + 4000  $\gamma$  erreicht, verläuft die  $\Delta H$ -Kurve entgegengesetzt und hat an derselben Stelle ein Minimum von - 2700  $\gamma$ . Ähnliches wiederholt sich am östlichen Gang mit geringerem Ausschlag. Dieser Kurvenverlauf erweist, daß die Gangbasalte eine andere Eigenmagnetisierung als der massige Basalt besitzen. Nach der negativen Horizontalintensität zu schätzen, muß der resultierende Feldvektor nach S weisen und damit eine andere Richtung besitzen, als der Vektor des heutigen Erdfeldes. Am Dreienberg liegt also eine anomale Magnetisierung vor, die sich nur in der  $\Delta H$ -Komponente bemerkbar macht. Wieder scheint in irgendeiner Weise die Generationsfolge der einander durchdringenden Basalte, wie schon im Ulstertal, einen Einfluß auf die Umkehrung der Magnetisierung zu haben. Es zeichnen sich aber weder turbulente Strömung noch Gaseinwirkung ab.

## b) Der Roßberg bei Darmstadt

In diesem miozänen Basaltstock hatte schon J. KOENIGSBERGER (1933) an zwei Handstücken eine „umgekehrte Inkliniation“ festgestellt. Der Roßberg ist ein subvulkanischer Quellkörper, der eine Fläche von etwa 350000 m<sup>2</sup> einnimmt. Er steht an der Oberfläche mit Rotliegendem und Unterem Buntsandstein im Kontakt. Sein Gestein wird als Nephelinbasalt bezeichnet (Erl. Bl. Roßdorf, Nr. 6118, 1938). Der Abbau ist 45 m tief in den Berg eingedrungen. Es konnte nur der nördliche Teil untersucht werden, da im Süden mächtige Halden aufgeschüttet worden sind. Die gut ausgebildeten Basaltsäulen stehen i. a. saiger, nur am Rande divergieren sie in

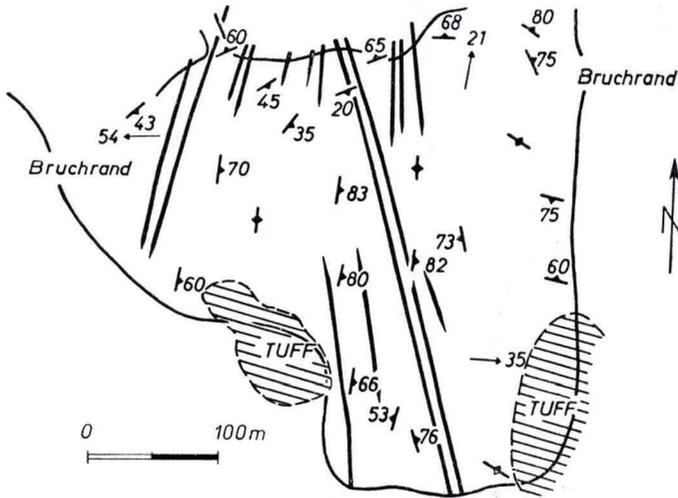


Abb. 8. Roßberg bei Darmstadt. Streich- und Fallzeichen = planare Fließregelung, dünne Pfeile = Lage der Säulenachsen, schwarz = Gaszersetzungszone.

der Art der bekannten Meilerstellung. Einzelne Schollen von Basalttuff sind im Gestein eingeschlossen (Abb. 8). Die tertiäre Verwitterung hat 10–20 m tief in den Roßberg eingegriffen und den Basalt rot verfärbt.

Die längsten Achsen und größten Ebenen von spindeligen oder tafeligen Einsprenglingen und Einschlüssen sind planar eingeregelt. Sie wurden nach der Methode von R. H. CLARK und D. B. MCINTYRE eingemessen. Es ergab sich in Bruchmitte ein steiles E- oder W-Fallen und nordsüdliches Streichen. In Nähe des Nordkontaktes herrscht dagegen die ostwestliche Streichrichtung vor. Als außergewöhnliche Erscheinungen wurden schon von G. KLEMM 1938 senkrecht stehende „Quetschzonen“ erwähnt, „in denen eine besonders starke Zersetzung des Basaltes stattgefunden hat.“ Eine Kartierung dieser meist N-S streichenden Zonen ergab, daß sie aus Klüften bestehen, von denen aus der Basalt auf 0,2–2 m Breite zu Kaolin mit eingesprengtem, elementarem Schwefel umgewandelt ist. Es liegt daher nahe, diese sog. Quetschzonen, ähnlich wie auf Grube Hattorf, als Spalten zu deuten, auf denen postvulkanische Gase oder Lösungen aufgestiegen sind und den Basalt zersetzt haben. Hierbei scheint der Basalt nochmals erwärmt worden zu sein, denn in der Nähe der Zersetzungszone

fehlt die sonst sehr regelmäßige säulige Absonderung des Basaltes. Man sieht nur zahlreiche, engständige Klüfte, die das Gestein in kleine Bruchstücke zerlegen; es sieht wie gefrittet aus.

Bei der magnetischen Untersuchung konnten nur Stationen der Vertikalintensität ausgewertet werden, da die Horizontalintensität zu stark vom Abbau beeinflusst ist. Die  $\Delta Z$ -Isanomalen umschließen hauptsächlich negative Werte (Abb. 9). Drei Minima, die  $-2000 \gamma$  überschreiten, zeichnen sich ab, von denen zwei außerhalb des Bruchrandes im E und W liegen.

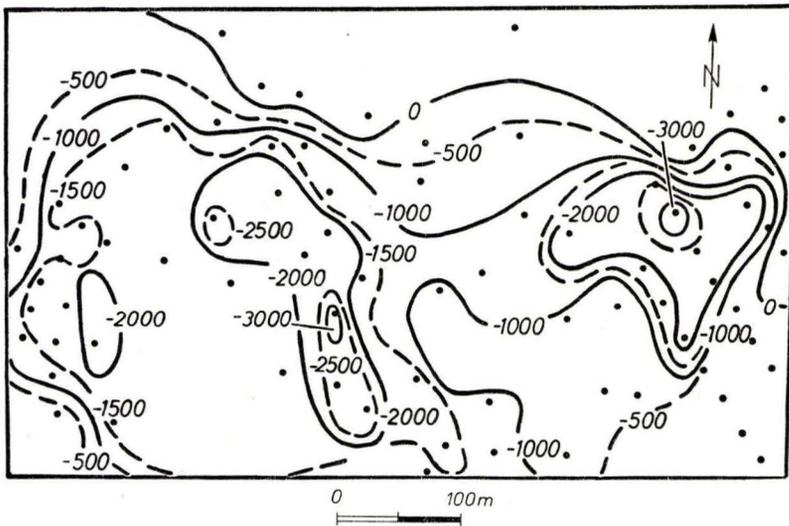


Abb. 9. Roßberg bei Darmstadt mit Isanomalen von  $\Delta Z$  (umgekehrte Magnetisierung).

Stellt man sich die Frage, welche der Erscheinungen, die wir im Werragebiet mit der umgekehrten Magnetisierung verknüpft fanden, auch am Roßberg auftritt, so kommt nur die Gaseinwirkung in Betracht. Schon an Gang B auf Grube Hattorf scheint ja die umgekehrte Magnetisierung mit dem Auftreten heißer Gase in Verbindung zu stehen. Dieses Ergebnis widerspricht allerdings den Befunden am Trümbachsköpfchen und am Ulstertalbasalt, wo trotz umgekehrter Magnetisierung keinerlei Einwirkung heißer vulkanischer Gase nachweisbar war.

### c) Das Siebengebirge bei Bonn

In der Eruptivgesteinsprovinz des Siebengebirges wurden fünf subvulkanische Quellkörper untersucht: 1. der Dächelsberg, 2. die Löwenburg, 3. der Stenzelberg, 4. der Lyngsberg und 5. die Rabenlay. Das Siebengebirge ist petrographisch und geologisch bereits von H. LASPEYRES (1900), G. J. UHLIG (1914), R. BRAUNS (1922), G. BERG (1932) u. a. eingehend bearbeitet worden, so daß sich eine nähere Beschreibung erübrigt. Die Schmelzen der Ergußgesteine blieben im Oberoligozän und im unteren Miozän, teils in Trachyttuffen, teils in ihren eigenen Tuffen stecken, nach-

dem sie das devonische Grundgebirge durchschlagen hatten. Die Eruptionsfolge verlief von sauren zu basischen Gesteinen. In den subvulkanischen Körpern bildeten sich meist planare Fließregelungen aus, die je nach der Größe ihrer Einschlüsse und Einsprenglinge mehr oder minder gut erkennbar sind. H. und E. CLOOS haben 1927 mit ihrer Einmessung am Drachenfels begonnen, um daraus die ursprüngliche Intrusionsform abzuleiten. In Fortführung dieser Arbeiten hat der Verfasser Fließregelungen an weiteren Eruptivgesteinskörpern aufgenommen und sie mit den magnetischen

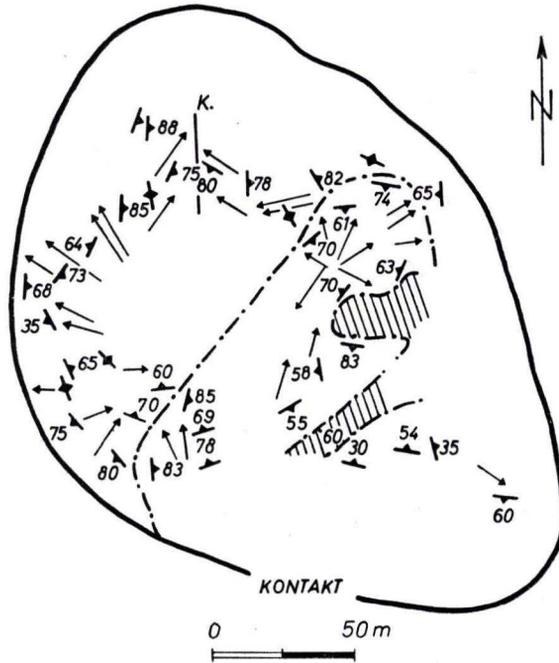


Abb. 10. Dächelsberg bei Mehlem. Streich- und Fallzeichen = planare Fließregelung, dünne Pfeile = Lage der Säulenachsen, K = Kluft, schraffiert = Schollen von Trachyt, Tuff usw., strichpunktiert = Kontakt zwischen beiden Intrusionen.

Isanomalenbildern verglichen. Neben den direkten Gefügemessungen nach H. CLOOS wurden in schwierigen Fällen die indirekten Methoden von R. H. CLARK und D. B. McINTYRE angewandt.

### 1. Der Dächelsberg

Zwischen Nieder- und Oberbachelm ragt der Feldspatbasaltstock des Dächelsberges in ein Bachtal hinein, das bei Mehlem ins Rheintal mündet. Die basaltischen Tuffe, in die der Basalt eindrang, sind nur noch an der N-Seite oder als Einschlüsse erhalten. Beim Aufdringen sind Schollen der älteren Berkumer Trachyte im Untergrund losgerissen und von der Schmelze mitgenommen worden. Das Gestein ist in lange, sechsseitige Säulen zerlegt. Die Raumlagen der Säulenachsen sind nicht einheitlich (Abb. 10). Im NW-Teil sind ihre Längsachsen in Meilerstellung geordnet; im

Zentrum des Berges scheidet jedoch eine N-S streichende, saiger stehende Kluft ostfallende Säulen von westfallenden, wobei die Säulen von beiden Seiten mit  $40^\circ$  gegen die Kluft einfallen. Im E-Teil des Bruches ließ sich eine Säulendiskordanz anderer Art beobachten. Steil gegen SW fallende Säulen stoßen winkelig an andere Säulen an, die flach nach E abtauchen oder in horizontaler Lage E-W bis N-S streichen. Die Berührungsfläche verläuft unregelmäßig wellig und steht auf den Achsen der östlichen Säulen senkrecht. Sie scheint den Kontakt zwischen altersverschiedenen Basaltkörpern darzustellen. Der östliche Basalt müßte dabei nach der Erstarrung des westlichen aufgestiegen sein. In der jüngeren Intrusion treffen die Achsen der

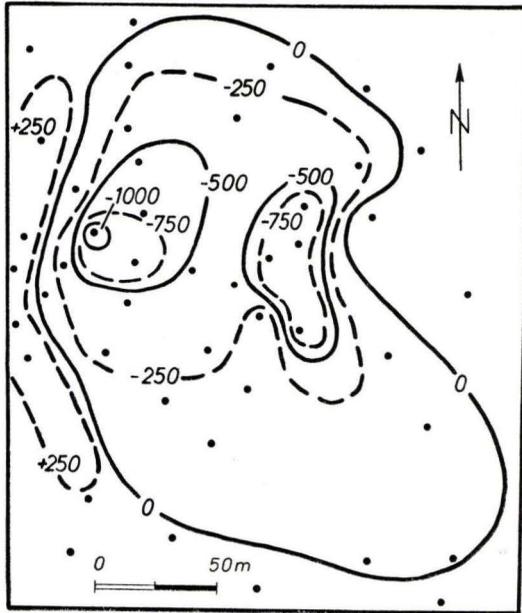


Abb. 11. Dächelsberg bei Mehlem mit Isanomalen von *AN* (umgekehrte Magnetisierung).

Basaltsäulen in der Mitte in einem Punkt zusammen. Dabei verbiegen sie sich nach unten konvex und halbkreisförmig in einem Profil vom Kontakt zum Zentrum (Abb. 10). Im E und SE stellen sich die Säulen senkrecht auf die Kontakte mit eingeschlossenen Schollen aus Tuff, Trachyt und devonischen Schiefen, die nur im später aufgestiegenen Basalt sitzen. Die strichpunktierte Linie in Abb. 10 bezeichnet die Säulendiskordanz zwischen der ersten und zweiten Intrusion.

Der Verlauf der planaren Fließregelung bestätigt die aus der Säulenordnung gewonnenen Ergebnisse. Die Fließlinien lassen zwei unabhängige NNE-SSW gestreckte Quellkörper hervortreten. Die Fließtexturen des westlichen werden an der Säulendiskordanz von den querlaufenden Regelungen der östlichen Eruptivmasse abgegrenzt. Daraus läßt sich die gleiche Altersfolge erschließen, die wir schon aus der Säulenstellung ableiteten. Das Fließgefüge des jüngeren Basaltes ist in seinem Inne-

ren unregelmäßig, da sich die Fließlinien den Begrenzungen der eingeschlossenen Fremdkörper anschmiegen (Abb. 10).

Die erdmagnetische Vermessung ergab, daß der Dächelsberg umgekehrt magnetisiert ist. Die Isanomalien der magnetischen Vertikalintensität (Abb. 11) haben zwei Minima von  $-1000 \gamma$ , die in ihrer langgestreckten Form mit den beiden von der Fließregelung nachgezeichneten Basaltschüben übereinstimmen. In Abb. 12 sind die geologischen und magnetischen Daten mit den resultierenden Vektoren der Vertikal- und Horizontalintensitäten in einem N-S-Profil vereinigt. Die Begrenzungen des

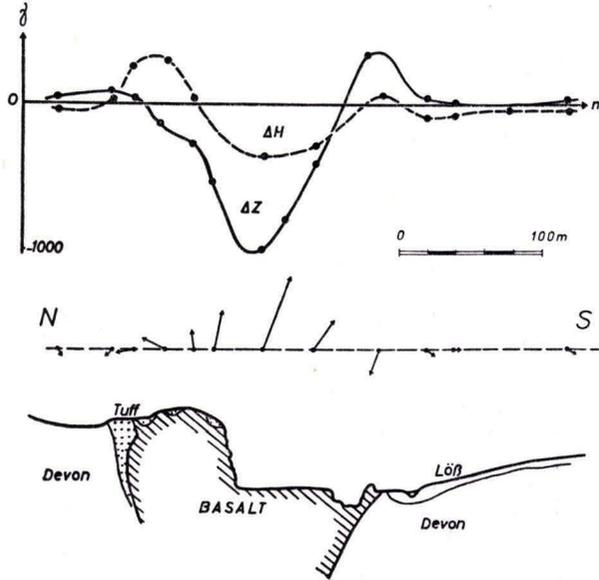


Abb. 12. Dächelsberg. Geologische und magnetische N-S-Profile mit Konstruktion der resultierenden Vektoren (nicht überhöht).

Basaltes wurden dabei parallel zum Einfallen der Fließregelung angenommen. Der ausgeglichene Verlauf der beiden magnetischen Kurven spricht dafür, daß die umgekehrte Magnetisierung gleichmäßig im Gestein des Dächelsberges verteilt ist.

Der Dächelsberg bringt endlich einen deutlichen Hinweis darauf, welcher Vorgang — turbulente Strömung der Schmelze oder Einwirkung heißer Gase — die Eigenmagnetisierung beeinflussen haben könnte. Zwei Basaltgenerationen sind nacheinander aufgestiegen. Die erste muß bereits soweit abgekühlt gewesen sein, daß ihr Fließ- und Säulengefüge fertig war, als die zweite eindrang. Durch die Kontaktwirkung erfolgte eine Wiedererwärmung des älteren Basaltes, welche die Eigenmagnetisierung beeinflussen haben könnte. Anzeichen einer erneuten Erwärmung lassen sich auch bei einigen der oben angeführten Beispiele mit umgekehrter Magnetisierung nachweisen. So könnte das Gefügebild des Trümbachsköpfchens (S. 402) zugunsten einer zweiten Intrusion im Zentrum ausgelegt werden. Im Ulstertal liegen zwei altersverschiedene Basaltkörper nebeneinander; ebenso gibt es im Dreienberg zwei Basaltgenerationen (S. 403). Unter Umständen mag die zweite Erwärmung eines vulkanischen Körpers

auch durch das Aufsteigen heißer, postvulkanischer Exhalationen zustande kommen. Derartiges kann sich den Lagerungsverhältnissen nach an Gang B auf Grube Hattorf (S. 397) und am Roßberg (S. 405) ereignet haben. So erscheint es möglich, alle Fälle anomaler Magnetisierung auf eine Wiedererwärmung zurückzuführen. Diese Arbeitshypothese habe ich an einem komplizierter gebauten Subvulkan überprüft.

## 2. Die Löwenburg

Die Löwenburg liegt als zweithöchster Berg des Siebengebirges in seinem äußersten SW. Anlaß zur Untersuchung gab eine starke Abweichung der Deklination; die Kompaßnadel dreht sich auf dem sog. Aussichtsfelsen östlich des Berggipfels bis zu  $100^\circ$  von der magnetischen Nordrichtung nach SE ab.

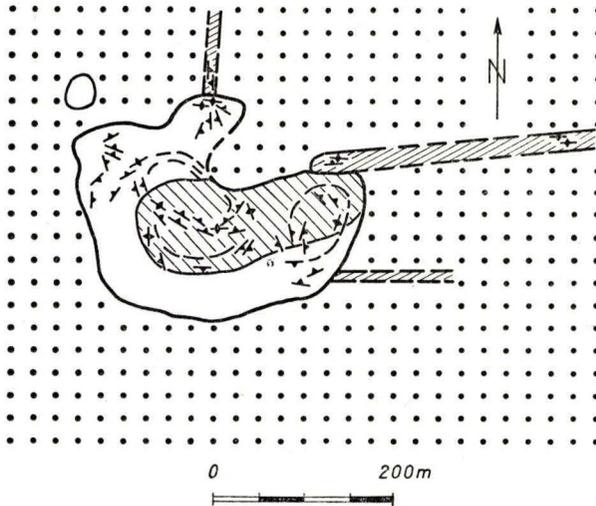


Abb. 13. Löwenburg im Siebengebirge. Punktiert = Tuff, weiß = Hornblendebasalt, von links oben — rechts unten schraffiert = doleritischer Alkalibasalt, von rechts oben — links unten schraffiert = andesitischer Trachydolerit im Gängen, Streichzeichen = planare Fließregelung  $75-90^\circ$  einfallend.

Die Löwenburg setzt sich aus drei verschiedenen Ergußgesteinen zusammen (F. HARDER 1935), dem doleritischen Alkalibasalt des Gipfels, dem Hornblendebasalt der Berghänge und dem morphologisch nicht heraustretenden Trachydolerit dreier Gänge (Abb. 13). Der N-S streichende Trachydoleritgang wird an der Straße nach Honnef von Hornblendebasalt abgeschnitten und kontaktmetamorph verändert; der Trachydolerit muß also älter als der Hornblendebasalt sein. Das Altersverhältnis zwischen dem doleritischen Alkalibasalt des Gipfels und dem Hornblendebasalt wird verschieden gedeutet. H. LASPEYRES (1900) rechnet beide Gesteine als gleichaltrig einem einzigen Intrusionskörper zu. Er fand Übergänge zwischen der grobkörnigen Struktur des Gipfelgesteins und der porphyrischen des Mantels und nimmt an, daß letzterer auf Grund seiner schnelleren Abkühlung eine andere Struktur als das Gipfelgestein erhalten habe. Für petrographische Übergänge zwischen beiden Gesteinen

hat sich auch F. HARDER (1935) ausgesprochen. G. BERG (1937) sieht den Hornblendebasalt dagegen als Ganggestein an.

Die Aufnahme der Fließtexturen läßt erkennen, daß die planare Regelung geradlinig durch die angeblichen Grenzen zwischen Gipfel- und Ganggestein hindurchsetzt.

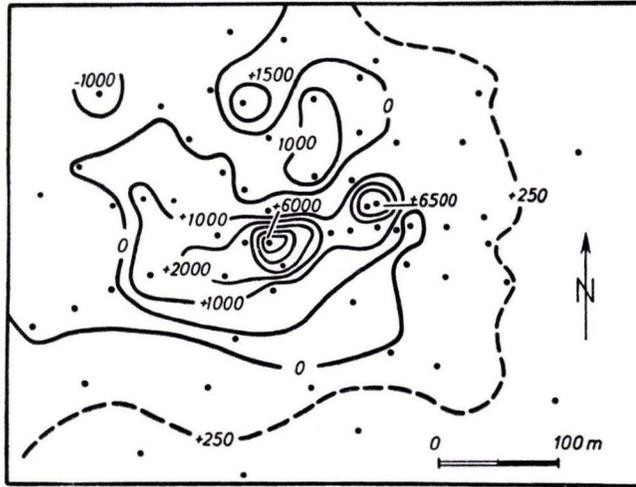


Abb. 14. Löwenburg im Siebengebirge mit Isanomalen von  $\Delta Z$ .

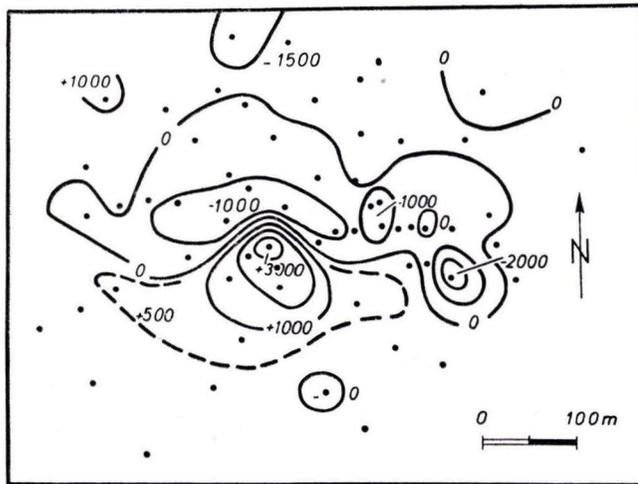


Abb. 15. Löwenburg im Siebengebirge mit Isanomalen von  $\Delta H$ .

Danach müssen beide Gesteine derselben Eruptivmasse angehören. Die planaren Regelungsf lächen liegen auf zwei elliptischen Zylindern, deren Achsen etwa saiger stehen (Abb. 13). Anscheinend ist das Magma in Gestalt von zwei großen, ruhig fließenden, voneinander unabhängigen Zylindern aufgedrungen. Die Differentiation in

Gipfel- und Mantelgestein hat sich in beiden Zylindern wohl mit zeitlichem Abstand vollzogen, denn der am östlichen Zylinder fehlende Hornblendebasaltmantel spricht nach H. LASPEYRES für eine langsamere Abkühlung. Im NW schmiegt sich die Regelung dem Kontakt an. Die Einschlüsse und Gasblasen im anschließenden Trachydoleritgang sind parallel seiner Gangebene eingeregelt und stehen senkrecht auf die Regelung im Hornblendebasalt. Sie bestätigen damit den bereits oben begründeten Schluß auf die Altersfolge.

Die beiden Zylinder der Fließtextur findet man überraschend im Isanomalenbild von  $\Delta Z$  wieder (Abb. 14). Zwei extrem hohe Maxima liegen östlich und westlich des



Abb. 16. Stenzelberg im Siebengebirge mit planarer Fließregelung nach G. OERTEL. K = Kontakt.

Berggipfels mit 6000 und 6500  $\gamma$ . Rund um den basaltischen Störkörper wurden über Tuffen negative  $\Delta Z$ -Werte gemessen. Sie sind durch die Wirkung der nach unten konvergenten Begrenzung des Quellkörpers erklärlich. Im E ist dieser negative Ring unterbrochen; wahrscheinlich durch die magnetisch wirksamen Trachydoleritgänge.

Am westlichen  $\Delta Z$ -Maximum verlaufen die  $\Delta H$ -Isanomalen (Abb. 15) einer normalen Magnetisierung entsprechend. Nördlich davon treten hohe negative, südlich davon hohe positive  $\Delta H$ -Werte auf und die O-Isanomale von  $\Delta H$  quert ostwestlich streichend die Spitze des  $\Delta Z$ -Maximums. Das östliche Maximum von  $\Delta Z$  liegt auf dem sog. Aussichtsfelsen, wo die starke Streuung der Deklination auftritt.  $\Delta H$  ist hier negativ und zeichnet damit die Abweichung der Deklination nach. Die anomale Eigenmagnetisierung macht sich also nur in der Horizontalintensität und der Deklination bemerkbar, wogegen  $\Delta Z$  positiv ist.

Wie lassen sich nun diese Beobachtungen den S. 409 gewonnenen Anschauungen einfügen? Auch in der Löwenburg sind zwei konzentrische Fließstrukturen ausgebildet, jedoch ist kein Kontakt dazwischen aufgeschlossen. Es sprechen aber keine Argumente gegen die Annahme, daß die beiden Wirbelkörper in einem gewissen zeitlichen Abstand aufgedrungen sind. Die damit verbundene Wiedererwärmung hätte dann den Charakter der Eigenmagnetisierung im östlichen Teil des Berges beeinflussen können.

### 3. Der Stenzelberg

Die bisherigen Untersuchungen hatten das Ziel, gewisse Gefügemerkmale herauszustellen, die bei vielen umgekehrt magnetisierten Eruptivgesteinskörpern auftreten.

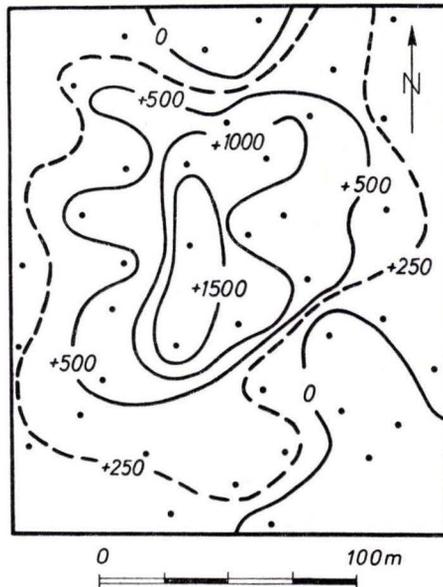


Abb. 17. Stenzelberg mit Isanomalien von  $\Delta Z$  (normal magnetisiert).

Im folgenden seien noch einige normal magnetisierte Störkörper daraufhin geprüft, ob sie dieselben Gefügemerkmale besitzen bzw. eine Wiedererwärmung erfahren haben.

Der Stenzelberg liegt am Nordrand des Siebengebirges. G. OERTEL hat ihn 1953 tektonisch kartiert und die planare Fließregelung eingemessen. In dankenswerter Weise stellte er mir seine Ergebnisse zur Verfügung (Abb. 16). Die Säulenstrukturen des Berges sind 1955 von A. D. HARALAMBOUS und D. VOGELSSANG geschildert worden. Nach G. OERTEL ist der Stenzelberg ein einheitlicher Trachyandesit-Quellkörper, der an der Nordflanke des Siebengebirgsvulkans aufgedrungen ist. Er hat gefügemäßig nachweisbare Lavaströme nach N entsandt.

Der Isanomalienverlauf der magnetischen Vertikalintensität (Abb. 17) bestätigt OERTELS Ansichten. Wenn man von den scharfen Ausbuchtungen der Isanomalien

absieht, die von den Bruchwänden herrühren, verlaufen die Isanomalen vorzugsweise in N-Slicher Richtung mit flachem Abfall nach E und W. Der Störkörper, den man danach konstruieren kann, hätte einen kuppelförmigen Bau und wäre nord-südlich gestreckt. In der Tat fällt der im SW aufgeschlossene Kontakt nach SW ein. Über den von G. OERTEL ermittelten Lavaströmen, die im N über Tuffe ausflossen, sind die Anomalien von  $\Delta Z$  gering negativ. Eine zweite, negative Anomalie fand sich im SW. Hier laufen Isanomalen und Streichen der Fließregelung einander parallel,

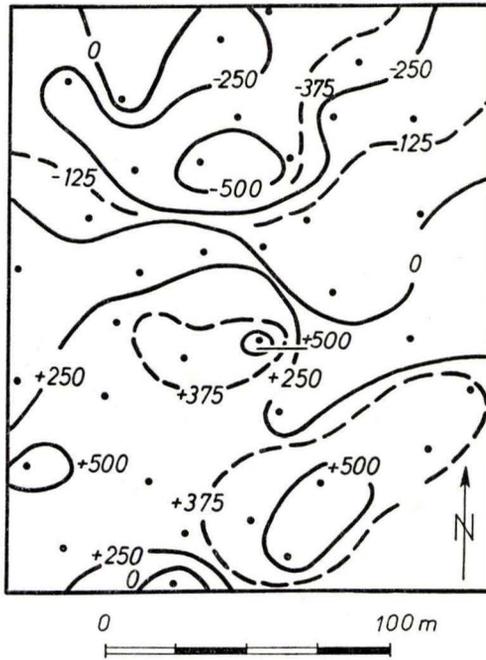


Abb. 18. Stenzelberg mit Isanomalen von  $\Delta H$ .

ohne daß die Gestalt des Stenzelberges dies vermuten ließe. Das Kurvenbild von  $\Delta H$  (Abb. 18) spiegelt die einheitlichen und ungestörten Verhältnisse wieder. Über die höchsten Werte von  $\Delta Z$  verläuft die O-Isanomale von  $\Delta H$  etwa in E-W-Richtung. Die nördlich davon aufgenommenen negativen und die südlich davon auftretenden positiven  $\Delta H$ -Beträge zeigen an, daß die stärkste magnetische Anziehung im Zentrum des Berges liegt, wo wohl der Förderschlot zu suchen ist. Die Fließtextur bietet am normal magnetisierten Stenzelberg keinerlei Anzeichen von zweiphasiger Entstehung, Gaseinwirkung oder sonstigen Vorgängen, die eine Wiedererwärmung ermöglicht hätten.

#### 4. Der Lyngsberg

Der Feldspatbasaltstock des Lyngsbergs bildet den westlichen Hang des Rheintales bei Mehlem. Er wird von der Hauptterrasse überlagert. Das Basaltvorkommen ist von SSE nach NNW gestreckt. Im SW ist der Kontakt gegen Tuff gut aufgeschlossen,

er verläuft gleichfalls SSE-NNW (Abb. 19). Die auf den Kontakt senkrechten Basaltsäulen formen eine weitgespannte Wölbung. Sie liegen im Zentrum des Berges sählig und tauchen von da nach NE und SW hin ab. Der Lyngsberg ist danach als gangförmiger Quellkörper aufzufassen, der in basaltische Tuffe und andere Tertiärschichten eingedrungen ist.

Die regelmäßige Anordnung der Basaltsäulen wird an zwei Stellen gestört. An einer basaltischen Tuffscholle (Abb. 19) stehen die Säulennachsen allseitig senkrecht auf dem Kontakt. Sodann liegt im SE dieser Scholle ein Punkt, von dem alle Säulennachsen sternförmig ausstrahlen und um den alle planaren Fließstrukturen kreisförmig

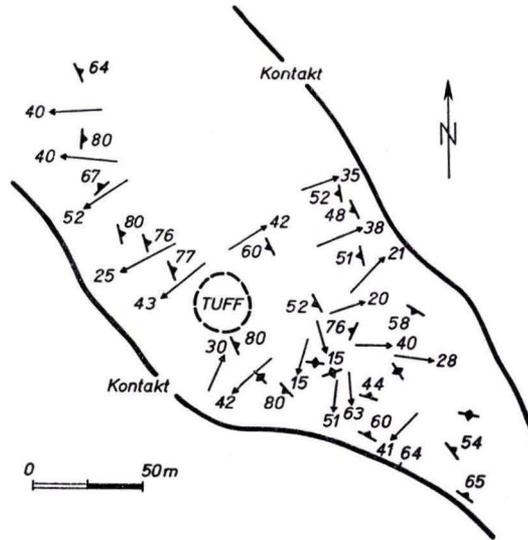


Abb. 19. Lyngsberg bei Mehlem. Streich- und Fallzeichen = planare Fließregelung, dünne Pfeile = Lage der Säulennachsen.

einschwenken. Bis auf diese Besonderheiten streichen Einschlüsse und Einsprenglinge im Lyngsberg jedoch kontakt parallel. Nahe dem Ostkontakt fallen sie steil nach W ein, auf der Westseite pendeln sie um die Saigerstellung. Zieht man die Grenzflächen des Basaltes diesen Gefügemerkmalen entsprechend, so ergibt sich wieder ein gangförmiger Körper, der sich nach unten verjüngt und im ganzen gegen SW einfällt. Die Stelle, an der die Fließstrukturen konzentrische Kurven und die Säulennachsen einen Stern bilden, liegt wahrscheinlich über dem Förderschlot. Der Aufstieg des Basaltes muß in einem Schub erfolgt sein, denn sonst sind keine Gefügeunregelmäßigkeiten nachweisbar.

Die magnetische Vermessung bezeugt diese Auffassung (Abb. 20). Die Isanomalien von  $\Delta Z$  sind positiv und über dem Gang NNW-SSE gestreckt. Ein Maximum von  $+ 3300 \gamma$  liegt etwa über dem Punkt, unter dem auf Grund der Gefügedaten der Schlot vermutet wurde. Im magnetischen Querprofil steigt  $\Delta Z$  von SSW her langsam an und fällt steil nach NNE ab. Auch an diesem normal magnetisierten Gesteinskörper traten keine Gefügemerkmale auf, die spätere Intrusionen, Gaseinwirkung oder dergl. wiedergeben.

### 5. Die Rabenlay

Die Rabenlay bildet nicht nur in ihrer Lage am östlichen Hang des Rheintales bei Oberkassel eine Parallele zum gegenüberliegenden Lyngsberg, sondern auch in ihrer Petrographie, Magnetisierung und einheitlichen Entstehungsgeschichte. Sie soll deshalb in anderem Zusammenhang eingehender beschrieben werden. Hier sei nur erwähnt, daß die an ihr gewonnenen Ergebnisse denen des Lyngsberges und des Stenzelberges entsprechen.

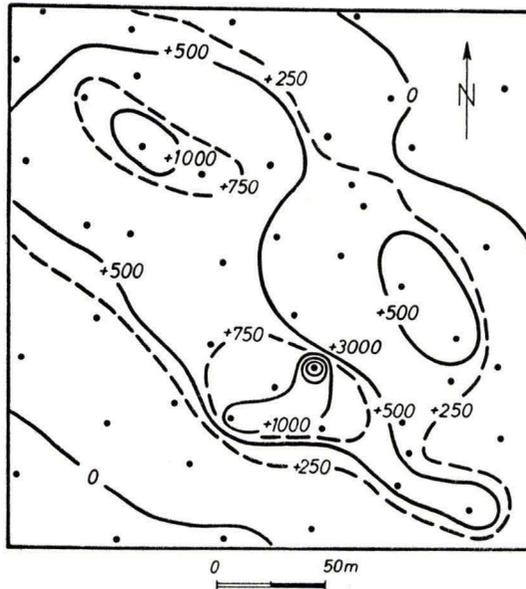


Abb. 20. Lyngsberg bei Mehlem mit Isanomalen von  $\Delta Z$  (normale Magnetisierung.)

### V. Synthese

Die Beziehungen, die sich auf Grund der in Abschnitt IV niedergelegten Untersuchungen zwischen der Entstehung der Eruptivgesteinskörper und ihrer Eigenmagnetisierung ergeben haben, sind in der nachstehenden Tabelle nochmals zusammengestellt, bei der nur gut aufgeschlossene Vorkommen berücksichtigt sind.

Aus der Tabelle ergibt sich, daß die anomale Eigenmagnetisierung in zwei Fällen mit der Einwirkung heißer vulkanischer Gase und in fünf Fällen mit einer zweiten Intrusion glutflüssiger Schmelze verknüpft ist. Die beiden Vorgänge müssen die gleiche Wirkung gehabt haben, nämlich eine erneute Erwärmung der Eruptivgesteinskörper. Bei normaler Magnetisierung konnte derartige nicht nachgewiesen werden. Wie groß der zeitliche Abstand ist, der die erstmalige Erstarrung von der Wiedererwärmung trennt, läßt sich auf Grund der geologischen Verhältnisse nicht entscheiden. Es können Monate, aber auch Jahrtausende gewesen sein.

Die Beziehungen zwischen Wiedererwärmung und anomaler Magnetisierung lassen sich von zweierlei Standpunkten aus verstehen. Erstens könnte man erwarten,

daß zwischen der ersten und der zweiten Abkühlung jeweils zufällig das Erdfeld gewechselt hätte. Dies führt aber zu Schwierigkeiten. Da alle Basalte dem Miozän angehören, müßte in diesem Zeitraum von etwa 10 Millionen Jahren eine häufige Änderung in der Orientierung des Erdfeldes eingetreten sein.

Vorkommen	Strömung der Schmelze	Postvulkanischer Aufstieg heißer Gase	Zweite Intrusion	Eigenmagnetisierung
<b>Hattorf:</b>				
Gang A und südl. Gang B	laminar	—	—	normal
Gang B, nördl. Teil .....	turbulent	+	—	umgekehrt
Basalt im Ulstertal .....	laminar	—	+	z. T. umgekehrt
Trümbachsköpfchen .....	z. T. turbulent	—	+	z. T. umgekehrt
Dreienberg .....	laminar	—	+	Richtung von der des Erdfeldes verschieden
Roßberg .....	laminar	+	—	umgekehrt
Dächelsberg .....	laminar	—	+	umgekehrt
Löwenburg .....	laminar	—	+ ?	Richtung von der des Erdfeldes verschieden
Stenzelberg .....	laminar	—	—	normal
Lyngsberg .....	laminar	—	—	normal
Rabenlay .....	?	—	—	normal

Die andere Möglichkeit wäre die, daß die Wiedererwärmung selbst auf irgendeine Weise die Umkehr der Magnetisierung hervorruft. Ohne daß ich hierfür eine physikalische Erklärung geben kann, sei doch auf gewisse Parallelen zwischen dem Prinzip der Wiedererwärmung und den Theorien von NEEL und GRAHAM aufmerksam gemacht. Sowohl NEEL als auch GRAHAM gehen von zwei Phasen aus, die sich in den Curiepunkten oder der Neigung zur chemischen Oxydation unterscheiden. Weiter wird in beiden Arbeiten in ähnlicher Weise der Gedanke vertreten, daß die umgekehrte Magnetisierung nur gewissen, besonders stark magnetisierten Mineralien oder Bereichen der Gesteine eigen ist. Zwei Phasen der Magnetisierung folgen zweifellos auch bei einer Wiedererwärmung aufeinander, wenn bei der zweiten Erwärmung und Abkühlung der Curiepunkt gewisser Mineralien erreicht oder überschritten wird. Die Anschauung, daß die anomale Magnetisierung nur von bestimmten Volumanteilen der Gesteine bewirkt wird, ist gleichfalls nicht von der Hand zu weisen. So konnten wir am Roßberg folgern, daß nur längs der Gaszersetzungs zonen starke Wiedererwärmungen aufgetreten sind.

Bei Weiterführung der Untersuchungen müßte ein Vergleich zwischen geologischen, insbesondere gefügekundlichen Merkmalen und geomagnetischen Ergebnissen in viel kleineren Bereichen durchgeführt werden. Erst dann wird sich ergeben, ob tatsächlich in gewissen Volumelementen der wiedererwärmten und anomal magnetisierten Gesteine Anzeichen für eine Ummagnetisierung vorhanden sind.

## Anmerkung

Die Arbeit wurde von Herrn Prof. Dr. R. BRINKMANN und Herrn Doz. Dr. O. ROSENBACH angeregt. Beiden Herren bin ich zu großem Dank verpflichtet für die freundliche Beratung und Unterstützung, die sie mir gewährt haben.

Mein Dank gilt weiterhin der Gesellschaft für praktische Lagerstättenforschung GmbH, Hannover und den Askania-Werken, Berlin, die die notwendigen Meßgeräte zur Verfügung stellten.

Firmen des Konsortiums der Erdölindustrie im Werragebiet gewährten mir freundlicherweise Einblick in ihre Ergebnisse. Die Salzdetfurth AG, sowie sieben Firmen aus dem Fachverband der Natursteinindustrie ermöglichten diese Arbeit durch die Bereitstellung von Transportfahrzeugen und Hilfskräften. Zahlreiche Helfer arbeiteten mit mir unentgeltlich im Gelände. Ihnen allen sei herzlich gedankt!

## Zusammenfassung

Geologische, insbesondere gefügekundliche und erdmagnetische Eigenschaften von miozänen Eruptivgesteinskörpern wurden auf ihre gegenseitigen Beziehungen untersucht. Geeignete Objekte fanden sich über und unter Tage in Basaltgängen des Werragebietes, dem Roßberg bei Darmstadt und einigen Subvulkanen des Siebengebirges.

Die Störkörper wurden geologisch kartiert, Fließregelungen, Achsen der Basaltsäulen und andere, makroskopisch erfaßbare Gefügeelemente eingemessen. Eine Aufnahme der magnetischen Horizontal- und Vertikalintensitäten mit einer Feldwaage der Askania-Werke gab Aufschluß über die Eigenmagnetisierung.

Ein Vergleich der geologischen und geomagnetischen Ergebnisse zeigt, daß alle normal magnetisierten Gesteinskörper eine einphasige, die anomal magnetisierten dagegen eine zweiphasige Genese durchlaufen haben. Diese ist durch postvulkanische Exhalationen heißer Gase oder durch erneut aufdringende Schmelzen erzeugt worden und ließ sich als Umprägung primärer Gefüge nachweisen. An normal magnetisierten Vorkommen waren dagegen keine Anzeichen von Wiedererwärmung anzutreffen.

## Schriftenverzeichnis

- AHLBORN, O.: Die Flöze Thüringen und Hessen der Werraserie und ihre wechselseitigen Beziehungen. — Z. deutsch. geol. Ges., **105**, Jg. 1953, S. 664—674, 1955.
- BAHNEMANN, F.: Die Magnetisierung geologischer Körper. — Beitr. angew. Geophys., **7**, S. 281 bis 284, 1939.
- BAUER, L. A.: Magnetische Säkularkurve für London in GUTENBERG, B. Lehrbuch der Geophysik, S. 408, Berlin 1929.
- BECKER, R., 1932 in BAHNEMANN, F.: Die Magnetisierung geologischer Körper. — Beitr. angew. Geophys., **7**, S. 281 ff., 1939.
- BERG, G.: Die geologische Kartierung des Siebengebirges. — Sber. preuß. geol. L.-A., **7**, S. 116 bis 123, 1932.
- BRAUNS, R.: Die Mineralien der Niederrheinischen Vulkangebiete. 225 S., Stuttgart 1922.
- BRUCKSHAW, MCG. J. & VINCENT, S. A.: The permanent Magnetism of the Mull Lavas. — M. not. Roy. Astr. Soc. Geophys., Suppl. V, 6, No. 9, S. 579—589, 1954.
- BRUCKSHAW, MCG. J. & ROBERTSON, E. I.: The magnetic properties of the Tholeite Dykes of North England. — M. not. Roy. Astr. Soc. Geophys., Suppl. V, 5, No. 8, S. 308—320, 1949.
- BESSERT, F.: Geologisch-petrographische Untersuchungen der Kalilager des Werragebietes. — Arch. Lagerstättenforsch., **57**, S. 1—44, 1933.
- BUCHHEIM, W. & LAUTERBACH, R.: Isanomalen-Richtungsstatistik als Hilfsmittel tektonischer Untersuchungen. — Gerl. Beitr. Geophysik, **63**, S. 88—98, 1953.
- v. CARLHEIM-GILLENKJÖLD: Magnetic survey of the iron field of Kirunavaara. Scientific and practical researches in Lappland. Stockholm, 1910.
- CLARK, R. H. & MCINTYRE, D. B.: A makroskopik method of fabric analysis. — Am. Journ. Sci., **V**, 249, S. 755—768, 1951.

- CLOOS, E. & CLOOS, H.: Die Quellung des Drachenfels am Rhein. — *Z. Vulk.*, **11**, 1927.
- CLOOS, H.: Einführung in die Geologie. Berlin 1936.
- Bau und Tätigkeit von Tuffschloten. — *Geol. Rdsch.*, **32**, S. 709—798, 1941.
- DIETZ, C.: Die Salzlagerstätte des Werra-Kaligebietes. — *Arch. Lagerstättenforschg.*, **40**, S. 1 bis 129, 1928.
- FRENZEL, G.: Erzmikroskopische Betrachtungen an natürlich erhitzten, insbesondere pseudobrookitführenden Vulkaniten. — *Heidelberger Beitr.*, **4**, S. 343—376, 1954.
- Über einen ungewöhnlichen Hochtemperaturmagnetkies vom Katzenbuckel im Odenwald. — *Heidelberger Beitr.*, **4**, S. 377—378, 1954.
- GELLETTICH, H.: Über magnetitführende eruptive Gänge und Gangsysteme im mittleren Teil des südlichen Transvaal. — *Gerl. Beitr. Geophys., Erg.H. z. angew. Geophys.*, **6**, S. 337—406, 1937.
- GRABOWSKY, M. A.: Magnitnye svoistva ferritox i ikh znachenye dlya geofiziki. — *Akad. Nauk SSSR Izv., Ser. geofiz.*, no. 5, S. 41—46, 1952.
- & PARHOMENKO, YE. I.: Ob Izmenenii magnitykh svoyst magnetitov pod deystviyem bol'shikh szhimayushchikh naprasheny. — *Akad. Nauk SSSR Izv. Ser. geofiz.* no. 5, S. 405—417, 1953.
- Termostatnochy magnetism gornyykh porod. — *Akad. Nauk SSSR Izv. Ser. geofiz.* no. 3, S. 215—224, 1953.
- GRAHAM, J. W.: Changes of ferromagnetic minerals and their bearing on magnetic properties of rocks. — *Jour. Geophys. Res. V. 58*, No. 2, S. 248—260, 1953.
- HAALCK, H.: Zur Frage der Erklärung der Kursker magnetischen und gravimetrischen Anomalie. — *Gerl. Beitr. Geophys.*, **22**, S. 241—255, 1929.
- *Der Gesteinsmagnetismus*. Leipzig 1942.
- HARALAMBOUS, A. D. & VOGELSSANG, D.: Über die Entstehung der „Umläufer“ am Stenzelberg im Siebengebirge. — *N. Jb. Geol. Paläontol., Mh.* 1955, 2, S. 53—59, 1955.
- HARDER, F.: Über die Gesteine der Löwenburg. *Diss. Münster*, 45 S., 1935.
- HELLAND, C. A.: Possible causes of abnormal polarisations of magnetic formations. — *Z. Geophys.*, **6**, S. 228—251, 1930.
- HOSPERS, J.: Remanent magnetism of rocks and the history of the geomagnetic field. — *Nature*, v. 168, no. 4287, S. 1111—1112, 1951.
- Magnetism in Iceland. *Proc. K. Acad. v. Wetensch.*, Amsterdam 1953.
- De natuurlijke magnetizatie van Ijslandse gesteenten. — *Geologie an Mijnbouw*, **16**, No. 2, S. 48—51, 1954.
- HOSPERS, J. & CHARLESWORTH, H. A. K.: The natural permanent magnetization of the Lower Basalts of Northern Ireland. — *Monthl. Not. Roy. Astr. Soc. Geophys.*, Suppl. V. 7, No. 1, S. 31—43, 1954.
- KATO, Y, TOHAGI, A. & KATO, J.: Reverse natural remanent magnetism of dyke of basaltic andesite found near Sendai Japan. — *Tohoku Univ. Sci., Repts.* 5. Ser. V. 6, No. 1, S. 62—69, 1954.
- LASAREFF, P.: Die Anomalie des Erdmagnetismus und der Gravitation im Kursker Gouvernement. — *Gerl. Beitr.*, **15**, 1926.
- KISKYRAS, A. D.: Zur Frage der Thermoremanenz von Mineralien und Gesteinen. — *Beitr. angew. Geophys.*, **11**, S. 143—162, 1954.
- KOENIGSBERGER, J.: Größenverhältnis von remanenten zu induzierten Magnetismus. — *Z. Geophys.*, **6**, S. 190—207, 1930.
- Über remanenten Magnetismus von Gesteinen. — *Beitr. Geophys.*, **35**, S. 204—216, 1932.
- Die Abhängigkeit der natürlichen remanenten Magnetisierung bei Eruptiva von deren Alter und Zusammensetzung. — *Beitr. angew. Geophys.*, **5**, S. 193—246, 1936.
- Stabilität der magn. Thermoremanenz in Gesteinen. — *Beitr. Geophys.*, **53**, S. 345—351, 1938.
- LASPEYRES, H.: Das Siebengebirge am Rhein. — *Verh. naturhist. Ver. preuß. Rheinl. u. Westf.*, **57**, S. 119—596, 1900.
- LAUTERBACH, R.: Mikromagnetik — Ein Hilfsmittel geologischer Erkundung. — *Wiss. Z. d. Univ. Leipzig*, **3**, 1953/54.
- NAGATA, T.: Self reversal of thermoremanent magnetization of igneous rocks. — *Nature*, V. **172**, No. 4384, S. 850—852, 1953.

NEEL, L.: L'inversion de la magnetisation permanente des roches. — Ann. Geophys., 7, 90, 1951.  
 — Magnetisme Terrestre. Confirmation expérimentale d'un mécanisme d'inversion de l'aimantation thermorémanente. — C. R. Acad. d. Sciences Paris, S. 1991, 1952.

OERTEL, G.: Der Flankenausbruch des Siebengebirgsvulkans am Stenzelberg. — Geol. Rdsch., 41, S. 59—67, 1953.

PETROVA, G. N. & YUKHNOVETS, N. I.: Ismenenye magnitnik svoist gornik porod v zone rasloma. — Akad. Nauk. SSSR, Izv., Ser. geofiz. No. 2, S. 115—123, 1953.

PRESS, F. & EWING, M.: Magnetic anomalies over oceanic structures. — Am. Geophys. Union Trans., V. 33, No. 3, S. 349—355, 1952.

PUZICHA, K.: Der Magnetismus der Gesteine als Funktion des Magnetitgehaltes. — Beitr. angew. Geophys., 9, S. 158—186, 1941.

REICH, H., CLOSS, H. & SCHÖNE, H.: Über magnetische und gravimetrische Untersuchungen am Kaiserstuhl. — Beitr. angew. Geophys., 8, S. 45—77, 1939.

REICH, H.: Ergebnisse erdmagnetischer Untersuchungen im Rheinischen Schiefergebirge. — Z. Geophys., 11, S. 344 ff., 1935.  
 — Über die magnetischen Eigenschaften von Gesteinen und Erzen . . . — Z. deutsch. geol. Ges., S. 93, 1941.

ROCHE, A.: Sur l'origine des inversions d'aimantation constatés dans les roches d'Auvergne. — Acad. Sci. Paris, Comptes Rendus, t. 236, No. 1, S. 107—109, 1953.

ROTHÉ, E.: Questions actuelles de géophysique théorique et appliquée. Paris 1943.

RUNCORN, S. K.: Die Dauermagnetisierung von Gesteinen. Bd. XIV, No. 55, S. 152—159, 1955.

SANDER, B.: Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper. Wien u. Innsbruck 1948.

SCHMIDLIN, H.: Über entmagnetisierende Wirkung der Änderung des magnetischen Erdfeldes. — Beitr. angew. Geophys., 7, S. 94—111, 1939.

SCHOLZ, H.: Die Bedeutung makroskopischer Gefügeuntersuchungen für die Rekonstruktion fossiler Vulkane. — Z. Vulkan., 14, S. 97—117, 1931/32.

SCHULZE, E. G.: Magnetische Vermessung einiger tertiärer Eruptivgänge und -stöcke im sächsischen Elbsandsteingebirge. — Z. Geophys., 6, S. 141—156, 1930.

TANGELST, M.: Fließtexturen und thermoremanente Erscheinungen an Ergußgesteinen. Diplomarbeit, 39 S., Leipzig 1952.

UHLIG, I.: Die Entstehung des Siebengebirges. — Die Rheinlande, 10, 79 S., 1914.

VESHEV, A. V.: Zavimost magnitnoy vosprimchivosti gornykh porod i rud ot sodержanya ferromagnitnykh komponentov. Vses. nauchno issled iust rasved geofiz. — Trudy, rypusk 2, S. 68 bis 81, 1950.

VINCENZ, S. A.: The magnetic properties of some tertiary intrusives of the Isle of Mull. — M. not. Roy. Astr. Soc. Geophys., suppl. V. 6. No. 9, S. 590—603, 1954.

Geologische Karten 1:25000 mit Erläuterungen:

Blatt	Nr.	Jahr
Vacha . . . . .	5126	1925
Friedewald . . . . .	5125	1927
Roßdorf . . . . .	6118	1938
Siegburg . . . . .	5209	1939
Godesberg . . . . .	5308	1923
Honnef-Königswinter . . . . .	5309	1939

Manuskript eingegangen am 25. 4. 1956

## Angewandte erdmagnetische Messungen in Hessen<sup>1)</sup>

### 5. Verfolgung einer Basaltspalte bei Dietges i. d. Rhön (Blatt Kleinassen Nr. 5425)

Von

**FRITZ KUTSCHER**, Wiesbaden

Mit 1 Abbildung

Im Frühsommer 1956 in der Rhön durchgeführte erdmagnetische Messungen dienten der Überprüfung von Buntsandsteingebieten auf eventuell im Untergrund steckengebliebenen und nicht zutage ausgehenden Basaltvorkommen. Da in der Rhön eine stark entwickelte Basaltförderung während der Tertiärzeit stattgehabt hat, mußte mit dieser Möglichkeit allenthalben gerechnet werden.

Die vor wenigen Jahren im Südteil der Langen Rhön von DIXIUS (1954) ausgeführten Magnetometermessungen hatten gezeigt, daß die verschiedenen, hier auftretenden Basalttypen eine starke Magnetisierung aufweisen. Es durfte daher mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß auch die im Untergrund steckengebliebenen und somit der direkten Beobachtung entzogenen Basaltkomplexe je nach Tiefenlage und Ausdehnung eine meßbare Fernwirkung ausüben. Wie nicht anders zu erwarten war, bestätigte der Meßbefund diese Annahme.

Eine auffällige, schmale, jedoch langgestreckte erdmagnetische Anomalie, die in dem Buntsandsteingebiet östlich von Dietges in der kuppenreichen Rhön nördlich der Wasserkuppe (Bl. Kleinassen Nr. 5425 der Topographischen Karte 1:25 000) festgestellt wurde, soll im folgenden behandelt und geologisch gedeutet werden.

#### 1. Meßtechnische Bemerkungen

Die Felduntersuchungen wurden mit einem temperaturkompensierten Askania-Vertikalvariometer (50 9997) durchgeführt. Auf Messungen zur Feststellung der Horizontalintensität wurde verzichtet, da für den geforderten Zweck lediglich die

<sup>1)</sup> In dieser Reihe erschienen bisher:

1. KUTSCHER, F.: Zusammenstellung der bisherigen speziellen erdmagnetischen Untersuchungen in Hessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 81, S. 350—364, 9 Abb., Wiesbaden 1953.
2. — Die erdmagnetische Vermessung der Basaltschlote von Naurod im Taunus (Rheinisches Schiefergebirge). — Jb. nass. Ver. Naturk., 91, S. 37—46, 6 Abb., Wiesbaden 1954.
3. KUTSCHER, F. & A. STEIN: Magnetische Vermessungen eines Basaltvorkommens mit angrenzendem Magnetitlager südöstlich Blessenbach in der Lahnmulde (Rheinisches Schiefergebirge). — Im Druck.
4. KUTSCHER, F. & G. ANGENHEISTER: Gesteinsphysikalische Untersuchungen an den Kernproben der Bohrung Weyer I (Lahnmulde, Hessen). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, S. 385—402, 8 Abb., Wiesbaden 1956.

Ansprache der Gesamtform des Störkörpers genügte. Die Tagesvariation wurde über zahlreiche Wiederholungsmessungen bestimmt und eliminiert. Bei der Berechnung der Störungswerte wurde das regionale Störungsfeld nicht beachtet, sondern der ungestörte Bereich der Buntsandsteinplatte gleich 0 gesetzt und die Abweichungen von diesem Normalwert als Störungswerte gewonnen.

Die errechneten Störungswerte wurden in Form von  $\Delta Z$ -Profilen angeordnet (Abb. 1).

## 2. Das erdmagnetische Bild

Die östlich Dietges auf den Schichten des mittleren Buntsandsteins durchgeführten erdmagnetischen Variometermessungen ergaben auf weite Strecken hin fast ungestörte und gleichbleibende Meßwerte. Lediglich ein schmaler, kaum 50 m breiter Meßstreifen, fiel aus dem gleichförmigen Bild heraus, indem auf ihm die Meßwerte plötzlich anstiegen und eine markante erdmagnetische Anomalie anzeigten. Die Indikationen auf den W-O gerichteten Meßprofilen (Profillinien A bis L in Abb. 1) deuten einen sich N-S erstreckenden schmalen Störkörper an. Die Störungsamplituden in den einzelnen Meßprofilen schwanken zwischen 75 bis 250  $\gamma$ . Auch das Bild der  $\Delta Z$ -Störungskurven ändert sich auf den verschiedenen Meßprofilen von schmalen und stark gestörten bis zu breiteren Indikationen mit geringeren Störungsamplituden. Der die erdmagnetischen Anomalien verursachende Störkörper ist also kein ganz regelmäßiges Gebilde, sondern ändert gelegentlich seinen Habitus.

## 3. Deutung der erdmagnetischen Anomalie

Die Verbindungslinie der auf den Meßprofilen festgestellten Indikationen ist auf dem südlich der Straße von Dietges nach Brand gelegenen Meßstreifen genau N-S gerichtet; nach Norden biegt sie mehr in eine NNO-SSW sich erstreckende Richtung ab und läuft schließlich auf ein kleines Basaltvorkommen südwestlich der Höhe 610,1 hin. Damit dürfte auch die Deutung für die Ursache der Indikation mit Sicherheit in einer mit Basalt ausgekleideten Störungszone zu suchen sein, die im südlich gelegenen Basaltkomplex von Abtsroda einsetzt und auf längere Erstreckung nach Norden verläuft.

Das auf der geologischen Karte (Bl. Kleinsassen) eingetragene Basaltvorkommen südwestlich der Höhe 610,1, welches bei der Kartierung etwa ein Flächenareal von 3750 m<sup>2</sup> eingenommen haben muß, ist später durch einen Steinbruchbetrieb zum Abbau gelangt und heute nahezu restlos beseitigt. Das Meßprofil B (Abb. 1), dessen Route das früher bekannte Basaltvorkommen querte, zeigte nur eine geringe Störungsamplitude der Vertikalintensität. Eine dem Basalt zuzuordnende erdmagnetische Anomalie tritt hier nicht auf, was in krassem Widerspruch zu den sonst auf allen Meßprofilen festgestellten scharf begrenzten Indikationen steht. In dem nördlich vom ehemals kartierten Basalt gelegenen Meßprofil A (Abb. 1) tritt die erdmagnetische Störungszone bereits wieder mit scharfer Grenze und einer Störungsamplitude von etwa 140  $\gamma$  auf. Allerdings ist die auftretende Indikationsspitze nach Westen verschoben, was auf eine Versetzung der mit Basalt ausgekleideten Störzone nach Westen hinweisen könnte. Es tritt der berechtigte Verdacht auf, daß der an der Erdoberfläche ehemals anstehend beobachtete Basalt südwestlich der Höhe 610,1

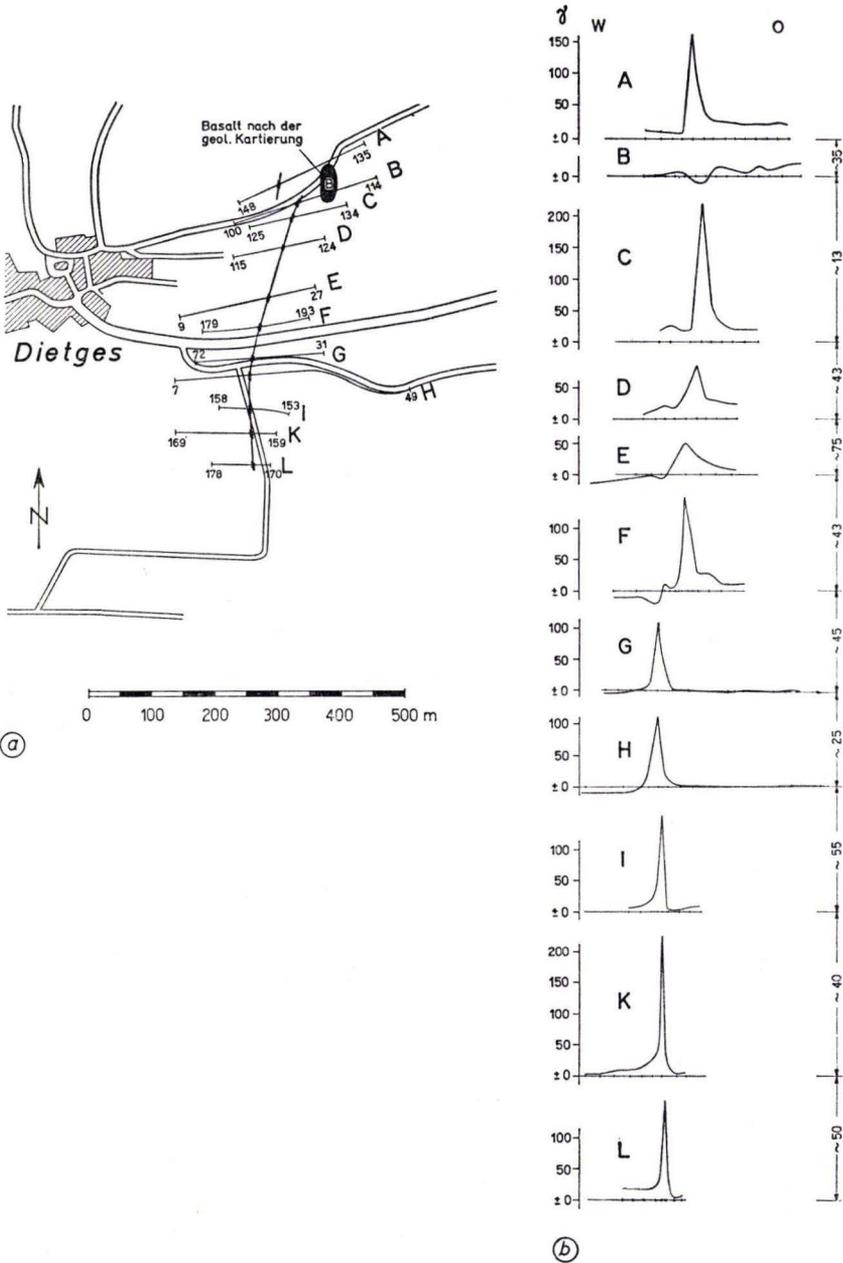


Abb. 1. Erdmagnetische Profile bei Dietges. a) Lageplan der Maßprofile A—L und Verlauf der Basaltspalte (schwarze Linie etwa N—S verlaufend) b)  $\Delta Z$ -Profile A—L.

heute herrschenden Erdfeldes magnetisiert ist. Die petrographische Ansprache der Spaltenfüllung ist nicht möglich, da im übermessen Teil nirgends Basalte zutage treten. Der südwestlich der Höhe 610,1 früher anstehend beobachtete Basalt ist durch BÜCKING typologisch nicht näher gekennzeichnet worden. Es ist daher nicht möglich festzustellen, ob die von DIXIUS aufgestellte Gesetzmäßigkeit zwischen Magnetisierungsrichtung und Basaltabfolge auch hier anwendbar ist.

#### Schlußbemerkung

Als Ergebnis für die geologische Kartierung und die angewandte Geologie kann festgestellt werden, daß es in einem scheinbar gleichmäßigen und regelmäßig gelagerten Buntsandsteingebiet der Kuppigen Rhön möglich war, durch erdmagnetische Messungen eine Basaltspaltenzone festzustellen, deren Füllmaterial unter der heutigen Erdoberfläche steckengeblieben ist.

Der Vergleich mit den Ergebnissen von erdmagnetischen Messungen in der Langen Rhön lehrt, daß es wünschenswert wäre, wenn eine erdmagnetische Übermessung der zahlreichen, zumeist isolierten Basaltvorkommen in der weiteren Umgebung von Dietges, gekoppelt mit einer typologischen Ansprache der Basalte, durchgeführt würde. Es könnte dann dem Geologen ein weiteres Untersuchungsmittel zur Erkennung der Altersabfolgen des Basaltvulkanismus in diesem Gebiete in die Hand gegeben werden.

#### Schriftenverzeichnis

- BÜCKING, H.: Bl. Kleinsassen der geol. Kte. Preußen u. ben. Bundesstaaten mit Erl., Berlin 1909.  
DIXIUS, R.: Anomale Magnetisierungsrichtungen der Rhön-Basalte. — *Geofisica pura e applicata*, 28, S. 109—148, Milano 1954.

Manuskript eingegangen am 11. 1. 1957

nicht auf der NNO-SSW gerichteten Störung aufgestiegen ist, sondern auf einer W-O angeordneten tektonischen Linie zum Ausfluß gelangte. Wahrscheinlich schrieb sogar die Kreuzungsstelle der beiden tektonischen Linien einen Punkt für diese Möglichkeit des Höhersteigens vor.

#### 4. Vergleich mit den tektonischen Störungen der Umgebung

Aus der früheren Kartierung (BÜCKING 1890—1903) geht hervor, daß die zumeist regelmäßig gelagerte Buntsandsteintafel örtlich durch grabenartige Zonen gestört wird. Diese mit Muschelkalk und Keuper gefüllten Grabenzonen werden von Randstörungen begrenzt, die in vielen Fällen die gleiche Streichrichtung haben, wie die erdmagnetische Störzone ostwärts Dietges. Vielerorts treten innerhalb dieser Gräben, ebenso aber auch in der streichenden Verlängerung außerhalb der beobachtbaren Grabenzonen oder an den tektonischen Randstörungen dieser Grabeneinbrüche zahlreiche Basaltvorkommen auf. Sie deuten klar darauf hin, daß die älteren tektonischen Brüche dem tertiären Vulkanismus oft als Wanderwege nach oben gedient haben. Damit dürfte auch die oben ausgesprochene Annahme, daß die erdmagnetischen Anomalien ostwärts Dietges durch eine mit Basalt erfüllte oder ausgekleidete schmale Bruchspalte verursacht werden, zu Recht bestehen. Ob jedoch an dieser Verwerfungslinie größere Bewegungen vor sich gegangen sind, kann vorerst nicht entschieden werden. Eine Klärung kann erwartet werden, wenn der z. Z. noch ungenügend gegliederte Mittlere Buntsandstein weiter unterteilt wird und an Hand der Feingliederung die Sprunghöhe abgelesen werden kann.

#### 5. Bemerkungen zur Magnetisierungsrichtung der Rhönbasalte

Die Beobachtungen bei Dietges sollen keineswegs als neue und grundlegende Erkenntnisse in die Literatur eingehen. Sie wurden mitgeteilt, einmal um dem Geologen ein Hilfsmittel vor Augen zu führen, welches ihm bei der Lösung mancher Probleme die richtige Entscheidung erleichtern hilft, zum anderen um Vergleiche mit den erdmagnetischen Meßergebnissen in der Langen Rhön anstellen zu können.

DIXIUS (1954) hatte bereits bei seinen erdmagnetischen Messungen in der Umgebung von Bischofsheim schmale und langgestreckte erdmagnetische Anomalien mit Spaltenausfüllungen in Verbindung gebracht und auch festgestellt, daß die über ihnen gemessenen Störungswerte teilweise negativ sind. Solche dem heutigen Erdfeld entgegengesetzten Störungen, die bei den Rhönbasalten, aber auch in anderen Basaltgebieten häufig beobachtet wurden, führt DIXIUS mit großer Wahrscheinlichkeit auf einen Wechsel der Erdfeldrichtung während der verschiedenen Ergußphasen zurück.

Die bisherigen magnetischen Messungen in der Langen Rhön zeigten deutlich, daß Dolorite, Feldspatbasalte und feldspatreiche Basanite eine abnormale, dem heutigen Erdfeld nicht parallele Magnetisierungsrichtung besitzen, während die feldspatarmen Basanite, Nephelinbasalte und Limburgite im Sinne des heute herrschenden Feldes magnetisiert sind.

Die bei Dietges (Kuppige Rhön) über der Basaltspalte auftretende erdmagnetische Anomalie zeigt positive  $\Delta Z$ -Werte; sie belegen, daß der Störkörper im Sinne des

## Erfahrungen bei der Bestimmung des Urans auf fluorometrischem Wege

Von

PAUL PFEFFER, WIESBADEN

Mit 1 Abbildung

Für die Bestimmung geringer Mengen von Uran in Gesteinen und Erzen wurden im Laboratorium des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung einige Versuche mit mehreren Methoden durchgeführt.

Die in der Literatur angegebenen kolorimetrischen Methoden gehen meist von Lösungen bestimmter Zusammensetzung aus und sind daher nicht allgemein für die Bestimmung des Urans nach vorherigem Aufschluß mit Flußsäure oder Alkalien, die allein in allen Fällen eine restlose Erfassung des Urans gewährleisten, ohne weiteres anwendbar.

Nur die von HACKL (1940) und von T. R. SKOTT (1950) beschriebene kolorimetrische Bestimmung des Peruranats geht von dem alkalischen Aufschlußverfahren aus. In der Lösung des Sodaaufschlusses entsteht nach Zusatz von  $H_2O_2$  eine durch das Peruranat bedingte Gelbfärbung, deren Intensität kolorimetrisch bestimmt werden kann.

Störend wirken aber bei dieser Methode Chrom und Vanadium, die als Chromat bzw. Vanadat bereits vor der Oxydation eine Gelbfärbung des Karbonataufschlusses bedingen. Man kann zwar durch entsprechende Zusätze des störenden Elementes auch zu den Vergleichslösungen diese Fehlerquelle bis zu einem gewissen Grade ausschalten, bei geringen Uranmengen neben größeren Chrom- und Vanadiumgehalten wird die Methode aber unsicher.

Dagegen führte die fluorometrische Methode zur Bestimmung des Urans nach anfänglichen Schwierigkeiten zum Ziel. Bei Verwendung des Fluorometers der Fa. Dr. B. Lange konnte schon ein Urangehalt von 0,002% erfaßt werden.

Die von GRIMALDI und Mitarbeitern (1952, 1954) empfohlene Direkt- oder Verdünnungsmethode erwies sich allerdings bei der Untersuchung der vorliegenden sehr schwach uranhaltigen Proben als unbrauchbar, da bei zu geringer Einwaage der Urangehalt der Schmelze unter der Grenze der Nachweisbarkeit blieb, bei größeren Einwaagen sich aber offenbar die Anwesenheit geringer Mengen an Blei und Kupfer als störende Unterdrücker bemerkbar machten.

Der Auszug mit Äthylacetat führt aber bei der „Extraktionsmethode“ zu einer sauberen Abtrennung der störenden Elemente Cu, Pb, Co, Ni, Cr, Mn, so daß es möglich wurde, mit Einwaagen bis zu 2 g zu arbeiten und dadurch eine sehr kräftige Fluoreszenz zu erhalten.

Nur für Uranbestimmungen in Monazitsanden und anderen an Ce und auch an Th ungewöhnlich reichen Erzen wird von GRIMALDI und Mitarbeitern (1952) ein Auf-

schlußverfahren mit NaF und Kaliumbisulfat vorgeschrieben, da diese beiden Unterdrücker z. T. mit in den Äthylacetatauszug gehen. Da im vorliegenden Falle mit diesen Elementen aber nicht zu rechnen war, so wurde diese Methode hier nicht nachgeprüft.

Die Durchführung der „Extraktionsmethode“ wie sie im einzelnen gehandhabt wurde, soll hier beschrieben werden, da in der deutschen Literatur die Durchführung der fluorometrischen Uranbestimmungsmethode für Gesteine und Mineralien nicht vorliegt.

Verfahren nach Aufschluß mit  $\text{HNO}_3$  und HF:

0,1–2 g Substanz (unter 0,04 mm Korngröße) werden zur Beseitigung von Sulfiden und etwaiger organischer Substanz im Porzellantiegel geglüht, darauf schließt man in einer Platinschale mit  $\text{HNO}_3 + \text{HF}$  auf und vertreibt die Flußsäure durch mehrmaliges Eindampfen mit Salpetersäure.

Der Abdampfrückstand wird mit 15 ml Salpetersäure 1 : 1 und heißem Wasser gelöst und auf 50 ml aufgefüllt. Darauf wird in einem beliebigen Anteil der Lösung ein etwaiger geringer ungelöster Rückstand abzentrifugiert.

10 ml der klaren Lösung werden in ein 100-ml-Schüttelrohr gebracht, dazu gibt man 19 g Al  $(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  und stellt das Rohr in heißes Wasser bis das Al-Nitrat restlos in Lösung gegangen ist. Nach dem Abkühlen werden zu dem Inhalt des Schüttelrohres 20 ml Äthylacetat zugesetzt, darauf wird  $\frac{1}{2}$  Minute kräftig geschüttelt.

Nach Trennung der beiden Flüssigkeitsschichten voneinander werden aus der oberen Äthylacetatschicht 15 ml in ein kleines Becherglas pipettiert und portionsweise in einem Porzellantiegel (Höhe 20 mm, obere lichte Weite 33 mm, äußerer Bodendurchmesser 18 mm) angezündet. Der Tiegel wird dabei zwecks Kühlung in eine Schale gestellt, die mit kaltem Wasser so beschickt ist, daß der volle Tiegel etwa bis auf das oberste Viertel eintaucht.

Nachdem das Äthylacetat verbrannt ist, wird der verbleibende Lösungsrückstand geglüht. Nach dem Abkühlen werden 2 g „Fluorid Gemisch“ zugegeben und der Tiegelinhalt bei  $605^\circ\text{C}$  5 min lang im Tiegelofen geschmolzen. Die Schmelze wird darauf fluorimetriert.

Verfahren nach Carbonataufschluß:

Falls beim Aufschluß mit  $\text{HNO}_3 + \text{HF}$  ein zu großer Rückstand verbleibt, empfiehlt sich der Carbonataufschluß: Bis zu 1 g Substanz werden (ggf. nach Abrüstung vorhandener Sulfide in einem Porzellantiegel) mit 8 g Kaliumnatriumcarbonat in einem Platintiegel in üblicher Weise aufgeschlossen. Die Schmelze wird in Wasser gelöst, mit  $\text{HNO}_3$  angesäuert und zur Abscheidung der Kieselsäure eingedampft. Der Rückstand wird mit 15 ml Salpetersäure und etwa 30 ml heißem Wasser gelöst und die Lösung samt abgeschiedener Kieselsäure in einem 50-ml-Meßkolben aufgefüllt. Ein beliebig großer Anteil der Lösung wird zentrifugiert, 20 ml der klaren Lösung werden in einem 200-ml-Schüttelrohr mit 38 g Aluminiumnitrat und 40 ml Äthylacetat wie oben weiterbehandelt. Ein entsprechend großer Anteil der Äthylacetatlösung wird verbrannt und mit dem Rückstand die Fluoridschmelze wie folgt durchgeführt.

Herstellung der Testschmelzen:

45,5 Teile  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 45,5$  Teile  $\text{K}_2\text{CO}_3 + 9$  Teile NaF werden im Porzellanmörser sehr gründlich zerkleinert und gemischt. Ein noch innigeres Gemisch erhält man durch Zusammenschmelzen der 3 Komponenten in einer Platinschale und Zerkleinern der Schmelze im Mörser. Dieses „Fluoridgemisch“ dient zur Herstellung der „Fluoridschmelzen“.

Da die Testschmelzen nur sehr geringe Mengen an U enthalten sollen, stellt man sich zunächst wäßrige Lösungen von Uranylacetat mit einem Urangehalt von 0,01, 0,1 und 1 mg U/ml her. Zu 2 g des in einen Porzellantiegel obiger Ausmaße abgewogenen „Fluoridgemisches“ setzt man 0,1–0,2 ml Uranlösung zu, so daß die Testschmelzen Uranmengen von 0,001 mg an aufwärts enthalten. Das durch die Lösung etwas angefeuchtete Fluoridgemisch wird sehr langsam zwecks Trocknung erwärmt und dann wie angegeben bei  $605^\circ\text{C}$  geschmolzen.

Den Tiegel mit der dünnflüssigen Schmelze setzt man dabei mehrmals mit der Tiegelzange in rasche kreisende Bewegung, um eine gleichmäßige Verteilung des Urans in der flüssigen Masse zu erreichen. Man sorgt aber zum Schluß dafür, daß die Schmelze vor dem Erkalten möglichst von der Tiegelwand wieder nach unten abgelaufen ist.

Falls ein Fluorometer nicht zur Verfügung steht, kann man eine fortlaufende Reihe von Schmelzen mit ansteigendem Urangehalt in Porzellantiegeln gleicher Ausmaße unter die Analysenlampe stellen, die Schmelzen mit unbekanntem Urangehalt entsprechend einreihen und so ihren Gehalt schon ziemlich genau schätzen.

Steht ein Fluorometer der Fa. Dr. B. Lange zur Verfügung, so verfährt man zweckmäßig so, daß man das Gerät umkehrt und den Tiegel über die Öffnung des Fluorometers stülpt. Da nun aber die Fluoridschmelze infolge der zur Durchmischung notwendigen Bewegung die Tiegelwand nicht gleichmäßig bedeckt, die strahlende Fläche im Tiegel also nicht immer gleich groß ist, so stülpen wir über die Öffnung des Fluorometers zunächst umgekehrt einen Nickeltiegel (30 mm Höhe, 31 mm äußerer oberer Durchmesser, 20 mm äußerer Bodendurchmesser), aus dem der Boden sauber herausgeschnitten worden ist. Durch einen in die Fluorometeröffnung eingesetzten Spanning aus Nickelblech, der über den Rand dieser Öffnung etwa 2—3 mm herausragt, wird verhindert, daß der Nickeltiegel seitlich verrutschen kann.

Über diesen Nickel-, „Schornstein“ wird nun der Porzellantiegel mit der Schmelze gestülpt und so erreicht, daß 1. der letztere stets in der gleichen Lage fest über dem Colorimeter sitzt und 2. nur die vom Boden des Porzellantiegels und nicht die von seinen Wandungen ausgehende Strahlung in die Öffnung des Fluorometers zurückstrahlt und gemessen wird.

Die Abbildung zeigt den Verlauf einer Strahlungskurve, wie sie eine Reihe von Testschmelzen ergab.

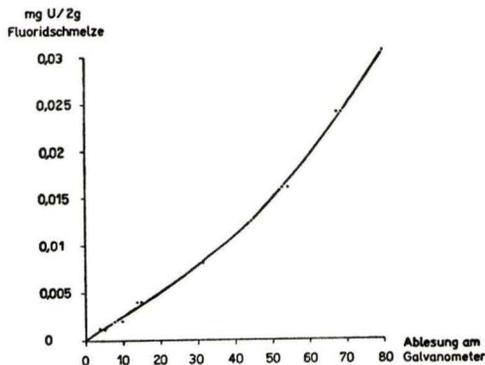


Abb. 1.

### Zusammenfassung

Für die Bestimmung des Urans auf fluorometrischem Wege wird die von GRIMALDI und Mitarbeitern (1952) ausgearbeitete „Extraktionsmethode“ empfohlen und beschrieben, die insbesondere für Gesteine und Erze geeignet ist, die Cu, Pb, Co, Ni, Cr und Mn als Unterdrücker enthalten. An Ce und Th ungewöhnlich reiche Erze können nach dem Verfahren nicht untersucht werden.

Die Fluoridschmelze wurde in Porzellantiegeln vorgenommen und die Fluoreszenz im Fluorometer nach B. LANGE gemessen.

### Schriftenverzeichnis

- CURRAH, J. E. u. BEAMISH, F. E.: Kolorimetrische Bestimmung von Uran mit Rhodanid (Thiocyanat). — *Analyt. chem.*, **19**, S. 609, Washington 1947.
- GRIMALDI, F. S. u. Mitarbeiter: U. S. Geological survey fluorometric methods of uranium analysis. — *Geological survey circular*, **119**, S. 1—20, Washington 1952.
- Collected papers on methods of analysis for uranium and thorium. — *Geological survey bulletin*, **1006**, S. 1—184, Washington 1954.
- HACKL, O.: Eine empfindliche charakteristische Reaktion des Urans, die sich zu einer neuen Bestimmung von Uranspuren eignet. — *Z. anal. Chem.*, **119**, S. 321—326, Berlin 1940.
- LANGE, B.: Kolorimetrische Analyse. — Verlag Chemie, Weinheim 1952.
- SKOTT, T. R.: Die Bestimmung des Urans mit Wasserstoffperoxyd. — *Analyt.*, **75**, S. 100, Cambridge 1950.

**B.**  
**Amtlicher Teil**

## Bericht über das Hessische Landesamt für Bodenforschung für die Zeit vom 1. 4. 1956 bis 31. 12. 1956

Berichterstatter: FRANZ MICHELS, Wiesbaden

### A. Organisation

Gegenüber dem in Band 84, 1956 mitgeteilten Organisationsplan ist eine Änderung eingetreten, indem alle Sonderreferate in verschiedene Abteilungen aufgeteilt wurden, so daß sich nunmehr nach der Schaffung von 6 Abteilungen der nachstehende Organisations- und Geschäftsverteilungsplan ergibt (S. 432–433).

### B. Bericht über die Geologische Spezialkartierung 1956

Oberregierungsgeologe Dr. KUTSCHER überwachte als Abteilungsleiter die laufenden Kartierungsarbeiten auf den Blättern Kassel-Ost (4623), Queck (5223), Schlitz (5323) und Dillenburg (5215) samt den angrenzenden Teilen der Nachbarblätter und führte außerdem Vergleichs- und Einführungsbegehungen, vornehmlich auf den Buntsandstein-Anteilen der Blätter Eschwege (4826), Großalmerode (4724), Bad Sooden-Allendorf (4725) und Waldkappel (4825) durch. Im Rahmen der Bearbeitung einer Geologischen Karte Blatt Marburg 1 : 100000 verfolgte er Kalksteinvorkommen mit anschließender Probenentnahme für Conodonten-Erfassung.

Regierungsgeologe Dr. GUNZERT schied leider Ende Juni 1956 aus dem Hessischen Landesamt für Bodenforschung aus, so daß die für ihn vorgesehenen Arbeiten des Arbeitsplanes nur zum geringen Teil durchgeführt werden konnten. Seine Tätigkeit erstreckte sich hauptsächlich auf die Erarbeitung von zusätzlichen Standard-Profilen des Buntsandsteins Hessens. Er förderte die Kartierungsarbeiten auf den Blättern 1 : 25000 Kassel-Ost (4623), Schlitz (5323) und Queck (5223).

Dr. RÖSING vollendete die Kartierung auf Blatt Kassel-Ost (4623) (Südteil) und die Buntsandsteinkartierung auf Blatt Wolfhagen (4621). Daneben führte er letzte Revisionsbegehungen auf Blatt Kassel-West (4622) durch und begann mit Untersuchungen im Buntsandsteingebiet von Blatt Naumburg i. H. (4721). Auf Blatt Eschwege (4826) kartierte er das Buntsandsteingebiet zwischen Aue und Wanfrid zur Erhärtung des Standard-Profiles des Mittleren Buntsandsteins bei Eschwege—Aue.

Dipl.-Geologe Dr. KUPFAHL vollendete die Kartierung des Blattes Schlitz (5323) 1 : 25000 und nahm die angrenzenden Randgebiete von Bl. Lauterbach (5322) auf. Ferner fertigte er eine Sonderkartierung am S- und SO-Hang des Meissners.

Dipl.-Geologe Dr. LAEMMLEN schloß die geologische Aufnahme des Blattes Queck (5323) ab. Ebenso führte er am west- und nordwestlichen Meißner-Abhang eine



Hessisches Landesamt für Bodenforschung Wiesbaden

Leitung: Direktor Professor Dr. Michels  
 Vertreter: Prof. Dr. Udluft, Ob.-Reg.-Geologe

Abt. IV Petrographie und Lagerstätten	Abt. V Hydrogeologie	Abt. VI Bodenkunde und Chemie
Abt.-Leiter: Prof. Dr. Hentschel, Reg.-Geologe Vertreter: Dr. Teike, Ob.-Reg.-Geologe	Abt.-Leiter: Direktor Prof. Dr. Michels Vertreter: Dr. Nöring, Reg.-Geologe	Abt.-Leiter: Dr. Schönhals, Reg.-Geol. Vertreter: Dr. Pfeffer, Reg.-Geologe
IVa Petrographie Prof. Dr. Hentschel Reg.-Geologe	Va Hydro-geologische Grundlage-forschung Dr. Nöring, Reg.-Geologe VA. Dr. Thews Dipl.-Geologe Neumann Kartogr. Insp.	VIa Bodenkund-liche und Spezial-kartierung Hessens Dr. Schönhals Reg.-Geologe VA. Dr. Zakosek Dipl.-Landwirt Dr. Bargon Dipl.-Landwirt
IVb Lagerstätten Dr. Teike Ob.-Reg.-Geologe	Vb Angewandte Hydrogeologie einschließlich hydrogeologi-scher Beratung bei der wasser-wirtschaftlichen Rahmen-planung (laut Kreis-verteilungs-plan) vom Direktor wahrgenommen Verteter: Dr. Nöring Reg.-Geologe Als weitere Sachbearbeiter: Dr. Kutscher Ob.-Reg.-Geologe VA. Dr. Schenk Dipl.-Geologe VA. Dr. Schmitt Dipl.-Geologe Dr. Schwarz Reg. Geologe Dr. Teike Ob.-Reg.-Geologe Prof. Dr. Udluft Ob.-Reg.-Geologe	*VIb Chemisches Laboratorium Dr. Pfeffer Reg.-Geologe
1 Erz- und Salzlager-stätten Dr. Teike Ob.-Reg.-Geologe		
2 Braunkohlen Prof. Dr. Udluft Ob.-Reg.-Geologe		
3 Erdöl und Erdgas Dir. Prof. Dr. Michels		

flächenhafte Übersichtskartierung zur Erarbeitung eines Buntsandstein-Muschelkalk-Standard-Profiles durch.

Geologe Dr. RABIEN führte die noch notwendigen Revisionsbegehungen und Revisionskartierungen auf Blatt Dillenburg (5215) vorwiegend im Unter- und Mitteldevon der Nordwesthälfte durch und nahm Fossilauflösungen, Schicht-einstufungen und Entnahme von petrographischen Proben in verschiedenen Teilen des Blattes Dillenburg (5215) vor. Ferner führte er tektonische Untersuchungen in der Umgebung der Edertalsperre aus.

Regierungsgeologe Prof. Dr. HENTSCHEL führte Revisionsbegehungen in den Vulkaniten auf Blatt Obersheld (5216) durch und revidierte Vorkommen von Magmatiten auf den Blättern Dillenburg (5215) und Hadamar (5514).

### C. Arbeitsplan für 1957

#### 1. Allgemeine und laufende Arbeiten

Gemäß Lagerstättengesetz werden alle Bohrungen von den Sachbearbeitern geologisch bearbeitet. Desgleichen werden alle Neuaufschlüsse geologisch verfolgt.

Wie bisher nimmt das Hessische Landesamt für Bodenforschung an den Konferenzen der Direktoren der Geologischen Landesämter der Bundesrepublik Deutschland sowie an den koordinierenden Besprechungen der Sachbearbeiter der einzelnen Landesämter, vornehmlich auf den Gebieten der geologischen Kartierung, der wissenschaftlichen Hydrogeologie, der Lagerstättenlehre, der Methodik der Bodenmechanik und der Bodenkunde teil.

#### 2. Abteilung II — Geologische Kartierung

##### a) Geologische Spezialkartierung

Bl. Wolfhagen: (4621)	Dr. RÖSING	Buntsandstein	2—3 Wochen
Bl. Kassel-Ost: (4623)	Dr. RÖSING	Abschlußkartierung in der Westhälfte und Revision der FINDEISEN-Kartierung	4—5 Wochen
Bl. Waldeck: (4720)	Dr. RÖSING	Einführungsbegehungen mit Erarbeitung eines Buntsandstein-Richtprofils	} 4 Wochen
Bl. Naumburg: (4721)	Dr. RÖSING	Inangriffnahme der Kartierungsarbeit auf Bl. Naumburg	
Bl. Fritzlar: (4821)	FINKENWIRTH	Beginn mit der Neuaufnahme von Bl. Fritzlar	2 Monate
Bl. Kirtorf: (5220)	Dr. KUPFAHL	Neuaufnahme	4 Monate
Bl. Grebenau: (5222)	Dr. LAEMMLEN	Neuaufnahme	4 Monate
Bl. Burbach: (5214)	Dr. RABIEN	SO-Ecke (hess. Anteil)	4 Wochen
Bl. Dillenburg (5215)	Dr. RABIEN	S-Hälfte	2 Monate
	Prof. HENTSCHEL	Vulkanite	4 Wochen
Bl. Butzbach: (5518)	Dr. THEWS	Neuaufnahme	4 Wochen

- b) Geologische Übersichtskartierung für Bl. Marburg 1:100000
- |                              |              |  |          |
|------------------------------|--------------|--|----------|
| Bl. Wetter:<br>(5018)        | Dr. RÖSING   | nördl. Kartengebiet mit Bunt-<br>sandstein | 3 Wochen |
|                              | Dr. THEWS    | mittl. Kartengebiet mit Bunt-<br>sandstein | 3 Wochen |
|                              | FINKENWIRTH  | südl. Kartengebiet mit Bunt-<br>sandstein  | 3 Wochen |
| Bl. Marburg:<br>(5118)       | Dr. LAEMMLEN | nördl. Kartengebiet mit Bunt-<br>sandstein | 3 Wochen |
| Bl. Niederwalgern:<br>(5218) | Dr. KUPFAHL  | nördl. Kartengebiet mit Bunt-<br>sandstein | 3 Wochen |
- c) Bodenkundliche Übersichtsaufnahme für die Erläuterungen
- |                       |   |               |   |          |
|-----------------------|---|---------------|---|----------|
| Bl. Wolfhagen (4621)  | } | Dr. SCHÖNHALS | } | 2 Wochen |
| Bl. Kassel-Ost (4622) |   |               |   |          |
| Bl. Queck (5223)      |   |               |   |          |
| Bl. Schlitz (5323)    |   |               |   |          |
- d) Petrographische Spezialaufnahme für die Erläuterungen
- |                       |   |                 |   |         |         |
|-----------------------|---|-----------------|---|---------|---------|
| Bl. Wolfhagen (4621)  | } | Prof. HENTSCHEL | } | 1 Woche |         |
| Bl. Kassel-Ost (4622) |   |                 |   | 1 Woche |         |
| Bl. Queck (5223)      |   |                 |   | }       | 1 Woche |
| Bl. Schlitz (5323)    |   |                 |   |         |         |

### 3. Abteilung III — Bodenmechanik

Die Herren Regierungsgeologe Dr. SIMON und Regierungsgeologe Dr. SCHWARZ verfolgen neben ihrer Tätigkeit bei den jeweils einlaufenden Anträgen auf Gutachten laufend alle durch höhere Gewalt eingetretenen untergrundbedingten Bauschäden oder -gefährdungen. Weiterhin werden die Aufschlüsse bei größeren Bauvorhaben laufend untersucht und geologisch aufgenommen.

### 4. Abteilung IV — Lagerstätten

Oberregierungsgeologe Dr. TEIKE verfolgt wie bisher zusammen mit Regierungsgeologen Prof. Dr. HENTSCHEL und Oberregierungsgeologen Dr. KUTSCHER die Eisenerzuntersuchungsbohrungen im Lahn- und Dillgebiet und in Waldeck sowie wesentliche Neuaufschlüsse unter Tage.

Oberregierungsgeologe Dr. TEIKE verfolgt auch die Neuaufschlüsse im Werra-Kali-Gebiet. Er nimmt ferner an den Sitzungen des Arbeitsausschusses für Endlagerversenkung sowie an denen des Fachnormenausschusses Kali-Abwässer teil.

Oberregierungsgeologe Prof. Dr. UDLUFT betreut geologisch laufend die Neuaufschlüsse in den hessischen Braunkohlenbezirken.

Regierungsgeologe Prof. Dr. HENTSCHEL übernimmt die petrographischen Spezialuntersuchungen zur Unterstützung der kartierenden Geologen (vgl. auch Abschnitt 2), insbesondere für folgende Gebiete: Dillgebiet, nördlicher Vogelsberg, westlicher Habichtswald. Darüber hinaus führt er petrographische Untersuchungen von vordevonischen Gesteinen im Taunus durch (Blatt Königstein 5816). Er übernimmt ferner die petrographische Bearbeitung der Eisensteinbohrungen sowie die Untersuchung radioaktiver Mineralien in Zusammenarbeit mit Direktor Prof. Dr. MICHELS und Oberregierungsgeologen Dr. KUTSCHER.

## 5. Abteilung V — Hydrogeologie

Regierungsgeologe Dr. NÖRING erarbeitet mit Unterstützung der Geologen Dr. SCHMITT und Dr. THEWS wissenschaftliche Grundlagen für die Erstellung der geforderten größeren Gutachten im Rahmen der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung. Zunächst wird mit Neuaufnahmen für Hydrogeologische Spezialkarten 1 : 25000 auf einigen Blättern im Niederschlagsgebiet der Kinzig im Rahmen des Kinzigplans begonnen.

## 6. Abteilung VI — Bodenkunde und Chemie

Regierungsgeologe Dr. SCHÖNHALS und die Geologen Dr. ZAKOSEK und Dr. BARGON beenden im Verlauf von 4 bis 5 Monaten endgültig die Weinbergskartierung im Rheingau, dem Rhein-Main-Gebiet und an der Bergstraße. Auf Grund der dabei erarbeiteten Unterlagen wird die Herausgabe einer Bodenkarte des Rheingaus im Maßstab 1 : 10000 in Angriff genommen.

Im Rahmen der geologischen Spezialkartierung (Abschnitt 2) führt Regierungsgeologe Dr. SCHÖNHALS bodenkundliche Übersichtsaufnahmen für die Erläuterungen durch, und zwar für die Blätter Wolfhagen (4621), Queck (5223), Kassel-Ost (4623) und Schlitz (5323). Ferner werden Revisionsbegehungen für die bodenkundlichen Erläuterungsanteile der Blätter Dillenburg (5215) und Hadamar (5514) in Aussicht genommen.

Geologe Dr. ZAKOSEK beginnt die bodenkundliche Übersichtskartierung 1 : 100000 auf Blatt Büdingen (5486); Geologe Dr. BARGON diejenige auf Blatt Worms (5444).

Geologe Dr. ZAKOSEK vertritt das Hessische Landesamt für Bodenforschung im Reblausausschuß und im Sachverständigenausschuß für Weinbergsbegrenzung.

Dr. BARGON verwendet einen Monat zur Herstellung von Lackprofilen wichtiger und charakteristischer Böden Hessens.

## D. Sonstige wissenschaftliche Tätigkeit 1956

## I. Publikationen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

- a) Notizblatt des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden. Band 85 [= (VI) 8], 555 S., 100 Abb., 55 Tab., 26 Taf., 2 Bildtaf., Wiesbaden, 15. 6. 1957.
- b) Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden. Es erschienen:
- Heft 15: EGON WIEGEL, Sedimentation und Tektonik im Westteil der Galgenberg-Mulde (Rheinisches Schiefergebirge, Dill-Mulde). 156 S., 41 Abb., 7 Tab., 7 Taf., Wiesbaden 25. 5. 1956.
- Heft 17: GERHARD SOLLE, Die Watt-Fauna der unteren Klerfer Schichten von Greimerath. 47 S., 7 Abb., 6 Taf., Wiesbaden 5. 7. 1956.
- Heft 18: E. BEDERKE, O. BRAITSCHE, G. GABERT, H. MURAWSKI und W. PLESSMANN, Beiträge zur Geologie des Vorspessarts. 167 S., 65 Abb., 21 Tab., Wiesbaden 11. 2. 1957.

Heft 19: GÜNTHER BISCHOFF, Die Conodonten-Stratigraphie des reno-hercynischen Unterkarbons, mit Berücksichtigung der Wocklumeria-Stufe und der Devon/Karbon-Grenze.

64 S., 1 Abb., 2 Tab., 6 Taf., Wiesbaden 30. 1. 1957.

c) Karten: Hydrogeologische Übersichtskarte von Hessen.

Maßstab 1 : 600000, Wiesbaden 1955.

d) Verschiedenes: Verzeichnis verkäuflicher Veröffentlichungen.

## 2. Veröffentlichungen von Angehörigen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung in geologischen und sonstigen Fachzeitschriften bis 31. 12. 1956

BARGON, E.: Der Humuszustand landwirtschaftlich und weinbaulich genutzter Lößböden im Rheingau. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, S. 380—384, 1 Tab., Wiesbaden 1956.

— Der Einfluß der wichtigsten Bodenbildungen auf den Humuszustand in Nordrhein-Westfalen. — Forschung und Beratung, 5, S. 161—162, Düsseldorf 1956.

HENTSCHEL, H.: Der lagendifferenzierte intrusive Diabas aus der Bohrung Weyer 1. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, S. 252—284, Wiesbaden 1956.

— Über Schalsteine und Diabase im Lahn-Dill-Gebiet. — Wissensch. Zs. Karl-Marx-Univ., 5, S. 409—413, Leipzig 1956.

KUPFAHL, H.-G.: Zur Variationsbreite einiger Ostracoden der Mittleren Adorf-Stufe. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, S. 21—31, 3 Abb., Taf. 4, Wiesbaden 1956.

KUTSCHER, F.: Brunnenbohrungen im östlichen Hunsrück. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1954, 106, S. 191—192, Hannover 1956.

— Exkursion in die Umgebung von Bingen anläßlich der Tagung des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und Westfalens in Wiesbaden am 3. 6. 1955. — Decheniana, 108, S. 299—300, 1 geol. Übersichtskarte, Bonn 1956.

— Eröffnung einer Diskussion zur hessischen Meeresstraße im Unterstamp. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, S. 204—205, Wiesbaden 1956.

— Über den neuesten Stand der Angewandten Geophysik. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1954, 106, S. 562—565, Hannover 1956.

— u. ANGENHEISTER, G.: Angewandte erdmagnetische Messungen in Hessen. 4. Gesteinsphysikalische Untersuchungen an den Kernproben der Bohrung Weyer 1 (Lahnmulde, Hessen). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, S. 385—402, 8 Abb., Wiesbaden 1956.

MICHELS, F.: Frühjahrstagung der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Wiesbaden vom 27. bis 29. Mai 1954. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1954, 106, S. 1—4, Hannover 1955.

— Zur Geologie der Wiesbadener Mineralquellen. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1954, 106, S. 113 bis 117, Hannover 1955.

— Führung zu den Mineralquellen Wiesbadens am 28. Mai 1954. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1954, 106, S. 175, Hannover 1955.

— Bericht über das Hess. Landesamt für Bodenforschung für die Zeit vom 1. 4. 1955 bis 31. 3. 1956. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, S. 405—419, Wiesbaden 1956.

— Geologie der Quellen. — Sonderheft Kur- und Fremdenblatt Wiesbaden, 11, 1956, S. 16—19, Wiesbaden 1956.

— u. VOGEL, F. W.: Exkursion (B) zu den Anlagen der Wasserwerke Wiesbaden am 29. Mai 1954. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1954, 106, S. 175—177, Hannover 1955.

NÖRNING, F.: Diskussionsbemerkung zu WALTER BLEINES „Besonderheiten des Grundwasserabflusses in der Oberrheinebene“. — Bes. Mitt. deutsch. Gewässerkundl. Jb., 12, „Gewässerkundliche Tagung Freiburg 1955“, S. 15—16, Koblenz 1955.

— Diskussionsbemerkung zu FRIEDRICH VINCK „Ursachen, Umfang, Bedeutung und Bekämpfung der Grundwasserversalzung in Schleswig-Holstein“. — Bes. Mitt. deutsch. Gewässerkundl. Jb., 12, „Gewässerkundliche Tagung Freiburg 1955“, S. 53, Koblenz 1955.

- NÖRING, F.: Der Hessische Landesgrundwasserdienst und Quellmeßdienst im Abflußjahr 1955. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, S. 420—458, Taf. 25—35, Wiesbaden 1956.
- Hessisches Geologisches Schrifttum 1955. Mit Nachträgen aus den Jahren 1938 bis 1954. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, S. 459—491, Wiesbaden 1956.
- Chemische und physikalische Erscheinungen bei infiltriertem Grundwasser. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1954, 106, S. 11—15, Hannover 1956. — Auch in: Union géodésique et géophysique internationale, Association internationale d'hydrologie scientifique, Assemblée générale de Rome 1952, 2, Comptes-Rendus et rapports de la commission des eaux souterraines. Publ. 37, de l'association internationale d'hydrologie, S. 113—117, o. O. und o. J. (Louvain/Gentbrugge 1955). — Ferner in: „Deutsche Berichte zur Internationalen Hydrologischen Tagung in Rom 1954“, S. 76—80, Bonn (Bundesminister für Verkehr) 1956.
- Grundwassererschließung für landwirtschaftliche Bewässerung in ariden Gebieten, besonders in der Hochebene von Konya, Anatolien. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1954, 106, S. 169—174, Hannover 1956.
- Exkursion (A) zu den Wasserversorgungsanlagen der Stadt Frankfurt a. M. am 29. Mai 1954. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1954, 106, S. 177—182, Hannover 1956.
- Diskussionsbemerkung zum Vortrag WOLFGANG RICHTER „Bemerkungen zur Auswertung geoelektrischer Meßergebnisse aus dem Raume der deutschen Nordseeküste“. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1954, 106, S. 186—187, Hannover 1956.
- Diskussionsbemerkung zum Vortrag W. FRIEDRICH „Lysimetermessungen und andere gewässerkundliche Verfahren zur Ermittlung der Grundwassererneuerung“. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1954, 106, S. 199—200, Hannover 1956.
- Diskussionsbemerkung zum Vortrag W. DIENEMANN „Über Erfahrungen beim praktischen Gebrauch der Richtlinien des DVGW für die Errichtung von Schutzgebieten für Trinkwassergewinnungsanlagen“. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1954, 106, S. 201, Hannover 1956.
- In Publ. 37 de l'association internationale d'hydrologie (1955) Replik auf S. 11, Diskussionsbemerkungen auf S. 15, 16 und 19, Verhandlungsvorschlag auf S. 21.
- PFEFFER, P.: Zur Bestimmung der austauschbaren Basen und des S-Wertes. — Z. Pflanzenern. Düng. Bodenk., 75, (120), S. 17—32, Weinheim 1956.
- RABIEN, A.: Zur Stratigraphie und Fazies des Ober-Devons in der Waldecker Hauptmulde. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 16, 83 S., 2 Abb., 3 Taf., Wiesbaden 1956.
- Die stratigraphische Bedeutung der oberdevonischen Ostracoden. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1954, 106, S. 217—226, 2 Abb., Hannover 1956.
- SCHENK, E.: Die Roisdorfer Mineralquellen. — Decheniana, 108, S. 197—224, 8 Abb., Bonn 1956.
- Geoelektrische Untersuchung des Mineralquellengebietes von Selters a. d. Lahn. — Ber. oberhess. Ges. Natur- u. Heilk., 26, Gießen 1956.
- Erosion und Sedimentation im Hauptbraunkohlenlager der Wetterau. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, S. 328—355, 7 Abb., Taf. 23, Wiesbaden 1956.
- Gangspaltenbildung als Nebenursache? Ein Beitrag zur Tektonik der Ramsbecker Erzgänge. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1954, 106, S. 361—377, 10 Abb., Hannover 1956.
- Zur Geologie der Mineralquellen im unteren Ahrtal und in der Niederrheinischen Bucht. — Der Naturbrunnen, 6, 1, 3 S., Bad Godesberg 1956.
- Die Mineralquellen des Neuwieder Beckens. — Der Naturbrunnen, 6, 5 u. 8, Bad Godesberg 1956.
- Der geologische Bau des Mineralquellengebietes von Bad Pyrmont. — Der Naturbrunnen, 6, 9 u. 10, 4 S., Bad Godesberg 1956.
- SCHÖNHALS, E.: Landwirtschaft und Bodenerosion II. Der Steinheimer Hof bei Eltville im Rheingau, Abschnitt: Geologisch-morphologische Verhältnisse als Grundlage der Bodenbeschaffenheit. — Mitt. Inst. Raumforsch. Bonn, 29, S. 9—10, 2 Karten, darunter eine Bodenkarte I : 5000, Bad Godesberg 1956.
- Landschaften, Geologie und Böden Hessens. — Führer zu den Lehrwanderungen des Deutschen Forstvereins in Wiesbaden vom 4. bis 8. 9. 1956, S. 3—13, Wiesbaden 1956.
- Die Abhängigkeit der Waldverbreitung in Hessen vom geologischen Aufbau. — Allgemeine Forstzeitschrift, 11, Nr. 33/34, S. 418—420, München 1956.
- UDLUFT, H. u. LANG, H. D.: Der Untergrund der Niederhessischen Senke. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, S. 184—203, 1 Abb., Taf. 15, Wiesbaden 1956.

- ZAKOSEK, H.: Die Böden der Rheinpfalz. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, S. 356—373, 6 Abb., Wiesbaden 1956.
- Über die Bedeutung des Bodens für die Ergänzung der Grundwasservorräte. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1954, 106, S. 36—40, 1 Abb., Hannover 1955.
- Grundwasser und Staunässe. — Z. Pflanzenern., Düngg., Bodenk., 74, S. 240—242, Berlin 1956.
- Über die Holzreife von Unterlagen in italienischen Rebschnittgärten und deren Beziehungen zum Boden (zus. mit H. BIRK). — Die Wein-Wissenschaft, 10, S. 110—119, 2 Tab., 4 Abb., Mainz 1956.

### 3. Wissenschaftliche Vorträge von Angehörigen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung bis 31. 12. 1956

- BARGON, E.: Die Boden- und Kleinklimakartierung und ihre Bedeutung für den Weinbau. — 4 Vorträge in Hallgarten, Heppenheim, Wicker und Massenheim.
- HENTSCHEL, H.: Typen tertiärer Basalttuffe im Raum des Habichtswaldes und ihre Lagebeziehungen. — Monatsversammlung deutsch. geol. Ges. in Wiesbaden, März 1956.
- Zur quantitativen Erfassung magnetisch wirksamer Mineralanteile in Gesteinen des Lahn-Dill-Gebietes und des Vogelsberges. — Austauschsitzung im Rahmen des Geophysikalischen Forschungsprogramms auf Eisenerze in Hessen in Wetzlar, März 1956.
- KUTSCHER, F.: Einleitende Bemerkungen zum Geophysikalischen Forschungsprogramm 1955. — Austauschsitzung im Rahmen des Geophysikalischen Forschungsprogramms auf Eisenerze in Hessen in Wetzlar, März 1956.
- MICHEL, F.: Die Geologie der weiteren Umgebung Wiesbadens. — 4 Vorträge gehalten vor dem Nassauischen Verein für Naturkunde in Wiesbaden, Januar 1956.
- Die Mineralquellen Wiesbadens. — Vortrag vor dem Balneologischen Institut der Universität Frankfurt a. M. in Wiesbaden, Februar 1956.
- Einführung in die Geologie der Heimat. — 2 Vorträge vor der Volkshochschule Wiesbaden, März 1956.
- Die Mineralquellen Wiesbadens. — Vortrag in Wiesbaden vor der Gießener Akademie für ärztliche Fortbildung, März 1956.
- NÖRING, F.: Neue Erkenntnisse zur Stratigraphie und Tektonik des Kinzig- und Untermaingebietes. — Monatsversammlung deutsch. geol. Ges., Wiesbaden 26. 1. 1956.
- RÖSING, F.: Das prätauffische Relief im Tertiär des Habichtswaldes und seiner Umgebung. — Monatsversammlung deutsch. geol. Ges., Wiesbaden 22. 3. 1956.
- SCHENK, E.: Die Bedeutung der Vergenz für den Bau der Faltengebirge. — Tagung Geol. Vereinigung in Göttingen, 10.—12. 3. 1956.
- Frostspalten — Eiskeile. — Tagung deutsch. Quartärvereinigung in Marburg, 22.—27. 9. 1956.
- SCHÖNHALS, E.: Die Aufgaben der Bodenkunde bei den Geologischen Landesämtern der Deutschen Bundesrepublik. — Arbeitstagung der Bodenkundler der Geol. Landesämter in Schwäbisch-Gemünd, 5. 6. 1956.
- Bodenkunde als wichtige Nachbarwissenschaft der Vegetationskunde. — Arbeitstagung des Hess. Lehrerfortbildungswerkes über „Pflanzensoziologie, Neuland und Schulbiologie“ in der Reinhardswaldschule Ihringshausen bei Kassel, 5. 7. 1956.
- Die geologischen Vorgänge während des Eiszeitalters in Hessen und ihre Auswirkungen auf Landschaft, Boden und Bodennutzung. — Hauptversammlung der Deutschen Quartärvereinigung in Marburg, 23. 10. 1956.
- UDLUFT, H.: Der Untergrund der Niederhessischen Senke. — Bergbaulicher Verein in Kassel, 16. 1. 1956.
- Die graphische Darstellung von Wasser- und Mineralwasseranalysen. — Arbeitsgemeinschaft für naturwissenschaftliche und technische Grundlage der Balneologie in Bad Salzungen, 14. 10. 1956.
- ZAKOSEK, H.: Bodenkartierung im Rheingau und ihre Bedeutung für den Weinbau. — 3 Vorträge vor den Winzern in Lorch, Kiedrich und Östlich, Januar, Februar und März 1956.

- ZAKOSEK, H.: Die Bedeutung des Bodens für die Auswahl der Unterlagen. — Tagung der Rebveredler in Geisenheim, Februar 1956.
- Boden und Obstbau. — Kolloquium in der Lehr- und Forschungsanstalt Geisenheim, März 1956.
- Grundwasser und Staunässe. — Kolloquium im Hess. Landesamt für Bodenforsch., März 1956.
- Neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der Adaptionsforschung. — 2 Vorträge im hess. Reblausausschuß, Oktober und November 1956.
- Die Bedeutung der Bodenkartierung für den Obstbau. — Vortrag vor den Obstbausachverständigen Hessens im Hess. Min. f. Landwirtschaft u. Forsten, November 1956.
- Die Böden des Buntsandsteins. — Kolloquium Geol. Institut der Universität Marburg, November 1956.

#### 4. Exkursionsführungen

durch Angehörige des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung  
bis 31. 12. 1956

- HENTSCHEL, H.: Zweitägige Exkursion durch das Odenwald-Kristallin. — Geol. Inst. d. Univ. Amsterdam (Prof. BROUWER), Mai 1956.
- KUTSCHER, F.: Geologie des Mainzer Beckens und des Rheindurchbruchtales bis St. Goar. — Führung Erlanger Geologie- und Mineralogie-Studenten, Mai 1956.
- MICHELS, F.: Führung holländischer Geologen und Studenten (Geologisches Institut Amsterdam) durch den Taunus und in das Tertiär des Mainzer Beckens, Mai 1956.
- Führung des Geolog. Instituts der Universität Frankfurt a. M. in die Umgebung der Bad Homburger Wasserstollen, Juni 1956 sowie in das Nahetal Juli 1956.
- Führung der Volkshochschule Wiesbaden in die Umgebung von Alzey zum Studium des Tertiärs des Mainzer Beckens, Juni 1956.
- Geologische Exkursion und Einführung von Beamten des Landesvermessungsamtes in die Geologie des Rheindurchbruches anlässlich der Herstellung einer topographischen Spezialkarte dieses Gebietes, Juni 1956.
- Geologische Führung der Volkshochschule Wiesbaden quer durch den Taunus, September 1956.
- Geologische Führungen des Nassauischen Vereins für Naturkunde in die Lahnmulde und in den Dyckerhoff'schen Steinbrüchen, September 1956.
- Führung einer geologischen Exkursion des Geolog. Instituts der Universität Frankfurt a. M. in das Tertiär und Diluvium der Umgebung Wiesbadens, November 1956.
- RABIEN, A.: Geologische Führung der Herren Dr. ROLAND GOLDRING von der St. Andrews Universität in Schottland und BRIAN SELWOOD von der Universität Bristol in der Dill-Mulde, August 1956.
- RÖSING, F.: Führung des Vereins für Naturkunde zu Kassel e. V. im Gebiet von Hoof, Breitenbach und Niedenstein, südwestlich von Kassel, 2. 9. 1956.
- SCHENK, E.: Neuwieder Becken (Vulkanismus, Mineralquellen). — Studenten Geol. Inst. Hochschule Gießen.
- Staufenberg—Daubringen (Buntsandstein, Älteres Tertiär). — Dasselbe.
- Watzenborn—Grüningen (Quartär, Tertiär, Basaltdecken). — Dasselbe.
- Oppershofen—Rockenberg (Devon, Tertiär). — Dasselbe.
- Hernberg a. d. Ohm (Buntsandstein, Tertiär, Basaltdurchbrüche). — Dasselbe.
- Groß-Karben—Okarben (Miozän, Mineralquellen). — Dasselbe.
- Selters a. d. Lahn (Devon, Mineralquellen). — Dasselbe.
- Bad Nauheim (Tertiär, Mineralquellen, Devon). — Dasselbe.
- Nidda—Hoher Vogelsberg (Basaltvulkanismus). — Dasselbe.
- SCHMITT, O. u. HENTSCHEL, H.: Führung durch den Bergsträßer Odenwald. — Geol. Inst. Univ. Amsterdam, 10.—11. 5. 1956.
- SCHÖNHALS, E.: Besichtigung der Lysimeteranlage der Agrarmeteorolog. Versuchs- und Beratungsstelle Gießen und der Bodenerosionsstation Albacher Hof bei Lich. — Studenten des Geologisch-Paläontologischen Instituts Frankfurt a. M., 12. 5. 1956.
- Böden der nördlichen Wetterau, des Vorderen und Hohen Vogelsbergs. — Studenten der Fakultät für Gartenbau und Landschaftsgestaltung der Techn. Hochschule Hannover, 26. 5. 1956.

- SCHÖNHALS, E.: Bodentypen des rheinhessisch-pfälzischen Trockengebietes (zus. mit H. ZAKOSEK). — Studenten des Geologisch-Paläontologischen Instituts Frankfurt a. M., 2. 6. 1956.
- Geologie und Böden der östlichen Wetterau und des Vogelsbergs (zus. mit Dipl.-Landw. BRAUER). — Bodenspezialisten der Bundesrepublik, Juni 1956.
- Bodentypen der Umgebung von Ihringhausen. — Hess. Lehrerfortbildungswerk, Hauptstelle Reinhardswaldschule in Ihringhausen bei Kassel; Pflanzensoziologische Arbeitstagung, 5. 7. 1956.
- Bodentypen im Bereich des Forstamtes Chausseehaus (zus. mit H. ZAKOSEK). — Studenten des Geologisch-Paläontologischen Instituts der Universität Frankfurt a. M., 21. 7. 1956.
- Pleistozän und Brauneisensteinlagerstätten des westlichen Vogelsberges. — Mit Herrn Prof. Dr. Dr. MÜCKENHAUSEN und Doktoranden des Instituts für Mineralogie und Petrographie, Bonn, 26. 7. 1956.
- Geologie und Böden der Forstämter Schotten und Grebenhain. — Deutscher Forstverein anlässlich der Jahrestagung in Wiesbaden, 7. 9. 1956.
- Pleistozän und Paläolithikum in Niederhessen (zus. mit H. UDLUFT, O. UENZE und A. LUTTROPP). — Hauptversammlung der Deutschen Quartärvereinigung in Marburg, 25. 9. 1956.
- Pleistozän, fossile Böden und Paläolithikum am Nordrand des Vogelsberges, im Schlitzerland und im Hohen Vogelsberg (zus. mit O. UENZE). — Hauptversammlung der Deutschen Quartärvereinigung in Marburg, 26. 9. 1956.
- Pleistozän und Paläolithikum im Vorderen Vogelsberg und in der nördlichen Wetterau (zus. mit H. KRÜGER). — Hauptversammlung der Deutschen Quartärvereinigung in Marburg, 27. 9. 1956.
- Terrassen, Löß und Flugsand an der Bergstraße (zus. mit O. SCHMITT). — Hauptversammlung der Deutschen Quartärvereinigung in Marburg, 28. 9. 1956.
- UDLUFT, H.: Führung im Raum Frielendorf—Ziegenhain—Borken während der Tagung der Deutschen Quartärvereinigung, 25. 9. 1956.
- ZAKOSEK, H.: Böden des Taunus, Steppenböden in Rheinhessen und in der Pfalz. — Exkursion mit Herrn Prof. Dr. Dr. MÜCKENHAUSEN und Herrn Oberlandesgeologen Dr. SCHOTTLER, Juli 1956.
- Bodenkundliche Exkursion in die Rheinpfalz und nach Rheinhessen. — Vertreter des Landwirtschaftsministeriums Rheinland-Pfalz, der Landeslehranstalt Trier, der Biol. Bundesanstalt Bernkastel und des Geol. Landesamtes Rheinland Pfalz, Mai 1956.

##### 5. Zusammenarbeit mit den Geologischen Anstalten der übrigen deutschen Länder,

##### fachwissenschaftlichen Gesellschaften und sonstigen Institutionen

Die Zusammenarbeit mit den Geologischen Landesämtern der Bunderepublik erstreckte sich auch dieses Jahr wieder auf die Vertretung des Amtes bei der Direktorenkonferenz. Die Fachreferenten des Amtes vertraten wie bisher in Sachbearbeiterausschüssen für Bodenkunde, Lagerstättenkunde, Angewandte Geophysik und Hydrogeologie (Hydrogeologische Karten) die Interessen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung. Einige der genannten Ausschüsse tagten in den Räumen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung (z. B. betr. Hydrogeologische Karten, Lagerstättenkarten, Bodenmechanik).

Auch im letzten Berichtsjahr war die Zusammenarbeit mit dem Amt für Bodenforschung Hannover bei dem mit Bundesforschungsgeldern finanzierten Geophysikalischen Forschungsprogramm in den Eisenerzgebieten, wie oben schon erwähnt, sehr erfolgreich.

In den Wintermonaten fanden auch im Jahre 1956 wie bisher monatlich wissenschaftliche Sitzungen der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Gruppe Wiesbaden und Umgebung, gemeinsam mit den wissenschaftlichen Amtsangehörigen statt.

## 6. Pflege der wissenschaftlichen Beziehungen zu den deutschen Hochschulen

Zu den hessischen und benachbarten Hochschulen wurde in der bisher geübten Weise enger Kontakt gehalten. Eine Reihe von Amtsangehörigen haben auch im abgelaufenen Jahre durch übernommene Lehrtätigkeit eine besonders enge Verbindung hergestellt. Hier sind zu nennen:

- Regierungsgeologe, Professor Dr. phil. habil. H. HENTSCHEL, Privatdozent an der Universität Mainz — Petrographie,  
 Oberregierungsgeologe, Dipl.-Geologe Dr. F. KUTSCHER, Lehrbeauftragter der Universität Mainz — Angewandte Geophysik und praktische Geologie,  
 Direktor Professor Dr. F. MICHELS, Honorarprofessor für Hydrogeologie und Feldgeologie an der Universität Frankfurt a. Main,  
 Dipl.-Geologe Dr. E. SCHENK, Lehrbeauftragter an der Justus-Liebig-Hochschule Gießen — Hydrogeologie,  
 Regierungsgeologe Dr. phil. habil. E. SCHÖNHALS, Privatdozent an der Universität Frankfurt a. Main — Bodenkunde und Quartärgeologie,  
 Oberregierungsgeologe Professor Dr. H. UDLUFT, Honorarprofessor an der Universität Marburg a. d. Lahn — Angewandte Geologie.

## 7. Ergänzungsliste der Tauschpartner

(seit 15. 12. 1955)

Stand: 20. 12. 1956

Deutschland		Series
Bad Dürkheim	Naturwissenschaftliches Museum der Pfalz	Pollichia
Erlangen	Fränkische Geographische Gesellschaft	Mitteilungen
Halle/Saale	Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt	Wissenschaftliche Zeitschrift
Hamburg	Geographische Gesellschaft	Mitteilungen
Stuttgart	Geologisch-Paläontolog. Institut der Technischen Hochschule	Mitteilungen
Frankreich		
Lyon	Bibliothèque de l'Université de Lyon	Annales, Sér. Sciences Nat.
Indien		
Phnom-Penh	Section Géol. du Cambodge, Direction du Service des Mines, de l'Industrie et de l'Artisanat	Bulletin
Jugoslawien		
Ljubljana	Rudarsko-Metalurški Zbornik	Rudarsko-Metalurški Zbornik
Schweiz		
Basel	Geologisch-Palaeontol. Institut der Universität	Sonderdrucke Dissertationen

## E. Personelles

### 1. Persönliche Mitteilungen

Leider haben wir in diesem Berichtsjahr den Tod unseres langjährigen Kraftfahrers, Herrn WILHELM GÜRTLER, zu beklagen. Herr Gürtler, der schon sehr lange leidend war, hat trotz der großen körperlichen Beschwerden so lange es ihm

irgend möglich war, in seiner großen Amtsverbundenheit seinen Dienst auf das treueste ausgeführt. Wir werden diesen alten treuen Arbeitskameraden in steter Erinnerung bewahren.

Unser langjähriger, treuer Freiwilliger Mitarbeiter, Herr Oberregierungsgeologe a. D. Prof. Dr. BRUNO DAMMER, konnte im vergangenen Jahr eine ganze Reihe Jubiläen feiern, so z. B. seinen 80. Geburtstag, sein 60jähriges Bergmannsjubiläum, sein 55jähriges Dienstjubiläum, seine Silberne Hochzeit und seine 10jährige Zugehörigkeit zum Hessischen Landesamt für Bodenforschung, wovon er  $5\frac{1}{2}$  Jahre als ehrenamtlicher Freiwilliger Mitarbeiter verbrachte. Zur Feier all dieser Ereignisse versammelte sich das Amt zu einer festlichen Gedenkstunde.

Direktor Prof. Dr. MICHELS feierte seinen 65. Geburtstag. Vom Hessischen Kabinettt wurde seine Amtszeit bis zum 31. 12. 1958 verlängert.

## 2. Personalstand

Am 2. Januar 1957 ergab sich folgender Personalbestand:

a) Direktor des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung:

Prof. Dr. FRANZ MICHELS

b) Oberregierungsgeologen:

Dr. FRIEDRICH KUTSCHER

Dr. MAX TEIKE

Prof. Dr. HANS UDLUFT

c) Regierungsgeologen:

Prof. Dr. HANS HENTSCHEL

Dr. FRIEDRICH NÖRING

Dr. PAUL PFEFFER

Dr.-Ing. KARL SIMON

Dr. ERNST SCHÖNHALS

Dr. ALBERT SCHWARZ

d) Geologen als Angestellte:

Diplom-Landwirt Dr. ERNST BARGON

Diplom-Geologe ALFRED FINKENWIRTH

Diplom-Geologe Dr. HANS-GÜNTHER KUPFAHL

Diplom-Geologe Dr. MANFRED LAEMMLEN

Diplom-Geologe Dr. ARNOLD RABIEN

Geologe Dr. FRANZ RÖSING

Geologe Dr. PER RÖSSLE

Diplom-Geologe Dr. ERWIN SCHENK

Diplom-Geologe Dr. OTTO SCHMITT

Diplom-Geologe Dr. DIETRICH THEWS

Diplom-Landwirt Dr. HEINRICH ZAKOSEK

e) Bibliothek und Vertriebsstelle:

Bibliothekarin: Frau JOHANNA SCHADWINKEL

Fr. GERDA BÖHME

Frl. INGRID EHRMANN  
 Frl. CHRISTIANE JANISTA  
 Frau LIESELOTTE SCHULTE

## f) Techniker:

Kartographen-Inspektor HANS NEUMANN  
 Regierungs-Obersekretär ERNST RUPPEL  
 ALFONS BÖHM \*)  
 LUDWIG BÖTTIGER  
 JOSEF BREITFELDER  
 RICHARD BUSCHNER  
 EWALD CLOEREN  
 KARL FINK  
 ALBERT KARSCHNY  
 GERHARD LAUE  
 Frau HELMA MÜNCH  
 ALBERT ROMSCHINSKI \*)  
 HELMUT SCHMID \*)  
 Frl. MARGOT SCHÜLER  
 ALOIS SEDLATSCHKE \*)  
 OTTO SOHN  
 ERWIN THIEL \*)  
 KARL WEILER \*)

## g) Büro für Landkartentechnik und Reproduktion

Leitung: Kartographen-Inspektor JOHANNES MATHEIS  
 JOSEF BÄUERLEIN  
 Frl. INGEBORG BRANDT  
 RUDOLF DIEHL  
 JOSEF FISCHER  
 RUDI HEUSER  
 Frl. ANTONIE HOCH  
 Frl. ANNA-DOROTHEA SEIDEL  
 PAUL UHL

## h) Verwaltung:

Reg.-Oberinspektor HUBERTUS CHRISTIAN, Geschäftsführender Beamter  
 HUBERT GROSSMANN  
 Frau URSULA MICHNA  
 Frau ROSEL REUBOLD

## i) Schreibbüro:

Leitung: Frl. GERTRUD SCHUMACHER  
 Frl. ILSE FRÖLICH  
 Frl. DORIS MÜLLER

\*) Für beschleunigte Durchführung der Weinbergskartierung befristet eingestellt (Rahmenprogramm).

Frl. URSULA RÖHRIG  
Frau ELISABETH RUTHE  
Frau URSULA STOBER  
Frl. EVA TOMASCHESKI  
Frau HEDWIG WEWER

k) Registratur und Telefon:

Frl. GERDA ARZBÄCHER  
Frl. ANNI MÜLLER  
Frau ERIKA PANNEITZ  
Boten- und Hausmeister HANS EWALD

l) Lohnempfänger:

Fahrer WILHELM BRÜCK  
Fahrer FERDINAND FLIESS  
Fahrer ALFRED HUBMANN  
Fahrer HANS KLEBE  
Fahrer FRIEDRICH LUDWIG  
Facharbeiter KARL HIELSCHER  
Reinmachefrauen:  
Frau KAROLINE DIEHL  
Frau ADELE LOEFFLER

3. Freiwillige Mitarbeiter

Prof. Dr. OTTO BURRE, Regierungsgeologe i. R., Darmstadt, Niebergallweg 26  
ERWIN BUSSE, Verwaltungsinspektor, Kassel, Holländische Str. 104/III  
Prof. Dr. BRUNO DAMMER, Regierungsgeologe i. R., Wiesbaden, Martinsthaler  
Str. 3

Dr. HANSJOACHIM LIPPERT, Wetzlar, Deutschherrnweg 10

Konrektor i. R. OSKAR ROSE, Wiesbaden, Bismarckring 1

Prof. Dr. HEINZ TOBIEN, Darmstadt, Friedensplatz 1

Prof. Dr. WILHELM WAGNER, Bergrat, Darmstadt, Claudiusstr. 16

Korrespondent:

Dr. FRITZ HÄUSER, Studienrat, Windecken, Bahnhofstr. 15

Ausgeschieden bis 1. 1. 1957:

Regierungsgeologe Dr. GERHARD GUNZERT

WILLI DICKES

WILHELM GÜRTLER †

Frau INGEBORG KNETSCH

ERHARD KOTSCH

Frl. CHRISTA MÜLLER

Frl. GISELA SCHMITT

## 10 Jahre Hessisches Landesamt für Bodenforschung

### Vorwort

Von

FRANZ MICHELS, Wiesbaden

Im Gesetz- und Verordnungsblatt für Groß-Hessen Nr. 25 vom 4. 10. 1946 erschien die Verordnung vom 26. 6. 1946 über die Errichtung des Landesamtes für Bodenforschung (vgl. Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch. (VI) 1, 1950, S. 275—277). Wenn auch bereits 1945 die Errichtung des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung beschlossen war, so darf doch das Datum vom 26. 6. 1946 als eigentlicher Geburtstag des Hess. Landesamtes für Bodenforschung angesehen werden.

Aus der kleinen Zentrale in der Parkstraße 28 in Wiesbaden, der Zweigstelle Darmstadt und den Arbeitsstellen Gießen und Oberscheld hat sich nach der Zusammenlegung im Jahre 1954 ein großes Amt entwickelt, das seit 1954 in der Mainzer Straße 25 in Wiesbaden untergebracht ist, wobei aber aus Raummangel Bibliothek und Chemisches Laboratorium noch außerhalb eines zentralen Gebäudes bleiben müssen. Es besteht aber berechtigte Aussicht, daß in absehbarer Zeit ein endgültiges eigenes Amtsgebäude erstellt wird, das allen für eine wissenschaftlich-technische Behörde notwendigen Anforderungen genügt.

Über die Tätigkeit des Amtes, vor allem über die wissenschaftliche Tätigkeit, ist in dem amtlichen Teil des Notizblattes des Hess. Landesamtes für Bodenforschung, das seit dem Jahre 1950 wieder erscheint, in 7 Bänden jeweils berichtet worden.

Nachdem aber in diesem Jahr ein endgültiger Organisationsplan aufgestellt ist (vgl. Amtlicher Teil, S. 432) sollen in den folgenden Zeilen die Abteilungsleiter und Referenten für die wichtigsten Arbeitsgebiete des Hess. Landesamtes für Bodenforschung in kurzen Zusammenfassungen über das in den 10 Jahren des Bestehens Geleistete zu Wort kommen und über die in nächster Zukunft zu erwartenden bzw. zu wünschenden Arbeiten berichten.

Ogleich die Tätigkeit des Hess. Landesamtes für Bodenforschung bei seiner Gründung, bedingt durch die bei dem rapiden Wiederaufbau gestellten Anforderungen, hauptsächlich auf praktischem Gebiet lag, war es aber das dauernde Streben der Direktion, so bald und so nachdrücklich wie möglich die auch in der Errichtungsverordnung an erster Stelle erwähnte Grundlagenforschung wieder zu beleben und damit neues Rüstzeug zu schaffen auch für die angewandte Geologie. So konnten dank dem besonders verständnisvollen Entgegenkommen von Staatsregierung und Volksvertretung Kräfte eingesetzt werden lediglich zur geologischen Spezialkartierung, so daß jetzt mit Nachdruck die weißen Flecken auf dem Übersichtsplan der geologisch vorhandenen und bearbeiteten Spezialkarten 1 : 25000 im hessischen Gebiet hoffentlich bald zum Verschwinden gebracht werden können.

Als reine Grundlagenforschung ist u. a. auch die wissenschaftliche Hydrogeologie anzusehen, die in Zusammenarbeit mit dem Landesgrundwasserdienst aller Voraussicht nach endlich einmal wirklich brauchbare Angaben über Grundwasserchemismus, über Einzugsgebiete und dergl. erbringen wird, ohne die eine exakte Planung des so wichtigen und immer mehr benötigten Rohstoffes Wasser nicht möglich ist.

Wie der Arbeitsplan, der im amtlichen Bericht dieses Notizblattes für 1957 wiedergegeben ist, ausweist, ist das Bestreben in allen Abteilungen zu ersehen, an der Grundlagenforschung nicht vorbeizugehen, sondern sie nach Möglichkeit immer mehr in den Vordergrund zu stellen, denn nur mit dieser ist eine wirklich rationelle Beratung in allen Zweigen der angewandten Geologie möglich.

Eingegangen am 8. 4. 1957.

Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.	85	S. 447—451	Wiesbaden, 15. 6. 1957
------------------------------------	----	------------	------------------------

Abt. I — Zentralabteilung

## Z 2. Bericht über die Bibliothek für die Jahre 1946/47 bis 1954/55

Von

**JOHANNA SCHADWINKEL**, Wiesbaden

Die Bibliothek des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung hatte den großen Vorteil, auf etwa der Hälfte der Bibliotheksbestände der ehemaligen Preußischen Geologischen Landesanstalt Berlin aufbauen zu können, die während des Krieges auf hessisches Gebiet ausgelagert worden war, und die das Hessische Landesamt für Bodenforschung nach Beendigung des Krieges zur Betreuung erhielt.

Diese Bestände, die in den ersten Tagen des April 1946 in völligem Durcheinander in der Bibliothek, die nur aus leeren Räumen bestand, eingegangen waren, in kürzester Zeit gebrauchsfähig aufzustellen, und zwar in Holzregalen, die erst angefertigt werden mußten, war in der darauffolgenden Zeit die vordringliche Aufgabe aller der Bibliothek zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte. Danach wurden erst einmal die notwendigsten Einrichtungen geschaffen, um einen ordnungsgemäßen Bibliotheksbetrieb aufzubauen und weiterführen zu können, was bei der damals bekannt schlechten Lage bis zur Währungsreform oft nur unter großen Schwierigkeiten möglich war. In den letzten Jahren konnten diese Einrichtungen wesentlich verbessert werden; unter anderem wurden im vergangenen Jahr 3 neue Katalogschränke und sogar ein Bücherwagen angeschafft.

Die Inventarisierung der übernommenen Bestände ergab rd. 54000 Bände, 16331 Zeitschriftenbände eingeschlossen, sowie 10991 Karten. Eine wesentliche Aufgabe bestand nun darin, diese Bestände an Bänden und Karten durch Auffüllen der Lücken, Fortsetzen der vorhandenen Zeitschriften und Reihen und durch Beschaffung der neu erscheinenden Literatur des In- und Auslandes zu vermehren, um die Biblio-

thek in den verschiedenen Sachgebieten zu vervollständigen und auf den neuesten Stand zu bringen. Dies ist auch in der Weise gelungen, daß heute eine Ausleihe nicht vorhandener, benötigter Literatur aus fremden Bibliotheken auf ein geringes Maß beschränkt bleiben kann. Bis zum Ende des Jahres 1954/55 konnten insgesamt

19081 Bände  
und 6032 Karten

an Neueingängen gezählt werden, so daß die Bibliothek zum gleichen Zeitpunkt einen Gesamtbestand von

73081 Bänden  
und 17023 Karten

aufzuweisen hatte, wobei die alten Berliner Bestände von denen der Bibliothek des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung getrennt gehalten und behandelt wurden. Auf die zurückliegenden Jahre verteilen sich diese Zugänge in folgender Weise:

	Jahr	Kauf	Austausch	Geschenke	Insgesamt
Bände:	1946/47	6	—	7	13
	1947/48	90	—	148	238
	1948/49	456	274	404	1134
	1949/50	1483	716	363	2562
	1950/51	795	1505	987	3287
	1951/52	705	1042	470	2217
	1952/53	611	1701	310	2622
	1953/54	622	2798	191	3611
	1954/55	814	2138	445	3397
			5582	10174	3325
Karten:	1946/47	—	—	—	—
	1947/48	—	18	67	85
	1948/49	354	77	203	634
	1949/50	48	114	21	183
	1950/51	57	514	118	689
	1951/52	105	66	243	414
	1952/53	165	155	1457	1777
	1953/54	22	194	1756	1972
	1954/55	23	94	161	278
			774	1232	4026

Der unbedeutende Zugang in den Jahren 1946—1948, also bis zur Währungsreform, erklärt sich aus der damaligen schlechten, wirtschaftlichen Lage auf dem Büchermarkt und der geringen Publikationstätigkeit der Institute und Gesellschaften.

Im ganzen gesehen entsprechen die 19081 Bände und 6032 Karten, die in den vergangenen 9 Jahren für die Bibliothek des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung angeschafft werden konnten, etwa 35% bzw. 55% des von Berlin übernommenen Bestandes an Bänden und Karten, was wohl als erfreuliches Ergebnis betrachtet werden kann. Einen Niederschlag findet dieser Zuwachs jeweils in der seit 1948 herausgegebenen Zusammenstellung der Neuerwerbungen der Bibliothek des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, die gleichzeitig eine Biblio-

graphie der neuesten Zeitschriftenliteratur enthält, und die zur Information den übrigen geologischen Landesanstalten des Bundesgebietes, den geologischen, mineralogischen und paläontologischen Instituten der Universitäten und sonstigen Interessenten regelmäßig zugeht. Auf diesen Unterlagen wurde ein Zeitschriften-Literaturkatalog, nach Autoren und Sachgebieten getrennt, aufgebaut, der sich im Laufe der Zeit als Ergänzung zu dem übrigen bibliographischen Apparat als gutes Hilfsmittel bei der Auskunftserteilung erwiesen hat. Dieser Katalog wird weitergeführt.

Wie aus den oben angegebenen jährlichen Zugängen ersichtlich ist, sind etwa 50% der Bände und rd. 20% der Karten auf dem Tauschwege eingegangen, woraus hervorgeht, daß dem Auf- und Ausbau des Schriftentausches von vornherein das größte Interesse gewidmet war. Ab 1950, mit dem Erscheinen der Publikationen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, konnte dieser auf das intensivste betrieben werden. Alte Tauschbeziehungen, die schon mit der ehemaligen Hessischen Geologischen Landesanstalt Darmstadt bestanden hatten, konnten vor allem mit dem Erscheinen des Notizblattes des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, das ja die Fortsetzung des Notizblattes dieser Anstalt bildet, wieder aufgenommen werden; neue wurden geschaffen. Als Ergebnis jahrelanger Bemühungen kann die Tauschkartei der Bibliothek heute insgesamt 544 Tauschverbindungen mit Ämtern, Instituten, Gesellschaften und Einzelpersonen aufweisen. 264 Tauschpartner entfallen auf das Inland und 280 auf das Ausland. Die erste Liste der Tauschpartner mit dem Stand vom 15. 11. 1952 ist im Notizblatt des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, Bd. 81/1953, S. 383—395, veröffentlicht worden, Nachträge dazu mit dem Stand vom 31. 8. 1953 und 1. 8. 1955 sind in Band 82/1954, S. 357—358 und in Band 83/1955, S. 331—332 erschienen. Von den 763 Zeitschriften und Reihen, die die Bibliothek z. Z. laufend vereinnahmt, gehen allein 541 auf dem Tauschwege ein, und zwar 112 deutsche und 429 ausländische. 139 deutsche und 65 ausländische Zeitschriften und Reihen werden durch Kauf erworben, der Rest — 18 deutsche Zeitschriften — geht geschenkwise ein.

Mit dem Einbinden der zahlreichen ungebundenen Neueingänge konnte die Bibliothek nicht nachkommen. Die dafür zur Verfügung stehenden Mittel reichten nicht aus. Dieser Zustand wirkte sich vor allem bei den Katalogarbeiten sowie bei der Ausleihe erschwerend aus.

Die Ausleihe selbst blieb, da der Bibliothek von vornherein der Charakter einer Präsenzbibliothek gegeben war, im wesentlichen auf die Angehörigen des Amtes und auf den Lesesaal beschränkt. Nach auswärts erfolgten Ausleihen nur nach besonderer Vereinbarung an die übrigen geologischen Landesanstalten im Bundesgebiet sowie an einzelne Universitäts- und sonstige wissenschaftliche Institute und Einzelpersonen. Insgesamt wurden im Zeitraum von 1946/47 bis 1954/55

27088 Bände  
und 8677 Karten

ausgeliehen. Daraus ergibt sich ein jährlicher Durchschnitt an Ausleihen von

rd. 3000 Bänden  
und 965 Karten.

Darüber hinaus wurden seit Bestehen der Bibliothek zahlreiche Auskünfte erteilt und Literatur-Zusammenstellungen gegeben.

Ganz besonders wichtig war für die Bibliothek die Schaffung von Katalogen. Das bedeutete, da derartiges Material überhaupt nicht vorhanden war, und bei dem großen Umfang des gesamten Bücher- und Kartenbestandes, der zu katalogisieren war, eine Riesenaufgabe. Angelegt wurden: der alphabetische und regional aufgebaute Kartenkatalog, in dem neben den Neueingängen von Einzelkarten auch wichtige in Büchern und Zeitschriften enthaltene geologische Karten Aufnahme finden; der alphabetische, systematische und Standortkatalog der Bücher sowie ein besonderer Katalog für Sonderdrucke. Mit den Arbeiten am Zeitschriftenkatalog wurde kürzlich begonnen.

Besonders viel Arbeit erwuchs der Bibliothek in den vergangenen Jahren durch mehrfaches Um- und Neuordnen der Bestände, was sich aus dem großen Raummangel ergab, der zur Zeit ein fast unlösbares Problem scheint. Abgesehen davon, daß die immer wieder provisorische Aufstellung der Bände die Arbeit sehr erschwert, leidet vor allem ein Teil der Bestände auf Grund der unsachgemäßen Unterbringung erheblichen Schaden. Es wird ein Anliegen der kommenden Zeit sein, diesem bedenklichen Zustand abzuhelpfen. Für diese Zeit werden außerdem als wesentliche Aufgaben im Vordergrund stehen: die weitere Vermehrung der Bestände, der Ausbau aller Kataloge, insbesondere der des Zeitschriftenkataloges, die Intensivierung des Schriftenaustausches sowie die Schaffung neuer Tauschverbindungen, die Einrichtung einer kleinen Handbücherei im Sitzungszimmer des Amtes im Hause Mainzer Straße, die sich durch die räumliche Trennung der Bibliothek vom Amt als notwendig erweist, und schließlich das Einbinden der umfangreichen, ungebundenen Bestände, sofern die dafür notwendigen zusätzlichen Mittel beschafft werden können. Für später ist die Aufstellung eines großen Schlagwortkataloges vorgesehen.

Mit der Übernahme der Bibliotheksbestände der ehemaligen Preußischen Geologischen Landesanstalt Berlin im Jahre 1946 erfolgte gleichzeitig die Übernahme großer Bestände der Vertriebsstelle dieser Anstalt. Die Tätigkeit der Vertriebsstelle des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung erstreckte sich in den ersten Jahren, nachdem die Bestände geordnet und übersichtlich aufgestellt worden waren, auf deren Verkauf und die damit verbundenen Arbeiten.

Mit dem Erscheinen der Publikationen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung im Jahre 1950 erweiterte sich diese Tätigkeit um den Verkauf aus den damit neu hinzugekommenen Beständen.

In der Zeit vom 1. April 1950 bis 1. September 1955 wurden von den Publikationen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung insgesamt

1145 Schriften  
und 5191 Karten

verkauft. Auf die einzelnen Veröffentlichungen verteilen sich diese Verkaufszahlen folgendermaßen:

Abhandlungen, Heft 1/1950 . . . . .	53 Ex.	
2/1954 . . . . .	466 „	
3/1951 . . . . .	51 „	
4/1952 . . . . .	46 „	
5/1953 . . . . .	41 „	
6/1953 . . . . .	88 „	
7/1953 . . . . .	26 „	
8/1954 . . . . .	33 „	
9/1954 . . . . .	15 „	
10/1955 . . . . .	37 „	
11/1955 . . . . .	11 „	
12/1955 . . . . .	11 „	878 Ex.
Hess. Lagerstättenarchiv, Heft 1/1952 . . . . .	44 Ex.	
2/1952 . . . . .	19 „	63 „
Notizblatt, Band VI, 1/1950 . . . . .	55 Ex.	
VI, 2/1951 . . . . .	39 „	
VI, 3/1952 . . . . .	47 „	
81/1953 . . . . .	33 „	
82/1954 . . . . .	30 „	204 „
	Insges.	1145 Ex.
Geologische Übersichtskarte von Hessen 1 : 1000000. 1952 . . . . .	4725 „	
Bodenkundliche Übersichtskarte von Hessen 1 : 300000. 1951 (die als Anlage zur Abhandlung 2 mit dieser zusammen abgegeben worden ist) . . . . .	466 „	
	Insges.	5191 Ex.

Mehrere Werbeaktionen, die in den letzten Jahren unternommen worden sind, und für die ein ausführliches Veröffentlichungsverzeichnis herausgebracht worden war, hatten den Zweck, den Verkauf zu steigern. Eine neue Werbung, mit der man weitere Kreise für die Publikationen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu interessieren hofft, ist augenblicklich im Gange. Dabei sollen auch erstmalig die Sonderdrucke aus den verschiedenen Bänden des Notizblattes zum Kauf angeboten werden.

Neben dem Verkauf bringt die Vertriebsstelle regelmäßig nach Erscheinen einer Publikation die Pflichtstücke an die verschiedenen Bibliotheken sowie Besprechungsstücke an eine Reihe von Zeitschriften zum Versand. Außerdem wird zu Tauschzwecken eine große Anzahl von Publikationen an die Bibliothek abgegeben. Mit der Ausdehnung des Tauschverkehrs hat sich die Zahl dieser Exemplare im Laufe der letzten 5 Jahre immer wieder erhöht. Zum augenblicklichen Zeitpunkt werden abgegeben:

Notizblatt . . .	512 Ex.	Hess. Lagerstättenarchiv .	221 Ex.
Abhandlungen .	388 „	Karten . . . . .	395 „

Für die Zukunft werden der Vertriebsstelle die gleichen Aufgaben erwachsen wie bisher; das besondere Bestreben wird jedoch sein, den Verkauf nach Möglichkeit auszuweiten.

Eingegangen am 21. 11. 1955

**Abt. II — Geologische Grundlagenforschung****II a 1. Überblick über Kartierung und Druck geologischer Karten**

Von

**FRITZ KUTSCHER**, Wiesbaden

Mit 1 Kartenübersicht (Abb. 1)

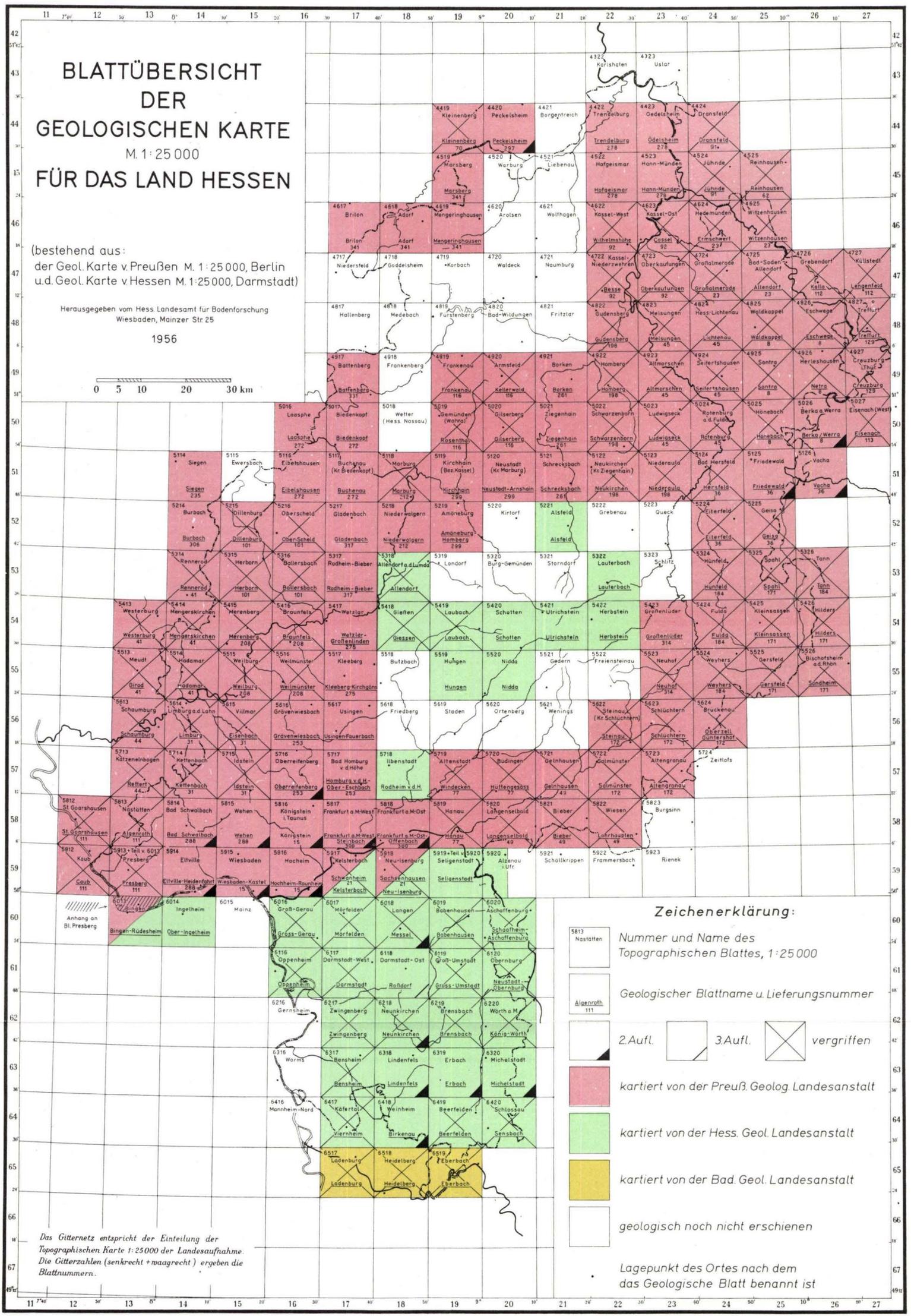
Die planmäßige geognostische Erfassung des geologischen Untergrundes im hessischen Raum und seine Darstellung in großem Kartenmaßstab ist bereits vor 100 Jahren angelaufen. Diese Kartenaufnahme wurde ursprünglich von dem Mittelrheinischen Geologischen Verein getragen und hatte zum Ziel, das gesamte hessische Gebiet zwischen Kassel und Heidelberg bzw. zwischen Thüringer Wald und Mittelrhein im Maßstab 1 : 50000 aufzunehmen. Das Kartenwerk, welches 56 Blätter umfassen sollte, ist nicht vollendet worden; immerhin gelang es aber, in rund 18 Jahren (1855—1872) 17 Sektionen (eine Sektion umfaßt 4 Blätter 1 : 25000) herauszubringen (NÖRING 1953, S. 21—23).

Wissenschaft und Praxis bekundeten schon frühzeitig ihr Interesse an Kartendarstellungen des geologischen Untergrundes in noch größerem Maßstab. Und als die Frage der Kartendarstellung des gesamten Untergrundes in der Denkschrift zur Gründung der Preußischen Geologischen Landesanstalt zur Debatte stand, einigte man sich bald auf den Maßstab 1 : 25000, da „die Ausführungen in so großem Maßstab neben einem wissenschaftlichen Werte zugleich eine allgemeinere Verwendung für technische und landwirtschaftliche Zwecke erlangen wird“ (Erlaß vom 12. 12. 1866; siehe HAUCHECORNE 1881).

Die geologische Spezialkarte auf der topographischen Grundlage der ehemaligen Meßtischblätter 1 : 25000 ist in der Folgezeit beibehalten worden, und die Erarbeitung dieses geologischen Kartenwerkes ist das Hauptziel der Geologischen Landesanstalten bis zum heutigen Tage geblieben. In der Verordnung über die Errichtung des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung vom 26. 6. 1946 ist daher an erster Stelle des Aufgabenbereiches des Landesamtes (§ 3 a) die Neuaufnahme und Ergänzung des geologischen Kartenwerkes aufgeführt (vgl. auch Vorwort).

**Die geologische Spezialkarte Hessens vor dem Jahre 1945**

Das heutige Land Hessen erhielt seine jetzigen Grenzen im Jahre 1945. Es umfaßt somit Teile, die früher der Spezialkartierung in Preußen durch die ehemalige Preußische Geologische Landesanstalt oblagen und zum anderen Gebietsanteile, die durch die 1881 gegründete Geologische Landesanstalt in Darmstadt eine geologische Spezialkartierung im Maßstab 1 : 25000 erfuhren. Hierzu treten einige badische Blätter. Ein umfassendes Bild des geschaffenen geologischen Kartenwerkes hat NÖRING 1953, als er die Geschichte des Staatlichen Geologischen Dienstes in Hessen schrieb, gegeben. Es verteilt sich das jetzige hessische Staatsgebiet auf 216 Blätter 1 : 25000 (z. T. nur mit kleinem Landesanteil in den Grenzgebieten), von denen bis



# BLATTÜBERSICHT DER GEOLOGISCHEN KARTE M. 1:25 000 FÜR DAS LAND HESSEN

(bestehend aus:  
der Geol. Karte v. Preußen M. 1:25 000, Berlin  
u.d. Geol. Karte v. Hessen M. 1:25 000, Darmstadt)

Herausgegeben vom Hess. Landesamt für Bodenforschung  
Wiesbaden, Mainzer Str 25

1956

0 5 10 20 30 km

### Zeichenerklärung:

- 5813 Nastätten Nummer und Name des Topographischen Blattes, 1:25 000
- Algenroth 111 Geologischer Blattname u. Lieferungsnummer
- 2.Aufl. 3.Aufl. vergriffen
- kartiert von der Preuß. Geol. Landesanstalt
- kartiert von der Hess. Geol. Landesanstalt
- kartiert von der Bad. Geol. Landesanstalt
- geologisch noch nicht erschienen

Lagepunkt des Ortes nach dem das Geologische Blatt benannt ist

Das Gitternetz entspricht der Einteilung der Topographischen Karte 1:25 000 der Landesaufnahme. Die Gitterzahlen (senkrecht + waagrecht) ergeben die Blattnummern.

### Fehler-Berichtigung

- 4624 Ermschwerd statt Ermschwert (geologisch)
- 4725 Bad Sooden statt Bad Soden (topographisch)
- 5517 Cleeburg statt Kleeberg (topographisch)
- 5916 Hochheim statt Hocheim (topographisch)
- 5923 Rieneck statt Rienek (topographisch)

Abb. 1. Blattübersicht der Geologischen Karte 1:25 000 von Hessen und angrenzenden Ländern

zum Jahre 1938 176 in geologischer Spezialkartierung veröffentlicht wurden. Nicht erschienen sind bisher 40 Blätter, von denen allerdings ein Teil aufnahmемäßig vorliegen (Manuskriptblätter). Während ein ausgewählter Teil der geologischen Karten 1 : 25000 in zweiter oder sogar in dritter Auflage erschienen ist, gibt es eine reichliche Zahl älterer Kartenblätter, die im Vergleich mit unserem heutigen Wissensstande als veraltet und unmodern bezeichnet werden müssen und außerdem vergriffen sind. Die angefügte Blattübersicht der Geologischen Karte für das Land Hessen (1 : 25000) erläutert im einzelnen die oben geschilderten Verhältnisse (Abb. 1).

### Die Spezialkartierung seit der Errichtung des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

Die vordringlichen praktischen geologischen Arbeiten, die beim Wiederaufbau des Hessischen Staates nach dem 2. Weltkrieg dringend erledigt werden mußten, verminderten zunächst die Inangriffnahme der Kartierungsarbeiten. Das Amt war sich dieser Unterlassungssünde voll bewußt, mußte es aber mit schmerzlichem Empfinden hinnehmen. Es bedarf auch keinen besonderen Hinweises, daß das Fehlen eines modernen geologischen Kartenwerkes auf die gutachtliche Tätigkeit hemmend wirken mußte. Nach dem Einsetzen geordneter Verhältnisse und vor allem der Vermehrung nach der Genehmigung neuer wissenschaftlicher Fachkräfte mit der ausgesprochenen Zweckbestimmung der geologischen Kartierung, konnte auch die geologische Kartierungsarbeit in Angriff genommen werden. Der Schwerpunkt der Neuaufnahme wurde prinzipiell in die Gebiete verlegt, in denen die Spezialaufnahme früher zurückgestellt wurde und infolgedessen ein lückenhaftes Kartenbild vorliegt.

Bisher durchgeführte Kartierungsarbeiten fanden auf folgenden Blättern statt:

1. Im Raum von Kassel wurde das Blatt Wolfhagen 4627 neu aufgenommen.  
Für die 2. Auflage wurde Kassel-West 4622 fertiggestellt und Kassel-Ost 4623 bis auf Restteile beendet.  
Im Arbeitsplan 1957 ist die Neuaufnahme der Blätter Naumburg 4721 und Fritzlar 4821 vorgesehen.
2. Restaufnahmen auf dem Manuskriptblatt Wildungen 4820 wurden durchgeführt.
3. Mit der Spezialkartierung im hessischen Anteil auf Blatt Ewersbach 5115 wurde begonnen.  
Die in Manuskriptblättern vorliegenden und bereits schon wieder veralteten Wiederholungskartierungen auf den Blättern Dillenburg 5215 und Oberschedl 5216 sind erneut in Revision.  
Die Revisionsarbeiten auf Blatt Dillenburg, die praktisch einer Neuaufnahme gleichkommen, werden 1957 abgeschlossen.
4. Die Neuaufnahme der bisher unkartierten Buntsandstein-Blätter Queck 5223 und Schlitz 5223 konnte abgeschlossen werden.  
Im Sommer 1957 laufen die Kartierungsarbeiten auf den benachbarten Blättern Kirtorf 5220 und Grebenau 5222 an.
5. Die Revisionskartierungen auf Bl. Hadamar 5514 sind bis auf kleine Reste beendet.
6. Die Neuaufnahme von Bl. Butzbach ist im Arbeitsplan 1957 vorgesehen.
7. Teilkartierungsarbeiten auf dem Bl. Darmstadt-West 6117 sind angelaufen.

Gleichzeitig mit der Spezialkartierung lief eine Übersichtserfassung von Buntsandsteinprofilen, die in einer Standardgliederung des Buntsandsteins gipfelte, auf der die Neukartierung des gesamten Buntsandsteingebietes in Hessen aufgebaut werden konnte. Fruchtbringend konnte sie auch bei einer von der Erdölindustrie durchgeführten Buntsandsteinkartierung im nordhessischen Raum, deren Überwachung dem Amt oblag, angewendet werden.

Zusätzliche Arbeiten von Spezialisten auf petrographischem, paläontologischem, geophysikalischem und bodenkundlichem Gebiet ergänzten vielerorts die Spezialkartierung. Hinzu traten noch Schürfarbeiten, die zur Klarstellung stratigraphischer Abgrenzungen erforderlich wurden.

Die Ergänzung des geologischen Kartenwerkes 1 : 25000 ist ein wichtiges Ziel, das sich das Hessische Landesamt für Bodenforschung gesteckt hat. Die Tatsache, daß von den z. Z. vorliegenden veröffentlichten Karten bereits über 100 vergriffen und nicht mehr käuflich zu erwerben sind, mahnt in genügender Weise, Abhilfe zu schaffen und ist zugleich eine Verpflichtung für die vor uns liegenden Jahre.

Federführend arbeitete das Hessische Landesamt für Bodenforschung an „Anweisungen für die Anfertigung amtlicher geologischer Karten im Bereich der Bundesrepublik Deutschland“ mit. Durch sie sollte einmal eine Koordinierung der Länderarbeiten insbesondere für die Kartenveröffentlichungen angestrebt und zum anderen eine Grundlage für die vor dem letzten Weltkrieg nicht mehr zum Abschluß gekommenen internationalen Abmachungen geschaffen werden.

Weitere vom Hessischen Landesamt angeregte Besprechungen zwischen Vertretern von geologischen Landesämtern und den Montanwerken Hessens dienen der Klärung von anzuwendenden Devon-Symbolen. An Stelle der Symbole „u“, „m“ und „o“ für „Unter-, Mittel- und Oberdevon“, die zu sinnentstellenden Verwechslungen mit den angelsächsischen Bezeichnungen geführt haben (z. B. „upper“ = „ober“), wurde t1 = Unterdevon, t2 = Mitteldevon und t3 = Oberdevon vorgeschlagen. Sinngemäß kann dieser Vorschlag auch für die übrigen Formationen Anwendung finden und beliebig ergänzt werden, wenn noch ein weiteres Hauptglied hinzutreten müßte. Bei klarer Stufengliederung kann auf die Kennzeichnung der Unterformation verzichtet werden und das Formationssymbol mit dem Stufensymbol direkt gekoppelt werden. Für das Devon ergeben sich so

tg = Gedinne-Stufe oder Gedinnium	}	Unterdevon
ts = Siegen-Stufe = Siegenium		
tz = Ems-Stufe = Emsium	}	Mitteldevon
te = Eifel-Stufe = Eifelium		
tv = Givet-Stufe = Givetium		

Die vorgeschlagene Zweiteilung des Oberdevons in eine

Adorf-Stufe = ta

und Balve-Stufe = tb (für Nehden-Stufe — Wocklum-Stufe)

stieß auf Schwierigkeiten und wurde vorerst zurückgestellt.

Der Wunsch nach einer Klarstellung und Vereinfachung der stratigraphischen Symbole, die das Lesen der geologischen Karten vereinfachen würde, soll hier ausgesprochen werden.

#### Kartenwerke anderer Maßstäbe

Das geologische Kartenwerk im Maßstab 1 : 25000, an dessen Fertigstellung seit über 80 Jahren gearbeitet wird, ist noch immer ein Torso, sowohl was die Vollständigkeit als auch den geologischen Wissensstand anbetrifft. Mit den verfügbaren Kräften kann eine Generation daher immer nur dort ergänzen oder erneuern, wo ein Schwerpunkt und die Notwendigkeit für die praktische Geologie die Forderung

erhebt. Damit ist die Grundlagenforschung, die die geologische Kartenaufnahme sein soll, ihres wahren Sinnes enthoben. Diese Erkenntnis hatte zur Auflegung der geologischen Übersichtskarte von Preußen 1 : 200000 geführt. Der Krieg hat auch hier das Werk nicht zur Vollendung kommen lassen; ebenso ist ein Teil der erschienenen Blätter bereits vergriffen. Eine Fortführung ist wegen des Verlustes der Unterlagen (Steine usw.) unmöglich geworden. Deshalb wurde in Absprache mit den Nachbarländern der Entwurf zu einer Übersichtskarte von Hessen im Maßstab 1 : 300000 erarbeitet. Die Arbeiten konnten nur langsam gefördert werden, da hierzu eine neue topographische Unterlage geschaffen werden mußte.

Das Hessische Landesamt für Bodenforschung hat erwogen, ein geologisches Kartenwerk im Maßstab 1 : 100000 in Angriff zu nehmen, wobei als Kartenschnitt die früheren Kleinblätter der topographischen Karte von Deutschland dienen sollen. Hierbei muß jedoch die bisher benutzte Schraffenmanier durch Höhenlinien ersetzt werden. Die Vorarbeiten hierzu sind angelaufen.

Eine geologische Übersichtskarte von Hessen im Maßstab 1 : 100000 ist im Jahre 1954 herausgebracht worden.

#### Schriftenverzeichnis

- DEUBEL, F.: Entwicklung und Bedeutung des geologischen Kartenwesens. — Wiss. Annalen, **3**, S. 147—189. 1954.
- HAUCHECORNE, W.: Die Gründung und Organisation der Königlichen geologischen Landesanstalt für den Preußischen Staat. — Jb. kgl. preuß. geol. L.-A. u. Bergakad. für 1880, S. IX—XCVIII, Berlin 1881.
- NÖRING, F.: Zur Geschichte des staatlichen geologischen Dienstes in Hessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **81**, S. 10—41, Wiesbaden 1953.

Eingegangen am 6.11.1955

Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.	<b>85</b>	S. 455—459	Wiesbaden, 15. 6. 1957
------------------------------------	-----------	------------	------------------------

## Abt. II — Geologische Grundlagenforschung

### II a 2. Publikationsorgane des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

Von

**FRITZ KUTSCHER**, Wiesbaden

Das Hessische Landesamt für Bodenforschung gibt heute neben den geologischen Karten und deren Erläuterungsberichten 3 Publikationsreihen heraus:

1. Das Notizblatt des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden.
2. Die Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden.
3. Das Hessische Lagerstättenarchiv.

Notizblatt und Abhandlungen haben ihren Ursprung in den fast gleichlautenden und auch inhaltlich ähnlichen Publikationsorganen der ehemaligen Hessischen Geo-

logischen Staatseinrichtung, während das Lagerstättenarchiv eine Neugründung des jetzigen Hessischen Landesamtes für Bodenforschung ist.

Die 1882 gegründete Großherzogliche Geologische Anstalt zu Darmstadt, die Vorgängerin des jetzigen Landesamtes für Bodenforschung, hatte in ihren Statuten die Herausgabe geologischer Kartenwerke und deren Erläuterungen, daran anschließende Abhandlungen geologischen, paläontologischen, montanistischen oder verwandten Inhaltes sowie die Bearbeitung monographischer und geologischer Darstellungen einzelner Landesteile oder Mineralvorkommen vorgesehen. In dem Aufgabenbereich des Landesamtes für Bodenforschung ist das Publikationswesen nicht besonders erwähnt worden; die Notwendigkeit zur Publikation, gemäß dem früheren Vorbild, war bei der Errichtungsverordnung für selbstverständlich gehalten worden. Durch die eingerichteten Publikationsreihen werden die in den oben genannten, früheren Statuten geforderten Notwendigkeiten tatsächlich restlos erfüllt.

### Notizblatt des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden

Zitertitel: Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.

Das Hessische Landesamt für Bodenforschung war von Beginn seines Bestehens an bemüht, das 1854 begründete Notizblatt, welches über mehrere Folgen hinweg Veröffentlichungsorgan der Hessischen Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt war, neu erstehen zu lassen.

Die Mitglieder der Darmstädter Anstalt benutzten seit der Amtsgründung das Notizblatt des Vereins für Erdkunde zu Darmstadt und des Mittelrheinischen Geologischen Vereins für ihre Publikationen, bis ab dem Jahre 1892 (IV. Folge, 13. Heft) diese gesellschaftlich gebundene Zeitschrift gemeinschaftliches Publikationsorgan unter dem Titel: Notizblatt des Vereins für Erdkunde und der Großh. geologischen Landesanstalt zu Darmstadt wurde. 1916 schließlich, mit der V. Folge, 1. Heft, wurde die Direktion der Geologischen Landesanstalt Herausgeber des Notizblattes, zwar zunächst noch unter der Mitnennung des Vereins für Erdkunde im Titel, was ab Heft 17 der V. Folge ebenfalls in Wegfall kam (Einzelheiten dazu siehe KUTSCHER 1953 und 1954).

Nach 10jähriger Unterbrechung des Erscheinens wurde 1950 die VI. Folge unter dem Titel „Notizblatt des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden“ eröffnet. Mit dem vorliegenden Jahresband für 1957 sind nunmehr 8 Bände erschienen (ab 1953 wurde die Heftzählung in Bandnumerierung umgeändert). In jedem Jahresband wird ein Querschnitt durch die geologische Forschung Hessens und seiner angrenzenden Gebiete gebracht und daneben in einem amtlichen Teil über die interne Tätigkeit des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung berichtet.

Übersicht über die bisher erschienenen Notizblatt-Bände der 6. Folge

- |                    |  |
|--------------------|--|
| VI. Folge, Heft 1: | 344 Seiten, 11 Tafeln, 35 Abbildungen, 1950                              |
| Heft 2:            | 255 Seiten, 21 Tafeln, 18 Abbildungen, 1951                              |
| Heft 3:            | 449 Seiten, 24 Tafeln, 30 Abbildungen, 1952                              |
|                    | „FRANZ MICHELS-Band“   |
| Band 81 (VI/4):    | 446 Seiten, 18 Tafeln, 66 Abbildungen, 1953                              |
|                    | <i>Gedenkband „100 Jahre Staatlicher geologischer Dienst in Hessen“</i>  |
| Band 82 (VI/5):    | 411 Seiten, 10 Tafeln, 50 Abbildungen, 1954                              |
| Band 83 (VI/6):    | 420 Seiten, 26 Tafeln, 58 Abbildungen, 1955                              |
| Band 84 (VI/7):    | 492 Seiten, 35 Tafeln, 58 Abbildungen, 1956                              |
| Band 85 (VI/7):    | 555 Seiten, 26 Tafeln, 2 Bildtafeln, 100 Abbildungen, 55 Tabellen, 1957. |

## Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

Zitertitel: Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.

Neben dem Notizblatt gab die Hessische Geologische Landesanstalt zu Darmstadt weiterhin Abhandlungen in zwangloser Band- und Heftreihe heraus. Nach einer längeren Pause des Erscheinens trat auch hier das Hessische Landesamt für Bodenforschung die Nachfolge an, indem es im Jahre 1950 mit der Herausgabe von Abhandlungen begann. Es wird hierbei die Tendenz verfolgt, in sich geschlossene Darstellungen und Abrisse wissenschaftlich- oder praktisch-geologischer Themen, die für das Notizblatt zu umfangreich sind, in Einzelheften herauszubringen. Die bisher in den Jahren 1950—1955 erschienenen 20 Hefte, die im folgenden aufgeführt sind, bezeugen durch ihre wechselnde und verschiedenartigste Themenstellung die breite Stoffbasis, die in ihnen abgehandelt wird.

- Heft 1: JOHANNSEN, ALFRED: Die geologischen Grundlagen der Wasserversorgung am Ostrand des Rheinischen Gebirges im Raume Marburg-Frankenberg-Borken. — 87 S., 8 Abb., 10 Taf., 1950.
- Heft 2: SCHÖNHALS, ERNST: Die Böden Hessens und ihre Nutzung. Mit einer bodenkundlichen Übersichtskarte 1 : 300000. — 288 S., 15 Taf., 25 Abb., 60 Tab., 1954 (Karte 1951).
- Heft 3: KUBELLA, KARL: Zum tektonischen Werdegang des südlichen Taunus. — 81 S., 2 Taf., 14 Abb., 1951.
- Heft 4: GÖRGES, JULIUS: Die Lamellibranchiaten und Gastropoden des oberoligozänen Meeresandes von Kassel. — 134 S., 3 Taf., 1952.
- Heft 5: SOLLE, GERHARD: Die Spiriferen der Gruppe *arduennensis-intermedius* im rheinischen Devon. — 156 S., 18 Taf., 45 Abb., 7 Tab., 1953.
- Heft 6: SIMON, KARL: Schrittweises Kernens und Messen bodenphysikalischer Kennwerte des ungestörten Untergrundes. — 63 S., 3 Taf., 19 Abb., 1953.
- Heft 7: KEGEL, WILHELM: Das Paläozoikum der Lindener Mark bei Gießen. — 55 S., 3 Taf., 3 Abb., 1953.
- Heft 8: MATTHES, SIEGFRIED: Die Para-Gneise im mittleren kristallinen Vor-Spessart und ihre Metamorphose. — 86 S., 36 Abb., 8 Tab., 1954.
- Heft 9: RABIEN, ARNOLD: Zur Taxionomie und Chronologie der Oberdevonischen Ostracoden. 269 S., 7 Abb., 5 Taf., 4 Tab., 1954.
- Heft 10: SCHUBART, WERNER: Zur Stratigraphie, Tektonik und den Lagerstätten der Witzenhäuser Grauwacke. — 67 S., 4 Taf., 8 Abb., 1955.
- Heft 11: STREMMER, HELMUT: Bodenentstehung und Mineralbildung im Neckarschwemmlern der Rheinebene. — 79 S., 3 Taf., 35 Abb., 28 Tab., 1955.
- Heft 12: v. STETTEN, OTTO: Vergleichende bodenkundliche und pflanzensoziologische Untersuchungen von Grünlandflächen im Hohen Vogelsberg (Hessen). — 67 S., 1 Taf., 4 Abb., 2 Tab., 1955.
- Heft 13: SCHENK, ERWIN: Die Mechanik der periglazialen Strukturböden. — 92 S., 21 Abb., 13 Tab., 10 Taf., 1955.
- Heft 14: ENGELS, BRUNO: Zur Tektonik und Stratigraphie des Unterdevons zwischen Loreley und Lorchhausen a. Rhein (Rheinisches Schiefergebirge). — 92 S., 31 Abb., 2 Tab., 15 Diagr., 5 Taf., 1955.
- Heft 15: WIEGEL, EGON: Sedimentation und Tektonik im Westteil der Galgenberg-Mulde (Rheinisches Schiefergebirge, Dill-Mulde). — 156 S., 41 Abb., 7 Tab., 7 Taf., 1956.
- Heft 16: RABIEN, ARNOLD: Zur Stratigraphie und Fazies des Ober-Devons in der Waldecker Hauptmulde. — 83 S., 2 Abb., 2 Tab., 3 Taf., 1956.
- Heft 17: SOLLE, GERHARD: Die Watt-Fauna der unteren Klerfer Schichten von Greimerath (Unterdevon, Südost-Eifel). — 47 S., 7 Abb., 6 Taf., 1956.
- Heft 18: BEDERKE, E., BRAITSCH, O., GABERT, G., MURAWSKI, H. u. PLESSMANN, W.: Beiträge zur Geologie des Vorspessarts. — 167 S., 65 Abb., 21 Tab., 18 Gefügediagramme, 1957.

Heft 19: BISCHOFF, GÜNTHER: Die Conodonten-Stratigraphie des rheno-herzynischen Unterkarbons. — 64 S., 2 Tab., 1 Abb., 6 Taf., 1957.

Heft 20: PILGER, ANDREAS u. SCHMIDT, WOLFGANG: Die Mullionstrukturen in der Nord-Eifel. — 53 S., 42 Abb., 1 Tab., 8 Taf., 1957.

### Hessisches Lagerstättenarchiv

Zitertitel: Hess. Lagerstättenarch.

Schließlich darf als neu herausgebrachte Publikationsreihe des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung das Hessische Lagerstättenarchiv vorgeführt werden, von dem bisher folgende 3 Hefte erschienen sind:

Heft 1: STECKHAN, WILHELM: 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. — 212 S., 45 Abb., 1952.

Heft 2: DENCKEWITZ, ROLF: Verbandsverhältnisse und Gefügeanalyse von Erz und Nebengestein des Eisenerzvorkommens Lindenberg am Südwestrand der Lahnmulde. — 87 S., 12 Abb., 10 Taf., 1952.

Heft 3: MESSER, ERNST: Kupferschiefer, Sanderz und Kobaltrücken im Richelsdorfer Gebirge. — 130 S., 39 Abb., 19 Tab., 29 Taf., 1955.

In dieser rein lagerstättenkundlichen Publikationsreihe sollen in weiterer zwangloser Heftfolge die hessischen Lagerstätten, einzeln oder in Gruppen zusammengefaßt, dargestellt werden, wobei in gleicher Weise Geologie, Lagerstätteninhalt und Lagerstättenwirtschaft zum Behandlungsgegenstand gewählt sein können.

### Geplante Veröffentlichungen

Gemäß der Errichtungsverordnung obliegt dem Hessischen Landesamt für Bodenforschung die geologische Durchforschung des Staatsgebietes als Unterlage für Forschung und Beratung. Aus dieser wissenschaftlichen Aufgabenstellung erwächst auch die Verpflichtung, die gewonnenen Erkenntnisse jedem Staatsbürger zugänglich zu machen. Die bisher aufgelegten Publikationsorgane einschließlich der Kartenveröffentlichungen und dazugehörigen Erläuterungen erfüllen zwar diese Forderung, lassen aber dringend notwendige Aufklärungsschriften für den Interessentenkreis zurücktreten, der die Geologie aus Liebhaberei betreibt und auf Wanderungen einer Anleitung bedarf. Ebenso besteht die Verpflichtung, der Schule Anregungen auf diesem Fachgebiet zu vermitteln und sie zu Lehrwanderungen anzuregen. Die geeignete Form Aufklärungsarbeiten zu leisten, gewissermaßen den Naturbetrachter an den „Stoß“ zu führen, dürften Exkursionsführer sein, die mit geologischen Karten, Profilen und beschreibenden Exkursionsrouten versehen sind. Mit seinen vielfältigen geologischen Bauplänen und den ins Auge springenden landschaftlichen, häufig durch die geologische Beschaffenheit verursachten Reizen bietet Hessen überall Gelegenheit, solche „Milieubeschreibungen“ zusammenzustellen und interessant zu gestalten.

Diese Exkursionsführer sind öfters geplant worden, doch mußten sie zurückgestellt werden, da die seit der Errichtung des Amtes anfallenden praktischen Aufgaben immer wieder im Vordergrund standen. Es dürfte aber nun der Zeitpunkt gekommen sein, dieses Vorhaben in die Tat umzusetzen.

## Schriftenverzeichnis

- KUTSCHER, F.: Vom „Heft“ zum „Band“ des Notizblattes. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 81, S. 42—51, Wiesbaden 1953.  
 — 100 Jahre Notizblatt. — Ebenda, 82, S. 7—12, Wiesbaden 1954.  
 MICHELS, F.: Vorwort. — Ebenda, (VI) 1, S. 3—4, Wiesbaden 1950.

Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.

85

S. 459—460

Wiesbaden, 15. 6. 1957

## Abt. II — Geologische Grundlagenforschung

### II a 3. Der paläontologische Forschungsbeitrag des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

Von

FRITZ KUTSCHER, Wiesbaden

Die paläontologische Forschung hat ganz allgemein in den letzten 25 Jahren einen erschütternden Rückgang aufzuweisen — wenn man von Ausnahmen und zweckgebundenen Forschungsrichtungen, wie z. B. der Mikropaläontologie für das Erdöl und die Braunkohle absieht. Dieser Vorgang ist sowohl schmerzlich als auch unerklärbar, da eine stratigraphische Forschung ohne die genaue Kenntnis der auftretenden Fossilien praktisch unmöglich ist.

Leider war auch das Hessische Landesamt für Bodenforschung bei seiner Gründung nicht in der Lage, den immer wieder erhobenen Forderungen nach paläontologischer Forschung durch Einstellung hauptamtlicher und vorgebildeter Paläontologen Rechnung zu tragen. Hinzu kam weiterhin, daß bei der Eröffnung keinerlei Beleg- oder Vergleichsmaterial, Aufbewahrungsbehälter für Fossilien, Sammlungsraum, geschweige denn Vorrichtungen zum Aufbereiten, Präparieren oder andere notwendige Hilfsmittel verfügbar waren.

Einen Gewinn bedeutete es schon, daß in der Folgezeit die Mikropaläontologie, und zwar auf dem speziellen Gebiete der Pollenforschung vertreten und die dazu notwendigen Aufbereitungs- und Untersuchungsvorrichtungen angeschafft werden konnten. Damit war die Möglichkeit gegeben, die in Hessen auftretenden vielfältigen und altersverschiedenen Braunkohlen auf ihr Alter untersuchen zu können. Einige richtungsweisende Arbeiten sind so von MÜRRIGER, der diese Untersuchungen durchführte, veröffentlicht worden. Leider hat der frühzeitige Tod von Herrn Dr. MÜRRIGER diese hoffnungsvollen Arbeiten abbrechen lassen.

Soweit es die Zeit während der praktischen geologischen Tätigkeit zuließ, haben einige Amtsangehörige in dem einen oder anderen Falle, und noch aus ihrer früheren Tätigkeit schöpfend, kleinere immerhin nennenswerte Einzeluntersuchungen paläontologischer Art durchführen können. Auch eine kleine Fossilsammlung wurde so allmählich zusammengetragen und nicht zuletzt durch käufliche Erwerbungen und Ausbeutungen von Schürfen ergänzt.

Ganz besonders ist es aber einigen freiwilligen Mitarbeitern und Gönnern des Amtes zu verdanken, daß wichtiges Fossilmaterial gewonnen, bestimmt und dieser Sammlung zugeführt werden konnte. Leider hat der Tod auch hier der begeisternden Schaffensfreude gebieterisch Einhalt geboten. In kurzen Zeitabständen hat das Amt die über die Grenzen Hessens hinaus bekannten Privatgelehrten Dr. Dr. h. c. GEORG DAHMER und Dr. h. c. JULIUS GÖRGES für immer verloren.

In dreifacher Hinsicht kann aber das Amt heute am Abschluß des 10jährigen Bestehens befruchtende und gewinnbringende Beiträge zur paläontologischen Arbeit leisten.

Einmal ermöglichen es die Publikationsorgane (Notizblatt und Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung) in erfreulichem Maße Druckraum für paläontologische Arbeiten zur Verfügung zu stellen und somit wichtiges Gedanken- gut, das vorzugsweise paläontologische Ergebnisse aus hessischem Gebiet und angrenzenden Landesteilen umfaßt, festzuhalten und der Allgemeinheit verfügbar zu machen. Von den ersten 14 seit 1950 erschienenen Abhandlungen sind 3 umfangreiche Hefte rein paläontologischen Inhalts und weiterhin 3 Abhandlungen stratigraphischen Inhalts mit Fossilbeschreibungen und Fossilisten versehen. In den 7 Notizblattbänden befinden sich mehr als 40 Arbeiten rein paläontologischen Inhalts und eine große Zahl stratigraphischer Arbeiten mit paläontologischer Untermauerung.

Zum zweiten ist es durch den Umzug in die neue Unterkunft des Amtes in die Mainzer Straße 25 endlich gelungen, auch Räume für die Aufstellung einer Sammlung zu schaffen, denen sich auch Aufbereitungs- und Präparationsvorrichtungen anschließen. Nunmehr kann daran gedacht werden, das bisher gesammelte Material einzuordnen und die Beleg- und Vergleichsfaunen zu ergänzen und zu vermehren.

Schließlich ist durch den Zuwachs an jungen paläontologisch vorgebildeten Geologen auch das aktive Eingreifen in Form direkter paläontologischer Untersuchungen wieder möglich geworden.

Eingegangen am 12.11.1955

Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.	85	S. 460—461	Wiesbaden, 15. 6. 1957
------------------------------------	----	------------	------------------------

## Abt. II — Geologische Grundlagenforschung

### II a 4. Angewandte Geophysik im Hessischen Landesamt für Bodenforschung

Von FRITZ KUTSCHER, Wiesbaden

Auf Grund des Lagerstättengesetzes von 1934 (Gesetz über die Durchforschung des Reichsgebietes nach nutzbaren Lagerstätten), welches bis heute seine Gültigkeit behalten hat, war das neugegründete Hessische Landesamt für Bodenforschung verpflichtet, die im Lande Hessen vorgesehenen und meldepflichtigen geophysikalischen Untersuchungen zu registrieren, deren Ergebnisberichte zu sammeln und archivmäßig aufzubewahren. Dabei ist infolge der regen Erdölprospektion

im Rheintalgraben und neuerdings auch im nördlichen Hessen sowie der damit verbundenen geophysikalischen Exploration, wozu nunmehr die laufenden Schlumberger-Bohrlochmessungen treten, ein bedeutendes geophysikalisches Unterlagematerial zu erfassen.

Selbständige geophysikalische Arbeiten treten zurück, da die Länder der Bundesrepublik der Geophysikalischen Abteilung des Amtes für Bodenforschung, Hannover, als Gemeinschaftsaufgabe die methodische Entwicklung der Angewandten Geophysik übertragen haben. Bei solchen geophysikalischen Aufgaben nun, bei denen es notwendig ist, methodisch neue Wege zu beschreiten, oder aber die in ihrer regionalen Ausdehnung die Landesgrenzen überschreiten und dadurch die Kapazität der geophysikalischen Meßeinrichtungen eines Landes übersteigen, kann auf Grund obiger Abmachungen auf die Mithilfe des Amtes für Bodenforschung zurückgegriffen werden. Dabei werden in gemeinsamer Arbeit, wobei das beantragende Amt die geologischen Grundlagen beiträgt, häufig schwierige Aufgaben gelöst.

Daneben gibt es jedoch auch Länderaufgaben, wie z. B. die geophysikalische Untersuchung bestimmter magnetischer Gesteinsarten (Basalt, Diabas usw.) sowie damit zusammenhängende Lagerstätten, weiterhin hydrogeologische Aufgabenstellungen u. a. m., die durch inzwischen angeschaffte Geräte (Magnetometer, radioaktive Meßgeräte, geoelektrische Ausrüstungen) von Amtsangehörigen erledigt werden. So sind im Laufe der letzten 10 Jahre zahlreiche geoelektrische, geomagnetische und radioaktive Untersuchungen an geeigneten Objekten vorgenommen worden, zumeist mit dem Ziel, geologische Gutachten und Beurteilungen zu untermauern und zu ergänzen.

Hinzu treten laufend Beratungen über die Anwendbarkeit oder die Einsatzmöglichkeiten geophysikalischer Verfahren für staatliche und privatwirtschaftliche Einrichtungen.

Umfangreiche Aufgaben hat das Amt bei der Leitung eines Geophysikalischen Forschungsprogramms auf Eisenerze in Hessen zu leisten. 1953 stellte das Bundeswirtschaftsministerium erstmalig und in den Folgejahren regelmäßig Geldbeträge für geophysikalische Forschungsarbeiten zur Verfügung, um Verfahren zu ermitteln, mit denen es möglich ist, die verschiedenartigen Eisenerze der hessischen Lagerstätten zu erfassen. Die organisatorische Leitung wurde von den Bergbauunternehmen dem Hessischen Landesamt für Bodenforschung übertragen, welches die Arbeitsrichtung steuert, den Einsatz der Meßtrupps regelt und zusammen mit den Bergbaubetrieben die geologisch-lagerstättenkundlichen Probleme erörtert, herstellt und die Forschungsprogramme begründet. Die bisher üblichen und bekannten geophysikalischen Meßmethoden sind bei den recht schwierigen geologisch-lagerstättenkundlichen Verhältnissen in Hessen nur teilweise direkt anwendbar. Sie müssen daher auf die besonderen Lagerstättenverhältnisse hinzielend neu bearbeitet und ausprobiert werden, ehe sie als Routinemethoden herausgestellt werden können.

Eingegangen am 21.11.1955

## Abt. III — Angewandte Geologie

**IIIa. Zehn-Jahres-Bericht der Abteilung Steine und Erden**

Von HANS UDLUFT, Wiesbaden

Im Jahre 1947, also kurz nach der Errichtung des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, hat dieses im Auftrag der amerikanischen Besatzungsbehörde eine Reihe von geologischen, lagerstättenkundlichen, bodenkundlichen und geohydrologischen Erhebungen für den gesamten hessischen Raum ausgeführt. Zu diesen gehörte auch eine Karte aller betriebenen und betriebsfähigen Gewinnungsstellen der Steine und Erden, also aller Steinbrüche, Sandgruben usw., die im Gelände erkundet und auf Karten 1 : 100 000 zusammengestellt wurden. Zu jedem Kartenblatt wurde eine Vergleichsliste gegeben, auf der Ort und Art der Gewinnungsstelle, Eigentümer oder Pächter, Gesteins- bzw. Mineralart, geologisches Auftreten, Beschaffenheit und besondere Eigenschaften, Vorrat, Gewinnungsverfahren, Gewinnungsmaschinen und Transportanlagen, Erzeugnisse und Förderung sowie die Belegschaft angegeben wurden.

Ein ähnliches Kartenwerk wurde im Jahre 1951 zusammen mit Herrn Prof. Dr. RICHTER (Geolog. Inst. d. Univ. Frankfurt) auf Veranlassung des Herrn Hess. Ministerpräsidenten — Landesplanung — ausgearbeitet. Zu den Geländearbeiten wurden damals eine Reihe von Studenten der verschiedenen hessischen Hochschulen herangezogen. Diese Steinbruchkartei ist kreisweise geordnet. Auf den Karten 1 : 100 000 sind die Gewinnungsstellen mit Angabe des gewonnenen Gesteinsmaterials eingetragen. Zu jeder Karte gehören Karteiblätter, und zwar ist jeder Betrieb auf einem besonderen Blatt erfaßt. Auf diesen werden außer der Lage und der Anschrift des Besitzers die geologische Stellung der Lagerstätte, eine Beschreibung der Gewinnungsstelle mit Angaben über Länge, Breite und Höhe der Abbauwand, die Anzahl der Strossen, eine ausführliche Gesteinsbeschreibung, Angabe der Produktion, der technischen Einrichtungen, der Jahresleistung und Kapazität angegeben. Weiterhin wird der Vorrat beurteilt und soweit möglich, wird der Abnehmerkreis gekennzeichnet. Die Beschreibung der Gewinnungsstelle und die Gesteinsbeschreibung ist vielfach durch Profildarstellungen, Zeichnungen oder Fotoaufnahmen ergänzt.

Die Haupttätigkeit, die auf diesem Arbeitsgebiet des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung ausgeführt wurde, erstreckt sich auf die Ausarbeitung von Gutachten, die die Bewertung, die Vorräte oder Abraummassen, die Eignung der anstehenden Gesteine und Erden für die verschiedenen Bau- oder sonstigen industriellen Verwendungszwecke beinhalten. Diese Gutachten werden sowohl im Auftrag staatlicher als auch kommunaler Behörden, von wirtschaftlichen Interessenten entweder als Grundstücksbesitzer, Käufer, Pächter, Kreditgeber oder Auftraggeber für Lieferungen ausgeführt. Eine nicht unbeträchtliche Anzahl dieser Gutachten betreffen die Bewertung und Vorratsermittlung hinsichtlich der Gewährung von Staatskrediten. Die Gutachten haben alle in Hessen vorkommenden Gesteine (Tiefengesteine aus dem Odenwald wie Granite und Gabbros, Ergußgesteine wie Melaphyre, Trachyte,

vor allem aber Basalte und Diabase) zum Gegenstand der Untersuchung gehabt. Zu den untersuchten Sedimentgesteinen gehören Kalksteine, Quarzite, Grauwacken, Sandsteine. An Lockergesteinen seien Glassand, Formsand, Bausand, Kies, Kieselgur, Ziegellehm und vor allem Ton genannt. Bei einer Reihe der bearbeiteten Gutachten wurde mit der Abteilung Petrographie oder der Abteilung Baugrund eng zusammengearbeitet.

Während der Berichtszeit sind rund 170 Gutachten dieser Art ausgearbeitet worden.

Endlich sei noch die Mitarbeit in einer von der Deutschen Geologischen Gesellschaft angeregten Kommission zur Neuregelung der Nomenklatur der Sedimentgesteine erwähnt, deren Mitarbeiter in gleicher Zahl aus dem Kreis der Hochschul-lehrer und dem der Ämter für Bodenforschung gestellt werden.

Eingegangen 3. 1. 1957

Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.	85	S. 463—465	Wiesbaden, 15. 6. 1957
------------------------------------	----	------------	------------------------

### Abt. III — Angewandte Geologie

#### III d. Zehn-Jahres-Bericht für das Archiv

Von HANS UDLUFT, Wiesbaden

Die in die Grube Heringen der Gewerkschaft Wintershall ausgelagerten Bestände der Bibliothek, Vertriebsstelle sowie des Archives des ehemaligen Reichsamtes für Bodenforschung waren nach dem Zusammenbruch 1945 Kriegsbeute der amerikanischen Armee. Die amerikanische Militärregierung hat die nach Heringen ausgelagerten Bestände sehr bald nach den Gründungsverhandlungen betr. das Hessische Landesamt für Bodenforschung zu Arbeitszwecken zur Verfügung gestellt.

Das Archiv wurde damals in die Arbeitsstelle Oberscheld gebracht, durchgearbeitet und in den dort zur Verfügung stehenden Baracken aufgestellt. Soweit das zu übersehen ist, sind von den Archivbeständen des ehemaligen Reichsamtes für Bodenforschung nur die Abteilung „Erze Inland“ der Lagerstättenkartei sowie der Inhalt einiger Stahlschränke mit als „geheim“ bezeichneten Schichtverzeichnissen verlorengegangen; alle übrigen Bestände sind erhalten geblieben. Mit Genehmigung der Militärregierung wurden sie damals derart geteilt, daß diejenigen Unterlagen, die die Länder der damaligen amerikanischen und britischen Zone betrafen, an die wieder- oder neuerrichteten Landesämter für Bodenforschung im Dauerentleih abgegeben wurden.

Um die Einheit des Archivs aber trotzdem zu wahren, wurde ein umfangreicher Zettelkatalog geschrieben, der jedes einzelne Stück und dessen Aufbewahrungsort erkennen läßt. Dieser Zettelkatalog umfaßt einen Stichwort-, Autoren- und Ortskatalog; er gibt einen Überblick über alle damals vorhandenen und später dazugekommenen Stücke. Jedes der Landesämter der Bundesrepublik hat mit den dieses Amt betreffenden Archivstücken einen Katalog übernommen und sich verpflichtet,

alle Neueingänge in sein Archiv durch Karteizettel für die drei Katalogabteilungen zu belegen und diese Karteizettel in achtfacher Ausfertigung dem Hessischen Landesamt für Bodenforschung zuzusenden. Dieser Zettelkatalog wird seit dem 4. Vierteljahr 1947 geführt. Seitdem werden die von den verschiedenen Landesämtern vierteljährlich eingehenden Karteizettel sowie diejenigen der Archiveingänge des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung regelmäßig geordnet, an die verschiedenen Landesämter verteilt und in den im Hessischen Landesamt für Bodenforschung geführten Hauptkatalog eingeordnet. Im Hessischen Landesamt für Bodenforschung wird außerdem ein Reservekatalog geführt. An Hand dieses Zettelkataloges werden seitdem in unterschiedlicher Inanspruchnahme Auskünfte erteilt und ein Leihverkehr durchgeführt.

Im Archiv, das in ein Hessen-Archiv und in ein treuhänderisch verwaltetes Archiv getrennt ist, werden alle Schichtverzeichnisse von Bohrungen, Gutachtendurchschläge, Berichte, Analysen, Zeitungsnotizen, Nachrichten aller Art usw. gesammelt.

Im Hessen-Archiv sind das Bohrchiv (d. h. die Schichtverzeichnisse und Bohrkarten) und alle sonstigen Archivstücke derart zusammengestellt worden, daß alles, dasselbe Meßtischblatt betreffende Material, in einer Stahlschrankschublade unter der gleichen Meßtischblattnummer zusammengestellt und greifbar ist.

Die Schichtverzeichnisse sind (meßtischblattweise) in Hängeordner geheftet, in denen ein Inhaltsverzeichnis einen Überblick gibt. Gutachtendurchschläge, Berichte, Notizen, Zeitungsausschnitte usw. befinden sich jeweils in den folgenden Einhängeordnern, so daß ein leichter Vergleich über die vorhandenen Unterlagen jederzeit möglich ist.

Als „geheim“ zu bezeichnende Bohrungen, Berichte usw. werden in großen verschlossenen Briefumschlägen unter der gleichen Nummer aufbewahrt.

Das treuhänderisch verwaltete Archiv enthält alle diejenigen Stücke, die in dem Archiv des Reichsamtes für Bodenforschung bis etwa zur Auslagerung aus Berlin aus dem Raum der Deutschen Demokratischen Republik und den Landesteilen östlich der Oder-Neiße-Linie gesammelt wurden. Ebenso sind Berichte usw. vorhanden, die aus den nach 1936 zeitweise unter deutscher Verwaltung stehenden Gebieten in das Archiv übernommen worden waren. Diese Archivstücke sind nach Ländern geordnet.

Weil das Archiv des ehemaligen Reichsamtes für Bodenforschung meßtischblattweise nach Gradabteilungen und Nummern geordnet war (allerdings gab es auch Teile, die nach Sachgebieten und nicht nach Meßtischblättern gegliedert waren), wurde vor dem Umzug der Arbeitsstelle Oberscheld (im Hinblick auf die in Wiesbaden zur Verfügung stehende Einrichtung) die seit langem als notwendig empfundene Umstellung von dieser Einteilung nach Gradabteilung und Nummer auf die neuen vierstelligen Meßtischblattnummern durchgeführt.

In dem treuhänderisch verwalteten Archivteil befinden sich auch alle Schichtverzeichnisse und sonstigen Unterlagen, die den Raum von Berlin und insbesondere den von Westberlin betreffen. Für den Herrn Senator für das Bau- und Wohnungswesen in (West-) Berlin wurden sämtliche Schichtverzeichnisse (ca. 15000) fotokopiert und zur Verfügung gestellt, die als Unterlage für Baugrunderkarten usw. dienen sollten.

Besonders erwähnt werden muß die Lagerstättenkartei des ehemaligen Reichsamtes für Bodenforschung, die Notizen und Unterlagen über die Lagerstätten der ganzen Welt umfaßt. Diese ist in den Jahren zwischen 1939 und 1944 aufgebaut und im Winter 1944 ausgebombt worden. Sie wurde damals wieder ausgegraben und ungereinigt und ungeordnet ausgelagert. Nach der Überführung nach Oberscheld schien nur eine grobe Säuberung zweckmäßig, da unter den damals gegebenen politischen Verhältnissen befürchtet werden mußte, daß diese Lagerstättenkartei sonst einen Anreiz zur Beschlagnahme geboten hätte. Wegen des Arbeitsanfalls mußte dieser Zustand unverändert bleiben, bis im Hinblick auf den näher herankommenden Umzug nach Wiesbaden im Sommer 1952 eine Neuaufstellung und Säuberung erforderlich wurde. Nach Zurverfügungstellung besonderer Mittel wurde diese im Sommer 1952 ausgeführt. Damals ist auch ein Gesamtinhaltsverzeichnis geschaffen worden, das einen Überblick über die zur Verfügung stehenden Unterlagen gibt. Diese Aufstellung ist folgende:

1. Allgemeines (unabhängig von Ländern) aufgegliedert in einzelne Sachgebiete, wie z. B. Bohrlochmessungen, Geochemie, Geoelektrik usw.

2. Europa, dann

Allgemeines,	Dänemark,
Albanien,	Grönland,
Belgien,	Island,
Bulgarien,	

Deutschland (wieder untergliedert in Allgemeines, Brennstoffe usw.) usw. nach alphabetischer Anordnung der Länder.

Dasselbe gilt für die übrigen Kontinente.

Alle Ordner sind fortlaufend numeriert; jedem ist ein Inhaltsverzeichnis eingefügt, das alle Berichte nach Stichworten, Bearbeitern und Titeln anführt. Diese Inhaltsverzeichnisseiten der einzelnen Ordner wurden auch in achtfacher Ausfertigung geschrieben und sind zu 8 zweibändigen Katalogen vereinigt, die der Bibliothek in Wiesbaden und den Landesämtern zur Verfügung gestellt worden sind. Die Möglichkeit besteht, an Hand dieses Kataloges Stücke zur Einsichtnahme anzufordern.

Erwähnt sei noch, daß 1944 auch die Personalakten der damals aktiven Beamten des ehemaligen Reichsamtes für Bodenforschung mit dem Archivbestand aus Berlin ausgelagert, dann von Heringen nach Oberscheld und später nach Wiesbaden überführt wurden. Ein Teil dieser Akten (der jetzt in Hannover, Krefeld usw. tätigen Herren) wurde ebenfalls im Dauerentleih abgegeben. Als Rest liegt noch ein Stapel alphabetisch geordneter Aktenbände vor, die wiederholt bei der Regelung von Pensionsansprüchen usw. zur Einsichtnahme abgegeben oder aus denen Fotokopien angefertigt wurden.

Endlich müssen noch die (außer den bisher erwähnten Stücken und Ordnern) im Archiv befindlichen geologischen Manuskriptblätter und Erläuterungsentwürfe erwähnt werden. Auch von diesen sind diejenigen Blätter usw. im Dauerentleih an Hannover, Krefeld usw. abgegeben, die deren Räume betreffen, während alle übrigen Manuskriptblätter aufbewahrt und gelegentlich zu Auskünften und zum wissenschaftlichen Vergleich herangezogen werden.

Eingegangen 3. 1. 1957

## Abt. IV — Petrographie und Lagerstätten

## IV a. Sachgebiet Petrographie

Von HANS HENTSCHEL, Wiesbaden

## I. Aufgabenstellung

Im Aufgabenbereich eines Landesamtes für Bodenforschung kommt der mineralogisch-petrographischen Sachbearbeitung ein wohl umgrenztes Gebiet zu, das sich aus der besonderen Zielsetzung der Petrographie (und Mineralogie) und aus ihren spezifischen Arbeitsmethoden gegenüber der Geologie ergibt. Die petrographische Mitarbeit umfaßt drei Bereiche:

1. Beteiligung an Kartierung und Sonderaufgaben.
2. Selbständige petrographische Arbeiten.
3. Pflege wissenschaftlicher Information.

## 1. Beteiligung an Kartierung und Sonderaufgaben

Soweit petrographische Arbeit auf die exakte Diagnose von Mineralen (in Gesteinen und Lagerstätten) und von Gesteinen sowie auf die Einstufung letzterer in eine neuzeitliche quantitative mineralogische Systematik ausgerichtet ist, bedeutet sie die unmittelbare Beteiligung des Petrographen an den beiden Hauptaufgaben eines Amtes für Bodenforschung: geologische Spezialkartierung des Landes als erste wichtigste und Bearbeitung geologischer Einzelobjekte für Sonderaufgaben und Gutachten aller Art als zweite Aufgabe.

- a) Was die Beteiligung an der ersten Aufgabe anlangt, so ist die Kartierung von Gebieten metamorph kristalliner und magmatogener Gesteine überhaupt nur von einem Petrographen oder petrographisch geschulten Geologen durchführbar und dies sogar auch nur unter der Bedingung einer engen Koppelung der Geländekartierung mit den Befunden eines parallel laufenden mikroskopischen Studiums der im Gelände angetroffenen Gesteine.

In Hessen bestehen nicht unwesentliche Teile des Landes aus solchen Gebieten: kristallines Grundgebirge im Odenwald und Spessart, Vorherrschen magmatogener Gesteine in Vogelsberg, Westerwald, Rhön, Knüll, Habichtswald (von tertiärem Alter), in Bezirken des nördlichen Odenwaldes (von mesozoischem Alter) und im Lahn- und Dill-Gebiet und Odenwald (von paläozoischem Alter).

Aber auch bei der Kartierung sedimentär gebildeter Regionen wird die Mitarbeit des mikroskopisch arbeitenden Petrographen in zunehmendem Maße erforderlich. Man kommt heute noch weniger als früher bei der Kartierung mit einfachen Feldbestimmungen und Feldbezeichnungen aus, um Gesteine, Gesteinsverbände, Schichten, Formationen für unsere jetzigen erhöhten Bedürfnisse und Anforderungen hinreichend zu kennzeichnen. Zudem hat die jüngste Entwicklung der Petrographie dazu geführt, daß für Kennzeichnung, Definition und Systematik der Gesteine quantitative Daten maßgebend geworden sind. Eine entsprechend entwickelte mikroskopische Meßtechnik setzt den Petrographen in stand, dieser

Forderung seiner Wissenschaft zu entsprechen und mit so gewonnenen Daten der Geologie für exaktere Aussagen an die Hand zu gehen.

Die Neukartierungen des Amtes stehen unter diesem Aspekt, der zugleich für die Altkartierungen großer Teile des Landes petrographische Revision erforderlich macht.

- b) Der Anteil petrographischer Mitarbeit bei der Bearbeitung geologischer Sonderaufgaben ist wegen der Vielartigkeit der an das Amt herantretenden Anliegen nicht so klar umrissen und in seinem Umfang von Fall zu Fall einem größeren Wechsel unterworfen. Entfällt die Mitwirkung des Petrographen auf der einen Seite bei gewissen geologischen Fragestellungen, wenn sie etwa der Tektonik, der Paläontologie, der Hydrogeologie, Bodenkunde, Bodenmechanik angehören, praktisch oft ganz, so ist andererseits für alle Aufgaben, bei denen die Substanz selbst, der stoffliche Inhalt des geologischen Objektes von Bedeutung ist, seine Mitarbeit ganz unentbehrlich. Es kann ihr sogar entscheidendes Gewicht zukommen. Das gilt u. a. für alle Aufgaben aus dem Gebiet der Lagerstättenkunde, insbesondere soweit sie den Lagerstätteninhalt anbetreffen. Dabei braucht der petrographische Anteil keineswegs auf rein diagnostische Arbeit beschränkt zu sein, kann vielmehr vorwiegend auch minero- und petrogenetischen Fragen gelten. Der Begriff Lagerstätten muß dabei hier im weitesten Sinne verstanden werden. Er umfaßt nicht nur die Erzlagerstätten, sondern auch alle sonstigen Minerallagerstätten, sowie die „Lagerstätten“ der Steine und Erden.

## 2. Selbständige petrographische Arbeiten

Hat im vorangehend erörterten Aufgabenbereich der Petrograph eine ausgesprochen dienende und mithelfende Funktion, so fallen ihm andererseits auch Aufgaben zu, die unabhängig von den laufenden Arbeiten des Amtes sind, sich aber an größere langfristige Arbeitsplanungen anschließen oder einen Teil solcher darstellen, wie auch solche veranlassen können. Sie leiten sich unmittelbar von der Petrographie (und Petrologie) selbst her als einer auch selbständig wirkenden wissenschaftlichen Disziplin mit eigener Problemstellung. Der Rahmen, der durch die Aufgabenstellung eines Landesamtes gegeben ist, verlangt allerdings, daß nur solche eigenpetrographische (und petrogenetische) Probleme zur Bearbeitung gelangen, deren zu erwartende Ergebnisse dem Amt und seinen Aufgaben unmittelbar förderlich sind. Das schließt rein akademische Grundlagenforschung aus, wie sie an einer Hochschule gepflegt werden kann.

Durch die Besonderheiten des geologischen Aufbaus eines Landes und seiner regionalen geologischen Einheiten, wie durch die wirtschaftliche Bedeutung seiner Bodenschätze werden sich schritthaltend mit dem Stande der Erforschung des Bodenuntergrundes stets eine größere Zahl solcher petrographischer Probleme anbieten. Einige wenige, ganz bestimmte von diesen, die bei günstigen Umständen auch der Erfahrung und den fachlichen Interessen des petrographischen Bearbeiters naheliegen, werden sich jeweils für eine Inangriffnahme besonders empfehlen.

Konkrete Beispiele dafür sind in den Abschnitten II und III dieses Berichtes aufgeführt.

### 3. Pflege wissenschaftlicher Information

Die damit in Zusammenhang stehende Tätigkeit ergibt sich aus der inneren Verpflichtung des Wissenschaftlers überhaupt, über den Stand seines Fachgebietes orientiert zu sein und mit dessen Entwicklung und seinen Ergebnissen Schritt zu halten. Sie betrifft den Petrographen so gut wie seinen Kollegen der Geologie am Amte und bedürfte eigentlich, weil selbstverständlich, kaum der Erwähnung. Sie muß aber doch, wenn wir den Zweck dieses Berichtes im Auge behalten wollen, besonders genannt werden, da sie nicht nur der wissenschaftlichen Fortbildung des Betreffenden dient und damit dem Amt indirekt zum Vorteil gereicht, sondern auch mit unmittelbarem Nutzen für das Amt ganz unentbehrlich ist und eine wesentliche Dienstleistung darstellt. Außerdem erfordert sie einen nicht unbedeutenden Zeit- und Arbeitsaufwand, der vielfach außerhalb „dienstlicher“ Tätigkeit zusätzlich aufgebracht werden muß. (Für den Petrographen unterscheidet sich diese Tätigkeit dabei nur im Fachlichen von derjenigen seiner geologischen Kollegen.) Hierher gehören z. B.:

1. Laufende Überwachung der Fachliteratur des In- und Auslandes in bezug auf Forschungsergebnisse, die für die petrographische Arbeit am Amt direkt oder indirekt nutzbar gemacht werden können.
2. Vorlage der wissenschaftlichen Arbeitsergebnisse durch Veröffentlichung in Fachzeitschriften, durch Vorträge und Exkursionsführungen im Fachkreis.
3. Mitarbeit in Fachausschüssen und anderen Fachgremien in bezug auf Übereinkünfte für einheitliche Arbeitsmethoden, Begriffsanwendungen, Gemeinschaftsarbeiten, die an den Landesgrenzen sich treffen oder diese wechselseitig überschreiten und dergl. mehr.
4. Laufendes Unterrichtetsein über alle Art petrographischer und tangierender geologischer Forschung, die außerhalb des Amtes und unabhängig von diesem im Lande betrieben wird, sowie — soweit zugänglich — ideelle und praktische Unterstützung dieser Forschungstätigkeit. Das bedeutet Zusammenarbeit mit den Fachgenossen der Hochschulen und der Wirtschaft des Landes.

## II. Die Entwicklung der Arbeiten seit 1946 mit den wichtigsten Arbeitsergebnissen

Das Referat Petrographie wurde erst 1950 begründet. Bis dahin wurden petrographische Arbeiten nur in geringem Umfange durchgeführt. Der Berichterstatter nahm im Mai 1950 seine Tätigkeit auf und kann deshalb nur über einen verkürzten Zeitraum Rechenschaft ablegen.

1. Zur Aufgabengruppe 1a:
  - a) Für die Neukartierung von Bl. Kassel-West wurde die petrographische Kennzeichnung und die Gliederung der Basalte und der Basalttuffe durchgeführt. Diese Gliederung wurde, über Bl. Kassel-West hinausgehend, auf den gesamten Habichtswald ausgedehnt.
  - b) Für die Blätter Dillenburg und Hadamar wurden zur petrographischen Bearbeitung der tertiären Basalte, sowie der paläozoischen Magmatite und ihrer Tuffe umfangreiche über den Bereich der Blätter hinausgehende Geländeuntersuchungen, Gesteinsaufsammlungen sowie zugehörige mikroskopisch-

petrographische Studien vorgenommen. Dabei ist die petrographische Bearbeitung der Basalte abgeschlossen, die der Diabase und Diabastuffe (Schalsteine) steht kurz vor dem Abschluß.

- e) Im Bereich des Blattes Darmstadt-West wurde mit der Bearbeitung magmatischer und metamorpher Gesteine des Odenwaldes begonnen. Diese Arbeiten sind infolge Einstellung der mitlaufenden geologischen Kartierung vorläufig unterbrochen worden.

#### Zur Aufgabengruppe 1 b:

- a) Unter der Regie und zusammenfassenden Mitarbeit des Berichtenden wurden von 15 Studierenden der Geologie in den Jahren 1951—1954 Einzelerhebungen über hessische Steinbruchbetriebe im Gelände durchgeführt und daraus eine Kartei und Karte der Vorkommen genutzter Steine und Erden Hessens in petrographischer Gliederung entwickelt. Der auftraggebenden Landesplanung konnten geologisch-petrographische, technisch-wirtschaftliche und betriebliche Daten von über 1000 Betrieben der Steine und Erden-Industrie an die Hand gegeben werden.
- b) Seit zwei Jahren ist der Berichtende mit petrographischen Beiträgen beteiligt an einem geophysikalischen Forschungsprogramm in Hessen, das die Erschließung und Neufindung von Eisenerzlagerstätten unterstützt. Die petrographischen Untersuchungen betreffen Basalte des Vogelsberges und Diabase einschließlich ihrer pyroklastischen Begleitgesteine aus dem Lahn-Dillgebiet und sind darauf ausgerichtet, durch die allein petrographisch ermittelbaren Erzmineralgehalte dieser Gesteine die magnetischen Daten deutbar zu machen, und damit die Voraussetzungen für die Verwertbarkeit magnetischer Untersuchungen bei Vorliegen bestimmter Gesteine im Untergrund zu schaffen.
- c) Als Beitrag zur Deutung sowohl einer magnetischen Anomalie im südwestlichen Teil der Lahnmulde als auch einer starken magnetischen Inhomogenität im Kernprofil einer auf dieser Anomalie angesetzten Tiefbohrung (Weyer 1) wurde ein bei der Bohrung durchörterter Diabas eingehend petrographisch untersucht. Es ergab sich für diesen magmatischen Körper überraschend ein lagenschichtiger Mineralbestandswechsel als Folge gravitativer Kristallisationsdifferentiation, der Aufklärung sowohl im speziellen über die magnetische Inhomogenität des Gesteins als auch im allgemeinen über die erhebliche Typenvariation der Intrusivdiabase im Lahn-Dillgebiet erbrachte.
- d) Die in Gemeinschaftsarbeit der Geologen der Erzbergbau treibenden Unternehmungen mit den zuständigen Geologen und dem Petrographen des Amtes durchgeführte wissenschaftliche Überwachung der auf das Roteisenerz angesetzten Untersuchungsbohrungen hat dem Berichtenden seit 1951 Gelegenheit zu zahlreichen petrographischen Bestimmungen gegeben. Darüber hinaus sind sie eine überaus reiche Quelle für die petrographische Erforschung des gesamten Diabas- und Keratophyr-Vulkanismus des Lahn-Dillgebietes geworden. Auch diese Untersuchungen laufen zur Zeit ohne Unterbrechung fort.

- e) Mineral- und Gesteinsuntersuchungen (in einigen Fällen auch an Hütten- und anderen anorganischen Kunstprodukten) wurden im Berichtszeitraum in größerer Zahl für geologische Sonderaufgaben und Gutachten aller Art angefordert. Einzelheiten darüber zu berichten, würde im Rahmen dieses Berichtes zu weit führen.

## 2. Zur Aufgabengruppe 2:

Aufgaben dieses Bereichs haben (zusammen mit denen der Gruppe 1b) den Berichtenden gegenüber allen anderen Arbeiten zeitlich am meisten in Anspruch genommen.

### a) Petrographische Bearbeitung des Schalstein-Problems.

Über die Genese der Roteisenerze und ihrer diabasischen Begleitgesteine (insbesondere der Schalsteine) im Lahn-Dillgebiet waren 1940 und 1950 zwei neue Theorien mit jeweils sehr extremer Auffassung aufgestellt worden (E. LEHMANN und R. DENCKEWITZ). Eine kritische Überprüfung dieser Theorien war dem Berichtenden aufgetragen worden. Auf Grund petrographischer Bearbeitung der Gesamt-Schalsteinvorkommen im Lahn-Dillgebiet konnten Befunde beigebracht werden, die die beiden Theorien widerlegten und die diesen zugrunde liegenden Irrtümer aufzeigten. Gleichzeitig konnte die Genese der Schalsteine auf Grund besonderer, bislang in ihrem Wesen nicht erkannter petrographischer Merkmale auf eine neue Grundlage gestellt werden.

Über Sondertypen der Schalsteine und gewisser „brekziöser“ Diabase sind Untersuchungen noch im Gange.

### b) Petrographische Bearbeitung der Westerwald-Magmatite.

In Zusammenarbeit mit dem Chemiker des Amtes wurde eine quantitative mineralogische Kennzeichnung der Basalte des Westerwaldes (Südteil) durchgeführt. Die Ausdehnung dieser Untersuchung auf den Gesamtwesterwald (z. T. außerhalb der Landesgrenzen) unter Einbeziehung der saueren und intermediären Magmatite ist in Angriff genommen.

### c) Petrographische Bearbeitung der tertiären Basalt-Tuffe in Hessen.

Diese Untersuchung ist begründet durch die teils unzureichenden, teils sich widersprechenden Angaben der bisher vorliegenden petrographischen Bearbeitungen. Sie wurde veranlaßt durch die Neukartierung des Habichtswaldes (Bl. Kassel-West) und durch Einzeluntersuchungen an Basalttuff-Vorkommen im Vogelsberg für Gutachten. Sie steuerte außerdem zugleich das benötigte entscheidende Vergleichsmaterial bei für die Untersuchung der devonischen pyroklastischen Diabasgesteine des Lahn-Dillgebietes. Geländestudien und Materialaufsammlungen in Vogelsberg, Knüll und Nordhessen dienten als Vorarbeit. Die petrographischen Untersuchungen — noch nicht abgeschlossen — sollen Klärung über Ablagerungsbedingungen (subaerisch-subaquatisch), über die mineralogisch-petrographische Gliederung der Tuffkomponenten und die diagenetischen Vorgänge, die zur Tuffverfestigung geführt haben, erbringen. Damit wird ein Beitrag zur Lösung des Problems der relativen Altersstellung der Tuffe in bezug auf die Basalte erhofft. Vergleichende Untersuchungen

wurden zu diesem Zweck an den Vulkanen Süditaliens und im Tertiär Siziliens angestellt.

d) Petrographische Bearbeitung der klastischen keratophyrischen Gesteine des Lahn-Dillgebietes.

Die Untersuchung war veranlaßt durch geologische Spezialkartierungen und Grubenaufnahmen in der westlichen Lahnmulde durch Studierende der Universitäten Frankfurt und Mainz (Dr. PAULY und Dr. LERSCH). Über eine Gruppe keratophyrischer Brekzien konnte dabei Aufklärung erzielt werden, dagegen bereitet die Abgrenzung anderer Typen gegen klastisch-sedimentäre keratophyrische Gesteine noch Schwierigkeiten.

Diese Untersuchungen, auf hessische Gesteine angesetzt, haben an Hand von Vergleichsstudien in Südtirol und auf den äolischen Inseln und mit Hilfe von Vergleichsmaterial aus aller Welt nebenher Befunde gewinnen lassen, die die Hypothese von der Entstehung der „welded tuffs“ widerlegen. Diese (rhyolithischen) Gesteine, neuerdings von allen Kontinenten in Vorkommen enormer Ausdehnung beschrieben, sind Laven besonderer Prägung. Sie werden zur Zeit aber noch allgemein, m. E. zu Unrecht, für Tuffe gehalten.

e) Studien über Gesteinsumwandlungen am Kontakt Braunkohle/Basalt.

In Zusammenarbeit mit dem Chemiker des Amtes wurde der Basalt in der Braunkohle der Grube Hirschberg bei Großalmerode einer eingehenden Untersuchung in bezug auf seine Zersetzungen unterzogen. Die stattgefundenen Vorgänge und ihr relativer zeitlicher Ablauf konnten dabei ermittelt werden.

Im Hinblick auf die große Verbreitung zersetzter Basalte in Hessen und die richtige Beurteilung der Umwandlungserscheinungen, der z. T. wirtschaftliche Bedeutung zukommt, liefert die Untersuchung einen Beitrag für die Abgrenzung der verschiedenen Umwandlungsprozesse, die bei tertiären Basalten auftreten, wie spätmagmatische hydatogene Autometasomatose, Diagenese im aggressiven Milieu (hier im wesentlichen vorliegend), kaolinische sowie lateritische Verwitterung, Sonnenbrand und dergl. mehr.

### 3. Zur Aufgabengruppe 3:

Nur wenige Hinweise mögen hier genügen.

Die Verfolgung der Fachliteratur wurde systematisch betrieben, wobei spezielle Gebiete, entsprechend den in Bearbeitung stehenden Problemen im Vordergrund des Interesses standen. Diese Arbeit fand ungewöhnliche Begünstigung durch die in gleicher Weise hervorragend ausgestattete wie geleitete Bibliothek des Amtes.

Über die abgeschlossenen Arbeitsergebnisse wurde, soweit zugänglich, im Zeitschriftenorgan des Amtes und in anderen Fachzeitschriften, in Vorträgen und Exkursionsführungen, insbesondere vor der Deutschen Geologischen und der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft berichtet.

Mit den Fachgenossen im Land bestand und besteht ein ständiger wissenschaftlicher Meinungsaustausch. Studierende der Geologie und Petrographie wurden in einer Reihe von Fällen für ihre geologischen Geländearbeiten (Dissertationen) petrographisch beraten.

#### 4. Ausstattung der petrographischen Abteilung.

Die Abteilung verfügt zur Zeit über eine moderne wissenschaftliche und technische Ausrüstung. Dazu gehören Polarisations-Durchlicht- und Auflichtmikroskope nebst Zubehör, makro- und mikrographisches Instrumentarium, Gesteinsschneid-, Schleif- und Poliermaschinen in entsprechend eingerichteten Räumlichkeiten.

Eine petrographische Belegsammlung, seit 1950 zusammengebracht, umfaßt mehr als 2000 Handstücke, darunter außerhessisches Vergleichsmaterial aus aller Welt, ferner gehören dazu mehr als 1000 Bohrkernproben aus dem Paläozoikum des Lahn-Dillgebietes.

Mehr als 3000 Dünnschliffe wurden für die durchgeführten und noch in Gang befindlichen Untersuchungen hergestellt. Sie stehen, sorgfältig registriert, für alle kommenden Untersuchungen als wertvolle Vergleichsobjekte zur ständigen griffbereiten Verfügung.

Die Dünnschliffe werden im eigenen Schleiflaboratorium hergestellt, in dem ein Präparator ausschließlich für diesen Zweck ständig tätig ist.

### III. Zur künftigen Entwicklung

1. Mit der notwendigerweise zunehmenden Neukartierung in Hessen wird, entsprechend der im Abschnitt I erörterten Beteiligung, eine wesentliche Zunahme der Aufgaben der petrographischen Abteilung Hand in Hand gehen.

In gleicher Weise wird für die Revision vorhandener geologischer Spezialkarten, die vor allem in den Gebieten des kristallinen Grundgebirges petrographisch stärker veraltet sind, petrographische Arbeit in zunehmendem Maße eingesetzt werden müssen. Diese Arbeit kann auch im voraus, d. h. vor der eigentlich geologischen Kartenrevision, geleistet werden.

Da die petrographischen Untersuchungen mehr und mehr mit detaillierten Meßverfahren verbunden werden müssen, die vorerst recht zeitraubend sind, wächst die petrographische Arbeit dieses Aufgabenbereichs gegenüber der damit gekoppelten rein geologischen Arbeit um ein Mehrfaches. Sie kann praktisch schon jetzt nicht mehr von einem einzelnen bewältigt werden und macht in zweckmäßiger Aufteilung der Arbeit den Einsatz petrographisch gut geschulter Geologen bei der Kartierung unerlässlich. Petrographische Arbeit im Gelände und Steuerung dieser von der petrographischen Zentrale im Amt bieten sich als günstigste Form der Beteiligung an allen Kartierungsaufgaben an.

2. Aus der Fülle sich empfehlender selbständiger petrographischer Arbeiten scheinen mir im Rahmen der Entwicklung des Amtes und seiner Aufgaben die folgenden vordringlich zu sein:
  - a) Kennzeichnung und Erfassung der Typenvariation (und Differentiation) der Basalte in den verschiedenen tertiären Vulkangebieten, desgleichen der mitteldevonischen bis kulmischen Diabase des Lahn-Dillgebietes. Dazu ist schon (in vorhandenen Karten, wissenschaftlichen Arbeiten, derzeit laufenden Untersuchungen) viel Vorarbeit geleistet worden. Alle Kartierungen in den tertiären

und devonischen Gebieten Hessens werden von Ergebnissen einer solchen Bearbeitung für lange Zeit Nutzen ziehen können.

b) Quantitative Kennzeichnung der Magmatite des Odenwald-Kristallins.

Auch bei dieser Aufgabe gilt das unter 1. Gesagte.

c) Mineral- und Gefügefazielle Analyse der metamorphen Paragesteine des kristallinen Odenwaldes und der tiefsten Anteile des Taunus zum Zwecke der Klärung der Metamorphose dieser Gebiete und ihrer großregionalen Beziehungen.

d) Petrographische Untersuchungen an den Lahn-Dill-Roteisenerzen.

Das Problem der Bildung dieser Erze kann noch nicht als gelöst bezeichnet werden. Auch steht eine spezielle petrographische Bearbeitung der kalkigen Erze noch aus.

e) Sedimentpetrographische Untersuchungs- und Bestimmungsverfahren haben neben der Mikropaläontologie in zunehmendem Maße für die Grob- und Feinstratigraphie Bedeutung erlangt. Es ist daher vorauszusehen, daß von der petrographischen Abteilung des Amtes in Kürze auch diese Arbeitsrichtung gepflegt werden muß.

f) Auch die Bodenkunde zeigt Entwicklungstendenzen, sich zunehmend um den Mineral- und Gefügeinhalt der Böden für deren qualitative und quantitative Kennzeichnung zu bemühen. Mit der Mikroskopie von Bodendünnschliffen scheint eine dafür geeignete Arbeitsmethode gewonnen zu sein. Dadurch sollte sich auch die bislang auffällig geringe Beziehung zwischen Petrographie (einschl. Mineralogie) und Bodenkunde enger gestalten.

Das Anwachsen petrographischer Aufgaben und die Erweiterung der Arbeitsgebiete verlangen eine Anpassung an die sich erhöhenden und sich ändernden Anforderungen.

In technischer Hinsicht kann dem begegnet werden mit einer laufenden Modernisierung und Ergänzung der instrumentalen und technischen Einrichtungen. In dieser Richtung bewegen sich auch die Bemühungen, sowohl die petrographischen Untersuchungsverfahren wie die Methoden der Gesteinspräparation im Hause ständig zu erleichtern, zu verbessern und zu beschleunigen.

Aber es wird auch nicht zu umgehen sein, zusätzliche Kräfte für die Bewältigung aller zukünftigen Aufgaben einzusetzen. Petrographische Arbeit an einem geologischen Landesamt kann dabei weder jetzt noch künftig ein isoliertes Eigenleben führen. Verbunden mit den anderen Arbeitsrichtungen des Amtes durch wechselseitige Anregung und Unterstützung, bleibt sie eingespannt in den Gesamtrahmen gemeinschaftlicher geologischer Durchforschung des Heimatlandes, dem ein solches Amt mit allen seinen Kräften zu dienen hat.

Eingegangen am 26. 7. 1956

## Abt. IV — Petrographie und Lagerstätten

**IV b. Erz- und Buntmetall-Lagerstätten**Von **MAX TEIKE**, Wiesbaden

In der Verordnung zur Errichtung des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung vom 26. 6. 1946 sind dem Sonderreferat „Erz- und Buntmetall-Lagerstätten“ Aufgaben aus dem Bereich „Aufsuchung und geologisch-lagerstättenkundliche Beurteilung von Vorkommen nutzbarer Bodenschätze“ zugewiesen.

Hierbei handelt es sich zunächst um ausgesprochene Erzlagerstätten wie Eisenerzvorkommen, Kupfererze, Blei- und Zinkerze, dann aber auch um nicht metallische Rohstoffe wie Schwerspat, Ton und Dachschiefer.

**Eisenerze**

Die Aufgabe bestand hier im wesentlichen darin, zunächst die durch die z. T. übersteigerte Produktion während des Krieges verringerten greifbaren Erzvorräte der einzelnen Gruben durch intensive Untersuchungs- und Aufschlußarbeiten, durch Bohrungen und bergmännische Aus- und Vorrichtungsarbeiten in absehbarer Zeit wieder auf einen der laufenden Produktion entsprechenden Stand zu bringen. Darüber hinaus aber mußten Pionierbohrungen in noch unverritzten Feldern, deren Höffigkeit nach geologischen Gesichtspunkten zu beurteilen war, niedergebracht werden und anschließend bergmännische Aufschlüsse geschaffen werden.

In enger Zusammenarbeit mit den Werksgeologen der großen Bergbauunternehmen Hess. Berg-Hütte A. G. Wetzlar (ehem. Buderus), Harz-Lahn-Erzbergbau A. G. Weilburg (ehem. Krupp), Gewerkschaft Mannesmann, Gießen, Gewerkschaft „Barbara“ Siegen (ehem. Ver. Stahlwerke) wurden diese Aufgaben in Angriff genommen und aus kleinem Rahmen wachsend soweit gefördert und ausgedehnt, daß in den letzten Jahren das Ziel, mindestens die jährlich geförderten Erzmengen durch neu-aufgeschlossene Erzvorräte zu decken, erreicht wurde.

In den letzten 8 Jahren sind in den Eisenerzrevieren des Lahn-Dillgebietes, des Vogelsberges und des Kreises Waldeck rund 8 Millionen t Erz gefördert worden. Durch Neuaufschlüsse sind in derselben Zeit bei vorsichtiger Schätzung ebenfalls etwa 8 Millionen t Erzvorräte nachgewiesen worden, die einen volkswirtschaftlichen Wert von 240 Millionen DM haben.

Die in den letzten Jahren durchgeführten Aufschlußarbeiten umfassen pro Jahr zwischen 12000 und 14000 Bohrmeter und etwa 4000 Streckenmeter.

Für diese Untersuchungen wurden vom Bund und dem Land Hessen Aufschlußförderungen gegeben, bei deren Verteilung auf die einzelnen Maßnahmen das Hessische Landesamt für Bodenforschung mit eingeschaltet wurde.

Die Ergebnisse der Bohrungen sind in Form von Schichtverzeichnissen in das Bohrarchiv des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung übernommen worden.

Für die Zukunft ist vorgesehen, diese Arbeitsweise beizubehalten und noch zu vertiefen und zu erweitern durch Ausführung von Pionierbohrungen in jetzt noch vom Bergbau wenig berührten oder unberührten Gebieten, die aber nach dem geo-

logischen Aufbau und auf Grund geophysikalischer Messungen Eisenerzvorkommen vermuten oder erwarten lassen.

Eine zusammenfassende Darstellung der Eisenerzlagerstätten Hessens ist in Arbeit und wird als Teil des Sammelwerkes Deutsche Eisenerzlagerstätten veröffentlicht werden.

### Buntmetallerze

Gegenüber den Eisenerzen, die ein bedeutsamer Faktor im Wirtschaftsleben Hessens sind, treten die Buntmetallerze stark an Bedeutung zurück.

Trotzdem hat sich das Hessische Landesamt für Bodenforschung oft mit ihnen befassen müssen und beratend und begutachtend bei Plänen von Wiederinbetriebnahme einzelner ehemaliger Gruben mitgewirkt. In den meisten Fällen ist es gelungen, die meist nicht aus Bergbaukreisen stammenden Interessenten, die Konjunkturen ausnützen wollten, von Unternehmen abzuhalten, die nach geologisch-lagerstättenkundlichen Gesichtspunkten als von vornherein zum Scheitern verurteilt anzusehen waren.

Einige wenige ließen sich aber nicht belehren, mußten dann aber doch nach Verlust mehr oder weniger großer Kapitalien den Betrieb wieder einstellen.

Auch über die Buntmetallerzlagerstätten Hessens ist eine zusammenfassende Darstellung in Arbeit, die im Hessischen Lagerstättenarchiv, herausgegeben vom Hessischen Landesamt für Bodenforschung, erscheinen soll.

Eingegangen am 19. I. 1957

Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.	85	S. 475—478	Wiesbaden, 15. 6. 1957
------------------------------------	----	------------	------------------------

## Abt. V — Hydrogeologie

### V a. Bericht über das Referat wissenschaftliche Hydrogeologie und Landesgrundwasserdienst

Von FRIEDRICH NÖRING, Wiesbaden

#### 1. Aufgabenstellung

Zur geologischen Durchforschung des hessischen Staatsgebietes, die durch Verordnung vom 26. 6. 1946 dem Hessischen Landesamt für Bodenforschung übertragen wurde, gehört auch die Erforschung des Verhaltens des im Untergrund befindlichen Wassers. Dieses stellt in der Form von chemisch gebundenem Wasser, angelagertem Wasser, Sickerwasser, Bodenfeuchte, Bergfeuchte, Grundwasser und Höhlenwasser einen untrennbaren Bestandteil der Erdkruste dar. Ohne seine genaue Kenntnis sind die Vorgänge der Metamorphose und Diagenese, der Verwitterung und Bodenbildung, der Höhlenbildung und Zementation, der Bodenmechanik und der Erosion nicht verständlich.

Das Grundwasser ist die Art des unterirdischen Wassers, die besonders zur regionalen Erforschung zwingt. Zwar unterliegt es in starkem Maße meteorologischen Einflüssen, doch ist weder seine Bildung ohne Kenntnis des Aufbaus des Bodenprofils und der Deckschichten noch seine Bewegung und Beschaffenheit ohne Kenntnis der Grundwasserleiter verständlich. Daher besteht die Aufgabe für die Geologie, die regionalen Verhältnisse des Grundwassers in hydrogeologischen Karten darzustellen. Solche Karten werden unter verschiedenen Gesichtspunkten gefertigt, so der Grundwasserhöffigkeit, der Grundwassernutzung, der Grundwasserbeschaffenheit, der Grenzen der unterirdischen Einzugsgebiete usw.

Der Landesgrundwasserdienst wird in Zusammenwirken mit der Wasserwirtschaftsverwaltung des Landes ausgeübt. Der Herr Minister für Landwirtschaft und Forsten hat die Federführung (Erlaß vom 18. 9. 1956, Staatsanz. vom 20. 10. 1956).

Die wissenschaftliche Hydrogeologie und der Landesgrundwasserdienst stellen ihre Ergebnisse interessierten Stellen zur Verfügung. Die Ergebnisse liefern die Grundlage für Aufgaben der angewandten Hydrogeologie. Sie stellen einen Bestandteil der Erforschung des Landes und seiner natürlichen Hilfsquellen dar. Daher sind sie von großer Bedeutung für jede Planung, vor allem die Landesplanung.

## 2. Entwicklung der Arbeiten mit den wichtigsten Arbeitsergebnissen

Eine hydrogeologische Karte 1 : 600000, vor allem Grundwasserhöffigkeit und Grundwassernutzung darstellend, ist im Hessen-Atlas erschienen. Die Hessen umfassenden Blätter Hannover, Köln, Frankfurt, Karlsruhe und Stuttgart der Hydrogeologischen Übersichtskarte 1 : 500000, herausgegeben vom Hydrogeologischen Arbeitskreis beim Herrn Bundesminister für Wirtschaft, sind erschienen oder in Druckvorbereitung. Die hessischen Anteile der Blätter sind von den regionalen hydrogeologischen Sachbearbeitern des Landesamtes vorgelegt worden.

Die systematische Sammlung von Grundwasseranalysen wurde 1948 in Angriff genommen und umfaßt über 5000 Analysen aus dem Lande Hessen.

Die Sammlung von Mineralwasseranalysen aus dem Lande Hessen wurde vornehmlich von Herrn Oberregierungsgeologen Prof. Dr. UDLUFT betrieben, der eine neue zeichnerische Darstellungsmethode für die Einzelanalyse entwickelte.

Der Förderung der Grundwasserforschung diente die Mitarbeit in verschiedenen Fachausschüssen. Besonders ist der Hydrogeologische Arbeitskreis beim Herrn Bundesminister für Wirtschaft mit seinen Arbeitsgruppen „Einheitliche Begriffe“, „Bezeichnung der Bodenproben“, „Wasserchemie“, „Karten“, „Wünschelrute“ und „Wasserrecht“ zu nennen. Die Obmannschaft der beiden letzten Arbeitsgruppen lag bei Angehörigen des Landesamtes. Ferner besteht Mitarbeit in den Ausschüssen „Wassergewinnung“ und „Wasserwirtschaft“ des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern, im Ausschuss „Wasserrecht“ des Verbandes der deutschen Gas- und Wasserwerke, im Fachnormenausschuss Wasserwesen des Deutschen Normenausschusses und im Ausschuß für Wasserversorgung und Kanalisation des Kuratoriums für Kulturbauwesen. Einem Amtsangehörigen (Reg.-Geol. Dr. NÖRING) wurde die Obmannschaft im Fachausschuß „Geohydrologie“ des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern und die Vertretung der Bundesrepublik Deutschland in der

Kommission für unterirdisches Wasser der Internationalen Assoziation für Hydrologie innerhalb der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik übertragen. Die Universität Frankfurt und die Justus-Liebig-Hochschule in Gießen zogen Amtsangehörige zur Lehre der Hydrogeologie heran.

### 3. Zukunftsausblick über die künftige Entwicklung

Die wasserwirtschaftliche Planung ist ein Gebot der Stunde. Die große Unbekannte ist, wie die Fachliteratur jüngsten Datums unterstreicht, das unterirdische Wasser, und zwar in Form des Boden- und Sickerwassers und in Form des Grundwassers. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Geologie, Wasserwirtschaft einschließlich Gewässerkunde, Bodenkunde und Meteorologie ist zur Lösung der Fragen erforderlich. Es ist beabsichtigt, unter Heranziehung aller Hilfsmittel, wie Schichtlagerungskarten, Bodenkarten, Quellschüttungen, Grundwasserbeobachtungen und Wasseranalysen die Einzugsgebiete und damit die unterirdischen Wasserscheiden der Grundwasseraustritte, Quellen, Grundquellen und Grundwassergewinnungen festzulegen. Erst dann kann die wasserwirtschaftliche Rahmenplanung und Einzelplanung auf sicherer Grundlage betrieben werden.

Die Fertigung von grundwasserchemischen Karten, besonders von Härte- und Verzalkungskarten, soll vorangetrieben werden.

Der Zusammenhang der in Hessen verbreiteten Auslaugungssalzwässer und der Erdölsolwässer (in der Oberrhein-Ebene) mit dem im kurzphasigen Kreislauf befindlichen süßen Grundwasser soll weiter erforscht werden.

Die Erfassung der Gebiete mit günstigen Eigenschaften hinsichtlich der Grundwasserneubildung soll mittels hydrogeologischer und bodenkundlicher Methoden erfolgen.

Das Wechselspiel des Grundwassers mit Fluß- und Bachläufen bedarf weiterer Klärung, desgleichen das Verhalten der wellen- bzw. schwallförmig einen Grundwasserkörper durchziehenden Spiegelschwankungen.

Der Zusammenhang des Grundwasserspiegels mit Luftdruckschwankungen, Erdbeben und Tiden soll in Zusammenarbeit mit dem Universitätsinstitut für Meteorologie und Geophysik in Frankfurt a. M. weiter erforscht werden.

Neben den bisher bekannten Methoden der Färbung, Salzung und Bakterienimpfung von Grundwasserströmungen sollen die mit radioaktiven Isotopen arbeitenden Methoden eingeführt und entwickelt werden.

Daneben soll, mindestens im gleichen Umfang wie bisher, das bei Bohrungen, Pumpversuchen, Wasserwerksbetrieb, Bergbau, Wasserhaltung, Heilquellen- und Mineralwasserwirtschaft anfallende Erkenntnisgut gesammelt und ausgewertet werden.

Die anlaufende Grundwasserkartierung gliedert sich in Feldaufnahme und Auswertung im Büro. Bei der Feldaufnahme werden die oberirdischen Gewässer bis zu ihren Anfängen abgegangen. Alle Quellen und Grundquellen werden in die Karte 1 : 25000 eingetragen. Örtlich werden die Schüttungsmengen gemessen und einige physikalische und chemische Feststellungen getroffen (Temperatur, spez. Gewicht, Leitfähigkeit,  $p_H$ -Wert). Gleichzeitig wird vom Hydrogeologen die Herkunft des

Grundwasseraustrittes ermittelt. Alle Angaben werden in ein Karteiblatt eingetragen. In einigen Fällen, seien sie repräsentativ für eine Quellenfamilie oder aber auffallend, werden besondere Untersuchungen vorgenommen, z. B. über Art und Stärke der Radioaktivität oder über die genaue chemische Zusammensetzung, wobei die in den normalen Analysen — weil hygienisch oder technologisch ohne Belang — nicht erfaßten Stoffe besonders Augenmerk verdienen. Um für ein möglichst großes Einzugsgebiet vergleichbare Ergebnisse unter der gleichen meteorologischen Situation zu erlangen, sollen die Kartierenden miteinander Geländeberührung haben, möglichst von einem gemeinsamen Standquartier aus, wo auch Instrumente, die über die normale Feldausrüstung hinausgehen, zur Verfügung stehen. Kontrollbegehungen an den bei der Erstbegehung festgestellten Grundwasseraustritten erfolgen später bei meteorologisch veränderten Gegebenheiten, um im Laufe der Zeit die gesamte Schwankungsbreite zu erfassen. Im Büro erfolgt die weitere Auswertung. Bei einer sorgfältigen Aufnahme muß es geglückt sein, das gesamte Niedrigwasser eines Baches oder Flusses auf lokalisierte Grundwasseraustritte zurückzuführen. Jedem dieser Grundwasseraustritte kann nach Konstruktion der Schichthöhenkarten im Gebirgsland und der Grundwasserhöhenkarten im Flachland und unter Abschätzung der Grundwasserneubildungsrate mit Hilfe der Auswertung des Bodenprofils, wobei gewisse Unsicherheiten der Schätzung vorläufig nicht vermieden werden können, sein Einzugsgebiet zugewiesen werden. Die Möglichkeit des unterirdischen Übertritts von Wasser aus einem Niederschlagsgebiet in ein benachbartes oder durch Zwischenzonen getrenntes bedarf hydrogeologischer Untersuchung, wobei nicht nur Tiefbohrungen, sondern auch die Erkenntnisse zur Stratigraphie, Petrographie und Tektonik der tieferen Schichten berücksichtigt werden müssen. Die festgelegten oder abgeschätzten Einzugsgebiete werden ebenfalls auf der Karte dargestellt. Beigefügte Schnitte geben Aufschluß darüber, in welchem Umfange mittels Brunnenpiegelabsenkung die Grenzen des Einzugsgebietes nach außen geschoben werden können.

Das Ziel der anlaufenden Grundwasserkartierung ist die Erfassung, Abgrenzung, Größenberechnung, qualitative Charakteristik, Darstellung und Beschreibung aller Grundwasserkörper des Landes. Das Ergebnis würde ein Inventar des strömenden, unterirdischen Wassers darstellen und die Voraussetzung für die praktisch zweckmäßigste Verteilung dieses Bodenschatzes liefern. Vorbilder in anderen Ländern der Bundesrepublik oder der Erde bestehen in der für Hessen geeigneten Form noch nicht.

Die Arbeit wird sich bis zur Vollendung über viele Jahre erstrecken und Geduld erfordern. Sie wird aber nicht so lange dauern, wie die Fertigung der geologischen Spezialkarte 1:25000, die der preußische Staat im Jahre 1866 begann, deren Fertigstellung für das gesamte Gebiet aber noch nicht abgesehen werden kann, die aber unverdrossen von den Nachfolgestaaten fortgesetzt wird, obwohl das Gesamtwerk sich über mehr als 100 Jahre hinziehen dürfte.

Eingegangen am 21. 11. 1955

## Abt. V — Hydrogeologie

**Vb. Angewandte Hydrogeologie**Von **FRANZ MICHELS**, Wiesbaden

Bei Errichtung des Amtes wurde diesem, da die Organisation der Wasserwirtschaft zeitbedingt noch nicht so schnell angelaufen war, die Aufgabe gestellt, möglichst schnell einen Überblick zu schaffen über die tatsächlich vorhandenen Wassergewinnungsanlagen, über deren Leistung, über ihre geologische Position und über die Versorgungslage. In kürzester Zeit wurden unter Einsatz aller verfügbaren Geologen je eine Karte der Wassernutzung und Wasserversorgung Hessens im Maßstab 1 : 100000 mit ausführlichen Tabellen für das gesamte Gebiet erarbeitet, die allen mit dem Wasser beschäftigten Stellen als erster Überblick in die Hand gegeben werden konnten. Das Amt war sich bewußt, daß es sich hier nur um eine einmalige Erfassung handeln konnte, die helfen sollte, möglichst schnell die Grundlagen für die einsetzende Sanierung der Wasserversorgungen zu schaffen. Da aber bei dieser Erhebung vor allem die geologische Position jeder Fassungsanlage auch kartenmäßig erfaßt wurde, konnte eine wichtigste Unterlage für spätere amtliche Beratung bei Neuerschließung erstellt werden, die auch bei der nunmehr erfolgten Fertigstellung hydrogeologischer Übersichtskarten wertvollste Dienste leistete.

Längst ist die statistische Erfassung der Wasserversorgungsanlagen Hessens in das Gebiet der Wasserwirtschaft wieder übergegangen. Jedoch wurde bei der Neuerschließung und bei der Sanierung bestehender Anlagen in steigendem Maße geologische Beratung benötigt, so daß von Jahr zu Jahr eine steigende Anzahl von Begutachtungen über die Erschließungsmöglichkeiten neu benötigter Wassermengen notwendig wurden. So wurden im Jahre 1955 etwa 396 verschiedene Objekte hydrogeologisch bearbeitet; im Jahre 1956 waren es 406.

Es hat sich gezeigt, daß gerade bei der hydrogeologischen Beratung von kleinen Gemeinden, die gemäß den Richtlinien für den Bau und Überwachung der Wasserversorgungsanlagen in Hessen durch das Hessische Landesamt für Bodenforschung in engster Zusammenarbeit mit der Wasserwirtschaftsverwaltung und der Gesundheitsbehörde erfolgt, der Hydrogeologe am meisten nützen kann, denn hier kommt es darauf an, schon bei dem ersten Einsatz von Geldmitteln zu einem Erfolg zu kommen. Bei großen Wasserwerken besteht immer die Möglichkeit, auf den meist für Untersuchungsarbeiten ausgesetzten größeren Fond zurückzugreifen und innerhalb dieser Mittel systematisch Untersuchungsarbeiten anzusetzen, bis das günstigste Erschließungsgebiet gefunden ist. Bei kleinen Gemeinden aber stehen diese Mittel nicht zur Verfügung, und es muß im allgemeinen der erste Versuch zum Erfolg führen, um nicht den ganzen Finanzierungsplan zu gefährden.

In einem Kulturland wie dem unsrigen sind natürlich längst alle hochgelegenen, ergiebigen Quellen und auch die mit Schürfgräben zu erfassenden flachen Wasservorkommen, deren Wasser infolge ihrer höheren Lage mit natürlichem Gefälle den Wasserversorgungsanlagen zufließen kann, für Städte und Dörfer nutzbar gemacht. Es kommen für zusätzliche Wassergewinnungsanlagen fast ausschließlich

Bohrungen in Frage, und diese sind kostspielig. An dieser Stelle sei nur einmal erwähnt, daß man früher in solch wenig höffigen Gebieten, wie z. B. dem Rheinischen Schiefergebirge nach Möglichkeit Bohrungen vermied, weil diese im allgemeinen nur geringe Wassermengen ergaben, wobei oft bei Tiefen bis zu 100 m lediglich 30—80 m<sup>3</sup> Wasser pro Tag gefunden wurden. Bei dem heutigen Wachstum der Gemeinden und bei den hohen Verbrauchsziffern pro Kopf der Bevölkerung genügen diese Zahlen meist nicht. Erfreulicherweise konnte in kameradschaftlichster Zusammenarbeit der Sachbearbeiter des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung in den regional verschiedenen geologischen Einheiten Hessens und in stetem Erfahrungsaustausch neue Methoden entwickelt werden, die es gestatten, heute gut wasserführende Zerrüttungszonen, Gänge usw. geologisch herauszuarbeiten, in denen durch von erfahrenen Mitarbeitern des Amtes angesetzte Bohrungen oft große, überraschende Erfolge auch in Gesteinskomplexen erzielt wurden, die früher als unhöffig galten. Es soll nicht auf alle einzelnen Bohrungen eingegangen werden, doch dürfen die Bohrungen in der Idsteiner Senke oder in der Kelkheim-Hornauer Bucht, die auf solch junge Störungssysteme niedergebracht sind und z. T. Wassermengen von über 1000 m<sup>3</sup>/Tag je Bohrloch brachten, nicht unerwähnt bleiben. Desgleichen nicht die auf typische Quarzgänge angesetzte Bohrungen mit ebenfalls je vielen hundert m<sup>3</sup>/Tag im Raum Usingen, der zu einem der am schwierigsten zu beliefernden Räume gehört. Es sollen hier auch erwähnt werden die auf Grund von Gutachten des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung angesetzten bzw. verlängerten Wasserstellen, die ebenfalls große Erfolge brachten, wie z. B. für Bad Homburg v. d. H.

Auf die vielen kleinen Gutachten kann hier im einzelnen nicht eingegangen werden, aber die umfassenden Gutachten betreffs Wassererschließung im Hessischen Ried, vor allem im Raum Hof Schönau (Wasserwerk Mainz) oder im Raum des Wasserwerkes der Südhessischen Gas und Wasser A. G., oder Frankfurt-Mönchshof, oder im Kreis Groß-Gerau, sowie die erschöpfenden großen Gutachten für die Frankfurter Wasserwerke oder die Gutachten für das große Gruppenwasserwerk Allendorf (Wasserverband Mittelhessische Wasserwerke), Wasserversorgung Fulda, Meißner-Verbandswasserwerke, Fritzlar-Homberg, seien doch besonders herausgestellt.

Rückblickend kann gesagt werden, daß etwa 90% der vom Hessischen Landesamt für Bodenforschung begutachteten Objekte beim ersten Versuch zum vollen Erfolg führten.

Zahlreich sind auch die Gutachten über Schutzbezirke für die Wasserversorgungsanlagen und die Gutachten über Mineralwasserschutzgebiete sowie für in an sich geschützten Räumen notwendig werdende Bohrungen.

Aus der Tätigkeit der Abteilung ist ferner noch hervorzuheben die Mitwirkung bei der Neuerschließung von Mineralquellen, u. a. der Helenenquelle in Bad Wildungen und der Adlerquelle in Wiesbaden.

Die hydrogeologische Abteilung wird auch laufend zu Rate gezogen vor der Inangriffnahme neuer Erdöl- und Erdgasbohrungen zwecks Festsetzung von Auflagen durch die Bergbauhörde, die jede auch nur irgendwie mögliche Gefährdung bestehender oder künftiger Wasserversorgungsanlagen ausschließen.

Schließlich seien hier die zahlreichen hydrogeologischen Gutachten über geplante oder überhaupt mögliche Talsperren erwähnt, von denen die über die Lahntalsperre

bei Laasphe und über das Hochwasserrückhaltebecken der Ohm besonders hervorzuheben sind.

Die Zukunftsaufgaben liegen — abgesehen von den noch zahlreich zu erwartenden Einzelgutachten für kleinere und größere Gemeinden — hauptsächlich auf dem Gebiet der Rahmenplanungen für größere Flußgebiete, von denen z. Z. die der Kinzig und der Fulda im Vordergrund stehen, wobei in engster Zusammenarbeit die Referate wissenschaftliche und angewandte Hydrogeologie der Wasserwirtschaft mit Bestimmtheit wertvollste Unterlagen geben werden.

Eingegangen am 8. 4. 1957

Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.	85	S. 481—486	Wiesbaden, 15. 6. 1957
------------------------------------	----	------------	------------------------

Abt. VI — Bodenkunde und Chemie

## VIa. Überblick über die Tätigkeit der Abteilung Bodenkunde von 1946 bis 1956

Von ERNST SCHÖNHALS, Wiesbaden

### I. Einleitung

Nach der Verordnung über die Errichtung des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung gehören auch „bodenkundliche Untersuchungen“ zu seinem Aufgabebereich. Die Verordnung knüpft damit an eine Tradition an; denn auch bei der im Jahre 1882 gegründeten „Großherzoglichen geologischen Anstalt zu Darmstadt“ wurde bereits die kartographische Aufnahme der Böden in der Errichtungsverordnung als Aufgabe genannt. Auf den nach 1882 erschienenen geologischen Karten 1 : 25 000 sind daher wichtige Bodeneigenschaften dargestellt; meist ist auch die Bodenartenschichtung in Form von Profilskizzen am Kartenrand wiedergegeben. In den Erläuterungen zu den geologischen Karten sind die Böden und ihre land- und forstwirtschaftliche Nutzung in einem selbständigen Kapitel behandelt. Außerdem enthält dieser Abschnitt Untersuchungsergebnisse von Böden, z. B. über die Korngrößenzusammensetzung, den Kalkgehalt und andere chemische Eigenschaften. Schon im Frühjahr 1893 fertigte G. KLEMM auf Grund von 2-m-Bohrungen vom Weilerhof westlich Darmstadt die erste Geologisch-agronomische Spezialkarte i. M. 1 : 6000 an (KLEMM 1897).

Die im Laufe von mehreren Jahrzehnten gesammelten bodenkundlichen Beobachtungen und die in verschiedenen Maßstäben aufgenommenen Bodenkarten ermöglichten bereits 1930 die Anfertigung einer Bodenübersichtskarte von Hessen i. M. 1 : 600 000. WILHELM SCHOTTLER (1930), der diese Karte bearbeitete, berücksichtigte schon damals die Erkenntnisse der modernen Bodentypenlehre.

Neben den eingangs erwähnten Arbeiten wurden außerdem in den Jahren 1934 und 1935 mehrere Forstämter i. M. 1 : 5000 und 1 : 10000 von WALTER SCHOTTLER bodenkundlich aufgenommen. Die Karten sind jedoch nicht veröffentlicht.

## II. Bodenkundliche Übersichtskartierung

Bodenkundliche Übersichtskarten stellen nicht nur für die Wissenschaft, sondern auch für die Praxis wichtige Unterlagen dar. Sie sind im angewandten Bereich vor allem für die Verwaltungen der Land- und Forstwirtschaft, für den landwirtschaftlichen sowie den obst-, wein- und gartenbaulichen Beratungsdienst, für die Wasserwirtschafts- und Kulturämter und nicht zuletzt für die Landesplanung und Raumordnung von Nutzen.

Das im Herbst 1945 geschaffene Bundesland Hessen ist wesentlich größer als das ehemalige Land Hessen. So kam es, daß 1945 vom überwiegenden Teil des Staatsgebietes keine Bodenkarten vorlagen. Aus diesem Grunde wurde 1947 mit der Bearbeitung einer Bodenübersichtskarte begonnen. Als geeignete topographische Grundlage diente die Karte von Mitteleuropa i. M. 1 : 300 000. Bereits 1951 konnte die neue „Bodenkundliche Übersichtskarte von Hessen 1 : 300 000“ herausgegeben werden. Drei Jahre später erschien die dazugehörige umfangreiche wissenschaftliche Abhandlung „Die Böden Hessens und ihre Nutzung“ (SCHÖNHALS 1954). In dieser Arbeit werden zum ersten Male alle wichtigen in Hessen vorkommenden Böden beschrieben und die Ergebnisse der an ihnen durchgeführten Untersuchungen mitgeteilt<sup>1)</sup>.

Eine zweite Übersichtskarte wurde von E. SCHÖNHALS im Jahre 1956 für den Deutschen Planungsatlas, Band Hessen, fertiggestellt. Auf dieser Karte i. M. 1 : 600 000 sind nicht nur die Böden des Landes Hessen, sondern auch die der benachbarten Gebiete dargestellt. Die Karte befindet sich im Druck; mit ihrem Erscheinen ist im Sommer 1957 zu rechnen.

Im Jahre 1948 wurde mit der bodenkundlichen Übersichtsaufnahme i. M. 1 : 100 000 begonnen. Der Zweck dieser Aufnahme ist, in verhältnismäßig kurzer Zeit und mit geringen Kosten eine noch bessere Übersicht über die Böden des Landes zu erhalten, wie sie vor allem die Planung und der Beratungsdienst benötigen.

Die Kartierung wurde zuerst im Vogelsberg in Angriff genommen, weil hier demnächst zahlreiche Umlegungen und Meliorationen durchgeführt werden. Die Aufnahme des ersten Blattes i. M. 1 : 100 000 (Grünberg i. H.), das den nordwestlichen Teil des Berglandes umfaßt, ist im Laufe des Sommers 1956 abgeschlossen worden. Eine Veröffentlichung der Karte ist für 1957 vorgesehen.

Von der Bodenkarte i. M. 1 : 25 000 befinden sich die Blätter Burg-Gemünden (Vogelsberg) und Schlitz (Hess. Bergland) in Arbeit. Als Grundlagen dieser Karten dienen die Ergebnisse der Bodenschätzung und Spezialaufnahmen.

## III. Bodenkundliche Spezialkartierung

Die Erstattung bodenkundlicher Gutachten und die Beratung der verschiedensten Behörden ist in den meisten Fällen erst auf Grund einer genauen Bodenaufnahme möglich. Es wurden daher in den vergangenen 10 Jahren zahlreiche Spezialkartierungen durchgeführt. Ein Teil der aufgenommenen Karten ist bereits veröffentlicht (SCHÖNHALS 1953, 1954a, 1954b, 1956). Aus Raumgründen kann in diesem Überblick

<sup>1)</sup> Die in den letzten Jahren erschienenen Bodenübersichtskarten von Nordrhein-Westfalen und Bayern sind in enger Anlehnung an die Bodenkarte von Hessen 1 : 300 000 gestaltet worden.

nur auf 5 Aufnahmen kurz eingegangen werden, die als Unterlage für den Weinbau, die Umlegung, das landwirtschaftliche Versuchswesen, die Forstwirtschaft und für die Planung von Maßnahmen zur Verhinderung von Schäden durch die Bodenerosion dienen.

1. Als wichtigste Spezialaufnahme muß die bodenkundliche Kartierung der hessischen Weinbaugebiete i. M. 1 : 2000 und 1 : 2500 angesehen werden. Diese im Jahre 1948 begonnene Bodenaufnahme hat den Zweck, dem Weinbau für eine planvolle Bewirtschaftung seiner Ländereien die erforderlichen Angaben über den Boden zur Verfügung zu stellen. Die Kenntnis der Böden und ihre Verbreitung sind aber in erster Linie notwendig für die Umstellung der Weinberge auf die reblausresistenten Amerikanerunterlagssorten, die im Gegensatz zu den Europäerreben ganz spezifische Ansprüche an den Boden stellen. Man muß daher für alle Böden ganz bestimmte Unterlagssorten auswählen, um optimale Erträge erzielen zu können. Die Standortansprüche der amerikanischen Unterlagen sind jedoch zu einem großen Teil noch nicht genügend bekannt. Aus diesem Grunde werden in Zusammenarbeit mit dem Institut für Rebenzüchtung und Rebenveredlung der Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim auf allen Böden Adaptionversuche angelegt, um die Beziehungen zwischen Rebe und Boden zu klären. Die Ergebnisse der Bodenkartierung und der Versuche auf den Adaptionflächen ermöglichen erst eine standortgemäße Unterlagenauswahl sowie eine planmäßige Anlage der Rebmuttergärten. Dieses Vorgehen sichert dem Weinbau nicht nur das nötige Setzholz, sondern außerdem noch Höchstserträge in den Rebmuttergärten, weil jetzt Rebe und Boden aufeinander abgestimmt werden können. Neben den im vorhergehenden angedeuteten Verwendungszwecken dienen die Bodenkarten u. a. noch bei folgenden Arbeiten als Unterlage: Wirtschaftsberatung, Meliorationen, Wegebau, Weinbergsbegrenzung und Maßnahmen zur Verhinderung von Schäden durch Bodenerosion. Die großmaßstäblichen Karten werden außerdem eine wichtige Grundlage bei der zukünftigen Einheitsbewertung und Preisbildung der Weinberge darstellen.

Da zwischen 1948 und 1953 nur ein Bodenkundler und eine Hilfskraft bei der Aufnahme beschäftigt werden konnten, war das in diesen 5 Jahren aufgenommene Gebiet nicht sehr groß. Erst die Bewilligung größerer Mittel durch die zuständigen Ministerien ermöglichte 1954 die Einstellung von weiteren Fachkräften. Die kartierte Fläche hat infolgedessen seit 1954 erheblich zugenommen, so daß bis Ende 1956 der gesamte Rheingau, ferner vier Fünftel der Weinbergflächen der Weinbaugebiete Wiesbaden, Main-Taunus, Bergstraße und Groß-Umstadt kartiert werden konnten. Die aufgenommene Fläche beträgt rund 8400 ha. Daneben wurden 48 Rebschnittgärten mit etwa 55 ha und 46 Adaptionflächen mit ca. 35 ha überwiegend i. M. 1 : 250 und z. T. 1 : 500 aufgenommen.

Das Gesamtprojekt wird voraussichtlich in der ersten Hälfte 1957 abgeschlossen. Die Auswertung aller Aufnahme- und Versuchsergebnisse nimmt jedoch noch einige Zeit in Anspruch. Es sei noch bemerkt, daß nach der Methode der Weinbergskartierung, die in Hessen entwickelt worden ist, inzwischen auch in anderen Ländern gearbeitet wird.

2. Als Beispiel für die Mitarbeit des Landesamtes für Bodenforschung bei den Vorarbeiten für die Umlegung sei die bodenkundliche Spezialaufnahme der Gemarkung Rebgeshain im Hohen Vogelsberg angeführt. In dieser Gemeinde mit einer landwirtschaftlichen Nutzfläche von 430 ha wurde auf Initiative des „Bodenverbandes Vogelsberg“ neben einer kleinklimatischen und pflanzensoziologischen Kartierung auch eine Bodenaufnahme i. M. 1 : 10000 durchgeführt. Die Bodenkarte i. M. 1 : 15000 ist mit einer kurzen Erläuterung in der Schriftenreihe des „Bodenverbandes Vogelsberg“ veröffentlicht (SCHÖNHALS 1953).
3. Eine weitere bodenkundliche Spezialkarte i. M. 1 : 10000 wurde 1935 von etwa der Hälfte des 90 ha großen Gutes Eichhof bei Bad Hersfeld der Staatl. Lehr- und Versuchsanstalt für Grünlandwirtschaft und Futterbau hergestellt. Neben dem Bodentyp standen hier vor allem die Bodenartenschichtung bis 2 m Tiefe und die Grundwasserverhältnisse im Vordergrund, um gleichzeitig dem Wasserwirtschaftsamt bei dem Entwurf des Dränplanes die wichtigsten Angaben zu liefern.
4. Eine sehr große Bedeutung hat die Bodenkartierung für die Forstwirtschaft, weil die Holzproduktion in hohem Maße von den natürlichen Gegebenheiten abhängt. Es ist daher auch eines der Ziele der heutigen Forstwirtschaft, den Aufbau der Bestände so vorzunehmen, wie es die jeweiligen Standortsfaktoren erfordern; hierbei kommt dem Boden naturgemäß die Hauptbedeutung zu. Leider konnte aber bisher in Hessen — im Gegensatz zu anderen Ländern — noch nicht mit der Spezialaufnahme des Staatswaldes begonnen werden. Lediglich ein Privatforstamt (Graf Görtzisches Forstamt Schlitz, Oberhessen) wurde unter der Leitung des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung von 1954 bis 1956 i. M. 1 : 10000 kartiert. Diese Kartierung, die als Muster für weitere bodenkundliche Aufnahmen von forstlich genutzten Flächen in Hessen dienen soll, sei deshalb anschließend kurz erläutert. Grundlage der Bodenkarte bilden rund 30000 Handbohrungen und mehrere hundert Profilgruben sowie die an den Bodenproben zahlreicher typischer Profile ausgeführten Laboratoriumsuntersuchungen. Die Bodenkarte und die dazugehörige Legende enthalten u. a. folgende Angaben: Bodentyp, Bodenartenschichtung, durchwurzelbarer Bodenraum, Wasserverhältnisse, Basen- und Nährstoffgehalt, Kalkgehalt, Bodenreaktion und Humusform. Eine ausführliche Erläuterung wird der Karte beigegeben. Da nur Flächenfarben verwendet werden, ist eine leicht lesbare Karte entstanden, die von dem praktischen Forstmann in zahlreichen Fällen zu Rate gezogen werden kann, so z. B. bei der Forsteinrichtung und Aufforstung, bei Düngungs- und Meliorationsmaßnahmen sowie beim Wegebau.
5. Im folgenden sei noch auf die Mitwirkung des Landesamtes bei den Untersuchungen typischer Schadensgebiete in Landschaften mit starker Boden-erosion hingewiesen. Die unter Leitung von Herrn Prof. Dr. KURON, Justus-Liebig-Hochschule zu Gießen, im Rahmen eines Forschungsauftrages des Instituts für Raumforschung Bonn durchgeführten Untersuchungen betrafen zwei kleinere Schadensgebiete in Hessen, nämlich den 100 ha großen Roßbacher Hof bei Erbach im Hinteren Odenwald und den ca. 70 ha großen Steinheimer Hof bei

Eltville im Rheingau. Auf beiden Gütern wurde eine bodenkundliche Aufnahme i. M. 1 : 2000 durchgeführt. Die Bodenkarten des Roßbacher und des Steinheimer Hofes sind i. M. 1 : 5000 zusammen mit den anderen Untersuchungsergebnissen veröffentlicht (SCHÖNHALS 1954 b, 1956).

#### IV. Sonstige Arbeiten

Die erläuterten Beispiele zeigen, für welche Zwecke das Landesamt die erforderlichen Bodenkarten zur Verfügung stellte. Neben Arbeiten dieser Art, die meist mit einer längeren Geländetätigkeit verbunden waren, wirkten die Sachbearbeiter noch bei zahlreichen anderen Vorhaben maßgeblich mit. Hier ist zunächst die geologisch-bodenkundliche Beratung von forstlichen Standortsschätzern und Forstamtsleitern zu erwähnen. Bei dieser Arbeit wurden auch von wichtigen Bodenprofilen Proben zwecks näherer Untersuchung im Laboratorium des Landesamtes entnommen. Erst durch die dann vorliegenden Ergebnisse konnten die Bodentypen richtig angesprochen und genaue Angaben über den Basen- und Nährstoffgehalt usw. gemacht werden. Ähnliche Untersuchungen erfolgten auch auf Flächen, die wieder aufgeforstet werden sollten.

Bei Umlegungen kommt es häufig zu einer Änderung der Grenze zwischen Feld und Wald. In solchen Fällen soll meist der seitherige Waldboden nach der Umlegung landwirtschaftlich genutzt werden. Infolge der wirtschaftlichen Bedeutung solcher Kulturartenänderungen wurde im allgemeinen das Landesamt um die Erstattung eines Gutachtens ersucht, welches dann das Kulturamt bei der zu treffenden Entscheidung zugrunde legte. Das Gleiche war der Fall, wenn Ödland der land- oder forstwirtschaftlichen Nutzung zugeführt werden sollte.

Erwähnt sei auch die Mitarbeit des Landesamtes bei der Anfertigung von Dränplänen. Für diesen Zweck wurden in mehreren Gemeinden des Vogelsberges, der Rheinniederung und des Odenwaldes Untersuchungen durchgeführt, die vor allem über die Bodenartenschichtung und den Vernässungsgrad Aufschluß geben sollten. Dadurch konnte den Wasserwirtschaftsämtern die Planung erleichtert und der Aufwand für die Dränarbeiten meist gesenkt werden.

Weiterhin sei auf die Beratung von Landwirtschaftsschulen, Gemeinden, landwirtschaftlichen Berufsorganisationen und Behörden hingewiesen. In Zusammenhang mit den Kartierungen und den angeführten Untersuchungen hielten die Sachbearbeiter zahlreiche Vorträge, besonders in den Weinbautreibenden Gemeinden und Weinbauverbänden. Ferner wurden Gutachten von Rebschnittgärten und Adaptionflächen in Italien und anderen Weinbergflächen erstattet. Die Ergebnisse sind z. T. veröffentlicht (BIRK und ZAKOSEK 1956).

#### V. Zukünftige Aufgaben

Art und Umfang der in den nächsten Jahren durchzuführenden Aufgaben hängen in erster Linie von dem Personalbestand ab. Soll beispielsweise die Übersichtskartierung i. M. 1 : 100000 in etwa 5 Jahren beendet sein, was unbedingt anzustreben ist, so sind 5 Bodenkundler erforderlich. Bisher war aber nur ein Kartierer während einer kurzen Zeitspanne des Aufnahmejahres dafür eingesetzt. Dies wird auch

in den nächsten Jahren nicht wesentlich anders sein, da die beiden übrigen Bodenkundler fast vollständig mit der Weinbergskartierung und anderen Spezialaufnahmen beschäftigt sind. Eine Neueinstellung von weiteren Bodenkündern ist daher allein schon im Hinblick auf eine möglichst baldige Durchführung der Übersichtskartierung notwendig. Gleichzeitig sei aber noch bemerkt, daß wahrscheinlich nach Abschluß der Weinbergskartierung mit der von der Praxis gewünschten Kartierung der hessischen Obst- und Gemüsebaugebiete begonnen wird, für die alle seither bei der Weinbergskartierung eingesetzten Aufnahmetrupps zur Verfügung gestellt werden müßten; denn eine solche Kartierung kann der Planung und Praxis nur dann voll dienstbar gemacht werden, wenn sie nach wenigen Jahren beendet ist.

Als eine sehr wichtige Aufgabe muß noch die bodenkundliche Kartierung des sogenannten Öd- und Unlandes angesehen werden. Nach der amtlichen Statistik nimmt das Öd- und Unland in Hessen mehr als 40000 ha ein. Über seinen tatsächlichen Wert und seine Eignung ist aber so gut wie nichts bekannt. Nach Erfahrungen in Hessen und anderen Ländern des Bundesgebietes kann ein erheblicher Teil dieser Fläche land- und forstwirtschaftlich genutzt werden. Um aber jedes Risiko bei der Inkulturation zu vermeiden, ist die bodenkundliche Kartierung die erste Voraussetzung.

Von wesentlich größerer wirtschaftlicher Bedeutung wäre eine Bodenkartierung i. M. 1 : 10000 des hessischen Staatswaldes, die etwa nach den in Abschnitt III, 4 angedeuteten Richtlinien erfolgen müßte. Da diese Aufgabe jedoch nur mit einem großen Mitarbeiterstab bewältigt und daher vorerst nicht in Angriff genommen werden kann, sollte man in den nächsten Jahren wenigstens an die Spezialkartierung derjenigen Forstämter denken, die in der Planung und Bewirtschaftung einen bevorzugten Platz einnehmen.

Eine vordringliche Aufgabe sieht das Landesamt für Bodenforschung in der Auswertung der Bodenschätzung, die ja nicht nur die Grundlage einer neuen Einheitsbewertung sondern auch einer planvollen Gestaltung der Bodennutzung bildet. Hierfür ist die Anfertigung von Gemeinde-Bodenschätzungskarten i. M. 1 : 5000 erforderlich, eine viele Jahre dauernde Arbeit, die in enger Zusammenarbeit mit dem Hessischen Landesvermessungsamt durchgeführt werden sollte.

#### Schriftenverzeichnis

- BIRK, H. u. ZAKOSEK, H.: Über die Holzreife von Unterlagen in italienischen Rebschnittgärten und deren Beziehungen zum Boden. — Z. Weinwissenschaft, **10**, S. 110—119, Mainz 1956.
- KLEMM, G.: Geologisch-agronomische Untersuchungen des Gutes Weilerhof (Wolfskehlen bei Darmstadt). — Abh. großherzog. geol. L.-A., III, 52 S., 1 Kte, Darmstadt 1897.
- SCHÖNHALS, E.: Geologie und Böden der Gemarkung Rebgeshain, mit einer Bodenkarte i. M. 1 : 15000. — Schriftenreihe d. Bodenverb. Vogelsberg, **1**, S. 29—38, Lauterbach 1953.
- Die Böden Hessens und ihre Nutzung, mit einer bodenkundlichen Übersichtskarte i. M. 1 : 300000. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **2**, 288 S., 25 Abb., 60 Tab. u. 15 Taf., Wiesbaden 1954 (1954 a).
- u. a.: Landwirtschaft und Bodenerosion I. Der Roßbacher Hof bei Erbach im Odenwald. — Mitt. Inst. Raumpforsch. Bonn, **23**, 48 S., 53 Abb. u. 7 Ktn., Bad Godesberg 1954 (1954 b).
- u. a.: Landwirtschaft und Bodenerosion II. Der Steinheimer Hof bei Eltville im Rheingau. — Mitt. Inst. Raumpforsch. Bonn, **29**, 24 S., 10 Abb. u. 6 Ktn., Bad Godesberg 1956.
- SCHOTTLER, W.: Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1 : 600000. — Notizbl. Ver. f. Erdk. u. hess. geol. L.-A. Darmstadt 1929 (V) **12**, S. 22—69, 1 Taf., Darmstadt 1930.

Eingegangen am 28. 1. 1956

Abt. VI — Bodenkunde und Chemie

**VI b. Zusammenfassender Bericht  
über die Tätigkeit des chemischen Laboratoriums  
in den ersten 10 Jahren seines Bestehens**

Von **PAUL PFEFFER**, Wiesbaden

Die Einrichtung eines Laboratoriums erschien schon bei der Errichtung des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung als eine wichtige Voraussetzung für die Durchführung geochemischer und physikalischer Untersuchungen.

Die Aufgabe dieses Laboratoriums besteht nach dem Vorbild der Laboratorien der ehemaligen Preußischen Geologischen Landesanstalt darin, bei Erkundungen lagerstättenkundlicher, bodenkundlicher und hydrogeologischer Natur und bei der Abgabe von Gutachten auf diesen sehr vielseitigen Spezialgebieten Hilfestellung zu leisten und die Feststellungen der Geologen und Bodenkundler durch exakte Untersuchungen und Zahlenangaben zu unterbauen.

Besondere Schwierigkeiten bereitete nach dem Kriege die Beschaffung geeigneter Räumlichkeiten und der erforderlichen Laborausrüstung. Die Raumfrage wurde zunächst provisorisch im gleichzeitigen Interesse einer Zusammenarbeit zwischen dem Ministerium für Ernährung und Landwirtschaft und dem Landesamt für Bodenforschung dadurch gelöst, daß die Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim die benötigten Arbeitsplätze nebst den dringendsten Einrichtungen und Apparaturen zur Verfügung stellte. Als Gegenleistung übernahm der Chemiker des Landesamtes für Bodenforschung die vorläufige Betreuung des Geisenheimer Institutes für Bodenkunde und Düngerlehre.

Bei der Vielseitigkeit und dem Anwachsen der beiderseitigen Aufgabenbereiche erwies sich aber auf die Dauer diese Personalunion als nicht durchführbar. Auch wegen der erheblichen Entfernung nach Geisenheim erschien die Errichtung eines eigenen Laboratoriums in Wiesbaden unbedingt erforderlich. Geeignete Räume wurden von der Wiesbadener Stadtverwaltung im Neuen Museum zur Verfügung gestellt und konnten nach Fertigstellung der Installation am 1. 10. 1949 bezogen werden.

Im Vordergrund der Aufgaben des chemischen Laboratoriums standen besonders in den ersten Jahren die Bodenuntersuchungen im Rahmen der Weinbergkartierung des Rheingaus. Es kam hier vor allem darauf an, mit Hilfe rasch durchführbarer Methoden eine große Anzahl von Bodenproben auf ihren pH-Wert, den Gehalt an Kalk und dessen Bindungsform, auf die Mengen an wurzellöslichen Nährstoffen, insbesondere Kali und Phosphorsäure, auf den Gehalt und die Beschaffenheit des Humus und auf die Korngrößenzusammensetzung hin zu untersuchen.

Für die Bodenkartierung in Oberhessen wurden ähnliche Untersuchungen namentlich an Basaltverwitterungs- und Lößböden durchgeführt. Außerdem wurde hier besonderer Wert auf die Verfolgung des Verwitterungsverlaufes durch die Untersuchung ganzer Bodenprofile nebst Muttergestein gelegt, wofür die Durchführung zahlreicher Bauschanalysen erforderlich wurde.

Die große Anzahl der eingehenden Bodenproben erforderte eine Nachprüfung und Verbesserung der angewandten Bodenuntersuchungsmethoden. So wurde eine Schnellmethode für die Bestimmung der Gesamtphosphorsäure in Gesteinen und Böden ausgearbeitet und veröffentlicht.

Die Methode zur Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung wurde durch erfolgreiche Versuche mit einem Langschallwellengerät zur Erreichung einer raschen und zuverlässigen Dispergierung der Böden unter gleichzeitiger Anwendung verschiedener chemischer Dispergierungsmittel verbessert und beschleunigt.

Eine einheitliche Anwendung der Bodenuntersuchungsmethoden durch gemeinsame Dienstbesprechungen und Erfahrungsaustausch mit den Chemikern und Bodenkundlern der übrigen geologischen Landesanstalten der Bundesrepublik und mit verschiedenen bodenkundlichen Forschungsinstituten wurde angestrebt. Insbesondere hinsichtlich der Bestimmung des Basensättigungszustandes der Böden war eine einheitliche Ausrichtung im Hinblick auf die sehr verschiedenartigen Methoden am Platze und es wird auch weiterhin notwendig sein, bei Vervollkommnung der z. Z. angewandten Methoden bzw. bei Anwendung oder Ausarbeitung neuer Verfahren einheitlich vorzugehen.

Neben den Bodenuntersuchungen stehen die Gesteinsanalysen unter den chemischen Arbeiten des Laboratoriums an erster Stelle. Außer einer großen Anzahl von Einzelproben der in Hessen anstehenden verschiedenartigen Sediment- und Eruptivgesteine wurden mehrere Diabas- und Grünstein-Teilprofile aus den Gruben des Lahn-Dillgebietes analysiert.

Eine chemisch-petrographische Untersuchung wurde gemeinsam mit Prof. Dr. HENTSCHEL an einer größeren Anzahl von Basalten des Westerwaldes begonnen und wird weiter fortgesetzt, da gerade dieses Gebiet hinsichtlich seiner Basalte erst unvollständig bearbeitet ist. Gelegentlich dieser Untersuchungen waren vergleichende gravimetrische und flammenphotometrische Bestimmungen der Alkalien und Erdalkalien von Interesse, als deren Ergebnis eine wesentliche Verbesserung der zur Verfügung stehenden Flammenphotometers durch dessen Kombination mit einem Anzeigegerät zum Spektralphotometer der Fa. Zeiss erreicht wurde, so daß namentlich die Alkalien nunmehr mit guter Genauigkeit auch im Verlaufe der Gesteinsanalysen vorwiegend auf flammenphotometrischem Wege bestimmt werden können. Die hohen Anschaffungskosten für ein Spektralphotometer konnten auf diese Weise vermieden werden.

In der Zeit der Brennstoffverknappung wurde das Laboratorium bei der Beurteilung hessischer Braunkohlenvorkommen in zahlreichen Fällen herangezogen. Neben Heizwertbestimmungen und quantitativen Bestimmungen von Kohlenstoff-, Wasser- und Aschegehalt wurden Schwelversuche zur Ermittlung des Gehaltes an flüchtigen Kohlenwasserstoffen, Teer und Rohkoks und Extraktionsversuche mit verschiedenen Lösungsmitteln zur Erfassung des Erdwachs- bzw. Bitumengehaltes von Braunkohlen und bituminösen Tonen ausgeführt.

Zu erwähnen sind auch Mooruntersuchungen, die zur Gewinnung von geeignetem Material für das Moor- und Heilbad Schwalbach mit z. T. behelfsmäßigen Mitteln auf den Gehalt an wasserlöslichen und unlöslichen organischen und anorganischen Bestandteilen sowie auf ihr thermisches Verhalten und mehrere andere physikalische

Daten durchgeführt wurden, da die dafür zuständigen Speziallaboratorien im Jahre 1949 noch nicht wieder zur Verfügung standen.

Die Bestrebungen, auch kleinere Erzvorkommen wieder in Betrieb zu nehmen oder neue zu erschließen führten dazu, daß das Laboratorium für die Durchführung der verschiedenartigen Erzanalysen zur Verfügung stehen mußte. Auch die Prüfung von erdölverdächtigen Wasser- und Bodenproben gehörte zum praktischen Aufgabenbereich des chemischen Laboratoriums.

Eingehende Untersuchungen hessischer Tone wurden für verschiedene Zwecke benötigt. Soweit es sich um Tone handelte, die zur Abdichtung von Staubecken, Stollen u. dgl. Verwendung finden sollten, kam es vor allem auf die Korngrößenbestimmung, insbesondere der feinsten Fraktionen an, während die für keramische Zwecke bestimmten Tone auf Eisen, Kaolin und Quarz, auf ihre Färbung nach dem Brennen und auf die Plastizität hin (Fließgrenze) zu prüfen waren. Auch zahlreiche Bauschanalysen wurden an Tonen ausgeführt.

Verschiedene chemische und physikalische Untersuchungen an technisch zu verwertenden Sanden, Quarzitsteinen, Schiefen, Kalken und Dolomiten gehörten ebenfalls zum Aufgabenbereich des Laboratoriums.

Erheblichere Bedeutung kommt auch den Wasseruntersuchungen im Rahmen der Neuerschließung von Wasservorkommen durch Bohrungen zu. Auch die bei Erdölbohrungen im Raume Hessens in großen Tiefen angetroffenen stark salzföhrnden Mineralwässer wurden in mehreren Fällen insbesondere auf ihren Gehalt an Brom-, Jod- und Barium-Verbindungen geprüft und dadurch ein Einblick in die Herkunft dieser Lösungen ermöglicht.

Neben analytischen Arbeiten wurden im Laboratorium Versuche verschiedener Art zur Klärung spezieller Fragen angestellt. Durch Prüfung des Einflusses von Salzlösungen auf die Abscheidung von Eisenhydroxyd aus kolloidalen Lösungen und Ferrokarbonat enthaltenden Lösungen wurde die Frage verfolgt, inwieweit der Salzgehalt eindampfenden Meerwassers bei der Abscheidung des Eisens eine Rolle spielen kann.

Für die Beurteilung der möglichen Auswirkungen von Salzhalden auf das Grundwasser wurden Experimente mit verschiedenen Salzen, insbesondere Bittersalz und Kieserit, bzgl. ihrer Lösungs- und Hydratationsgeschwindigkeit und des Eindringungsvermögens der entstehenden Lösungen durchgeführt.

Für einen Beitrag zur Klärung der Frage nach dem Ursprung des Lösungsinhaltes bestimmter Mineralquellen wurden mehrere Versuchsreihen in der Weise angesetzt, daß fein gepulverte Gesteinsproben in Wasser aufgeschlämmt und bei hohen Kohlendruck und Temperaturen behandelt und die entstandenen Lösungen analysiert wurden.

In Anbetracht der Vielseitigkeit des Aufgabenbereiches und der oft nur einmalig und in kurzer Zeit zu erledigenden Untersuchungen kam es besonders in den Jahren nach dem Kriege im chemischen Laboratorium eines Landesamtes für Bodenforschung sehr häufig darauf an, mit einfachen Mitteln zu improvisieren und auch einmal mit altbewährten vielleicht umständlicheren Methoden zu arbeiten, mit denen man im Einzelfalle u. U. schneller zum Ziele gelangt als mit den bei Serienuntersuchungen rascher arbeitenden modernen Methoden der Photometrie und Spektrographie.

Im Hinblick auf die laufend gestiegene Zahl der Serienuntersuchungen wird eine weitere Ergänzung und Vervollkommnung des Laborinventars angestrebt. Insbesondere ist an die Anschaffung geeigneter Apparate für die quantitative Bestimmung geringer Uranmengen in Gesteinen und Böden gedacht.

Da das Laboratorium noch wie vor 6 Jahren in nur 2 Arbeitsräumen untergebracht ist, wurde die Beschaffung einer Anzahl weiterer Räume für die nächste Zeit in Aussicht gestellt.

Eingegangen am 24. 10. 1955



JULIUS GÖRGES  
1891 — 1956

## Nachruf auf JULIUS GÖRGES

Mit 1 Bildnis

Von HANS UDLUFT, Wiesbaden

Am 29. 10. 1955 ist der freiwillige Mitarbeiter des Hess. Landesamtes für Bodenforschung, Herr Bankdirektor Dr. h. c. JULIUS GÖRGES nach langer schwerer Krankheit im Alter von 64 Jahren in Kassel gestorben.

JULIUS GÖRGES, geboren am 15. 1. 1891 in Düsseldorf, hat schon als Schüler Versteinerungen in bekannten, fossilführenden Gesteinsvorkommen des Bergischen Landes gesammelt. Nach seiner eigenen Erzählung fand er beim Fangen von Eidechsen, die er einem Freund geben wollte, einen merkwürdigen Stein, einen Stein mit Muscheln, die ihm auffielen, und beim weiteren Suchen in der nächsten Umgebung noch viele ähnliche. Er war im Bereich des Grafenberger Tertiärs, und er erhielt durch diesen Zufall die Anregung zu Arbeiten, die sein ganzes Leben bestimmt haben.

Durch einen seiner Lehrer wurde er auf die Sammlung des Löbbecke-Museums aufmerksam gemacht und hat dort zu einer Reihe von Sammlern und Liebhaber-Geologen Föhlung gefunden; als 14-jähriger wurde er zum jüngsten Mitglied einer solchen Gruppe von Freunden, die regelmäßig im Löbbecke-Museum zusammenkamen, um ihre Funde auszutauschen und zu diskutieren. Das waren Herren aller Berufe, Industrielle, Lehrer und Handwerker, die in ihrer Freizeit Fossilien sammelten und auch wissenschaftlich arbeiteten. Von diesen Herren seien Hauptmann RICHTER, Fabrikbesitzer PIEDBOEUF und Pater REGINALD WEINGÄRTNER, der vielen Geologen bekannt ist, genannt.

In Düsseldorf hat es damals die Sammlung des Naturwissenschaftlichen Vereins gegeben, dessen Vorstand Prof. Dr. HÜLSKÖTTER war, weiterhin diejenige des Löbbecke-Museums, dessen Kustos, Oberlehrer W. WENK, der Hauptförderer seiner Interessen und Neigungen gewesen zu sein scheint. Außerdem besaßen die genannten Herren PIEDBOEUF und RICHTER Privatsammlungen.

Er besuchte das Hohenzollern-Gymnasium in Düsseldorf, mußte die Schule aber nach dem frühen Tod seines Vaters verlassen, um mit der mittleren Reife (dem „Einjährigen“) als Lehrling in den Schaffhausen'schen Bankverein in Düsseldorf einzutreten. Er ist dort bis kurz vor Ausbruch des 1. Weltkrieges tätig gewesen. Aber auch nach dem Eintritt in das Bankgeschäft ging er seiner naturwissenschaftlichen Neigung nach und zwar in einem solchem Ausmaß, daß er bereits im Jahre 1911, also als 20-jähriger, im Geologen-Kalender in der Reihe der Geologen genannt wird.

Die Zusammenarbeit mit den Düsseldorfer Freunden hat ihn in einem solchem Maß angefeuert, daß der nächste Band des Geologen-Kalenders (1913—1914) in der Reihe der erwähnten Sammlungen in Düsseldorf auch angibt: „Samm l u g v e r

GÖRGES, reichhaltige Sammlung von ca. 6000 Arten u. a. Cambrium von Südfrankreich, böhmisches Silur, Devon (Eifel, Paffrath, Düsseldorf, Sauerland, Amerika), Etroeungt von Ratingen (ca. 100 Arten noch unbearbeitet), Kohlenkalk, Karbon, Kulm von Aprath, Jura, Kreide, Tertiär von Düsseldorf, Krefeld, Moers, Geldern, Venlo, Limburg, Rott, Mainzer Becken, Bünde, Belgien, Pariser Becken, Bordeaux, Wiener Becken, Oberitalien, Amerika. Besichtigung nach Voranmeldung gestattet; Tausch erwünscht.“

Diese Notiz sagt aus, daß er damals nicht nur in der nächsten Umgebung Düsseldorf sammelte, sondern in seinen Urlaubstagen und an Sonntagen in die weitere Umgebung ging. Der damals 23-jährige Bankangestellte hatte also schon eine Leistung vollbracht, wie sie nur sehr wenige gleichalte Geologie-Studenten aufweisen können. Nach einer kurzen Tätigkeit in einem Bankhaus in Mönchen-Gladbach ging er 1914 nach Detmold in die Westfälisch-Lippische Vereinsbank. 1915 trat er als Kriegsfreiwilliger in das Heer ein und hat damals seine Sammlung dem Löbbbecke-Museum übereignet.

Er ist dann bis 1917 Soldat auf dem westlichen und östlichen Kriegsschauplatz gewesen und zum Unteroffizier und Offiziersaspiranten befördert worden. Im Osten erkrankte er aber an Lungenentzündung und Typhus und lag lange im Lazarett, aus dem er als nicht mehr kv entlassen wurde. 1918 ist er von dem Kasseler Bankier KARL LUDWIG PFEIFFER, einem begeisterten Zoologen, der große Sammelexkursionen ausgeführt und eine bedeutende Molluskensammlung angelegt hat, nach Kassel verpflichtet worden, um in dessen Effektenabteilung zu arbeiten. Sein Geschick und seine Energie ließen ihn schon bald Bevollmächtigter werden.

In Kassel konnte er seine Lieblingsbeschäftigung wieder aufnehmen, die ihn aber seinen Beruf niemals vernachlässigen ließ.

Im Jahre 1920 ist er in die Deutsche Geologische Gesellschaft und später auch in die Paläontologische Gesellschaft eingetreten, der er bis zu seinem Tod angehört hat. Der Umfang seiner neuen Sammeltätigkeit wird durch eine Notiz im Geologen-Kalender für die Jahre 1925—1926 belegt, in dem in der Reihe der Sammlungen in Kassel neben dem Naturalien-Museum und der Sammlung des Realgymnasiums 3 Privatsammlungen genannt werden, nämlich diejenige von Prof. MILDE, die des als Geologen bekannt gewordenen Lehrers HANS PENNDORF und „die Sammlung von Bankprokurist JULIUS GÖRGES, Tertiärfossilien, mehrere 1000 Arten des In- und Auslandes, darunter Material aus dem Oberoligozän von Lintfort und Borth am Niederrhein. Tausch erwünscht.“

☞ 1933 ist das Bankhaus Pfeiffer von der Deutschen Bank übernommen worden. JULIUS GÖRGES erhielt zunächst Prokura und wurde anschließend Abteilungsdirektor; er war bis zu seinem Ausscheiden aus der späteren Süddeutschen Bank Leiter der Wertpapierabteilung. Er genoß nicht nur in den Wirtschaftskreisen Kassels und der Umgebung, sondern weit darüber hinaus Vertrauen und bestes Ansehen auf diesem Wirtschaftsgebiet. Er kannte alle führenden Wirtschaftler Niederhessens und der umgebenden Gebiete und ist deshalb auch während der Zeit, in der er Vorstandsmitglied der Paläontologischen Gesellschaft gewesen ist, in der Lage gewesen, für die Drucklegung von Arbeiten immer wieder Beihilfen oder Stiftungen zu bekommen.

Obwohl sein Beruf ihn schon voll und ganz in Anspruch nahm, hat er durch sein ganzes Berufsleben hindurch die Zeit und Möglichkeit zum Sammeln, Präparieren, Studieren und Bestimmen von Versteinerungen gefunden, und zwar in einem solchen Ausmaß, daß er mehr und mehr wissenschaftliche Anerkennung gefunden hat. Er ist wohl zunächst mit der Kassel am nächsten benachbarten Universität Göttingen, und zwar mit Herrn Prof. Dr. HERMANN SCHMIDT, in Fühlung gekommen sowie mit Herrn Dr. ZILCH von der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M., sowie mit der Universität Marburg und mit zahlreichen Fachkollegen an Forschungsstätten des In- und Auslandes.

In Göttingen hat er die reiche Tertiärsammlung ADOLF VON KOENEN's häufig aufgesucht und zu vergleichenden Studien benutzt. Dabei ließ er sich durch alle Unbequemlichkeiten der bombengeschädigten Räume nicht abschrecken und hat wesentlich zur Wiederherstellung der benutzten Abteilung beigetragen.

Über 40 Jahre lang hat er seine Abendstunden, jedes Wochenende und seine Ferien zum Sammeln, Studieren, zur Teilnahme an Tagungen und Exkursionen benutzt. Für ihn war es eine Freude und vielleicht auch eine Ausspannung, wenn er nach Hause zurückgekehrt, sich an sein Mikroskop setzen konnte. Er hat sich mehr und mehr in das schwierige Gebiet der modernen paläontologischen Nomenklatur eingearbeitet und hat hier auch mit dem unumstrittenen Meister dieses Gebietes, Herrn Prof. Dr. RUDOLF RICHTER, Fühlung genommen.

Seine Arbeiten haben ihn im Laufe der Zeit eine Reihe von Aufsätzen veröffentlichten lassen, die ihm allgemeine Anerkennung brachten. Viele Fachkollegen haben nicht gewußt, daß der Verfasser dieser Aufsätze im Hauptberuf Bankdirektor war. Er gehörte zu denjenigen Paläontologen, die sich mit Liebe und Geduld der mühsamen und langwierigen Bearbeitung tertiärer Makro- und Kleinfauen widmeten. Auf dem Gebiet der oligozänen Faunen waren seine paläontologischen Kenntnisse einzigartig. Von den Oligozänvorkommen des Kasseler Raumes ausgehend hat er wohl alle erreichbaren gleichalten deutschen Fossilvorkommen besucht, dort gesammelt und sie in seine Studien einbezogen. Aus diesen Kenntnissen heraus konnte er auch Vorschläge zur Verbesserung der erdgeschichtlichen Einordnung für wichtige Einheiten machen. Die Bearbeitung von Tertiärfossilien aus dem Kasseler Raum und der Niederhessischen Senke hat ihn zur Zusammenarbeit mit dem Hess. Landesamt für Bodenforschung geführt und ihn diesem auf dem Gebiet der Braunkohlengeologie zum willkommenen Mitarbeiter werden lassen; er gab wertvolle Hinweise beim Ansetzen und Auswerten von Bohrungen. Auf Grund dieser Arbeiten hat am 30. 12. 1952 der Herr Hess. Minister für Arbeit, Landwirtschaft und Wirtschaft sich einverstanden erklärt, daß das Hess. Landesamt für Bodenforschung Herrn GÖRGES zum Freiwilligen Mitarbeiter ernenne.

Am 6. 3. 1954 fand seine wissenschaftliche Betätigung ihre wohlverdiente seltene Anerkennung in der Ernennung zum Dr. phil. h. c. durch die Philosophische Fakultät der Philipps-Universität in Marburg.

Durch seine jahrelang fortgesetzte intensivste Arbeitsweise hat er sich ein schweres Herzleiden zugezogen, das ihn endlich dem Wunsch seiner Familie und seiner Freunde nachgeben ließ, sich in den Ruhestand versetzen zu lassen. In diesem hat er aber nur kurze Zeit Muße gefunden, sich ausschließlich seiner wissenschaftlichen Tätigkeit

zu widmen. Von seiner schweren Erkrankung hatten alle Freunde und Fachkollegen mit großem Bedauern Kenntnis genommen, und es hat den Verfasser und diejenigen Fachkollegen, die ihn gelegentlich in Kassel aufsuchten, immer wieder gefreut, wenn es ihm in seinen letzten Monaten wieder so weit besser ging, daß er seinen wissenschaftlichen Interessen stundenweise nachgehen konnte. Es war immer eine Freude, mit ihm über seine Arbeiten und Arbeitspläne zu sprechen, und ich bedaure es immer wieder, daß mir die eigenen Dienstaufgaben nicht häufiger Zeit ließen, ihn aufzusuchen und mit ihm zu fachsimpeln.

Seine Sammlung, die er in Jahrzehnten zusammengetragen hat, die etwa 6000 Arten des Mittel- und Oberoligozäns umfaßt, und die glücklicherweise auch die Zerstörung Kassels im Bombenhagel überdauern konnte, ist zu einer der bedeutendsten, privaten Sammlungen auf ihrem Gebiet in Deutschland herangewachsen. Sie ist nach GÖRGES' letztem Willen in den Besitz der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft übergegangen.

Der Tod hat einem gütigen Menschen und begeisterten Forscher vorzeitig die Feder entrissen, von der wir noch manchen wertvollen Beitrag erhofften. Leider war es ihm auch kaum vergönnt, seine Kenntnisse auf jüngere Fachkollegen zu vererben und diese in einer heute leider häufig vernachlässigten Forschungsrichtung zu befruchten. Nachdem er von uns gegangen ist, bleibt es uns nur, ihm für seine treue hingebungsvolle Arbeit zu danken, die seinen Namen auf ewig mit der Tertiärforschung verbinden wird.

#### Schriften

- GÖRGES, J.: Die Oberoligozänfauna von Rumeln am Niederrhein. Ein Beitrag zur Kenntnis des Niederrheinischen Oligocäns. — *Decheniana*, **100 A**, S. 115—186, 3 Taf., Bonn 1941.
- Die oberoligozänen Pectiniden des Doberges bei Bunde und ihre stratigraphische Bedeutung. — *Paläontol. Z.*, **24**, S. 9—22, Stuttgart 1951.
- Neue Invertebrata aus dem norddeutschen Oberoligozän. — *Paläontol. Z.*, **26**, S. 1—9, Stuttgart 1952.
- Die Lamellibranchiaten und Gastropoden des oberoligozänen Meeressandes von Kassel. — *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **4**, 134 S., 3 Taf., Wiesbaden 1952.
- Marines Unterstamp von Epterode südlich Großalmerode. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **82**, S. 190—195, Wiesbaden 1954.
- GÖRGES J. † u. GRAMANN, F.: Gastropoden und Lamellibranchiaten aus dem Melaninton von Borken (Niederhessische Senke). — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **85**, S. 53—61, Taf. 4, Wiesbaden 1957.
- GÖRGES, J. u. PENNDORF, A.: Das niederhessische Tertiär und seine marinen Ablagerungen. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, (VI) **3**, S. 138—146, Wiesbaden 1952.

Eingegangen am 9. 2. 1957



HERMANN HARRASSOWITZ

1885 — 1956

## HERMANN HARRASSOWITZ zum Gedächtnis

Mit seinem Bildnis

Von **FRANZ KIRCHHEIMER**, Freiburg/Breisgau

Am 18. April 1956 verstarb in Bad Ems Dr. phil. HERMANN HARRASSOWITZ, emeritierter o. Professor für Geologie und Paläontologie der ehemaligen Ludwigsuniversität zu Gießen und einstiger Mitarbeiter der Hessischen Geologischen Landesanstalt. Sein Leben war der Forschung und Lehre auf den Gebieten der Geologie sowie ihrer praktischen Anwendung gewidmet.

HERMANN HARRASSOWITZ wurde am 19. Oktober 1885 zu Cottbus geboren und hat dort auch das Zeugnis der Reife erhalten. Von 1904—1908 studierte er Geologie in Berlin und Freiburg. 1909 wurde HERMANN HARRASSOWITZ in Freiburg mit einer als Assistent von W. DEECKE angefertigten Dissertation über die Geologie Graubündens promoviert. 1910 erfolgte die Habilitation für Geologie und Paläontologie an der Universität Gießen. 1915 wurde HERMANN HARRASSOWITZ daselbst außerplanmäßiger Professor; nach mehrjähriger Tätigkeit als Kriegsgeologe erhielt er 1919 den außerordentlichen Lehrstuhl für Geologie. 1920 folgte die Ernennung zum ordentlichen Professor und Direktor des Geologisch-Paläontologischen Institutes der Universität Gießen. Der von ihm eingerichtete Neubau ist 1944 mit dem gesamten Inventar und wertvollen Sammlungen ein Raub der Flammen geworden.

Der angefügte Schriftennachweis belegt das vielseitige wissenschaftliche Werk des Verstorbenen. 1921 erhielt HERMANN HARRASSOWITZ für seine Arbeiten über fossile Schildkröten den v. REINACH-Preis der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft. 1926 wurde er Mitglied der Leopoldinischen Akademie der Naturforscher zu Halle. Die hessische Geologie hat HERMANN HARRASSOWITZ besonders durch Untersuchungen über den Löß und Zechstein der Wetterau sowie die Bauxitlagerstätten des Vogelsberges bereichert. 1926 erschien sein Buch über den Laterit als die zu dieser Zeit umfassendste Darstellung der mit den Verwitterungsvorgängen in der erdgeschichtlichen Vergangenheit zusammenhängenden Probleme. In späteren Jahren hat sich HERMANN HARRASSOWITZ besonders mit Fragen der Balneologie und der Mineralisation von Quellen beschäftigt. Ein auf diesem Gebiet geplantes größeres Werk ist durch die Zeitumstände nicht zum Abschluß gelangt.

Mit dem Jahr 1933 begann für HERMANN HARRASSOWITZ eine Folge schlimmer Bedrängnisse. Unter haltlosen Verdächtigungen wurde er des Amtes enthoben und schließlich am 1. August 1934 unter Mißbrauch der Staatsgewalt in den Ruhestand versetzt, um seinen Lehrstuhl für eine den Machthabern genehme Besetzung freizumachen. In der Folgezeit hat sich HERMANN HARRASSOWITZ mit wissenschaftlichen Arbeiten beschäftigt. Auch war er als Gutachter für Bergbaugesellschaften und

Heilbäder tätig. Die Fortdauer der Schwierigkeiten und der Soldatentod des ältesten, zu großen Hoffnungen berechtigenden Sohnes zehrten an seiner Kraft.

Nach dem Zusammenbruch übernahm HERMANN HARRASSOWITZ den Lehrauftrag für Geologie an seiner alten Wirkungsstätte, der jetzigen Justus-Liebig-Hochschule zu Gießen. 1952 ist er unter besonderer Anerkennung der seit 1945 unter den schwierigsten Verhältnissen geleisteten Arbeit emeritiert worden. Der Lehrauftrag für Geologie und die Zukunft des Faches in Gießen beschäftigten ihn noch während seiner letzten Krankheit.

Mit HERMANN HARRASSOWITZ ist eine eigenwillige Persönlichkeit aus der älteren Geologengeneration geschieden. Sein Wesen war nicht immer geeignet, sich Freunde zu schaffen. Jedoch hat HERMANN HARRASSOWITZ in seiner Eigenschaft als Hochschullehrer ein ausgedehntes Wissen bereitwilligst mitgeteilt und es an menschlicher Wärme keinesfalls fehlen lassen. Seine Mitarbeiter und Schüler werden ihm ein dankbares Gedenken bewahren.

1. Geologische Untersuchungen am Nordostrand des Surettamassives im südlichen Graubünden. — Ber. naturf. Ges. Freiburg i. B. **17** (1909), S. 130—177, 6 Tafeln.
2. Einige Lößprofile der Wetterau. — Ber. oberh. Ges. f. Natur- u. Heilkde. Gießen N. F. **3** (1909), S. 88—94, 1 Tafel.
3. Über Radiolarite im Dillenburgerischen. — Ber. niederrhein. geol. Ver., 1909, S. 10—16.
4. Zur Geologie des südlichen Graubündens (zusammen mit O. A. WELTER). — Monatsber. D. Geol. Ges. **62** (1910), S. 65—71.
5. Frankenberger Zechstein und grobklastische Bildungen an der Grenze Perm—Trias. — Jahrb. preuß. Geol. Landesanst. **31** (1910), S. 383—447, 2 Tafeln.
6. Über die ältesten Spuren des Menschen. — Ber. oberh. Ges. f. Natur- u. Heilkde. Gießen, Naturwiss. Abt. **4** (1911), S. 138.
7. Die Festlandsbildungen des Zechsteins am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges. — Kali **5** (1911), S. 179—185.
8. Über Vertretung von Zechstein bei Schramberg. — Jahresber. u. Mitt. oberrhein. Geol. Ver. N. F. **1** (1911), S. 47—49.
9. Bericht über die Exkursionen durch die Gerolsteiner und Prümer Mulde (zus. mit H. RAUFF). — Ber. niederrhein. geol. Ver. 1911, S. 5—14.
10. Zur Entstehung der deutschen Kalisalzlager. — Ber. oberh. Ges. f. Natur- u. Heilkde. Gießen, N. F. Naturwiss. Abt. **4** (1911), S. 142—148.
11. Keuperprofile bei Angersbach im Lauterbacher Graben (zus. mit R. LANG). — Ber. oberh. Ges. f. Natur- u. Heilkde. Gießen, N. F. Naturwiss. Abt. **5** (1912), S. 1—44.
12. Exkursion Andeer-Savognin. Führer zu geologischen Exkursionen in Graubünden und in den Taurern. — Leipzig 1913, S. 15—18.
13. Der Zechstein in der Wetterau und die regionale Bedeutung seiner Facies. — Ber. oberh. Ges. f. Natur- u. Heilkde. Gießen, N. F. Naturwiss. Abt. **5** (1912), S. 49—106.
14. Der Untergrund des Vogelsberges (zus. mit E. KAISER). — Sitzungsber. naturhist. Ver. d. Preuß. Rheinlande u. Westfalens 1913, 79 S., 12 Tafeln.
15. Kalkalgen im Wellenkalk der Rhön. — Zentralbl. f. Min. etc. Jg. 1913, S. 402—404.
16. Carbonfaunen aus Bolivia und Peru. — N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. **37** (1914), S. 590 bis 652, 2 Tafeln.
17. Über den Zechstein in Spessart und Odenwald. — Centralbl. f. Min. etc. Jg. 1913, S. 742—751.
18. Der Lahnporphyr bei Diez und eine begleitende Fauna. — Centralbl. f. Min. etc. Jg. 1914, S. 469—473 u. 503—511.
19. Paläogeographische Bemerkungen. — Ber. niederrhein. Geol. Ver. 1913, S. 92—96.
20. Bericht über Sitzungen und Exkursionen bei Gelegenheit der 7. ordentlichen Hauptversammlung in Gießen nebst Bemerkungen über die Geologie des Vogelsberggebietes (zus. mit E. KAISER). — Ber. niederrhein. Geol. Ver. 1913, S. 81—89.

21. Beziehungen zwischen Tektonik und Sedimentation im Zechstein. — Kali **9** (1915), S. 17—25, 1 Tafel.
22. Die Gliederung des Zechsteins. — Ber. oberh. Ges. f. Natur- u. Heilkde. Gießen, N. F. Naturwiss. Abt. **6** (1914), S. 109—138.
23. Die faunistische Gliederung des Zechsteins. — Ber. niederrhein. Geol. Ver. 1914, S. 20—27.
24. Bericht über die Exkursionen nach der Versammlung in Köln. — Ber. niederrhein. Geol. Ver. 1914, S. 5—8.
25. Zur Kenntnis westdeutscher Schwespatlagerstätten. — Z. f. prakt. Geol. **24** (1916), S. 67—71.
26. Verwitterungslagerstätten. — Z. f. prakt. Geol. **24** (1916), S. 127—136.
27. Die Lahn-Main-Wasserscheide bei Gießen. — Mitt. aus J. P. Geograph. Anst. **62** (1916), S. 416—417.
28. Klimazonen der Verwitterung und ihre Bedeutung für die jüngste geologische Geschichte Deutschlands. — Geol. Rdsch. **7** (1916), S. 193—248.
29. Hilfsmittel bei Benutzung geologischer Karten. — Centralbl. f. Min. etc., Jg. 1917, S. 20 bis 23.
30. Die Blockfelder im östlichen Vogelsberg. — Ber. niederrhein. Geol. Ver. 1916, S. 29—49, 3 Tafeln.
31. Eocäne Schildkröten von Messel bei Darmstadt. — Centralbl. f. Min. etc., Jg. 1919, S. 147—154.
32. Die Klimate und ihre geologische Bedeutung. — Ber. oberh. Ges. f. Natur- u. Heilkde. Gießen, N. F. Naturwiss. Abt. **7** (1919), S. 212—232.
33. Nachruf für KURT VOGEL von FALCKENSTEIN. — Internat. Mitt. f. Bodenkde. **9** (1919), S. 72—75.
34. Geologisch wichtige Karten, besonders von Deutschland. — Naturwiss. Monatsh. f. d. biol., chem., geogr. u. geol. Unterricht **19** (1920), S. 194—201.
35. Verwitterung und Lagerstättenbildung. — Ibid. **21** (1920), S. 141—159.
36. Die Bedeutung der gesteinsbildenden Vorgänge für die Erzlagerstättenlehre. — Z. f. prakt. Geol. **29** (1921), S. 65—72.
37. Der oberhessische Bauxit. — Aluminium **3** (1921), S. 1—4.
38. Die Bauxitlagerstätten des Vogelsberges. — Metall u. Erz **18** (1921), S. 567—576, 1 Tafel.
39. Die Entstehung der oberhessischen Bauxite und ihre geologische Bedeutung. — Z. dt. Geol. Ges. **73** (1921), Monatsber. S. 179—192.
40. Landschaftsaufbau am Ostrande der Rheinischen Masse. — Centralbl. f. Min. etc. 1922, S. 233—242.
41. Neue geologische Übersichtskarten. — Naturwiss. Monatsh. f. d. biol., chem., geogr. u. geol. Unterricht **23** (1922), S. 74—78.
42. Die Anwendung der Farbnormen OSTWALDS in der Geologie. — Z. f. prakt. Geol. **30** (1922), S. 85—93.
43. Die Schildkrötengattung *Anosteira* von Messel und ihre stammesgeschichtliche Bedeutung. — Abh. hess. Geol. Landesanst. **6** (1922), 89 S., 6 Tafeln.
44. Die Höhenlage der Rhön. — Centralbl. f. Min. etc. Jg. 1922, S. 615—618.
45. Alte Eisenhütten bei Ilbeshausen. — Mitt. oberh. Geschichtsver. **25** (1922), S. 61—65.
46. Untersuchungen über Ton- und Kaolinbildung (zus. mit W. MEIGEN). — Steinbruch u. Sandgrube **16** (1922), S. 1—3.
47. Aride Erzanreicherung und die Entstehung des Kupferschiefers. — Ber. niederrhein. Geol. Ver. 1917—1922, S. 22—31.
48. Klima- und Verwitterungsfragen. — N. Jahrb. f. Min. etc. Beilagebd. **47** (1923), S. 495—515.
49. Ein Pliozänvorkommen bei Gießen. — Notizbl. f. Ver. f. Erdkde. u. d. hess. geol. Landesanst. V. Folge **6** (1923), S. 194—199.
50. Untersuchung des Erdinneren. — V. D. I.-Nachr. **4** (1924), S. 1/2.
51. The formation of Kaolin and Laterite. — Solis. Comm. II, I. C. P., Nr. 36 (1924), 1 S.
52. Eine neuentdeckte Niederlassung des Eiszeitmenschen in Oberhessen. — Sonderausg. Gießener Familienbl. 1924, 4 S.
53. Aluminiumlagerstätten. — Metall u. Erz **21** (1924), S. 325—328.
54. Eine neuentdeckte Niederlassung des Eiszeitmenschen in Oberhessen. — Leipziger Neueste Nachr. Nr. 281, 9. Okt. 1924.

55. Das geologische Bild des Lauterbacher Grabens als kennzeichnendes Beispiel deutschen Gebirgsbaues. — Flugschrift d. Zentralstelle zur Förderung d. Volksbildung u. Jugendpflege in Hessen über die Heimatschulwoche d. „Reichsbundes Heimatschule“ (29. Juli bis 3. August 1924) in Lauterbach/Oberhessen, 8 S.
56. Wesen und Aufgabe der Geologie. — Gießener Hochschulbl. 28. Nov. 1924, S. 22/23.
57. Die Lagerstätten des Aluminiums. — V. D. I.-Nachr. 4 (1924), 3 S.
58. Die Bewegungszonen der Erde als Bedingungen des Lebens. — Festschr. Prof. Dr. GORJANOVIC-KRAMBERGER, Zagreb 1925, 12 S.
59. Die Karbonformation. — In W. SALOMON, Grundzüge der Geologie; Bd. 2, Teil I, S. 227—274.
60. Die Permformation. — Ibid., S. 275—308.
61. Die Bodenschätze des Kreises Gießen. — Adreßbuch Gießen 1926, S. 26—30.
62. Die Bodenschätze des Kreises Friedberg. — Adreßbuch des Kreises Friedberg 1927.
63. Studien über mittel- und südeuropäische Verwitterung. — G. STEINMANN-Festschr., Sonderbd. d. Geol. Rdsch. 17 a (1926), S. 122—210.
64. Deutsche Aluminiumrohstoffe. — Chemikerztg. 1927, S. 1009.
65. Bauxitstudien. — Metall u. Erz 24 (1927), S. 181—183.
66. Die weltwirtschaftlich wichtigste Bauxitausbildung. — Ibid., S. 589—591.
67. Pyritletten im Buntsandstein Ostthüringens. — Centralbl. f. Min. etc. 1927, Abt. B, S. 345—357.
68. Anchimetamorphose. — Ber. oberh. Ges. f. Natur- u. Heilkde. Naturwiss. Abt. 12 (1927), S. 8—15.
69. Deutsche Kochsalzquellen. — Notizbl. Ver. f. Erdkde. u. d. hess. geol. Landesanst., V. Folge, 10 (1927), S. 232—238.
70. Anchimetamorphose II. — Ber. oberh. Ges. f. Natur- u. Heilkde. Naturwiss. Abt. 12 (1928), S. 28—37.
71. Südeuropäische Roterden. — Chemie d. Erde 4 (1928), 11 S.
72. Allit- (Bauxit) Lagerstätten der Erde. — Naturwissenschaften 17 (1929), S. 928—931.
73. Laterit. — Berlin 1926, 314 S., 2 Tafeln.
74. Gelberden oder Gelblehme. — In BLANCK, Handbuch der Bodenlehre, Bd. 3, 1930, S. 182 bis 193.
75. Böden der tropischen Regionen. — Ibid., S. 362—436.
76. Fossile Verwitterungsdecken. — Ibid. Bd. 4 (1930), S. 225—305.
77. Silicium, Aluminium, Eisen im Wechsel der Verwitterungsvorgänge. — Z. f. angew. Chem. 43 (1930), S. 185—190.
78. Bleichungsvorgänge. — In BLANCK, Handbuch der Bodenlehre, Bd. 5, 1930, S. 146—164.
79. Tektonisch zerrissene Olivinknollen im Vogelsbergbasalt. — Notizbl. d. Vereins f. Erdkde. u. d. hess. geol. Landesanst. V. Folge, 13 (1930), S. 146—149, 1 Tafel.
80. Zu HAARMANN'S Oszillationstheorie. — Z. dt. geol. Ges. 83 (1931), 2 S.
81. Das Vorkommen der Eisenoxyde in der Natur. — Z. dt. geol. Ges. 83 (1931), S. 491—501.
82. Vorzeitliche Verwitterungsgesteine. — Forschungen u. Fortschritte 7 (1931), 2 S.
83. Ein badischer Granit-Kaolinit. — Bad. geol. Abh. 3 (1931), S. 96—104.
84. Notiz zu E. DITTLER: Bemerkungen zu einem von H. HARRASSOWITZ erstatteten Referat. Centralbl. f. Min. Jg. 1931, Abt. A, S. 257.
85. Beobachtungen an Basaltdurchbrüchen. — Fortschr. f. Geol. u. Paläontol. 11 (1932), S. 25—43.
86. Marines Oligozän am Harzrande. — Centralbl. f. Min. etc. Jg. 1932, Abt. B, S. 339—341.
87. Die alkalischen Quellen in ihrer geochemischen Bedeutung. — Z. f. Kurortwissenschaft 2 (1932), S. 211—216.
88. Der Lauchstädter Mineralbrunnen in seiner geochemischen Stellung. — Med. Welt 1932, Nr. 42, 7 S.
89. Zwei Palästina-Böden. — Z. d. dt. Palästina-Ver. 1932, S. 135—150.
90. Die Abgrenzung allitischer Böden. — Verhandlg. 2. Komm. u. d. Alkali-Subkomm. internat. Bodenkundl. Ges. 1933, Teil A, S. 135—139.
91. Der Salzschrifer Bonifaziusbrunnen und verwandte Mineralwässer zwischen Taunus und Main. — Z. f. prakt. Geol. 42 (1934), S. 161—166.

92. Die deutschen Chlor-Calcium-Quellen. — Kali 1935, S. 75—80.
93. Leichtmetall-Rohstoffe. — Metall u. Erz **32** (1935), S. 229—234.
94. Die Grenzen geologischer Erkenntnis in ihrer Bedeutung für Geologie und Bergbau. — Metall u. Erz **33** (1936), S. 425—431.
95. Die Grenzen geologischer Erkenntnis. — Forschungen u. Fortschr. **12** (1936), S. 355—367.
96. Die Verteilung des Kaliums in der Natur. — Kali 1937, 9 S.
97. Das Schicksal der Leichtmetalle auf der Erde. — Metall u. Erz **34** (1937), S. 495—502.
98. Gesetzmäßigkeiten von Erzgängen. — Metall u. Erz **35** (1938), S. 81—85.
99. Österreichs Bergbau. — Metall u. Erz **35** (1938), S. 193—200.
100. Die balneologische Sonderstellung der Neuenahrer Thermalsprudel unter den Mineralquellen an Rhein und Lahn. — Neuwied 1935, 4 S.
101. Der Thermalsprudel von Bad Krozingen in Baden in seiner balneologischen Wertung. — Gießen 1935, 10 S., 1 Tafel.
102. Die Calciumsäuerlinge von Bad Altheide. — Gießen 1936, 14 S., 1 Tafel.
103. Die medizinisch wichtigen Eigenschaften der Heilquellen (mit besonderer Berücksichtigung von Harz und Kyffhäuser). — Nachrichtenbl. d. Ges. z. Förderung d. Bioklimatologie u. Balneologie im Harzgebiet **1** (1936), 4 S.
104. Die Kaiser-Friedrich-Quelle in Offenbach als erdalkaliarmes chloridisches Natrium-Karbonatwasser. — Gießen 1937, 7 S., 1 Tafel.
105. Die Kaiser-Friedrich-Quelle zu Offenbach a. M. als Heil- und Tafelwasser. — Gießen 1938, 12 S., 2 Tafeln.
106. Gesetzmäßigkeiten deutscher Blei-Zinkerzgänge. — Metall u. Erz **37** (1940), 8 S.
107. Japanische Aluminiumrohstoffe. — Metallwirtschaft **20** (1941), S. 640—642.
108. Tropischer Bauxit. — Metall u. Erz **38** (1941), S. 221—225.
109. Kroatischer Bauxit. — Vierjahresplan **6** (1942), S. 131—134.
110. Tonerdehydratgesteine. — Z. f. prakt. Geol. **50** (1942) 2 S.
111. Die Bauxitweltlage. — Aluminium 1942, S. 34.
112. Die Bauxitvorkommen Rußlands. — Ibid., S. 327.
113. Über den Begriff Bauxit. — Ibid. 1943, S. 222.
114. Magnesiumgewinnung. — Ibid., S. 525.
115. Über Lagerung und Abbau von Bauxit. — Ibid., S. 300 u. 339.
116. Rohstoffumschau. — Aluminium, Jg. 1942—1944, zahlreiche Aufsätze.
117. Wasseranalysen. — Z. f. prakt. Geol. **52** (1944), S. 45—52.
118. Magnesium-Rohstoffe. — Metall **4** (1950), S. 392—393, 439.
119. Chemisches Einwirken der Niederschläge auf den Karst. — Erdkunde **8** (1954), S. 118.
120. Atombombenexplosionen und Regen-pH. — Naturwissenschaften **43** (1956), S. 11/12.

Manuskript eingegangen am 28. 10. 1956

## Der Hessische Landesgrundwasserdienst und Quellmeßdienst im Abflußjahr 1956

Bearbeitet vom Hessischen Landesamt für Bodenforschung,  
Abt. Va Hydrogeologische Grundlagenforschung, Sachbearbeiter Regierungsgeologe  
**Dr. FRIEDRICH NÖRING**, Wiesbaden

Mit 6 Tabellen und den Tafeln 18—26

### Inhalt

I.	Landesgrundwasserdienst . . . . .	500
	A. Allgemeine Übersicht . . . . .	500
	B. Verzeichnis der Meßstellen (Zugänge, Abgänge, Beobachterwechsel, Veränderungen, Berichtigungen) . . . . .	502
	C. Höchst- und Tiefstwerte von Grundwassermessstellen im Abflußjahr 1956. . . . .	504
	D. Grundwasserganglinien über die Abflußjahre 1949 bis 1956 (8 Jahre) . . . . .	518
	E. Grundwasserverhältnisse einzelner Bezirke im Abflußjahr 1956 . . . . .	521
II.	Quellmeßdienst . . . . .	
	A. Allgemeine Übersicht . . . . .	522
	B. Verzeichnis der Meßstellen (Zugänge, Abgänge, Beobachterwechsel, Veränderungen, Berichtigungen) . . . . .	522
	C. Höchst- und Tiefstwerte von Quellschüttungen im Abflußjahr 1956 . . . . .	523
	D. Quellschüttungsganglinien über die Abflußjahre 1949 bis 1956 (8 Jahre) . . . . .	525
	E. Quellschüttungsverhältnisse einzelner Bezirke im Abflußjahr 1956 . . . . .	526

### I. Landesgrundwasserdienst

#### A. Allgemeine Übersicht

In der vorjährigen Veröffentlichung wurde auf Seite 422, letzter Absatz, darauf hingewiesen, daß in der Organisation des Landesgrundwasserdienstes gewisse Änderungen beabsichtigt seien. Das Hessische Landesamt für Bodenforschung hatte im Herbst 1955 die Initiative zu einer grundsätzlichen Vereinbarung mit der Abteilung Wasserwirtschaft des Herrn Hessischen Ministers für Landwirtschaft und Forsten ergriffen, worauf es am 3. 11. 1955 und an mehreren späteren Tagen zu einschlägigen Besprechungen kam. Die in den Besprechungen erarbeiteten Entwürfe stellten die Grundlage für den gemeinsamen Erlaß der Herren Hessischen Minister für Landwirtschaft und Forsten und für Arbeit, Wirtschaft und Verkehr vom 18. 9. 1956 dar (Staatsanzeiger für das Land Hessen Nr. 42 vom 20. 10. 1956, S. 1097, Ziff. 976). Der Erlaß hat folgenden Wortlaut:

„Zu § 3 d der Verordnung über die Errichtung des Landesamtes für Bodenforschung vom 26. Juni 1946 (GVBl. S. 173) in Verbindung mit Punkt 4 des Kabinettsbeschlusses vom 8. April 1953 wird angeordnet:

Der hessische Landesgrundwasserdienst wird im Sinne der Ganzheit der Wasserwirtschaft federführend von dem Minister für Landwirtschaft und Forsten in Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Bodenforschung durchgeführt.

Ziel und Zweck des Landesgrundwasserdienstes ist es, den unterirdischen Wasservorrat und den Wasserkreislauf in den einzelnen Niederschlagsgebieten aufzuklären, die erforderlichen Wasserbilanzen aufzustellen, die Ausnutzungsmöglichkeiten der Grundwasservorkommen für Trink- und Gebrauchszwecke festzustellen und zuverlässige Unterlagen für wasserwirtschaftliche Planungen, insbesondere für Rahmen- und Generalplanungen, Rechtsstreite und wissenschaftliche Untersuchungen zu schaffen.

Aufgabe des Landesgrundwasserdienstes ist die Feststellung von Vorkommen, Zustands- und Ortsänderung, Herkunft, Austritten, Tiefenlage, Mächtigkeit, Durchflußmenge, Ergiebigkeit, Neubildung, Beschaffenheit, Pflege und Gefährdung des unterirdischen Wassers im Lande Hessen. Dazu gehört auch die Festlegung der unterirdischen Einzugsgebiete, die Abgrenzung der Grundwasservorrats- und -umsatzräume, die Ermittlung der Grundwasserspendsen und das Erforschen der mengenmäßigen Beziehungen des Grundwassers zu Niederschlag und oberirdischem Abfluß sowie der Kausalbeziehungen zu geologischen Gegebenheiten, meteorologischen und künstlichen Einflüssen. Die Materie wird von dem wasserwirtschaftlichen und dem geologischen Dienst unter Berücksichtigung der beiderseitigen Wissensgebiete und Forschungsmöglichkeiten gemeinsam bearbeitet, um den bestmöglichen Nutzeffekt zum Wohle der Allgemeinheit zu erzielen.

Die Aufgabe soll gelöst werden durch Anwendung der hydrologischen und der geologischen Methoden, und zwar durch Beobachten der Spiegel und der Bewegungsrichtungen des Grundwassers, durch Messen der Ergiebigkeit (Pumpversuche u. dgl.), Auswerten der Bodenprofile und der sonstigen geologischen Erkenntnisse, Messen der Quellschüttungen, Temperaturmessungen, Untersuchung der chemischen, physikalischen und biologischen Eigenschaften und schließlich durch ein zusammenfassendes Auswerten aller Beobachtungs-, Meß- und Untersuchungsergebnisse.

Die bisher vom Landesamt für Bodenforschung errichteten und betreuten Meßstellen werden von den Wasserwirtschaftsämtern übernommen. Die erforderlichen neuen Meßstellen (Meßbrunnen und Meßquellen) in Hessen werden von den Wasserwirtschaftsämtern errichtet, betrieben und unterhalten. Die Auswahl der genannten Meßstellen erfolgt im Einvernehmen mit dem Landesamt für Bodenforschung. Die Meßergebnisse stehen dem Landesamt für Bodenforschung jederzeit zur Verfügung. Meßstellen für Spezialuntersuchungen, z. B. für Färb-, Salz- und radioaktive Impfungsversuche, geophysikalische, geoelektrische Vermessungen u. ä. werden von Fall zu Fall mit gegenseitiger Unterrichtung entweder von der einen oder anderen Seite bzw. gemeinsam errichtet.

Alle erforderlichen grundsätzlichen Regelungen, die auch das Landesamt für Bodenforschung betreffen und in dessen Arbeitsplan eingreifen, werden im Einvernehmen mit dem Minister für Arbeit, Wirtschaft und Verkehr getroffen.

Das vom Landesamt für Bodenforschung im Selbstverlag herausgegebene Notizblatt ist bis zu einer bundeseinheitlichen Regelung das Organ für die gemeinsamen Veröffentlichungen der Ergebnisse des Landesgrundwasserdienstes. Die Ergebnisse

ausgewählter Meßstellen werden nach wie vor im Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch veröffentlicht.“

Der Herr Hessische Minister für Landwirtschaft und Forsten hat für die vorliegende Veröffentlichung textliche und zeichnerische Darstellungen der 6 hessischen Wasserwirtschaftsämter überlassen.

Der Landesgrundwasserdienst besaß am 31. 10. 1955, am Ende des Abflußjahres 1955, insgesamt 456 Grundwassermeßstellen. Im Abflußjahr 1956 wurden 3 Meßstellen aufgegeben und 1 Meßstelle neu errichtet, so daß am Ende des Abflußjahres 1956 (31. 10. 1956) 454 vorhanden waren.

## B. Verzeichnis der Meßstellen

(Zugänge, Abgänge, Beobachterwechsel, Veränderungen, Berichtigungen)

### Verzeichnis der Meßstellen

(Zugänge im Abflußjahr 1956)

462/37 a

Art der Meßstelle: Brunnen; Tiefe der Sohle unter Flur: 9,00 m; Lage der Meßstelle: Heblös, im Garten des Schrankenwärters Johannes Rockel, Top. Karte 1: 25000 Blatt 5322 Lauterbach, Gitterwerte R 352560 H 561202; Höhe des Meßpunktes über N. N.: 325,75 m; Höhe des Meßpunktes über Flur: 0,10 m; Höhe der Flur über N. N.: 325,65 m; geologische Verhältnisse: Quartär, Miozän; Name, Wohnort und vorgesetzte Behörde des derzeitigen Beobachters: Johannes Rockel, Heblös, Bahnhof, Bundesbahn; Meßergebnisse vorhanden seit: 6. 6. 1956; Eigentümer der Meßstelle: Johannes Rockel, Heblös Kr. Lauterbach.

### Aufgegebene Meßstellen

Das Verzeichnis (Tab. 1) enthält die im Abflußjahr 1956 aufgegebenen 3 Meßstellen.

Tabelle 1. Aufgegebene Meßstellen

Nr.	Bezeichnung	Datum	Bemerkungen
408/8	Bahnbrunnen Singlis . . . . .	1. 5. 1956	unbrauchbar
462/37	Hausbrunnen Heblös . . . . .	1. 3. 1956	ersetzt durch 462/37 a
507/12	Meßrohr Frankfurt-Niederursel . . . .	30. 1. 1956	unbrauchbar

Tabelle 2. Beobachterwechsel im Abflußjahr 1956 (mit Nachträgen)

Meßstelle Nr.	Bezeichnung	Datum	Anschrift
383/3	Bahnbrunnen Oberelsungen	1. 4. 1956	Bahnhofsvorsteher J. Just, Oberelsungen, Kr. Wolfhagen
384/4	Frölenbrunnen Grebenstein	30. 10. 1956	Eisenbahner Rudolf Franz, Grebenstein, Blockstelle Burguffeln
409/4	Forsthausbrunnen Fürstenhagen	1. 11. 1951	Revierförster Schweitzer, Fürstenhagen, Forsthaus
434/4	Forsthausbrunnen Merzhausen	10. 10. 1956	Revierförster Schiller, Forsthaus Merzhausen, Kr. Frankenberg
461/21	Bahnbrunnen Zell	1. 6. 1956	Schrankenwärter Richard Schönfelder, Zell, Kr. Alsfeld
462/1	Brunnen Wehrda	1. 9. 1956	Landwirtschaftsrat Dr. Heyn, Wehrda, Kr. Hünfeld

Tabelle 2. Beobachterwechsel im Abflußjahr 1956 (Fortsetzung)

Meßstelle Nr.	Bezeichnung	Datum	Anschrift
463/1	Bahnbrunnen Bahnhof Bieberstein	1. 10. 1956	Bundesbahn-Betriebswart Johann Zocher, Bieberstein – Bahnhof
485/2	Schulbrunnen Anspach i. Ts.	1. 11. 1955	Landwirt Albert Jäger II, Anspach i. Ts., Johanniswiesenweg 3
486/34a	Schulbrunnen Rodheim a. d. Horloff	1. 11. 1955	Straßenwärter Robert Schäfer, Langd b. Hungen, Pfarreecke
486/46	Brunnen Kraftwerk Lißberg	1. 11. 1955	Maschinist Hamel, Kraftwerk Lißberg, Kr. Büdingen
487/6	Gemeindebrunnen Züntersbach	1. 11. 1955	Ww. Dora Grösch, Züntersbach, Haus Nr. 101
528/52	Schulbrunnen Dieburg	1. 5. 1956	Hausmeister Heinrich Weißbäcker, Dieburg, Marienschule

Tabelle 3. Nachträgliche Einmessungen der Meßpunkthöhen über N. N.

Meßstelle Nr.	Ort	Meßpunkthöhe über N. N. in m	Eingemessen durch
385/2	Eichenberg, Kr. Witzenhäusen . . . . .	336,01	L. f. B.
408/2	Louisendorf, Kr. Frankenberg . . . . .	376,97	L. f. B.
408/4	Armsfeld, Kr. Waldeck . . . . .	357,39	L. f. B.
408/9	Netze, Kr. Waldeck . . . . .	356,68	L. f. B.
409/14	Homberg, Kr. Fritzlar-Homberg . . . . .	247,76	L. f. B.
409/15	Relbehausen, Kr. Fritzlar-Homberg . . . . .	270,25	L. f. B.
410/1	Germerode, Kr. Eschwege . . . . .	311,13	L. f. B.
410/2	Reichensachsen, Kr. Eschwege . . . . .	183,76	L. f. B.
434/12	Erksdorf, Kr. Marburg . . . . .	259,61	L. f. B.
434/13	Langenstein, Kr. Marburg . . . . .	225,52	L. f. B.
434/18	Kirchhain, Kr. Marburg . . . . .	199,26	L. f. B.
434/19	Nieder Klein, Kr. Marburg . . . . .	223,56	L. f. B.
434/20	Schweinsberg, Kr. Marburg . . . . .	204,10	L. f. B.
434/42	Lehrbach, Kr. Alsfeld . . . . .	236,95	L. f. B.
434/43	Dannenrod, Kr. Alsfeld . . . . .	320,69	L. f. B.
435/4	Wüstfeld, Kr. Hersfeld . . . . .	374,64	L. f. B.
435/31	Niederhülsa, Kr. Fritzlar-Homberg . . . . .	439,49	L. f. B.
435/32	Kleinropperhausen, Kr. Ziegenhain . . . . .	302,37	L. f. B.
435/33	Görzhain, Kr. Ziegenhain . . . . .	371,14	L. f. B.
436/2	Hönebach, Kr. Rotenburg . . . . .	308,54	L. f. B.
436/3	Herfa, Kr. Hersfeld . . . . .	285,59	L. f. B.
436/4	Hilmes, Kr. Hersfeld . . . . .	404,54	L. f. B.
436/5	Lengers, Kr. Hersfeld . . . . .	222,70	L. f. B.
462/1	Wehrda, Kr. Hünfeld . . . . .	258,77	L. f. B.
485/6	Kransberg-Friedrichsthal, Kr. Usingen . . . . .	284,14	WWA. W.
487/2	Marborn, Kr. Schlüchtern . . . . .	180,49	WWA. W.
507/21a	Eppenhain, Kr. Maintaunus . . . . .	449,11	WWA. W.
507/21b	Eppenhain, Kr. Maintaunus . . . . .	446,77	WWA. W.
509/2	Mernes, Kr. Gelnhausen . . . . .	276,10	WWA. W.
509/3	Burgjoss, Kr. Gelnhausen . . . . .	295,54	WWA. W.
509/5	Pfaffenhausen, Kr. Gelnhausen . . . . .	343,03	WWA. W.

Erl.: WWA. W. = Wasserwirtschaftsamt Wiesbaden  
 L. f. B. = Landesamt für Bodenforschung Wiesbaden

## Veränderungen

Tabelle 4. Änderungen der Meßpunkthöhen im Abflußjahr 1956

Meßstelle Nr.	Ort	Meßpunkthöhe bisher	über N. N. in m jetzt
484/4	Linten, Kr. Limburg . . . . .	182,10	182,17
486/1	Wüstwillenroth, Kr. Gelnhausen . . . . .	433,75	433,73
486/2	Oberreichenbach, Kr. Gelnhausen . . . . .	356,80	343,31
487/7	Wettges, Kr. Gelnhausen . . . . .	437,90	438,08
508/5	Gelnhausen, Kr. Gelnhausen . . . . .	130,62	130,68
508/6	Altenhaßlau, Kr. Gelnhausen . . . . .	145,64	145,70
508/7	Kilianstädten, Kr. Hanau . . . . .	144,26	144,27

506/12 Die Meßpunkthöhe, die noch nicht über N. N. bestimmt ist, wurde im Abflußjahr 1956 um 8 cm erhöht.

## Berichtigungen

- 434/13 Die Tabelle der Höchst- und Tiefstwerte (dieses Notizblatt 1956, S. 436) ist zu berichtigen: Spalte 3 223,62 statt 224,00, Spalte 7 220,28 statt 220,66.  
 462/28 Die Tabelle der Höchst- und Tiefstwerte (dieses Notizblatt 1956, S. 438) ist zu berichtigen: Spalte 7 233,35 statt 333,35.  
 527/21 Im Notizblatt 1956, S. 450, sind zu streichen: 1923, I (1919), I (1920).

## C. Höchst- und Tiefstwerte von Grundwassermeßstellen im Abflußjahr 1956

Die Anmerkungszeichen bedeuten:

1. Meßstellen im Abflußjahr 1956 neu eingerichtet.
2. Vergleichswerte aus dem Vorjahr liegen nicht vor.
3. Messungen sind unvollständig.

Die Klammer um den Wert über N. N. sagt aus, daß der Wert aus der topographischen Karte 1:25000 abgegriffen und noch nicht einnivelliert ist.

Tabelle 5. Höchst- und Tiefstwerte von Grundwasserbeobachtungen  
in Hessen im Abflußjahr 1956

Meßstelle Nr.	Höchstwerte				Tiefstwerte			
	Tag	über N.N. m	unter Flur cm	gegenüber 1955 gest. + gef. — cm	Tag	über N.N. cm	unter Flur cm	gegenüber 1955 gest. + gef. — cm
358/1	16. 7. 56	137,12	407	+ 33	14. 11. 55	134,60	659	— 4
359/1	16. 7. 56	204,46	253	+ 87	7. 11. 55	201,43	556	+177
359/2	16. 7. 56	132,18	67	+ 13	7. 11. 55	130,47	238	— 3
383/1	15. 7. 56	145,46	1046	— 26	21. 11. 55	144,13	1179	+ 23
					20. 2. 56			
383/2	23. 7. 56	224,18	355	+ 57	5. 12. 55	222,83	490	+ 53
383/3	30. 7. 56	311,71	370	± 0	7. 11. 55	310,21	520	+170
	6. 8. 56							
383/4	23. 7. 56	298,18	186	+ 43	7. 11. 55	295,73	431	+120
383/5	16. 7. 56	327,90	75	+ 23	21. 11. 55	326,72	193	+ 6
	23. 7. 56							
383/6	21. 10. 56	268,88	535	+140	6. 8. 56	265,48	875	— 30
384/1	16. 7. 56	(204,02)	78	+ 32	18. 6. 56	(203,26)	154	+ 4
					20. 8. 56			
384/4	22. 10. 56	205,44	200	+ 25	16. 7. 56	204,19	325	± 0
384/5	5. 3. 56	244,19	95	+ 3	7. 11. 55	243,10	204	— 19
384/6	16. 7. 56	191,91	77	+ 20	7. 11. 55	189,84	284	+ 38
384/7	28. 7. 56	140,60	460	+ 29	28. 11. 55	140,00	520	— 1
					12. 12. 55			
384/8	11. 8. 56	139,96	524	+ 3	28. 11. 55	139,78	542	± 0
385/1	23. 7. 56	135,50	687	+ 28	7. 11. 55	133,48	889	+ 3
	30. 7. 56				28. 11. 55			
385/2	14. 7. 56	333,23	428	+ 30	29. 9. 56	331,57	594	+ 84
407/1	4. 3. 56	(292,84)	96	— 26	20. 11. 55	(291,66)	214	— 3
407/2	5. 3. 56	567,37	393	+ 5	7. 11. 55	566,98	432	+ 25
407/4	23. 7. 56	321,10	115	+ 16	14. 11. 55	319,12	313	+ 55
408/1	23. 7. 56	286,59	580		14. 11. 55	283,81	858	
408/2	16. 7. 56	376,67	20	+ 12	7. 11. 55	375,27	160	— 5
408/3	9. 7. 56		166	0	5. 3. 56		180	+ 1
408/4	16. 7. 56	356,44	103	+ 10	21. 11. 55	357,39	124	± 0
408/5	4. 8. 56	198,08	745	+ 15	19. 12. 55	196,73	880	+ 33
408/6	<sup>3)</sup>				<sup>3)</sup>			
408/7	16. 7. 56	176,83	62	+ 63	7. 11. 55	174,20	325	± 0
408/9	23. 7. 56	355,04	164	+302	21. 11. 55	350,53	615	+189
					5. 12. 55			
					12. 12. 55			
409/1	11. 6. 56	(269,21)	79	+ 20	21. 5. 56	(268,57)	143	+ 5
					4. 6. 56			
409/2	7. 5. 56	(500,37)	863	+ 2	14. 11. 55	(500,03)	897	± 0
409/3	5. 3. 56	(337,70)	230	+ 2	28. 5. 56	(237,26)	274	+ 2
409/4	16. 7. 56	(314,71)	12	+ 1	28. 11. 55	(312,73)	210	— 22
	23. 7. 56							
	30. 7. 56							
	6. 8. 56							
409/5	23. 7. 56	(283,78)	122	+ 29	14. 11. 55	(282,16)	284	— 12

Tabelle 5. Höchst- und Tiefstwerte von Grundwasserbeobachtungen  
in Hessen im Abflußjahr 1956 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
409/6	23. 7. 56	167,15	75	+105	28. 11. 55 5. 12. 55	162,35	555	— 35
409/7	23. 7. 56 30. 7. 56	157,55	480	+113	21. 11. 55 5. 12. 55 12. 12. 55	155,45	690	+ 75
409/8	16. 7. 56	277,20	80	— 12	27. 2. 56	276,83	117	+ 18
409/9	23. 7. 56	160,96	99	+188	26. 3. 56	158,81	314	+ 23
409/10	23. 7. 56	264,18	180	+ 68	7. 11. 55 14. 11. 55 21. 11. 55	162,95	303	+ 14
409/12	16. 7. 56	327,35	118	+183	16. 1. 56	324,67	386	+ 23
409/14	27. 8. 56	246,96	80	+ 10	7. 11. 55	246,26	150	— 10
409/15	13. 8. 56	262,15	800	+ 66	5. 12. 55	260,98	917	+106
409/17	13. 8. 56	148,50	1390	2)	12. 12. 55	147,02	1538	2)
409/18	3)				3)			
409/19	3)				3)			
410/1	30. 4. 56	300,68	1045	+148	12. 12. 55	296,19	1494	+224
410/2	24. 9. 56 1. 10. 56 15. 10. 56	174,25	941	— 1	2. 4. 56 9. 4. 56 23. 4. 56 30. 4. 56	174,16	950	+ 8
410/3	30. 7. 56		508	+141	12. 12. 55		1059	— 44
410/4	30. 4. 56		315	2)	2. 7. 56		610	2)
432/1	28. 10. 56	266,38	732	— 65	27. 11. 55	265,13	857	— 27
433/1	4. 3. 56	336,87	117	+ 30	23. 9. 56	332,79	525	± 0
433/2	5. 3. 56	310,84	111	— 21	4. 6. 56	309,05	290	— 35
433/3	8. 10. 56	392,95	260	— 5	4. 6. 56	392,18	337	— 23
433/26a	5. 8. 56	(296,62)	138	— 5	13. 11. 55	(295,93)	207	— 2
433/27	21. 4. 56	(210,66)	434	— 32	5. 11. 55 26. 11. 55 12. 11. 55 3. 12. 55	(209,80)	520	± 0
433/28	16. 4. 56	188,90	160	— 35	7. 11. 55	188,13	237	± 0
433/29	29. 10. 56	185,36	708	—178	7. 11. 55	182,88	956	+154
433/30	5. 3. 56	174,37	174	— 28	14. 11. 55	172,57	354	— 6
433/31	20. 8. 56	229,27	1412	—199	19. 12. 55	225,93	1746	+126
434/1	30. 10. 56	259,35	465	+ 75	22. 11. 55	258,10	590	+ 11
434/2	5. 3. 56	226,00	0	+ 12	27. 2. 56	225,45	55	+ 1
434/3	23. 7. 56 30. 7. 56	241,08	ü. Flur 48	— 8	28. 11. 55 5. 12. 55	240,30	30	— 57
434/4	17. 9. 56	277,28	613	—108	21. 11. 55	276,16	725	+ 51
434/5	20. 8. 56	240,72	571	+ 73	5. 12. 55	239,60	683	— 2
434/6	9. 1. 56	193,99	1974	+ 4	11. 6. 56	193,55	2018	+ 4
434/7	2. 7. 56	204,06	1440	— 94	24. 9. 56	203,30	1516	— 51
434/8	23. 7. 56	202,18	350	+ 30	7. 11. 55	200,13	555	— 25
434/9	23. 7. 56	261,56	170	+ 30	28. 11. 55	258,11	515	— 31
434/10	6. 8. 56	225,81	694	— 24	21. 11. 55	224,79	796	— 3
434/11	3)				3)			
434/12	29. 10. 56	255,06	445	+ 70	26. 12. 55	253,81	570	+145
434/13	23. 4. 56	223,77	175	+ 15	28. 11. 55	221,66	386	+138

Tabelle 5. Höchst- und Tiefstwerte von Grundwasserbeobachtungen in Hessen im Abflußjahr 1956 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
434/14	30. 1. 56 6. 2. 56 13. 2. 56	214,15	2015	— 90	9. 4. 56	212,35	2195	+ 15
434/15	23. 4. 56	238,77	466	— 21	14. 11. 55	237,01	642	— 7
434/16	29. 10. 56	236,78	1798	+ 19	7. 5. 56	236,51	1825	+ 9
434/17	30. 7. 56	262,92	306	+ 45	5. 12. 55	262,29	369	+ 38
434/18	16. 7. 56	197,46	120	+ 10	14. 11. 55 21. 11. 55 28. 11. 55 9. 4. 56 16. 4. 56	197,06	160	± 0
434/19	20. 8. 56	207,84	1562	— 9	9. 4. 56	207,35	1611	+ 3
434/20	3)				3)			
434/41	2. 1. 56	222,18	107	— 12	27. 2. 56	221,05	220	— 45
434/42	23. 7. 56	233,05	380	+ 27	14. 11. 55	232,09	476	+ 44
434/43	5. 3. 56	320,02	57	+ 15	5. 12. 55	317,41	318	— 4
434/44	29. 10. 56	223,85	61	— 15	25. 6. 56	222,44	202	+ 49
434/45	6. 8. 56 15. 10. 56 22. 10. 56	244,97	365	+ 55	5. 12. 55	244,06	456	+ 30
434/47	23. 7. 56	242,67	482	+ 2	21. 5. 56	241,79	570	+ 5
435/1	16. 7. 56	196,68	143	+ 25	21. 11. 55	195,73	238	— 5
435/2	5. 3. 56	212,55	109	— 18	21. 11. 55	211,11	253	± 0
435/3	23. 7. 56	256,77	70	+ 18	14. 11. 55 21. 11. 55	256,21	126	— 3
435/4	22. 10. 56	362,89	1165	+ 87	7. 11. 55 21. 11. 55 12. 12. 55 9. 1. 56 6. 2. 56	361,97	1257	+ 6
435/31	16. 4. 56	433,54	585	—165	27. 2. 56	433,10	629	+ 1
435/32	29. 7. 56	298,22	415	— 40	5. 12. 55	297,01	536	— 20
435/33	16. 7. 56	366,26	448	—150	4. 6. 56	363,66	708	—205
436/1	15. 7. 56	268,73	270	+334	20. 11. 55	264,70	673	+ 30
436/2	30. 7. 56	306,84	160	+ 55	7. 11. 55	304,33	411	+ 44
436/3	23. 7. 56	277,07	842	+ 20	28. 11. 55	276,19	930	+ 1
436/4	16. 7. 56	402,74	175	+ 45	5. 12. 55	398,65	584	+347
436/5	16. 7. 56 27. 8. 56	216,93	567	+ 18	7. 5. 56	216,45	615	— 56
459/1	2. 7. 56	212,50	342	— 31	12. 12. 55	209,34	658	+ 59
459/11	3. 3. 56	226,32	83	+ 22	26. 11. 55	224,78	237	— 14
459/12	12. 3. 56	216,58	1036	—159	5. 12. 55	212,93	1401	— 27
459/14	3. 3. 56	198,33	748	—111	30. 11. 55	197,10	871	— 7
459/15	30. 1. 56	474,63	1357	— 18	14. 11. 55	437,85	1435	+ 2
459/16	5. 3. 56	243,69	36	— 5	21. 11. 55	242,71	134	— 11
460/1	5. 3. 56	147,30	256	— 12	21. 11. 55	146,62	324	— 2
460/27	30. 1. 56	172,51	30	— 6	4. 6. 56	172,05	76	+ 1
460/28	3)				3)			
461/1	7. 5. 56	267,14	2180	—116	12. 12. 55	266,34	2260	+ 42
461/2	26. 3. 56	339,61	11	+ 1	7. 11. 55	338,71	101	— 6

Tabelle 5. Höchst- und Tiefstwerte von Grundwasserbeobachtungen  
in Hessen im Abflußjahr 1956 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
461/3	20. 2. 56	201,38	104	+ 62	28. 11. 55	197,81	461	+ 34
461/4	5. 3. 56	223,57	272	—126	5. 12. 55	223,02	327	+ 1
461/5	22. 10. 56	264,50	935	— 8	7. 11. 55	264,05	980	+ 49
	29. 10. 56							
461/6	28. 10. 56	257,98	708	— 23	4. 12. 55	257,13	793	+ 62
461/7	28. 10. 56	258,14	760	— 23	4. 12. 55	257,29	845	+ 66
461/8	12. 3. 56	283,02	2253	+ 17	12. 12. 55	281,88	2367	+191
461/9	29. 10. 56	132,65	2740	+ 5	19. 12. 55	132,16	2789	— 15
					27. 12. 55			
461/10	29. 10. 56	281,57	1281	— 93	2. 1. 56	278,55	1583	— 15
					9. 1. 56			
461/11	2. 1. 56	252,74	577	— 26	7. 11. 55	251,49	702	+ 13
461/12	20. 8. 56	308,60	161	—109	28. 11. 55	308,28	193	— 8
461/13	16. 4. 56	378,31	107	+ 18	5. 12. 55	377,43	195	— 9
461/14	30. 7. 56	305,25	925	— 5	12. 12. 55	304,85	965	— 11
461/15	22. 10. 56	238,27	1115	— 60	28. 2. 56	237,51	1191	— 16
	29. 10. 56							
461/16a	6. 2. 56	225,55	193	+ 39	19. 12. 55	223,22	426	— 43
461/17	24. 10. 56	189,75	218	— 1	21. 11. 55	188,95	298	+ 38
					14. 12. 55			
461/18	29. 10. 56	265,78	867	+ 4	5. 12. 55	265,35	910	+ 37
461/19	21. 5. 56	346,00	23	+ 2	5. 12. 55	344,69	154	— 10
461/20	8. 10. 56	300,57	245	+ 5	28. 11. 55	300,15	287	+ 32
	22. 10. 56				5. 12. 55			
461/21	29. 10. 56	313,28	1904	± 0	5. 12. 55	312,54	1978	+ 51
461/22	6. 8. 56	299,70	601	+ 9	15. 10. 56	298,86	685	— 14
461/23	16. 4. 56	256,34	92	— 11	5. 12. 55	255,26	200	— 77
	23. 4. 56							
461/24	26. 12. 55	281,40	50	+ 10	5. 12. 55	280,40	150	— 38
	2. 1. 56							
	9. 1. 56							
	16. 1. 56							
461/28	9. 1. 56	182,26	444	— 15	5. 12. 55	180,54	616	— 13
461/29	29. 10. 56	180,38	293	+ 41	5. 12. 55	179,67	364	± 0
462/1	22. 7. 56	265,25	522	+128	26. 2. 56	253,72	775	+ 22
462/2	23. 7. 56	326,50	659	+ 47	7. 11. 55	325,48	761	+ 20
462/3	23. 7. 56	247,82	132	— 1	21. 11. 55	247,44	170	+ 5
462/4	23. 7. 56	258,36	154	+ 71	28. 11. 55	256,26	364	— 11
					5. 12. 55			
462/5	19. 12. 55	312,38	127	— 5	7. 11. 55	309,54	411	— 16
462/6	18. 6. 56	314,83	104	+ 9	21. 11. 55	314,43	144	+ 2
462/7	23. 7. 56	373,87	2025	2)	30. 1. 56	373,63	2049	2)
					6. 2. 56			
					13. 2. 56			
462/26	23. 7. 56	265,95	181	— 32	5. 12. 55	265,27	249	— 5
462/27	30. 7. 56	306,06	1171	+ 32	4. 6. 56	305,45	1232	— 8
					11. 6. 56			
462/28	16. 4. 56	234,89	110	+ 8	2. 1. 56	234,27	172	+ 92
462/29	29. 10. 56	217,04	60	± 0	20. 8. 56	216,55	109	+ 14
462/30	23. 7. 56	232,84	77	+ 38	5. 12. 55	231,12	249	— 11

Tabelle 5. Höchst- und Tiefstwerte von Grundwasserbeobachtungen  
in Hessen im Abflußjahr 1956 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
462/31	6. 8. 56	269,59	13	+ 41	12. 12. 55	268,83	89	+ 31
462/32	14. 10. 56	346,03	1340	+ 35	14. 11. 55	344,88	1455	+ 55
	22. 10. 56				5. 3. 56			
					11. 3. 56			
462/33	4. 3. 56	363,10	347	+ 23	10. 6. 56	362,50	407	— 5
462/34	23. 4. 56	421,32	118	— 5	7. 6. 56	420,19	231	— 83
462/35	23. 1. 56	416,46	139	— 1	5. 12. 55	415,27	258	— 33
462/36	23. 7. 56	289,86	195	— 5	26. 12. 55	287,31	450	— 96
	30. 7. 56							
462/37 a	1)				1)			
463/1	16. 7. 56		265	+ 13	4. 6. 56		660	+ 10
484/1	5. 3. 56	173,33	190	+ 40	12. 12. 55	170,98	425	+ 63
484/2	5. 3. 56	129,15	416	+ 22	21. 11. 55	127,72	559	— 3
	12. 3. 56							
484/3	29. 10. 56	226,85	878	+253	6. 2. 56	223,71	1192	+201
484/4	5. 3. 56	180,91	126	+ 1	5. 12. 55	179,88	229	— 6
484/5	6. 8. 56	190,56	809	+ 19	12. 12. 55	190,24	841	+ 8
484/6	6. 8. 56	247,51	461	+ 78	5. 12. 55	245,66	646	+ 14
484/7	12. 3. 56	115,08	437	+ 3	5. 12. 55	112,84	661	— 20
484/31	16. 7. 56	232,62	388	+127	5. 12. 55	229,15	735	— 3
485/1	2. 1. 56	298,82	229	— 3	5. 12. 55	298,49	262	— 12
485/2	2. 1. 56	(351,34)	266	+ 4	4. 6. 56	(350,86)	314	— 1
485/3	25. 6. 56	(419,22)	178	— 42	27. 2. 56	(416,48)	452	— 75
485/4	5. 3. 56	300,28	491	+ 17	5. 12. 55	298,90	629	— 9
485/5	2. 1. 56	374,94	265	— 28	21. 11. 55	373,03	456	+ 25
					16. 1. 56			
485/6	23. 4. 56	282,85	109	— 20	27. 2. 56	282,53	141	— 6
	23. 7. 56							
485/7	21. 7. 56	364,66	632	+ 14	31. 12. 55	363,82	716	+ 23
485/15	23. 4. 56	154,11	311	— 1	27. 2. 56	153,18	404	— 9
485/19	27. 12. 55	150,46	211	+ 21	26. 3. 56	149,67	290	— 19
485/25	19. 3. 56	118,92	344	— 3	12. 12. 55	118,59	377	+ 17
486/1	13. 8. 56	429,68	405	+ 2	5. 12. 55	427,63	610	— 40
486/2	30. 1. 56	339,51	380	—247	5. 12. 55	330,27	1304	— 75
486/3	17. 9. 56	154,23	513	+ 10	19. 12. 55	153,20	616	+ 32
	24. 9. 56							
486/4	26. 12. 55	(391,04)	96	— 55	21. 11. 55	(388,72)	328	— 88
486/10	5. 3. 56	137,46	61	+ 3	28. 11. 55	137,08	99	+ 9
486/11	29. 10. 56	131,74	710	— 6	19. 12. 55	131,21	763	— 11
486/12	7. 5. 56	173,67	340	+ 20	21. 11. 55	172,55	452	+ 32
					28. 11. 55			
					5. 12. 55			
486/13	30. 7. 56	161,20	378	+ 56	5. 12. 55	160,40	458	+103
					19. 12. 55			
486/14	18. 6. 56	157,20	768	+ 23	26. 12. 55	156,15	873	+ 95
486/15	11. 6. 56	151,08	313	+ 8	28. 11. 55	149,01	520	± 0
					5. 12. 55			
					12. 12. 55			
486/16	7. 5. 56	121,92	855	± 0	5. 12. 55	121,03	944	— 14

Tabelle 5. Höchst- und Tiefstwerte von Grundwasserbeobachtungen  
in Hessen im Abflußjahr 1956 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
486/17	23. 4. 56	121,45	370	— 4	5. 12. 55 12. 12. 55	120,43	472	— 9
486/18	6. 8. 56	123,05	695	+ 5	5. 12. 55 20. 2. 56	122,72	728	+ 37
496/19	22. 7. 56	177,63	446	+ 56	12. 12. 55	176,91	518	+ 40
486/20 a	19. 12. 55	388,43	543	+ 28	27. 2. 56	383,21	1065	— 55
486/21	10. 9. 56	125,67	165	+ 14	4. 6. 56	124,62	270	— 15
486/22	23. 4. 56	131,38	84	— 5	5. 12. 55	130,66	156	— 6
486/23	10. 9. 56	125,00	1140	+ 30	7. 11. 55	123,89	1251	+ 21
	17. 9. 56				14. 11. 55			
486/24	5. 3. 56	121,56	430	+ 23	5. 12. 55	121,08	478	+ 20
	12. 3. 56							
486/30	16. 7. 56	135,57	320	+ 55	5. 12. 55 12. 12. 55	134,19	458	+ 40
486/31	30. 4. 56	133,25	248	+ 30	12. 12. 55	131,74	399	+ 80
	7. 5. 56							
486/32	29. 10. 56	129,10	113	— 1	20. 2. 56	128,88	135	± 0
486/33	30. 7. 56	132,29	306	± 0	5. 12. 55	131,71	364	— 30
486/34 a	23. 7. 56	144,52	684	+ 43	5. 12. 55	142,09	927	— 52
486/35	9. 1. 56	134,55	20	— 22	19. 12. 55 14. 5. 56 27. 8. 56	134,44	9	+ 8
486/36	29. 10. 56	132,94	401	— 6	5. 12. 55	132,27	468	— 8
486/42	18. 6. 56	140,04	388	+ 14	5. 12. 55 12. 12. 55	139,42	450	± 0
486/45	30. 4. 56	166,34	556	+ 24	28. 11. 55	165,11	679	+ 11
486/46	23. 4. 56	168,24	706	— 15	28. 11. 55	167,83	747	— 6
487/1	6. 8. 56	376,93	850	+ 26	28. 11. 55	375,77	966	— 10
487/2	30. 7. 56	167,81	1268	+ 160	5. 12. 55	163,05	1744	— 38
487/3	16. 7. 56	365,82	519	+ 21	28. 11. 55	363,73	728	— 5
487/4	16. 7. 56	(473,03)	197	+ 220	5. 12. 55	(463,64)	1136	— 95
487/5	2. 1. 56	(325,74)	26	— 2	27. 2. 56	(324,87)	113	— 22
	16. 7. 56							
487/6	29. 10. 56	(374,35)	665	+ 19	5. 12. 55 26. 12. 55	(373,00)	800	— 14
487/7	23. 1. 56	436,85	123	— 4	28. 11. 55	434,74	334	— 46
487/8	16. 7. 56	(459,50)	350	+ 132	28. 11. 55	(449,93)	1307	— 57
487/9	30. 1. 56	(277,51)	549	+ 19	28. 11. 55	(272,51)	1049	— 5
487/21	30. 1. 56	283,13	580	+ 64	12. 12. 55	281,85	708	+ 71
487/22	29. 7. 56	265,89	295	+ 32	10. 6. 56	264,89	395	+ 80
487/23	23. 7. 56	271,59	u. Flur 1	+ 6	21. 11. 55	271,19	39	± 0
487/41	23. 1. 56	439,84	165	+ 3	4. 6. 56	439,56	193	+ 5
505/1 a	4. 6. 56	86,85	847	— 11	6. 2. 56	86,65	867	— 3
	11. 6. 56				13. 2. 56			
	18. 6. 56				20. 2. 56 27. 2. 56			
506/1	5. 3. 56	186,91	249	+ 2	20. 8. 56	186,33	307	± 0
506/2	5. 3. 56	(442,03)	287	+ 11	27. 2. 56	(441,75)	315	± 0
506/3	23. 7. 56	(349,45)	55	— 18	7. 11. 55 22. 11. 55	(346,39)	361	+ 4

Tabelle 5. Höchst- und Tiefstwerte von Grundwasserbeobachtungen  
 in Hessen im Abflußjahr 1956 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
506/4	5. 3. 56	344,90	302	+ 4	5. 12. 55	343,33	459	— 9
506/6	5. 3. 56	387,60	9	+ 8	21. 11. 55	386,16	153	± 0
					28. 11. 55			
					5. 12. 55			
506/7	29. 10. 56	(211,90)	310	+ 49	16. 1. 56	(211,01)	399	± 0
506/8	23. 4. 56	136,81	507	+ 10	19. 12. 55	136,16	572	+ 31
	11. 6. 56							
506/9	11. 3. 56	229,21	1443	— 108	25. 12. 55	228,14	1550	+ 87
506/10	19. 3. 56	187,74	305	— 11	2. 4. 56	187,18	361	+ 10
					16. 4. 56			
					14. 5. 56			
506/11	23. 4. 56	86,09	386	— 4	8. 10. 56	85,73	422	+ 2
	30. 4. 56				15. 10. 56			
	7. 5. 56				22. 10. 56			
					29. 10. 56			
506/12	5. 3. 56	(290,69)	439	— 1	12. 12. 55	(289,09)	599	— 16
506/13	5. 3. 56	(386,65)	35	— 8	12. 12. 55	(382,45)	455	— 66
506/14	2. 1. 56	408,34	406	— 17	12. 3. 56	407,44	496	— 4
506/15	5. 3. 56	368,94	105	+ 29	12. 3. 56	368,42	157	— 9
506/16	5. 3. 56	487,41	167	— 91	28. 11. 55	483,03	605	— 46
506/17	2. 1. 56	(419,12)	88	— 1	20. 2. 56	(418,63)	137	— 9
507/1	29. 10. 56	(316,31)	969	+ 8	26. 12. 55	(315,69)	1031	+ 48
507/2	16. 6. 56	121,43	732	— 9	31. 12. 55	120,87	788	+ 17
	30. 6. 56							
507/3	22. 10. 56	96,40	1398	— 24	20. 2. 56	96,30	1408	— 15
					27. 2. 56			
507/4	6. 2. 56	113,68	188	— 6	7. 11. 55	112,20	336	+ 7
507/5	5. 3. 56	129,37	266	— 75	5. 12. 55	127,76	427	— 5
507/6	18. 4. 56	95,53	372	— 17	2. 11. 55	95,26	399	+ 19
507/7	9. 3. 56	94,08	467	+ 74	1. 12. 55	92,53	622	— 2
507/8	19. 3. 56	96,25	264	— 9	21. 11. 55	96,13	276	+ 2
					28. 11. 55			
					5. 12. 55			
					15. 12. 55			
					27. 12. 55			
507/9	23. 5. 56	96,41	295	— 22	14. 12. 55	96,13	323	+ 16
					22. 12. 55			
					31. 12. 55			
507/10	5. 3. 56	100,67	52	— 5	7. 11. 55	99,99	120	+ 12
507/11	7. 5. 56	98,50	199	— 25	27. 12. 55	98,01	248	+ 14
507/13	23. 7. 56	107,24	996	— 31	19. 12. 55	106,82	1038	+ 22
	30. 7. 56							
507/14	22. 10. 56	95,17	1682	— 5	26. 3. 56	94,95	1704	+ 2
	29. 10. 56				3. 4. 56			
					14. 5. 56			
					28. 5. 56			
					4. 6. 56			
507/15a	18. 6. 56	111,70	797	— 17	27. 12. 55	111,43	824	— 9
	25. 6. 56							
507/15b	9. 1. 56	91,00	3226	— 18	22. 10. 56	90,47	3279	— 27

Tabelle 5. Höchst- und Tiefstwerte von Grundwasserbeobachtungen  
in Hessen im Abflußjahr 1956 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
507/16	23. 4. 56	109,46	954	— 88	7. 11. 55 12. 12. 55	107,67	1133	+ 1
507/17	17. 9. 56	166,02	1358	— 51	12. 12. 55	165,21	1439	+ 32
507/18	5. 3. 56	569,16	235	— 3	21. 11. 55	567,57	394	— 1
507/19	2. 1. 56	172,25	198	— 1	5. 12. 55	171,18	305	+ 1
507/20	2. 1. 56 5. 3. 56	200,71	106	— 8	7. 11. 55	199,17	260	+ 16
507/21 a	5. 3. 56	447,50	161	— 37	12. 12. 55	443,39	572	— 20
507/21 b	30. 7. 56	431,48	1529	—171	5. 12. 55	429,23	1754	— 43
507/22	26. 3. 56	84,75	966	— 4	28. 11. 55	84,20	1021	— 1
507/31	2. 1. 56	<sup>3)</sup>			14. 11. 55 21. 11. 55	<sup>3)</sup>		
507/32	17. 4. 56	104,26	97	— 50	15. 11. 55 22. 11. 55 29. 11. 55	103,87	136	— 1
507/33	7. 3. 56	96,53	315	+ 60	6. 12. 55 12. 12. 55	95,52	416	— 12
507/34	19. 3. 56	88,50	1812	+ 2	22. 10. 56	88,20	1842	+ 20
507/35	10. 9. 56	97,89	1233	— 12	4. 6. 56	97,59	1263	— 7
507/36	30. 7. 56	94,90	480	— 24	5. 3. 56 12. 3. 56	94,66	504	+ 17
507/37	17. 9. 56	99,97	999	+ 10	12. 12. 55	99,46	1050	— 4
507/38	7. 11. 55	103,37	1281	—112	15. 10. 56 22. 10. 56 29. 10. 56	103,13	1305	— 24
507/39	16. 7. 56	106,95	1703	— 22	2. 8. 56 1. 10. 56	106,70	1728	— 7
507/40	7. 11. 55 14. 11. 55 28. 11. 55	99,04	1165	— 35	26. 3. 56	98,71	1198	— 34
507/41 a	10. 9. 56	98,35	203	— 80	28. 11. 55	97,72	266	— 55
507/42	10. 9. 56	118,20	399	— 29	12. 12. 55	117,75	444	— 74
507/44	30. 4. 56 7. 5. 56 11. 6. 56 18. 6. 56 2. 7. 56 30. 7. 56 6. 8. 56 20. 8. 56 3. 9. 56 16. 10. 56	109,84	265	— 1	21. 11. 55	109,74	275	+ 2
507/45	3. 9. 56	135,28	370	— 28	7. 11. 55 14. 11. 55 21. 11. 55 28. 11. 55 5. 12. 55 12. 12. 55	134,58	440	+ 10

Tabelle 5. Höchst- und Tiefstwerte von Grundwasserbeobachtungen  
 in Hessen im Abflußjahr 1956 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
507/47 a	8. 10. 56	93,12	1422	— 2	6. 2. 56	92,76	1458	+ 27	
	29. 10. 56				13. 2. 56				
507/129	12. 3. 56	85,69	528	— 28	22. 10. 56	84,26	671	— 21	
507/131	13. 8. 56	126,63	1023	— 5	27. 2. 56	126,42	1044	+ 7	
	21. 8. 56				26. 3. 56				
507/133	30. 4. 56	84,78	561	— 32	12. 12. 55	84,51	588	+ 5	
					19. 12. 55				
507/134	29. 10. 56	122,17	358	— 2	12. 12. 55	121,64	411	+ 6	
508/1	17. 9. 56	(135,28)	4472	+ 42	28. 11. 55	(131,08)	4692	— 5	
					5. 12. 55				
508/2	14. 5. 56	99,12	396	— 14	19. 12. 55	98,88	420	+ 3	
					9. 1. 56				
					16. 1. 56				
					23. 1. 56				
508/3	17. 9. 56	119,18	1584	+ 21	30. 1. 56	5. 12. 55	117,17	1785	— 29
508/4	17. 9. 56	117,72	360	+ 4	19. 12. 55	117,10	422	— 5	
	24. 9. 56								
508/5	19. 3. 56	128,76	185	— 43	21. 11. 55	125,63	498	— 5	
					28. 11. 55				
508/6	29. 10. 56	136,21	947	+ 26	16. 1. 56	135,85	983	+ 44	
508/7	30. 4. 56	134,94	918	+ 18	5. 12. 55	132,21	1191	+ 193	
508/8	24. 9. 56	133,03	792	+ 32	19. 12. 55	132,12	883	— 11	
508/9	6. 8. 56	221,82	275	+ 9	5. 12. 55	221,17	340	— 7	
508/11	17. 9. 56	(173,48)	152	+ 23	5. 12. 55	(172,90)	210	+ 10	
					12. 12. 55				
508/12	11. 3. 56	106,26	269	± 0	31. 12. 55	106,04	291	— 10	
	15. 4. 56								
	13. 5. 56								
508/26	2. 5. 56	121,61	414	<sup>2)</sup>	21. 11. 55	120,81	494	<sup>2)</sup>	
508/27	7. 11. 55	120,75	451	<sup>2)</sup>	27. 8. 56	120,19	507	<sup>2)</sup>	
508/28	<sup>3)</sup>				<sup>3)</sup>				
508/29	30. 1. 56	120,56	226	<sup>2)</sup>	27. 8. 56	119,98	284	<sup>2)</sup>	
508/41	15. 10. 56	117,28	402	— 12	21. 11. 55	116,93	437	+ 3	
	22. 10. 56								
508/42	29. 10. 56	119,76	654	+ 7	19. 12. 55	119,59	671	+ 11	
					26. 12. 55				
508/45	25. 9. 56	158,30	180	+ 30	9. 1. 56	156,90	320	± 0	
	1. 10. 56								
	8. 10. 56								
508/46	2. 1. 56	138,26	60	+ 10	28. 5. 56	137,85	101	+ 1	
508/47 a	17. 9. 56	147,79	160	— 32	12. 12. 55	146,51	288	— 6	
508/48	9. 1. 56	139,92	352	<sup>2)</sup>	25. 6. 56	139,50	394	<sup>2)</sup>	
					2. 7. 56				
509/2	9. 1. 56	268,05	775	— 15	5. 12. 55	266,77	903	— 23	
509/3	2. 1. 56	294,16	138	+ 3	7. 11. 55	293,67	187	— 1	
					14. 11. 55				
					21. 11. 55				
					28. 11. 55				
					5. 12. 55				

Tabelle 5. Höchst- und Tiefstwerte von Grundwasserbeobachtungen  
in Hessen im Abflußjahr 1956 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
509/4	6. 8. 56	(452,10)	290	— 40	28. 11. 55	(450,21)	479	— 30
509/5	2. 1. 56	341,38	185	— 9	21. 11. 55	340,47	276	± 0
					28. 11. 55			
526/26	2. 11. 55	109,18	1180	— 68	12. 3. 56	108,81	1217	— 5
527/1	23. 4. 56	105,56	212	— 21	17. 9. 56	104,65	303	— 25
527/2	29. 10. 56	95,69	325	— 1	7. 11. 55	95,21	373	— 2
					11. 11. 55			
527/3	23. 4. 56	107,28	197	— 2	12. 12. 55	106,75	250	— 15
	7. 5. 56							
527/4a	30. 4. 56	82,90	284	— 68	5. 12. 55	82,46	328	— 5
527/5a	29. 10. 56	83,07	257	— 36	19. 12. 55	81,36	428	— 59
527/6	23. 4. 56	120,94	163	+ 7	12. 12. 55	120,32	225	— 7
	7. 5. 56							
527/7	25. 6. 56	93,21	101	— 20	21. 11. 55	92,42	180	0
527/8a	27. 8. 56	84,95	286	— 68	4. 12. 55	83,74	407	— 38
	3. 9. 56							
	10. 9. 56							
527/9	5. 3. 56	92,89	133	+ 4	20. 8. 56	92,50	172	+ 11
527/10	<sup>3)</sup>				<sup>3)</sup>			
527/11a	7. 11. 55	103,67	1181	— 7	7. 5. 56	103,51	1197	+ 12
	14. 11. 55				14. 5. 56			
527/12	14. 5. 56	100,62	142	+ 12	7. 11. 55	100,05	199	± 0
527/13	7. 5. 56	107,83	277	— 23	19. 12. 55	107,37	323	— 3
527/14	14. 5. 56	111,11	338	+ 3	12. 12. 55	110,58	391	— 2
	11. 6. 56				26. 12. 55			
527/15	29. 10. 56	114,80	331	+ 1	12. 12. 55	113,99	412	— 5
527/16	16. 4. 56	86,73	168	— 15	7. 11. 55	86,08	233	— 1
	23. 4. 56				14. 11. 55			
	30. 4. 56				21. 11. 55			
527/17	<sup>3)</sup>				<sup>3)</sup>			
527/19	29. 10. 56	90,35	577	+ 35	7. 11. 55	89,94	618	+ 65
527/20	29. 10. 56	91,76	632	+ 15	12. 12. 55	91,50	658	+ 52
527/21	30. 4. 56	89,81	393	+ 10	28. 11. 55	89,51	423	+ 36
527/22	19. 3. 56	89,07	100	+ 15	28. 11. 55	88,51	156	+ 21
					5. 12. 55			
					12. 12. 55			
527/23	19. 3. 56	89,00	180	+ 12	28. 11. 55	88,64	245	+ 23
					5. 12. 55			
527/38	30. 4. 56	89,80	300	— 18	21. 11. 55	89,42	338	+ 19
	7. 5. 56				28. 11. 55			
	14. 5. 56				5. 12. 55			
					12. 12. 55			
					19. 12. 55			
					26. 12. 55			
527/39	30. 4. 56	90,45	64	— 8	2. 8. 56	89,94	115	— 3
					9. 8. 56			
527/43	17. 9. 56	85,21	46	— 63	12. 12. 55	83,86	181	— 46
527/44	24. 9. 56	85,75	213	— 33	27. 12. 55	84,79	309	— 25
527/50	5. 3. 56	89,34	201	+ 40	7. 11. 55	88,40	295	+ 2
527/51	5. 3. 56	89,22	50	+ 8	14. 11. 55	88,35	137	± 0

Tabelle 5. Höchst- und Tiefstwerte von Grundwasserbeobachtungen  
 in Hessen im Abflußjahr 1956 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
527/52	16. 4. 56	92,09	ü. Flur 9	+ 9	9. 7. 56	91,58	42	+ 7
527/53	7. 5. 56 14. 5. 56 2. 7. 56 9. 7. 56	83,95	347	— 2	5. 12. 55	83,38	404	— 8
527/54 a	7. 5. 56	82,40	481	— 1	2. 1. 56	82,01	520	+ 6
527/55	7. 5. 56	87,16	78	— 3	5. 12. 55	86,32	162	+ 1
527/56	7. 5. 56	86,48	222	— 14	5. 12. 55	86,09	261	+ 3
527/57	23. 1. 56	80,69	676	— 5	26. 3. 56	80,39	706	+ 6
527/111	29. 10. 56	88,67	157	+ 40	12. 12. 55	87,80	244	+ 4
527/112	17. 9. 56	87,17	343	+ 2	12. 12. 55	85,61	499	— 15
527/113	29. 10. 56	89,91	94	+ 29	5. 3. 56	88,82	203	— 21
527/114	29. 10. 56	89,24	107	+ 26	13. 2. 56 5. 3. 56	88,43	188	— 5
527/116	29. 10. 56	86,08	93	— 18	23. 1. 56 27. 2. 56	85,45	156	+ 10
527/117 a	8. 10. 56	89,89	69	+ 15	27. 2. 56	89,00	158	— 17
527/118	5. 3. 56	88,30	144	+ 47	12. 12. 55	87,50	224	+ 36
527/119	23. 4. 56	88,69	78	+ 30	12. 12. 55	88,05	142	+ 24
527/120	5. 3. 56	88,17	53	+ 19	12. 12. 55	87,62	108	+ 25
527/122 a	<sup>a)</sup>				12. 12. 55	85,87	128	+ 14
527/126	23. 4. 56	88,03	277	+ 10	5. 12. 55 12. 12. 55	87,34	346	+ 37
527/127	19. 3. 56	87,26	258	+ 11	30. 7. 56	85,68	416	— 66
527/128	12. 3. 56	86,78	195	+ 4	20. 8. 56	86,30	243	— 3
527/133	8. 10. 56	85,62	235	— 34	23. 1. 56	84,90	307	+ 7
527/141 a	3. 9. 56 10. 9. 56	85,41	154	— 99	12. 12. 55	83,10	385	— 64
527/142	17. 9. 56	85,42	106	— 102	19. 12. 55	83,76	272	— 58
527/143	29. 10. 56	87,27	184	+ 11	2. 1. 56 23. 1. 56 30. 1. 56	86,58	253	+ 6
527/144	18. 6. 56	88,84	94	+ 25	13. 2. 56	87,98	180	— 10
527/145	6. 2. 56	91,22	66	+ 14	14. 11. 55	90,71	117	+ 3
527/146	12. 3. 56	93,12	157	+ 5	12. 12. 55	92,81	188	+ 6
527/147	8. 10. 56	100,09	1988	+ 28	14. 11. 55 28. 11. 55	99,60	2037	+ 3
527/148	<sup>a)</sup>				12. 12. 55	85,02	286	+ 11
527/149	29. 10. 56	87,98	57	+ 3	13. 8. 56	87,61	94	— 5
527/150	9. 4. 56	89,19	67	— 9	13. 8. 56	88,90	96	+ 15
527/151	22. 10. 56	92,41	683	+ 11	4. 6. 56	92,13	711	+ 49
527/152	12. 3. 56	100,47	1042	+ 16	13. 8. 56	100,31	1058	+ 29
527/153	27. 8. 56 10. 9. 56	83,97	30	— 30	28. 11. 55	82,43	184	— 34
527/154	12. 3. 56	83,46	123	— 54	26. 12. 55	82,59	210	— 22
527/155	23. 4. 56	83,44	69	— 11	26. 12. 55	83,04	109	± 0
527/156	12. 3. 56	83,48	172	— 11	28. 11. 55	83,00	220	— 8
527/157	9. 4. 56	83,89	72	— 1	30. 7. 56	83,45	116	— 6
527/158	20. 2. 56	85,12	99	+ 44	28. 11. 55	84,23	188	+ 2

Tabelle 5. Höchst- und Tiefstwerte von Grundwasserbeobachtungen in Hessen im Abflußjahr 1956 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
527/159	12. 3. 56	86,00	183	+ 17	28. 11. 55	85,37	246	+ 4
527/160	20. 2. 56	86,80	62	— 11	4. 6. 56	86,43	99	— 9
527/161	18. 6. 56	97,52	201	— 19	14. 11. 55	97,00	253	+ 56
527/162a	22. 10. 56	107,04	78	— 19	3)			
527/163a	26. 3. 56	114,56	268	+ 37	26. 12. 55	113,41	383	— 35
527/165	23. 4. 56	84,59	218	± 0	7. 11. 55	83,86	291	+ 2
					14. 11. 55			
527/166	30. 4. 56	82,75	288	— 11	12. 12. 55	82,43	320	+ 9
	7. 5. 56							
	14. 5. 56							
527/167	9. 1. 56	81,09	580	— 13	29. 10. 56	80,82	607	— 4
	16. 1. 56							
527/168	25. 6. 56	82,94	493	— 16	20. 2. 56	82,82	505	+ 10
	2. 7. 56				27. 2. 56			
527/169	5. 3. 56	88,56	54	+ 9	20. 8. 56	87,75	135	+ 9
527/170	5. 3. 56	90,60	86	+ 6	12. 12. 55	89,89	157	— 2
527/171	30. 4. 56	86,27	251	+ 15	12. 12. 55	84,96	382	— 15
527/172	12. 3. 56	83,44	327	— 10	7. 11. 55	82,86	385	— 1
527/173	16. 4. 56	85,26	230	+ 18	19. 12. 55	84,51	305	± 0
527/174	14. 5. 56	82,07	430	— 15	29. 10. 56	81,92	445	+ 12
	22. 5. 56							
	29. 5. 56							
527/175	18. 6. 56	83,99	394	— 2	19. 12. 55	83,69	424	+ 12
	25. 6. 56				26. 12. 55			
527/176a	7. 11. 55	81,94	590	— 14	29. 10. 56	81,72	612	— 5
	14. 11. 55							
527/177	5. 3. 56	83,73	54	— 29	5. 12. 55	82,30	197	— 5
					12. 12. 55			
527/178	5. 3. 56	83,91	86	± 0	14. 11. 55	82,45	232	— 3
527/179	12. 3. 56	83,42	47	— 32	7. 11. 55	82,75	114	+ 4
					14. 11. 55			
527/180	23. 4. 56	84,14	319	— 19	7. 11. 55	83,38	395	± 0
					14. 11. 55			
527/181	23. 4. 56	84,93	98	+ 8	28. 11. 55	84,30	161	— 3
	7. 5. 56							
527/182	23. 4. 56	93,24	113	+ 10	28. 11. 55	92,86	151	+ 27
	7. 5. 56							
527/183	23. 4. 56	98,88	122	+ 5	12. 12. 55	98,19	191	+ 12
	7. 5. 56							
527/184	23. 4. 56	105,43	77	— 11	12. 12. 55	104,65	155	+ 4
	7. 5. 56							
527/185	23. 4. 56	113,29	198	— 11	12. 12. 55	112,47	280	— 18
	7. 5. 56							
527/186	23. 4. 56	122,30	63	+ 8	14. 11. 55	121,66	127	+ 34
	7. 5. 56							
527/187	29. 10. 56	130,21	130	+ 10	12. 12. 55	129,66	185	— 4
527/188	18. 6. 56	135,46	885	+ 35	12. 12. 55	134,14	1017	+ 78
528/51	5. 3. 56	148,32	24	+ 48	23. 7. 56	147,05	151	+ 80
					13. 8. 56			

Tabelle 5. Höchst- und Tiefstwerte von Grundwasserbeobachtungen  
 in Hessen im Abflußjahr 1956 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
528/52	12. 3. 56 19. 3. 56 30. 7. 56	140,73	233	— 8	5. 12. 55	140,13	293	— 8
528/58 a	19. 3. 56	126,47	409	— 26	12. 12. 55 19. 12. 55	125,59	497	+ 52
528/59 a	12. 3. 56	128,19	213	+ 131	5. 12. 55	126,61	371	+ 156
528/60	17. 9. 56	126,14	464	— 1	19. 12. 55	124,82	597	+ 27
528/61	8. 10. 56 29. 10. 56	125,63	554	— 53	19. 12. 55	125,09	608	+ 27
544/2 a	29. 10. 56 9. 4. 56	90,06	132	+ 19	12. 12. 55	89,16	222	+ 19
544/3	3. 9. 56	87,45	85	— 48	12. 12. 55	86,72	158	2)
544/4	16. 4. 56	88,07	60	+ 21	12. 12. 55	87,11	156	2)
544/5	12. 3. 56	88,15	111	— 24	12. 12. 55	87,57	159	2)
544/6	29. 10. 56	87,56	200	— 1	12. 12. 55	86,81	275	— 18
544/7	29. 10. 56	88,81	67	+ 15	14. 11. 55	88,22	126	— 4
544/8	28. 10. 56	89,18	83	2)	4. 6. 56	88,75	126	2)
544/9	23. 7. 56	90,42	116	+ 19	12. 12. 55	89,80	178	+ 1
544/10	16. 7. 56	92,22	90	+ 15	12. 12. 55	91,54	158	— 7
544/11	8. 10. 56	94,19	117	+ 6	5. 12. 55	93,16	220	— 1
544/12	5. 3. 56	94,20	74	— 14	12. 12. 55	93,19	175	— 9
544/13	12. 3. 56	87,91	104	— 101	12. 12. 55	84,63	432	— 45
544/14	11. 9. 56	87,03	127	— 66	12. 12. 55	84,94	336	— 42
544/15	22. 8. 56	86,91	30	— 10	13. 12. 55	85,56	165	— 31
544/16	29. 10. 56	87,78	35	+ 14	12. 12. 55	87,01	112	+ 10
544/17	29. 10. 56	89,03	95	+ 30	12. 12. 55	88,25	173	+ 11
544/18	23. 4. 56	91,13	261	+ 39	12. 12. 55	90,12	362	+ 9
544/19	29. 10. 56	92,13	235	+ 23	2. 11. 55 7. 11. 55	91,27	321	± 0
544/20	29. 10. 56	93,17	203	+ 20	12. 12. 55	92,09	311	— 12
544/21	23. 4. 56	91,47	97	+ 23	5. 12. 55 12. 12. 55	90,56	188	+ 8
544/22	5. 3. 56	95,95	77	2)	28. 11. 55	94,62	210	2)
544/26	30. 7. 56 6. 8. 56	90,55	266	— 11	27. 12. 55	90,18	303	— 3
544/27	16. 7. 56	91,37	138	+ 28	12. 12. 55 19. 12. 55	90,55	220	+ 2
544/31	5. 3. 56	95,31	19	2)	9. 7. 56 20. 8. 56	94,46	104	2)
544/32	5. 3. 56	95,27	ü. Flur 4	2)	20. 8. 56	94,59	64	2)
544/33	29. 10. 56	95,36	19	2)	7. 11. 55	94,63	92	2)
544/34	29. 10. 56	95,60	9	2)	21. 11. 55	94,64	105	2)
544/35	5. 3. 56	95,19	ü. Flur 8	2)	28. 5. 56	94,02	109	2)
544/36	8. 10. 56	94,80	2	2)	28. 5. 56	93,98	84	2)
544/37	5. 3. 56	95,19	4	2)	7. 11. 55	94,23	100	2)
544/38	5. 3. 56	94,98	47	2)	5. 12. 55	93,91	154	2)
544/39	5. 3. 56	94,69	13	2)	5. 12. 55	93,42	140	2)
544/40	8. 10. 56	94,66	33	2)	5. 12. 55	93,58	141	2)

Tabelle 5. Höchst- und Tiefstwerte von Grundwasserbeobachtungen  
in Hessen im Abflußjahr 1956 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
544/48	29. 10. 56	89,52	128	+ 29	26. 12. 55	88,80	200	+ 21
544/49a	27. 8. 56	92,86	282	²)	27. 12. 55	92,34	334	²)
					9. 1. 56			
544/50a	30. 4. 56	94,70	148	— 7	12. 12. 55	94,12	206	— 8
544/51a	21. 5. 56	94,06	306	— 13	23. 1. 56	93,73	339	— 9
544/101	30. 7. 56	88,97	350	— 12	6. 2. 56	88,61	386	— 10
	17. 9. 56				13. 2. 56			
	24. 9. 56				20. 2. 56			
544/102	29. 10. 56	88,36	157	—110	28. 11. 55	87,64	229	— 9
544/103a	29. 10. 56	88,90	79	+ 21	12. 12. 55	88,28	141	+ 4
544/104a	12. 3. 56	92,80	80	+ 18	2. 11. 55	91,90	170	+ 5
544/106a	29. 10. 56	89,83	105	+ 40	12. 12. 55	88,90	198	+ 17
544/107	29. 10. 56	88,21	42	+ 17	12. 12. 55	87,63	100	+ 2
544/109	11. 6. 56	87,50	25	± 0	28. 11. 55	86,73	102	+ 2
	13. 8. 56							
544/110a	10. 9. 56	86,93	10	± 0	12. 12. 55	85,00	203	— 42
544/111	29. 10. 56	88,50	254	+ 21	12. 12. 55	87,80	324	+ 13
544/123	29. 10. 56	92,72	56	+ 15	12. 12. 55	91,70	158	— 7
544/124	23. 7. 56	94,84	127	+ 10	12. 12. 55	94,09	202	— 12
544/125	29. 10. 56	88,54	163	+ 19	12. 12. 55	87,91	226	+ 4
544/134	3. 9. 56	86,60	44	— 71	14. 5. 56	83,05	399	—135
544/135	10. 9. 56	86,74	110	— 41	12. 12. 55	84,85	299	— 42
544/136	29. 10. 56	87,53	264	—180	12. 12. 55	86,67	350	— 13
544/137	8. 10. 56	90,51	135	+ 15	14. 11. 55	89,80	206	+ 7
544/138	10. 9. 56	91,11	163	+ 16	28. 11. 55	90,52	222	— 2
544/139	8. 10. 56	92,96	484	+ 28	12. 12. 55	92,17	563	— 7
544/140	8. 10. 56	92,99	1194	+ 39	12. 12. 55	92,27	1266	+ 10
	22. 10. 56							
544/164	12. 3. 56	93,19	464	+ 6	12. 12. 55	92,57	526	— 9
	30. 4. 56							
	29. 10. 56							

Die Tabelle bringt die 454 Meßstellen des Landesgrundwasserdienstes, wobei das Abflußjahr 1955 zum Vergleich herangezogen wird.

#### D. Grundwasserganglinien über die Abflußjahre 1949 bis 1956 (8 Jahre)

In der diesjährigen Veröffentlichung werden die Ganglinien einer in Richtung O–W angeordneten Reihe von Grundwassermeßstellen gebracht. In der Reihenfolge von O nach W handelt es sich um folgende Meßstellen: 527/188, 527/187, 527/186, 527/185, 527/1, 527/184, 527/183, 527/182, 527/170, 527/171, 527/181, 527/165, 527/180, 527/179, 527/178, 527/177. Die ausgewählte Meßreihe ist eine von mehreren, die das Hessische Landesamt für Bodenforschung auf Anregung der Hessischen Wasserwirtschaftsverwaltung angelegt hat und die vom Fuße des Odenwaldes im O bis zum Rhein im W

reichen und damit die Oberrheinebene in ihrer ganzen Breite überdecken. Die in Form der Ganglinien der einzelnen Meßstellen dieser Meßreihe dargestellte Entwicklung des Grundwasserstandes erlaubt die Frage zu beantworten, ob sich eine verstärkte Grundwasserneubildung im Sprendlinger Hügelland oder am Übertritt seiner Bäche vom Hügelland in die Ebene in Form eines Schwalles bemerkbar macht. Ein derartiger Schwall ist, wie die vergleichende Betrachtung erweist, nicht zu erkennen. Die Meßreihe läuft etwa über die Orte Arheilgen, Gräfenhausen, Worfelden, Groß-Gerau, Astheim.

Nr.	Bezeichnung	Tafel	Ganglinie für die vorangegangene Zeit veröffentlicht im Notizblatt (Erscheinungsjahr und Nummer der Tafel, bei gleichzeitiger Veröffentlichung mehrerer Jahre in Klammern Kalender- bzw. Abflußjahr)
409/1	Wellerode, Forsthausbrunnen . .	18	1951, 19 (1943—1948)
409/3	Fürstenhagen, Forsthausbrunnen .	18	1951, 19 (1943—1948)
409/4	Bischofferode, Forsthausbrunnen .	18	1951, 19 (1943—1948)
409/6	Guxhagen, Bahnbrunnen . . . .	21	— — — — —
410/1	Germerode, Brunnen im Garten des Forstamtes . . . . .	24	— — — — —
433/26 a	Roda, Hausbrunnen . . . . .	18	1951, 20 (1939—1948)
434/1	Jesberg, Forstamtsbrunnen . . . .	18	1951, 19 (1943—1948)
434/2	Wohra, Hausbrunnen . . . . .	18	1951, 20 (1939—1948)
434/3	Allendorf, Forsthausbrunnen . . .	19	1951, 20 (1939—1948)
434/4	Merzhausen, Forsthausbrunnen . .	21	— — — — —
434/6	Anzefahr, Forsthausbrunnen . . .	20	— — — — —
435/1	Friedlos, Bahnbrunnen . . . . .	21	— — — — —
436/1	Ronshausen, Bahnbrunnen . . . . .	21	— — — — —
459/14	Herborn, Brunnen bei der Anstalt .	19	vgl. 459/2 (12), 1951, 21 (1939—1948)
461/5	Atzenhain, Gemeindebrunnen Dorfstraße, Haus 56 . . . . .	22	— — — — —
462/2	Steinbach, Bahnbrunnen . . . . .	22	— — — — —
462/3	Hünhan, Bahnbrunnen . . . . .	22	— — — — —
486/15	Obbornhofen, Schulbrunnen . . . .	22	1913, 4; 1914, 6; 1916, 7; 1917, 6; 1918, 6; 1919, 6; 1923, 6 (1919), 6 (1920); 1924, 6 (1921), 6 (1922); 1925, 5; 1926, 5; 1927, 5; 1928, 5; 1929, 5; 1930, 6 (1928), 6 (1929); 1931, 6; 1933, 6 (1931), 6 (1932); 1934, 6; 1935, 6; 1936, 6; 1937, 7; 1938, 7; 1950, 10 (1939—1948).
486/35	Steinheim, Brunnen an der neuen Schule . . . . .	19	1916, 5; 1917, 4; 1918, 4; 1919, 4; 1923, 4 (1919), 4 (1920); 1924, 4 (1921), 4 (1922); 1927, 6; 1927, 6; 1929, 4; 1930, 5 (1928), 5 (1929); 1931, 5; 1933, 5 (1931), 5 (1932); 1934, 5; 1935, 5; 1936, 5; 1937, 5; 1938, 5; 1950, 10 (1939 bis 1948).
487/2	Marborn, Bahnbrunnen . . . . .	20	— — — — —
506/16	Hausen v. d. Höhe, Gemeinde- brunnen . . . . .	20	— — — — —

Nr.	Bezeichnung	Tafel	Ganglinie für die vorangegangene Zeit veröffentlicht im Notizblatt (Erscheinungsjahr und Nummer der Tafel, bei gleichzeitiger Veröffentlichung mehrerer Jahre in Klammern Kalender- bzw. Abflußjahr)
507/41 a	Walldorf, Feuerlöschbrunnen; früher Forsthaus Gundhof . . .	19	1923, 9; 1924, 9 (1921), 9 (1922); 1925, 9; 1926, 9; 1927, 9; 1928, 9; 1929, 8; 1930, 3 (1928), 3 (1929); 1931, 3; 1933, 3 (1931), 3 (1932); 1934, 3; 1935, 3; 1936, 3; 1937, 4; 1938, 4; Ersatzmeßstelle seit 23. 3. 1949.
508/46	Mittel-Gründau, Hausbrunnen Hauptstraße 70 . . . . .	22	— — — — —
527/1	Gräfenhausen, Gemeindebrunnen Turmstraße 13 . . . . .	23	— — — — —
527/19	Darmstädter Wasserwerk, Bohrloch 19 A . . . . .	19	1913, 1; 1914, 1; 1916, 1; 1917, 1; 1918, 1; 1919, 1; 1923, 1 (1919), 1 (1920); 1924, 1 (1921), 1 (1922); 1925, 1; 1926, 1; 1927, 1; 1928, 1; 1929, 1; 1930, 1 (1928), 1 (1929); 1931, 1; 1933, 1 (1931), 1 (1932); 1934, 1; 1935, 1; 1936, 1; 1937, 1; 1938, 1.
527/23	Darmstädter Wasserwerk, Bohrloch J . . . . .	19	1913, 1; 1914, 1; 1916, 1; 1917, 1; 1918, 1; 1919, 1; 1923, 1 (1919), 1 (1920); 1924, 1 (1921), 1 (1922); 1925, 1; 1926, 1; 1927, 1; 1928, 1; 1929, 1; 1930, 1 (1928), 1 (1929); 1931, 1; 1933, 1 (1931), 1 (1932); 1934, 1; 1935, 1; 1936, 1; 1937, 1; 1938, 1.
527/39	Mönchbruch, Hausbrunnen; früher Jagdschloß Mönchbruch . . . . .	19	1923, 9 (1920); 1924, 9 (1921), 9 (1922); 1925, 9; 1926, 9; 1927, 9; 1928, 9; 1929, 8; 1930, 3 (1928), 3 (1929); 1931, 3; 1933, 3 (1931), 3 (1932); 1934, 3; 1935, 3; 1937, 4; 1938, 4.
527/147	Gemarkung Pfungstadt, Meßrohr . . .	20	— — — — —
527/165	Gemarkung Trebur, Meßrohr . . . . .	23	— — — — —
527/170	Klein-Gerau, Feuerlöschbrunnen . . .	23	— — — — —
527/171	Groß-Gerau, Feuerlöschbrunnen Stadthaus . . . . .	23	— — — — —
527/177	Gemarkung Astheim, Meßrohr . . . . .	23	— — — — —
527/178	Gemarkung Trebur, Meßrohr . . . . .	23	— — — — —
527/179	Gemarkung Trebur, Meßrohr . . . . .	23	— — — — —
527/180	Gemarkung Trebur, Meßrohr . . . . .	23	— — — — —
527/181	Gemarkung Groß-Gerau, Meßrohr . . .	23	— — — — —
527/182	Gemarkung Worfelden, Meßrohr . . . . .	23	— — — — —
527/183	Gemarkung Worfelden, Meßrohr . . . . .	23	— — — — —
527/184	Gemarkung Gräfenhausen, Meßrohr . . .	23	— — — — —
527/185	Gemarkung Gräfenhausen, Meßrohr . . .	23	— — — — —
527/186	Gemarkung Arheilgen, Meßrohr . . . . .	23	— — — — —
527/187	Gemarkung Arheilgen, Meßrohr . . . . .	23	— — — — —
527/188	Arheilgen, Forsthausbrunnen . . . . .	23	— — — — —

**E. Grundwasserverhältnisse einzelner Bezirke im Abflußjahr 1956****Dienstbezirk des Wasserwirtschaftsamtes Dillenburg**

Trotz des regenreichen Sommers liegen die Höchst- und Tiefstwerte des verflossenen Abflußjahres bei den  $2 \times 11 = 22$  angegebenen Werten (Meßstellen 432/1; 433/1, 2, 3; 459/11, 12, 14, 15, 16; 460/1; 484/31) in 17 Fällen unter denen des Vorjahres, in nur vier Fällen darüber, während sie sich in einem Falle gleichgeblieben sind. Wenn auch diese Werte eine allgemeine Beurteilung des Grundwasserstandes nicht zulassen, so ist doch hervorzuheben, daß das Jahresmittel 1956 an der als zuverlässig geltenden Meßstelle Driedorf (459/15) um 0,07 m höher ist als im Abflußjahr 1955.

**Dienstbezirk des Wasserwirtschaftsamtes Fulda**

Der bereits im Abflußjahr 1955 durch die Ganglinien der beiden Brunnen 487/21 Eichenzell und 463/1 Bieberstein angezeigte Grundwasseranstieg gegenüber dem Jahre 1954 hat auch im Abflußjahr 1956 weiter angehalten. Bemerkenswert hierbei ist das Ansteigen des Höchst- und Tiefstwertes beim Brunnen Eichenzell um 44 cm bzw. 71 cm gegenüber dem Jahre 1955, während der Höchst- und Tiefstwert bei dem Brunnen Bieberstein nur 13 cm bzw. 10 cm über den Werten von 1955 liegt. Hierbei ist zu beachten, daß der Brunnen Bieberstein eine sofortige Reaktion bei Niederschlägen anzeigt, während der Brunnen Eichenzell erst nach Wochen in einer mehr ausgeglichenen Form Niederschläge durch Anstieg des Grundwassers verzeichnet. Der Verlauf der beiden Grundwasserganglinien läßt einen Anstieg des Grundwassers gegenüber 1955 erkennen.

**Dienstbezirk des Wasserwirtschaftsamtes Wiesbaden**

Während der Grundwasserspiegel im November 1955 noch absank, erfolgte in den Monaten Dezember 1955 und Januar 1956 ein rascher Anstieg. In den Monaten Februar, April und Mai 1956 wurde ein geringes Absinken festgestellt, welches jedoch durch die Schneeschmelze im März und die Niederschläge im Juni, Juli und August 1956 wieder ausgeglichen wurde. Der Oktober 1956 zeigte daher einen verhältnismäßig hohen Grundwasserstand, welcher sonst allgemein erst im Januar erreicht wurde.

Die monatlichen Schwankungen im hiesigen Dienstbezirk zeigt die vorstehende Tabelle. Gegenüber dem Vormonat ist das Grundwasser:

	Von insgesamt Meßstellen	Gestiegen im Mittel		Gefallen im Mittel		Gleichgeblieben in %
		in %	um cm	in %	um cm	
November 1955 . . . . .	85	15	6	84	16	1
Dezember 1955 . . . . .	85	59	45	38	10	3
Januar 1956 . . . . .	85	87	70	9	6	4
Februar 1956 . . . . .	84	30	14	70	42	—
März 1956 . . . . .	84	89	33	10	24	1
April 1956 . . . . .	84	37	12	58	24	5
Mai 1956 . . . . .	84	30	5	67	22	3
Juni 1956 . . . . .	84	57	20	42	13	1
Juli 1956 . . . . .	84	52	48	41	14	7
August 1956 . . . . .	84	39	24	56	16	5
September 1956 . . . . .	84	40	13	56	14	4
Oktober 1956 . . . . .	84	38	14	56	17	6

## II. Quellmeßdienst

### A. Allgemeine Übersicht

Zu den am 31. 10. 1955 vorhandenen 93 Quellmeßstellen sind im Abflußjahr 1956 durch eine Neueinrichtung und durch Wiederaufnahme der regelmäßigen Messungen an einer früheren Quelle 2 Meßstellen hinzugekommen. Durch 1 Abgang und 2 Zugänge ist die Zahl der Quellmeßstellen auf 94 gestiegen.

### B. Verzeichnis der Meßstellen

(Zugänge, Abgänge, Beobachterwechsel, Veränderungen, Berichtigungen)

461/504 c Q

#### Zugänge

Nummer der Quelle: 461/504 c Q; Name der Quelle: Neue Quelle, Am kalten Born; Fassung und Verwendung: Bohrbrunnen für Trinkwasserversorgung genutzt; Ort und Stelle: Wallenrod, Kreis Lauterbach, etwa 1 km südwestlich vom Ort; Top. Karte 1: 25000: Blatt Stordorf 5321; Gitterwerte: R 352268 H 561378; Höhenlage über N. N.: 355,76 m; Geologische Stellung der Quelle: Die Quelle tritt im Tallehm aus, das Wasser kommt vermutlich wie bei Quelle 461/504 a Q und 461/504 b Q aus wasserführenden zersetzten Basalten, die von einer mächtigen lateritischen tief zersetzten Tuffdecke überlagert sind; Name, Wohnort und vorgesetzte Dienststelle des derzeitigen Beobachters: Rohrmeister Franz Pimpl, Wallenrod, Bruherweg 5, Bürgermeisterei Wallenrod; Meßergebnisse vorhanden seit: 1. 5. 1954; Eigentümer der Quelle: Gemeinde Wallenrod, Kreis Lauterbach.

486/511 b Q Grebenhain, beschrieben im Notizblatt 1954, Band 82, S. 395, im Notizblatt 1956, Band 84, S. 453 als Abgang gemeldet, wird ab 17. 12. 1955 wieder regelmäßig beobachtet.

#### Abgänge

Nr.	Bezeichnung	Datum	Bemerkungen
485/518 a Q	Am Mühlgarten Ober-Rosbach	1956	Wassergewinnungsanlage aufgegeben

#### Bemerkungen

460/526 Q Allendorf/Lumda. Die Messungen werden ab 2. 1. 1956 wieder regelmäßig vorgenommen (vgl. Notizblatt 1956, Band 84, S. 453).

#### Beobachterwechsel im Abflußjahr 1956

Meßstelle Nr.	Bezeichnung	Datum	Anschrift
485/518 b Q	Am Mühlgarten Ober-Rosbach	1. 1. 1956	Rohrmeister Peter Kopp, Ober-Rosbach, am Wasserwerk
485/518 c Q	Am Mühlgarten Ober-Rosbach	1. 1. 1956	Rohrmeister Peter Kopp, Ober-Rosbach, am Wasserwerk
528/555 Q	Bergquelle Rimhorn	1. 11. 1956	Bürgermeister Georg Steiger, Rimhorn, Kr. Erbach

#### Berichtigungen

Im Notizblatt 1956, Band 84, S. 454, muß die Überschrift „C. Höchst- und Tiefstwerte von Quellschüttungen im Abflußjahre 1954“ geändert werden in „C. Höchst- und Tiefstwerte von Quellschüttungen im Abflußjahre 1955“.

Auf derselben Seite weiter unten ist in Spalte 1 zu berichtigen: 460/526 Q statt 460/526.

### C. Höchst- und Tiefstwerte von Quellschüttungen im Abflußjahr 1956

Die Anmerksungszeichen bedeuten:

2) Messungen unvollständig.

5) Meßstelle 1956 ausgefallen.

Tabelle 6. Höchst- und Tiefstwerte von Quellschüttungen  
in Hessen im Abflußjahr 1956

Quelle Nr.	Höchstwerte			Tiefstwerte		
	Tag	Liter/ Sekunde	gegenüber 1955 zug. + abg. — Liter/Sekunde	Tag	Liter/ Sekunde	gegenüber 1955 zug. + abg. — Liter/Sekunde
1	2	3	4	5	6	7
384/503 Q	2. 1. 56	15,38	±0,00	1. 11. 55	2,94	+0,04
384/507 Q	1. 8. 56	3,57	-1,19	1. 12. 55	1,92	-0,30
				4. 9. 56		
384/508 Q	2. 1. 56	13,33	-5,71	1. 11. 55	3,03	-0,74
410/503 Q	16. 7. 56	960,00	+360,00	1.—28. 11. 55	100,00	±0,00
434/541 a Q	27. 10. 56	1,54	+0,19	3. 12. 55	1,20	+0,29
434/541 b Q	21. 7. 56	1,59	±0,00	3. 12. 55	1,25	+0,31
434/542 Q	20. 10. 56	4,80	+0,68	26. 11. 55	3,78	+0,74
434/543 Q	21. 7. 56	2,64	-0,34	19. 11. 55	1,84	+0,15
435/501 Q	23. 7. 56	1,43	+0,660	5. 12. 55	0,165	+0,030
460/526 Q	19. 3. 56	1,43	2)	9. 1. 56	0,98	2)
460/527 Q	5. 3. 56	1,85	-0,20	5. 12. 55	0,46	+0,39
461/501 Q	16. 1. 56	8,56	-7,17	28. 11. 55	2,52	+0,42
461/502 Q	16. 1. 56	7,36	-6,64	28. 11. 55	2,19	+0,04
461/503 a Q	19. 5. 56	0,80	+0,03	5. 11. 55	0,46	+0,04
461/504 b Q	22. 9. 56	0,78	-0,01	30. 11. 55	0,64	-0,01
461/504 c Q	21. 4. 56	3,50	2)	9. 6. 56	2,92	2)
461/505 a Q	7. 1. 56	1,17	+0,12	17. 12. 55	0,28	-0,29
461/505 c Q	5. 11. 55	2,33	+1,49	16. 6. 56	0,58	+0,08
461/505 d Q	17. 12. 55	3,89	+1,80	5. 11. 55	1,13	+0,04
461/506 Q	6. 10. 56	2,15	±0,00	21. 1. 56	1,47	-0,12
461/507 Q	29. 2. 56	0,77	+0,04	26. 9. 56	0,33	+0,03
461/508 a Q	8. 9. 56	0,52	+0,08	26. 11. 55	0,10	+0,03
461/508 b Q	21. 7. 56	1,18	+0,59	19. 11. 55	0,33	±0,00
461/508 c Q	21. 7. 56	0,85	+0,07	19. 11. 55	0,19	±0,00
461/509 Q	21. 7. 56	1,05	+0,16	19. 11. 55	0,44	-0,01
461/510 Q	17. 12. 55	2,55	+0,61	26. 11. 55	1,25	+0,17
461/511 a Q	21. 7. 56	0,93	±0,00	28. 1. 56	0,45	+0,03
461/511 b Q	14. 4. 56	0,64	±0,00	3. 12. 55	0,17	±0,00
461/512 Q	28. 1. 56	1,84	-0,10	14. 7. 56	1,17	-0,03
461/513 a Q	3. 3. 56	2,00	-0,80	2. 6. 56	0,11	+0,01
461/513 b Q	21. 7. 56	1,40	±0,00	7. 4. 56	0,82	+0,08
461/513 c Q	21. 4. 56	1,17	-0,10	2. 6. 56	0,31	+0,03
462/526 a Q	14. 7. 56	0,91	+0,03	26. 11. 55	0,68	+0,14
462/526 b Q	14. 7. 56	1,41	-0,05	26. 11. 55	0,25	±0,00
462/526 c Q	25. 8. 56	1,71	+0,18	17. 12. 55	1,01	+0,16

Tabelle 6. Höchst- und Tiefstwerte von Quellschüttungen  
in Hessen im Abflußjahr 1956 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7
462/527 a Q	21. 7. 56	0,37	+0,05	26. 11. 55	0,25	+0,02
462/527 b Q	28. 7. 56	0,47	+0,06	26. 11. 55	0,33	+0,05
462/528 a Q	14. 4. 56	2,15	-0,07	3. 12. 55	0,11	-0,08
462/528 c Q	7. 7. 56	1,94	-0,35	3. 12. 55	0,48	-0,08
463/502 Q	12. 3. 56	50,0	-250,0	5. 12. 55	3,28	-3,18
485/515 a Q	9. 6. 56	0,51	+0,10	21. 11. 55	0,30	+0,06
485/515 b Q	25. 6. 56	0,27	-0,08	21. 11. 55	0,17	+0,01
485/516 a Q	23. 4. 56	0,62	-0,36	10. 9. 56	0,43	-0,05
485/516 b Q	23. 4. 56	0,54	-0,13	26. 3. 56	0,47	-0,04
485/517 a Q	7. 5. 56	0,38	-0,10	21. 11. 55	0,31	+0,02
485/517 b Q	28. 5. 56	1,58	-0,18	21. 11. 55	1,43	+0,15
485/517 c Q	28. 5. 56	2,00	-0,14	21. 11. 55	1,50	+0,20
485/518 a Q	<sup>5)</sup>			<sup>5)</sup>		
485/518 b Q	15. 1. 56	3,57	<sup>2)</sup>	8. 4. 56	2,73	<sup>2)</sup>
485/518 c Q	27. 5. 56	7,10	<sup>2)</sup>	15. 1. 56	6,56	<sup>2)</sup>
486/510 Q	23. 1. 56	3,66	+0,09	28. 11. 55	0,38	+0,05
486/511 a Q	31. 12. 55	9,33	-4,67	3. 12. 55	2,59	-0,39
486/511 b Q	21. 4. 56	4,00	<sup>2)</sup>	9. 6. 56	0,46	<sup>2)</sup>
486/511 c Q	21. 4. 56	1,89	±0,00	3. 12. 55	1,03	-0,06
486/512 Q	29. 10. 56	0,75	-0,06	23. 7. 56	0,63	+0,09
486/513 Q	23. 1. 56	3,00	+0,50	28. 11. 55	0,65	-0,10
486/514 b Q	21. 5. 56	0,46	+0,08	28. 11. 55	0,35	+0,03
486/515 a Q	30. 4. 56	0,62	+0,02	28. 11. 55	0,17	-0,02
486/515 b Q	14. 5. 56	0,79	+0,04	13. 2. 56	0,32	-0,10
486/516 Q	29. 10. 56	1,53	+0,58	28. 11. 55	0,83	+0,30
507/542 Q	3. 9. 56	3,83	-0,34	2. 7. 56	3,20	-0,28
527/501 Q	4. 3.—8. 4. 56	0,93	±0,00	27. 11. 55	0,41	+0,04
527/502 Q	12. 5.— 2. 6. 56	2,30	+0,33	21. 1. 56 28. 1. 56	0,49	+0,24
527/503 Q rechts	11. 3. 56	0,77	+0,04	4. 12. 55	0,32	-0,04
527/503 Q links	11. 3. 56	0,15	+0,02	6. 11.— 18. 12. 55	0,06	±0,00
528/551 Q	27. 5.— 24. 6. 56	2,98	+0,06	15. 4. 56 22. 4. 56	2,64	+0,05
528/552 Q	28. 5. 56	0,92	+0,24	19. 12. 55	0,19	+0,13
528/553 Q Rohr 1	18. 3. 56 1. 4. 56	0,89	-1,05	27. 11. 55	0,43	-0,02
528/553 Q Rohr 2	25. 3. 56	0,84	-0,21	27. 11.— 4. 12. 55	0,50	+0,04
528/554 Q	29. 4. 56	0,19	-0,04	13. 11.— 11. 12. 55	0,12	-0,02
528/555 Q	4. 3. 56	2,83	+0,40	4. 12. 55	0,16	-0,13
528/556 Q	11. 3. 56	2,64	+0,10	11. 12. 55	0,80	±0,00
544/501 Q	15. 9.— 28. 10. 56	0,93	+0,19	6. 11. 55 -6. 5. 56	0,70	+0,11
544/502 Q	4. 3. 56	1,17	+0,47	20. 11.— 11. 12. 55	0,08	-0,01
544/503 Q <sub>1</sub>	22. 7. 56	2,19	+0,19	27. 11.— 11. 12. 55	0,88	-0,08

Tabelle 6. Höchst- und Tiefstwerte von Quellschüttungen  
in Hessen im Abflußjahr 1956 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7
544/503 Q <sub>2</sub>	22. 7. 56	1,67	+0,11	4. 12. 55	0,85	-0,02
	28. 10. 56			11. 12. 55		
544/504 Q	1. 1. 56	13,70	+6,85	27. 11.—	0,62	-0,28
				11. 12. 55		
544/505 Q <sub>1</sub>	4. 3. 56	0,74	+0,28	4. 12. 55	0,24	-0,02
544/505 Q <sub>2</sub>	4. 3. 56	1,40	+0,15	27. 11. 55	0,74	-0,05
544/506 Q	23. 4. 56	0,90	-0,05	6. 2. 56	0,51	-0,19
544/507 Q	4. 3. 56	2,41	+0,41	6. 11. 55	0,74	±0,00
				20. 11. 55		
				27. 11. 55		
545/501 Q	4. 3. 56	4,67	+1,33	4. 12. 55	0,97	-0,11
545/502 Q	11. 3. 56	6,80	-1,20	11. 12. 55	2,09	-0,38
				18. 12. 55		
				5. 12. 55		
545/503 Q	19. 3. 56	8,63	+1,73	6. 11. 55	0,48	-0,77
545/504 Q	29. 4. 56	1,32	-0,05	27. 11. 55	0,96	±0,00
545/505 Q	5. 2. 56	0,81	-0,13		0,71	-0,06
Gem. Quelle	30. 9. 56					
545/505 Q	4. 3. 56	2,78	+1,24	4. 12. 55	0,26	-0,03
Quelle-Spatz						
545/506 Q	3. 3. 56	6,23	-5,19	18. 12. 55	0,92	-0,51
	11. 3. 56					
545/507 Q	29. 4. 56	3,86	-0,64	6. 11. 55	2,70	±0,00
				4. 12. 55		
				11. 12. 55		
545/508 Q <sub>1</sub>	4. 3. 56	3,78	-1,22	4. 12. 55	0,87	-0,12
545/508 Q <sub>2</sub>	4. 3. 56	3,33	+0,15	7. 12. 55	0,77	-0,16
545/509 Q rechts	4. 3. 56	8,56	+2,33	27. 11. 55	0,44	-0,03
545/509 Q	4. 3. 56	4,28	±0,00	27. 11. 55	0,89	-0,07
links	25. 3. 56					
559/501 Q	8. 10. 56	13,60	±0,00	14. 11. 55	0,49	-0,05

**D. Quellschüttungsganglinien über die Abflußjahre 1949 bis 1956  
(8 Jahre)**

Nr.	Bezeichnung	Tafel
461/506 Q	Ober-Ohmen . . . . .	24
461/510 Q	Burg-Gemünden . . . . .	24
461/512 Q	Helpershain . . . . .	24
462/527 a Q	Üllershausen . . . . .	24
462/527 b Q	Üllershausen . . . . .	24
485/517 b Q	Ober-Mörten . . . . .	25
486/512 Q	Ober-Lais . . . . .	25
486/513 Q	Nieder-Seemen . . . . .	25
486/514 Q	Langd . . . . .	25
527/501 Q	Rohrbach, Weißdornquelle . . . . .	25
544/501 Q	Reichenbach, Quelle am Klingenberg . . . . .	26
544/504 Q	Hammelbach, Quelle in der Mahnwiese . . . . .	26
545/502 Q	Vielbrunn, Quelle „Im Stutz“ . . . . .	26
559/501 Q	Neckarsteinach, Stangenbergquelle . . . . .	26

Zu den 5 zuletzt genannten Quellen, die sämtlich im Dienstbezirk des Wasserwirtschaftsamtes Darmstadt liegen, wird ausgeführt: Die Quellen 527/501 Q, 544/501 Q und 544/504 Q liegen auf granitischen Gesteinen des Kristallinen Odenwaldes, die Quellen 545/502 Q und 559/501 Q im Buntsandsteingebiet des Odenwaldes.

### E. Quellschüttungsverhältnisse einzelner Bezirke im Abflußjahr 1956

#### Dienstbezirk des Wasserwirtschaftsamtes Darmstadt

Die monatlichen Schwankungen der Quellschüttungen im Dienstbezirk des Wasserwirtschaftsamtes Darmstadt werden in der nachfolgenden Tabelle aufgezeigt.

Gegenüber dem Vormonat sind die Quellschüttungen:

Monat	Von insgesamt Beobachtungen (Meßstellen)	Gestiegen im Mittel		Gefallen im Mittel		Gleichgeblieben in %
		in %	um l/s.	in %	um l/s.	
1955 November . . . . .	33	—	—	85	3,71	15
Dezember . . . . .	33	64	4,30	12	0,11	24
1956 Januar . . . . .	33	88	23,67	6	0,03	6
Februar . . . . .	33	36	4,72	49	6,81	15
März . . . . .	33	88	19,34	6	0,15	6
April . . . . .	33	21	1,08	70	18,31	9
Mai . . . . .	33	21	1,37	73	7,69	6
Juni . . . . .	33	36	1,75	64	5,19	—
Juli . . . . .	33	24	2,04	67	2,39	9
August . . . . .	33	33	1,91	61	1,97	6
September . . . . .	33	64	2,69	33	2,14	3
Oktober . . . . .	33	61	6,73	24	1,52	15

#### Dienstbezirk des Wasserwirtschaftsamtes Fulda

Die maximalen Schüttungen der Hünbornquelle in Großentaft (463/502 Q) können mit dem 60-l-Gefäß nur ungenau gemessen werden. Im Abflußjahr 1957 ist der Bau eines Meßwehres vorgesehen.

Die im Muschelkalk gelegenen Quellen in Breitau (410/503 Q) und Großentaft (463/502 Q) sprechen sehr schnell auf Niederschläge an, wodurch der Verlauf der Ganglinien ziemlich wechselhaft ist. Die Hünbornquelle in Großentaft scheidet bei der Gegenüberstellung der Höchstwerte zum Abflußjahr 1955 aus, da die maximalen Schüttungen mit dem 60-l-Gefäß nur ungenau erfaßt werden können.

Das Abflußjahr 1956 zeigte zeitweise erhebliche Abweichungen der Niederschläge zum Normalverlauf. In den ersten 4 Monaten stiegen die Niederschläge nur im Dezember erheblich über die langjährigen Mittelwerte, während sie im Januar und März bei und im November und Februar weit unter den Mittelwerten lagen. Erst die Monate April, Juni, Juli und August brachten erhebliche Niederschläge, die besonders im Juli weit über die Mittelwerte anstiegen. Dadurch wurden die Wasservorräte im Boden durch Sickerwasserabgabe an das Grundwasser verstärkt. Hierauf ist der starke Anstieg der Quellschüttungen in der zweiten Hälfte des Monats Juli um 360 l/s bzw. 0,66 l/s gegenüber dem Jahre 1955 zurückzuführen. Im Monat

September gingen die Quellschüttungen durch geringen Niederschlag zurück und kamen erst Ende Oktober durch hohe Niederschlagsmengen und der immer geringer werdenden Verdunstung in ein günstiges Verhältnis zum Normalverlauf der Quellschüttungen. Die Ganglinien der Quellschüttungen lassen deutlich einen Anstieg des Grundwassers gegenüber 1955 erkennen.

Dienstbezirk des Wasserwirtschaftsamtes Friedberg  
(früher Gießen)

Die Tendenz der Ergebnisse von Quellmessungen im Abflußjahr 1956 gegenüber dem Abflußjahr 1955 ist in der Tabelle der Höchst- und Tiefstwerte ersichtlich.

Das Abflußjahr 1956 wurde ebenso wie das Jahr 1955 als ein nasses und kühles Jahr registriert. Als Folge ergab sich daraus ein weiterer Anstieg der Quellschüttungen. Ein Blick auf die Höchstwerte zeigt, daß zwar in höheren Lagen die Spitzen nicht ganz erreicht wurden, jedoch im allgemeinen ein leichter Anstieg der Schüttmengen zu verzeichnen war. Ebenso liegen die Tiefstwerte durchschnittlich über denen des Abflußjahres 1955. Der Rückgang vereinzelter Werte ist unwesentlich.

Auf Grund der durchschnittlich höheren Quellschüttungen in den Abflußjahren 1955 und 1956 gegenüber den Jahren vorher kann gesagt werden, daß sich die Grundwasservorräte steigerten. Als Hauptursache sind die Niederschläge, die in den letzten beiden Jahren die langjährigen Jahresmittel erreichten, zu werten.

Die beiden Quellen Rudingshain und Breungeshain, die unmittelbar am Hoherodskopf liegen, haben einen erheblichen Rückgang der Höchstwerte gegenüber dem Vorjahr zu verzeichnen, wo auffallend hohe Spitzenschüttungen gemessen wurden. Die Tiefstwerte dagegen liegen höher als die im Jahre 1955. Sowohl die Höchstwerte als auch die Tiefstwerte liegen im Bereich rings um den Vogelsberg höher als 1955. Nördlich und nordöstlich des Vogelsberges sind ebenfalls die Höchst- und Tiefstwerte von 1955 leicht überschritten worden. Die in den Taunusausläufern beobachteten Quellen zeigten bei den Spitzenschüttmengen eine leicht rückläufige Tendenz, die jedoch annähernd durch die höheren Tiefstwerte ausgeglichen wurde.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Schüttmengen aller Quellen im Abflußjahr 1956 gegenüber dem Anflußjahr 1955 ausgeglichener sind und leicht zugenommen haben. Diese allgemeine leichte Zunahme läßt sich auf die Niederschläge, die ebenso anhaltend wie im Vorjahr waren, zurückführen.

## Hessisches Geologisches Schrifttum 1956

Mit Nachträgen aus den Jahren 1938 bis 1955

Bearbeitet von **FRIEDRICH NÖRING**, Wiesbaden

### Nachtrag aus dem Jahre 1939

- BÜTTNER, H. E.: Klinische und experimentelle Untersuchungen über die Kaiser-Friedrich-Quelle zu Offenbach am Main. — 11 S., Gießen (Brühlsche Univ.-Druckerei) 1939.  
 EHRHARDT, FREDO: Winterliche Niederschlagshöchstwerte und Hochwasser im rheinisch-westfälischen Schiefergebirge. — Berlin, math.-naturwiss. Diss. v. 19. 10. 1939.  
 TASCHENMACHER, WALTER: Zur Bodenkarte von Westfalen. — Westf. Forsch., 2, 1939.

### Nachtrag aus dem Jahre 1940

- SCHWABEDISSEN, HERMANN: Die mittlere Steinzeit im westlichen Norddeutschland. Unter besonderer Berücksichtigung der Feuersteinwerkzeuge. — [Neumünster (Wachholtz) 1944]. XII, 264 S., 138 S. m. Abb., Kiel, phil. Diss. v. 10. 1. 1940.  
 STADELMANN, HERMANN: Untersuchungen im Schlachthof zu Kassel gesund geschlachteter Rinder auf Bakterien der Enteritis-Gruppe. — (Berlin 1940). 23 gez. Bl. (Maschinenschr.), Berlin, vet.-med. Diss. v. 21. 5. 1940.  
 STEGEN, KURT: Die Becherkulturen Nordwestdeutschlands. — Göttingen, phil. Diss. v. 9. 10. 1940.  
 VOLK, LEONHARD: Die Wüstungen im Kreis Schotten. — Gießen, Diss. 1940. = Mitt. oberhess. Geschichtsver., 37.  
 Handbuch der geographischen Wissenschaften. Hrsg.: FRITZ KLUTE. Das Deutsche Reich in Natur, Kultur und Wirtschaft. Band II. — Potsdam (Akad. Verl.-Ges. Athenaion) 1940.

### Nachtrag aus dem Jahre 1941

- LUCAS, OTTO: Das Olper Land. — Münster 1941. = Arb. geogr. Komm., H. 4.

### Nachtrag aus dem Jahre 1942

- DEUBEL, F. & H. J. MARTINI: Geologische Übersichtskarte von Thüringen. 1: 500 000. Bearb. im Reichsamt für Bodenforschung, Zweigstelle Jena. — Gotha (Justus Perthes) 1942.

### Nachtrag aus dem Jahre 1943

- Landschaftskundliche Raumgliederung Großdeutschlands. 1: 1 000 000. Zsgest. v. M. KORNRUMPF u. E. BRÜCKNER. — Raumforsch. Raumord. Beil., H. 6/8, 1943.

### Nachtrag aus dem Jahre 1944

- BRINKMANN, WERNER: Die Silikose in der Hann.-Mündener Schmirgelindustrie. — Göttingen 1943. 63 gez. Bl., Abb., (Maschinenschr.), Göttingen, med. Diss. v. 5. 5. 1944.  
 GEHL, HANS: Über das Badewesen im Land- und Stadtkreis Gießen. — Gießen 1943. 48 gez. Bl., 3 Tab., (Maschinenschr.), Gießen, med. Diss. v. 1. 6. 1944.  
 KELLER, REINER: Witterung und Lufttemperatur im Rheinischen Schiefergebirge. — Bonn 1944. 107 gez. Bl., 25 Taf., (Maschinenschr.), Bonn, math.-naturwiss. Diss. v. 17. 2. 1944.  
 KOTZOREK, EDUARD: Über die Anfänge der Heilquellenbehandlung in Bad Kreuznach durch Dr. Johann Erhard Peter Prieger (1817—1863). — Breslau 1944. 30 gez. Bl. (Maschinenschr.), Breslau, med. Diss. v. 17. 9. 1944.

- KROEPFLI, FREDY: Untersuchungen über die Karieshäufigkeit innerhalb des Zeitraumes von der jüngeren Steinzeit an bis zum Beginn des Mittelalters im alemannischen Gebiet des Elsasses, unter gleichzeitiger Berücksichtigung anderer Gebißekrankungen. — o. O. (1944). 28 gez. Bl., Abb., (Maschinenschr. vervielf.), Freiburg, med. Diss. v. 11. 1. 1944.
- KUBITZA, NORBERT: Silikose in Tongruben, unter Berücksichtigung von Reihenuntersuchungen der Ziegeleiberufsgenossenschaft. — o. O. (1944). 67 gez. Bl. (Maschinenschr. vervielf.), Berlin, med. Diss. v. 31. 10. 1944.
- LEGRAND, KARLHEINZ: Über den Zusammenhang von Thermokraft und Halleffekt mit dem lichtelektrischen Effekt beim natürlichen Bleiglanz. — Bonn 1944. 10 gez. Bl. (Maschinenschr.), Bonn, math.-naturwiss. Diss. v. 29. 2. 1944.
- LUTZ-SORG, J. R.: Untersuchungen über Karieshäufigkeit innerhalb des Zeitraumes von der jüngeren Steinzeit an bis zum Beginn des Mittelalters im rechtsrheinisch-alemannischen Gebiet, unter gleichzeitiger Berücksichtigung anderer Besonderheiten. — o. O. 1944. 43 gez. Bl. (Maschinenschr. vervielf.), Freiburg, med. Diss. v. 16. 8. 1944.
- POTYKA, HANS: Die abgestufte Takatareaktion bei Rheumakranken und deren Ausfall auf dem Gipfel der Badereaktion unter dem Einfluß der Wiesbadener Thermalbadekur. — Breslau 1944. 16 Bl. (Maschinenschr.), Breslau, med. Diss. v. 2. 2. 1944.
- RHEIN, ARTHUR: Untersuchungen zu einer Monographie von *Hydrobia jenkinsi* (Smith). (Mit 47 Abb. im Text). — o. O. (1944). 68 Bl. (Maschinenschr.), Darmstadt, T. H., Diss. v. 27. 3. 1944.
- WAGNER, OTTO: Die Namen der Gemarkung Mörlenbach im Odenwald. — o. O. (1944). 112 gez. Bl. (Maschinenschr.), Heidelberg, phil. Diss. v. 15. 2. 1944.
- ZSCHAUER, MAX: Die geschichtliche Entwicklung des Autobahngedankens in Deutschland. — o. O. 1944. 129 gez. Bl. (Maschinenschr.), Dresden, T. H., Diss. v. 7. 3. 1944.

## Nachtrag aus dem Jahre 1945

- GASZNER, HANS: Beitrag zur Statistik der Heilanzeigen der Bäder. — Gießen 1945. 12 gez. Bl. (Maschinenschr.), Göttingen, med. Diss. v. 29. 3. 1945.
- GUNZERT, GERHARD: Stratigraphie und Tektonik der Kalisalzlagerstätte von Stebnik (Ostgalizien). — o. O. (1945). II, 104 gez. Bl., Abb., (Maschinenschr.), Berlin, math.-naturwiss. Diss. v. 26. 1. 1945.
- LINDAU, KLAUS: Die Silikose und ihr Vorkommen in Quarzitbetrieben. — (Berlin 1945). 63 gez. Bl. (Maschinenschr.), Berlin, med. Diss. v. 25. 1. 1945.
- MELTZER, HANS-JOACHIM: Die Silikosegefährdung in der Tonröhrenindustrie. — Berlin 1944. 20 gez. Bl. (Maschinenschr.), Berlin, med. Diss. v. 24. 3. 1945.
- RÖSER, OTTO: Die landwirtschaftliche Struktur der Alluvialaue von Karlsruhe bis Worms unter besonderer Berücksichtigung des Großgrundbesitzes. — o. O. 1944. 96 gez. Bl., Abb., graph. Darst., Kt.-Skn., (Maschinenschr. z. T. vervielf.), Heidelberg, phil. Diss. v. 17. 3. 1945.
- RÖSING, FRANZ: Die geologischen Verhältnisse des Branisko-Gebirges und der Čierna hora (Ost-Slowakei). — o. O. (1945). 103 gez. Bl., 9 Taf., (Maschinenschr.), Berlin, math.-naturwiss. Diss. v. 22. 2. 1945.
- SCHÜTT, HEINRICH: Silikose in der Industrie von Mosaik- und Wandplatten. — o. O. (1945). 20 gez. Bl. (Maschinenschr.), Berlin, med. Diss. v. 14. 2. 1945.
- SCHULTZE, HILDEGARD: Beitrag zur Biologie des Zementes. — o. O. (1945). 17 gez. Bl., Abb., (Maschinenschr.), Berlin, med. Diss. v. 24. 1. 1945.

## Nachtrag aus dem Jahre 1948

- RIEPENHAUSEN, HANS: Neues Schrifttum zur geographischen Landeskunde Westfalens. — Westfalen, 27, H. 1, 1948.
- SCHRÖDER, RUDOLF: Die Grenzlinie zwischen Sommer- und Wintermaximum der Niederschläge an den Gebirgen des mittleren Westdeutschland und ihre jährliche Verschiebung. — Mainz, phil. Diss. 1948.

## Nachtrag aus dem Jahre 1949

- KLUTE, F.: Rekonstruktion des Klimas der letzten Eiszeit in Mitteleuropa auf Grund morphologischer und pflanzengeographischer Tatsachen. — Geogr. Rdsch., S. 81—89, 121—126, 1949.

- KUSKE, BRUNO: Wirtschaftsgeschichte Westfalens in Leistung und Verflechtung mit den Nachbarländern bis zum 18. Jahrhundert. — Münster 1949. = Veröff. d. Prov. Inst. f. westf. Landes- u. Volksk., 1, 4.
- MÜLLER-WILLE, WILHELM: Schriften und Karten zur Landeskunde Nordwestdeutschlands 1939—1945. — Münster 1949. = Westf. geogr. Studien, H. 1.

## Nachtrag aus dem Jahre 1950

- Wasserversorgung. — 5 Jahre Wiederaufbau. Schr.-R. d. Stadtwerke Frankfurt, 10/1, S. 53—79, 102—103, Frankfurt a. M. 1950.

## Nachtrag aus dem Jahre 1951

- KLUTE, F.: Das Klima Europas während des Maximums der Weichsel-Würmeiszeit und die Änderungen bis zur Jetztzeit. — Erdkunde, 5, S. 273—283, 3 Ktn.-Sk., 3 graph. Darst., 1951. — Wie kann das Klima der letzten Eiszeit in Mitteleuropa bestimmt werden? — Scientia, 45, 1951.
- MURAWSKI, HANS: Die Entwicklungsgeschichte des jüngeren Tertiärs westlich des Leinetalgrabens. — Göttingen, math.-naturwiss. Hab.-Schr. v. 5. 11. 1951. = Geol. Jb., 67, S. 495—527, Hannover 1953.
- REICHEL, E.: Keine Änderung der Niederschlagsverhältnisse in Süddeutschland. — Wasser u. Boden, 3, S. 269—272, 1951.
- STENS, ULRICH: Die Bedeutung der Kaliindustrie in der Wirtschaft. — (Reyershausen 1952). VI, 147, V gez. Bl., mehr. Taf., (Maschinenschr. vervielf.), Köln, wirtsch.- u. sozialwiss. Diss. v. 20. 2. 1951.
- UDLUFT, HANS: Die Gefährdung des Wasserhaushaltes der Natur. Problematik der Wasserversorgung. — Universitas, Z. f. Wiss., Kunst u. Literatur, 6, S. 551—560, Stuttgart (Wiss. Verl.-Ges. m. b. H.) 1951.
- Vierzonenverwaltungskarte von Deutschland mit naturräumlicher Gliederung. 1:1000000. Hrsg.: Amt f. Landesk. u. Zentralausschuß f. deutsch. Landesk. — Remagen 1951.

## Nachtrag aus dem Jahre 1952

- ALBRECHT, FRITZ: Zur Geochemie der oxydischen Eisenerze, insbesondere vom Typus Lahn-Dill. — o. O. 1952. 113 gez. Bl., Tab., Abb., graph. Darst., (Maschinenschr.), München, naturwiss. Diss. v. 11. 3. 1952.
- AUSTERMANN, HEINZ: Der Begriff „Grundeigentum oder dessen Zubehörungen“ im Preußischen Bergschadensrecht. — o. O. 1952. XI, 84 gez. Bl., (Maschinenschr. vervielf.), Münster, rechts- u. staatswiss. Diss. v. 31. 7. 1952.
- BALKS, RUDOLF: Bodenuntersuchung und Bodenfruchtbarkeit. — Landw. Wochenbl., 109A, S. 1205, 1952.
- BLUME, BRIGITTE: Über den Fluorgehalt Thüringer Buntsandstein- und Muschelkalkböden und dessen Bedeutung für die Löslichkeit der Phosphorsäure. — Jena 1952. 55 gez. Bl., Tab., graph. Darst., 1 Taf., (Maschinenschr.), Jena, math.-naturwiss. Diss. v. 30. 5. 1952. = Wiss. Z. Friedrich-Schiller-Univ. Jena, math.-naturwiss. Reihe Nr. 3, 2, S. 103, 1952/53.
- DAMM, HANS-ROBERT: Untersuchungen über die Leistung der Pappel in ihrer Abhängigkeit vom Standort im Muschelkalkgebiet des Göttinger Stadtwaldes. — o. O. (1952). II, 127 gez. Bl., Abb., graph. Darst., (Maschinenschr.), Göttingen, forstl. Diss. v. 30. 6. 1952.
- DIEDERICH, MARIA: Die Entwicklung der dörflichen Siedlungen im Südwest-Eichsfeld. — Göttingen 1951. XVI, 179, III, 62 gez. Bl., Abb., Kt.-Sk., (Maschinenschr.), Göttingen, phil. Diss. v. 29. 1. 1952.
- EICHHOFF, H. J. & H. E. REINECK: Uran-Vanadiumkerne mit Verfärbungshöfen in Gesteinen. — N. Jb. Min., Mh., S. 294—314, 1952. [Oberrotliegendes Nahegebiet]
- EMICH, KARL-ADOLF: Wirtschaftsgeographische Betrachtung der Pfälzischen Hartstein- und Sandsteinindustrie. — Mainz 1952. 144 gez. Bl., Abb., (Maschinenschr.), Mainz, phil. Diss. v. 24. 4. 1952.

- ENGELBRECHT, HILDEGARD: Maurereckzem und Chromgehalt des Zements. — Kiel 1952. 22 gez. Bl., (Maschinenschr.), Kiel, med. Diss. v. 25. 9. 1952.
- ENGELHARD, HANS-HEINRICH: 100 Jahre sozialhygienische Geschichte in Frankfurt am Main (1850—1950). — Frankfurt 1951. IV, 162 gez. Bl., graph. Darst., (Maschinenschr. vervielf.), Frankfurt, med. Diss. 1952.
- ERTL, FRANZ: Das Problem der Flurbereinigung in Bayern. — o. O. 1950. VI, 263 gez. Bl., mehr. Taf., (Maschinenschr.), München, staatswirtsch. Diss. v. 23. 5. 1952.
- GLASER, HERBERT: Meteorologische, erdmagnetische und solare Vorgänge, sowie jahreszeitliche Schwankungen bei akuten chirurgischen Erkrankungen: Appendicitis acuta, Ulcus ventricula perforatum und Embolie. — o. O. 1952. 95 gez. Bl., graph. Darst., (Maschinenschr. vervielf.), München, med. Diss. v. 9. 12. 1952.
- GRÖNINGER, KARL-HEINZ: Über das Fischsterben in der Lahn bei Gießen unter besonderer Berücksichtigung der Abwasserreinigung der Stadt Gießen. — o. O. 1952, 35 gez. Bl. (Maschinenschr. vervielf.), Mainz, med. Diss. v. 30. 7. 1952.
- GROSMANN, DIETER: Die Abteikirche zu Hersfeld. — Marburg 1952. 134 gez. Bl., mehr. Taf., (Maschinenschr.), Marburg, phil. Diss. v. 27. 2. 1952.
- HACH, HELENA (geb. SCHÖNMEHL): Der Abdominal-Typhus in Mainz. — o. O. (1952). 43 gez. Bl., Tab., (Maschinenschr.), Mainz, med. Diss. v. 11. 3. 1952.
- HEEGER, E. F.: Die acker- und pflanzenbaulichen Grundlagen zur Entwicklung eines wirtschaftlichen Arznei- und Gewürzpflanzenbaues in Deutschland. — o. O. (1952). 189 gez. Bl., Tab., (Maschinenschr.), Leipzig, landw.-gärtner. F., Hab.-Schr. v. 6. 5. 1952.
- HEITFELD, KARL-HEINRICH: Das Rotliegende und Flözleere der Gegend von Menden/Westf. — o. O. (1952). 129 gez. Bl., Abb., Kt.-Sk., (Maschinenschr.), Münster, math.-naturwiss. Diss. v. 8. 8. 1952.
- HELLER, FLORIAN: Reptilienfährten-Funde aus dem Ansbacher Sandstein des Mittleren Keupers von Franken. — Geol. Bl. NO-Bayern, 2, S. 129—141, 1 Abb., 1 Taf., Erlangen 1952.
- HILTERMANN, HEINRICH: News in Micropaleontology: Germany. — Micropaleontologist, 6, Nr. 2, S. 7—13, New York 1952.
- ILLERT, GEORG M.: Das vorgeschichtliche Siedlungsbild des Wormser Rheinübergangs. — Worms 1951. 7 Bl. m. Ktn.-Sk., Mainz, phil. Diss. v. 15. 7. 1952. = D. Wormsgau, Beih. 12, Worms (Verl. d. Stadtbibliothek) o. J.
- JUNGHANS, FRANZ M.: Naturräumliche Bedingungen des Paläolithikums in Mitteleuropa. — Festschr. d. Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz, 3, S. 88—96, 1 Beil., 1952.
- KLEMS, SBYLLE: Untersuchungen über das Verhalten der Leukozyten bei Überwärmungsbädern in Schlangenbad/Taunus und in Bad Tölz, Obb. — o. O. 1952. 23 gez. Bl., Tab., graph. Darst., (Maschinenschr.), München, med. Diss. v. 5. 8. 1952.
- KREBS, FRITZ: Die deutsche Kalkindustrie. Eine betriebswirtschaftliche Untersuchung. — (Düsseldorf 1951). 3, II, 195 gez. Bl., Tab., Abb., graph. Darst., Kt.-Sk., (Maschinenschr.), Köln, wirtsch.- u. sozialwiss. Diss. v. 28. 1. 1952.
- KRÖNER, HUBERTUS: Die physiologischen Auswirkungen des Dürresommers 1947 auf Höhen- und Dickenzuwachs unserer Waldbäume. — o. O. 1952. 67 gez. Bl., Abb., graph. Darst., (Maschinenschr.), München, staatswirtsch. Diss. v. 27. 10. 1952.
- LANG, G.: Zur späteiszeitlichen Vegetations- und Florengeschichte Südwestdeutschlands. — Flora, 139, S. 243—294, 11 Abb., Jena 1952.
- LEIBER, AGNES: Stadtgeographie von Wiesbaden. — o. O. 1951. 251 gez. Bl. m. Tab., zahlr. Taf., (Maschinenschr. vervielf.), Mainz, phil. Diss. v. 17. 1. 1952.
- LIPPMANN, FRIEDRICH: Mineralogische Untersuchungen an einigen niederhessischen Tertiärtonen. — Göttingen 1952. 73, VI gez. Bl., Tab., Abb., (Maschinenschr.), Göttingen, math.-naturwiss. Diss. v. 26. 3. 1952.
- LUBKOWITZ, KARL-EBERHARD: Ein Beitrag zur Pilzflora der Nachkriegsjahre von Münster, Hamburg und Marburg: Kulturelle Untersuchungen mykot. Erkrankungen der Haut mit Bemerkungen über die geograph.-mykolog. Statistik der neueren Zeit. — Marburg 1952. 89 gez. Bl., Tab., (Maschinenschr.), Marburg, med. Diss. v. 7. 10. 1952.
- MÜLLER, KARL: Fischereibiologische Untersuchungen an der Fulda. — o. O. (1952). 293 gez. Bl., zahlr. Tab., graph. Darst., Abb., Kt.-Sk., (Maschinenschr.), Kiel, phil. Diss. v. 23. 5. 1952.

- MÜLLER-WILLE, WILHELM: Westfalen. Landschaftliche Ordnung und Bindung eines Landes. — Münster 1952.
- REMY, WINFRIED: Neue Untersuchungen über Fruktifikationen von Farnen und Pteridospermen aus dem Karbon und Perm. — Tübingen 1951. 68 gez. Bl., mehr. Abb., (Maschinenschr.), Tübingen, math.-naturwiss. Diss. v. 4. 2. 1952.
- RÜCKLIN, HANS: Das Holzer Konglomerat im Saarkarbon. Eine geröll-analytische Studie. — o. O. (1952). 96 gez. Bl., 2 Taf., (Maschinenschr.), Heidelberg, naturwiss.-math. Hab.-Schr. v. 29. 10. 1952.
- RUSCHE, ALBERT: Die Wüstungsfluren des Reinhardswaldes und anderer deutscher Landschaften. — Göttingen 1952. 116 gez. Bl., (Maschinenschr.), Göttingen, phil. Diss. v. 28. 8. 1952.
- SARRAZIN, HANS CHRISTIAN: Der Wein in der Therapie des 19. Jahrhunderts. — o. O. 1952. 52 gez. Bl., (Maschinenschr. vervielf.), Mainz, med. Diss. v. 26. 6. 1952.
- SCHACHL, ERICH: Das Steinsalz im mittleren Muschelkalk des Gebietes am unteren Neckar. Stratigraphie, Petrographie und Genesis. — o. O. (1952). 159 gez. Bl., Abb., (Maschinenschr. vervielf.), Stuttgart, T. H., Diss. v. 10. 12. 1952.
- SCHÄFER, KITTY (geb. KAEMPFERT): Straßenreinigung und Kanalisation in Frankfurt am Main vom frühesten Mittelalter bis zur Jetztzeit. — o. O. 1951. 36 gez. Bl., 1 Kt.-Sk., (Maschinenschr. vervielf.), Frankfurt, med. Diss. 1952.
- SCHREIBNER, FRITZ: Die Moorbodenuntersuchung im Lande Nordrhein-Westfalen. — Landw. Wochenbl., 109 A, S. 1949, 1952.
- SCHÖNHALS, E.: Gesetzmäßige Beziehungen zwischen Körnung und Kalkgehalt des Lößes und die Erkennung von Verwitterungszonen mit Hilfe der typischen Streubereiche. — Geol. Jb., 66, S. 291—304, 7 Tab., 3 Abb., 1952.
- SCHRICKEL, WALDTRAUT: Der Werdegang vorgeschichtlicher Felsgeräte nach den Originalen im Vorgeschichtlichen Museum der Universität Jena und nach der Literatur. — o. O. 1952. III, 347 gez. Bl., 29 Taf., (Maschinenschr.), Jena, phil. Hab.-Schr. v. 15. 3. 1952.
- SCHULZE, WILLI: Morphologische Untersuchungen im Vogelsberg; seine Rücken und Täler in ihren Beziehungen zur Gesamtforschung. — Marburg 1951. VI, 196 gez. Bl., (Maschinenschr.), Marburg, phil. Diss. v. 29. 2. 1952.
- SEEDORF, HANS-HEINRICH: Der Einfluß der Salz- und Gipslager auf die Oberflächenformen im Gebiet des Niedersächsischen Berg- und Hügellandes. — Göttingen 1952. III, 186 gez. Bl., Abb., Kt.-Sk., (Maschinenschr.), Göttingen, math.-naturwiss. Diss. v. 7. 10. 1952.
- STEPHAN, HELMUT: Die Rechtsverhältnisse an den Bodenschätzen unter besonderer Berücksichtigung der Gesetzgebung seit 1945. — (Dissen/T. W. 1951). V, 100 gez. Bl., (Maschinenschr.), Köln, rechtswiss. Diss. v. 11. 12. 1952.
- STRAUS, A.: Beiträge zur Pliocänflora von Willershäusen. III. Die niederen Pflanzengruppen bis zu den Gymnospermen. — Palaeontographica, (B) 93, S. 1—44, 21 Taf., Stuttgart 1952.
- Pilze aus dem Pliocän von Willershäusen (Kr. Osterode, Harz). — Z. f. Pilzk. (1952), S. 11—14, 3 Taf., Karlsruhe 1952.
- Thallophyten, Kryptogamen und Gymnospermen aus dem Pliozän von Willershäusen. — Ber. deutsch. bot. Ges., 65, S. 74—79, 2 Taf., Stuttgart 1952.
- TASCHENMACHER, WALTER: Die bodenkundliche Forschung in Westfalen. — Spieker, H. 3, Münster 1952.
- TEIPEL, RUDOLF: Bodenverdichtungen in Thüringen. — Jena 1952. 74 gez. Bl., Tab., Abb., (Maschinenschr.), Jena, math.-naturwiss. Diss. v. 3. 5. 1952.
- ULBRICH, RUDOLF: Tektonik und Grundwasserführung in ihren Beziehungen zueinander (auf Grund geologischer Aufnahmen in der Umgebung von Würzburg). — Würzburg 1952. 75 gez. Bl., Abb., 2 Kt.-Sk., (Maschinenschr.), Würzburg, naturwiss. Diss. v. 3. 7. 1952.

## Nachtrag aus dem Jahre 1953

- ADAM, K. D.: Die Bedeutung der altpleistozänen Säugetier-Faunen Südwestdeutschlands für die Gliederung des Eiszeitalters. — Geol. Bavarica, 19, S. 357—363, 2 Abb., 7 Tab., München 1953.
- ARCIONI, RICO: Wasserwirtschaft, Verkehrs- und Siedlungsplanung im Ruhrgebiet und in Wiesbaden. — Techn. Rdsch., 45, S. 33—35, Abb., 1 Kt., 1953.

- BANK, HERMANN: Tektonisch-stratigraphische Untersuchungen auf dem Nordflügel der Nahe-  
mulde. — Mainz 1953. 100 S., Abb., Mainz, naturwiss. Diss. v. 4. 12. 1953.
- BEHR, HANS: Über die Grundwasserergiebigkeit in der Deutschen Demokratischen Republik. —  
Wasserwirtsch.-Wassertechn., **3**, S. 84—88, 4 Abb., 1 Kt., Berlin 1953.
- BIRKENBACH, EUGEN J.: Die hessischen Rhönhuten und die Möglichkeiten zu ihrer Verbesserung.  
— Gießen 1953. 163, VIII gez. Bl., mehr. Kt.-Sk., (Maschinenschr.), Gießen, landw. Diss.  
v. 1. 9. 1953.
- BLEIBAUM, J.: Studien zur Meteorologie der südlichen Rhön. — Ber. deutsch. Wetterdienst.,  
Nr. 4, 15 S., 9 Abb., 9 Tab., Bad Kissingen 1953.
- BLÖCHER, ELSA: Das Hinterland. Ein Heimatbuch. — 105 S., Taf., 1 Kt.-Sk., Biedenkopf  
(M. Stephan) 1953. [Kr. Biedenkopf]
- BOLBACH, LUDWIG: Geologische Übersichtskarte unserer Heimat nach O. DIEHL. 1 : 700 000. —  
Schr.-R. d. Naturschutzstelle Darmstadt-Stadt „Naturschutz, Landschaftspflege, Heimat-  
kunde“, 4/5, S. 1 ff., Darmstadt 1953. [Rhein-Main-Gebiet]
- BRAITSCHE, OTTO: Beitrag zur Kenntnis der kristallinen Gesteine im südlichen Spessart und ihrer  
geologisch-tektonischen Geschichte. — Göttingen 1952. 86 gez. Bl., (Maschinenschr.), Göttingen,  
math.-naturwiss. Diss. v. 3. 6. 1953.
- BRANDT, KARL HEINZ: Äxte und Beile der jüngeren Steinzeit in Nordwestdeutschland. — Kiel  
1953. 485 gez. Bl., (Maschinenschr.), Kiel, phil. Diss. v. 7. 12. 1953.
- BRAUCH, WERNER: Rezente und eiszeitliche Schnee- und Waldgrenzen als Klimazeugen. —  
o. O. 1953. 100 gez. Bl., graph. Darst., (Maschinenschr. vervielf.), Mainz, phil. Diss. v.  
9. 10. 1953.
- BRAUNS, EDUARD & HEINRICH LINCKE: Bibliographie des Schrifttums über Kurhessen 1952 bis  
1953. Mit Nachträgen aus früheren Jahren. Zusammengestellt in der Landesbibliothek Kassel.  
— Z. Ver. hess. Gesch. u. Landeskr., **64**, S. 159—177, Kassel 1953.
- BROSCHKE, KRISTINE: Der Tabakbau am Oberrhein. — Bonn 1952. 118 gez. Bl., Abb., graph.  
Darst., (Maschinenschr.), Bonn, math.-naturwiss. Diss. v. 19. 2. 1953.
- BUBNOFF, S. v.: Der geotektonische Charakter Thüringens. — Abh. deutsch. Akad. d. Wiss.  
Berlin, **3**, Berlin 1953.
- BUCH, ELISABETH: Untersuchungen über die Konstanz des in Bad Vilbel zu Badzwecken ver-  
wandten Mineralwassers und balneologische Studien über Bad Vilbel und seine Mineral-  
quellen. — o. O. (1953). 37 gez. Bl., Tab., Abb., (Maschinenschr. vervielf.), Frankfurt, med.  
Diss. v. 31. 7. 1953.
- BUZENGIGER, G.: Die Wirksamkeit künstlicher Flutwellen der Edertalsperre auf die Weser-  
wasserstände. — D. Weser, **27**, S. 144—145, Bremen 1953. = Deutsch. Ber. z. XVIII. Internat.  
Schiffahrtskongreß in Rom 1953, S. 23—28, Bonn 1953.
- CASPER, H.: Ausbaumöglichkeiten an Rhein, Lahn und Mosel im Bereich der Wasser- und  
Schiffahrtsdirektion Mainz. — Beitr. z. Rheink., **5**, S. 13—18, Koblenz 1953. = Z. f. Binnen-  
schiffahrt, H. 9, S. 299—301, Duisburg 1953.
- DICKINSON, ROBERT E.: Germany. A General and Regional Geographie. — XXIII, 700 S.,  
32 Abb., 124 Ktn u. Diagr., London (Methuen and Co) 1953.
- DIETRICH, W. O.: Neue Funde des etruskischen Nashorns in Deutschland und die Frage der  
Villafranchium-Faunen. — Geologie, **2**, S. 417—430, Berlin 1953.
- DILGER, ERNST: Mein Obersheld. Eine Heimatschrift. — 56 S., 1953. [Dillkreis]
- DITTMAR, HELMUT: Ein Sauerlandbach. Beitrag zur Limnologie der fließenden Gewässer der  
deutschen Mittelgebirge. — o. O. 1952. 422 gez. Bl., Tab., graph. Darst., Abb., (Maschinenschr.),  
Kiel, phil. Diss. v. 31. 7. 1953.
- DREIS, IRMGARD: Oekologische Untersuchungen über einige Waldgesellschaften des Mainzer  
Beckens. (Zusammenfassung) — o. O. 1952. 2 Bl. (Maschinenschr. vervielf.), Frankfurt,  
naturwiss. Diss. v. 12. 3. 1953.
- ENGELBACH, WILHELM: Studien zur Wirtschaftsgeschichte der Grafschaft Solms-Rödelheim. —  
Marburg 1952. XI, 199, 421 gez. Bl., Tab., (Maschinenschr.), Marburg, phil. Diss. v. 13. 2. 1953.
- ERTMANN, H. & R. ABENDROTH: Methode der Hochwasservorhersage für die Weser. — D. Weser,  
**27**, S. 145—146, Bremen 1953. = Deutsch. Ber. z. XVIII. internat. Schiffahrtskongreß in  
Rom 1953, S. 34—37, Bonn 1953.

- ESCHWEILER, W.: Hochwasservorhersage am Rhein. — Deutsch. Ber. z. XVIII. internat. Schiffahrtkongreß in Rom 1953, S. 30—34, Bonn 1953.
- FELDMANN, ALFRED: Oberflächenabfluß an verschiedenen bewaldeten und unbewaldeten Hangflächen im Kreise Olpe. — o. O. 1952. 230 gez. Bl., Tab., Abb., (Maschinenschr.), Bonn, landw. Diss. v. 27. 4. 1953.
- FITTKAU, E. J.: Odonaten aus der Fulda. — Ber. limnolog. Flußstation Freudenthal, 5, S. 29—36, Hann.-Münden 1953.
- FRANKEN, MARIA: Beiträge zur Epidemiologie der Poliomyelitis in Nordrhein-Westfalen unter besonderer Berücksichtigung der Stadt Essen-Ruhr im Jahre 1952. — o. O. 1953. 39, 3 gez. Bl., mehr. Taf., (Maschinenschr.), Münster, med. Diss. v. 16. 12. 1953.
- FRENZEL, GERHARD: Die Erzparagenese des Katzenbuckels im Odenwald. — o. O. 1953, 90 gez. Bl., Abb., (Maschinenschr. vervielf.), Heidelberg, naturwiss.-math. Diss. v. 11. 2. 1953.
- FROBIEP, HENRIK: Rechtsprobleme der Oberheinkorrektion im Großherzogtum Baden. — Baden-Baden 1953. 179 gez. Bl., (Maschinenschr. vervielf.), Mainz, rechts- u. wirtschaftswiss. Diss. v. 29. 7. 1953.
- GUENTHER, E. W.: Feinstratigraphische Untersuchungen von Lößprofilen. — Actes 4. congr. internat. quaternaire, Rome 1953.
- HAGENBERG, GÜNTER: Die Wirtschaft des Siegerlandes. — o. O. 1952. 100 gez. Bl. (Maschinenschr. vervielf.), Bonn, rechts- u. staatswiss. Diss. v. 22. 4. 1953.
- HAHN, HANNO: Die Kirche der Zisterzienser-Abtei Eberbach im Rheingau und die romanische Ordensbaukunst der Zisterzienser im zwölften Jahrhundert. — (Frankfurt) 1952. 184 gez. Bl., Tab., (Maschinenschr.), Frankfurt, phil. Diss. v. 24. 2. 1953. = Nass. Annalen, 64, 1953.
- HAMMER, SIEGWARD: Parasitäre Haustierkrankungen im Kreise Wetzlar. — Gießen 1953. 39 S., Gießen, vet.-med. Diss. v. 21. 2. 1953.
- HANNEMANN, W.: Erosion und Bodenschutz in Weinbergen. — Bodenabtrag und Bodenschutz (Aufsatzreihe), Godesberg März 1953. [Rheinland-Pfalz]
- HARTMANN, FRIEDHELM: Poliomyelitis-Epidemie 1952 im Raume Koblenz. — o. O. (1953). 46 gez. Bl., Tab., graph. Darst., mehr. Taf., (Maschinenschr.), Bonn, med. Diss. v. 21. 3. 1953.
- HATTENBACH, KLAUS: Der Landkreis Bad Salzungen. Eine Untersuchung über die neuere strukturelle Entwicklung der Kulturlandschaft zwischen dem Thüringer Wald und der Rhön. — Jena 1953. 90 gez. Bl., Tab., Kt.-Sk., Abb., (Maschinenschr. vervielf.), Jena, math.-naturwiss. Diss. v. 22. 12. 1953.
- HELLER, FLORIAN: Ein Schädel von *Felis spelaea* GOLDF. aus der Frankenalb. Zugleich ein Beitrag zum Löwe-Tiger-Problem der diluvialen Großkatze. — Erlanger geol. Abh., 7, 1 Abb., 1 Taf., Erlangen 1953.
- HENNEN, ROBERT: Die Verbreitung parasitärer Krankheiten der Haustiere im Kreise Schlüchtern. — Gießen (Glagow) 1953. 26 S., Gießen, vet.-med. Diss. v. 25. 8. 1953.
- HERRMANN, AXEL: Der Zechstein am Südwestrand des Harzes. — o. O. (1953). 175 gez. Bl., Abb., Kt.-Sk., Anl., (Maschinenschr.), Berlin, math.-naturwiss. Diss. v. 25. 11. 1953.
- HILBIG, PAUL: Über Bodenbewegungen und gebirgsmechanische Vorgänge im Kali- und Steinsalz-Bergbau. — o. O. (1953). 132 gez. Bl., Tab., Abb., graph. Darst., (Maschinenschr. vervielf.), Aachen, T. H., Diss. v. 22. 1. 1953.
- HÖVERMANN, J., F. FEZER & H. MENSCHING: Studien aus den Mittelgebirgen. — Teil I der „Studien über die Periglazialerscheinungen in Mittel-Europa.“ Hrsg. v. HANS POSER. — Göttinger geogr. Abh., 14, S. 1—128, 11 Abb., 16 Fig., 3 Ktn, 1953.
- HORN, EMIL: Die sozialgeographische Einheit des Gersfeldkessels in der Rhön. Zusammenfassung. — o. O. 1952. 2 Bl., (Maschinenschr. vervielf.), Frankfurt, naturwiss. Diss. v. 16. 1. 1953.
- ILLIES, JOACHIM: Die Besiedlung der Fulda (insbesondere das Benthos der Salmonidenregion) nach dem jetzigen Stand der Untersuchung. — Ber. limnolog. Flußstation Freudenthal, 5, S. 1—28, 1 Kt.-Sk., 2 graph. Darst., Göttingen 1953.
- JAHN, GISELA: Über die Anbaumöglichkeit der grünen Douglasie im nordwestdeutschen Mittelgebirge. — Hann.-Münden (1953). 147 gez. Bl., Tab., Abb., (Maschinenschr. vervielf.), Göttingen, forstl. Diss. v. 27. 2. 1953.
- KALWEIT, H.: Beitrag zum Gebietsverhalten der Verdunstung in mitteleuropäischen Landschaften. — Z. f. Meteorol., 7, S. 373—380, 5 Abb., 4 Tab., Berlin 1953.

- KAUF, HELMUT: Die Starkniederschläge in Thüringen. — o. O. (1953). 55 gez. Bl., (Maschinenschr.), Leipzig, math.-naturwiss. Diss. v. 16. 5. 1953.
- KETZER, GÜNTHER: Die Agrarlandschaft des Raumes um Bingen. — o. O. (1953). VII, 159 gez. Bl., Tab., Kt.-Sk., (Maschinenschr.), Bonn, math.-naturwiss. Diss. v. 13. 2. 1953.
- KLEIN, LEO: Die Siliko-Tuberkulose als Berufserkrankung des Achat- und Edelsteinschleifers. — o. O. 1950. 27 gez. Bl., (Maschinenschr.), Frankfurt, med. Diss. v. 18. 12. 1953.
- KOCH, H. G.: Wetterheimatkunde von Thüringen. 75 Abb. i. Text. — Jena, math.-naturwiss. Hab.-Schr. v. 17. 5. 1952. = IV, 190 S., Jena (VEB G. Fischer) 1953.
- KREMER, ELISABETH: Die Terrassenlandschaft der mittleren Mosel als Beitrag zur Quartär-geschichte. Mit 28 Abb., 11 Prof., 5 Tab., 2 Ktn. — Bonn (geogr. Inst.) 1954. = Arbeiten z. rhein. Landesk., H. 6. Bonn, math.-naturwiss. Diss. v. 29. 7. 1953.
- KUHN, WOLFGANG: Hecken, Terrassen und Bodenzerstörung im hohen Vogelsberg. Zusammenfassung. — o. O. 1952. 2 Bl. (Maschinenschr. vervielf.), Frankfurt, naturwiss. Diss. v. 9. 3. 1953. = Rhein.-main. Forsch., 39, Frankfurt a. M. (Kramer).
- LANG, EDUARD: Die Flurbereinigung in Hessen. Ihre geschichtliche Entwicklung, ihr jetziger Stand und Gesichtspunkte für ihre Beschleunigung. — Gießen 1953. 90 gez. Bl., Tab., (Maschinenschr. vervielf.), Gießen, landw. F., Diss. v. 22. 1. 1953.
- LAQUA, DIETRICH: Verbreitung parasitärer Tierkrankheiten im Stadt- und Landkreis Fulda. — Gießen 1953. 36 S., Gießen, vet.-med. Diss. v. 8. 9. 1953.
- LOUIS, M. & F. BIENNER: Geochemische Untersuchung von Erdölen des Rheintalgrabens. — Revue Inst. franç. Pétrole. Ann. Comb. liqu., 8, S. 239, 1953.
- MATTHES, WILHELM: Studien zur Vermessung und Originalkartographie des Rheinstroms in der Erstreckung von Bingen bis zu den Niederlanden. — o. O. 1952. 206 S., Abb., 6 Ktn., (Maschinenschr. vervielf.), Bonn, landw. Diss. v. 23. 3. 1953.
- MONTANDON, FRÉDÉRIC: Les tremblements de terre destructeurs en Europe. Catalogue par territoires séismiques, de l'an 1000 à 1940. — II, 195 S., 2 Pl., Genève (Selbstverl.) 1953.
- MÜLLER, K.: Wachstum und Nahrung des Barsches (*Perca fluviatilis* H.) in der Fulda. — Ber. limnolog. Flußstation Freudenthal, 5, S. 67—76, 1953.
- MÜLLER-WILLE, WILHELM: Die geographische Landesforschung in Westfalen. — Westf. Forsch., 6, (1943—1952), 1953.
- NEUMANN, RICHARD: Über die bodenphysikalischen Eigenschaften der mitteldeutschen Kaoline und ihre Beziehungen zu den Ursprungsgesteinen. — o. O. 1953. 35 gez. Bl., Abb., graph. Darst., (Maschinenschr.), Halle, math.-naturwiss. Diss. v. 23. 12. 1953. = Ber. deutsch. keram. Ges., 1954. = Hallisch. Jb. f. mitteldeutsch. Erdgesch., 1955.
- PAPROTH, EVA: Zur Stratigraphie und Fazies des Kulms im Edergebiet. a) Kartierungsergebnisse aus der Umgebung von Somplar in Hessen. b) Eine Kohlenkalkfauna aus dem Kulmkonglomerat von Frankenberg an der Eder. — Göttingen 1953. 103 gez. Bl., 2 Taf., 4 Prof., (Maschinenschr.), Göttingen, math.-naturwiss. Diss. v. 1. 10. 1953.
- PFEIL, FRIEDRICH: Über die Wasserversorgung im Kreise Dieburg/Hessen. — (Dieburg) 1952. 35 gez. Bl., 1 Übers.-Kt., (Maschinenschr. vervielf.), Frankfurt, med. Diss. v. 23. 1. 1953.
- PFLANZL, GÜNTER: Die Geologie des Meißners in Hessen. — Marburg 1953. IV, 283, XVII gez. Bl. (Maschinenschr.), Marburg, phil. Diss. v. 16. 12. 1953.
- PLEWE, ERNST & WALTHER TUCKERMANN: Das altpfälzische Oberrheingebiet von der Vergangenheit zur Gegenwart. 2. Aufl. — Abh. d. Wirtschaftshochschule Mannheim, 1, 166 S., 1 Kt.-Sk., Mannheim 1953.
- POHL, REINFRIED: Die Sozialisierung in Hessen. Die Artikel 39—41 der Verfassung des Landes Hessen vom 11. Dez. 1946. — Marburg 1954. 174 gez. Bl., (Maschinenschr. vervielf.), Marburg, rechts- u. staatswiss. Diss. v. 3. 12. 1953.
- PRELL-MÜSSIG, RICARDA: Mikrofauna, Fazies und Stratigraphie des jüngeren Tertiärs bei Bruchsal. — Heidelberg 1953. 164 gez. Bl., 4 Taf., (Maschinenschr.), Heidelberg, naturwiss.-math. Diss. v. 25. 2. 1953.
- QUITTER, CARL-HEINZ: Ein Beitrag zur Morphologie des nördlichen Hunsrück. — o. O. (1953). 53 gez. Bl. (Maschinenschr.), Berlin, math.-naturwiss. Diss. v. 6. 11. 1953.

- REINECK, HANS-ERICH: Geologisch-petrographische Untersuchungen am Bahneinschnitt bei Martinstein. — Mainz, naturwiss. Diss. v. 20. 10. 1953. = N. Jb. f. Geol. u. Paläontol., Abh., **100/101**, S. 289—323, 75—90, mehr. Taf.
- REMY, WINFRIED: Beiträge zur Kenntnis der Rotliegendeflora Thüringens. Teil I. Zwei bisher unbenannte Pteridospermenfruktifikationen aus dem Thüringer Rotliegenden. — Sb. deutsch. Akad. Wiss., Kl. Math. u. Naturw., Jg. 1953, Nr. 1, 24 S., 4 Abb., Taf. 1—5, Berlin 1953.
- ROSELT, G.: Zur Flora des Unteren und Mittleren Keupers. — Wiss. Z. Univ. Jena, math.-naturw. R., Nr. 2 (1952), Jena 1953.
- RÜCKERT, GISELA: Die parasitären Erkrankungen der Haustiere im Kreis Mainz. — Gießen 1953. 25 S., graph. Darst., Gießen, vet.-med. Diss. v. 26. 8. 1953.
- RÜDEN, HEINRICH VON: Wald-, Trocken- und Halbtrockenrasengesellschaften des nordöstlichen Sauerlandes und seiner Randgebiete. — o. O. 1952. 151 gez. Bl., Tab., Anl., (Maschinenschr.), Münster, math.-naturwiss. Diss. v. 18. 5. 1953.
- SCHEELE, M.: Wie mischt sich Werra- und Fuldawasser in der Weser? — D. Weser, **27**, S. 171 bis 172, Bremen 1953.
- SCHENK, E.: Geophysik und Mineralquellenforschung. — Naturbrunnen, **3**, Bonn 1953.
- SCHLÜTER, O.: Die Siedlungsräume Mitteleuropas in frühgeschichtlicher Zeit. — Forsch. deutsch. Landesk., **74**, Remagen 1953.
- SCHMAL, HEINRICH: Die Verbreitung parasitärer Tierkrankheiten im Landkreis Waldeck. — Gießen 1953. 40 S., Abb., Kt.-Sk., Gießen, vet.-med. Diss. v. 19. 6. 1953.
- SCHÖLLER, PETER: Grenzland Westerwald. — Raumforsch. Raumord., **13**, H. 3, 1953.
- SCHOENWERK, A.: Literatur über Wetzlar, erschienen in den Jahren 1936—1952. — Mitt. Wetzlarer Geschichtsver., **15**, S. 59—78, 1953.
- SCHULMEYER, SIEGFRIED: Die volkswirtschaftliche Struktur der Taunusheilbäder. — o. O. (1953). IV, 140 gez. Bl., Tab., Kt.-Sk., (Maschinenschr.), Köln, wirtsch. u. sozialwiss. Diss. v. 2. 2. 1953.
- SCHWICKERATH, HILDEGARD: Die Basaltindustrie zwischen Rhein, Sieg und Wied. Ein wirtschaftsgeographischer Versuch. — Bonn (geogr. Inst.) 1953. 59 S., 13 Abb., 1 Kt.-Beil., (Maschinenschr. vervielf.), Bonn, math.-naturwiss. Diss. v. 16. 2. 1953. = Arbeiten z. rhein. Landesk., H. 3.
- SEIB, WERNER: Die Organisation des Bodenschutzes in den USA und ihre Nutzenanwendung für deutsche Verhältnisse. — Gießen 1953. 143 gez. Bl., Kt.-Sk., graph. Darst., (Maschinenschr.), Gießen, landw. Diss. v. 30. 5. 1953.
- STAVE, URSULA: Botanischer Beitrag zur limnologischen Gliederung der oberen Fulda. — Ber. limnolog. Flußstation Freudenthal, **5**, S. 37—42, Göttingen 1953.
- STEINMETZ, HANS-JOACHIM: Untersuchungen über die Wirkungen des Bodenabtrags auf einem oberhessischen Betriebe. — Gießen 1953. 103 gez. Bl., Tab., graph. Darst., Abb., (Maschinenschr.), Gießen, landw. Diss. v. 30. 6. 1953.
- STETTEN, OTTO VON: Vergleichende bodenkundliche und pflanzensoziologische Untersuchungen von Grünlandflächen im Hohen Vogelsberg. — Gießen 1953. 84 gez. Bl., 64 Bl. Tab., (Maschinenschr.), Gießen, landw. Diss. v. 20. 8. 1953.
- THEOBALD, FIRTION: Découvertes paléontologiques dans la plaine alluviale du Rhin à Wörth en Palatinat. — Ann. Univ. saraviensis, Naturwiss., **2**, 177—184, 1 Abb., 3 Taf., Saarbrücken 1953.
- UENZE, OTTO: Vorgeschichte der hessischen Senke in Karten. Eine historisch-geographische Betrachtung nach den Bodenfunden. — 63 S., 15 Ktn, Marburg (Elwert) 1953.
- UHL, THEODOR: Die parasitären Erkrankungen der Haustiere im Kreis Frankfurt a. M. und im Obertaunus-Kreis. — Gießen 1952. 35 S., Gießen, vet.-med. Diss. v. 17. 4. 1953.
- VALETON, I.: Opakanteil der Schwerminerale als Bezugsgröße für Auslesevorgänge? — Erdöl u. Kohle, **6**, S. 245—246, 1953. [Süddeutscher Buntsandstein]
- VENT, WALTER: Über die Flora des Riß-Würm-Interglazials in Mitteldeutschland. Unter besonderer Berücksichtigung der Ilmtaltravertine von Weimar-Ehringsdorf. — Jena 1953. 91 gez. Bl., (Maschinenschr.), Jena, math.-naturwiss. Diss. v. 28. 7. 1953.
- VENZLAFF, HELMUT: Das geologische Bild des Hauptgrünsteinvulkanismus im nordöstlichen Sauerland. — Göttingen 1953. 105 gez. Bl., 28 Abb., 2 Taf., 1 Tab., Göttingen, math.-naturwiss. Diss. v. 31. 3. 1953.

- WALDMANN, KARL KONRAD: Die toxische Wirkung kleiner Fluorgaben unter besonderer Berücksichtigung der Trinkwasserfluorierung. — Marburg (1953). 26 gez. Bl., Abb., (Maschinenschr.), Marburg, med. Diss. v. 20. 5. 1953.
- WEIDENBACH, F.: Zeitliche Einordnung der jungpleistozänen Ablagerungen Mitteleuropas. — Actes 4. Congr. internat. Quaternaire 1953.
- WENZEL, GÜNTHER: Über das Vorkommen der wirtschaftlich wichtigen Parasiten im Dillkreis. — Gießen (J. A. Koch, Marburg/L.) 1953. 47 S., Kt.-Sk., Gießen, vet.-med. Diss. v. 26. 11. 1953.
- WIERCZEYKO, ERICH: Lockere Ablagerungen im Oberrheintal als Verzögerungs- und Absorptionszone für Longitudinalwellen. — o. O. 1953. 42 gez. Bl., Taf., (Maschinenschr. vervielf.), München, naturwiss. Diss. v. 7. 3. 1953.
- WILKENS, MARIANNE (geb. DÖRING): Verlauf und Ausgang der Typhusepidemie in Frankfurt am Main im Jahre 1945 und 1946. — o. O. (1953). 43 gez. Bl., graph. Darst., (Maschinenschr.), Frankfurt, med. Diss. v. 23. 1. 1953.
- WOKRAL, RUDOLF: Verbreitung parasitärer Tierkrankheiten im Kreise Erbach/Odenwald. — Gießen 1953. 27 S., Abb., Gießen, vet.-med. Diss. v. 5. 10. 1953.
- WOLDT, WINFRIED: Untersuchung devonischer Sedimentations-Abfolgen im Rheinischen Schiefergebirge. (Berg. Mitteldevon — Oberes Unterkoblenz bei Alken/Mosel u. Vallendar). — o. O. (1953). VI, 115 gez. Bl., Tab., Abb., graph. Darst., (Maschinenschr.), Bonn, math.-naturwiss. Diss. v. 23. 5. 1953.
- ZERFASZ, HERBERT: Verbreitung parasitärer Tierkrankheiten im Kreise Simmern. — Gießen 1953. 60 S., Tab., Gießen, vet.-med. Diss. v. 8. 9. 1953.
- Das Sommerhochwasser des Rheins vom 17. 6. bis 4. 7. 1953. — (Maschinenschr.), Koblenz (Bundesanst. f. Gewässerkr.) 1953.
- Die Heilbäder des Landes Hessen im Blickfeld der Statistik. 1953. Bearb. v. KUNO MEYER. — 20 S., Tab., graph. Darst., (Maschinenschr. autogr.), (Bad Soden a. T.) 1953.
- Erläuterungen zu Blatt Karlsruhe (der Hydrogeologischen Übersichtskarte 1 : 500000). Bearb. v. D. PFEIFFER, K. SCHÄDEL u. H. SCHERER. — 78 S., 4 Bilder, 1 Übers.-Kte 1 : 500000 d. mittl. Jahres- u. Winterniederschläge n. Flußgebieten, Remagen (Verl. Amt f. Landesk.) 1953.
- Hessen. M. e. Einl. v. EBERHARD BECKMANN. Zsgest. u. erl. v. HARALD BUSCH. — 104 S., 88 S., Abb., Frankfurt (Umschau-Verl.) (1953). = D. deutsch. Lande, (7).
- Hessische Heimat. Organ des Kurhessischen Heimatbundes e. V. und des Museumsverbandes für Kurhessen und Waldeck. Sonderheft „Bad Hersfeld“. — 28 S., Abb., Melsungen (Bernecker) 1953.
- Hydrogeologische Übersichtskarte 1:500000. Blatt Karlsruhe. Hrsg. v. Hydrogeologischen Arbeitskreis beim Bundesministerium für Wirtschaft. — Remagen (Verl. Amt f. Landesk.) 1953.
- Klima-Atlas von Baden-Württemberg. Hrsg. v. Deutschen Wetterdienst. — 75 Ktn, 9 Diagr., Erl., Bad Kissingen (Selbstverlag) 1953.
- Meteorologisches Jahrbuch 1939, Teil IV, H. 2; 1941, Teil IV, H. 1; 1946—1947, Teil V; 1951, Teil I, II, IV, H. 1; 1952, Teil I, III, IV, H. 2, Teil V, H. 1. Hrsg.: Meteorolog. u. Hydrolog. Dienst d. DDR, Potsdam. — Berlin (Akademie-Verl.) 1953.

## Nachtrag aus dem Jahre 1954

- ACKERMANN, HEINZ: Schutzwürdige Standorte natürlicher Vegetation in der Umgebung von Darmstadt. — D. Odenwald, H. 4, S. 13—18, 1 Abb., 1954.
- BENTZ, ALFRED: Über die Herkunft des Erdöls in Deutschland. — Roemeriana, 1, DAHLGRÜN-Festschrift, S. 361—384, 1 Taf., 2 Abb., Clausthal-Zellerfeld 1954.
- BRÜCKNER, HUGO: Bericht über die Funde kulturgeschichtlicher Bodenaltertümer im Bezirk des Hanauer Geschichtsvereins für die Jahre 1951—1953 (5. Bericht). — Neues Magazin f. Hanauische Geschichte, 2, S. 41—74, 20 Abb., 1954.
- Ur- und Frühgeschichte unserer Heimat. — Hanau Stadt u. Land, S. 40—68, Hanau 1954.
- BRÜCKER, ERICH: Wie Nauheim Stadt wurde. Eine Festgabe der Stadt Nauheim zu ihrem 100. Geburtstag am 5. Okt. 1954. — 37 S., Abb., Bad Nauheim (Heimatver.) 1954.
- BÜRGER, KURT: Wetter und Klima im Kreise Frankenberg/Eder. — 21 S., 4 Tab., 4 Ktn, 2 graph. Darst., (Maschinenschr. autogr.), Bad Kissingen 1954.

- CORNELIUS, CARL-DETLEF: Wie breiten sich Erdbebenwellen im Boden aus? Das Einsturzbeben im Weiragebiet vom 22. Februar 1953. — Umschau, **54**, S. 48—50, 6 Abb., 1 Tab., 1954.
- DEUBEL, FRITZ: Entwicklung und Bedeutung des geologischen Kartenwesens. — Wiss. Ann., **3**, S. 174—184, 1954.
- DOEBL, FRANZ: Mikrofaunistische Untersuchungen an der Grenze Rupelton-Schleichsand (Mitteloiligozän) im Mainzer Becken. — Mainz, naturwiss. F., Diss. v. 8. 1. 1952. = Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **82**, S. 57—111, Tab., Abb., Wiesbaden 1954.
- FLEISCHER, U.: Ein Erdstrom im tieferen Untergrund Norddeutschlands während erdmagnetischer Baystörungen. — Naturwiss., S. 114—115, 1954.
- FLOHN, HERMANN: Witterung und Klima in Mitteleuropa. M. regional. Beitr. v. FRIEDRICH LAUSCHER üb. Österreich u. v. MAX SCHÜEPP üb. d. Schweiz. 2. erw. u. Neubearb. Aufl. — 214 S., 10 Tab., 2 Ktn, graph. Darst., 27 Taf., Stuttgart (Hirzel) 1954. = Forsch. deutsch. Landesk., **78**.
- FRICKE, K.: Zur Geologie der westdeutschen Heilquellen. — Deutsch. Bäderkalender 1954.
- GAMS, HELMUT: Neue Beiträge zur Vegetations- und Klimageschichte der nord- und mitteleuropäischen Interglaziale. — Experientia, **10**, S. 357—363, Tab., Diagr., 1954.
- GANSSEN, R.: Zur Abhängigkeit der Bodenbildung vom Gestein in Deutschland. — Allgem. Forst- u. Jagdztg., **125**, S. 273—274, 1954.
- GEISLER, W.: Zur Abwasserfrage. — Mitt. Ver. Großkesselbesitzer, S. 322—325, 2 Abb., 1954. [Erl. am unteren Maingebiet]
- GÖRICH, WILLI: Taunus-Übergänge und Wetterau-Straßen im Vorland von Frankfurt. — 19 S., 3 Ktn, Bad Homburg (Staudts Buchh.) 1954. = Mitt. Ver. f. Gesch. u. Landesk., **23**, Bad Homburg v. d. H. 1954.
- GÖTZ, WILLI: Im Ried zwischen Rhein und Odenwald. — Kosmos, **50**, S. 81—87, 9 Abb., 1954.
- GRABERT, HELLMUT: Die Siegener Schwelle. Ein Leitelement der faziellen und tektonischen Entwicklung im Siegerland. — Roemeriana, **1**, DAHLGRÜN-Festschrift, S. 155—172, 1 Abb., Clausthal-Zellerfeld 1954.
- GREGORY, STANLEY: Climatic Classification and Climatic Change (in Europe). — Erdkunde, **8**, S. 246—252, 9 Kt.-Sk., 1954.
- HÄUSER, FRITZ: Bodengestalt und geologischer Aufbau des Kreises Hanau. — Hanau Stadt u. Land, S. 13—26, Hanau 1954.
- HÄVERNICK, THEA ELISABETH: Bemerkungen zu hessischen Grabhügeln. — Germania, **32**, S. 318—322, 1954.
- HARDER, H.: Beitrag zur Petrographie und Genese der Hämatiterze des Lahn-Dillgebietes. — Heidelb. Beitr. Min. Petr., **4**, S. 54—66, 1954.
- HILBIG, P.: Über Bodenbewegungen und gebirgsmechanische Vorgänge im Kali- und Steinsalzbergbau. — Kali u. Steinsalz, H. 7, S. 23—38, 5 Abb., 4 Zahlentaf., 1954.
- HUNGER, R.: Zur Petrogenese des unteren Muschelkalks. — Naturw. Rdsch., S. 61—65, 11 Abb., Stuttgart 1954.
- KNAPP, RÜDIGER: Natürliche und wirtschaftlich bedingte Pflanzengesellschaften und Wuchsräume in Hessen. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **2**, S. 40—51, 283—284, Taf. 12, Wiesbaden 1954.
- Über Vegetationskarten und Floristik. — Hess. florist. Briefe, **3**, S. 1—3, 1954. [Betr. Vegetationskarte von Hessen]
- KRAMER, OTTO: Edertal und Waldeck als Weinbaugebiet im Mittelalter. — D. Weinbl., **49**, S. 881, 905, 1954.
- KREUTZ, W.: Geländeklimatische Untersuchungen im Bereich von Windschutzanlagen des Westerwaldes (an der Fuchskaute). — Forstarch., **25**, S. 211—215, 3 Abb., 1954.
- KRIESEL, W.: Der Landkreis Fulda. — Essen (Burkhard) 1954.
- KUTSCH, FERDINAND: Altsteinzeit in Wiesbaden und Umgebung. 2. Stratigraphisch festgelegte paläolithische Funde von Wiesbaden und Umgebung. — Nass. Ann., **65**, S. 17—26, 25 Abb., Wiesbaden 1954.
- Die römischen Kastelle auf dem „Heidenberg“ zu Wiesbaden. — Nass. Heimatbl., **43**, S. 81—87, 1 Pl., 1953/54.
- LIESEGANG, CARL: Die Kaliindustrie der Welt 1952. — Kali u. Steinsalz, H. 4, S. 26—30, Essen 1954.

- LÜTTIG, G.: Alt- und mittelpleistozäne Eisrandlagen zwischen Harz und Weser. — Geol. Jb., **70**, S. 43—125, 16 Abb., 1 Taf., Hannover 1954.
- MAEDE, H.: Der Einfluß der Land-Meer-Verteilung in Mitteleuropa auf das Verhalten von Tiefdruckgebieten verschiedener Typen. — Z. f. Meteorol., **8**, S. 161—173, 6 Tab., 6 Kt.-Sk., 1954.
- MASUCH, KLÄRE: War die periglaziale Fließerde die Ursache des Gesteinsverzuges in den deutschen Mittelgebirgen? — Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, math.-naturwiss. R., **3**, S. 235—241, 1 Abb., 4 Fig., Berlin 1954.
- MATTHES, S.: Mineralsprossung und Stoffmobilisation während der Metamorphose der Paragneise im mittleren kristallinen Vor-Spessart unter besonderer Berücksichtigung der Staurolith-Genese. — Fortschr. Min. (1953), **32**, S. 47—51, 1954.
- MATWEBER, SILVESTER: Geophysikalische Aufschlußmessungen im Scheldetal (Dillkreis), ihre geologische und bergwirtschaftliche Bedeutung für den Eisenerzbergbau des Lahn-Dill-Gebietes. — Mitt. a. d. Markscheidewesen, **61**, S. 65—92, 22 Abb., 1 Tab., 1 Kt., 1954.
- MAYER, R.: Ausbau des Neckars zur Großschiffahrtsstraße und die dabei entstandenen Gründungsfragen. — Vorträge Baugrundtagung, S. 225—236, 1954.
- MEYER, KUNO: Die Heilbäder des Landes Hessen im Blickfeld der Statistik 1952. — Heilbad u. Kurort, **6**, S. 43—46, Tab., 8 graph. Darst., 1954.
- MÜLLER, E. H.: Die Bedeutung des eiszeitlichen Bodenfließens (Solifluktion) für die Bodenbildung im nördlichen Teil des Rheinischen Schiefergebirges. — Z. Pflanzenernähr., **65**, (110), S. 52—61, 6 Abb., Weinheim 1954.
- MÜLLER-FRANCK, A.: Stand und Veränderungen des Anbaues in Nordbaden zwischen 1913 und 1950. Eine wirtschaftsgeographische Studie. — Forsch. deutsch. Landes., **82**, Remagen 1954.
- NAHRGANG, KARL: Unbekanntere Sehenswürdigkeiten. 3. Die Koberstadt. — D. Odenwald, H. 2, S. 19—21, Darmstadt 1954. [Höhenzug zwischen Langen u. Darmstadt m. vorgeschichtl. Siedelresten]
- NARR, KARL J.: Altsteinzeit in Wiesbaden und Umgebung. 1. Paläolithische Funde aus der Umgebung von Wiesbaden. — Nass. Ann., **65**, S. 1—16, Abb., Taf. 4—6, Wiesbaden 1954.
- NICHUIS, G.: Das Schätzungsverfahren in Weinbergsumlegungen. — Weinwiss., **8**, S. 5—13, 1954.
- OVERBECK, F. & I. GRIÉZ: Mooruntersuchungen zur Rekurrenzflächenfrage und Siedlungsgeschichte in der Rhön. — Flora, **141**, S. 51—94, 7 Abb., 3 Taf., Jena 1954.
- REICHERT, HEINRICH: Das bunte Buch vom Rheingau. M. farb. Zeichn. v. WALTER KRÖLL. — 125 S., Abb., Köln (Christ) 1954. = D. kleinen bunten Reisebücher.
- REINECK, HANS-ERICH: Fossile Schleifspuren und Abdrücke von Schaum und Blasen. — Natur u. Volk, **84**, S. 226—233, 9 Abb., Frankfurt a. M. 1954. [Rotliegendes von Nierstein]
- REMY, WINFRIED: Beiträge zur Kenntnis der Rotliegendeflora Thüringens. Teil II. Fruktifikationen. — Sb. deutsch. Akad. Wiss. Berlin, Kl. Math. u. allgem. Naturw., Jg. 1953, Nr. 3, 20 S., 4 Abb., Taf. 1—3, Berlin 1954.
- RICHTER, RUDOLF: Marken von Schaumblasen als Kennmal des Auftauch-Bereichs im Hunsrück-schiefer-Meer. (Marken und Spuren im Hunsrück-Schiefer. 4.). — Senckenbergiana leth., **35**, S. 101—106, 4 Taf., Frankfurt a. M. 1954.
- RUPPERT, K.: Zur Bodenzerstörung im Weinbaugebiet. — Weinwiss., **8**, S. 21—26, 1954.
- SCHENK, E.: Geoelektrische Untersuchung des Mineralquellengebietes von Selters a. d. Lahn. — Ber. oberhess. Ges. Natur- u. Heilk., N. F., **26**, S. 51—69, Gießen 1954.
- SCHUEMANN, K. H. & W. WOLDT: Bemerkungen zu devonischen Rhythmiten. — N. Jb. Min., Mh., S. 29—39, 1954. [Rhein. Schiefergebirge]
- SCHIRMER, H.: Änderung der sommerlichen Niederschläge in Deutschland. — Umschau, **54**, S. 325—326, 2 Abb., 1 Tab., 1954.
- SCHMIDT, ERNST: Geomorphologische Studien im hinteren Odenwald und im Bauland. — X, 129 S., 31 Taf. im Anh., Ktn, Prof., Tab., Remagen (Verl. Bundesanst. f. Landes.) 1954. = Forsch. deutsch. Landes., **86**, 1954.
- SCHMIDT, WOLFGANG: Neue Gesichtspunkte zur Grenzziehung Gotlandium/Devon. — Roemeriana, **1**, DAHLGRÜN-Festschrift, S. 38—48, Clausthal-Zellerfeld 1954.
- Die ersten Vertebraten-Faunen im deutschen Gedinne. — Palaeontographica, A, **105**, Lfg. 1—2, S. 1—47, 8 Textabb., 6 Taf., Stuttgart 1954.

- SCHMIEDEL, H.: Löße, Staublehm und Staubböden. — Jb. staatl. Museum Mineral. Geol., S. 17—18, Dresden 1954.
- SCHNEIDER, H. E.: Beitrag zum Problem der Karbon-Perm-Grenze im Saarland. — Ann. univ. Saraviensis, 3, S. 275—278, 1954.
- SCHRIEL, WALTER: Alter und Vererzung des Westheimer Abbruches am Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges. — Roemeriana, 1, DAHLGRÜN-Festschrift, S. 241—272, 3 Abb., Clausthal-Zellerfeld 1954.
- SCHWAN, WERNER: Zur geologischen Gliederung des Harzes. — Roemeriana, 1, DAHLGRÜN-Festschrift, S. 49—62, 6 Abb., Clausthal-Zellerfeld 1954.
- SEIBERT, PAUL: Die Wald- und Forstgesellschaften im Graf Görtzischen Forstbezirk Schlitz. — 63 S., 27 Tab., 2 Kt.-Sk., 2 graph. Darst., Stolzenau/Weser 1954. = Angew. Pflanzensoziologie, 9.
- SELLKE, M.: Bodenkarte Niedersachsen-Süd 1:200000. I: Bodenarten und Schichtung, II: Bodenentstehungstypen, III: Bodenklassen. — Oldenburg (Stalling) 1954.
- SIMON, WILHELM: Spiriferen der Gruppe arduennensis-intermedius im Devon des Harzes. — Roemeriana, 1, DAHLGRÜN-Festschrift, S. 73—94, 1 Taf. i. Text, 5 Abb., Clausthal-Zellerfeld 1954.
- SOBOTH: Wandervorschläge für den Kreis Frankenberg/Eder. — Frankenberg/Eder 1954.
- TAMS, E.: Bericht über die Tätigkeit auf dem Gebiet der Seismologie in der Deutschen Bundesrepublik von 1951 bis 1953. — 13 S., (Schreibmaschinenschr.), Hamburg 1954.
- THOMSEN, S. J. & G. WARDLE: Gefärbtes natürliches Steinsalz; eine Untersuchung seines Heliumgehaltes, seiner Farben und Verunreinigungen. (Original engl.: Coloured natural rock-salt usw.). — Geochimica et Cosmochimica Acta, 5, S. 169—184, 2 Fig., 2 Tab., 1954. [Werragebiet]
- TOEFFER, VOLKER: Seltene Tiere aus der Eiszeit Mitteldeutschlands. — Natur u. Heimat, Jg. 1954, S. 151—152, 3 Abb., Berlin 1954.
- WEILER, WILHELM: Erdöl und Erdgas im Ried. Referatbericht. — Mitt.-Bl. rhein Hess. Landesk., 3, S. 17—18, 1954.
- WEYL, RICHARD: Die Schmelztuffe der Balsamkette, Beiträge zur Geologie El Salvadors, V. — N. Jb. Geol. Paläontol., Abh., 99, S. 1—32, 3 Taf. m. 10 Abb., 2 Ktn, 3 Tab., Stuttgart 1954. [Hinweis auf rotliegende Vulkanite des Odenwaldes]
- ZIMMERMANN: Die Witterung im Jahre 1953. — Wetterkarte deutsch. Wetterdienst., Jg. 1954, Nr. 10, Bad Kissingen 1954.
- Bericht der Experten-Kommission über die physikalisch-chemische Untersuchung des Rheinwassers. Hrsg.: Internat. Komm. z. Schutz des Rheins gegen Verunreinigung. — (1. Serie Juni 1953 bis Juni 1954), 53 S., Basel-Stuttgart (Birkhäuser) 1954.
- Bodenschätzungskarte 1:5000. Ortsblatt Gundershausen. Hrsg.: Hess. Landesvermessungsamt, Wiesbaden 1954.
- Das Kleinklima in Hessen — Gemarkung Dieburg. Untersuchung über die geländeklimatischen Verhältnisse der Gemarkung Dieburg mit der Zielsetzung ihrer Verbesserung durch Windschutzanlagen. Bearb.: Agrarmeteorol. Forschungsstelle Gießen. — 15 S., 8 Ktn., (Maschinenschr.), (Gießen) 1954.
- Der Rheingau und die Taunusbäder. Aus alter Zeit. Hrsg. v. JONAS JUNDT. — 45 S., 4 Taf., 36 S. Abb., Honnef/Rh. (Peters) 1954. = D. Rheinbücher, N. F. 4.
- Der Roßbacher Hof bei Erbach im Odenwald. Unter Leitung v. H. KURON bearb. v. L. JUNG, E. SCHÖNHALS u. a. — 48 S., 53 Abb., graph. Darst., Tab., 7 Ktn., Bad Godesberg 1954. = Mitt. Inst. f. Raumforsch. Bonn, Bad Godesberg, H. 23. = Landwirtsch. u. Bodenerosion. Untersuchungen typischer Schadensgebiete.
- Deutscher Bäderkalender, Teilausgabe 1954. Hrsg.: Deutscher Bäderverband E. V., Bonn. — 306 S., 1 Übers.-Kt., Gütersloh (Flöttmann) 1954.
- Deutsches Meteorologisches Jahrbuch 1942, T. 3. Niederschlagsbeobachtungen. — XLI, 615 S., Ktn, Bad Kissingen 1954.
- Deutsches Meteorologisches Jahrbuch 1943. T. II. Monats- und Jahresergebnisse. — XII, 128 S., 1 Kt., Bad Kissingen 1954.
- Die Hauptkläranlage der Stadt Wiesbaden. — Österr. Wasserwirtsch., 6, S. 165—166, 1 Abb., Wien 1954.

- Ein Gang durch die schöne Stadt zwischen Taunus und Rhein. Hrsg.: HANNS TRAUTNER, Zeichn.: HARALD BUKOR. — 62 S., Abb., Wiesbaden (Drei-Lilien-Verl.) 1954. [Wiesbaden]
- Firmenhandbuch Hessen. 5. Ausg. 1954. — 453 S., Frankfurt (Industrie- u. Handelsverl.) 1954.
- Fundbericht des Landesamtes für kulturgeschichtliche Bodenaltertümer für die Zeit vom 1. 1. 1953 bis 31. 12. 1953. — Nass. Heimatbl., 44, S. 40—56, Abb., Wiesbaden 1954.
- Hanau Stadt und Land. Ein Heimatbuch für Schule und Haus. Hrsg. v. Hanauer Geschichtsverm. Unterstützung d. Stadt u. d. Kr. Hanau. — 512 S., 1 Kte., Hanau 1954.
- Hessen-ABC, ein Nachschlagewerk. Abgeschlossen am 31. 7. 1954. Nach amlt. Unterl. bearb. v. Hessendienst Royce, Frankfurt a. M., hrsg. v. HANS ROYCE. — 237 S., 7 Ktn., Frankfurt 1954.
- Hessisches Bergland. Taunus. Westerwald. Vogelsberg. Rhön. Waldeck. Meißnerland. Red. v. OSKAR STEINHEIL. — 128 S., 30 Abb., 24 Ktn., Stuttgart (Baedekers Autoführer-Verl.) 1954. = Baedekers Shell-Autoführer, 7.
- Jahrbuch des deutschen Bergbaus. Jg. 1954. Hrsg. v. W. DE LA SAUCE, P. SCHORN, E. SCHRÖDER. — 47, 1367 S., Essen (Glückauf) 1954.
- Jahresbericht 1952/53 des Südwestdeutschen Wasserwirtschaftsverbandes e. V. — 38 S., Heidelberg 1954.
- Neue Ölfunde in Westdeutschland. — Erdöl u. Kohle, 7, S. 341—342, 404—405, Hamburg 1954.
- Rheinland-Pfalz. Grundlagen zur Raumplanung. Hrsg. v. d. Landesplanung Rheinland-Pfalz. — 55 Ktn. m. Erl., Mainz 1954.
- Unser Werk Staffel. — Buderus Werksnachr., 5, S. 24—30, 8 Abb., 1 Kt., 1954.
- Wiesbaden. Die schöne Stadt der warmen Quellen zwischen Taunus und Rhein. The beautiful city of hot springs between the Taunus mountains and the Rhine river. — 70 S., Abb., Wiesbaden (Drei-Lilien-Verl.) 1954.
- 120 Jahre feuerfest. 90 Jahre Gasofenbau. 80 Jahre AG. Didier-Werke AG. (Text v. SACHISTHAL). — 70 S., zahlr. Abb. u. Taf., Mainz (Eggebrecht-Press) 1954.

## Nachtrag aus dem Jahre 1955

- AHLBORN, O.: Die Flöze „Thüringen“ und „Hessen“ der Werraserie und ihre wechselseitigen Beziehungen. — Z. deutsch. geol. Ges. (1953), 105, S. 664—673, Hannover 1955.
- ANDRÉE, KARL: Der Geologe und Konchyliologe WILHELM DUNKER (1809—1885). Sein Leben und Wirken in und für Hessen. — „Lebensbilder aus Kurhessen und Waldeck“, 5, Veröff. d. histor. Komm. f. Hessen u. Waldeck, 20, S. 50—61, Marburg 1955.
- Des Geologen und Palaeontologen EMANUEL KAYSER (1845—1927) Leben und Werk. — „Lebensbilder aus Kurhessen und Waldeck“, 5, Veröff. d. histor. Komm. f. Hessen u. Waldeck, 20, S. 188—208, Marburg 1955.
- BAUMERT, B.: Die Laugenspeicher in den Schichten des Zechsteins und ihre Gefahren für den Salzbergbau. — Z. deutsch. geol. Ges. (1953), 105, S. 729—733, Hannover 1955.
- BERG, K.: Die Wasserwirtschaft in Hessen. Vortrag (Auszug). — Südwestdeutscher Wasserwirtschaftsverband e. V., Haupttagung u. Mitgliederversammlung in Heidelberg am 24. bis 26. Mai 1955, S. 12—16, Heidelberg 1955.
- BEURLEN, K.: Zur Entstehung des Keupers. — Aus der Heimat, 63, S. 193—194, 1955.
- BOUCSEIN, H.: Der Burgwald. Forstgeschichte eines deutschen Waldgebietes. — Marburg (Elwert) 1955.
- BREIDER, H.: Rebenzüchtungsforschung — Bodenkunde — Meteorologie. — Deutsch. Weinbau, 10, Beil., 1955.
- BRUNNACKER, KARL: Würmeiszeitlicher Löß und fossile Böden in Mainfranken. — Geologica Bavarica, 25, S. 22—38, 4 Abb., München 1955.
- CARLÉ, WALTER: Bau und Entwicklung der südwestdeutschen Großscholle. — o. O. (1953). 292 gez. Bl., Anl., (Maschinenschr.), Stuttgart, T. H., Hab.-Schr. v. 27. 7. 1953. = Beih. geol. Jb., 16, 272 S., 4 Taf., 45 Abb., Hannover 1955.
- CASPER, H.: Reinhaltungsprobleme am Mittelrhein und seinen Nebenflüssen. — Beitr. z. Rheink., 7, S. 36—42, Koblenz (Rhein-Museum) 1955.
- CLAUS, H.: Die Kopffüßer des deutschen Muschelkalkes. — Brehm-Bücherei, 161, Wittenberg (Ziemsen) 1955.

- COLIN, H.: Die variszische Südvergenzzone bei Koblenz. — Geol. Rdsch., **44**, S. 193—208, 1955.
- CUP, C.: Tectonics and genesis of the leadzinc ores of Tellig (Hunsrück, W-Germany). — *Geologie en mijnbouw*, **17**, S. 285—318, 1955.
- DETMERING, P.: Das neue Freibad der Stadt Wetzlar. — *Bauamt u. Gemeindebau*, **28**, S. 111—114, 1955.
- ENGEL, FRIEDRICH: Der Verbandsplan und seine Durchführung. — *Prospekt der Mittelhessischen Wasserwerke vom Oktober 1955 zur Einweihung der Betriebsanlagen I. Baustufe*, S. 8—29, Gießen 1955.
- ENGELS, BRUNO: Zur Tektonik und Stratigraphie des Unterdevons zwischen Loreley und Lorchhausen am Rhein (Rheinisches Schiefergebirge). — *Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **14**, 96 S., 31 Abb., 2 Tab., 15 Diagr., 5 Taf., Wiesbaden 1955.
- FALKE, H.: Die Rotstdimentation im Saar-Pfälzischen Rotliegenden. — *Geol. Rdsch.*, **43**, S. 350—351, 1955.
- FANSELAU, G. & E. THIELE: Geomagnetische Kennziffern 1890—1907. — *Abh. geomagn. Inst. u. Observatorium Potsdam-Niemegk*, **17**, Berlin 1955.
- FEIT, U.: Der Abbau der Kalisalze in Deutschland und in den Vereinigten Staaten. — *Z. deutsch. geol. Ges.* (1953), **105**, S. 734—735, Hannover 1955.
- FRICKE, K.: Chemisch-geologische Karte der Mineralquellen Nordrhein-Westfalens und angrenzender Gebiete 1:500000. — (Nordrhein-Westfalen-Atlas Bl. 12), Düsseldorf 1955.
- FRIEDRICH, G.: Beiträge zur Petrographie des Odenwaldes. VIII. Mitt. Das Granitmassiv des Melibokus im Odenwald und seine Randzone. — *Heidelberger Beitr. Mineral. Petrogr.*, **5**, S. 65—99, 1955.
- GEORGI, P.: Von der Pflanzen- und Tierwelt des deutschen Rotliegenden. — *Aufschluß*, **6**, S. 203—204, 1955.
- GIESZLER, A.: Grundlagen der Wassererschließung in Mitteldeutschland. — Berlin (Technik) 1955.
- GRAHMANN, RUDOLF: Wasserversorgung und Grundwasser in der Deutschen Bundesrepublik. — *Ber. Deutsch. Landesk.*, **15**, S. 133—142, 1 Kt. im Anh., Remagen 1955.
- GREUL, D.: Die Versalzung der Flüsse durch Kaliabwässer und ihre Bedeutung für die Trinkwasserversorgung. — *Städtehygiene*, **6**, S. 45—48, 1955.
- GUENTHER, E.: Methoden zur Löbuntersuchung. — *Geol. Rdsch.*, **43**, S. 578, 1955.
- GWINNER, M. P.: Beitrag zur Entstehung und Paläogeographie des südwestdeutschen Buntsandsteins. — *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver.*, **37**, S. 12—28, 1955.
- HARTWIG, W.: Salzmagnesit von Unterbreizbach (Rhön). — *Chemie d. Erde*, **17**, S. 324—328, 1955.
- HENZELI, J. DE: Considérations nouvelles sur la néogène de l'ouest de l'Europe. — *Bull. soc. Belge géol.*, **64**, S. 463—476, 1955.
- HELLMERS, J. H.: Crinoidenstielglieder als Indikatoren der Gesteinsdeformation. — *Geol. Rdsch.*, **44**, S. 87—92, 1955.
- HEMPEL, L.: Messungen an eiszeitlichem Strukturboden auf dem Göttinger Muschelkalk. — *N. Jb. Geol. Paläontol., Mh.*, S. 465—474, 1955.
- *Studien über Verwitterung und Formenbildung im Muschelkalkgestein. — Göttinger geograph. Abh.*, **18**, 1955.
- HENTSCHEL, H.: Über Bildungsbedingungen vulkanischer Tuffe. — *Fortschr. Mineral.*, **33**, S. 141—142, Stuttgart 1955.
- HERRMANN, A. & RICHTER-BERNBURG: Frühdiagenetische Störungen der Schichtung und Lagerung im Werra-Anhydrit (Zechstein 1) am Südwestharz. — *Z. deutsch. geol. Ges.* (1953), **105**, S. 689—702, Hannover 1955.
- HÖPPENER, R.: Tektonik im Schiefergebirge. — *Geol. Rdsch.*, **44**, S. 26—58, 1955.
- *Das tektonische Inventar eines Aufschlusses in den Orthocerasschiefern bei Dillenburg. — Geol. Rdsch.*, **44**, S. 93—99, 1955.
- HOFFMANN, R.: Beobachtungen an Klüften im unter- und oberfränkischen Deckgebirge. — *N. Jb. Geol. Paläontol., Mh.*, S. 449—454, 1955.
- HORNUNG, H.: Argumente gegen die Trinkwasserfluoridierung. — *Städtehygiene*, **6**, S. 219—222, 1955.
- HUNDT, R.: Ein schrecklicher Armfüßler aus dem Zechsteinmeer. — *Orion*, **10**, S. 874—876, 1955.
- JAKOB, A.: Kali, 2. Aufl. — Neudamm, Melsungen (Neumann) 1955.

- JENSEN, C. W.: The German lead smelters. — *Mining Mag.*, **92**, S. 265—277, 1955. [Braubach u. a.]
- JUNG, H.: Zur Tektonik und Schichtenfolge des Devons im westlichen Rheingaugebirge. — *Geol. Rdsch.*, **44**, S. 223—265, 1955.
- KING, R. E.: Petroleum developments in Europe in 1954. — *Bull. amer. assoc. petrol. geologists*, **39**, 1955.
- KITTLER, G. A.: Beobachtungen über den Bodenfluß in deutschen Ackerbaulandschaften. — *Geogr. Rdsch.*, **7**, S. 425—429, 1955.
- KLAUS, W.: Über die Sporendiagnose des deutschen Zechsteinsalzes und des alpinen Salzgebirges. — *Z. deutsch. geol. Ges.* (1953), **105**, S. 776—788, Hannover 1955.
- KLÖPPER, RUDOLF: Wirtschaftsräumliche Einheiten am Mittelrhein zwischen Eifel und Westwald. — *Ber. deutsch. Landesk.*, **15**, S. 109—115, 2 Ktn., Remagen 1955.
- KLÜPFEL, W.: Die Auswertung vulkanischer Vorgänge für die Lösung geologischer Probleme. — *Forsch. Fortschr.*, **29**, S. 321—325, 357, 1955.
- KNÖPP, H.: Grundsätzliches zur Frage biologischer Vorfluteruntersuchungen, erläutert an einem Gütelängsschnitt des Mains. — *Arch. f. Hydrobiologie/Suppl.*, **22**, S. 363—368, 1955.
- KORITNIG, S.: Die Blaue Kuppe bei Eschwege mit ihren Kontakterscheinungen. — *Heidelberger Beitr. Mineral. Petrogr.*, **4**, S. 504—521, 1955.
- KÜHN, R.: Die Verwachsungen der Salzminerale in deutschen Salzgesteinen. — *Ges. deutsch. Metallhütten- u. Bergleute: Internat. Kongreß f. Erzaufbereitung*. 15 S., 20 Abb., 7 Tab., Goslar Mai 1955.
- Tiefenberechnung des Zechsteinmeeres nach dem Bromgehalt der Salze. — *Z. deutsch. geol. Ges.* (1953), **105**, S. 646—663, Hannover 1955.
- KÜHN-VELTEN, H.: Subaquatische Rutschungen im höheren Oberdevon des Sauerlandes. — *Geol. Rdsch.*, **44**, S. 3—25, 1955.
- LAVOCAT, R.: Le genre hipparion, la limite mio-pliocène, les corrélations stratigraphiques entre Europe, Amérique et Inde. — *Bull. soc. géol. France, sér. 6*, **5**, S. 325—330, 1955.
- LIEBMANN, H.: Bodensee und Main als Vorfluter und Trinkwasserspeicher. Vortrag (Auszug). — *Südwestdeutscher Wasserwirtschaftsverband e. V., Haupttagung u. Mitgliederversammlung in Heidelberg am 24.—26. Mai 1955*, S. 8—12, Heidelberg 1955.
- Die Kartierung der Wassergüte, beschrieben an Flußstauen und Seen Süddeutschlands. — *Ber. Abwassertechn. Ver.*, **H. 6**, 1955.
- LILLINGER: Die Wasserwirtschaft im Lande Rheinland-Pfalz. — *Bautechnik*, **32**, S. 293—297, 1955.
- LOTZE, F.: Aktuo-geologische Charakteristik des Jahres 1954. — *N. Jb. Geol. Paläontol., Mh.*, S. 513—520, 1955.
- MARTINI, H. J.: Salzsättel und Deckgebirge. — *Z. deutsch. geol. Ges.* (1953), **105**, S. 823—836, Hannover 1955.
- ME: Neue Untersuchungen an westdeutschen Kaolinen. — *Euro-Ceramic*, **5**, S. 135—136, 1955.
- MEYER, KUNO: Die Heilbäder des Landes Hessen im Blickfeld der Statistik 1953. — *Heilbad u. Kurort*, **6**, S. 120—123, 8 Tab., 12 graph. Darst., (1955).
- MEYEN, E.: Die wirtschaftsräumliche Gliederung Deutschlands. Aufgabe und Methode. — *Ber. deutsch. Landesk.*, **15**, S. 94—103, Remagen 1955.
- MORAWETZ, S.: Zur Frage der eiszeitlichen Temperaturniedrigung. — *Mitt. geogr. Ges. Wien*, **97**, S. 192—201, 1955.
- MÜLLER, W.: Die Bedeutung der Quellenbeobachtung für den Badearzt. — *Z. angew. Bäder-Klimaheilk.*, **5**, S. 450—466, Stuttgart 1955. [Bad Nauheim]
- MÜTZELBURG: Der Umbau der Staustufe Lahnstein. — *Beitr. z. Rheink.*, **7**, S. 19—22, Koblenz (Rhein-Museum) 1955.
- NERTZ, R.: Zur Ideengeschichte der geographischen Quartärforschung im Überblick. — *Korrespondenzbl. geogr. ethnol. Ges.*, **5**, S. 2—11, Basel 1955.
- NÖRING, F.: Der Hessische Landesgrundwasserdienst und Quellmeßdienst im Abflußjahr 1954. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **83**, S. 350—396, 1955.
- *Hessisches Geologisches Schrifttum 1954*. Mit Nachträgen aus den Jahren 1938 bis 1953. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **83**, S. 397—417, Wiesbaden 1955.
- OSTENDORFF, E.: Die Bodenprovinzen Südwestdeutschlands. — *Umschauldienst Landschaftspflege u. Landschaftsgestaltung*, **5**, Hannover 1955.

- PFEIFFER, D.: Grundwassererschließung durch Brunnen in Schiefen des Rheinischen Schiefergebirges. — Bohrtechn.-Brunnenbau, **6**, S. 307—309, 1955.
- PORTH, OTTO: Der Neuausbau der Allendorfer Brunnen. — Prospekt der Mittelhessischen Wasserwerke vom Oktober 1955 zur Einweihung der Betriebsanlagen I. Baustufe, S. 33—34, Gießen 1955.
- RICHTER-BERNBURG, G.: Über saline Sedimentation. — Z. deutsch. geol. Ges. (1953), **105**, S. 593—645, Hannover 1955.
- Stratigraphische Gliederung des deutschen Zechsteins. — Z. deutsch. geol. Ges. (1953), **105**, S. 843—854, Hannover 1955.
- Der Zechstein zwischen Harz und Rheinischem Schiefergebirge. — Z. deutsch. geol. Ges. (1953), **105**, S. 876—899, Hannover 1955.
- ROHDE, H.: Die Organisation und Klärtechnik der westdeutschen Abwässerverbände. — Österr. Wasserwirtsch., **7**, S. 1—9, 1955.
- ROTH, H.: Ausbildung und Lagerungsformen des Kaliflözes „Hessen“ im Fuldagebiet. — Z. deutsch. geol. Ges. (1953), **105**, S. 674—684, Hannover 1955.
- RUTTEN, M. G.: Schistosity in the Rhenic massif and the Ardennes. — Geol. mijnb., **17**, 1955.
- SCHACHL, E.: Schichtfolge, Gesteinsausbildung und Genesis des Muschelkalksalzes in Südwestdeutschland. — Z. deutsch. geol. Ges. (1953), **105**, S. 703—705, Hannover 1955.
- SCHAMP, H.: Veränderungen im Bilde der deutschen Kulturlandschaft. Berichtszeitraum 1951 bis 1954. Zsgst. i. d. Bundesanst. f. Landesk. — Ber. deutsch. Landesk., **15**, S. 143—152, Remagen 1955.
- SCHLICHTING, J.: Abwasserschwierigkeiten einer Hanfröste in der Nähe von Worms a. Rhein. — Zbl. f. Arbeitsmedizin u. Arbeitsschutz, **5**, S. 156—159, 1955.
- SCHLIER, OTTO: Vorschlag für eine wirtschaftsräumliche Gliederung des westlichen Deutschlands. — Ber. deutsch. Landesk., **15**, S. 129—132, 1 Kt. im Anh., Remagen 1955.
- SCHÖNHALS, E.: Abschnitt Erdgeschichte in „Der Vogelsberg, das Lebensbild eines deutschen Mittelgebirges“. — Essen 1955.
- Ein besonderer periglazialer Buntsandsteinschutt im Schlitzerland. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **83**, S. 295—299, Wiesbaden 1955.
- Kennzahlen für den Feinheitsgrad des Lößes. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **6**, S. 133—147, 1955.
- SCHREIBER, A.: Über orogene Bewegungen im Unterrotliegenden des Thüringer Waldes. — Abh. deutsch. Akad. d. Wiss. Berlin, **7**, Berlin 1955.
- SCHROEDER, D.: Kaliumfestlegung und Kaliumnachlieferung von Lößböden. — Landwirtsch. Forsch., **8**, S. 1—7, 1955.
- Mineralogische Untersuchungen an Lößprofilen. — Heidelberger Beitr. Mineral. Petr., **4**, S. 443—463, 1955.
- SCHÜLLER, A. & K. DETTE: Magmatische Gesteine aus dem Thüringer Wald. — Geologie, **4**, S. 463—478, 1955.
- SCHWILLE, F.: Die Mineralquellen im nordpfälzischen Bergland. — Heilbad u. Kurort, **7**, S. 83—87, 1955.
- SEEDORF, H. H.: Reliefbildung durch Gips und Salz im niedersächsischen Bergland. — Veröff. niedersächs. Amt f. Landesplanung u. Statistik, R. A, **1**, Bremen-Horn (Dorn) 1955.
- SOLLE, G.: Georg Dahmer †. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **83**, S. 337—349, 1955.
- SPERLING, H.: Neue lagerstättenkundliche Untersuchungen am Holzappeler Gangzug im Lichte stratigraphisch-tektonischer Kartierungsergebnisse auf Blatt Schaumburg-Ost. — Diss. Clausthal 1955.
- SYDOW, R.: Die Entwicklung der Erdöl-Gewinnung und Verarbeitung in Westdeutschland seit dem zweiten Weltkrieg. — Hamburg (Herrnhäuser) 1955.
- TÄUFEL, K. & G. WOLF: Über die physiologisch-chemische Bedeutung des Fluors, seine Bestimmung und sein Vorkommen in Trinkwässern der Deutschen Demokratischen Republik. — Wiss. Z. Univ. Berlin, M-NR, IV, S. 439—448, 1954/55.
- TRAHMS: Der Rhein: Abwasserkanal oder Fischgewässer? — Beitr. z. Rheink., **7**, Koblenz (Rhein-Museum) 1955.

- UDLUFT, H.: Die geologische Stellung des Wasserwerks Allendorf. — Prospekt der Mittelhessischen Wasserwerke vom Oktober 1955 zur Einweihung der Betriebsanlagen I. Baustufe, S. 29—33, Gießen 1955.
- UHDE, R.: Die derzeitige Verschmutzung von Bodensee, Hoch- und Oberrhein. — Beitr. z. Rheink., 7, S. 29—35, Koblenz (Rhein-Museum) 1955.
- VALETON, J.: Veränderungen am Zirkon und Turmalin im Buntsandstein und Keuper. — Heidelberger Beitr. Mineral. Petrogr., 5, S. 100—104, 1955.
- VETTER, H.: Zur geologischen Klassifikation deutscher Ziegelstoffe. — Ziegelindustrie, 8, S. 876 bis 880, 1955.
- WAGNER, W.: Die tertiären Salzlagerstätten im Oberrheintalgraben. — Z. deutsch. geol. Ges. (1953), 105, S. 706—728, Hannover 1955.
- WALTER, FRIEDRICH: Boden und Bodenbau. — Deutsch. Geographentag Essen 1953. Tagungsber. u. wiss. Abh. Verh. d. deutsch. Geogr.-Tages, 29, Wiesbaden 1955.
- WALTHER, K. A.: Vom Meer zum Bodensee, der Großschiffahrtsweg auf dem Hochrhein. — Beitr. z. Rheink., 7, S. 23—28, Koblenz (Rhein-Museum) 1955.
- WEBER, H.: Die Flußschotter oberhalb der Talauen im Thüringerwald. — Wiss. Z. Univ. Greifswald, 4, S. 339—356, 1954/55.
- Einführung in die Geologie Thüringens. — 201 S., Abb., 2 Ktn., Berlin (Verl. Wissenschaften) 1955.
- WOLDSTEDT, P.: Die Gliederung des Pleistozäns in Norddeutschland und angrenzenden Gebieten. — Geol. förening. Stockholm, förhandlingar, 77, S. 525—545, 1955.
- WURM, ADOLF: Beiträge zur Flußgeschichte des Mains und zur diluvialen Tektonik des Maingebietes. — Geologica Bavarica, 25, S. 1—21, 8 Abb., 6 Taf., München 1955.
- Bodenkundliche Übersichtskarte von Bayern 1:500000. Hrsg.: Bayer. Geol. Landesamt. — München 1955.
- Der zusätzliche Wasserverbrauch in der Landwirtschaft im Bundesgebiet durch Bewässerung. Hrsg.: Bundesminister f. Ernährung, Landw. u. Forsten. — Bonn 1955.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Maingebiet, Abflußjahr 1954. — 64 S., 1 Kt., Anh., München (Bayer. Landesst. f. Gewässer.) 1955.
- Die Kohlenwirtschaft der Welt in Zahlen. Hrsg.: Unternehmensverband Ruhrbergbau. — Essen (Glückauf) 1955.
- Erläuterungen zu Blatt Hannover (der Hydrogeologischen Übersichtskarte 1:500000). Von C. DIETZ u. F. PREUL unter Mitarbeit von H. BODE, W. DIENEMANN u. H. UDLUFT. Mit einem Beitrage von E. NATERMANN. — 128 S., 15 Tab., 17 Textbilder, 1 Übers.-Kte. 1:500000 d. mittl. Jahres- u. Winterniederschläge n. Flußgebieten, Remagen (Verl. Amt f. Landesk.) 1955.
- Erläuterungen zu Blatt Köln (der Hydrogeologischen Übersichtskarte 1:500000). Bearb. v. D. PFEIFFER u. H. W. QUITZOW. M. Beitr. v. W. CARLÉ, K. FRICKE, G. HERBST, R. KELLER, H. UDLUFT, E. SCHRÖDER, W. SCHWARZ u. A. STAHL. — 162 S., 13 Textbilder, 10 Tab., 1 Übers.-Kte 1:500000 d. mittl. Jahres- u. Winterniederschläge n. Flußgebieten, Remagen (Verl. Amt f. Landesk.) 1955.
- Hessische Bevölkerungs- und Wirtschaftskunde. Hrsg.: Hess. Statist. Landesamt. — Wiesbaden 1955.
- Hydrogeologische Übersichtskarte 1:500000. Blatt Hannover. Hrsg. v. Hydrogeologischen Arbeitskreis beim Bundesministerium für Wirtschaft. — Remagen (Verl. Amt f. Landesk.) 1955.
- Hydrogeologische Übersichtskarte von Hessen. 1:600000. Bearb. im Hess. Landesamt f. Bodenforschung. — Wiesbaden 1955.
- Hydrogeologische Übersichtskarte 1:500000. Blatt Köln. Hrsg. v. Hydrogeologischen Arbeitskreis beim Bundesministerium für Wirtschaft. — Remagen (Verl. Amt f. Landesk.) 1955.
- Jahresbericht der Wasserwirtschaft in Hessen. Hrsg.: Hess. Minister f. Landwirtschaft u. Forsten. — Wasser u. Boden, 7, S. 123—128, 1955.
- Jahresbericht 1954 des Oberrheinischen Wasserstraßen- und Schifffahrtsverbandes e. V. — 47 S., Mannheim-Heidelberg 1955.
- Jahresbericht 1954 des Südwestdeutschen Wasserwirtschaftsverbandes e. V. — 43 S., Heidelberg 1955.

- Mittlere Jahressumme des Niederschlags (mm) für das Gebiet der Bundesrepublik. Zeitraum 1891—1930, Maßstab 1 : 200000. Hrsg.: Deutsch. Wetterdienst. — Bad Kissingen 1955.
- Neue Brunnenbohrung im Inheidener Quellgebiet. Der 18. Brunnen wird abgeteuft. — Unser Oberhessen, Z. Zweckverb. oberhess. Versorg.-Betr., **3**, S. 3, Friedberg 1955.
- Organisationsplan und Personalbestand des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, Wiesbaden. — Geol. Jb., **70**, S. LXIII bis LXVII, Hannover 1955.
- Wasserverband „Mittelhessische Wasserwerke“. — Denkschrift, 40 S., Gießen 1955.
63. bis 65. Wasserstatistik. (Berichtsjahre 1951, 1952, 1953). Hrsg.: Deutsch. Ver. v. Gas- u. Wasserfachmännern u. Verb. d. deutsch. Gas- u. Wasserwerke. — 161 S., Frankfurt a. M. (ZfGW-Verl.) 1955.

## 1956

- ARKELL, W. J.: Jurassic geology of the world. — Edinburgh, London (Oliver and Boyd) 1956.
- BARGON, E.: Der Humuszustand landwirtschaftlich und weinbaulich genutzter Lößböden im Rheingau. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**, S. 380—384, Wiesbaden 1956.
- BAUER, H.: Die Stellung der Kohle bei Beginn des neuen Energie-Zeitalters: Die Kohle und ihre Entwicklung in Westeuropa. — Braunkohle, **8**, S. 61—68, 1956.
- BECKSMANN, E.: Grundwasserchemismus und Speichergestein. — Z. deutsch. geol. Ges. (1954), **106**, S. 23—35, Hannover 1956.
- Hydrogeologie und Wasserversorgung in Nordbaden in der Nachkriegszeit. — Jh. geol. L.-A. Baden-Württemberg, **1**, S. 428—453, 1956.
- BEHM-BLANEKE, G.: Zur Methode der urgeschichtlichen Salzgewinnung in Mitteldeutschland. — Forsch. Fortschr., **30**, S. 20—23, 1956.
- BENTZ, A.: Geophysik und Erdölerschließung in Deutschland. — Erdöl u. Kohle, **9**, S. 278—280, 1956.
- BIERTHER, W. & E. DEGENS: Zur Geochemie hydrothermaler Erzgänge. I. Mangan, Eisen und Kohlendioxyd im Infiltrationshof von Gängen der Bleizink-Erz-Grube Mühlenbach bei Ehrenbreitstein/Rhein. — N. Jb. Geol.-Paläontol. Abh., **102**, S. 329—380, 1956.
- BISCHOFF, G.: Oberdevonische Conodonten (to Ið) aus dem Rheinischen Schiefergebirge. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**, S. 115—137, Wiesbaden 1956.
- BISCHOFF, G. & W. ZIEGLER: Das Alter der „Urfer Schichten“ im Marburger Hinterland nach Conodonten. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**, S. 138—169, Wiesbaden 1956.
- BLENES, WALTER: Besonderheiten des Grundwasserabflusses in der Oberrheinebene. — Bes. Mitt. z. deutsch. gewässerk. Jb., **12**, S. 1—16, Koblenz 1956.
- BODE, H.: Der Stand des Landesgrundwasserdienstes in Westfalen. — Z. deutsch. geol. Ges. (1954), **106**, S. 89—93, Hannover 1956.
- BOTTKE, H.: Exkursion zum Messinghäuser Sattel und Ostsauerländer Hauptsattel. — Z. deutsch. geol. Ges. (1954), **106**, S. 427—428, Hannover 1956.
- BRAITSCH, O.: Gesteinsserien, Tektonik und Metamorphose im südlichen kristallinen Vorspessart. — Z. deutsch. geol. Ges. (1956), **108**, 1. T., S. 66—72, Hannover 1956.
- BREDDIN, H.: Die tektonische Deformation der Fossilien im Rheinischen Schiefergebirge. — Z. deutsch. geol. Ges. (1954), **106**, S. 227—305, Hannover 1956.
- BREYER, F.: Ergebnisse seismischer Messungen auf der süddeutschen Großscholle, besonders im Hinblick auf die Oberfläche des Varistikums. — Z. deutsch. geol. Ges. (1956), **108**, 1. T., S. 21—36, Hannover 1956.
- BUCHNER, A.: Grundsätzliches zur Düngung der Weinberge. — Weinberg u. Keller, **3**, S. 453—462, 1956.
- BUSSE, E.: Ein Wellenkalkprofil vom Fürstengarten in Kassel (Blatt Kassel-West). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**, S. 170—175, Wiesbaden 1956.
- Aufschlüsse im Oberen Muschelkalk des westlichen Kasseler Grabens. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**, S. 176—183, Wiesbaden 1956.
- BUZENGEIGER, C.: Wasserwirtschaftliche Beobachtungen im Wesergebiet. — Weser, **30**, S. 1—3, 1956.
- CARLÉ, W.: Neue Beobachtungen und Erkenntnisse über den Brückelschiefer des Unteren Buntsandsteins. — N. Jb. Geol.-Paläontol., Mh., S. 282—289, 1956.

- Stockwerke und Wanderwege von Mineralwässern in Franken. — Z. deutsch. geol. Ges. (1954), **106**, S. 118—130, Hannover 1956.
- C. C.: Uranerzsuche in Hessen. — Orion, **11**, S. 787, 1956.
- DENNER, JULIUS: Der Trend des Grundwasserstandes in langfristigen Jahresreihen. — Bes. Mitt. z. deutsch. gewässerk. Jb., **12**, S. 17—27, Koblenz 1956.
- Geologie der Emser Thermen und die Emser Quellen-Bergwerksfrage. — Heilbad u. Kurort, **8**, S. 107—116, 1956.
- DETTE, K.: Der Kupferschieferflözkern. — Z. angew. Geol., **2**, S. 252—257, 1956.
- DITT, HILDEGARD: Schrifttum zur westfälischen Landwirtschaft 1939—1954 in landeskundlicher Sicht. — Ber. deutsch. Landeskr., **16**, S. 96—132, Remagen 1956.
- ECKERT, H.: Die Fauna des oberen Muschelkalkes (Trochitenkalkes) von Wiesloch. — Beitr. naturk. Forsch. SW-Deutschland, **14**, S. 101—113, 1956.
- ENGELS, B.: Über die Fazies des Hunsrückschiefers. — Geol. Rdsch., **45**, S. 143—150, 1956.
- Zum Problem der tektonischen Verformung der Fossilien im Rheinischen Schiefergebirge. — Z. deutsch. geol. Ges. (1954), **106**, S. 306—307, Hannover 1956.
- Ein Vergleich der inneren Tektonik des Rheinischen mit dem Thüringischen Schiefergebirge. — Z. deutsch. geol. Ges. (1956), **108**, 1. T., S. 50—56, 4 Abb., Hannover 1956.
- FALKE, H.: Die grundsätzlichen Unterschiede zwischen Unter- und Oberrotliegendem in der Saar-Nahe-Senke und ihre möglichen Ursachen. — Z. deutsch. geol. Ges. (1954), **106**, S. 559 bis 560, Hannover 1956.
- FAUST, J.: Bodenuntersuchungen sind notwendig. — Deutsch. Weinbau, **11**, S. 496, 1956.
- FOURMARIER, P.: Remarques au sujet de la schistosité en général avec application aux terrains paléozoïques de l'Ardenne et du massif schisteux rhénan. — Geol. Mijnbouw, **18**, S. 47—56, 1956.
- FREISING, H.: Schrifttum zur Geologie des Landes Baden-Württemberg 1951—1952. — Jh. geol. L.-A. Baden-Württemberg, **1**, S. 507—608, 1956.
- FRIEDRICH, WILHELM: Ergebnisse und Erfahrungen bei Lysimeterbeobachtungen in Deutschland (Kurzbericht). — Bes. Mitt. z. deutsch. gewässerk. Jb., **12**, S. 73—78, Koblenz 1956.
- FROBENIUS, F. O.: Das Bodenschatzrecht der Deutschen Demokratischen Republik. — Z. angew. Geol., **2**, S. 411—414, 1956.
- GÄRTEL, W.: Untersuchungen über die Bedeutung des Bors für die Rebe unter besonderer Berücksichtigung der Befruchtung. — Weinberg u. Keller, **3**, S. 233—241, 1956.
- GRAHMANN, RUDOLF: Die Grundwasservorkommen im Gebiete der Deutschen Bundesrepublik, ihre Nutzung und ihre kartographische Darstellung. — Union géod. et géophys. internat., Assoc. internat. d'Hydrologie scient., Assemblée générale de Rome 1954, **2**, S. 356—362, Louvain (1955). = Deutsch. Ber. z. internat. hydrolog. Tagung in Rom 1954, S. 101—108, Bonn (Bundesmin. f. Verkehr) 1956.
- Hydrogeologische Grundlagen der Wasserversorgung in Westdeutschland. — Z. deutsch. geol. Ges. (1954), **106**, S. 5—10, Hannover 1956.
- GRAMANN, F.: Schildkröten aus dem Melanienton von Borken (Niederhessische Senke). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**, S. 16—20, Wiesbaden 1956.
- GRIPP, K. & A. MAGNE: Neues zur Gliederung des Miozäns in Westeuropa. — N. Jb. Geol. Paläontol., Mh., S. 273—281, 1956.
- GROSSE, B.: Die Erodierbarkeit von Böden durch Wind. — Geol. Jb., **71**, S. 527—530, 1956.
- GUENTHER, E. W.: Zahnmißbildungen und die Frage des Aussterbens der diluvialen Elefanten in Mitteleuropa. — Geol. Rdsch., **45**, S. 46—51, 1956.
- GUTHÖRL, P.: Die Westfal-Stefan-Grenze im Saarkarbon im Bereich der Grube Götterborn. — Z. deutsch. geol. Ges. (1954), **106**, S. 461—467, Hannover 1956.
- HAAS, A.: Die Kalkspatklüfte im Gabbro von Waschenbach bei Darmstadt. — Aufschluß, **7**, S. 63—65, 1956.
- HABICHT, H.: Die Strukturen des Pfälzer Sattels. — Geol. Rdsch., **45**, S. 296—304, 1956.
- HÄUSER, FRITZ: Die Geologie des Büdinger Landes. — 24 S., o. O. u. o. J. (Büdingen 1956).
- HAHN, HELMUT: Die deutschen Weinbaugebiete, ihre historisch-geographische Entwicklung und wirtschafts- und sozialgeographische Struktur. — Bonner geogr. Abh., **18**, Bonn 1956.
- HEFTER, J.: Crinoideen (Seelilien) im rheinischen sandigen Unterdevon. — Aufschluß, **7**, S. 170 bis 172, 1956.

- HEMPEL, L.: Über Alter und Herkunftsgebiet von Auelehmen im Leinetal. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **7**, S. 35—42, 1956.
- HENTSCHEL, H.: Der lagendifferenzierte intrusive Diabas aus der Bohrung Weyer 1. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**, S. 252—284, Wiesbaden 1956.
- HILLEBRAND, W.: Bodenuntersuchung — Grundlage der Weinbergdüngung. — Weinberg u. Keller, **3**, S. 295—298, 1956.
- JACOBSHAGEN, E.: Moschusochsenreste aus nordhessischem Pleistozän. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**, S. 7—15, Wiesbaden 1956.
- JOSTEN, K. H.: Die Kohlen im Pfälzer Bergland. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**, S. 300—327, Wiesbaden 1956.
- KARRENBERG, H. & H. W. QUITZOW: Über Hohlräumbildungen und Einstürze in Lößböden als Folge unterirdischer Materialwegführung. — Geol. Jb., **71**, S. 631—642, 1956.
- KELLER, G.: Grundwasserversalzenungen im saxonischen Faltingsfeld Niedersachsens. — Geotektonisches Symposium zu Ehren von HANS STILLE, S. 425—440, 15 Abb. im Text, Stuttgart (Enke) 1956.
- KING, R. E.: Petroleum developments in Europe in 1955. — Bull. amer. assoc. petrol. geologists, **40**, S. 1543—1581, 1956.
- KLENK, E.: 10jährige Erfahrungen mit Müllkompost im Weinbau. — Deutsch. Weinbau, **11**, S. 355—356, 1956.
- KLÜPFEL, W.: Die paläogeographische Auswertung der altvulkanischen Bildungen zur Rekonstruktion der korrelaten Sedimentationsräume im Bereich späterer Abtragung. — Geol. Rdsch., **45**, S. 318—327, 1956.
- KNICKMANN, E.: Versuche mit Rheinschlamm. — Deutsch. Weinbau, **11**, S. 93, 1956.
- : Flußschlamm als Düngemittel? — Weinberg u. Keller, **3**, S. 224—228, 1956.
- KOLB, W.: Die Aufsuchung von Erdöl und Erdgas im Lande Rheinland-Pfalz. — Erdöl u. Kohle, **9**, S. 433—436, 1956.
- KORITNIG, S.: Die „Blaue Kuppe“ bei Eschwege. — Aufschluß, **7**, S. 127—137, 1956.
- KRÄUSEL, R.: Bryozoen-Arten F. A. Roemers (Fenestellidae) aus dem deutschen Devon. — Senckenberg. leth., **37**, S. 59—64, 1956.
- KRÜGER, H.: Paläolithikum in Oberhessen. — Quartär, **7/8**, S. 5—65, 1956.
- KÜHNE, F. & H. VENZLAFF: Exkursion zu den Sätteln von Warstein und Brilon. — Z. deutsch. geol. Ges. (1954), **106**, S. 419—426, Hannover 1956.
- KUENEN, PH. H. & J. E. SANDERS: Sedimentation phenomena in Kulm and Flozleeres Graywackes, Sauerland and Oberharz, Germany. — Amer. J. Sci., **254**, S. 649—671, 1956.
- KUPFAHL, H. G.: Zur Variationsbreite einiger Ostracoden der Mittleren Adorf-Stufe. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**, S. 21—31, Wiesbaden 1956.
- KURON, H.: Beobachtungen über Bodenerosion nach einem Unwetter im Odenwald. — Mitt. Inst. f. Raumforsch., Sonderdruck aus „Bodenabtrag und Bodenschutz“, 2. Aufl., S. 147—164, 8 Abb., Bad Godesberg 1956.
- Ergebnisse von 15-jährigen Untersuchungen über Bodenerosion durch Wasser in Deutschland. — Union géod. et géophys. internat., Assoc. internat. d'Hydrologie scient., Assemblée générale de Rome 1954, **1**, S. 220—227, Louvain (1955). = Deutsch. Ber. z. internat. hydrolog. Tagung in Rom 1954, S. 7—45, Bonn (Bundesmin. f. Verkehr) 1956.
- KURON, H., L. JUNG & H. SCHREIBER: Messungen von oberflächlichem Abfluß und Bodenabtrag auf verschiedenen Böden Deutschlands. — Schr.-R. d. Kuratoriums f. Kulturbauwesen, **5**, 88 S., 9 Abb., 26 graph. Darst., Hamburg (Wasser u. Boden) 1956.
- KUSS, S. E.: Die stratigraphische Verteilung der altpleistocänen Fauna aus dem Tonlager von Jockgrim in der Pfalz. — Beitr. naturk. Forsch. SW-Deutschland, **14**, S. 93—100, 1956.
- KUTSCHER, F.: Brunnenbohrungen im östlichen Hunsrück. — Z. deutsch. geol. Ges. (1954), **106**, S. 191—192, Hannover 1956.
- Exkursion in die Umgebung von Bingen. — Decheniana, **108**, S. 299—300, 1956.
- Eröffnung einer Diskussion zur hessischen Meeresstraße im Unterstamp. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**, S. 204—205, Wiesbaden 1956.

- KUTSCHER, F. & G. ANGENHEISTER: Angewandte erdmagnetische Messungen in Hessen. 4. Geophysikalische Untersuchungen an den Kernproben der Bohrung Weyer 1 (Lahnmulde, Hessen). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**, S. 385—404, Wiesbaden 1956.
- LANG, H. D.: Jungpleistozäne Torfe im nördlichen Hessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**, S. 245—251, Wiesbaden 1956.
- LEHMANN, E.: Merkmale magmatischer Infiltration und Injektion in den Keratophyrtuffen des Sauerlandes. — Z. deutsch. geol. Ges. (1954), **106**, S. 353—360, Hannover 1956.
- LEHMANN, W. M.: Beobachtungen an *Weinbergina opitzi* (Merost., Durr.). — Senckenberg. leth., **37**, S. 67—72, 1956.
- *Dipmorhynchus lehmanni* WESTOLL, ein primitiver Lungenfisch aus dem rheinischen Unterdevon. — Paläontol. Z., **30**, S. 21—25, 1956.
- LEPPER, C.: Vom ehemaligen Torfstich im Lampertheimer Bruch.—Wormsgau, **3**, S. 330—331, 1956.
- LESCHIK, G.: Die Entstehung der Braunkohle der Wetterau und ihre Mikro- und Makroflora. — Palaeontographica, B, **100**, S. 26—64, 1956.
- Sporen aus dem Salzton des Zechsteins von Neuhoof (bei Fulda). — Palaeontographica, B, **100**, S. 122—142, 1956.
- LIPPMANN, F.: Clay minerals from the Röt member of the Triassic near Göttingen, Germany. — Journ. sediment. petrol., **26**, S. 125—139, 1956.
- LINCK, O.: Echte und unechte Besiedler (Epoeken) des deutschen Muschelkalk-Meeress. — Aus der Heimat, **64**, S. 161—169, 1956.
- LOTZE, F.: „Ordogot“ statt „Silur“. — N. Jb. Geol. Paläontol., Mh., S. 399—400, 1956.
- MÄRKER, H.: Zur Frage des weinbaulichen Feldversuches, II. — Weinberg u. Keller, **3**, S. 478 bis 485, 1956.
- MALZAHN, E.: Die Erdölbohrfähigkeit des Jahres 1955 in Westdeutschland. — Erdöl u. Kohle, **9**, S. 209—222, 1956.
- MATZ, RUDOLF: Agraratlas. I. Über das Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik. Bodenarten und bodenartige Ertragsbedingungen nach den Ergebnissen der Bodenschätzung (1:200000) mit Erl. u. Ortsverz. Hrsg. v. deutsch. Akad. d. Landwirtschaften Berlin, Inst. f. Agrarökonomik. — Gotha (Haack) 1956.
- MAUS, M.: Bad Wildungen und seine Quellen. — Hess. Heimat, **5**, H. 4, S. 15—17, 1956.
- MICHELS, F.: Zur Geologie der Wiesbadener Mineralquellen. — Z. deutsch. geol. Ges. (1954), **106**, S. 113—117, Hannover 1956.
- Führung zu den Mineralquellen Wiesbadens. Exkursion zu den Anlagen der Wasserwerke Wiesbaden. — Z. deutsch. geol. Ges. (1954), **106**, S. 175—177, Hannover 1956.
- Bericht über das Hessische Landesamt für Bodenforschung für die Zeit vom 1. 4. 1955 bis 31. 3. 1956. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**, S. 405—419, Wiesbaden 1956.
- MIRSCH, R.: Die bekanntesten Fossilien des mitteldeutschen Kupferschiefers. — Aufschluß, **7**, S. 195—197, 1956.
- MÜGGE, R.: Aufzeichnung von Luftdruck und Erdbebenwellen mit Hilfe von Brunnenpiegeln. — Union géod. et géophys. internat., Assoc. internat. d'Hydrologie scient., Assemblée générale de Rome 1954, **2**, S. 49—52, Louvain (1955). = Deutsch. Ber. z. internat. hydrolog. Tagung in Rom 1954, S. 69—72, Bonn (Bundesmin. f. Verkehr) 1956.
- Experiments on the Motion of Water in the Vicinity of Wells. — Union géod. et géophys. internat., Assoc. internat. d'Hydrologie scient., Symposia Darcy (Dijon, 20—26 septembre 1956), **2**, S. 255—256, Louvain 1956.
- MÜHLEN, W. v. z.: Ergebnisse der „Steinbruch-Seismik“ im Siegerland, Kraichgau und in Hessen/Unterfranken. — Geol. Jb., **71**, S. 569—594, 1956.
- MÜLLER, A. H.: Über problematische Lebensspuren aus dem Rotliegenden von Thüringen. — Ber. geol. Ges. DDR., **1**, S. 147—154, 1956.
- Weitere Beiträge zur Ichnologie, Stratonomie und Ökologie der germanischen Trias. — Geologie, **5**, S. 405—423, 1956.
- MÜLLER, KLAUS JÜRGEN: Zur Kenntnis der Conodonten-Fauna des europäischen Devons. I. Die Gattung *Palantolepis*. — Abh. senckenberg. naturforsch. Ges., **494**, Frankfurt 1956.
- MÜLLER, P. & W. HEYMEI: Verfahren zur Bestimmung der Gaskonzentrationen der Gassalze des Südharz und Werrakalibergbaues. — Bergbautechn., **6**, S. 313—319, 1956.

- MURAWSKI, H.: Die tertiären Basaltvorkommen der Umgebung von Göttingen. — N. Jb. Geol. Paläontol., Mh., S. 1—31, 1956.
- NICKEL, E.: Phasenablauf der Tektonogenese im Raume Knoden (Odenwald). Ein Beitrag zur Bildungsgeschichte des varistischen Gebirges. — N. Jb. Mineral., Abh., 89, S. 302—366, 1956.
- NÖRING, FRIEDRICH: Chemische und physikalische Erscheinungen bei infiltriertem Grundwasser. — Union géod. et géophys. internat., Assoc. internat. d'Hydrologie scient., Assemblée générale de Rome 1954, 2, S. 113—117, Louvain (1955). = Deutsch. Ber. z. internat. hydrolog. Tagung in Rom 1954, S. 76—80, Bonn (Bundesmin. f. Verkehr) 1956. = Z. deutsch. geol. Ges. (1954), 106, S. 11—15, Hannover 1956. [Hessen]
- Exkursion zu den Wasserversorgungsanlagen der Stadt Frankfurt a. M. — Z. deutsch. geol. Ges. (1954), 106, S. 177—182, Hannover 1956.
- Der Hessische Landesgrundwasserdienst und Quellmeßdienst im Abflußjahr 1955. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, S. 420—458, Wiesbaden 1956.
- Hessisches Geologisches Schrifttum 1955. Mit Nachträgen aus den Jahren 1938—1954. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, S. 459—491, Wiesbaden 1956.
- NÖTHLICH, KURT: Die Wassertemperatur in der Edertalsperre, ihr Einfluß auf Eder, Fulda und Weser. — Union géod. et géophys. internat., Assoc. internat. d'Hydrologie scient., Assemblée générale de Rome 1954, 3, S. 25—34, Louvain (1955). — Deutsch. Ber. z. internat. hydrolog. Tagung in Rom 1954, S. 109—118, Bonn (Bundesmin. f. Verkehr) 1956.
- OEHME, RUTHARDT: Joannes Georgius Tibianus. Ein Beitrag zur Kartographie und Landesbeschreibung Südwestdeutschlands im 16. Jahrhundert. — Forsch. deutsch. Landeskn., 91, Remagen 1956.
- PFEIFFER, D.: Die Wasserversorgung des Mittelrheintales zwischen Bingen und Koblenz und ihre Erweiterungsmöglichkeiten für die Zukunft. — Bohrtechnik-Brunnenbau, 7, S. 327—329, 1956.
- PFLANZL, G.: Das Alter der Braunkohlen des Meißners, der Flöze 2 und 3 des Hirschberges und eines benachbarten Kohlenlagers bei Laudendach. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, S. 232—244, Wiesbaden 1956.
- PILGER, A.: Stratigraphie und Tektonik des Siegener Hauptsattels. — Z. deutsch. geol. Ges. (1954), 106, S. 540—541, Hannover 1956.
- Über die Teufenlage der Plutone im Ruhrgebiet. — N. Jb. Mineral., Mh., S. 161—168, 1956.
- PRESZ, H.: Wasserstraßen und Häfen. I. Teil: Binnenwasserstraßen und Binnenhäfen. — 500 S., 520 Bilder, Berlin (W. Ernst & Sohn) 1956.
- RABIEN, A.: Die stratigraphische Bedeutung der oberdevonischen Ostracoden. — Z. deutsch. geol. Ges. (1954), 106, S. 217—226, Hannover 1956.
- Zur Stratigraphie und Fazies des Ober-Devons in der Waldecker Hauptmulde. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 16, 83 S., 2 Abb., 2 Tab., 3 Taf., Wiesbaden 1956.
- REIN, U.: Pollenanalytische Untersuchungen an mitteleuropäischen Braunkohlevorkommen des Miocäns. — Grana Palynologica (N. S.), 1/2, 1956.
- RICHTER, K. & F.-J. ECKHARDT: Datierungsversuche im Quartär Westdeutschlands mit Hilfe des Fluortestes. — Eiszeitalter u. Gegenwart, 7, S. 21—28, 1956.
- RICHTER, R.: Chronologische Grenzen und die Grenze zwischen Unter-Devon und Mittel-Devon. — Senckenberg, leth., 37, S. 337—342, 1956.
- RIEHM, H.: Phosphatuntersuchungen der Böden des Bundesgebietes in den Jahren 1936—1955. — Phosphorsäure, 16, S. 160—166, 1956.
- RODE, K.: Die Bodenschätze in der Umgebung der mittleren Lahn und ihre Bedeutung für den Ausbau des Flusses als Wasserstraße. — Wetzlar (Industrie- u. Handelskammer) 1956.
- RÖSLER, A.: Das Unterdevon am SW-Ende des Taunusquarzitziuges von Katzenelnbogen (Rhein. Schiefergebirge, Taunus). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84, S. 32—84, 1956.
- RUSS, A.: Die Niederschlagsverhältnisse in Deutschland seit 1881; Anzahl und Länge von Trocken- und Niederschlagsperioden. — Union géod. et géophys. internat., Assoc. internat. d'Hydrologie scient., Assemblée générale de Rome 1954, 1, S. 346—354, Louvain (1955). = Deutsch. Ber. z. internat. hydrolog. Tagung in Rom 1954, S. 46—54, Bonn (Bundesmin. f. Verkehr) 1956.

- RUST, A.: Über neue Artefaktfunde aus der Heidelberger Stufe. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **7**, S. 179—192, 1956.
- RUTTE, ERWIN: Zur Geologie von Unterfranken. — *Z. deutsch. geol. Ges.* (1956), **108**, 1. T., S. 73—87, 5 Abb., 1 Taf., Hannover 1956.
- SANDNER, GERHARD: Der Kellerwald und seine Umrahmung. Eine geomorphologische Untersuchung. — *Marburger geograph. Schriften*, **4**, Marburg 1956.
- Die Landschaftsformen des Kellerwaldes und ihre Entstehung. — *Hess. Heimat*, **5**, S. 8—10, 1956.
- SCHAMP, H.: Veränderungen im Bilde der deutschen Kulturlandschaft. Berichtsjahr 1951—1955. — *Ber. deutsch. Landesck.*, **16**, S. 88—94, Remagen 1956.
- SHELLMANN, T.: Bemerkungen zum Thema „Marines Unterstamp von Epterode“. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **84**, S. 206—208, Wiesbaden 1956.
- SCHENK, E.: Erosion und Sedimentation im Hauptbraunkohlenlager der Wetterau. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **84**, S. 328—355, Wiesbaden 1956.
- SCHMIDT, H.: Erfahrungen und Aufgaben der Sauerland-Geologie. — *Z. deutsch. geol. Ges.* (1954), **106**, S. 208—216, Hannover 1956.
- Exkursion in das Gebiet von Waldecker Hauptmulde und Ostsauerländer Hauptsattel (Winterberg-Usseln-Diemelsee-Olsberg). — *Z. deutsch. geol. Ges.* (1954), **106**, S. 429—430, Hannover 1956.
- Versteinerte Saurierfährten im Cornberger Sandstein. — *Hess. Heimat*, **5**, S. 19—21, 1956.
- SCHMITT, W.: Jahresbericht der Wasserwirtschaft (Berichte der einzelnen Länder). — *Wasser u. Boden*, **8**, S. 177—269, 1956.
- SCHMITTHENNER, H.: Problem der Schichtstufenlandschaft. — *Marburger geograph. Schriften*, **3**, Marburg 1956.
- SCHMITZ, W.: Der Mineralgehalt der Oberflächengewässer des Fulda-Eder-Flußgebietes. — *Ber. limnol. Flußstation Freudenthal*, **7**, S. 43—60, 1956.
- SCHÖNENBERG, R. & P. GIESE: Oberdevonische Tektonik und kulmischer Magmatismus im nordöstlichen Dilltrog. — *Geol. Jb.*, **71**, S. 595—616, 1956.
- SCHÖNHALS, E.: Die Abhängigkeit der Waldverbreitung in Hessen vom geologischen Aufbau. — *Allg. Forstz.*, **11**, S. 418—420, 1956.
- Ein fossiler periglazialer Strukturboden bei Appenrod am Nordrand des Vogelsberges. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **84**, S. 374—379, 1956.
- SCHRIEL, W.: Der Briloner Galmei-Distrikt. — *Z. deutsch. geol. Ges.* (1954), **106**, S. 308—349, Hannover 1956.
- SCHROEDER, GERHARD: Der Stand der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung. — *Wasser u. Boden*, **8**, S. 369—372, 1956.
- SCHULTZE, JOACHIM HEINRICH: Methoden der Raumgliederung in naturbedingte Landschaften am Beispiel von Mecklenburg, Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Thüringen und Sachsen. — *Ber. deutsch. Landesck.*, **16**, S. 69—81, 1 Kt., Remagen 1956.
- SCHWAN, WERNER: Gliederung und Faltung des Harzes in Raum und Zeit. — *Geotektonisches Symposium zu Ehren von Hans Stille*, S. 272—288, Taf. 22 u. 23, 5 Abb. im Text, Stuttgart (Enke) 1956.
- Harzer und Thüringer Variszikum. — *Z. deutsch. geol. Ges.* (1956), **108**, 1. T., S. 43—49, 4 Abb., 1 Taf., Hannover 1956.
- Über das Harzvaristikum. — *Geol. Rdsch.*, **45**, S. 284—296, 1956.
- SCHWILLE, FR.: Ionenumtausch und der Chemismus von Grund- und Mineralwässern. — *Z. deutsch. geol. Ges.* (1954), **106**, S. 16—22, Hannover 1956.
- SOBOTH, E.: Jährliche und jahreszeitliche Schwankungen des Grundwassers und seiner Eigenschaften in der Frankenberger Bucht. — *Z. deutsch. geol. Ges.* (1954), **106**, S. 192, Hannover 1956.
- Junge Hohlformen (Becken) und alte Schwächelinien. — *Z. deutsch. geol. Ges.* (1954), **106**, S. 378—386, Hannover 1956.
- Eine neu erbohrte Mineralquelle in Frankenberg/Eder. — *Z. deutsch. geol. Ges.* (1956), **108**, 1. T., S. 100—104, 3 Abb., Hannover 1956.
- STRUBE, H.: Der Richelsdorfer Kupferbergbau. — *Hess. Heimat*, **5**, S. 30—31, 1956.

- SZÖTS, E.: Les problèmes de la limite entre le paléogène et le néogène et des étages chattien et aquitanien. — *Acta geol. acad. scient. Hungaricae*, **4**, S. 209—219, 1956.
- TATGE, W.: Conodonten aus dem germanischen Muschelkalk. — *Paläontol. Z.*, **30**, S. 108—127, 1956.
- TEIKE, M.: Schichtenverzeichnis der Bohrung Weyer 1 bei Weyer im Oberlahnkreis (Lahnmulde, Hessen). — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **84**, S. 107—144, Wiesbaden 1956.
- THIELMANN, G.: Beiträge zur Frage der Meliorierung armer Buntsandböden. — *Allg. Forstz.*, **11**, S. 193—196, 1956.
- THOMSON, P. W.: Die Braunkohlenmoore des jüngeren Tertiärs und ihre Ablagerungen. — *Geol. Rdsch.*, **45**, S. 62—70, 1956.
- THURSCH, H.: Die Gliederung des unteren Rupeltones im Mainzer Becken auf Grund seiner Foraminiferenfauna. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **84**, S. 216—231, Wiesbaden 1956.
- TOBIEN, H.: Eine stampische Kleinsäugerfauna aus der Grenzregion Schleichsand/Cyrenenmergel von Heimersheim bei Alzey (Rheinhessen). — *Z. deutsch. geol. Ges.* (1954), **106**, S. 565—566, Hannover 1956.
- UDLUFT, H.: Analysenschaubilder als Hilfsmittel für die geohydrologische Auswertung der Analysen von (einigen hessischen) Mineral- und Heilwässern. — *Z. deutsch. geol. Ges.* (1954), **106**, S. 49—52, Hannover 1956.
- UDLUFT, H. & V. JACOBSHAGEN: Beitrag zur Kenntnis des niederhessischen Periglazials und der Alterseinstufung einiger niederhessischer Kiesablagerungen. — *Z. deutsch. geol. Ges.* (1954), **106**, S. 560—561, Hannover 1956.
- UDLUFT, H. & H. D. LANG: Der Untergrund der niederhessischen Senke. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **84**, S. 184—203, Wiesbaden 1956.
- UHLIG, S.: Die Bodenfeuchte in der Bundesrepublik im Abflußjahr 1955. — *Wasserwirtsch.*, **46**, S. 289—290, 1956.
- VALETON, I.: Fossile Bodenbildungen an der Sohle des Maintals. — *Geologica Bavarica*, **25**, München 1956.
- VOLKEIMER, W.: Stratigraphische Fragen des sauerländischen Devons. — *Z. deutsch. geol. Ges.* (1954), **106**, S. 553, Hannover 1956.
- VOLLRATH, A.: Zur Stratigraphie des Trochitenkalkes in Baden-Württemberg. — *Jh. geol. L.-A. Baden-Württemberg*, **1**, S. 169—189, 1956.
- Stratigraphie des Oberen Hauptmuschelkalkes (Schichten zwischen Cycloides-Bank  $\gamma$  und Spiriferina-Bank) in Baden-Württemberg. — *Jh. geol. L.-A. Baden-Württemberg*, **1**, S. 190 bis 216, 1956.
- WACKER, F.: Vorkommen und Verteilung von Bodentypengruppen in Baden-Württemberg. Auswertung von Bodenschätzungsergebnissen. — *Jh. geol. L.-A. Baden-Württemberg*, **1**, S. 487—506, 1956.
- WAGNER, W.: Zur Frage der Altersbeziehung von Meeressand zu Rupelton im Mainzer Becken und im Rheinalgraben. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **84**, S. 212—215, Wiesbaden 1956.
- WALLNER, JOSEF: Die Hochwasservorhersage aus Niederschlägen am Obermain. — *Bes. Mitt. z. deutsch. gewässerk. Jb.*, **12**, S. 109, Koblenz 1956.
- WEBER, H.: Eine neue Scheinerklärung der Schichtstufenlandschaft. — *N. Jb. Geol. Paläontol., Mh.*, S. 380—385, 1956.
- Formenkundliche Probleme im Thüringischen Gebirge. — *Hallisches Jb. mitteldeutsch. Erdgesch.*, **2**, S. 142—165, 1956.
- WEIDENBACH, F.: Über Frostblätterigkeit in Lößen und ihre Entstehung. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **7**, S. 113—118, 1956.
- WEILER, W.: Bemerkungen zu dem Aufsatz von J. GÖRGES: „Marines Unterstamp von Epterode südlich von Großalmerode“. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **84**, S. 209—211, Wiesbaden 1956.
- WIEGEL, EGON: 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., Wiesbaden 1956.

- WILD, H. W.: Der Einfluß tektonischer Elemente auf den Friedrichsfelder Blei-Zink-Gang bei Bundenbach im Hunsrück. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**, S. 285—299, Wiesbaden 1956.
- WIRTH, E.: Die geologischen Erkenntnisse aus den Erdölaufschlußbohrungen der Gewerkschaft Elwerath im hessischen Ried. — Z. deutsch. geol. Ges. (1954), **106**, S. 481—482, Hannover 1956.
- WOLDSTEDT, P.: Über die Gliederung der Würm-Eiszeit und die Stellung der Löße in ihr. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **7**, S. 78—86, 1956.
- WUNDT, W.: Die mittlere Wasserführung im Oberrhein und die künstlichen Änderungen. — Aus der Heimat, **64**, S. 121—128, 1956.
- ZAKOSEK, H.: Die Böden der Rheinpfalz. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**, S. 356—373, Wiesbaden 1956.
- ZESCHKE, G.: Uranvorkommen in der Bundesrepublik. — Atomwirtsch., **1**, S. 386—388, 1956.
- ZIEGLER, W.: Unterdevonische Conodonten, insbesondere aus dem Schönauer und dem Zоргensis-Kalk. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**, S. 93—106, Wiesbaden 1956.
- Bodenbenutzung und Ernteerträge in Hessen 1955. — Beitr. z. Statistik Hessens, **77**, Wiesbaden 1956.
- Das Hochwasser des Rheins und seiner Nebenflüsse im Januar 1955. — Berichte d. Landesstelle f. Gewässerkunde, Karlsruhe (3 S., 3 Anl.) u. d. Wasser- u. Schifffahrtsdirektionen Stuttgart (12 S., 5 Anl.), Mainz (13 S., 10 Anl.) u. Duisburg (13. S., 3 Anl.), 1956.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch. Allgemeiner Teil, Abflußjahre 1941/1945. — Koblenz 1956.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch. Mittelrheingebiet, Abflußjahr 1954. — Mainz (L.-Amt f. Gewässerk.) 1956.
- Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch. Teiljahrbuch für das Wesergebiet, Abflußjahr 1952. — Hannover (Landesstelle f. Gewässerk.) 1956.
- Die Belastung der Weser mit Kaliabwässern. — Weser, **30**, S. 4—5, 1956.
- Die deutsche Mineralölwirtschaft. Eine zusammenfassende Darstellung der wirtschaftlichen, rechtlichen und organisatorischen Verhältnisse. 2. Aufl. des Jahrbuches der deutschen Mineralölwirtschaft 1939/1940. Hrsg.: K. H. v. THÜMEN. — Hamburg (Herrnhäuser) 1956.
- Geographisches Taschenbuch. Jahrweiser zur deutschen Landeskunde 1956/1957. In Zusammenarb. m. d. Zentralverb. d. deutsch. Geographen hrsg. v. E. MEYNEN. — Wiesbaden (Steiner) 1956.
- Gewässerkundlicher Jahresbericht der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung 1954. — Mitt. Nr. 75 d. Bundesanst. f. Gewässerk., 15 S., Koblenz 1956.
- Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. Hrsg.: E. MEYNEN & J. SCHMITHÜSEN. 3 Lfg. — Remagen (Bundesanst. f. Landesk.) 1956.
- Hydrologische Bibliographie für das Jahr 1952. Deutschland. Hrsg.: Internat. Union f. Geodäsie u. Geophysik, internat. Assoziation f. wiss. Hydrologie. — 105 S., Koblenz 1956.
- Hydrologische Bibliographie für das Jahr 1953. Deutschland. Hrsg.: Internat. Union f. Geodäsie u. Geophysik, internat. Assoziation f. wiss. Hydrologie. — 120 S., Koblenz 1956.
- Jahresbericht 1955 des Südwestdeutschen Wasserwirtschaftsverbandes e. V. — 36 S., Heidelberg 1956.
- Landwirtschaft und Bodenerosion. II. Der Steinheimer Hof bei Eltville im Rheingau. — Mitt. Inst. f. Raumforsch. Bonn, **29**, Bad Godesberg 1956.
- Neuer Uranlagerstättentyp in Nordhessen. — Atomwirtsch., **1**, S. 395—396, 1956.
- Statistisches Taschenbuch für das Land Hessen. 1956. Hrsg.: Hess. Statist. Landesamt. — Wiesbaden 1956.
- Vorarbeiten für den Kreisentwicklungsplan Dillkreis. — H. 1, Dillenburg (Kreisausschuß) 1956.

## Verzeichnis der Autoren dieses Bandes

- cand. geol. MARITA BROSIUS, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Marburg, Marburg/Lahn, Deutschhausstr. 10.
- ERWIN BUSSE, Verw.-Insp., Freiwilliger Mitarbeiter des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, Kassel, Holländische Str. 104<sup>III</sup>.
- Professor Dr. HORST FALKE, Direktor des Geologisch-Paläontologischen Institutes der Universität Mainz, Mainz/Rhein, Saarstr. 21.
- Dipl.-Geologe Dr. rer. nat. OTTO F. GEYER, Wissenschaftlicher Assistent am Geologisch-Paläontologischen Institut der Technischen Hochschule, Stuttgart, Hubertstr. 16.
- cand. geol. FRANZ GRAMANN, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Marburg, Marburg/Lahn, Deutschhausstr. 10.
- Dr. FRITZ HÄUSER, Studienrat, Korrespondent des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, Windecken, Kreis Hanau/Main, Bahnhofstr. 15.
- Professor Dr. HANS HENTSCHEL, Regierungsgeologe beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, a. o. Professor für Petrographie an der Universität Mainz, Wiesbaden, Mainzer Str. 25.
- cand. geol. VOLKER JACOBSHAGEN, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Marburg, Marburg/Lahn, Deutschhausstr. 10.
- cand. geol. STEFAN JENTSCH, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Frankfurt, Frankfurt a. Main, Senckenberg-Anlage 32.
- Präsident o. Professor Dr. FRANZ KIRCHHEIMER, Geologisches Landesamt, Freiburg i. Baden, Albertstr. 11.
- Dipl.-Geologe Dr. FRITZ KUTSCHER, Oberregierungsgeologe beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Lehrbeauftragter der Universität Mainz, Wiesbaden, Mainzer Str. 25.
- Dipl.-Geologe GEORG MATTHESS, Darmstadt, Richard-Wagner-Weg 57.
- Professor Dr. FRANZ MICHELS, Direktor des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, Honorarprofessor für Feldgeologie und Hydrogeologie an der Universität Frankfurt a. M., Wiesbaden, Mainzer Str. 25.
- Dipl.-Geologe Dr. FRIEDRICH NÖRING, Regierungsgeologe beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, Mainzer Str. 25.
- Dipl.-Landwirt Dr. PAUL PFEFFER, Regierungsgeologe und Chemiker beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, Rheinstr. 10.
- Dr. HANS D. PFLUG, Geologisches Institut der Universität Köln, Köln a. Rh., Zülpicher Str. 47.
- Dr. WERNER PLESSMANN, Wissenschaftlicher Assistent am Geologischen Institut der Universität Göttingen, Göttingen, Berliner Str. 28.
- Dipl.-Landwirt Dr. HANS-ULRICH PREUSSE, Gießen, Plockstr. 3<sup>I</sup>.
- Dipl.-Geologe Dr. DIETRICH RÖDER, c/o Imperial Oil Ltd., Western Region, 300 Ninth Avenue West, Calgary, Alberta, Canada.
- Dr. FRANZ RÖSING, Geologe beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, Mainzer Str. 25.
- JOHANNA SCHADWINKEL, Bibliothekarin beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, Bodenstedtstr. 4.
- Dipl.-Geologe Dr. phil. ERWIN SCHENK, Geologe beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Gießen, Professorenweg 6.
- Dipl.-Geologe Dr. ERNST SCHÖNHALS, Regierungsgeologe beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Privatdozent für Bodenkunde und Quartärgeologie an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt a. M., Wiesbaden, Mainzer Str. 25.
- Dipl.-Geologin Dr. HERTHA SIEVERTS-DORECK, Stuttgart-Möhringen, Reichenberger Str. 12.

- Dr.-Ing. KARL SIMON, Regierungsgeologe beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, Mainzer Str. 25.
- Dr. MAX TEIKE, Oberregierungsgeologe beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, Mainzer Str. 25.
- Dipl.-Geologe Dr. JOE-DIETRICH THEWS, Geologe beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung Wiesbaden, Mainzer Str. 25.
- Professor Dr. HANS UDLUFT, Oberregierungsgeologe beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Honorarprofessor an der Universität Marburg, Wiesbaden, Mainzer Str. 25.
- Dr. DIETER VOGELANG, Montangeologe c/o Friedrich Krupp, Abt. Rohstoffe, Essen.
- Dipl.-Geologe Dr. rer. nat. OTTO H. WALLISER, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Marburg, Marburg/Lahn, Deutschhausstr. 10.
- Dr. WILHELM WEILER, Oberstudienrat, Worms, Luginsland 22.
- Dr. WILLI ZIEGLER, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Marburg, Marburg/Lahn, Deutschhausstr. 10.

Für die Redaktion verantwortlich:

Dipl.-Geologe Dr. FRITZ KUTSCHER,

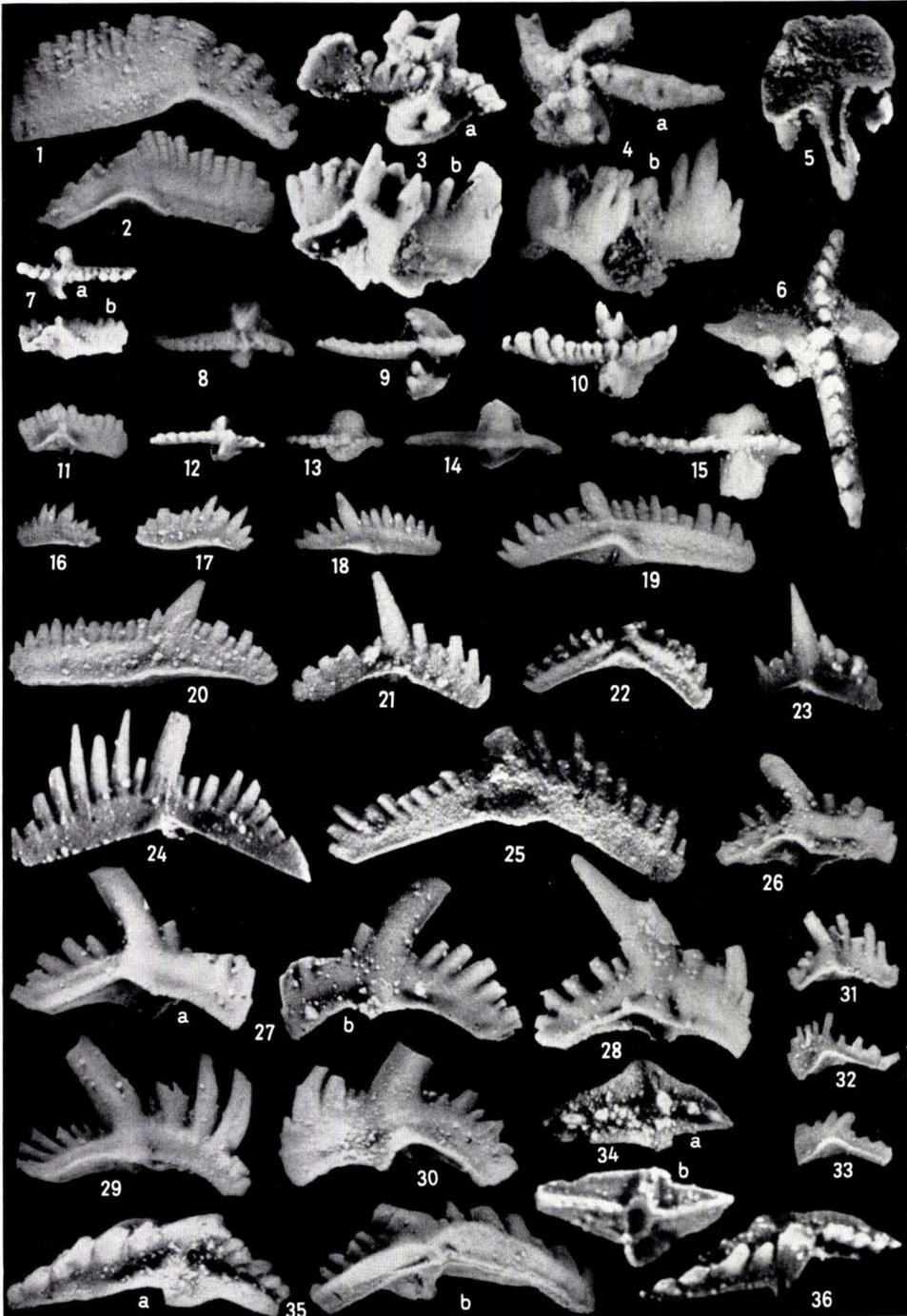
Oberregierungsgeologe beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung,  
Wiesbaden, Mainzer Straße 25.

Tafel 1

## Tafel I

(Alle Fig. 35 ×)

	Seite
Fig. 1—2. <i>Spathognathodus</i> cf. <i>primus</i> (BRANSON & MEHL 1933); Schübelberg, basaler Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/1 u. 2) . . . . .	48
Fig. 3—10. <i>Kockelella variabilis</i> n. gen. et. spec. . . . .	35
3. Holotypus; Tonhalde, basaler Teil des Orthocerenkalkes, a) oral, b) seitlich (Wa 1957/3)	
4. Tonhalde, basaler Teil des Orthocerenkalkes, a) oral, b) seitlich (Wa 1957/4)	
5. Tonhalde, basaler Teil des Orthocerenkalkes, aboral (Wa 1957/5)	
6. Schübelberg, basaler Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/6)	
7. Neumühle, basaler Teil des Orthoceratenkalkes, a) oral, b) seitlich (Wa 1957/7)	
8. Neumühle, basaler Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/8)	
9. Flemersbach, basaler Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/9)	
10. Neumühle, basaler Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/10)	
Fig. 11—15. <i>Spathognathodus fundamentatus</i> n. sp. . . . .	47
11, 12. Flemersbach, mittlerer Teil des Orthoceratenkalkes, 11: seitlich, 12: oral (Wa 1957/11)	
13. Tonhalde, mittlerer Teil des Orthocerenkalkes (Wa 1957/12)	
14. Holotypus; Flemersbach, hangender Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/13)	
15. Flemersbach, hangender Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/14)	
Fig. 16—20. <i>Spathognathodus inclinatus</i> (RHODES 1953) . . . . .	47
16. Tonhalde, basaler Teil des Orthocerenkalkes (Wa 1957/15)	
17. Flemersbach, mittlerer Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/16)	
18—20. Neumühle, basaler Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/17—19)	
Fig. 21—25. <i>Ozarkodina media</i> n. sp.; 25: von außen, die übrigen von innen . . . . .	40
21. Neumühle, basaler Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/20)	
22. Schübelberg, basaler Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/21)	
23. Neumühle, basaler Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/22)	
24. Holotypus; Neumühle, basaler Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/23)	
25. Flemersbach, hangender Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/24)	
Fig. 26—30. <i>Ozarkodina zieglerei</i> n. sp. . . . .	41
26—27. Flemersbach, basaler Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/25—26)	
28. Flemersbach, basaler Teil des Orthoceratenkalkes, a) von innen, b) von außen (Wa 1957/27)	
29. Holotypus; Neumühle, basaler Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/28)	
30. Cellone, <i>Cardiola</i> -Horizont (Wa 1957/29)	
Fig. 31—33. <i>Ozarkodina</i> ? sp. . . . .	42
31. Flemersbach, basaler Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/30)	
32—33. Flemersbach, mittlerer Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/31—32)	
Fig. 34. <i>Polygnathoides siluricus</i> BRANSON & MEHL 1933, Flemersbach, basaler Teil des Orthoceratenkalkes, a) oral, b) aboral (Wa 1957/33)	45
Fig. 35—36. <i>Polygnathoides emarginatus</i> (BRANSON & MEHL 1933); Flemersbach, basaler Teil des Orthoceratenkalkes, 35a: von innen oral, b: von außen aboral (Wa 1957/34—35) . . . . .	45

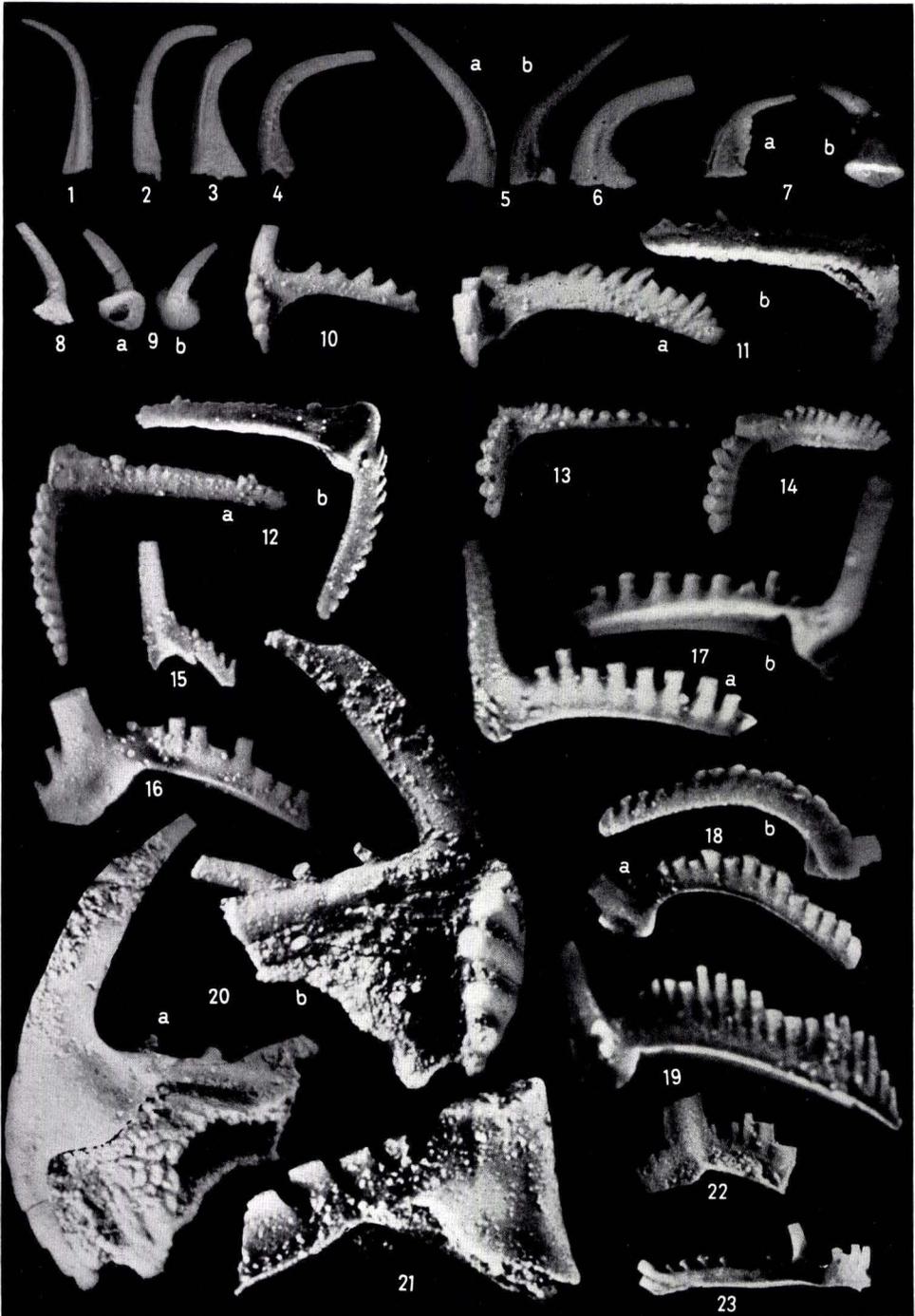


Tafel 2

## Tafel 2

(Alle Fig. 35×)

		Seite
Fig. 1.	<i>Paltodus unicostatus</i> BRANSON & MEHL 1933; Cellone, <i>Rh. megaera</i> -Schichten (Wa 1957/36) . . . . .	43
Fig. 2—4.	<i>Paltodus</i> cf. <i>recurvatus</i> RHODES 1953; Rauchkofel, Orthocerenkalk (Wa 1957/37—39) . . . . .	42
Fig. 5.	<i>Paltodus</i> cf. <i>compressus</i> BRANSON & MEHL 1933; Rauchkofel, Orthocerenkalk, von 2 Seiten (Wa 1957/40) . . . . .	42
Fig. 6.	<i>Paltodus compressus</i> BRANSON & MEHL 1933; Rauchkofel, Orthocerenkalk (Wa 1957/41) . . . . .	42
Fig. 7.	<i>Paltodus</i> n. sp.; Neumühle, basaler Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/42) . . . . .	43
Fig. 8—9.	<i>Drepanodus</i> n. sp.; Cellone, <i>Rh. megaera</i> -Schichten (Wa 1957/43—44) . . . . .	33
Fig. 10.	<i>Ligonodina silurica</i> BRANSON & MEHL 1933; Schübelberg, basaler Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/45) . . . . .	38
Fig. 11—14.	<i>Ligonodina diversa</i> n. sp. . . . .	36
	11. Flemersbach, basaler Teil des Orthoceratenkalkes, a: von innen, b: von außen aboral (Wa 1957/46)	
	12. Holotypus; Neumühle, basaler Teil des Orthoceratenkalkes, a: von innen, b: von außen aboral (Wa 1957/47)	
	13—14. Vorkommen wie 12 (Wa 1957/48—49)	
Fig. 15.	<i>Prioniodina</i> n. sp.; Flemersbach, mittlerer Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/50) . . . . .	47
Fig. 16, 17.	<i>Prioniodina excavata</i> (BRANSON & MEHL 1933) . . . . .	46
	16. Neumühle, basaler Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/51)	
	17. Holotypus; Cellone, <i>Cardiola</i> -Horizont, a: von außen, b: von innen (Wa 1957/52)	
Fig. 18, 19.	<i>Prioniodina bicurvata</i> (BRANSON & MEHL 1933) . . . . .	46
	18. Tonhalde, mittlerer Teil des Orthocerenkalkes (Wa 1957/53)	
	19. Cellone, <i>Cardiola</i> -Horizont (Wa 1957/54)	
Fig. 20.	<i>Ligonodina ingens</i> n. sp.; Holotypus; Tonhalde, basaler Teil des Orthocerenkalkes (Wa 1957/55) . . . . .	37
Fig. 21, 22.	<i>Prioniodina</i> cf. <i>armata</i> (HINDE) . . . . .	45
	21. Neumühle, basaler Teil des Orthoceratenkalkes (Wa 1957/56)	
	22. Tonhalde, basaler Teil des Orthocerenkalkes (Wa 1957/57)	
Fig. 23.	<i>Hindeodella equidentata</i> RHODES 1953; Tonhalde, mittlerer Teil des Orthocerenkalkes (Wa 1957/58) . . . . .	34



Tafel 3

### Tafel 3

(Alle Fig. 32×)

Seite

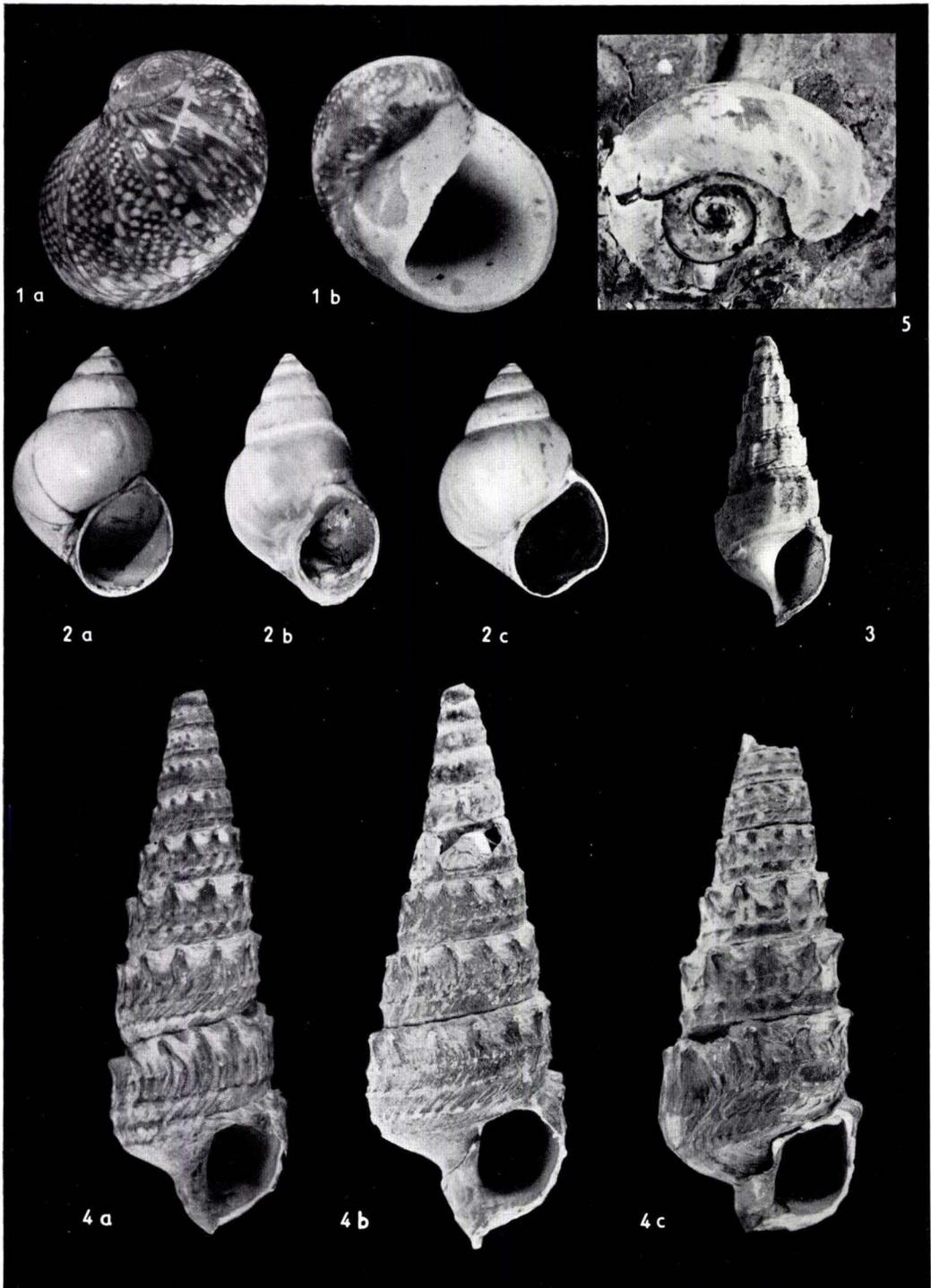
Fig. 1—2.	<i>Plectospathodus extensus</i> RHODES 1953; Tonhalde, mittlerer Teil des Orthocerenkalkes (Wa 1957/59—60) . . . . .	43
Fig. 3—4, 6—8.	<i>Trichonodella excavata</i> (BRANSON & MEHL 1933). . . . .	48
3.	Tonhalde, mittlerer Teil des Orthocerenkalkes (Wa 1957/61)	
4.	Flemersbach, basaler Teil des Orthocerenkalkes (Wa 1957/62)	
6.	Cellone, <i>Cardiola</i> -Horizont (Wa 1957/63)	
7.	Schübelberg, basaler Teil des Orthocerenkalkes (Wa 1957/64)	
8.	Neumühle, basaler Teil des Orthocerenkalkes (Wa 1957/65)	
Fig. 5.	<i>Trichonodella</i> cf. <i>excavata</i> (BRANSON & MEHL 1933) (cf. sp. a); Flemersbach, mittlerer Teil des Orthocerenkalkes (Wa 1957/66)	50
Fig. 9.	<i>Trichonodella</i> cf. <i>excavata</i> (BRANSON & MEHL 1933) (cf. sp. b); Flemersbach, mittlerer Teil des Orthocerenkalkes (Wa 1957/67)	50
Fig. 10—17.	<i>Trichonodella inconstans</i> n. sp. . . . .	50
10.	Cellone, <i>Cardiola</i> -Horizont (Wa 1957/68)	
11.	Neumühle, basaler Teil des Orthocerenkalkes, a: von hinten; b: von vorne (Wa 1957/69)	
12.	Tonhalde, basaler Teil des Orthocerenkalkes, a: von hinten, b: von vorne (Wa 1957/70)	
13.	Neumühle, basaler Teil des Orthocerenkalkes, a: von hinten, b: von vorne (Wa 1957/71)	
14.	Flemersbach, basaler Teil des Orthocerenkalkes (Wa 1957/72)	
15.	Cellone, <i>Cardiola</i> -Horizont (Wa 1957/73)	
16.	Holotypus; Cellone, <i>Cardiola</i> -Horizont (Wa 1957/74)	
17.	Flemersbach, basaler Teil des Orthocerenkalkes (Wa 1957/75)	
Fig. 18.	<i>Trichonodella</i> cf. <i>inconstans</i> n. sp.; Cellone, <i>Cardiola</i> -Horizont (Wa 1957/76) . . . . .	51
Fig. 19.	<i>Trichonodella</i> n. sp.; Flemersbach, mittlerer Teil des Orthocerenkalkes (Wa 1957/77) . . . . .	51
Fig. 20—26.	<i>Lonchodina greilingi</i> n. sp. . . . .	38
20.	Neumühle, basaler Teil des Orthocerenkalkes, a: von vorne, b: von hinten (Wa 1957/78)	
21.	Holotypus; Neumühle, basaler Teil des Orthocerenkalkes (Wa 1957/79)	
22.	Schübelberg, basaler Teil des Orthocerenkalkes (Wa 1957/80)	
23.	Tonhalde, mittlerer Teil des Orthocerenkalkes (Wa 1957/81)	
24—26.	Flemersbach, basaler Teil des Orthocerenkalkes (Wa 82—84)	
Fig. 27, 28.	<i>Lonchodina</i> n. sp. (b) . . . . .	40
27.	Cellone, <i>Cardiola</i> -Horizont (Wa 1957/85)	
28.	Neumühle, Basis des Orthocerenkalkes, a: von innen, b: von außen (Wa 1957/86)	
Fig. 29, 30.	<i>Lonchodina</i> n. sp. (a) . . . . .	40
29.	Cellone, <i>Cardiola</i> -Horizont (Wa 1957/87)	
30.	Cellone, <i>Cardiola</i> -Horizont, a: von innen, b: von außen (Wa 1957/88)	



Tafel 4

Tafel 4

	Seite
Fig. 1 a. <i>Clithon (Vittoclithon) gramanni</i> n. sp. GÖRGES, Außenseite, 4fache Vergrößerung (G. G. 1957/1) . . . . .	55
Fig. 1 b. <i>Clithon (Vittoclithon) gramanni</i> n. sp. GÖRGES, Innenseite, 4fache Vergrößerung . . . . .	55
Fig. 2 a—c. <i>Viviparus (Viviparus) lentus splendidus</i> LUDWIG I, 1,5fach; a. Typus (G. G. 1957/2), b. schlankes Exemplar (G. G. 1957/3), c. bauchiges Exemplar (G. G. 1957/4) . . . . .	55
Fig. 3. <i>Brotia (Tinnya) escheri</i> MERIAN var. <i>borkenensis</i> nov. var.; natürl. Größe (G. G. 1957/5) . . . . .	56
Fig. 4 a—c. <i>Potamides (Ptychopotamides) goergesi</i> n. sp. GRAMANN; a. Typus 1,5fach. (G. G. 1957/6), b. schwach skulpturiertes Exemplar, 1,75fach. (G. G. 1957/7), c. stark skulpturiertes Exemplar, 1,75fach vergr. (G. G. 1957/8) . . . . .	58
Fig. 5. <i>Coretus (Coretus) cornu</i> (BROGNIART) var.; 3,5fach vergr. (G. G. 1957/9)	59



Tafel 5

Tafel 5

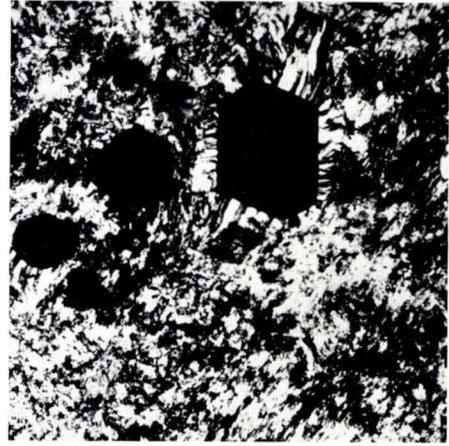
Dünnschliffe

Seite

- Fig. 1. Eisenerz aus der Grenzzone Unter/Oberems oberhalb der Fabrik Gebr. Wandesleben (Guldenbachtal) Vergr. 200fach. — Im vorherrschenden Eisenchlorid schlauchartige bzw. unregelmäßige Strukturen (Mittelgrund) mit folgendem Aufbau: Hohlraum, rotes Eisenerz (dunkles Band), Quarz (helles Band), Eisenchlorid (graues Band) . . . . . 84
- Fig. 2. Metamorph verändertes Eruptivgestein (syenitischer Porphyrit?), westlich des Nachtigallenweges unterhalb der Fustenburg. + Vergr. 90fach. In einer serizitischen, quarzreichen Grundmasse durch Quarz ersetzte Feldspäte. Außerdem Anhäufung von Titanit (obere Teil des Bildes), umgeben von lamellenartig ausgebildeten Quarzen . . . . . 104
- Fig. 3. Metamorph verändertes Eruptivgestein (Quarzporphyrit?) aus dem Eruptivgesteinsgang in der Daxweiler Hohl (Römerberg) + Vergr. 200fach. — Serizitisierte, teilweise auch durch Quarz ersetzte, aber noch feststellbare Feldspatleisten, die in ihrer Anordnung auf eine ophitische Struktur hinweisen . . . . . 103
- Fig. 4. Metamorph verändertes Eruptivgestein, östlich des Nachtigallenweges unterhalb der Fustenburg. + Vergr. 200fach. — In chloritisch, serizitischer Grundmasse noch erkennbare Umriss von Feldspatleisten (Albit-Oligklas) (Mittelgrund) und Quarzsubstanz in fast quadratischen Umrißformen . . . . . 104
- Fig. 5. Serizit-Quarzitschiefer, hervorgegangen aus einem Eruptivgestein, an der Bingerstraße unterhalb der Fustenburg. + Vergr. 200fach. — In serizitischer, quarzreicher Grundmasse durch Quarz ersetzte Feldspäte; annähernd konzentrisch um Hohlräume angeordnete lamellenartige, sigmoidal verbogene Quarze. (Mittelgrund). . . . . 104



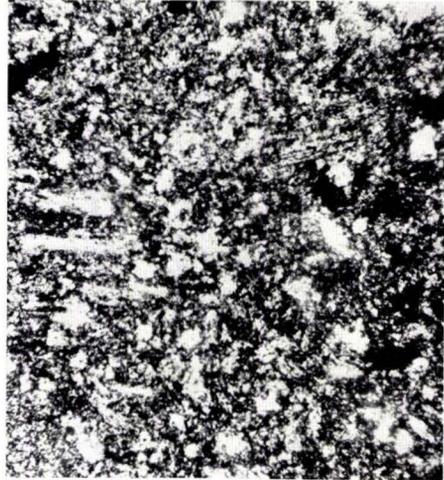
1



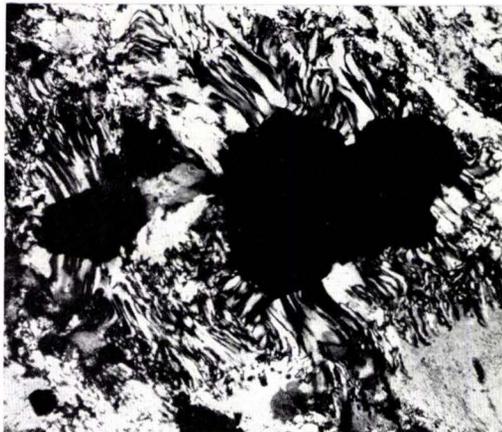
2



3



4

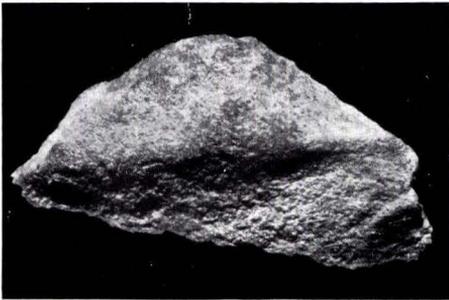
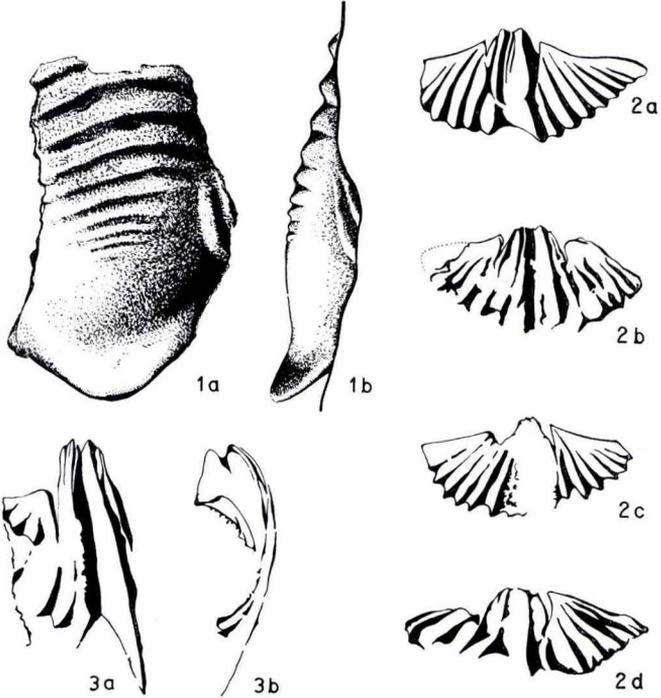


5

Tafel 6

	Seite
Fig. 1. <i>Homalonotus (Digonus)</i> sp. 1, Pygidium Taunusquarzit (Kirdorfer Bach) a) Aufsicht, b) von rechts . . . . .	126
Fig. 2. <i>Hysterolites (Acrospirifer) fallax</i> (GIEBEL). Steinkerne der Stielklappe: a) Ulmengruppe (Falbach, Bl. Hasborn), b, c, d) Taunusquarzit (Kirdorfer Bach) . . . . .	127
Fig. 3. <i>Hysterolites (Acrospirifer)</i> sp. aff. <i>fallax</i> . Steinkern der Stielklappe a) Aufsicht, b) von links (Taunusquarzit [Kirdorfer Bach]) . . . . .	127
Fig. 4. <i>Modiomorpha</i> sp. aff. <i>carinata</i> MAURER. a, b) doppelklappiger Steinkern, unvollständig, c) Steinkern der rechten Klappe, Umriß z. T. ergänzt	126
Fig. 5. <i>Goniophora angulata</i> n. sp. Steinkern der linken Klappe. Stücke 4—5 Taunusquarzit (Kirdorfer Bach). . . . .	126
Zeichnungen 1:1, Photographien 2:1	

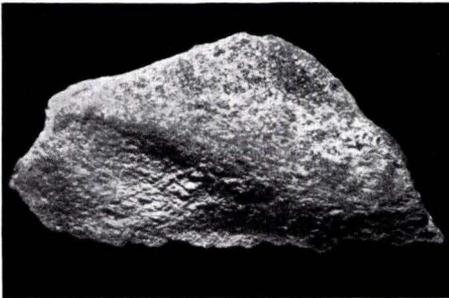
Tafel 6



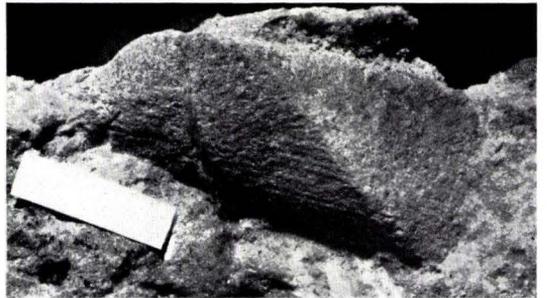
4 a



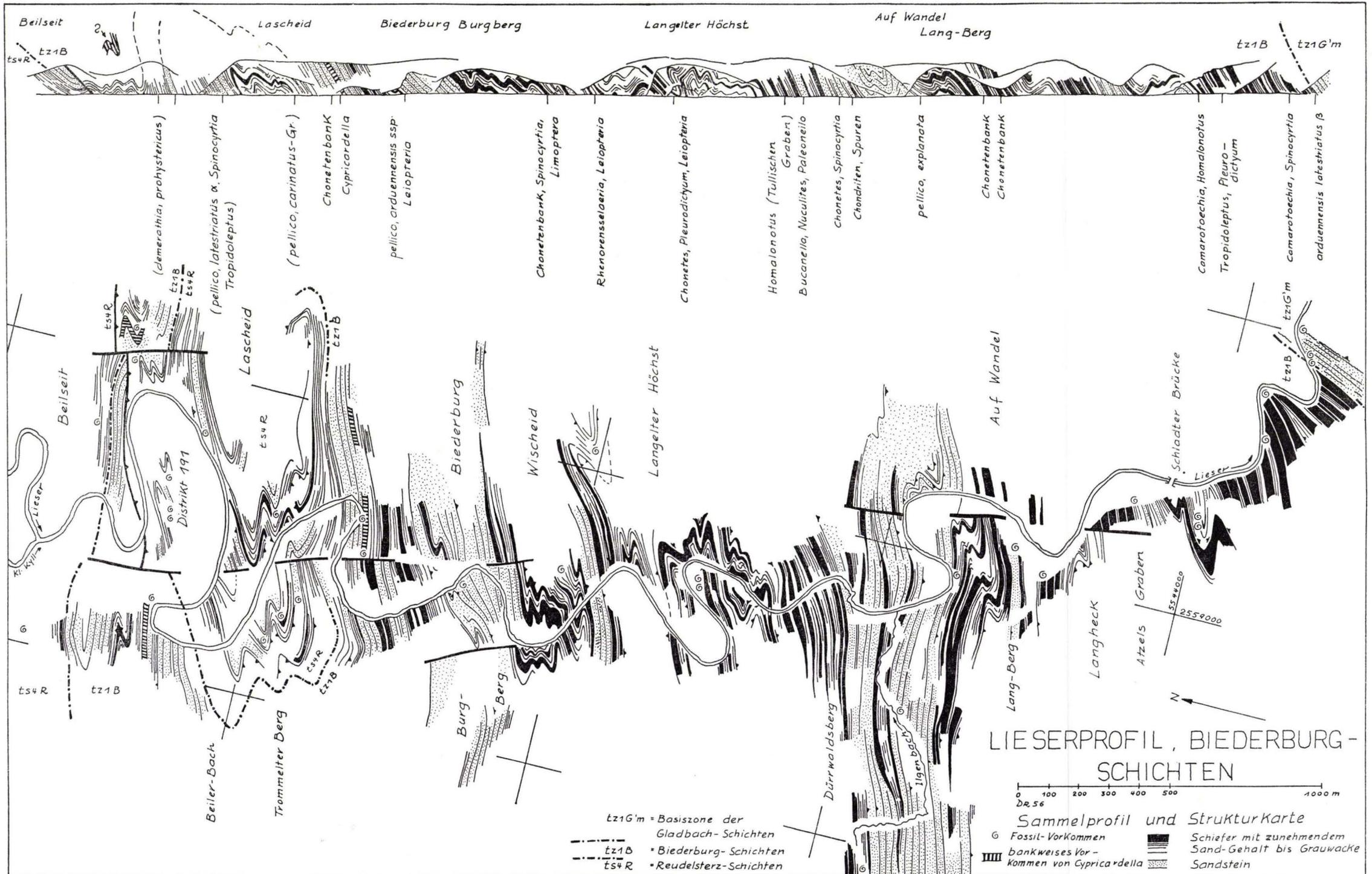
4 c



4 b



5



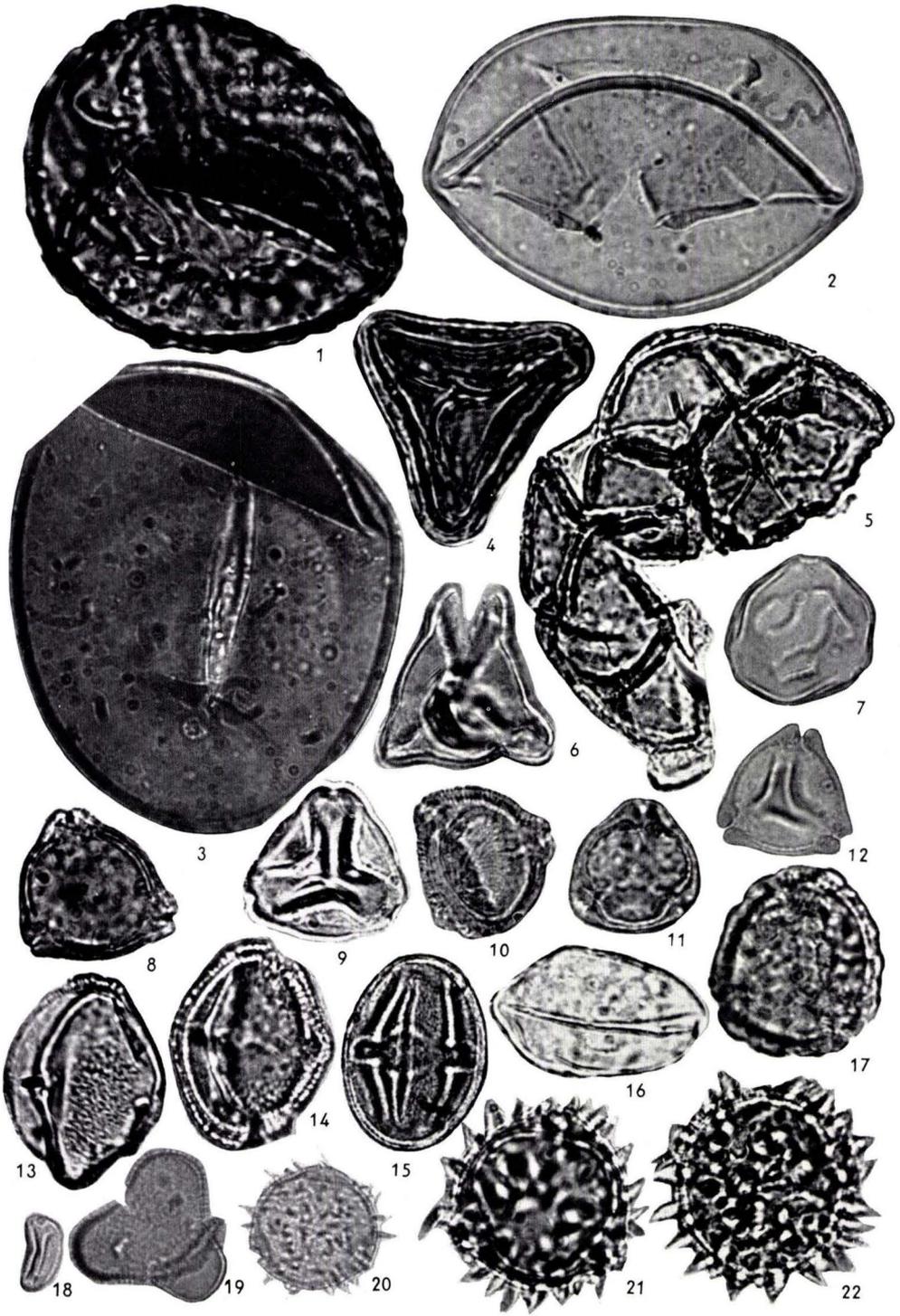
Tafel 8

Tafel 8

Borkener Bild (ca. 1000×)

	Seite
Fig. 1. <i>Cicatricoso-spor. doregensis</i> R. POT. & GELL. ( <i>Aneimia</i> ) . . . . .	159
Fig. 2. <i>Triplano-spor. pseudosinuosus</i> (PF. 1952) 1953a . . . . .	173
Fig. 3. <i>Laevigato-spor. discordatus</i> PF. 1953 . . . . .	173
Fig. 4. <i>Concavi-spor. acutus</i> PF. 1953a (cf. <i>Gleicheniaceae</i> ) . . . . .	159
Fig. 5. <i>Polyado-poll. multipartitus</i> TH. & PF. 1953a (cf. <i>Mimosaceae</i> ) . . .	159
Fig. 6. <i>Pentapollis pentangulus</i> (PF. 1953a) 1953b . . . . .	159
Fig. 7. <i>Triatrio-poll. myricoides</i> (KREMP 1949) ( <i>Myricaceae?</i> ) . . . . .	174
Fig. 8. <i>Triatrio-poll. ruorbituitus</i> PF. 1953 ( <i>Myricaceae</i> ) . . . . .	158
Fig. 9. <i>Triatrio-poll. plicatus</i> (R. POT. 1934) ( <i>Myricaceae?</i> ) . . . . .	158
Fig. 10. <i>Trivestibulo-poll. cf. salebrosus</i> PF. 1953 . . . . .	174
Fig. 11. <i>Trudopollis subhercynicus</i> KRUTZSCH 1954 (= <i>pompeckji</i> R. POT. 1931). . . . .	158
Fig. 12. <i>Triatrio-poll. excelsus</i> subsp. <i>turgidus</i> PF. 1953 ( <i>Myricaceae?</i> ) . . .	158
Fig. 13, 14. <i>Tricolporo-poll. borkenensis</i> PF. 1953 . . . . .	158
Fig. 15. <i>Tricolporo-poll. pacatus</i> PF. 1953a (cf. <i>Simarubaceae</i> ) . . . . .	158
Fig. 16. <i>Monocolpo-poll. tranquillus</i> (R. POT. 1934) ( <i>Phönix</i> ) . . . . .	158
Fig. 17. <i>Triporo-poll. cf. undulatus</i> PF. 1953a ( <i>Ulmaceae?</i> ) . . . . .	174
Fig. 18. <i>Tricolpo-poll. fallax</i> (R. POT. 1934) ( <i>Cupuliferae</i> ) . . . . .	158
Fig. 19. <i>Intratriporo-poll. kettigensis</i> PF. 1953a ( <i>Bombacaceae?</i> ) . . . . .	158
Fig. 20. <i>Intratriporo-poll. rizophorus</i> subsp. <i>burghasungensis</i> (MÜRR. & PF. 1951) ( <i>Malvaceae?</i> ) . . . . .	158
Fig. 21, 22. <i>Intratriporo-poll. rizophorus</i> subsp. <i>geiseltalensis</i> PF. 1953 ( <i>Malva- ceae?</i> ) . . . . .	158

Alle Figuren aus dem Hauptflöz von Borken.



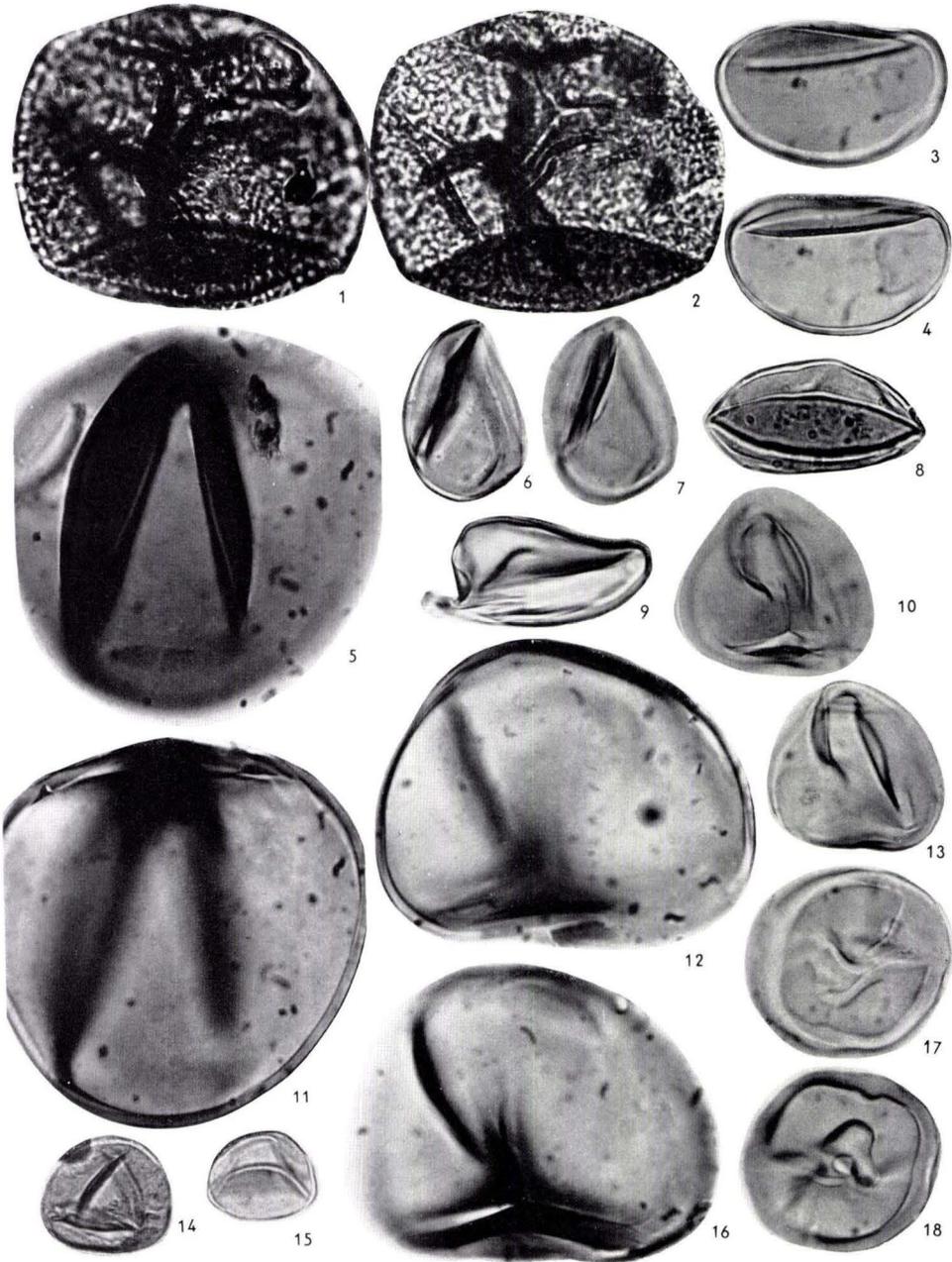
Tafel 9

## Tafel 9

### Melanienton-Bild (ca. 900×)

		Seite
Fig. 1, 2.	<i>Rugulati-spor. quintus</i> TH. & PF. (cf. <i>Osmunda</i> ), Form mit Y-Spaltmarke . . . . .	160
Fig. 3, 4.	<i>Laevigato-spor. cf. haardti</i> (R. POT. & VEN.) (cf. Polypodiaceae) . . . . .	173
Fig. 5, 11, 12, 16.	<i>Schizoplanites cf. bipolaris</i> PF. 1953 b. Fig. 5, 11 = Äquatoransicht, Fig. 12, 16 = proximaler Pol . . . . .	160
Fig. 6, 7, 9, 10, 13.	<i>Triplano-spor. sinuosus</i> subsp. <i>microsinuosus</i> MÜRR. & PFLANZL. Fig. 6, 7, 9 = Äquatoransicht, Fig. 10, 13 = proximaler Pol . . . . .	160
Fig. 8.	<i>Triplano-spor. pseudosinuosus</i> PF. kleine Form . . . . .	160
Fig. 9.	siehe Fig. 6 . . . . .	160
Fig. 10.	siehe Fig. 6 . . . . .	160
Fig. 11, 12.	siehe Fig. 5 . . . . .	160
Fig. 13.	siehe Fig. 6 . . . . .	160
Fig. 14, 15.	cf. <i>Stereispor. sp.</i> PF. (cf. <i>Sphagnum</i> ) . . . . .	173
Fig. 17, 18.	noch nicht genau bekannt . . . . .	173

Alle Figuren aus Oberkaufungen, Unterflöz.



Tafel 10

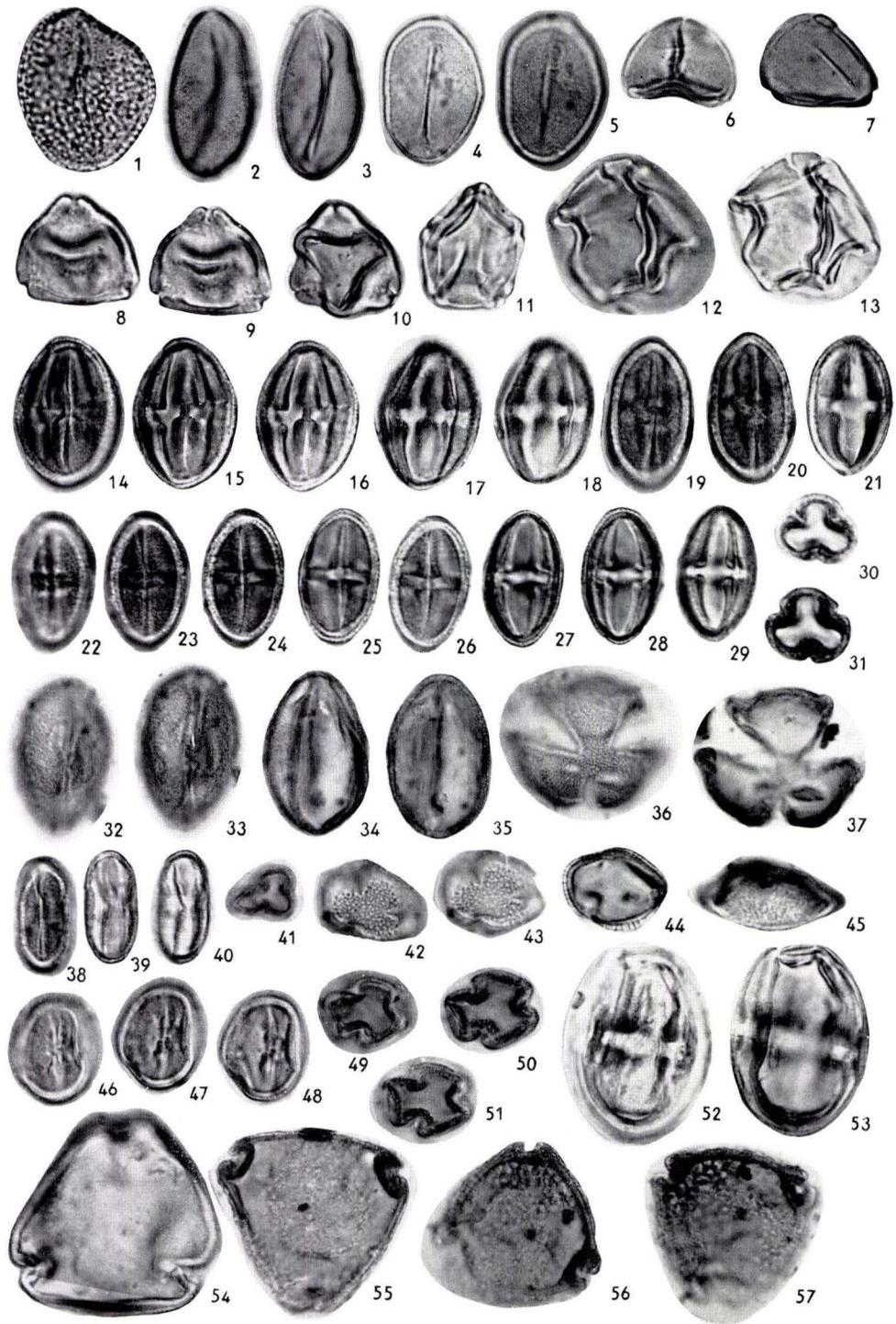
Tafel 10

Melanienton-Bild (ca. 900×)

		Seite
Fig. 1.	<i>Monocolpo-poll. papillosus</i> MÜRR. & PF. (Palmae) . . . . .	158
Fig. 2—4.	<i>Monocolpo-poll. tranquillus</i> (R. POT.) (cf. <i>Phoenix</i> ) . . . . .	158
Fig. 6—7.	<i>Triatrio-poll. coryphaeus</i> subsp. <i>punctatus</i> (R. POT.) ( <i>Engelhardtia</i> ?) . . . . .	174
Fig. 8—10.	<i>Triatrio-poll. rurensis</i> TH. & PF. (Myricaceae) . . . . .	174
Fig. 11.	<i>Polyvestibulo-poll. verus</i> (R. POT.) ( <i>Alnus</i> ) . . . . .	174
Fig. 12—13.	<i>Polyvestibulo-poll. verus</i> (R. POT.) var. <i>multiporus</i> KRUTZSCH (cf. <i>Alnus</i> ) . . . . .	160
Fig. 14—18.	<i>Tricolporo-poll. pseudocingulum</i> (R. POT.) (cf. <i>Rhus</i> ) kleine Form . . . . .	175
Fig. 19—21.	<i>Tricolporo-poll. cingulum</i> subsp. <i>fusus</i> (R. POT.) . . . . .	175
Fig. 22—31.	wie Fig. 19—21 . . . . .	175
Fig. 32—37.	<i>Tricolpo-poll. henrici</i> (R. POT.) (cf. <i>Quercus</i> ) . . . . .	175
Fig. 38—41.	<i>Tricolpo-poll. microhenrici</i> (R. POT.) (Cupuliferae) . . . . .	175
Fig. 42—44.	<i>Tricolporo-poll. microporitus</i> (TH. & PF.) . . . . .	175
Fig. 45, 52, 53.	<i>Tetracolporo-poll. obscurus</i> (TH. & PF.) (Sapotaceae) . . . . .	175
Fig. 46—51.	<i>Tricolporo-poll. megaexactus</i> subsp. cf. <i>brühlensis</i> (TH.) (cf. Cyrillaceae) . . . . .	175
Fig. 54.	<i>Tricolpo-poll. sp. asp. laesus</i> (R. POT.) . . . . .	175
Fig. 55—57.	<i>Porocolpo-poll. vestibulum</i> (R. POT.) (Symplocaceae) . . . . .	174

Fig. 2, 3, 32—37, 55—57. Borken, Flöz über dem Melanienton

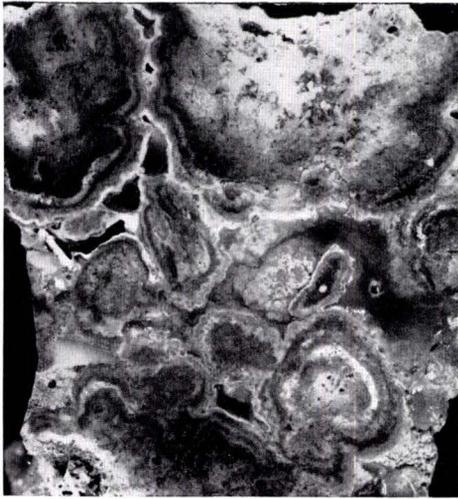
Alle anderen: Oberkaufungen, Unterflöz.



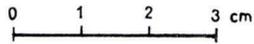
Tafel 11

Tafel 11

	Seite
Fig. 1. Krusten und Knollen von Algenkalk (Anschliff) . . . . .	185
Fig. 2. Anorganische Sinterkalkstrukturen (Dünnschliff $\times 92$ ) . . . . .	185
Fig. 3. Ausschnitt aus einer Mytiluslinse . . . . .	188
Fig. 4. Problematicum (? Wurmbauten) . . . . .	189
Fig. 5. Algenkalk, (Dünnschliff $\times 30$ ) . . . . .	187



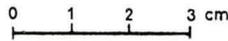
1



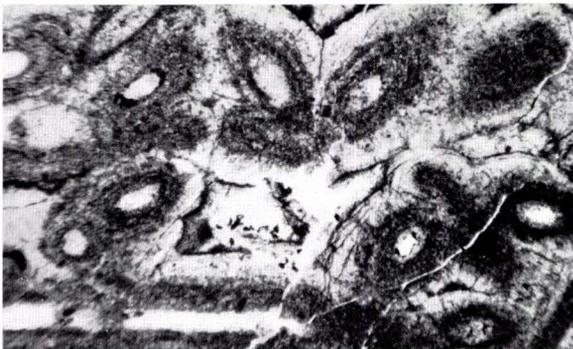
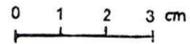
2



3



4

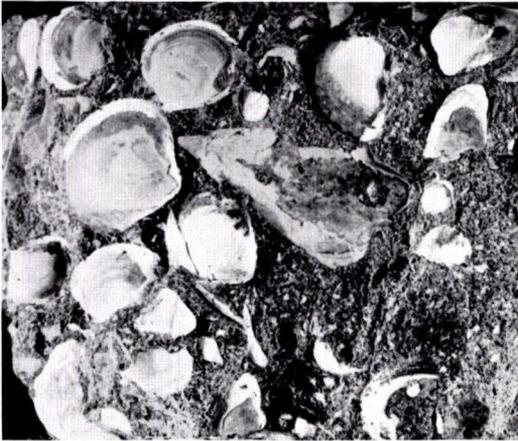


5

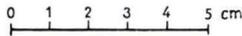
Tafel 12

## Tafel 12

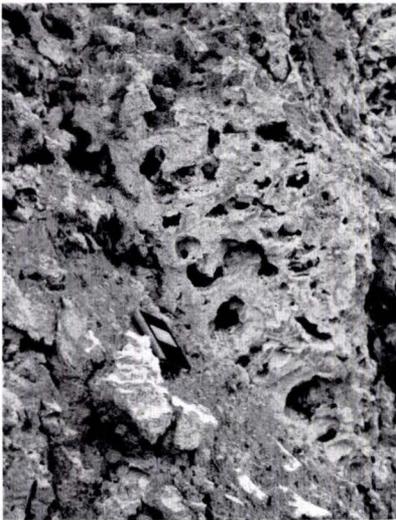
	Seite
Fig. 6. <i>Pedalion oblonga</i> (RÖMER-BÜCHNER) und <i>Corbicula faujasi</i> (DESHAYES)	192
Fig. 7. Durch hellen Sekundärkalzit verfestigter Calcarenit (Dünnschliff $\times 29$ )	193
Fig. 8. Hohlräume im Kalk, durch Karstverwitterung entstanden . . .	192, 202
Fig. 9. Calcarenit mit aufgearbeiteten Komponenten des gleichen Sedimentes (Dünnschliff $\times 27$ ) . . . . .	192, 201
Fig. 10. Calcarenit (Handstück) . . . . .	191
Fig. 11. <i>Problematica</i> ( $\times 15$ ) . . . . .	190



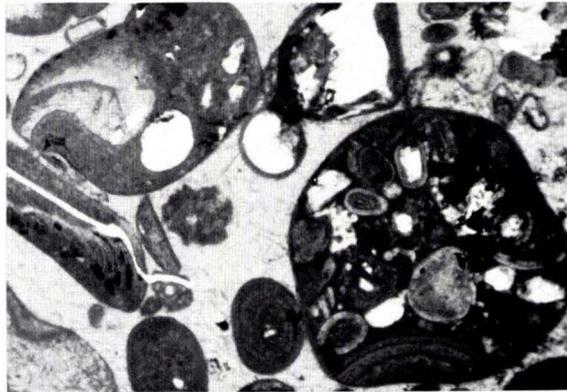
6



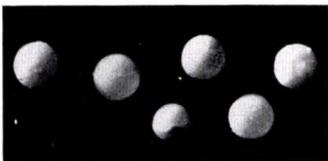
7



8



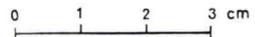
9



11



10



Tafel 13

### Tafel 13

- Fig. 1. Aufnahme des Tagebaues Altenburg 2 von West nach Ost.
- Fig. 2. Der Schaufelradbagger und ein Teil der Vorschnittwand im Tagebau Altenburg 2 in Borken.
- Fig. 3. Ausschnitt aus einer vom Schaufelradbagger freigelegten Vorschnittwand.
- Fig. 4. Aufnahme eines Tongerölls im Glazialhorizont 2 der unteren älteren Schotter im Tagebau Altenburg 2 bei Borken.
- Fig. 5. *Quercus* sp., Länge 3,30 m, aus den Talschottern im Tagebau Altenburg 2.



1



2



3

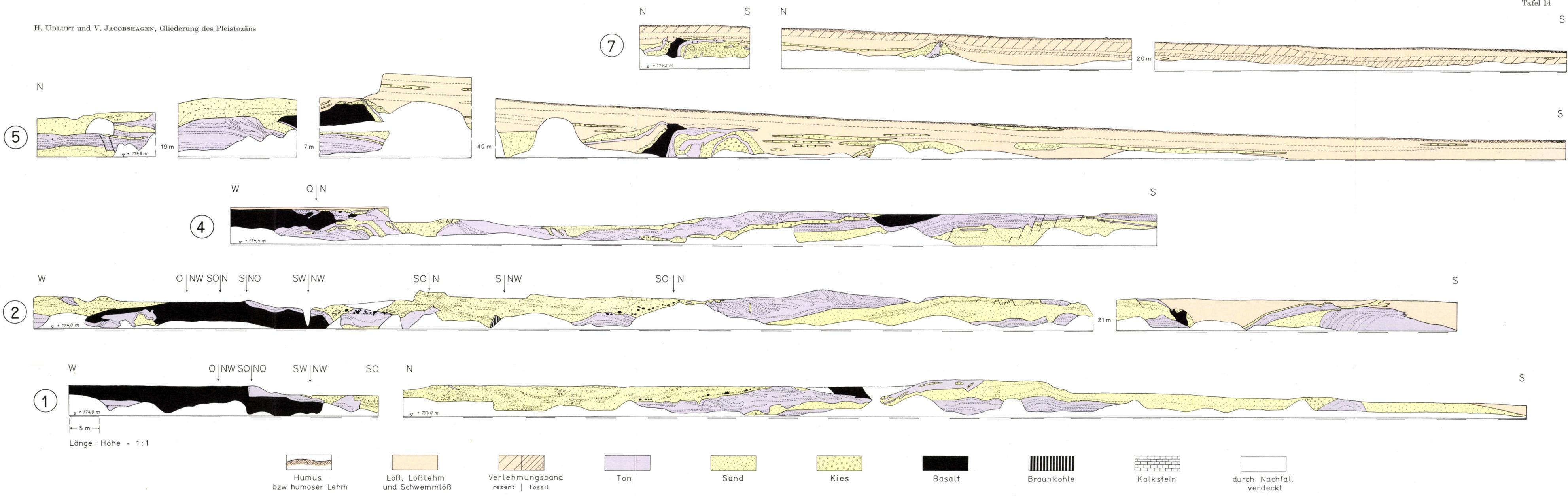


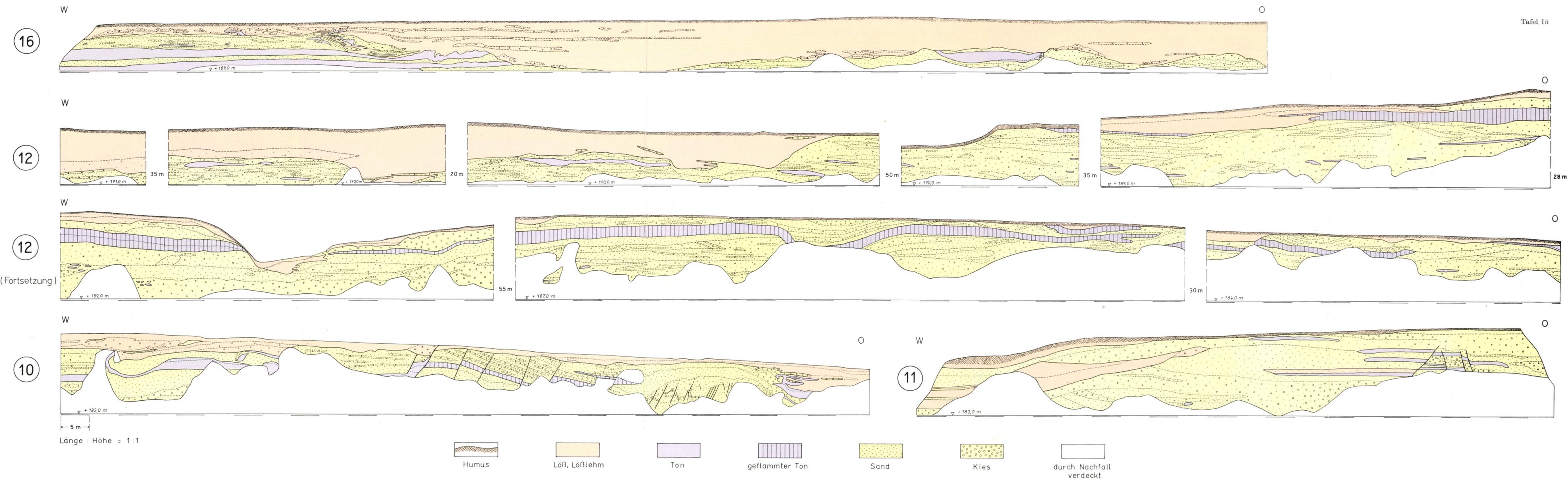
4



5

H. UDLUFT und V. JACOBSHAGEN, Gliederung des Pleistozäns





Tafel 16

## Tafel 16

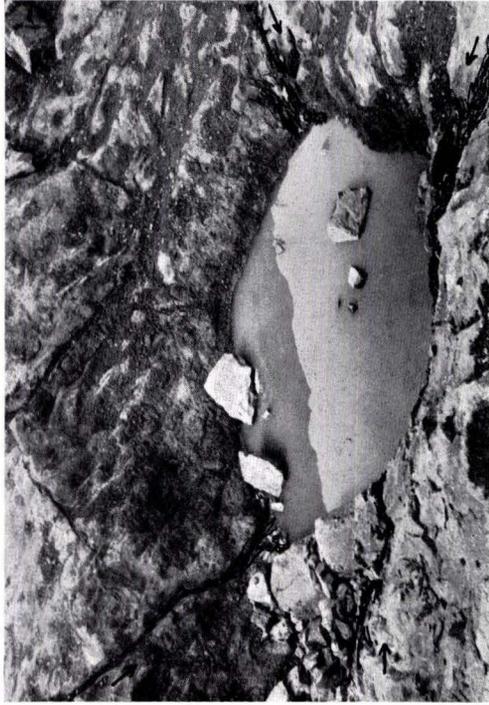
Karstformen im Givet-Massenkalk bei Limburg a. d. Lahn, SCHÄFERScher Steinbruch (phot. ROEDEL):

Fig. 1. Karstgasse, an einer Kluft angelegt und von einer weiteren Kluft gekreuzt

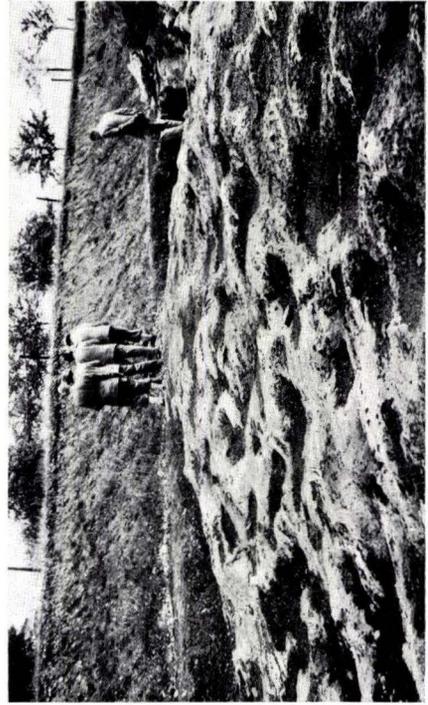
Fig. 2. Trichterförmige Lösungsdoline, an einem Kluftkreuz angelegt und mit wasserstauendem Schwemmaterial und Überdeckungsrückständen erfüllt

Fig. 3. „Mikrodolinen“; rundliche, mit Bodenkrume bzw. Schwemmaterial ausgefüllte Kleinformen

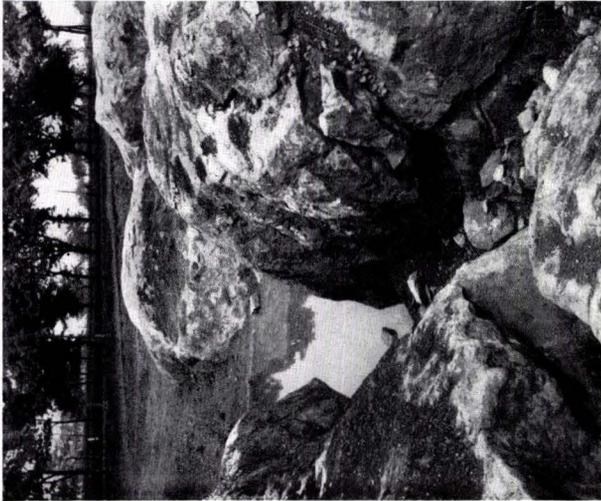
Fig. 4. „Mikrodolinen“; gestreckte, mit Bodenkrume bzw. Schwemmaterial ausgefüllte Kleinformen



2



3



1



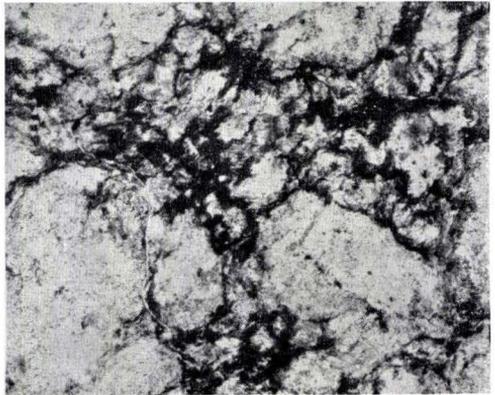
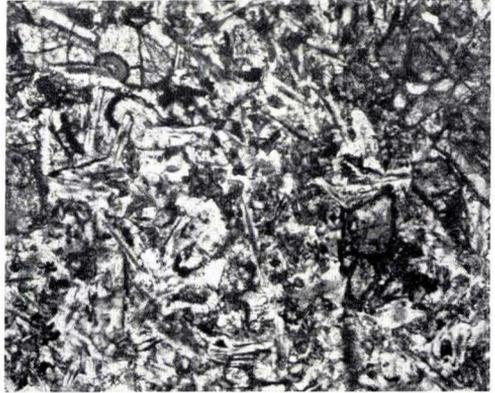
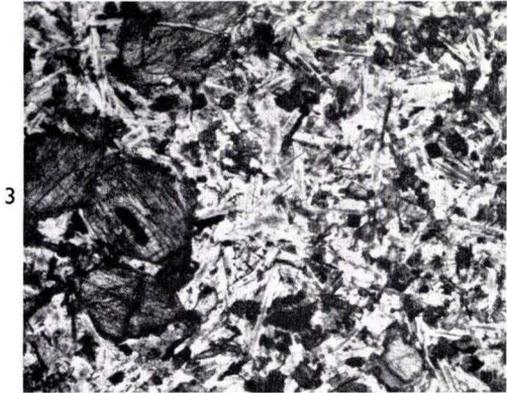
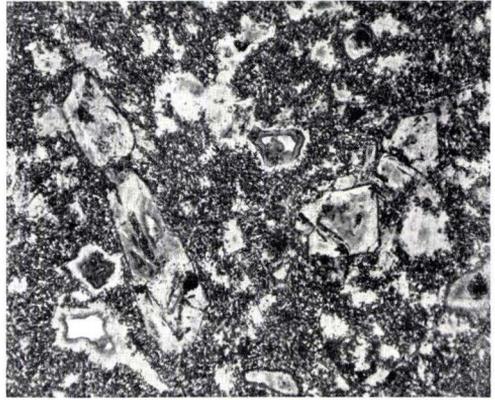
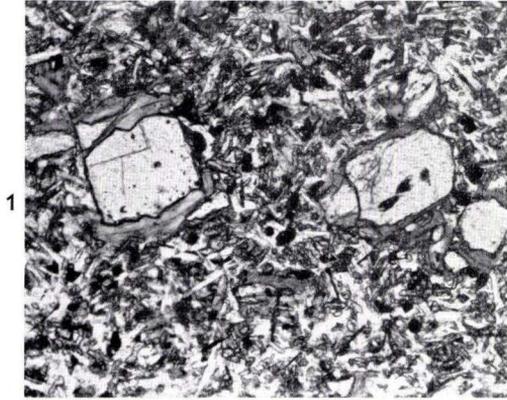
4

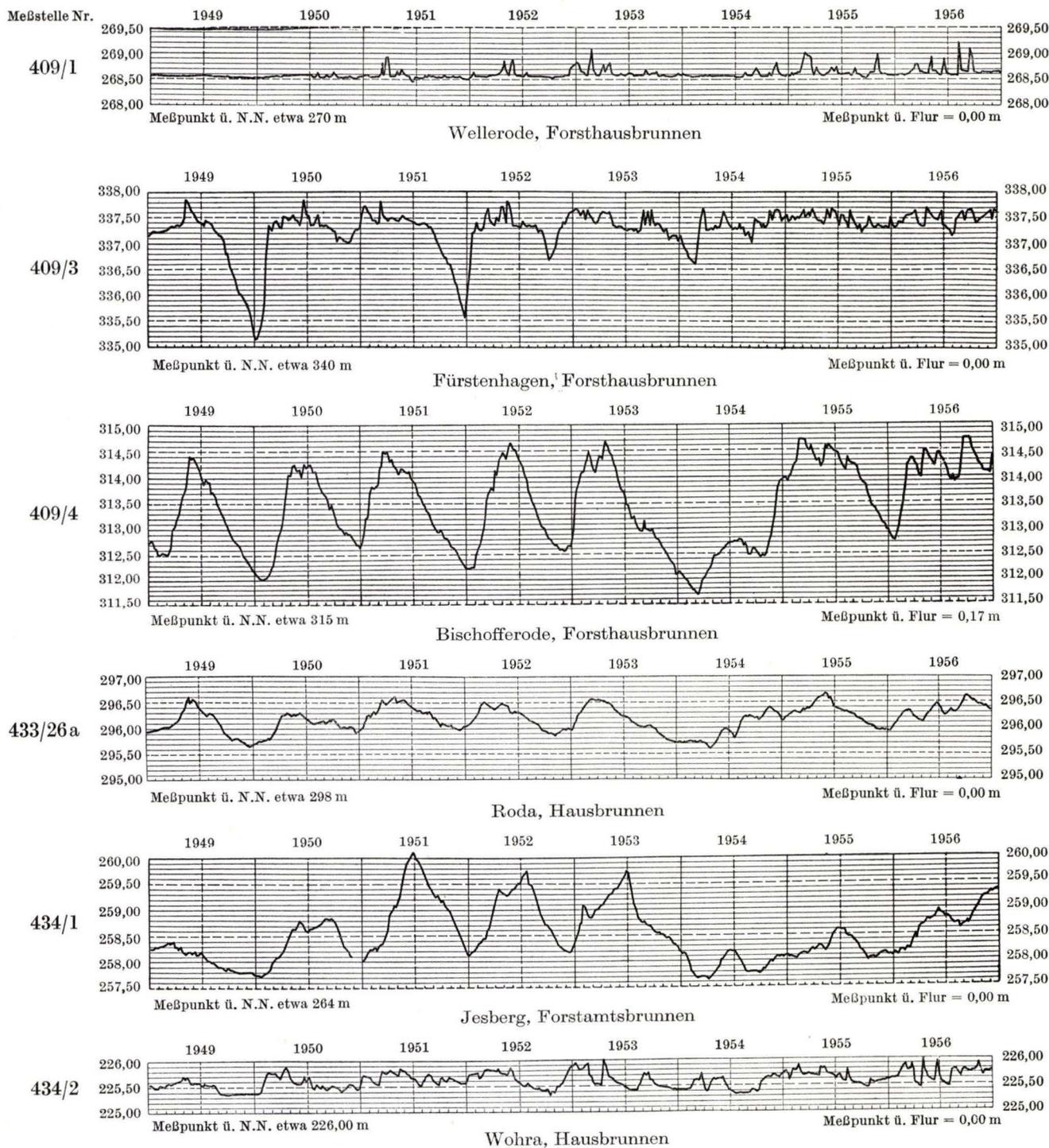
Tafel 17

Tafel 17

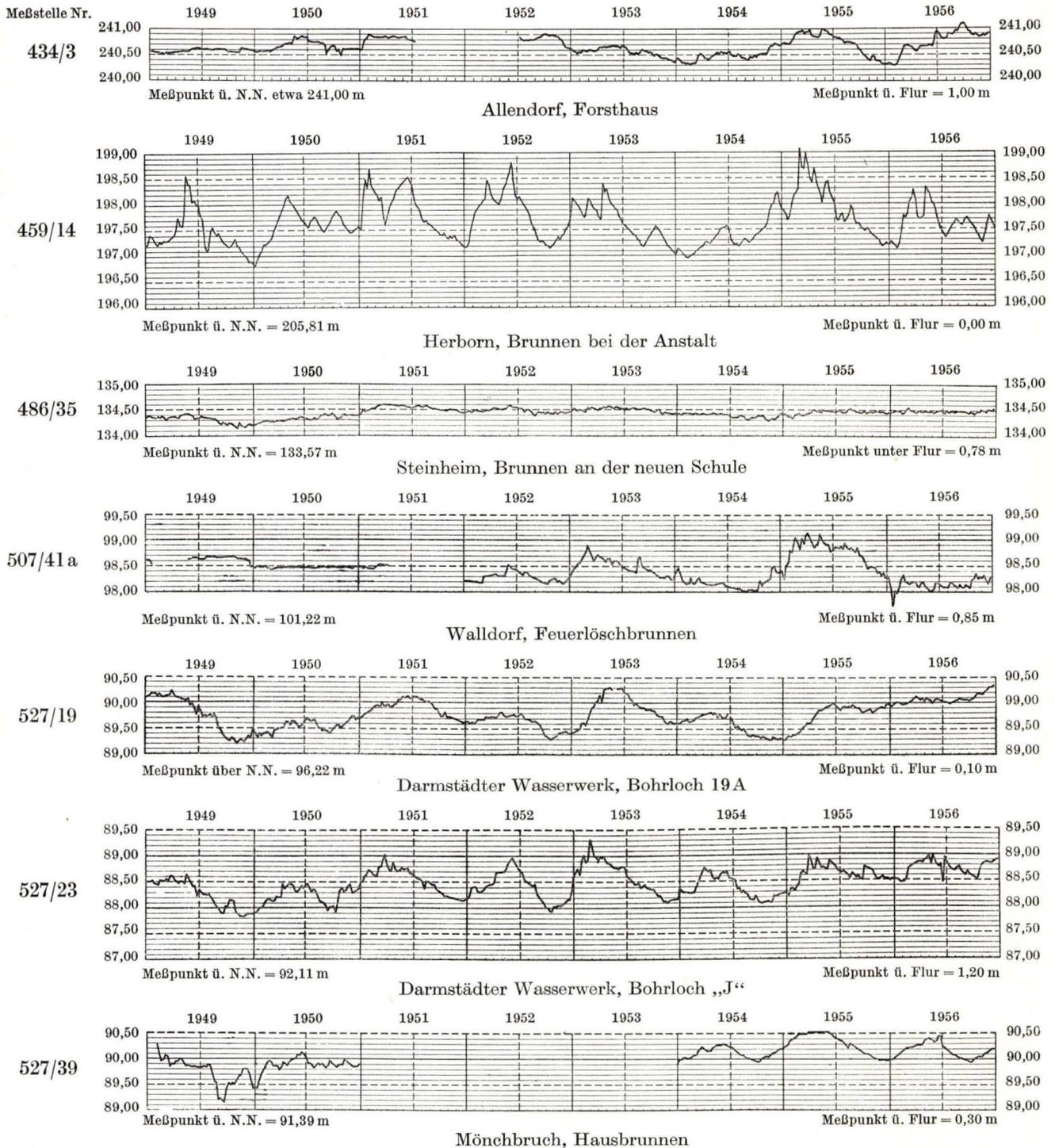
Alle Bilder: Mikrophotos, 60-fach, ohne Polarisation

	Seite
Fig. 1. Basalt Nr. 2009; Schliff 479. — Einige Olivin-Einsprenglinge, randlich und längs Sprüngen nur wenig serpentiniert. — In der Grundmasse: farblose Plagioklasleisten, Pyroxen-Säulchen mit starkem Relief, gedrungene opake Körner von Magnetit und wenig opake Leisten von Ilmenit. An verschiedenen Stellen ein wenig chloritische Basis . . .	307
Fig. 2. Basalt Nr. 2007; Schliff 836. — Einige idiomorphe Olivin-Einsprenglinge, total serpentiniert, zum Teil mit etwas Siderit. — Grundmasse von sehr kleinem Korn; chloritisch im Untergrund, unregelmäßig überstreut von Erzkörnchen und kleinen im Bild ca. 1 mm langen Feldspatleistchen, kein Pyroxen. — Einige größere Porenräume vollständig oder nur teilweise mit chloritischem Filz ausgekleidet. (Die kleinen Fremdquarzkörnchen heben sich im Bild nicht ab.). . . .	307
Fig. 3. Basaltzersatz Nr. 2010, Schliff 838. — Gefüge sehr ähnlich Basalt 2009, Fig. 1. — Einige pseudomorphe sideritische Olivin-Einsprenglinge. — Grundmasse: Plagioklasleisten zentral chloritisiert; Pyroxenkörner pseudomorph-sideritisch und chloritisch. Opak: Ilmenitleisten und Magnetitkörner . . . . .	308
Fig. 4. Basaltzersatz Nr. 2011, Schliff 92. — Gefüge wie Fig. 1 und 3. — Olivin-Einsprenglinge total sideritisiert. — Grundmasse: Plagioklasleisten zentral chloritisch umgewandelt. Basis-Feldspäte noch frisch erhalten. Pyroxen vollständig pseudomorph. Nur noch wenig Magnetitkörner. Ilmenitleisten relativ häufig . . . . .	308
Fig. 5. Basaltzersatz Nr. 2012; Schliff 93. — Gefüge etwa wie Fig. 1, 3 und 4. Olivin-Einsprenglinge pseudomorph, aber nicht mehr sideritisch. In der Grundmasse: Plagioklasleisten, albitisch die Ränder, trübegrau das pseudomorphe Korn-Innere. — Pyroxen pseudomorph: farblos mit schmaler dunkler Umrandung. — Opak erscheinend: sideritische Kornhaufen. — Opak: Ilmenitleisten . . . . .	309
Fig. 6. Basaltzersatz Nr. 2013, Schliff 481. — Größere graue Bereiche, erfüllt von Kaolin-Aggregaten; grauschwärzliches Geader: durch Leukoxen-Haufwerk fast submikroskopisch feiner Körnung getrübe Gesteinsanteile . . . . .	309





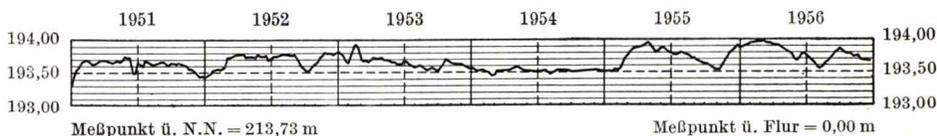
Grundwasserganglinien über die Abflußjahre 1949—1956



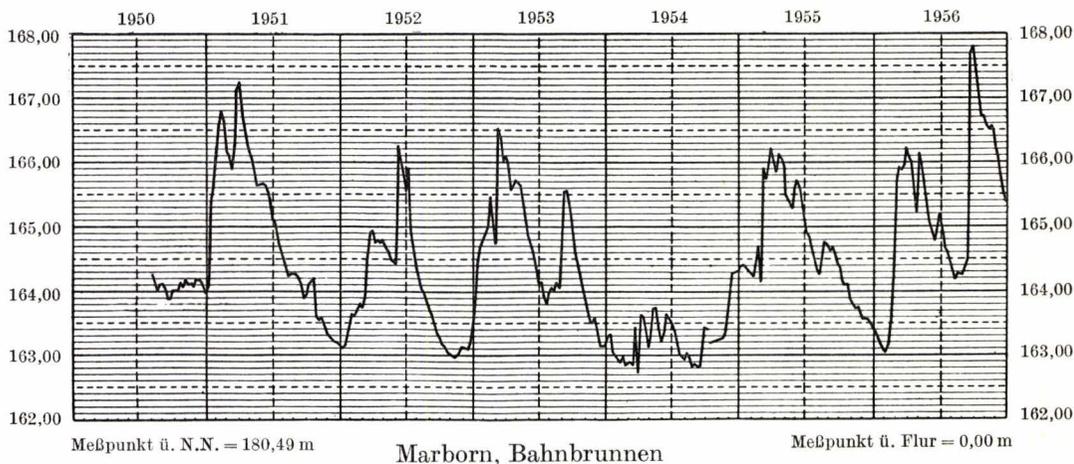
Grundwasserganglinien über die Abflußjahre 1949—1956

Meßstelle Nr.

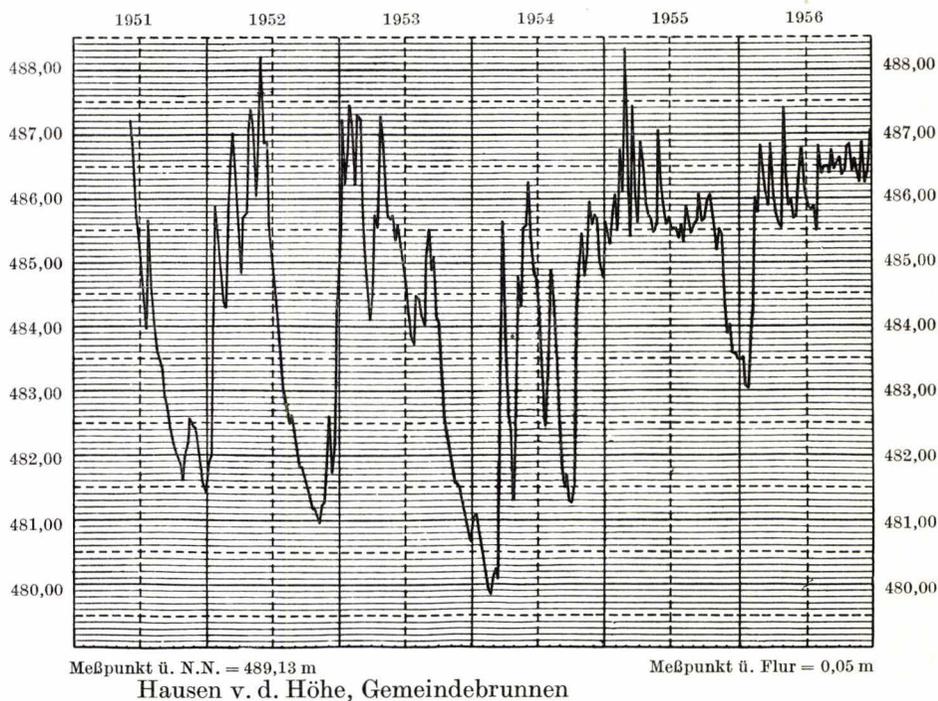
434/6



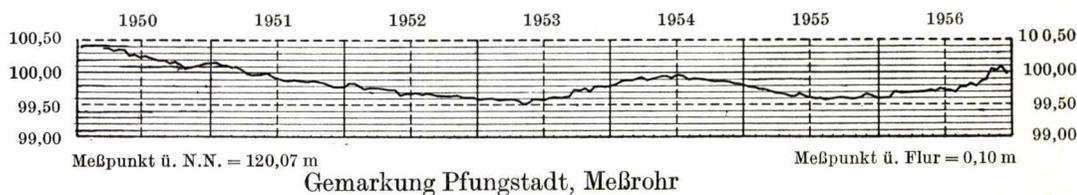
487/2



506/16



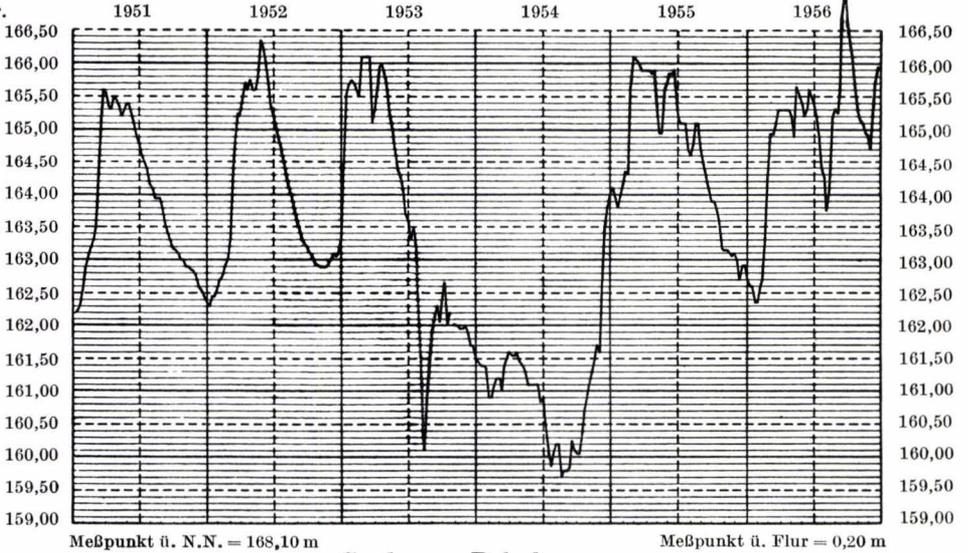
527/147



Grundwasserganglinien über die Abflußjahre 1950—1956

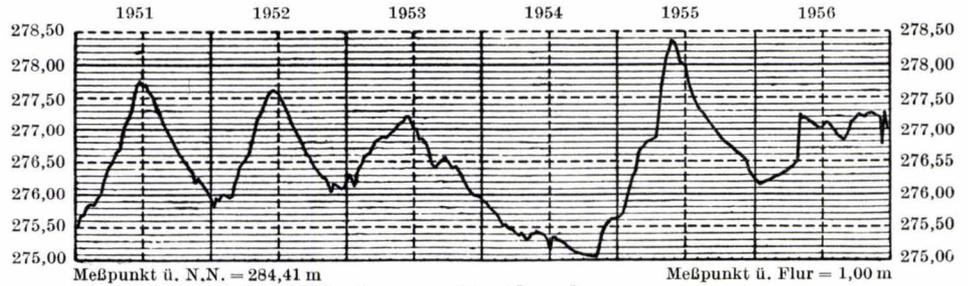
Meßstelle Nr.

409/6



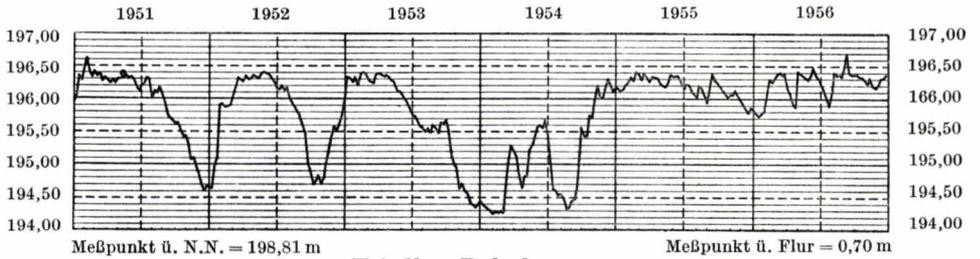
Guxhagen, Bahnbrunnen

434/4



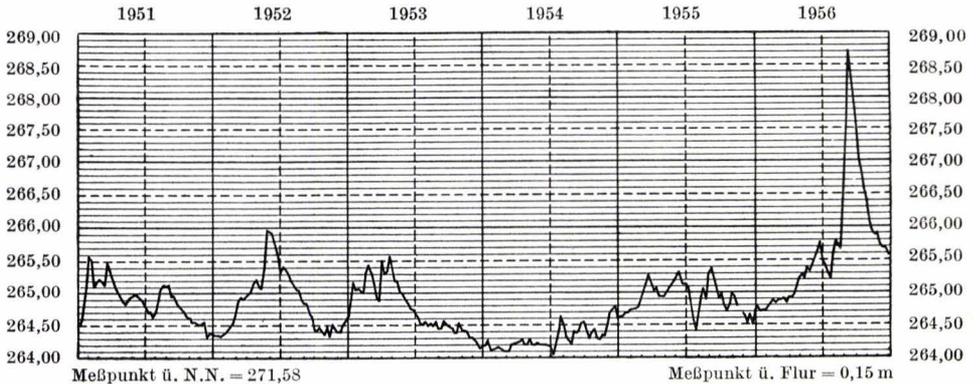
Merzhausen, Forsthausbrunnen

435/1



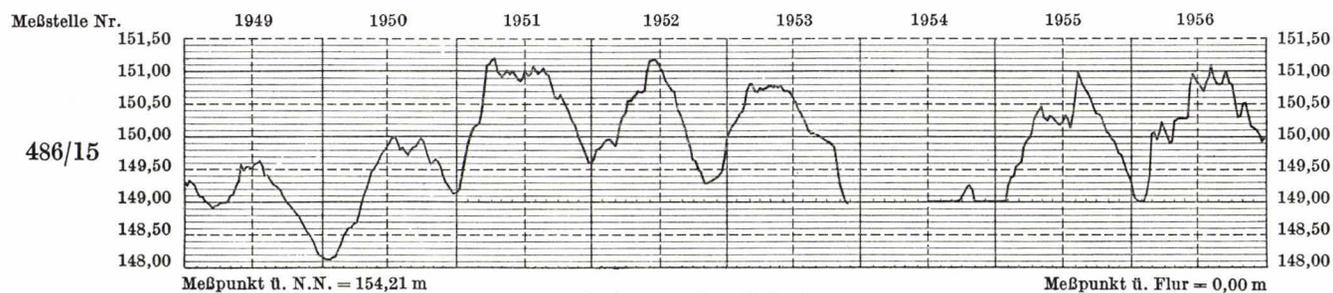
Friedlos, Bahnbrunnen

436/1

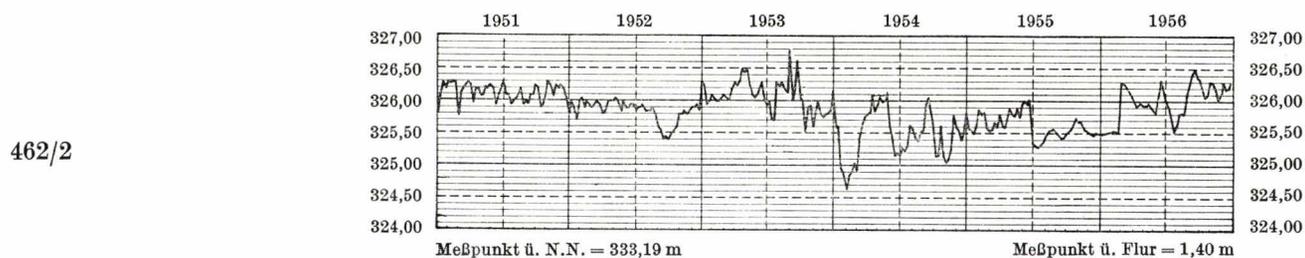


Ronshausen, Bahnbrunnen

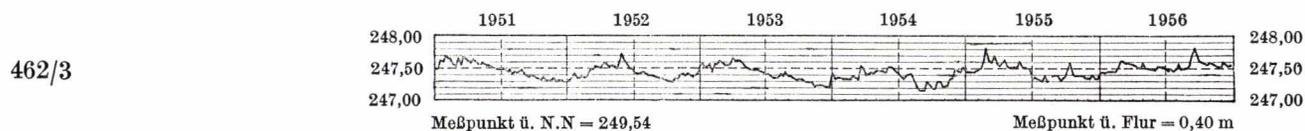
Grundwasserganglinien über die Abflußjahre 1951—1956



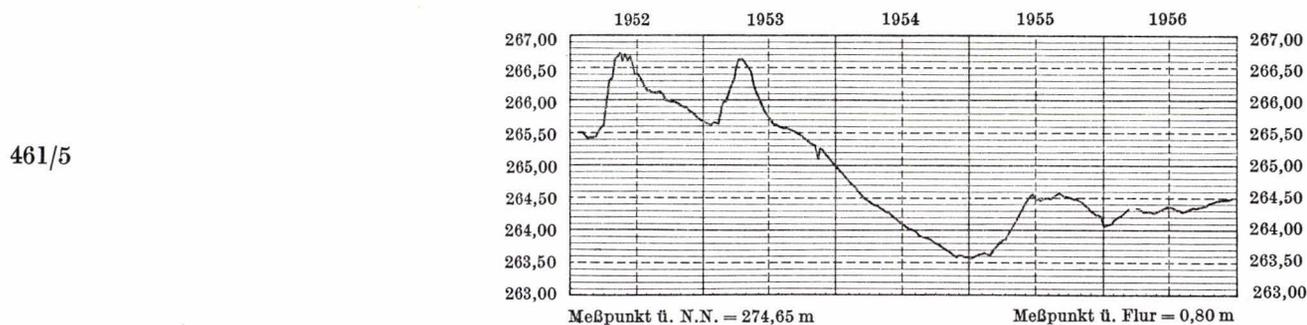
Obbornhofen, Schulbrunnen



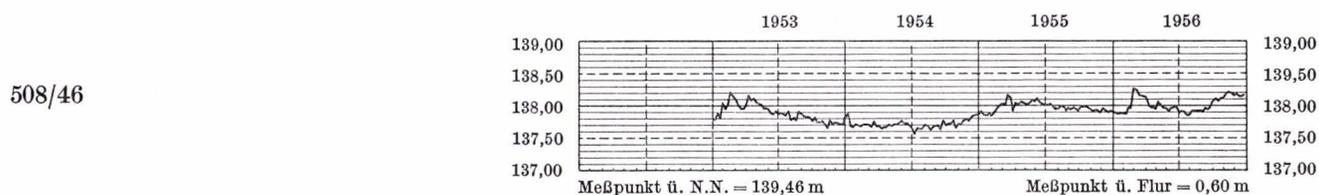
Steinbach, Bahnbrunnen



Hünhan, Bahnbrunnen



Atzenhain, Gemeindebrunnen Dorfstr. vor Haus 56

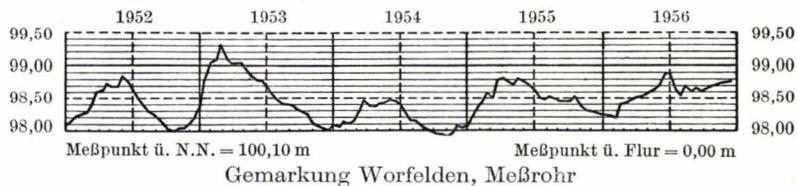


Mittel-Gründau, Hausbrunnen Hauptstr. 70

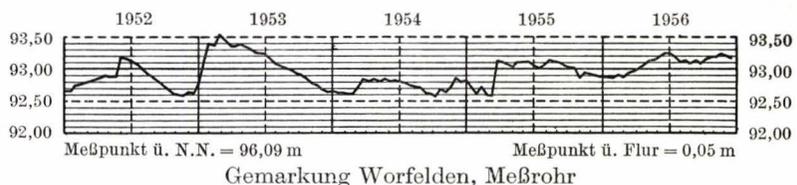
Grundwasserganglinien über die Abflußjahre 1949—1956

Meßstelle Nr.

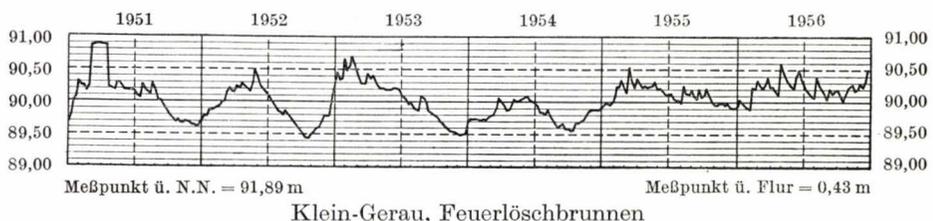
527/183



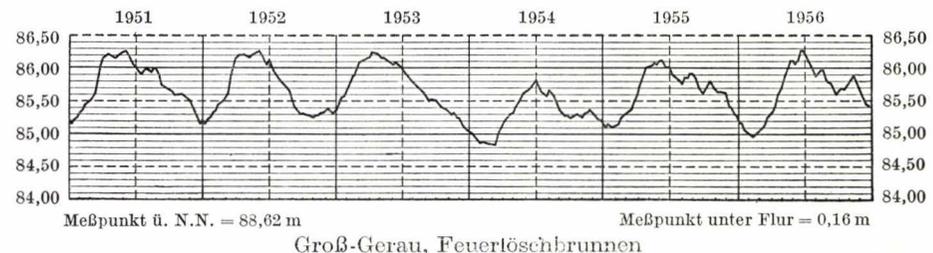
527/182



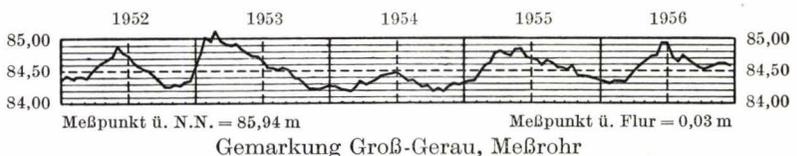
527/170



527/171

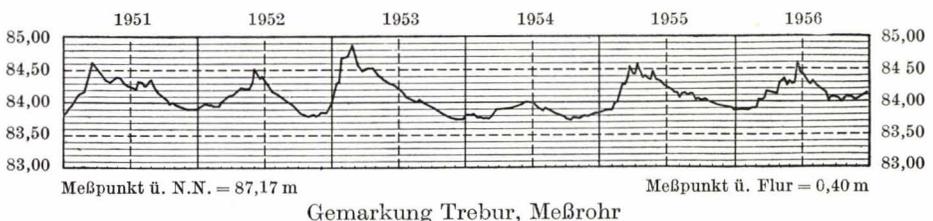


527/181

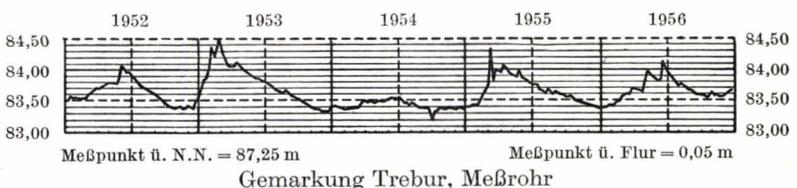


Meßstelle Nr.

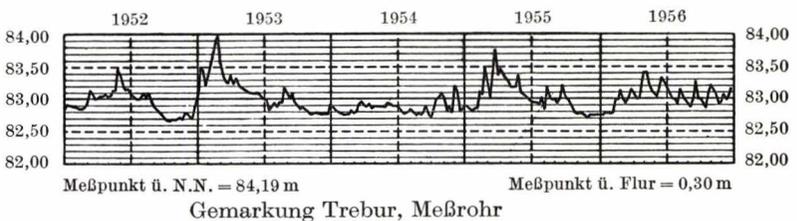
527/165



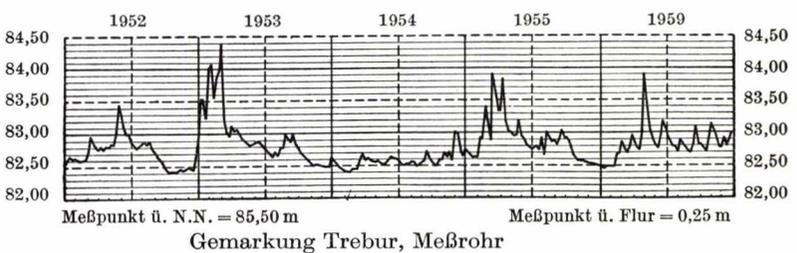
527/180



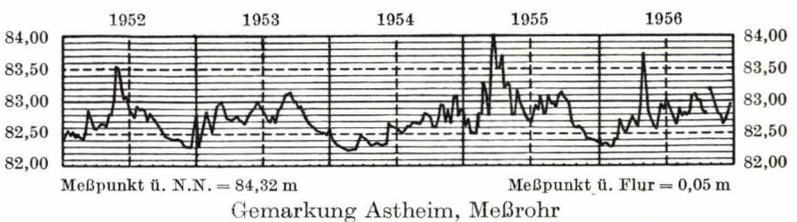
527/179



527/178



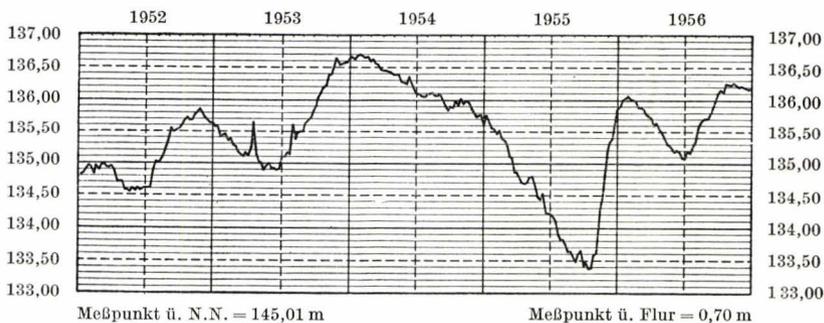
527/166



Grundwasserganglinien über die Abflußjahre 1951—1956

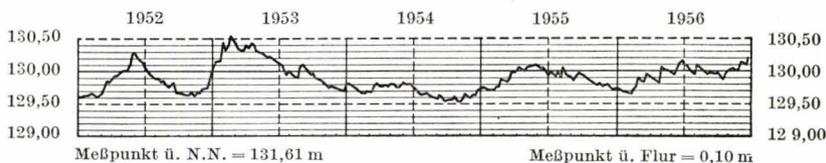
Meßstelle Nr.

527/188



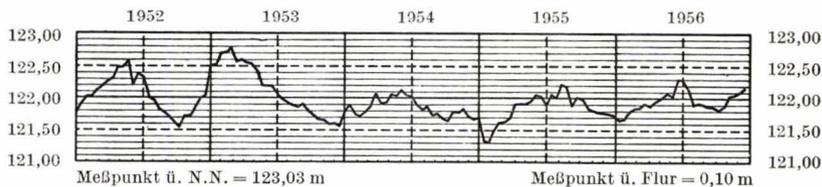
Arheilgen, Forsthausbrunnen

527/187



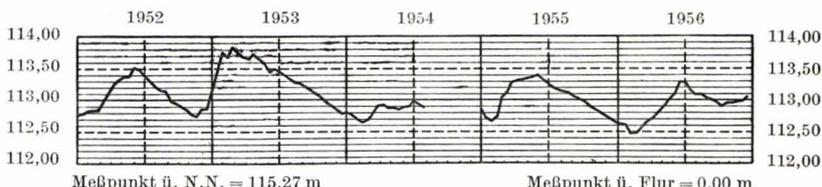
Gemarkung Arheilgen, Meßrohr

527/186



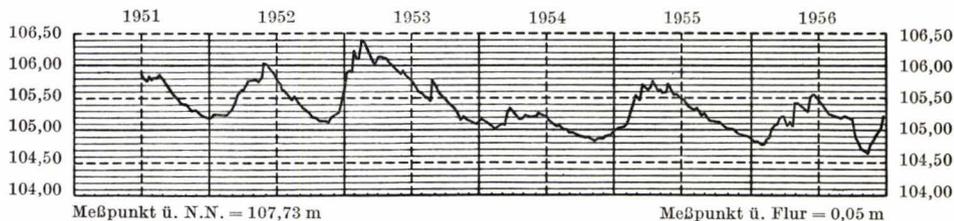
Gemarkung Arheilgen, Meßrohr

527/185



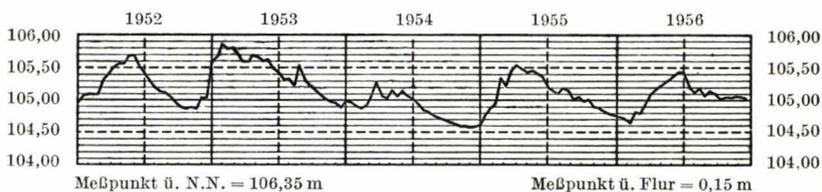
Gemarkung Gräfenhausen, Meßrohr

527/1

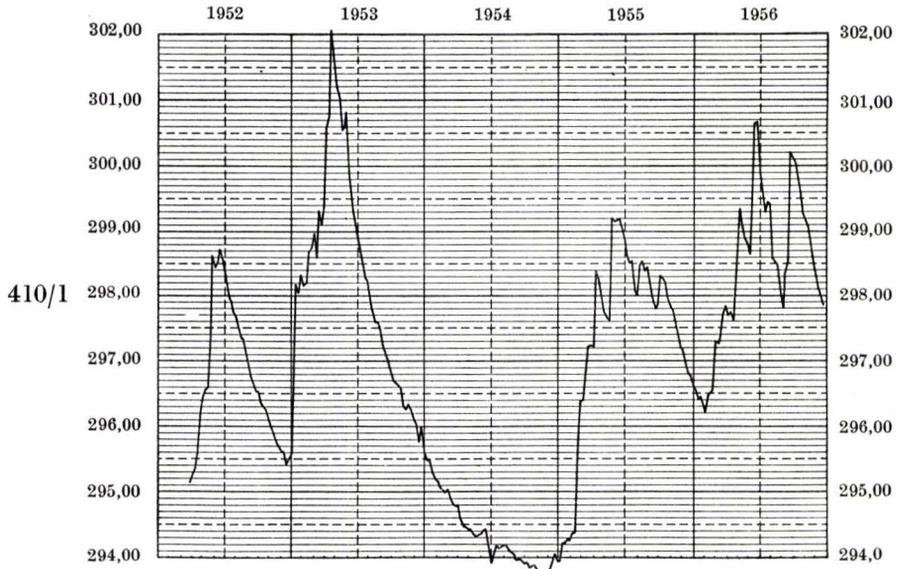


Gräfenhausen, Gemeindebrunnen

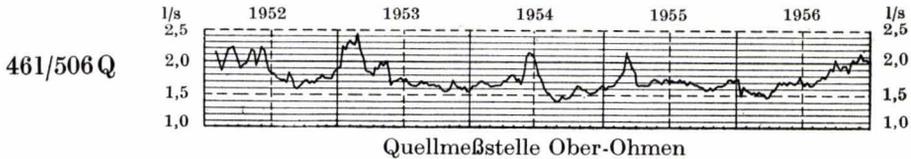
527/184



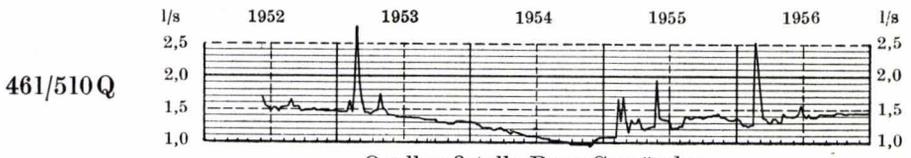
Gemarkung Gräfenhausen, Meßrohr



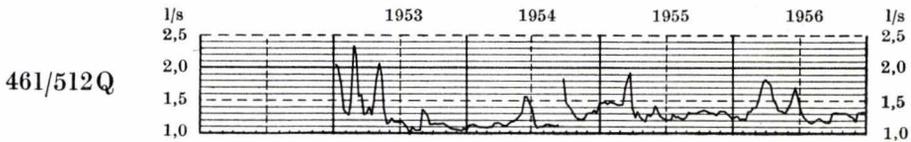
Meßpunkt ü. N.N. = 311,13 m  
 Germerode, Brunnen im Garten des Forstamtes  
 Meßpunkt ü. Flur = 0,00 m



Quellmeßstelle Ober-Ohmen



Quellmeßstelle Burg-Gemünden



Quellmeßstelle Helpershain



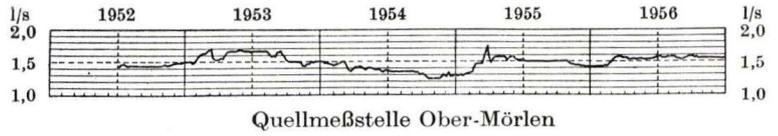
Quellmeßstelle Üllershausen



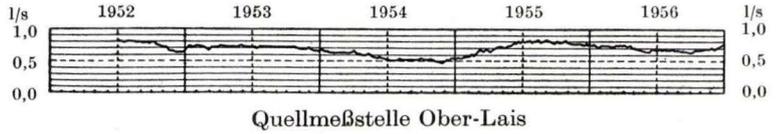
Quellmeßstelle Üllershausen

Grundwasser- und Quellschüttungsganglinien über die Abflußjahre 1952—1956

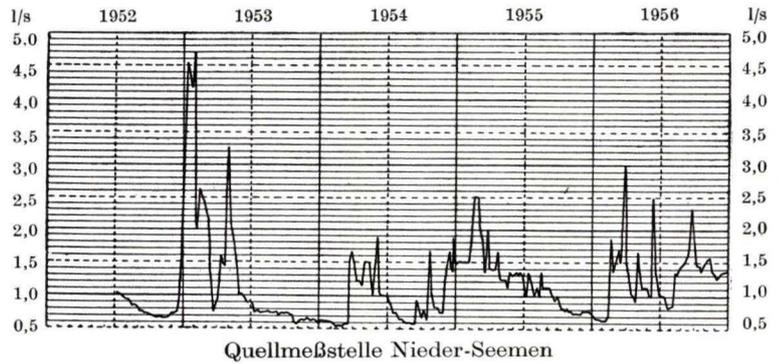
485/517 b Q



486/512 Q



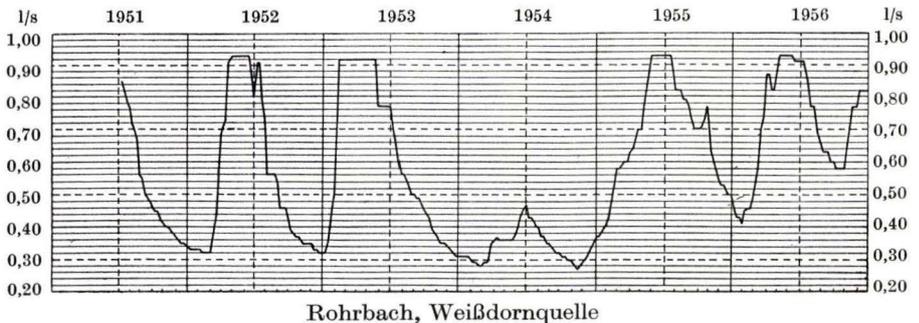
486/513 Q



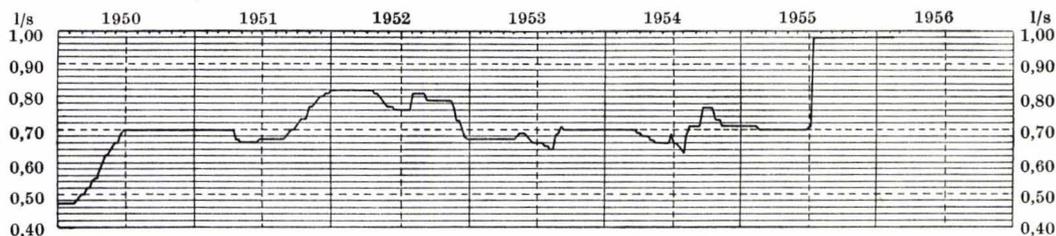
486/514 Q



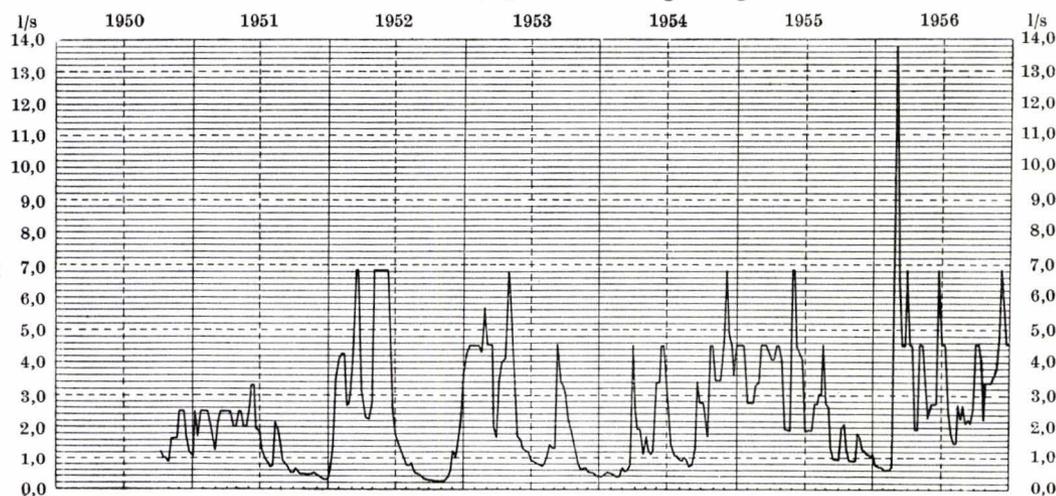
527/501 Q



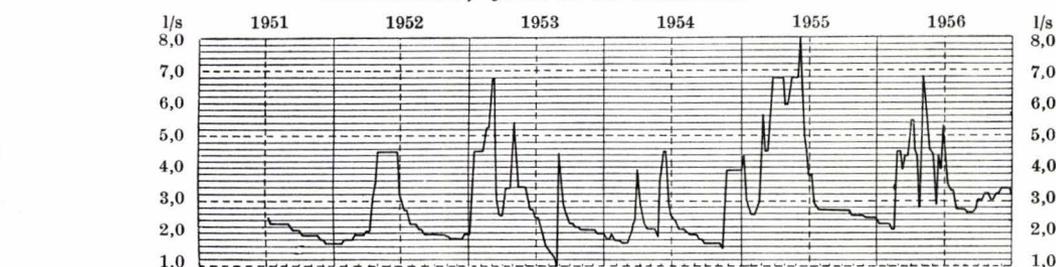
Quellschüttungsganglinien über die Abflußjahre 1951—1956



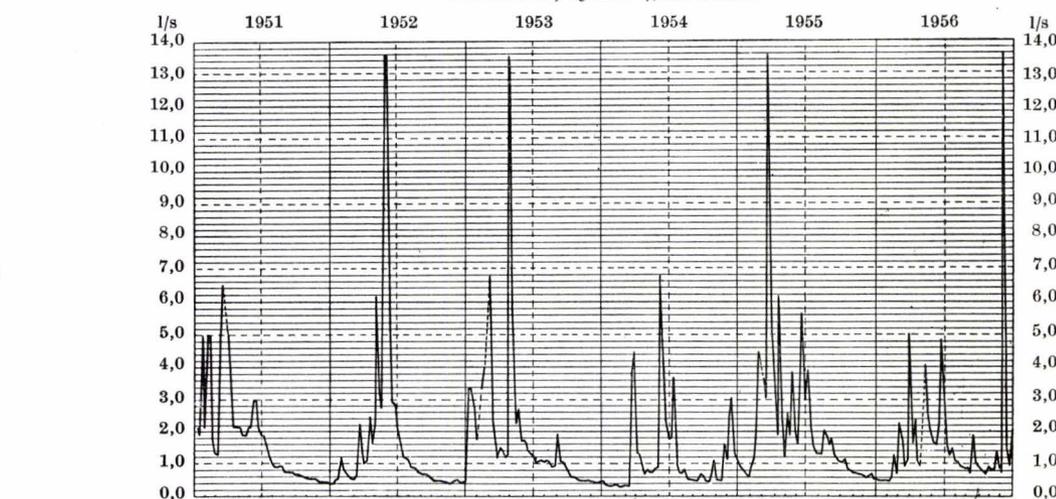
Reichenbach, Quelle am Klingenberg



Hammelbach, Quelle in der Mahnwiese



Vielbrunn, Quelle „Im Stutz“



Neckarsteinach, Stangenbergquelle

## Quellschüttungsganglinien über die Abflußjahre 1950—1956

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
Heft 2: 255 Seiten, 21 Tafeln, 18 Abbildungen, 1951 . . . . .	16,— DM
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

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 Kern- 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: RABLEN, A.: Zur Taxionomie und Chronologie der Oberdevonischen Ostracoden. 1954. 269 S., 7 Abb., 5 Taf., 4 Tab. . . . .	17,— DM
Heft 10: SCHUBART, W.: Zur Stratigraphie, Tektonik und den Lagerstätten der Witzenhäuser Grauwacke. 1955. 67 S., 4 Taf., 8 Abb. . . . .	8,— DM
Heft 11: STREMMER, H.: Bodenentstehung und Mineralbildung im Neckarschwemmlern der Rheinebene. 1955. 79 S., 3 Taf., 35 Abb., 28 Tab. . . . .	7,— DM
Heft 12: v. STETTEN, O.: Vergleichende bodenkundliche und pflanzensoziologische Untersuchungen von Grünlandflächen 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: WIGGEL, 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: RABEIN, 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 rheoherzynischen Unterkarbons mit Berücksichtigung der <i>Wocklumeria</i> -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. . . . .	Im Ausdruck
Heft 22: BISCHOFF, G. & ZIEGLER, W.: Die Conodontenchronologie des Mitteldevons und des tiefsten Oberdevons. 1957. 135 S., 16 Abb., 5 Tab., 21 Taf. . . . .	Im Ausdruck
Heft 23: ZÜBELEIN, H. K.: Kritische Bemerkungen zur Stratigraphie der Subalpinen Molasse Oberbayerns. 1957. 91 S., 2 Abb. . . . .	8,— DM

### 3. HESSISCHES LAGERSTÄTTENARCHIV

Heft 1: STECKHAN, W.: Der Braunkohlenbergbau in Nordhessen. Eine Abhandlung über geschichtliche, geologische, bergtechnische und wirtschaftliche Fragen des nordhessischen Braunkohlenbergbaues sowie Darstellung der einzelnen Vorkommen und 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

### 4. KARTEN VERSCHIEDENER MASS-STÄBE

SCHÖNHALS, ERNST: Bodenkundliche Übersichtskarte von Hessen, 1:300000 (1951) wird nur mit Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 2 (1954) abgegeben . . . . .	15,— DM
Dazu kann die gleiche Karte mit vereinfachter Topographie bezogen werden . . . . .	2,50 DM
Geologische Übersichtskarte von Hessen, 1:1000000. 1952. . . . .	1,— DM
Hydrogeologische Übersichtskarte von Hessen, 1:600000. 1955. . . . .	3,— DM